

CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

1 9 8 3

FECHA	HORA	TEMA	PROFESOR
LUNES 5 DE SEPTIEMBRE	9:00 - 9:30	INTRODUCCION	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI
"	9:30 - 10:50	GEOLOGIA	ING. MARIANO RUIZ VAZQUEZ
"	10:50 - 11:00	DESCANSO	
"	11:00 - 13:00	PLANEACION	ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA
"	13:00 - 14:00	COMIDA	
"	14:00 - 15:40	CARGADORES	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI
"	15:40 - 15:50	DESCANSO	
"	15:50 - 17:00	RETROEXCAVADORAS	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI
"	17:00 - 17:10	DESCANSO	
"	17:10 - 18:40	OTROS EQUIPOS	ING. CARLOS MANUEL CHAVARRI
MARTES 6 DE SEPTIEMBRE			
"	9:00 - 10:50	TRACTORES	ING. RAFAEL ABURTO VALDES
"	10:50 - 11:00	DESCANSO	
"	11:00 - 13:00	TRACTORES	ING. RAFAEL ABURTO VALDES
"	13:00 - 14:00	COMIDA	
"	14:00 - 15:30	MOTOESCREPAS	ING. RAFAEL ABURTO VALDES
"	15:30 - 15:40	DESCANSO	
"	15:40 - 16:40	MOTOESCREPAS	ING. RAFAEL ABURTO VALDES
"	16:40 - 16:50	DESCANSO	
"	16:50 - 18:20	TALLER	ING. CARLOS MARTINEZ



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: TERRACERIAS Y EXCAVACIONES

G E O L O G I A

Ing. Mariana Ruiz Vázquez

SEPTIEMBRE, 1983.

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 mate-
riales que se van a manejar, aprovechables o no aprovechables,
y desde luego a otras consideraciones no geológicas como pue-
de ser: volumen, distancia, etc.

En opinión del autor y de los profesores P. Antoine y
D. Fabre (pág. 177), un estudio geotécnico preliminar o de-
tallado 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 ex-
ploración 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 auxilio 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 para cada grupo requieren 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 transportados cuyo origen puede ser: aluvial, lacustre, aluvio-lacustre, 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 constituidos por:

boleos
gravas
arenas
arcillas y limos.
lapilli
cenizas.

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

Terrenos mixtos.

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

Comprenden este grupo los materiales siguientes.

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

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

Terrenos rocosos o coherentes.

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

Rocas Igneas	{ Volcánicas Intrusivas }	{ Basalto Riolita Andesita Tobs }
		{ Granito Granodiorita Diorita Gagro }

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

Rocas metamórficas: Mármol, cuarcita Gneiss esquistos, etc.

Según 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, enrocamiento y agregados) o como algún mineral económico metálico o no metálico (fierro cobre, carbón, etc.). En este último caso es muy importante saber cuál 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]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Basaltos	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Esquistos	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Areniscas	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Margas	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Argilitas	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Micaesquistos	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Cuarcitas	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]
Gneises	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]	[Hatched]

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

B_u

Figura # 1

DENSIDAD, 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	1.5	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

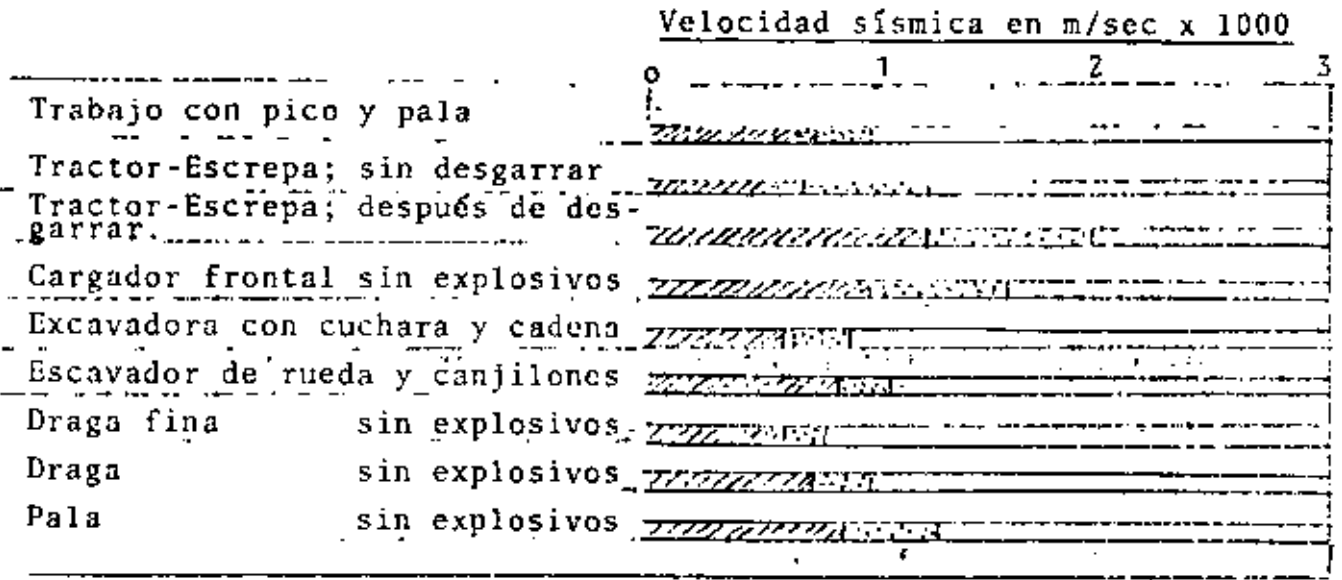
S = Material suave facilmente cavable




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.

8c



-  Posible
-  Marginal
-  Imposible

Velocidades sísmicas para determinar factibilidad de excavación (Atkinson)

Figura No. 3

En lo que respecta a la pregunta sobre la posibilidad de utilización del material que se va a mover, la respuesta puede ser múltiple ya que depende del tipo de obra que se vaya a construir o del tipo de cuerpo mineral que se vaya a explotar.

Supongamos el caso de una presa

El estudio geotécnico, según el tipo de cortina, debe haber definido las características de los bancos, cuales y en que cantidad son aprovechables los materiales y si es posible utilizar el material que se va a remover en la zona de limpia o en las obras auxiliares: túneles de desvío, vertedores, casa de máquinas, etc.

Si se trata de un cuerpo mineral cual es el volumen del material de despilme, desde luego no utilizable y donde se ubicará los sitios para almacenar los que posteriormente no vayan a representar en si un problema.

Se deberá conocer la posición del nivel de aguas freáticas con relación al nivel mas bajo de explotación de un material y por supuesto la permeabilidad del terreno y las posibilidades de abatimiento del manto, por bombeo, en el caso de que la explotación se haga en la zona de saturación.

Las pruebas de permeabilidad y la medición de niveles realizadas durante la investigación nos darán la información necesaria a este respecto.

En relación con la estabilidad de taludes durante la excavación, tratandose de materiales suaves; arenas, linos, etc. se estará frente a un problema de mecánica de suelos y la in-

formación geológica, en este caso litológica estratigráfica y geohidrológica serán el antecedente para analizar el problema de mecánica de suelos; si de materiales rocosos la información relativa al R.Q.D. o Índice de Calidad de Roca obtenido de las perforaciones y la distribución y posición de discontinuidades determinada durante el levantamiento, nos permitirán definir - cual será el comportamiento del talud.

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: EXCAVACIONES Y TERRACLIAS

PLANEACION

Ing. Fernando Favela Lozoya

SEPTIEMBRE, 1983.

INTRODUCCION

CONSTRUCCION

Dentro de los campos en la profesión del Ingeniero Civil ocupa un lugar preponderante la construcción. En la realización de una obra, este campo sigue inmediatamente al diseño y precede a los de operación y mantenimiento de obras. Consiste la construcción en la realización de una obra combinando materiales, obra de mano y maquinaria con objeto de producir dicha obra de tal manera que satisfaga una necesidad normalmente colectiva, y que cumpla con las condiciones planteadas por el diseñador, entre las que se cuenta con primordial importancia la seguridad.

La construcción puede definirse como uno o varios procesos de producción en el o los que se combinan en alguna forma recursos (materiales, obra de mano y maquinaria) para lograr el producto terminado. Se trata pues de un típico proceso industrial, que solo difiere del clásico en que las obras normalmente son diferentes y se requiere estudiar un proceso que será diferente para cada obra; en cambio el proceso típico industrial es repetitivo.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Entre estos procesos es muy común encontrar el movimiento de tierras, que puede ser parte del proceso total o todo el proceso. Consiste el Movimiento de Tierras en combinar maquinaria, materiales y obra de mano, a fin de obtener la obra o parte de la obra de acuerdo con lo planeado en el diseño.

El problema de selección de equipo trata de determinar que tipo, modelo y tamaño de máquinas deberá usar el ingeniero para realizar su proceso dentro de las restricciones impuestas por el proyecto. Al definir esto el ingeniero estará planeando el proceso constructivo, o dicho en otra forma definirá en todos sus puntos el procedimiento de construcción a usarse.

PROCESOS

Podemos pues presentar la construcción (válido para el movimiento de tierras) como uno o varios procesos de transformación con una entrada, los recursos y una salida, la obra terminada.

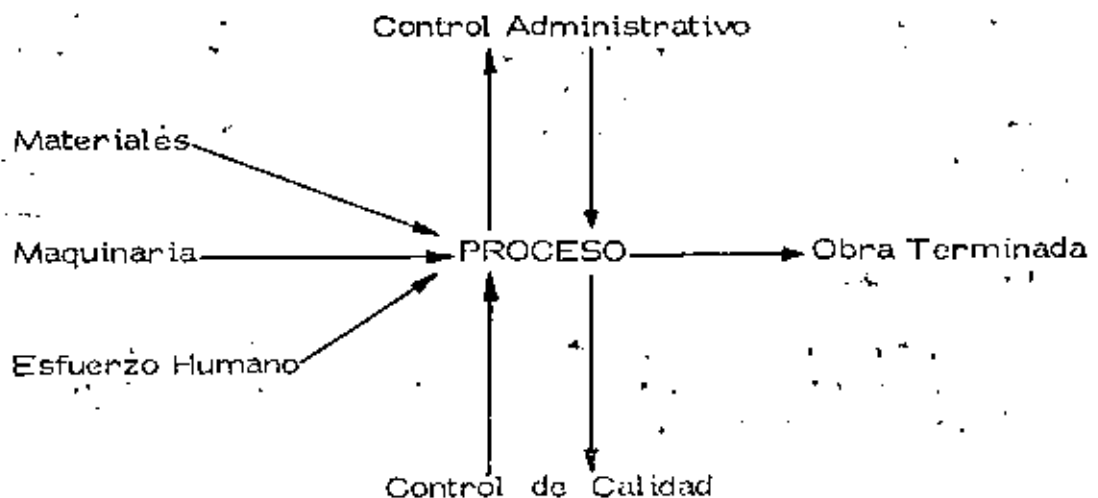


Como habíamos dicho antes el proceso puede ser uno o varios, pero también podremos dividirlo en subprocesos, cada uno de los cuales producirán una parte de la obra, estos pueden ser simultáneos o en cadena, y es usual que estos subprocesos se analicen por separado para definir los procedimientos de construcción que producirán la obra que deseamos.

CONTROLES

A lo largo de la ejecución deberemos revisar que nuestro esfuerzo nos vaya llevando a la obra terminada tal y como lo concebimos. Es fácil comprender que no conviene esperar al fin de la obra para revisar si ésta coincide con la diseñada, y si nuestra planeación se cumplió; esto es, si las cantidades y calidades que calculamos usar de nuestros recursos realmente fueron las utilizadas. Si algo falla; lo planeado no coincidirá con lo ejecutado. A la revisión del uso de los recursos a lo largo de la ejecución se le llama Control Administrativo. A la revisión de la calidad de la obra en todas sus partes a fin de que realmente ésta sea la diseñada se le denomina Control de Calidad. Estos controles consisten en tomar muestras a lo largo del proceso y compararlas con los estándares tomados de la planeación; en realidad constituyen en sí un proceso capaz también de ser planeado. Este tipo de procesos se denominan de Control o Retroalimentación. Si en estos procesos se encuentran desviaciones significativas con el estándar actúan sobre los procedimientos de construcción para corregir las desviaciones y acercar el producto al estándar.

Puede pues representarse la construcción y sus controles con el siguiente esquema.



1. CONCEPTO DE LA PLANEACION

LA PLANEACION

Visto como una función, el proceso de planeación incluye la identificación de los objetivos organizacionales y la selección de políticas, procedimientos y métodos diseñados para lograr estos objetivos. En términos de la habilidad que está implicada, la toma de decisiones, incluyendo la creatividad, juega un papel importante para determinar el éxito de la planeación.

Discutiremos la función de la planeación y el papel que el proceso de la toma de decisiones tiene en ésta función.

LA PLANEACION

La función de la planeación se compone de la selección y definición de las políticas, procedimientos y métodos necesarios para lograr los objetivos generales de la organización. Ya sea en el nivel en que se determinan las políticas, procedimientos o métodos, el proceso de la toma de decisiones es un componente esencial de la función de planeación. Por lo tanto, los factores de un diagnóstico efectivo, descubrimiento de alternativas y análisis de las situaciones de la toma de decisiones, se estudian en la última parte de esta presentación en forma programada.

Puesto que las políticas, procedimientos y métodos deben formularse para que estén de acuerdo con los objetivos de la organización, se sigue que el primer paso en la función administrativa de la planeación es la identificación de estos objetivos.

A) POLITICAS

Aunque son necesarios los objetivos para dirigir los esfuerzos individuales y los de grupo, en la organización, las políticas sirven para indicar la estrategia general por medio de la cual se lograrán estos objetivos. Las políticas se han clasificado con base en el nivel organizacional que afectan, la manera como se forman en la administración y el área de trabajo a la cual se aplican.

1. Una empresa, puede tener el objetivo específico de lograr una penetración mayor en el mercado; atenerse a una competencia en los precios para lograr este objetivo, sería una _____ política empresarial.

2 Las políticas se han definido como declaraciones generales o conocimientos que guían la toma de decisiones de los subordinados en los diversos departamentos de una empresa. ¿Es necesario que estas declaraciones se pongan por escrito a fin de que se consideren como políticas (sí/no).

3 Sea que estén o no escritas, las políticas sirven como una guía amplia y general para la toma de _____ en una organización.

4 Las políticas pueden clasificarse de diferentes maneras. Una clasificación útil está basada en el nivel organizacional de los administradores afectados. De esta manera, políticas básicas, generales y departamentales identifican el _____ organizacional de la aplicación de la política.

5 Las políticas básicas que son de finalidades muy generales y que afectan a toda la organización las usan principalmente los administradores de nivel (superior/medio/de primera línea) _____

6 Una política de mercado para un producto por cada uno de los productos ofrecidos por un competidor e importancia es un ejemplo de una política _____

7 La política general, la cual es más específica, típicamente se aplica a grandes secciones de la organización pero ordinariamente no a toda ella. La usan generalmente los administradores de nivel _____ (superior/medio/de primera línea)

8 Una política acerca de que los agentes de compras deben trabajar con contratistas locales, donde sea posible, es un ejemplo de una política _____

9 La política departamental es más específica por naturaleza y se aplica a las actividades diarias en el nivel departamental. La usan principalmente los administradores de nivel _____ (superior/medio/de primera línea)

10 La política de que los empleados deben avisar si van a faltar por enfermedad es una política _____

11 En resumen, existen tres tipos de políticas basados en el fin y en el nivel administrativo afectado. Estas son las políticas _____, _____, y _____

- medios de primera línea superior
- 12 Las políticas generales se relacionan, primariamente, con las actividades de los administradores _____, y las políticas departamentales conciernen más a los administradores _____ y las políticas básicas afectan más directamente a los administradores de nivel _____.
- manera
- 13 Otra clasificación de políticas se basa en la manera en que se forman en la organización. La política creada, la política solicitada y la política impuesta, son tres tipos de políticas basados en la _____ como se han formado.
- están
- 14 La política creada es la iniciada por los administradores de una compañía con el fin de que les sirva de guía a ellos y a sus subordinados. Típicamente la relación entre la política creada y los objetivos organizacionales _____ (están/no están) íntimamente ligados.
- creada
- 15 La decisión para promover la venta de contratos de servicio con venta de equipo, para asegurar que los clientes mantengan, de manera adecuada, el equipo, es un ejemplo de política _____.
- solicitada
- 16 En comparación con una política creada, una política solicitada la formula el administrador de una compañía. La diferencia está en que ésta última se origina por la solicitud de un administrador a su superior, para resolver un caso excepcional; ésta es la base para que se le llame política _____.
- si
- 17 Puesto que la política solicitada está basada en el manejo de casos individuales, el cual puede implicar circunstancias especiales, ¿existe algún peligro de que tal política sea incompleta, sin coordinación y quizás inconsistente? _____ (sí/no).
- solicitada
- 18 Cuando no existe una política previamente especificada, un administrador pregunta a su jefe qué hacer con una cuenta por cobrar ya vencida. La decisión del superior constituye la formulación de una política _____.
- creada
- 19 Cuando los administradores se ocupan continuamente de la formulación de políticas solicitadas, es un indicio de que no se ha dado suficiente atención a la formulación del tipo de política que previamente discutimos, esto es la política _____.
- impuesta
- 20 Las políticas impuestas son el resultado de una fuerza externa que presiona a la organización, tales como la acción gubernamental de la asociación comercial o del sindicato. En general, la importancia de la política _____ ha ido aumentando en los últimos años.

si (puesto que están sujetas a las mismas presiones gubernamentales, de la asociación comercial y del sindicato,

21 ¿Cree usted que las políticas impuestas en la General Motors, son similares a las de la Ford Motors Co.? _____ (sí/no).

impuesta

22 Una política de depreciación de equipo formulada debido a las exigencias de un contrato con la Fuerza Aérea, es un ejemplo de política _____

creada, solicitada
impuesta

23 Con base en la manera como se forman, hemos discutido tres tipos de políticas: _____

impuesta

24 El tipo de política que sería similar en diversas empresas de una misma rama es la política _____

creada

25 La política específicamente formulada para establecer guías necesarias para lograr los objetivos de la organización antes de que se presente cualquier problema se llama política _____

solicitada

26 El tipo de política cuya abundancia indica una flata de atención administrativa apropiada para dar por anticipado las guías necesarias para tomar decisiones se llama política _____

trabajo

27 Finalmente, otra clasificación de políticas tiene como base el área de trabajo a la que se aplican. Aunque se podría discutir un gran número de categorías, abarcaremos: ventas, producción, finanzas y personal como las principales áreas de _____ en la empresa.

es

28 Las políticas de ventas tienen que ver con decisiones tales como la selección del producto que va a fabricarse, su precio, su promoción de ventas y la selección de los canales de distribución puesto que éstas son áreas interdependientes de toma de decisiones, la coordinación de estos esfuerzos _____ (es/no es) esencial.

ventas

29 La decisión para restringir la distribución de una cierta marca de cerveza a una área geográfica constituye una política de _____

- 30 Las políticas de producción incluyen decisiones tales como la de fabricar o comprar un componente, la elección del sitio de producción, la compra del equipo de producción y los inventarios que deben mantenerse. Pueden formularse las políticas de producción sin tener en cuenta las políticas de ventas? (sí/no).
- no
- 31 La decisión para ubicar nuevas plantas a una cierta distancia de un mercado importante constituye una política de .
- producción
- 32 Las políticas financieras tienen que ver con la obtención de capital, métodos de depreciación y el uso de los fondos disponibles. Como tales, estas políticas (podrían/no podrían) afectar directamente todas las otras áreas de formulación de políticas.
- podrían
- 33 La decisión de alquilar en vez de comprar todo el espacio necesario para almacenes, es un ejemplo de política .
- financiera
- 34 Las políticas de personal tienen que ver con la selección del personal, desarrollo, compensación, desarrollo de una moral y con las relaciones sindicales. Es importante que estas políticas sean uniformes en toda la compañía? (sí/no)
- sí
- 35 La decisión de que los solicitantes de empleo se inicien como aprendices, con base en las pruebas de habilidad, es un ejemplo de una política de .
- personal
- 36 Los cuatro tipos de política basados en el área de trabajo que se han discutido son: , , y .
- ventas
producción
finanzas
personal
- 37 Obviamente, cualquier política dada puede describirse en términos de cualquiera de los tres sistemas principales de clasificación que se han discutido: El nivel , la como se formó la política, y el área de afectada.
- administrativo
manera
trabajo
- 38 El jefe de personal de una empresa ha informado a su superior que es incapaz de contratar cierto personal técnico en la comunidad local, y como resultado de esto el jefe de relaciones industriales decide que éste personal debe ser reclutado en una comunidad distante. Desde el punto de vista del nivel administrativo ésta es una política , desde el punto de vista de la manera como se formó es una política y desde el punto de vista del área de trabajo es .
- general
solicitada
personal

39 Los administradores de nivel superior en una empresa deciden concentrar sus esfuerzos comerciales en el campo del equipo electrónico. Esto puede describirse como una política _____ y de _____.

básica
creada
ventas

40 Debido a las exigencias el contrato sindical con la empresa, los supervisores deben usar solamente ciertos métodos de estudio de tiempos para determinar los estándares de producción. Esto puede describirse como una política _____ y de _____.

departamental
impuesta
producción

B) PROCEDIMIENTOS Y METODOS

Una declaración de procedimiento es más específica que una declaración de política en que enumera la secuencia cronológica de pasos que deben tomarse para lograr un objetivo. Por otra parte, un método especifica cómo va a realizarse un paso del procedimiento.

41 Una descripción de cómo debe realizarse una serie de tareas, cuándo y por quién, normalmente se considera un procedimiento _____.

procedimiento

42 Las instrucciones específicas para atender órdenes de elaboración, que pueden incluir actividades en los departamentos de ventas, contabilidad y producción, son un ejemplo de un procedimiento _____ especificado.

procedimiento

43 Haga referencia a la figura 3.1 para un ejemplo de un procedimiento. En este caso está implicado un proceso de contratación _____.

contratación

Figura 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TÍPICO DE CONTRATACION.

- 1 Entrevista preliminar (discriminación de datos)
- 2 Solicitud
- 3 Verificación de referencias
- 4 Prueba de aptitud

- 5 Entrevista de trabajo
- 6 Aprobación del supervisor
- 7 Examen médico
- 8 Orientación

menos 44 Comparados con las políticas, los procedimientos permiten _____ (más/menos) amplitud en la toma de decisiones administrativas.

método 45 En contraste con un procedimiento, una descripción de cómo debe realizarse un paso de un procedimiento se denomina _____

si 46 ¿Es posible que un método implique a solo un departamento y a solo una persona en ese departamento? (sí/no) _____

método procedimiento 47 La técnica especificada para usarse en la realización de una prueba de aptitud es un _____, mientras que la secuencia de pasos en la función del empleo constituye un _____

mejoramiento de métodos 48 El método se refiere a la manera de realizar tareas específicas. Históricamente el reemplazo de métodos manuales por medios mecánicos ha sido un ejemplo popular del _____

procedimientos 49 Desde un punto de vista más amplio, el término simplificación del trabajo se aplica a los esfuerzos por realizar una tarea particular, o toda una serie de tareas, de manera que sea más eficiente y económica. Por lo tanto, la simplificación del trabajo puede aplicarse tanto a métodos como a _____

simplificación del trabajo 50 En años recientes, el equipo electrónico se ha visto relacionado, de manera muy importante, con la _____

b 51 ¿Cuál piensa usted que es más probable, (a) que un cambio en un método particular originará un cambio en el procedimiento total, o (b) en un cambio en el procedimiento total afectará la necesidad de un método? _____ (a/b).

procedimientos 52 Puesto que un cambio en un procedimiento puede hacer que ciertos pasos, y de aquí que ciertos métodos, sean innecesarios en ese procedimiento, se sigue que la simplificación de trabajo deberá comenzar con un estudio de los (métodos/procedimiento) _____ existentes.

- métodos procedimientos 53 A menos que la simplificación del trabajo sea en sí misma un procedimiento planeado, es más fácil lograr un mejoramiento y simplificación en los _____ que en los _____
- más fácil 54 Por ejemplo, si comparamos con la simplificación del procedimiento de selección de personal, la cual tiene que ver con varios departamentos, un mejoramiento en el método de realizar una prueba de aptitud, es (más fácil/más difícil).
- políticas procedimientos métodos 55 En resumen, en las secciones anteriores hemos descrito, tres niveles de planeación que están relacionados con el logro de los objetivos organizacionales. Estos son la determinación de _____ y _____
- procedimiento método 56 Una descripción cronológica de los pasos que hay que dar para lograr un objetivo, es un _____, mientras que la especificación de cómo debe darse un paso particular, es _____
- simplificación del trabajo 57 Los mejoramientos y la simplificación, tanto en los procedimientos como en los métodos se denominan _____

C) TOMA DE DECISIONES

La habilidad para tomar decisiones es la clave de una planeación exitosa en todos los niveles. Esto implica más que la selección de un plan de acción, porque al menos deben realizarse tres fases: Diagnóstico, descubrimiento de las alternativas y análisis, antes de que se haga una elección.

- alternativas diagnóstico 58 La secuencia de las actividades de la toma de decisiones es de una importancia considerable. El análisis exitoso depende del descubrimiento previo de _____, apropiadas mientras que esta fase, a su vez depende de un cuidadoso _____
- diagnóstico 59 La función de la primera fase en la toma de decisiones, esto es el _____, es identificar y esclarecer un problema.
- planeación 60 Un diagnóstico cuidadoso depende de la definición de los objetivos organizacionales con los cuales se compara la situación presente. Esto está de acuerdo con nuestra observación previa de que los objetivos son el punto focal para la función de _____

- objetivos no 61 Después de identificar los _____ organizacionales, el diagnóstico implica la identificación de los principales obstáculos que impiden que se logren. Según esto, debe observarse que el describir un problema _____ (sí/no) necesariamente identifica los obstáculos.
- objetivos obstáculos 62 Por ejemplo, el identificar un problema que implique la función del mercadeo está al nivel de la descripción, mientras que el localizar las fallas específicas en el sistema interno de comunicación de la empresa constituye una identificación de los _____.
- objetivos obstáculos disminuir 63 Además de definir los _____ organizacionales e identificar los principales _____, la fase de diagnóstico de la toma de decisiones ordinariamente implica el señalar los factores en la situación que no pueden cambiarse. ¿Esta acción tiende a aumentar o disminuir el número de posibles soluciones al problema? _____ (aumentar/disminuir)
- improbable 64 En la fase del diagnóstico de la toma de decisiones hay que tener cuidado para evitar "bloquear" las alternativas que de hecho son posibles. Por ejemplo, el ejecutivo de mercado que acepta el método actual para distribuir el producto, con un factor fijo, es _____ (probable/improbable) que considere un método alternativo obvio.
- diagnóstico 65 La primera fase del proceso de la toma de decisiones, que ya discutimos, es la del _____. Esta fase es seguida por el descubrimiento de cursos alternativos de acción.
- alternativos 66 Es en esta segunda fase descubrir cursos _____ de acción donde el elemento de la creatividad es especialmente importante.
- sí 67 ¿Existen diferencias individuales marcadas, entre las personas en lo relativo a pensamiento creativo? _____ (sí/no)
- lo hace 68 Dada la importancia de las diferencias individuales en la creatividad existen diversas variables organizacionales que afectan la posibilidad de la creatividad. Un factor obvio pero a menudo olvidado es que la recompensa al comportamiento creativo (lo hace/no lo hace) _____ que surja.
- creatividad 69 De esta manera, el administrador que hace a un lado las nuevas sugerencias considerándolas poco, no alienta el desarrollo de la _____ en sus subordinados.

- 70 Otro factor íntimamente relacionado con la creatividad es el nivel de presión en el ambiente. Aunque cierta presión es estimulante, las investigaciones que se han realizado en este campo indican que la alta presión da como resultado un desorden en el comportamiento o a una manera rígida de actuar, ninguna de las cuales favorece la creatividad. De acuerdo con esto las personas que dentro de una organización trabajan a "alta presión son _____ (más/menos) creativas, aunque pueden ser productivas.
- menos
- 71 Comparando las organizaciones de investigación exitosas con las organizaciones de producción que han alcanzado el éxito, uno podría esperar encontrar menos énfasis en los programas diarios en las _____ (primeras/últimas)
- primeras
- 72 Finalmente el pensamiento creativo y las soluciones perspicaces no puede surgir sin dedicar tiempo para adquirir y considerar el material de hechos. Esto sugiere el "tiempo para pensar", durante el cual no es obvio ningún progreso patente, _____ (es/no es) tiempo gastado productivamente.
- es
- 73 De esta manera, al menos tres factores afectan el clima de la creatividad. La creatividad mejora cuando tal comportamiento es _____, cuando el nivel de _____ es apropiado, y cuando está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.
- recompensado
presión(etc)
tiempo
- 74 Después del diagnóstico y del descubrimiento de alternativas, la parte final del proceso de la _____ es la del análisis el cual consiste en comparar los posibles cursos de acción y en escoger una de las alternativas.
- toma de decisiones
- 75 En el grado en que un administrador basa sus decisiones en corazonadas o sentimientos internos, el proceso de la elección se basa en la intuición. En un enfoque totalmente intuitivo, la tercera fase de la toma de decisiones, la del _____ podría virtualmente estar ausente.
- análisis
- 76 El hecho de que la base para la elección de una alternativa no esté claro, ni aún para la misma persona que va a tomar la decisión, es una debilidad o desventaja confiar en la _____ al tomar decisiones.
- intuición
- 77 El enfoque típico para la fase de análisis de la toma de decisiones es el análisis de hechos. En este enfoque, las corazonadas asociadas con el enfoque _____ deberán ser específicamente identificadas o rechazadas en el proceso de la toma de decisiones.
- intuitivo

78 El identificar y posiblemente enumerar las ventajas y desventajas relacionadas con cada una de las alternativas es un análisis de hechos. ejemplo del método del _____.

79 ¿Cree usted que sería útil cuantificar a menudo los diversos factores implicados en el análisis de hechos? _____ (sí/no)

80 Un método que confía en la cuantificación de todos los factores y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones es el de la investigación de operaciones. Algunas veces se hace referencia a éste usando las primeras letras de las dos palabras, esto es _____.

81 Una de las características de la investigación de operaciones para analizar las situaciones de toma de decisiones es la construcción de un modelo para la situación. De acuerdo con su interés en cuantificar todas las variables implicadas, el modelo usado en el enfoque de la I O es típicamente un modelo _____ (físico/matemático)

82 De esta manera, el enfoque de la investigación de operaciones pone énfasis de la importancia de identificar y cuantificar todas las variables implicadas en una situación de toma de decisión y construir un modelo _____ para representar la situación.

REPASO

83 Antes de comenzar una actividad efectiva de planeación a cualquier nivel, deben identificarse los _____ organizacionales.

(Introducción a la Unidad, Cuadro 1)

84 La planeación se define como la selección y definición de _____ y _____ para lograr los objetivos organizacionales.

(Introducción a la Unidad)

85 Las políticas, que sirven como guías generales para la toma de decisiones de los administradores, pueden clasificarse de diferentes maneras. Con base en el nivel organizacional de los administradores afectados, las políticas se describen como _____.

básicas
generales
departamentales

(Cuadros del 2 al 12)

general

86 Por ejemplo, el tipo de política que se aplica a grandes secciones de una organización, pero no a la totalidad de ella, y que es de gran interés para los administradores medianos, es la política _____.

(Cuadros del 7 al 8)

creadas
solicitadas
impuestas

87 Existen también tres tipos de políticas basadas en la manera como se forman en la organización. Estas son políticas _____, _____ e _____.

(Cuadros del 13 al 23)

solicitada

88 ¿Qué tipo de formulación de política indica que los administradores superiores no han anticipado con éxito las necesidades de política de la organización? Política _____.

(Cuadros 16 al 26)

ventas
producción
finanzas de
personal

89 La tercera clasificación de las políticas que discutimos se basa en el área de trabajo a la cual se aplican. Sobre esta base, existen políticas de _____, _____ y _____.

(Cuadros 27 al 36)

finanzas

90 La decisión de rentar más que comprar mercados de ventas al menudeo es un ejemplo de la formulación de la política de _____.

(Cuadros del 32 al 33)

departamental
creada
de personal

91 Cualquier política puede describirse desde el punto de vista de los tres sistemas de clasificación que hemos discutido. La decisión de que todos los supervisores en la empresa deben ser responsables del desarrollo de sus subordinados puede clasificarse como política _____, _____ y _____.

(Cuadros del 37 al 40)

procedimiento

92 Una descripción de cómo va a realizarse cada una de las series de tareas, cuándo se realizarán y por quién debe ser realizada normalmente está incluida en una declaración de un _____.

(Cuadros del 41 al 44)

método

93 Por contraste, la especificación detallada de cómo se realiza un paso de un procedimiento es el establecimiento de un _____

(Cuadros del 45 al 57)

diagnóstico
descubrimiento
de alternativas
análisis

94 La selección de un plan de acción representa la culminación del proceso de toma de decisiones. El proceso mismo está constituido por tres partes, al menos: _____ y _____

(Cuadros del 58 al 78)

recompensado
presión
tiempo

95 Es en el descubrimiento de alternativas en el que adquiere gran importancia la creatividad en la toma de decisiones. El comportamiento creativo surge con más facilidad cuando es _____, cuando el nivel de _____ es apropiado y está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

(Cuadros del 76 al 78)

investigación
de operacio -
nes (10)

96 El análisis de hechos, el cual se basa en la construcción de un modelo matemático y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones denomínase _____

(Cuadros del 79 al 82)

PREGUNTAS PARA DISCUSION.

1 Al contestar a una pregunta, el presidente de una compañía dice "Mi único objetivo es obtener utilidades". Comente la respuesta.

2 ¿De qué manera la planeación efectiva en el nivel departamental en una organización depende de acontecimientos en los niveles superiores de la organización?

3 Las políticas se han clasificado de varias maneras. Por qué no se utiliza un sistema de clasificación más simple?

4 Considere la diferencia que existe entre el mejoramiento en los métodos y la simplificación del trabajo. ¿Por qué debe preferirse en la mayoría de los casos el segundo?

DECISIONES

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 generados por el uso de su alternativa, así como los

derivados al usar la solución propuesta por él.

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 formulará 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 probabilistas de las variables.

PROCESO - SISTEMAS

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 como 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.

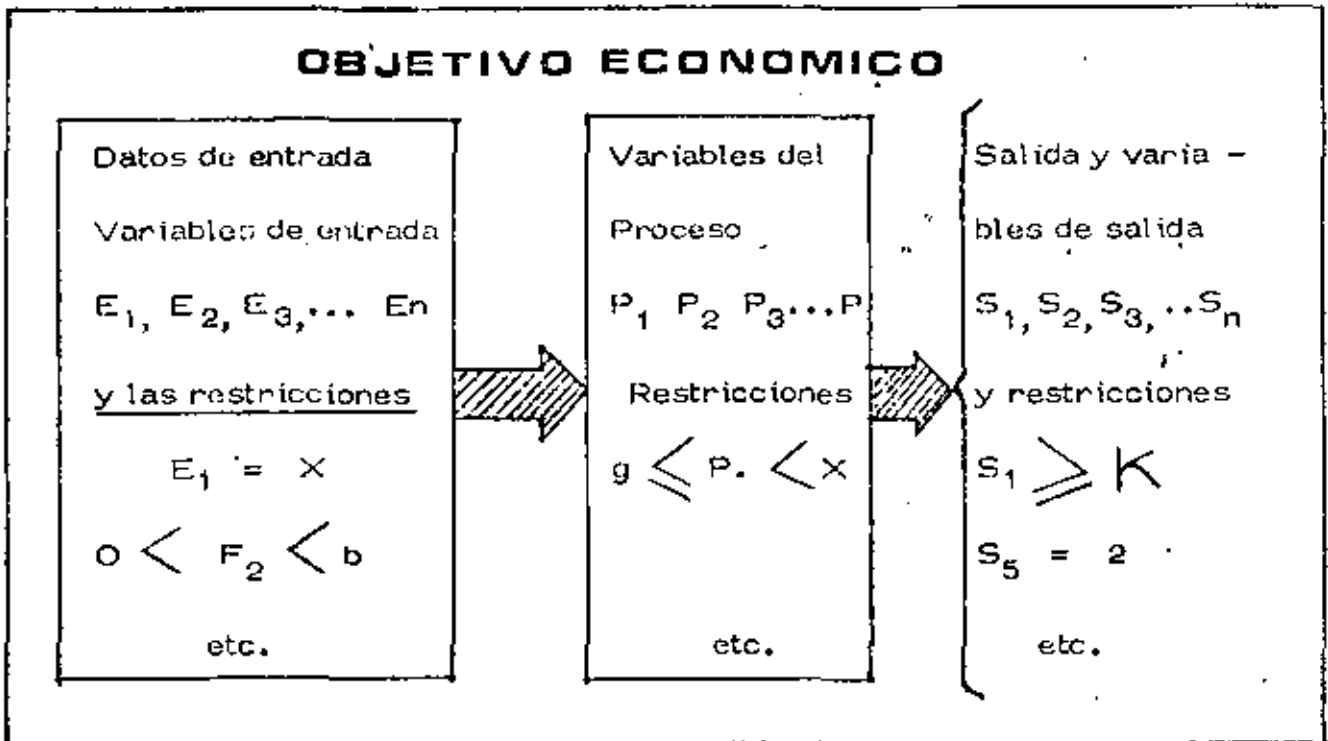
SELECCION DE VARIABLES

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 importante mente 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

**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 comúnmente 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 sí.

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

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.

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.

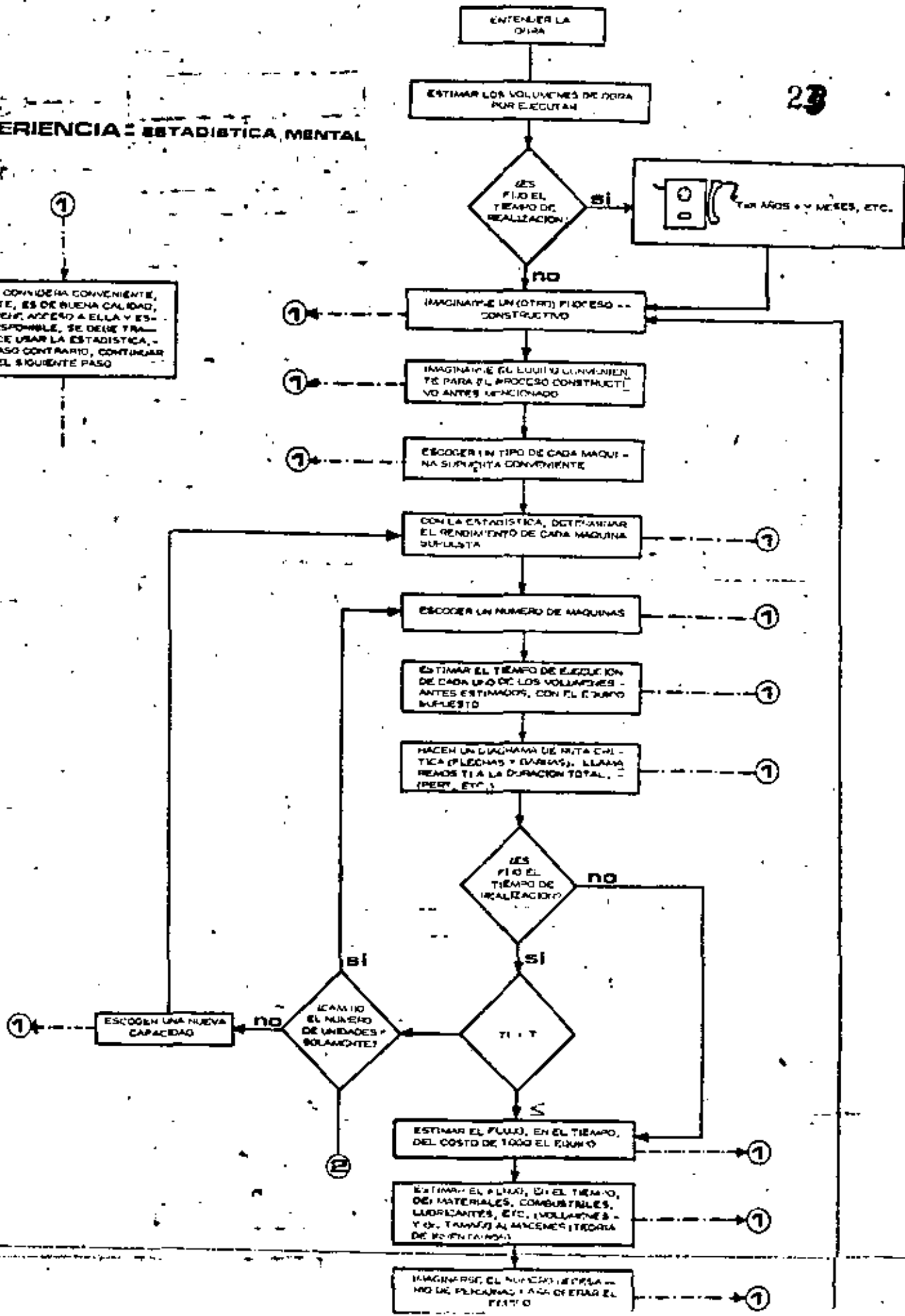
En seguida determinamos tiempos de duración de las actividades y ordenamos las mismas de acuerdo con su posición temporal, es decir colocándolas de tal manera que queden ordenadas respecto al tiempo de su realización.

Esto puede hacerse fácilmente mediante redes de actividades.

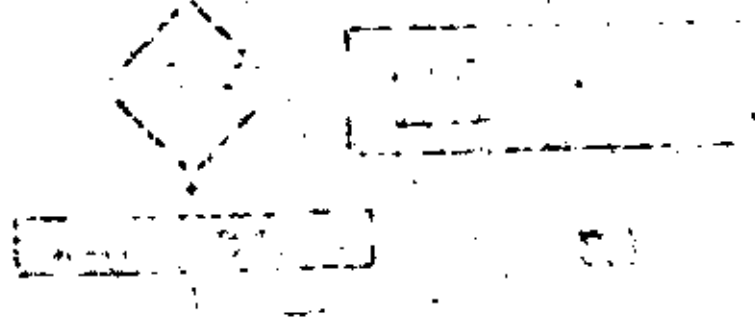
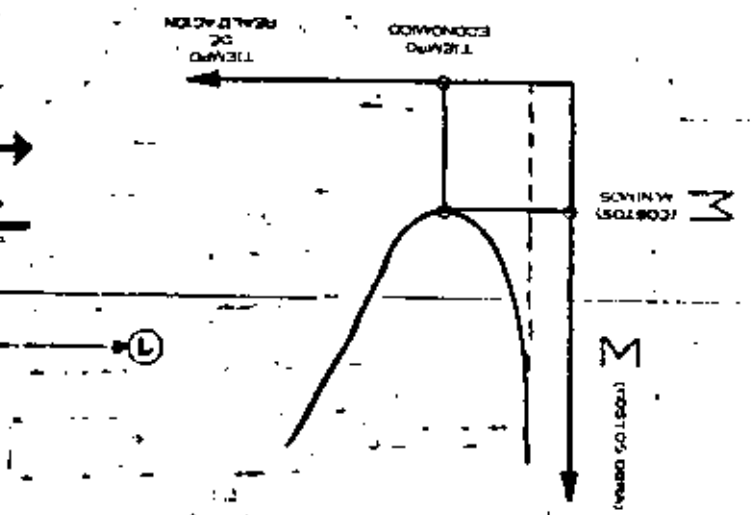
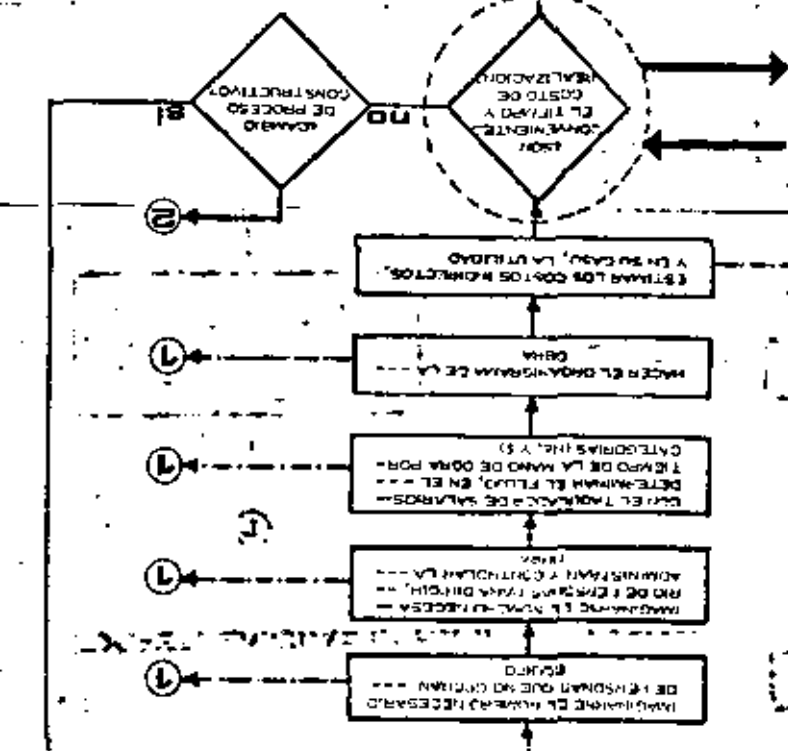
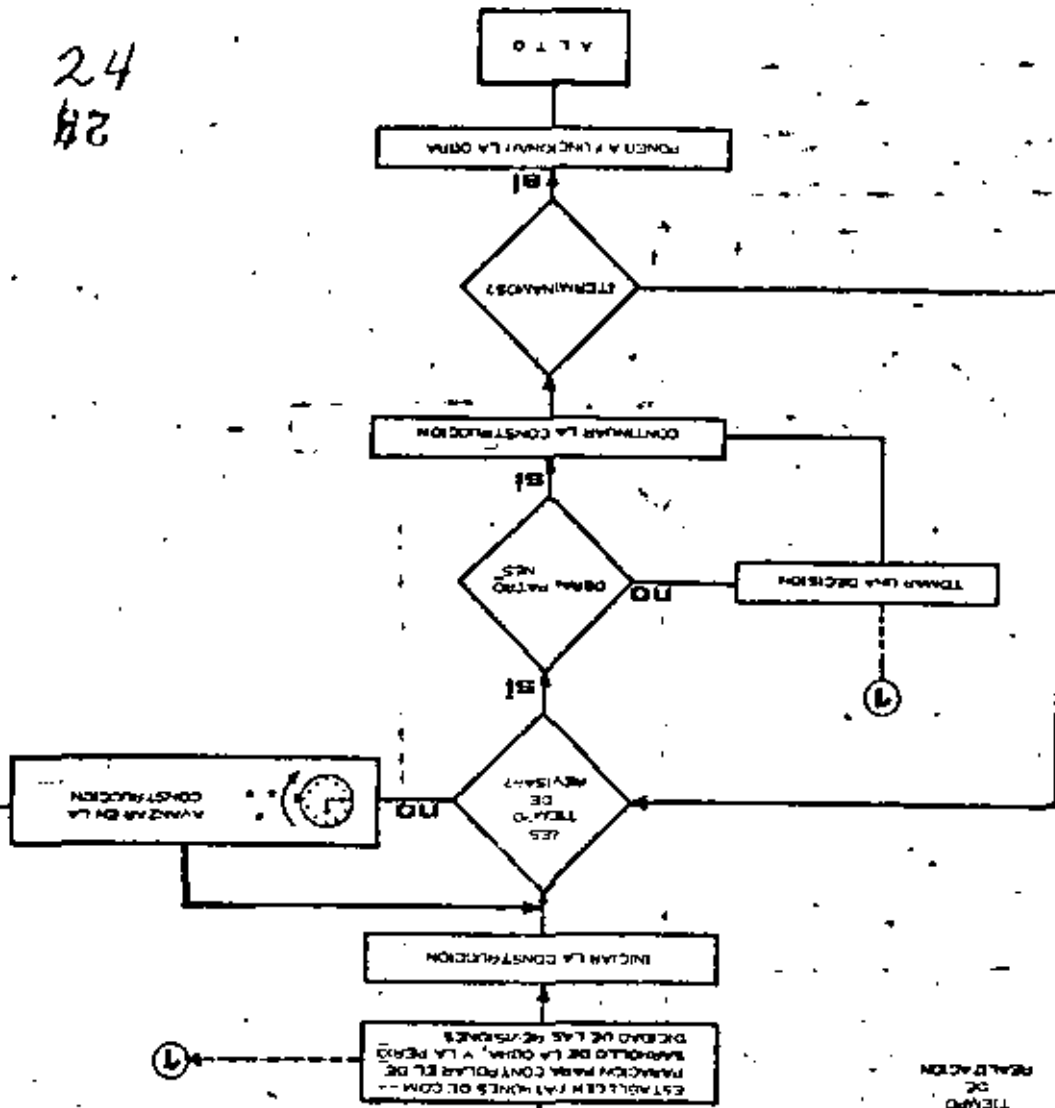
El orden puede modificarse, y hacer nuestra red de actividades previa a la fijación de tiempo.

EXPERIENCIA = ESTADÍSTICA MENTAL

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



24
28



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-- nas (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 holguinas. 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.

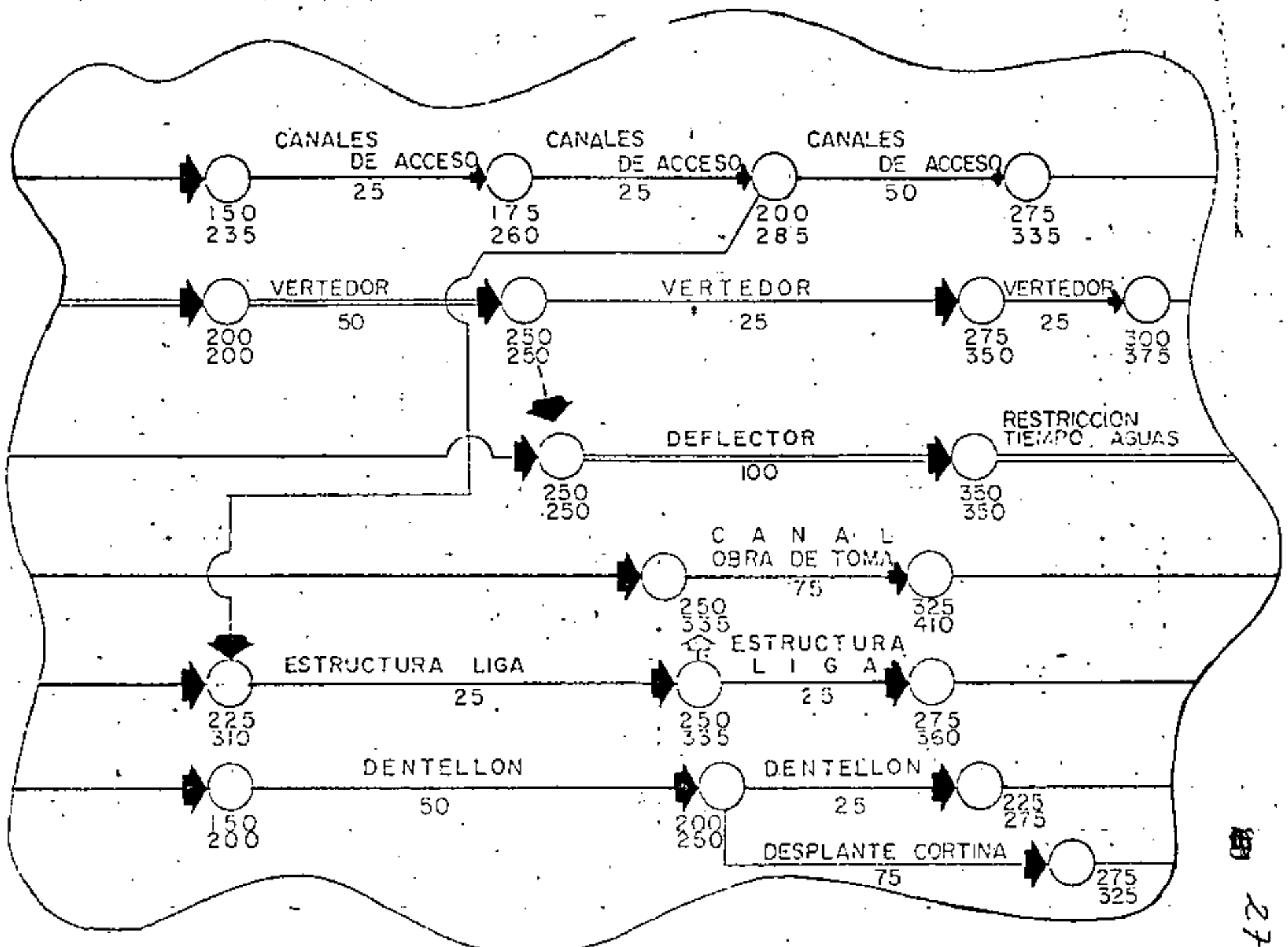
De las alternativas elegidas se derivan los procedimientos de -- construcción detallados que se pasan a especificar y luego a implementar.

IMPLEMENTACION

Al implementar la planración hay que estar concientes de dos factores muy importantes.

El primero es que es indispensable planear también los mecanismos 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.



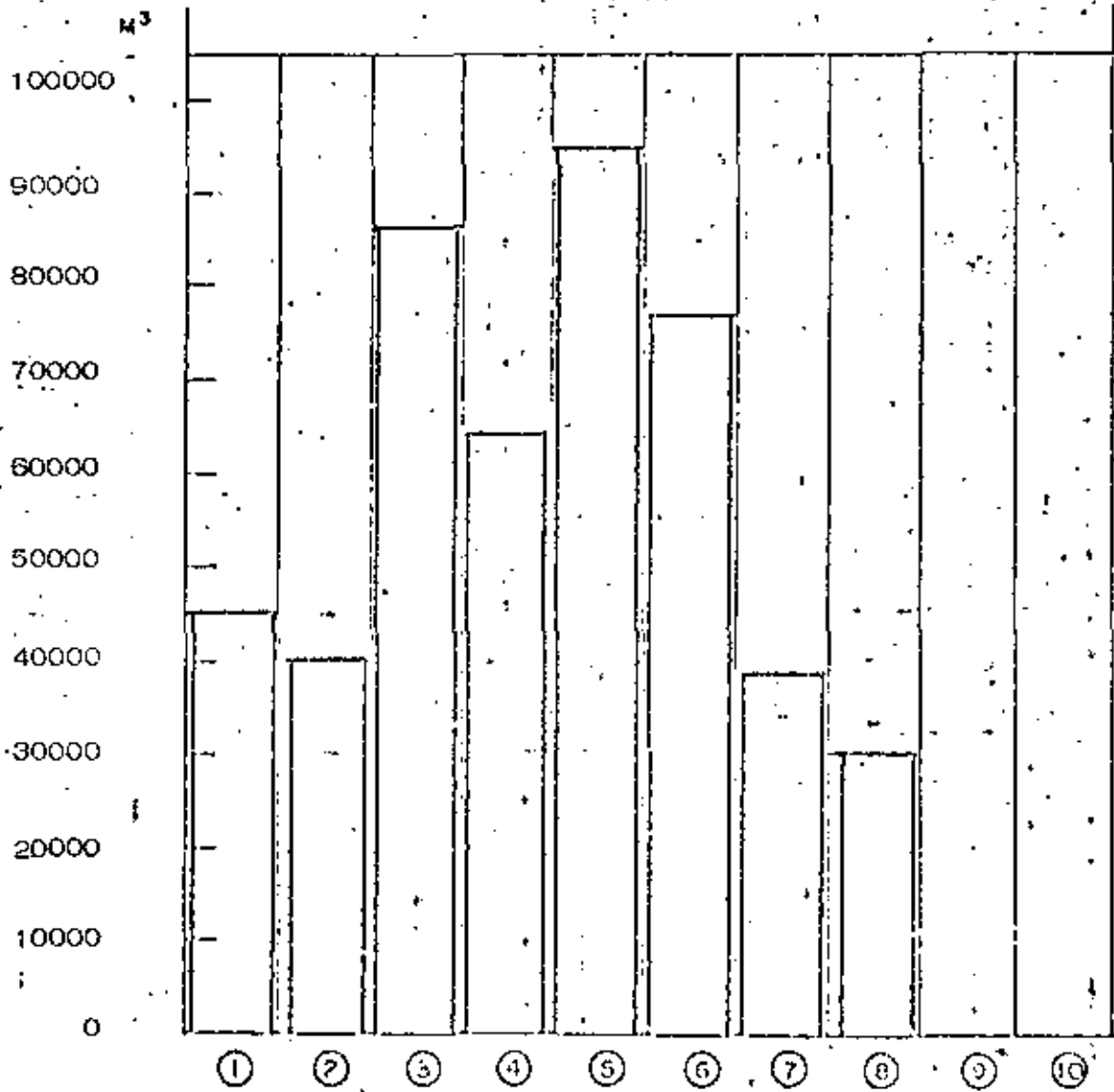


Fig. # 4

C O N C E P T O		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											
CANALES DE ACCESO	15000											
CANALES DE ACCESO	12000											
VERTEDOR	70000											
VERTEDOR	30000											
VERTEDOR	39000											
DEFLECTOR	120000											
CANAL OBRA TOMA	24000											
ESTRUCTURA LIGA	2000											
ESTRUCTURA LIGA	-2000											
DENTELLON	50000											
DENTELLON	10000											
DESPLANTE CORTINA	80000											
	SUMA PARCIAL	25000	45000	47500	47500	68000	70000	64000	64000	43000		
	SUMA ACUMULADA	25000	70000	1175000	233000	303000	367000	431000	474000			

28

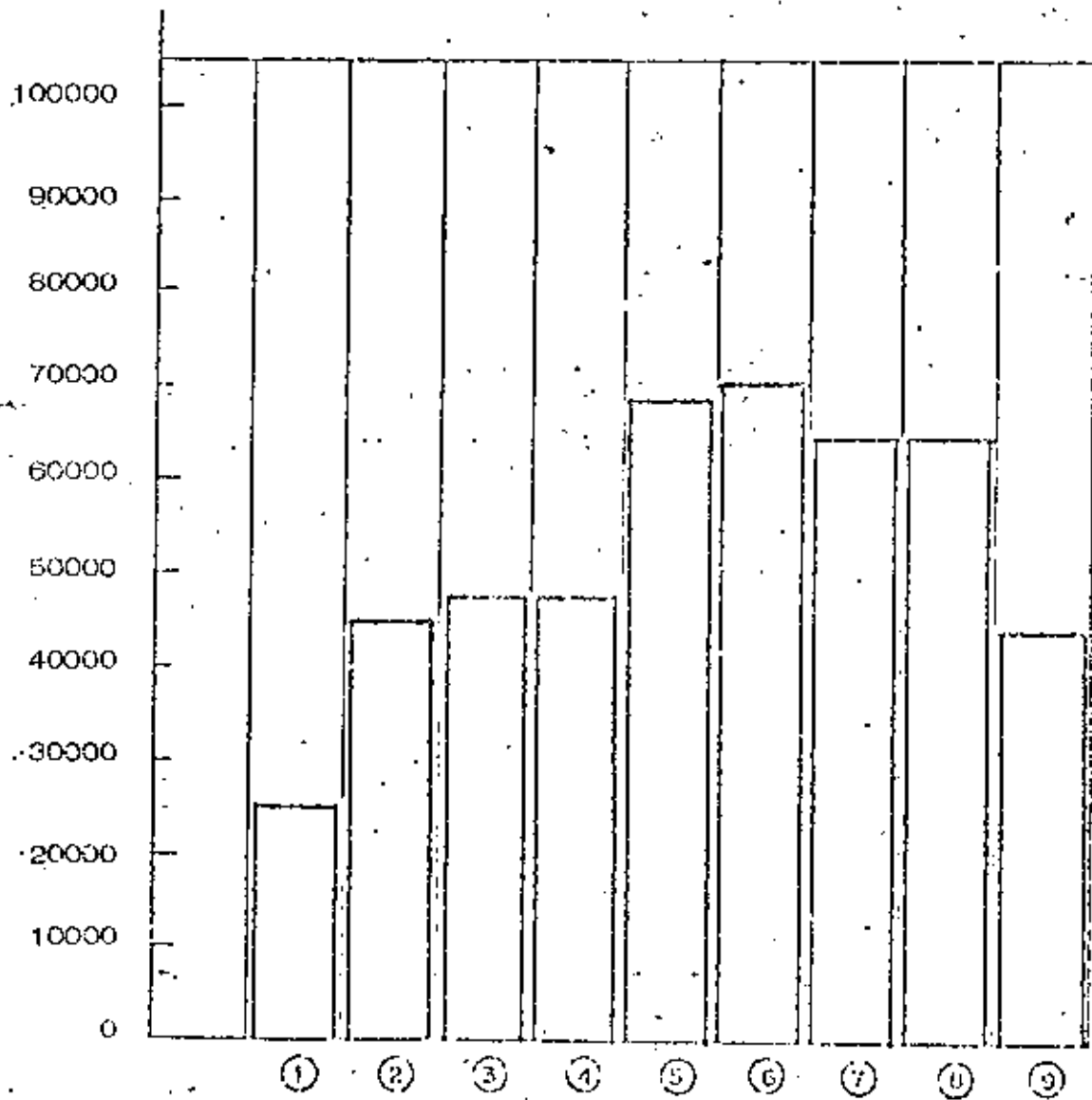


Fig. # C

SOLUCION

ESPECIFICACION DE UNA SOLUCION

Una vez elegida la solución en la toma de decisiones inmediatamente se deberá proceder a especificar los atributos físicos y las características de funcionamiento de la misma con tanto detalle como se requiera para que las personas que van a participar en su implementación conozcan hasta el detalle necesario. Principalmente cuando el que planea es una persona diferente del que ejecuta, es preciso elaborar cuidadosamente documentación de tal manera completa, que pueda comunicarse a otros la solución.

Normalmente se hace mención de la necesidad de la solución propuesta, se especifica la solución, mediante dibujos y especificaciones y se justifican sus características y funcionamiento.

Muchas veces se hace necesario acompañar todo esto con un resumen del proceso decisorio, y de los argumentos empleados para seleccionar la vía de acción, de tal manera que si se hace necesario en algún momento revisar la solución esto pueda hacerse fácil y rápidamente.

ACEPTACION DE LA SOLUCION

Se ha demostrado con experimentos que una solución derivada de un análisis cuantitativo normalmente tiene poca aceptación. Es frecuente que las personas a las que se propone se inclinen por aceptar más fácilmente una solución derivada de la experiencia que una que tenga bases cuantitativas; pero que sea deducida.

Para tener mayores probabilidades de éxito en la aceptación de la solución a la persona o personas que se van a dedicar posteriormente a la implementación.

Esto es común hacerlo formando un equipo con la persona que planea y la o las que posteriormente van a encargarse de la implantación del plan. Desafortunadamente esto no es posible a veces o la planeación en Movimiento de Tierras muchas veces se hace antes de iniciar los trabajos; por ejemplo si se concursa para definir el valor probable de los trabajos. Esto hace difícil lograr que se facilite al planeador el que se acepte su plan a priori.

Por otra parte es común que se tenga que cambiar al encargado de los trabajos y que el nuevo encargado no acepte las soluciones contenidas en el plan que se estaba siguiendo.

Es pues muy conveniente que se presente gran atención a la forma en que se va a presentar el plan que contiene las decisiones deducidas analíticamente, pues si el ejecutor no piensa que las decisiones son correctas es bastante probable que la solución sea un fracaso.

Un sistema que se ha seguido con éxito es reunir a todos los encargados de las obras para prepararlos en las técnicas de la decisión. Aprovechar para que entre todos planeen el sistema de información-decisión que servirá para planear las obras, de modo que tengan confianza en el método y crean en él. Sin embargo cualquier sistema tiene sus fallas que tendremos que estar prontos a corregir cualquier problema que se presente en la implementación proveniente de que el encargado "duda" de la solución propuesta.

IMPLANTACION.

Es muy frecuente que al implantar la solución se presenten condiciones no previstas que obliguen a modificar en poco o en mucho la solución especificada. Por otro lado puede también suceder que la realidad no conteste completamente a lo previsto en el análisis. En ambos casos es muy conveniente que en estas modificaciones necesarias intervenga la persona que se encargó de seleccionar la vía de acción más conveniente desde el punto de vista del objetivo.

Esto se obvia organizando reuniones entre los encargados de planeación y los de la implantación del plan, que muchas veces conduce a modificaciones que mejoran inclusive la solución.

CONTROL

Quando se trata de una cadena de decisiones o el proceso se realiza en tiempos largos es indispensable al planear la solución, planear también las herramientas de control, con objeto de poder supervisar fácilmente si la realidad se comporta de acuerdo con lo previsto.

Posteriormente se ampliará el concepto de control, pero conviene recordar que el control es una herramienta indispensable para lograr resultados satisfactorios.

OPORTUNIDAD DE LAS DECISIONES

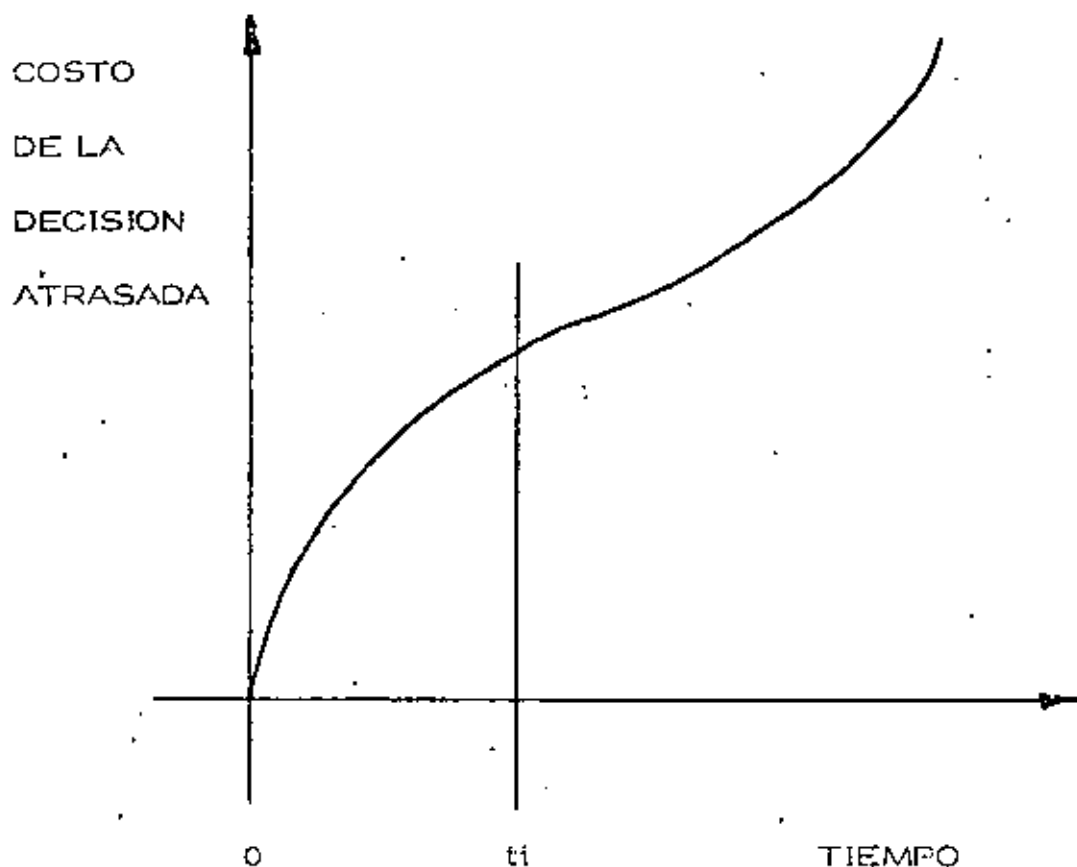
Toda decisión tomada por el ingeniero debe cumplir entre otras

condiciones la de ser adecuada y oportuna.

La segunda de las características mencionadas, la oportunidad - en las decisiones, es tan importante como la primera. No basta que la decisión que se toma sea adecuada, es necesario que también sea oportuna para que ejerza la función para la cual se requiere.

Si la decisión es adecuada y oportuna, se logrará el resultado deseado. Si sólo se satisface una de las dos condiciones anteriores, no se obtendrán los resultados apetecidos.

Si se define el costo de la decisión atrasada como la diferencia - entre el costo en el tiempo t menos el costo en el tiempo cero, considerando que el tiempo cero es aquel en que se debe tomar la decisión, se puede describir la forma teórica general que el costo de la decisión atrasada tiene, independientemente del tipo de decisión de que se trate, a través de la gráfica siguiente:



Si la decisión se toma en el momento justo (tiempo cero) el costo de la decisión atrasada será cero; a medida que pasa el tiempo el costo de la decisión atrasada aumenta con una cierta rapidez de crecimiento hasta llegar a un tiempo t_i después del cual ésta rapidez se incrementa notablemente. Así, para toda decisión se pueden distinguir -

dos regiones: la primera de 0 a t_1 , donde el costo de la decisión atrasada no es muy importante, y de t_1 en adelante, donde el costo de la decisión atrasada puede resultar tan alto, que puede afectar seriamente la actividad de que se trate, o tal vez el proyecto completo desde el punto de vista económico. Sin embargo, aunque se conoce la forma de la curva, es muy difícil definirla cuantitativamente para una decisión cualquiera. Las escalas, como es lógico suponer, son diferentes para cada caso; tanto en lo que se refiere a los costos como a los tiempos.

El costo de la decisión atrasada es tanto más difícil de cuantificar cuanto más complejo sea el sistema en el cual se hace la decisión, ya que un atraso en una decisión no suele afectar exclusivamente a una actividad, sino a un conjunto de actividades directa o indirectamente conectadas a ella.

DECISIONES CORRECTIVAS

A lo largo del tiempo de ejecución del proyecto y mediante los -- mecanismos de control podemos detectar desviaciones significativas -- entre lo planeado y lo real. Estas desviaciones deberán corregirse tomando una serie de decisiones que tiendan a colocar el proyecto en su ejecución correcta. Esta serie de decisiones correctivas pueden originar una modificación completa de la planeación o sea una replaneación del proceso. En el caso de estas decisiones es particularmente importante que sean oportunas, pues en caso de dilaciones el costo de la decisión atrasada se eleva muy rápidamente con el tiempo, puesto que el proyecto está en marcha.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

C A R G A D O R E S

Ing. Carlos Manuel Chavarri Maldonado

SEPTIEMBRE, 1983.

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.

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.

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.

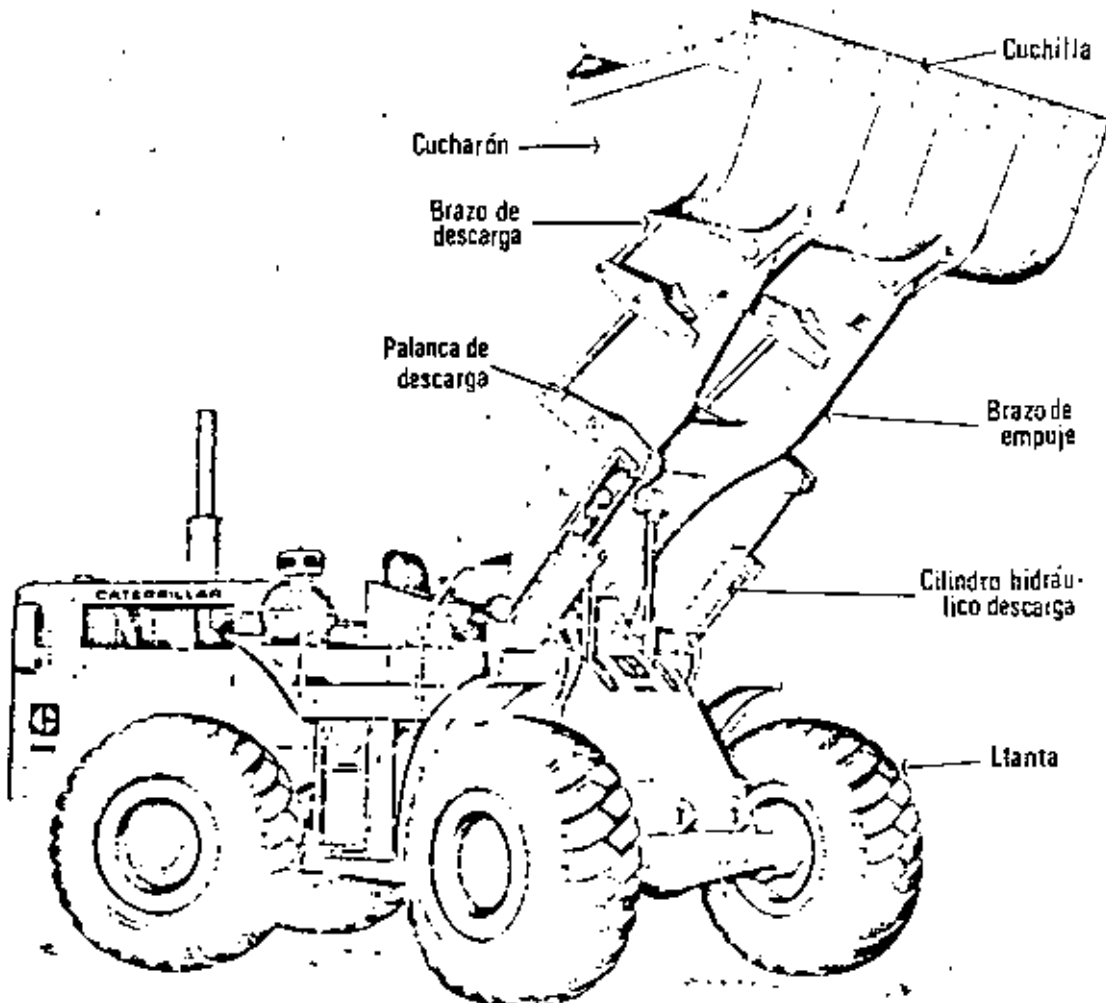
06
Los cargadores montados sobre llantas pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices. Generalmente se utilizan llantas muy grandes. Estas sirven para proporcionar una excelente flotación que les permite trabajar en la mayoría de los terrenos.

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

DESCRIPCION
DE
LOS
CARGADORES
FRONTALES

CARGADORES FRONTALES MONTADOS
SOBRE NEUMATICOS

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



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

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

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

NEUMATICOS

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

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

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

inflado del neumático.

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

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

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

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

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

306 11

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



Fig. 7. Cargador Frontal con Cadenas amortiguadas.

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



Fig. 8. Beadless

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

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

MANDOS FINALES

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

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

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

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

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

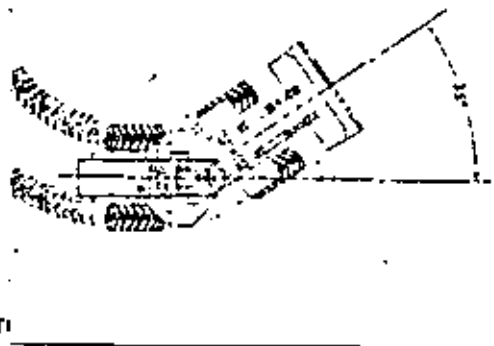


Fig. 9. Dirección de Bastidor

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

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

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

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

SISTEMA DE FRENOS

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

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

CUCHARONES

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

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

a) Bote Ligero

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

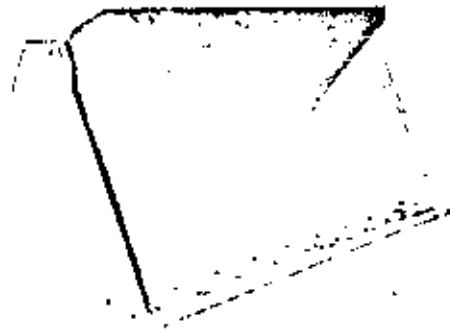


Fig. 10. Bote Ligero

b) Bote Reforzado

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

material (Fig 11)



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

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

c) Bote Super Reforzado con Dientes

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

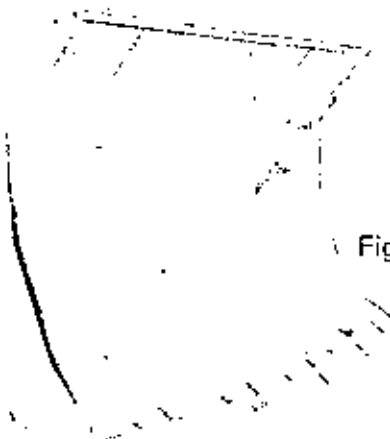


Fig. 12. Bote Super Reforzado

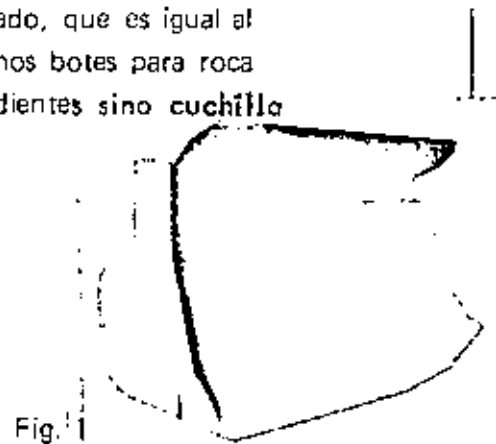
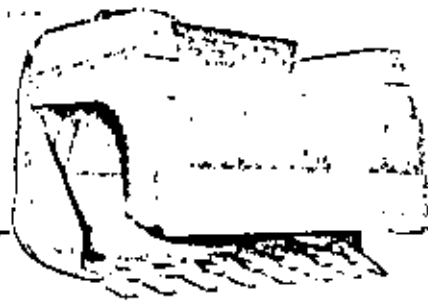


Fig. 13. Bote con borde inferior en "V"

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.

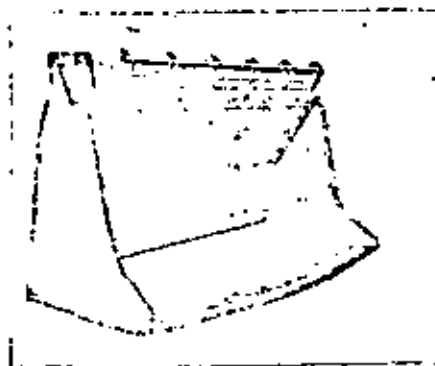
Fig. 14. Bote para Demolición



e) Bote Eyector de Rocas

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

Fig. 15. Bote Eyector de Roca



f) Bote de Rejilla

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

Fig. 16. Bote de Rejilla



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

Capacidades

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

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

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

SISTEMA HIDRAULICO

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

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

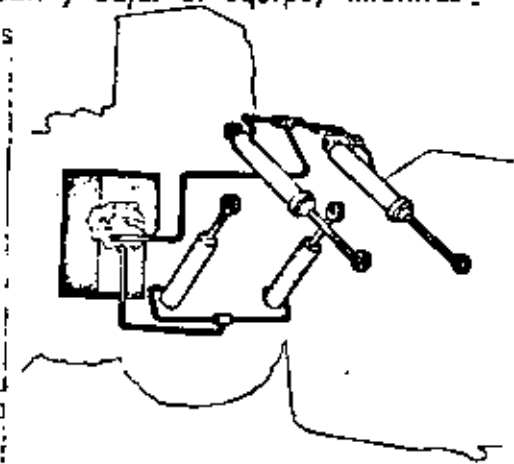


Fig. 17. Sistema Hidráulico

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

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

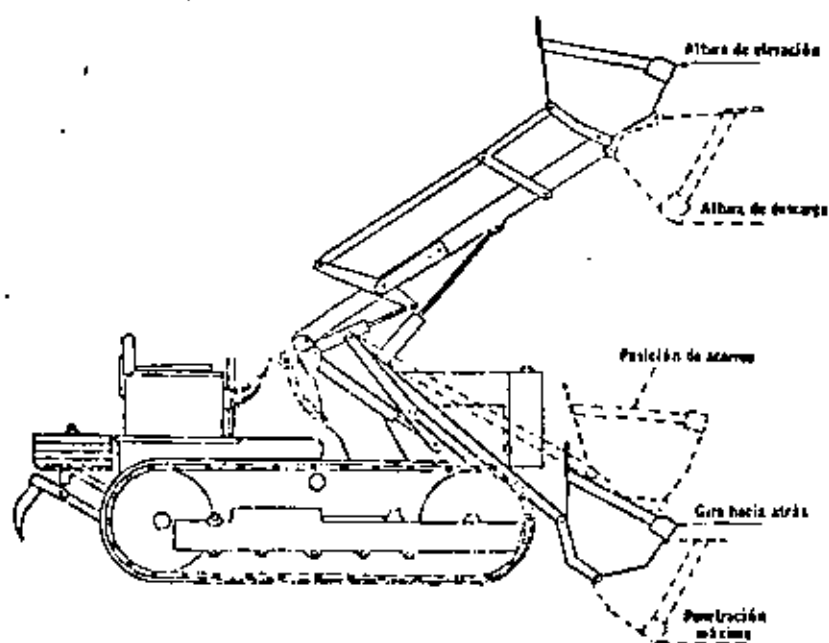
El mismo efecto se puede conseguir sujetando el borde de ataque de

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

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

CONTROLES AUTOMÁTICOS

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 moniobra.

MOTOR

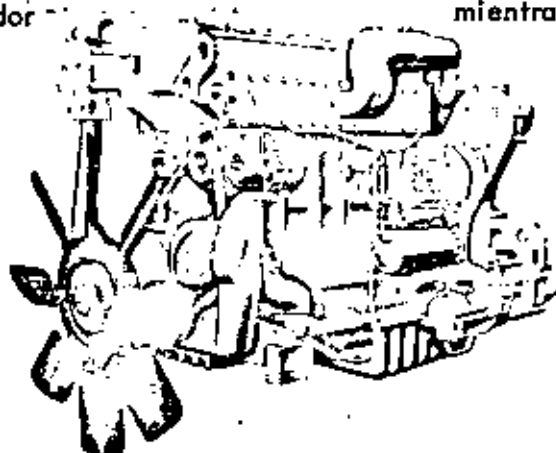


Fig. 19. Motor Caterpillar de Diesel D343 (1988)

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

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

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

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

CARGADORES FRONTALES MONTADOS SOBRE ORUGAS

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

En cuanto al sistema hidráulico, controles automáticos, cucharones y

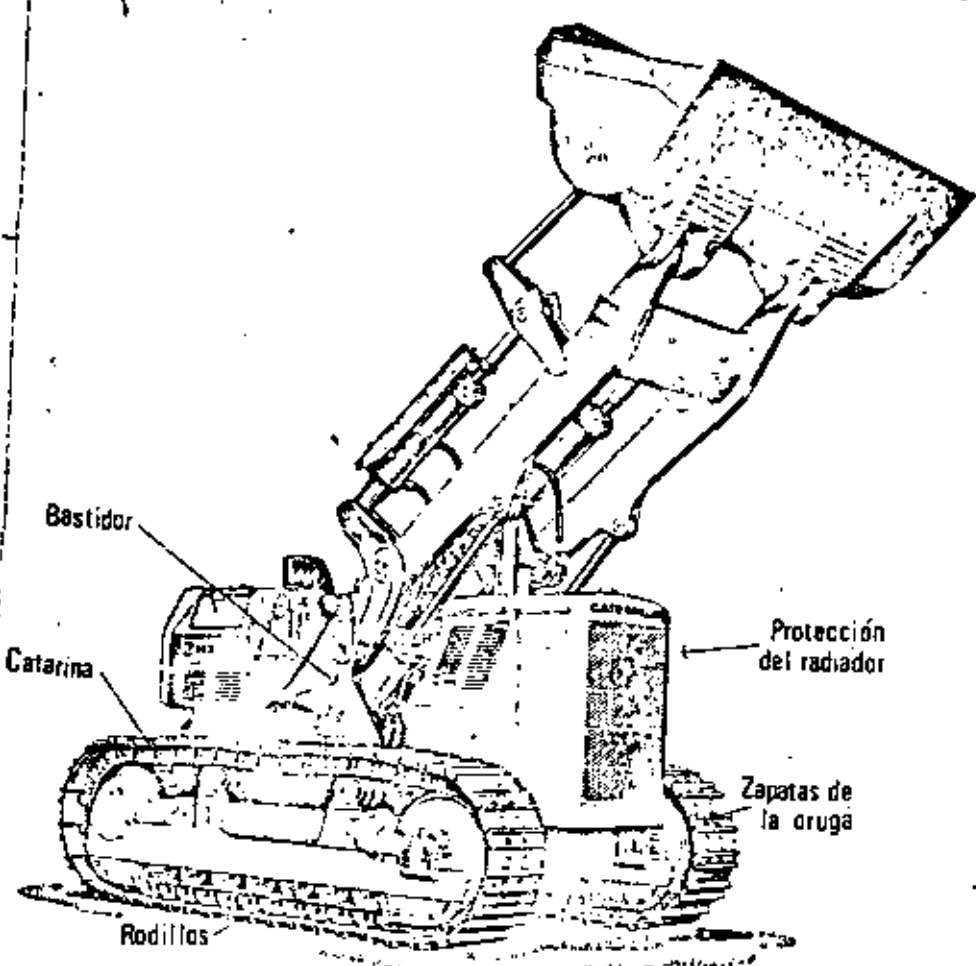


Fig. 20. Cargador Frontal sobre Orugas

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

ORUGAS

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

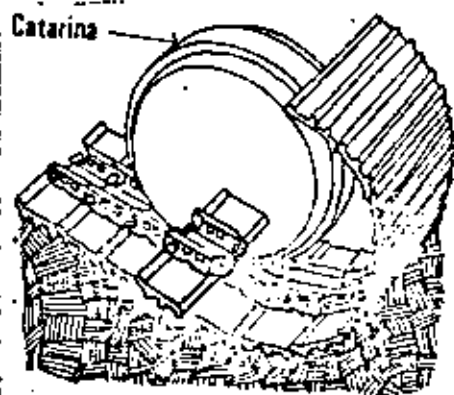


Fig. 21. Sistema de Tránsito

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

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

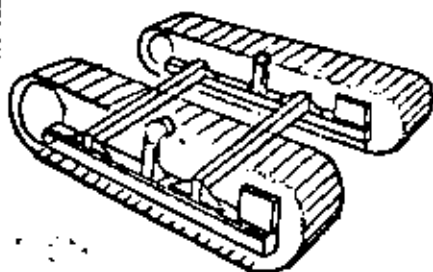


Fig. 22. Conexión Rígida entre Bastidores.

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

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

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

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

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

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

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

DIRECCION

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

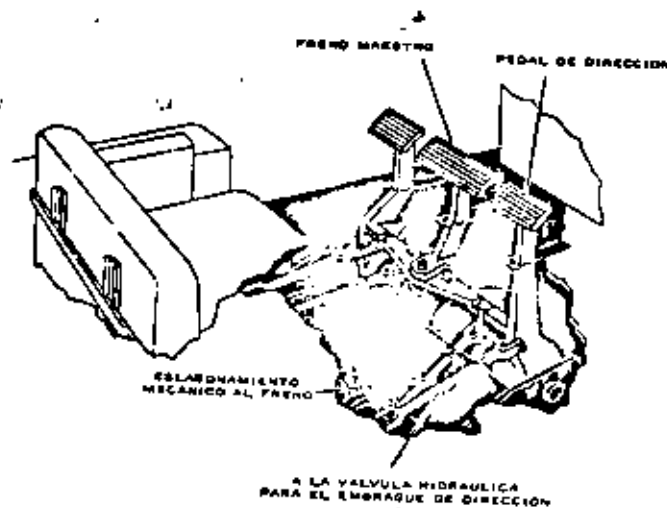


Fig. 23. Sistema de Dirección

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

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DOS TIPOS DE CARGADORES

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

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

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

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

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

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

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

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

TIPOS
DE
CARGADORES
EN EL
MERCADO
ACTUAL
FABRICADOS
EN
MEXICO

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

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

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

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

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

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

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

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

CARGADORES DE RUEDA (TRACCIÓN EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR							NEUMÁTICOS STANDARD					TRANSMISIÓN					
		No. rpm	Cilindros	Potencia (CV)	Velocidad (km/h)	Consumo (litros/hora)	Peso (kg)	Capacidad (litros)	Tipo	Tamaño	Presión (kg/cm²)	Tipo	Presión (kg/cm²)	Velocidad (km/h)	Tipo	Presión (kg/cm²)			
																	U.S. gal	Imp. gal	Litros
Allis Chalmers	840	31-2700	6	818	4	4	30	29	112.7	18.9174	16	R-4	CS, PS	3	0-18.7	0-30	3	0-18.7	0-30
	840	30-2700	6	803	4.9	4	30	25	112.7	15.567	9	L-2	CS, PS	3	0-18.7	0-31	3	0-19.1	0-31
	75200	127-2700	6	280	8.7	1	36	30	136.3	17.5045	12	L-5	CS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	75200	145-2700	6	481	8.9	1	36	30	136.3	17.5045	12	L-5	CS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
Avco	75200	145-2700	6	481	8.9	1	36	30	136.3	17.5045	12	L-5	CS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	75200	145-2700	6	481	8.9	1	36	30	136.3	17.5045	12	L-5	CS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	75200	145-2700	6	481	8.9	1	36	30	136.3	17.5045	12	L-5	CS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	75200	145-2700	6	481	8.9	1	36	30	136.3	17.5045	12	L-5	CS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
Case	540	30-2700	6	236	3.8	1	20.4	19	69.6	9.2834	9	EARTHMOVER	PS	4	0-24.8	0-39.9	4	0-24.8	0-39.9
	540	30-2700	6	236	3.8	1	20.4	19	69.6	9.2834	9	EARTHMOVER	PS	4	0-24.8	0-39.9	4	0-24.8	0-39.9
	540	30-2700	6	236	3.8	1	20.4	19	69.6	9.2834	9	EARTHMOVER	PS	4	0-24.8	0-39.9	4	0-24.8	0-39.9
	540	30-2700	6	236	3.8	1	20.4	19	69.6	9.2834	9	EARTHMOVER	PS	4	0-24.8	0-39.9	4	0-24.8	0-39.9
Caterpillar	812	31-2700	6	319	5.2	4	31	21.6	111	13.621	8	TR	PL, PS	3	0-18.7	0-30.5	3	0-18.7	0-30.5
	820	31-2700	6	425	7	4	38	28.1	144	16.872	9	OPT	PS, PL, PS	4	0-21.4	0-42.3	4	0-21.4	0-42.3
	830	31-2700	6	425	7	4	38	28.1	144	16.872	9	OPT	PS, PL, PS	4	0-21.4	0-42.3	4	0-21.4	0-42.3
	840	31-2700	6	425	7	4	38	28.1	144	16.872	9	OPT	PS, PL, PS	4	0-21.4	0-42.3	4	0-21.4	0-42.3
John Deere	2044H	145-2700	6	418	8.4	4	36	28.1	144	16.872	12	L-2	PL, PS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	2044H	145-2700	6	418	8.4	4	36	28.1	144	16.872	12	L-2	PL, PS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	2044H	145-2700	6	418	8.4	4	36	28.1	144	16.872	12	L-2	PL, PS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	2044H	145-2700	6	418	8.4	4	36	28.1	144	16.872	12	L-2	PL, PS, PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
Eaton	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
Fendt	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	74LE1700	145-2700	6	254	5.6	4	37	30.8	140.7	18.8034	12	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
Ford	811LHD	30-2700	6	180	3.4	1	16	12	54.9	6.5111	14	SPE CAL	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	811LHD	30-2700	6	180	3.4	1	16	12	54.9	6.5111	14	SPE CAL	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	812LHD	30-2700	6	348	6.1	4	40	22.2	151.7	19.8072	18	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	812LHD	30-2700	6	348	6.1	4	40	22.2	151.7	19.8072	18	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
Massey Ferguson	812LHD	30-2700	6	348	6.1	4	40	22.2	151.7	19.8072	18	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	812LHD	30-2700	6	348	6.1	4	40	22.2	151.7	19.8072	18	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	812LHD	30-2700	6	348	6.1	4	40	22.2	151.7	19.8072	18	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3
	812LHD	30-2700	6	348	6.1	4	40	22.2	151.7	19.8072	18	Q-2	PS	4	0-21.4	0-38.3	4	0-21.4	0-38.3

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

DATOS DE FUNCIONAMIENTO

Modelo	Cilindros	Potencia (CV)	Consumo a 1500 RPM		Consumo a 2000 RPM		Consumo a 2500 RPM		Consumo a 3000 RPM		Consumo a 3500 RPM		Consumo a 4000 RPM		Consumo a 4500 RPM		Consumo a 5000 RPM
			litros/hora	litros/kwh	litros/hora	litros/kwh	litros/hora	litros/kwh	litros/hora	litros/kwh	litros/hora	litros/kwh	litros/hora	litros/kwh	litros/hora	litros/kwh	
Excavator	ENCLV Q	30	276.815	212.871	-	-	80	2032	17.5	444.8	712.75	2889.3	81.75	2140	58	1473.2	34
	Exc. LVM Q	30	278.815	212.871	-	-	80	2032	17.5	444.8	712.75	2889.3	81.75	2140	58	1473.2	34
	Little Exc.	30	227.37	11.243	-	-	72.25	1175.2	29	308	349.2	73.5	1641.5	45	1143	31	
Front	A62	30	4.52	1.155.5	1.5	1.15	148	2794	34	863.4	374	3649.4	133	2316.2	83.5	2729.6	802
	A64	30	2.275	1.123	2	1.5	130.5	2666.7	34	814.4	297	4527.6	130	3352.6	87.5	2727.1	131
	A68	30	2.3	1.023	2.5	1.8	148	2744	35	888	27.9	3179.8	121	3479.8	84.5	2321.1	131
Intercontinental Harvester	H 50C	30	1.533	1.23	1.5	1.2	105	2643	27	439.8	212.75	803.8	87.25	2216.2	80.25	2138.4	98
	H 60E	30	1.533	1.192.7	2	1.5	102.5	2681.5	41.5	178.5	275	3989	121.5	3081.1	93	2363.2	100
	H 85C	30	2.5-3.5	1.63.4	2.5	1.8	111.5	2812.1	44	104.4	250.5	432.7	128	3251.7	96	2494.4	110
	H 80B	30	3-4	1.34.6	3.5	2.7	112.5	3035.3	17	1181.8	25.5	1150.1	131.5	3393.9	107	2717.8	137
	H 91E	30	4-7	1.54.4	4	3	114.5	2998.5	38	1166.4	283.75	1287.3	139	3570.6	113.5	2887.9	136
	H-100C	30	4.5-5.5	1.44.2	4.5	3.4	124	3148.4	38	1472.2	329	1324.2	138	3810	126	2799.4	148
	340	30	4.5-12	1.47.8	4.5	3.4	145	3194.6	52.5	1433.5	292	1445.8	148.8	4023.9	125	3179.2	155
	H-430C	30	11	1.4	17	14	160	4044	72	1874.8	430	1894.2	168	4823.9	158	4298.8	160
	360	30	1.25-1.3	1.48.15	1.25	1.05	100	279.8	32	1047.2	247	4251.8	115.5	2933.7	83.5	1154.6	78
Leve	44301	30	5.825	1.82.119	6.25	4.78	140	3147.8	32	418.2	164	4112.3	37.5	1450.3	84.1	1576.2311	31
Wasson Ferguson	MF11	30	1.32	1.15	1.5	1.1	110	2744	34	461.4	168	6713.2	112	2844.1	64	1674.4	87
	MF13	30	1.2	1.04.5	1.35	1.05	104.5	174.5	29.315	146.1	211.5	5287.5	114	2921	70.5	1787.7	83.5
	MF14B	30	2.3	1.2.3	3	1.5	108	2743.2	32	434.2	259	4178.4	128	3200.4	72.5	1641.5	106
	MF15	30	2.3	1.2.3	2.5	1.8	109	2744.4	38	463.2	252	4087.2	136	3203.8	78	1749.2	118
	MF16	30	2.5-4	1.3.5	3.1	2.2	104	2744.5	38	463.2	306.9	2632.7	137.25	3794.6	86	2144.4	130
	MF17	30	4.5-5	1.4.3.5	4.5	3.4	117.5	3079.8	46	1713.2	402.5	4181.5	142.8	3729.8	86	2733.2	138
	MF18	30	5-6	1.5.4.1	5	3.8	128	3214.8	38	4278	254.9	4024.2	137.5	2730.5	94	2511.6	148
Marshall & Thomas	E 705A	30	10-30	1.4.28.6	15	11.5	137	4418.8	38	2189.2	578	11340.4	138	4078.8	106.5	3543.2	178
Webb	Maxi 4000	30	19-25	1.7.11.4	1.25	1.04	108	2741.2	38.5	474.5	227	110.511	130.511	2808.111	84.5	1748.8	96
	Maxi 5000	30	19-25	1.7.11.4	1.25	1.04	108	2741.2	38.5	477.8	230	110.511	130.511	2808.111	84.5	1748.8	96
	Maxi 7000	30	1.5	1.64.2.3	2	1.5	108	2743.2	41	1641.4	238	1748	148.511	2808.111	84.5	1748.8	96
	Maxi 10 300	30	2.4	1.3.2	3	2.3	108	2743.2	43.75	1311.5	264	1484.4	148.511	2808.111	84.5	1748.8	128
Wasson	W 37-Enduro	30	185-211	1.41.24.2	185	141	172.2	2182.2311	138.2311	138.2311	62	2346.8	12	11.54	25.1	699	14
	W 516	30	37.87	1.4.27	37	29	86.87	2182.2311	138.2311	138.2311	62	2346.8	12	11.54	25.1	699	14
	W 700	30	17.47	1.4.27	37	29	86.87	2209.8.2311	138.2311	138.2311	62	2346.8	12	11.54	25.1	699	14
	W 875	30	1.2	1.44.1.3	1.25	1.05	84	2461.4	28	211.2	198.29	3814.4	51.8	2324.1	63.25	2114.7	41
Wipac Schacht	W 1500	30	25-112.1	1.4.25	25	18	95	2410	28	211.2	112	1470	95	2140	15	376	24
Yale	Y2 31	30	2.3	1.4.27	2	1.5	105	2687	24	424.8	125	4315	123	2124.2	18	180.2	36
	Y2 31	30	2.5-5	1.4.28	2.5	1.8	120	3618	27	443.8	247	4271.4	125	3778	12	2762.4	89
	Y2 41	30	2.5-5	1.4.28	3	2.3	128	3649	41	464.4	257	4426.2	125	3475	82	2789.2	89
	Y2 51	30	3.5-8	1.4.28	3.5	2.2	121	3698.8	38	463.8	264	4788.4	133	3274.2	84	2784.4	100
	Y2 71	30	4.5-7	1.4.28.4	4.5	3.2	147	3733.5	50	4778	388	4804.4	142	411.8	86	2717.8	100
	Y2 81	30	8-10	1.4.28.4	8	4.8	154	3811.5	64	4821.8	470	4817.4	148	4214.4	113	2784	103
Yale Standard	Y2 11	30	1.8-2.5	1.4.18	1.5	1.1	107	2743.2	38	511.4	218	5483.2	91	2311.4	74	1819.5	83
Thomson	T 5700	30	2.4	1.53.104	2	1.5	112	164.8	14	154.8	98.25	244.8	73.5	1111.7	36	449	37
	T 6100	30	4.8	206.811	4	3.06	12	164.2	12	150.2	112	264.4	81	1584.4	58.5	1487.4	31
	T 6300	30	5.1	267.794	5	3.62	12	168.2	12	150.2	113	264.4	81	1584.4	58.5	1487.4	31
	T 637500	30	5.7	282.784	5	3.82	12	168.2	12	150.2	113	264.4	81	1584.4	58.5	1487.4	31
	T 637503	30	6.1	286.784	5	3.87	12	168.2	12	150.2	113	264.4	81	1584.4	58.5	1487.4	31
Yale	Y6641	30	1.3-3.8	1.3	1.3	1.1	111	2695.8	28.5	149.2	118.5	2150	100	2641.8	71.5	1816.4	83.8
	Y6641	30	1.7-3.2	1.3-4	1.7	1.3	127	2646.8	38	198.4	128	2788.8	108.5	2785.8	78	1888	98
	Y6746	30	1.8-3.5	1.4.1	2.1	1.8	138	2646.8	41	184.4	138	4841.8	118	2844.8	77	1951.8	108
	Y6746	30	1.9-3.1	1.4.1	2.1	1.8	138	2646.8	41	184.4	138	4841.8	118	2844.8	77	1951.8	108
	Y61041	30	5.2-11.4	2.5-11	6.2	4.8	114.1	3008.2	47	1163.8	348.8	1888.7	126	3008.8	84	2311.4	138.8

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	MOTOR						HIDRÁULICOS STANDARD						TRANSMISION					
		Capacidad del tanque	Consumo	Número de Cilindros	Potencia		Número de Velocidades	Velocidad máxima	Velocidad mínima	Velocidad máxima	Velocidad mínima	Velocidad máxima	Velocidad mínima	Velocidad máxima	Velocidad mínima	Velocidad máxima	Velocidad mínima		
					CV	CV												CV	CV
Erickson	ENL 15 Q	20-2400	Q	4	167.7	1.4	4	18	9.3	37.8	7.0x15	8	SUC	H	-	0-4.3	0.181	0-18.1	
	ENL 15A Q	40-2400	Q	4	103.7	1.7	4	10	9.3	37.8	7.0x15	8	100	H	-	0-4.3	0-18.1		
	LINK 150	25-1800	Q	3	90	0.8	4	6	4.7	30.3	6.0x15	1	SP CAL	H	-	0-3.5	0-8.8		
Ford	452	180	Q	4	234	4.2	4	40	33.3	141.75	12 L 2	12	PS PL 55	4	0.20	0.373	0.74		
	454	240	B	6	481	3.6	4	38	41.7	180.4	12 L 2	12	PS PL 55	4	0.21	0.359	0.71		
	456	300	B	6	481	6.0	4	38	41.7	180.4	12 L 2	12	PS PL 55	4	0.25	0.358	0.71		
International Harvester	H 50C	81-2400	Q	8	301	1.8	4	47	39	152.4	12x17.5	8	PS	3	2.85-29.3	0.1374	0.2748		
	H 60L	100-2400	D	8	360	1.9	4	49	41.2	166.4	12 L 2	12	PS	3	5-23.8	0.44	0.88		
	H 85C	147-2400	D	8	474	0.8	4	41	51.3	247.3	12 L 2	12	PS PS CS	3	3.9-21.8	0.335	0.67		
	H 85B	184-2400	D	8	456	7.9	4	73	65	264.3	12 L 2	12	PS PS CS	3	4.224	0.4556	0.9112		
	H 90A	230-2400	D	8	573	1.9	4	71	90.8	367.3	12 L 2	12	PS CB	4	4.832	7.4515	14.903		
	H 90BC	290-2400	Q	8	617	13.4	4	115	98.1	392.3	12 L 2	12	PS CS	4	4.7-30.8	1.6484	3.2968		
	H 90	360-2400	Q	8	617	13.4	4	136	129.2	517.3	12 L 4	12	PS	3	4.8-22.2	1.7957	3.5914		
	H-120C	500-2400	Q	12	1719	24	4	270	206.7	847	12 L 4	12	PS SS	3	8.7-21.4	14.944	29.888		
	1240	90-2400	Q	8	283	4.3	4	31	25.4	112.4	8 H 4	8	PS	4	0.21	0.328	0.656		
	1240T	45-2400	Q	3	182.3	2.1	4	14.25	11.9	54	11.9x20.5	8	H 4	8	100	4	1.43-14.7	2.324	4.648
Massey Ferguson	M 51	74-2400	Q	4	241	1	4	38	30	136.4	12x17.5	8	H 4	CS HS	1	1.98-20.8	3.2735	6.547	
	M 52	74-2400	D	4	248.2	4.1	4	37	30.9	140.2	12x17.5	4	CS	1	4.24	8.4766	16.9532		
	M 55	93-2400	D	4	254	6.8	4	51	42.5	171.25	12 L 2.5	12	CS	1	4.24	8.4766	16.9532		
	M 55	126-2400	D	8	548.7	6.4	4	73	60.9	278.4	12 L 2	12	PS	4	5.23	10.46	20.92		
	M 55	175-2400	Q	8	374	1.2	2	73	61.4	278.4	12 L 2.5	12	PS	4	3.724	4.3568	8.7136		
	M 57	225-2400	Q	8	635	1.4	4	95	76.2	351.9	12 L 2	12	PS	4	3.252	3.8371	7.6742		
	M 58	340-2400	Q	8	835	1.4	4	120	100	451.1	24 L 2	24	PS	4	3.755	3.9107	7.8214		
Massey Ferguson	L 200A	740-2400	Q	18	7136	18.8	4	274	200	1273.1	24 L 2	24	E	10	0.17-25	0.278	0.556		
	Massey 4000	160-2400	Q	8	363	3	4	30	25	113.1	12x17.5	8	CARTINAOVER	PS	4	0.26	0.402	0.804	
	Massey 5000	160-2400	Q	8	393	0.2	4	30	25	113.8	12x17.5	8	CARTINAOVER	PS	4	0.25	0.442	0.884	
	Massey 6000	160-2400	Q	8	393	0.2	4	36	25	113.8	12x17.5	12	CARTINAOVER	PS	4	0.25	0.472	0.944	
	Massey 8000	150-2400	Q	8	383	4	4	70	25	113.8	17.5x1.5	18	CARTINAOVER	PS	2	0.25	0.472	0.944	
Massey	M 1175-00A	11-4000	Q	1	31.21	0	4	5.1	4.4	20.4	1.70x1.2	4	BAR ENO	CC	2	0.17	0.6	1.2	
	M 610	30-2400	Q	4	167.2	1.3	4	11	9.7	41.7	7.0x15	8	WYLOM	VS	10	0.88	0.198	0.396	
	M 700	36-2400	Q	4	167.2	1.3	4	12.3	10.4	47.9	7.0x15	8	STAYLOAP	H	7	0.7	0.113	0.226	
	M 875	32-2400	Q	4	176	4.3	4	33	28.4	125	15.5x1.5	12	EMPER	H	7	0.17	0.14	0.28	
Epi Scheidt	52-400		Q	1	172	2.63				12 L 1.8			H 20	7	0.124	0.28	0.56		
	72-24		Q	2	213	3.9	2	38	44.7	182.4	12 L 2	12	PS PS PS	7	0.174	0.26	0.52		
	72-31		Q	4	284	4.7	2	58	44.7	186.4	20 L 2.5	12	L 2	PS PS PS	7	0.268	0.312	0.624	
	72-41		Q	4	294	4.7	2	50	44.7	181.1	20 L 2.5	12	L 2	PS PS	3	0.267	0.43	0.86	
	72-51		Q	8	428	7	2	75	37.5	244.7	23 L 2.5	12	L 2	PS PL PS	3	0.37	0.354	0.708	
Epi Scheidt	72-71	324-2400	Q	8	548	9.3	2	146	127.7	513	26 L 2.5	12	L 4	H 8	3	0.204	0.335	0.67	
	72-81	474-2400	Q	12	812	14	2	207	164.7	657.3	26 L 4	26	L 4	PS PL PS	3	0.13	0.247	0.494	
	72-11	86-2400	Q	8	230	1.4	2	24	20	80.7	13.6x1.4	4	G 7	PL PS	3	0.1	0.112	0.224	
Epi Scheidt	S-15-200	14-2400	Q	2	53.4	0.6	4	16	9.3	37.5	5.5x1.5	4	H	-	0.4	0.12	0.24		
	S-15-200	30-2400	Q	4	107.7	1.3	4	21.4	18	67.8	7.0x15	8	H	-	0.4	0.17	0.34		
	S-15-100	37-2400	Q	4	134	2.1	4	21.4	18	67.8	7.0x15	8	H	-	0.10	0.154	0.308		
	S-12-200	42-2000	Q	4	104	1.4	4	11.4	14	61.9	7.0x15	8	H	-	0.10	0.154	0.308		
	S-12-200	37-2400	Q	4	134	2.1	4	21.4	18	67.8	7.0x15	8	H	-	0.10	0.154	0.308		
Epi Scheidt	800-1	80-2400	Q	4	256	4.3	4	39	24.2	100	12 L 2.5	12	H 4	PS	4	1.68	2.93	5.86	
	800-1	112-2400	Q	8	342	5.4	4	37	30.4	100	16.6x2.5x1	16	H 4	PS	4	1.64	2.86	5.72	
	800-1	115-2400	Q	8	373	6.1	4	51	42.5	187.3	20 L 2.5	12	H 4	PS	4	1.68	2.93	5.86	
	800-1240	100-2400	Q	8	409	6.7	4	61	38.8	227	20 L 2.5	14	L 2	PS	4	1.6	4.18	8.36	
	800-1241	240-2400	Q	8	104	0.6	4	85	66.7	265.7	23 L 2.5	18	L 2	PS	4	1.6	4.18	8.36	

CARGADORES DE RUEDA (TRACCION EN LAS 4 RUEDAS)

Fabricante	Modelo	DATOS DE FUNCIONAMIENTO															MOTOR	
		Consumo específico			Potencia nominal en el eje de salida			Velocidad máxima			Consumo específico			Potencia nominal en el eje de salida			Marca	Modelo
		litros/h	litros/h	litros/h	CV	CV	CV	km/h	km/h	km/h	litros/h	litros/h	litros/h	CV	CV	CV		
Echelon	Eric L V G	663.0	3700	1678.1	M	1966	467.9	M.A.	M.A.	7900	1313.7	-	8	157.4	71	1834.2	WASCOR	W40
	Eric L V M G	663.0	3700	1678.1	M	1960	467.9	M.A.	M.A.	7900	1313.7	-	8	157.4	71	1834.2	WASCOR	W17M
	Eric L V M G	663.0	3700	1678.1	M	1960	467.9	M.A.	M.A.	7900	1313.7	-	8	157.4	71	1834.2	WASCOR	W17C
Ford	A62	2616.2	16300	3561.7	M	14 000.5	3741.9	12 050.7	3448.7	17 000.1	7701.5	31	19.3	393.7	348	6063.2	FORD	25A 1
	A64	2616.2	16300	3561.7	M	17 300.7	3916.9	14 700.1	3727.1	20 000.1	6467.1	30	19	404.9	366	10 958.4	FORD	W1 1
	A66	2616.2	16300	3561.7	M	20 000.1	3916.9	14 700.1	3727.1	23 000.1	18 400.1	30	19	437.3	470	16 150.1	FORD	W5 T
International Harvester	H 30C	2134.4	13 450	2984.9	M	11 571	3244.2	11 571	3244.2	21 327	3746	31	19.8	467.8	347	6408.9	IH	G 360CB
	H 30E	2549	16 049	3521.9	M	14 889	3746.9	12 345	3611.1	21 349	3667	43	14.4	376.9	307.6	5379.5	IH	G 360
	H 30C	2743.2	16 495	3595.9	M	20 700	3746.9	18 437	3443.9	24 333	16 562.9	44	15.4	384.2	346	6066	IH	DT 116
	H 30E	2971.4	18 811	35 254.9	M	19 574	3746.9	19 574	3746.9	24 504	13 004.2	44	13.8	363.1	311	6121.4	IH	DT 400
	H 30E	3049	20 591	37 873.1	M	26 512	37 873.1	25 800	31 367.4	30 697	14 026.9	43	14.1	418.1	388.9	6819.9	IH	DVT 5700
	H 1000	3056	18 442	21 219.1	M	20 077	15 867.2	26 173	13 481.2	34 134	16 441.1	43	13.9	370.4	346	6002.4	IH	DT 417C
	H 500	3057	18 213	35 842.1	M	52 207	23 844.9	46 964	24 284.2	64 161	20 074	45	20.8	528.3	515	1026.4	IH	DT 617C
	H 4000	4572	129 532	58 979	M	87 700	34 741.9	74 570	31 780	66 100	16 959	45	14.9	470	364.1	6241.6	Cummins	VI 17-6C
	H 390	4630	18 549	4877	M	8076	4877	M.A.	M.A.	600	1691.9	60	15	361	640	51 176	IH	C 203 0
	H 390	4630	18 549	4877	M	8076	4877	M.A.	M.A.	600	1691.9	60	15	361	640	51 176	IH	C 203 0
Massey Ferguson	MF11	2682.9	11 500	4064.9	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	MF	44 248
	MF33	3170.4	15 309	4938.9	M	8500	3674	M.A.	M.A.	14 300	3674	44	16	406.9	344	3611.9	MF	44 248
	MF41R	2922.4	20 309	4150.9	M	12 500	4155.5	12 000	3436	14 100	3763.5	42	14.4	363.3	213	5354.9	MF	44 344.1
	MF55	2759	28 704	41 335.9	M	14 500	4145.5	12 500	3674	25 000	11 371	43	16.9	412.8	310	5334	MF	44 310
	MF66	3302	35 101	43 447.5	M	26 410	15 514.9	27 000	3666	30 100	13 679.1	43.5	16.1	381.2	231	3682.9	MF	44 310
	MF77	3525.2	42 184	48 507.5	M	36 070	15 816.5	37 000	12 231	38 000	17 669.9	42	16	417.2	244.5	6210.3	MF	44 310
	MF88	5708.4	60 809	77 140	M	42 070	16 874	37 400	13 834.4	61 000	27 833	41	17.9	444.5	360	6754.4	MF	44 310
	MF88	5708.4	60 809	77 140	M	42 070	16 874	37 400	13 834.4	61 000	27 833	41	17.9	444.5	360	6754.4	MF	44 310
	MF88	5708.4	60 809	77 140	M	42 070	16 874	37 400	13 834.4	61 000	27 833	41	17.9	444.5	360	6754.4	MF	44 310
	MF88	5708.4	60 809	77 140	M	42 070	16 874	37 400	13 834.4	61 000	27 833	41	17.9	444.5	360	6754.4	MF	44 310
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362	2362.4	NC	2740
New Holland	Model 4000	2439.4	14 999	3442	M	8000	3674	8000	3674	19 000	4368	47	16	361	362			

PI	--	Se puede importar	(A)	Modelo Ford 2711-E disponible como opción	(7)	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 calina	(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
riCP	--	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 (79 kg) 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	--	Contrajejo	(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	FUNCIONAMIENTO (en todos los aspectos)																						
		Ciclo de trabajo (h/m)				Ciclo de trabajo (h/m)				Ciclo de trabajo (h/m)				Ciclo de trabajo (h/m)				Ciclo de trabajo (h/m)						
		1977	1978	1979	1980	1977	1978	1979	1980	1977	1978	1979	1980	1977	1978	1979	1980	1977	1978	1979	1980			
J.I. Case	350	886	927	74	873	680	798.4	83	1602.2	86	2423.4	38	963.2	136	2962.4	135	2937	88	1524	19.600	4800		1500	
	450	800	817	1	785	775	261.1	67.8	1722.7	36	2489.2	36.75	932.5	160	4064	162	4114.8	84	1225.4	13.900	4300		1500	
	800	1.178	967	1.273	1.1	1345	870.1	76.5	1945.1	98.3	2401.8	44.5	1.181.4	180	4572	198.5	4780	87	1701.8	18.800	4572.8	11.000	4495.5	11.000
	1150B	1.82	1.2	1.75	1.2	1745	781.1	81.2	2067.5	104	2441.8	54	1.211.8	189	4804.5	184	4673.5	71	1854.8	24.800	11.248	18.700	2376	18.400
	1470	1.85	1.4	2.25	1.7	2305	764.5	84	2733.2	115	2921	58	1476.4	218.5	5745.1	302	4150.8	41	2037.4	31.370	14.700	18.478	8428.8	27.100
Caterpillar	PI 811	87(D)	87(D)	1(D)	8(D)	760	340			107	2473(C)	17	810	152	3680	103	3440(D)	78.8	1780	19.300(E)	6000(E)	8700(E)	11200(E)	14.700
	PI 841B	1.2(D)	85(D)	1.5(D)	1.1(D)					107	2170	117.2	1.380.7	158	4020	173.5	4418	75	1866	22.500	10.200	12.830	1750	14.500
	PI 815L	1.9(D)	1.2(D)	1(D)	1.6(D)			88.5(1)	275.2(1)	114	2900	64.2	1602.7	198	4950	164	4898	87.2	1.674.1	36.800	13.700	18.840	8440	23.100
	PI 877L	3.3(D)	1.8(D)	2.1(D)	2.1(D)			96.1	1498.1	128	3700	72.9	1.878.7	221	5610	212	5610	84	2780	42.800	18.218	11.748	11.748	34.200
	PI 967	3.74(D)	2.8(D)	1.9(D)	2.9(D)			128.5(1)	3075.7	114	9858	85.7	2164.7	287	6760	245	8728	114	2910	51.400	22.500	48.488	22.048	47.800(E)
John Deere	JD3500	832	491	78	873	778	254.4	66	1871.1	88	2411.2	36	788	144.5	3670.5	154.5	2819.2	68	1424	22.408	5624.8	7758	3243.2	11.160
	JD430C	1.86	891	1.18	848	648	151.8	72.25	1835.2	103	2678.2	53	878.2	188.25	4078.1	178	4718	84	1178.4	18.785	7515	8728	4115	14.888
	JD553	1.082	804	1.25	896	684	451.8	72.25	1835.2	103	2678.2	53	878.2	188.25	4078.1	178	4718	84	1178.4	18.785	7515	8728	4115	14.888
Case 700	830																							
	832																							
International Harvester	90CE 75	88	30	75	873	658	294.8	68.5	1689	88.7	2587	28.1	748.8	154.8	2702.4	175	4449	62	1674.8	12.358	5402	7588	3888	16.200
	100E	88	780	117	868	788	353.8	68.5	1739.8	87	1462.8	21.7	888.8	156	2882.4	188.5	4878.2	88	1681	15.81	7822.1	8881	4112.2	11.144
	125E	1.17	858	138	1.1	868	426.4	71.6	1874.6	102.8	2678.2	28.2	878.2	188.25	4078.1	178	4718	84	1178.4	18.785	7515	8728	4115	14.888
	175E	1.72	1.1	2	1.1	1042	858.2	88	2184.1	134	2432.8	68	1524	188.5	4878.2	188	4718	84	1178.4	18.785	7515	8728	4115	14.888
	250C	1.25	1.2	2.24	1.4	878	885.7	88	2432.1	178	2878.8	68	1524	275	5711	271.1	4704.1	84	2477.4	43.288	18.668	28.878	17.438	28.878
Case	810	1.25	938	1.3	1.2	1678	485.2	88	2072	100	2540	41	1111	203	1.158.1	184	4717.2	88	1152.8	28.748	3478	38978	17.700	17.700
Manitou Fa-gum	MF300	825	478	75	873	455	206.1	81	1514.8	98.5	2577.2	28	762	182	2860.8	128.5	3443.2	88	1534	18.274(B)	4700(B)	6400	2664.4	2000
	MF300	1.125	888	1.24	888	1215	361	77	1955.8	98.5	2577.2	27	948.8	194	2878.8	181	2638.4	22	1678.8	18.711	4840.8	11.570	5781.7	18.500
	MF400	1.5	1.2	1.829	1.8	1785	308.8	87	2022	108	2148	38	628.2	288	3822.8	188	4778.8	75	1808	24.888	11.125	17.288	1874.8	18.400
	MF500B	2	1.8	2.28	1.7	1618	388.4	88	2022	102	2580.8	38	888	188	4572	184	4864.4	82	2082.8	28.841	14.578	18.648	8998.2	19.848

CARGADORES DE ORUGA

Fabricante	Modelo	MOTOR						CARRILES																	
		Cilindros		Potencia (CV)		Velocidad (km/h)		Cilindros		Potencia (CV)		Velocidad (km/h)		Cilindros		Potencia (CV)		Velocidad (km/h)							
		lg	Ord	Org	lt	Avh	lg	Ord	Org	lt	Avh	lg	Ord	Org	lt	Avh	lg	Ord	Org	lt	Avh				
J.I. Case	300	2404	40	110	11	379.4	CASE	D188D	39 2000	4	180	3.1	18	13.1	30.8	12	304.8	45	1092.2	-	-	12-14	304.8 255.4	PS	
	450	3407	60	110	12	374.8	CASE	D188D	51 2000	4	180	3.1	20	14.7	15.8	30	12	304.8	62	1329.8	-	-	12-14	304.8 255.4	PS
	600	4894.5	80	106	10	294	CASE	A5018D	37 2000	4	301	4.9	30	30	136.4	10	13	230.2	84	1371.8	-	-	13-14	320.2 255.4	PS
	1150B	8548	100	103	10	280.1	CASE	A518D	100 2100	4	151	7.4	53	113	146.8	10	16	387	82	1174.8	-	-	13-18	381 400.4	PS
	1450	12 772	120	108	10	261	CASE	A5049DT	138 2100	6	304	6.2	61	84.3	146.4	20	18	384	80	1414.4	-	-	13-18	381 400.4	PS
Caterpillar	831	4948	-	-	13.7	341	CAT	3304	62 2400	4	318	3.2	30	29	114	30	12	301	54	1129	-	-	-	-	PS
	941B	60 18	-	74	15.0 (G)	368.5	CAT	D330	30 2800	4	325	7	42	25	190	30	10	136	60	1308	-	-	-	-	PS
	954L	68 30	-	75	15.7 (G)	478 (G)	CAT	D330	130 1745	4	425	7	68	84.7	177	11	15	305	66	1466	-	-	-	-	PS
	972L	15 543	-	75	16 (G)	483 (G)	CAT	D353	180 1845	6	438	10.5	80	84.8	174.7	11	18	455	70	1630	-	-	-	-	PS
	983	18 893 (G)	-	78	23.5 (G)	609 (G)	CAT	D343	274 2040	6	497	14.8	130	112.5	149	12	22	548	62	2149	-	-	-	-	PS
John Deere	JD250B	3448.5	40	78	13.25	336.6	JOHN DEERE	JD2752	42 2500	3	152	2.5	22	18.5	81.2	30	12	304.8	42	1244.2	7.2	49.7	12	304.8 255.4	PS
	JD450C	6511.8	60	70	14.25	362	JOHN DEERE	JD4218	60 1500	4	219	3.6	31	26.4	117.2	17	14	251.8	52	1308.8	7.8	53.8	14	314.6	PS
	JD555	7144	80	70	14.25	362	JOHN DEERE	JD4274	72 2100	4	278	4.5	34	25.8	117.2	17	14	251.8	52	1320.8	8.5	49.8	14	314.6	PS
Kamco TMC	630	-	-	-	8	192.4	KAMCO	771	29 1200	2	-	-	-	-	-	29	9	274.8	45	1141	-	-	-	-	AND
	830	2404	-	-	8	192.4	KAMCO	771	32 1200	2	-	-	-	-	-	29	9	274.8	45	1132	-	-	-	-	AND
International Harvester	500E TB	4872	40	-	13.1	327.7	INTERNATIONAL	D155	61 2500	3	155	2.3	27.1	22.8	104.1	10	10	304.8	50	1270	7.8	12.4	10-14	254.2 255.4	PS
	100E	6648.2	38.5	80.3	12.8	326.4	INTERNATIONAL	D129	82 2400	4	139	3.9	30	25	113.7	17	12	304.8	52	1329.8	8	82.7	12-13	304.8 255.4	PS C B
	125E	8744.3	38.5	80.8	14	361	INTERNATIONAL	D1229	71 2400	4	279	3.9	34	31.3	148.1	30	15	320.2	54	1271.8	8.5	64.1	13-14	320.2 255.4	PS C B
	175C	11 564	43.5	56.1	12.75	450.8	INTERNATIONAL	DT 166	130 2100	6	406	7.6	60	50	227.2	30	18	341	66	1674.4	11.1	78.5	13-14	381 478	PS C B
	250C	17 320	45	61.7	18.5	499.8	INTERNATIONAL	DT 1723B	190 2400	6	473	9.1	66	51.5	224.5	32	18	457.2	78	1830.4	11.9	72.4	18	457.2	PS C B
JCB	110	4896.7	40	73	13	301	PEWALDS	4241	74 2200	4	248	4.1	46	36.3	111.1	17	10	330.2	54	1177.4	8.8	60.2	12	330.2 255.4	PS
	140	8175.2	60	54	10.5	366.7	PEWALDS	A3 152	66 2200	3	142.7	3.5	17.1	4.3	42.2	20	12	304.8	48	1113.2	9.2	48.2	13	304.8 255.4	PS
Massey Ferguson	MF 200	4891.6	40	53	12	301	PEWALDS	A4 240	63 2400	4	268	4.1	28.6	21.8	104.2	17	14	304.8	54	1173.2	9.8	60.1	14	304.8	PS
	MF 250	6999	51	58	12.5	312.5	PEWALDS	A6 254	86 2200	6	386	5.8	30	30	136.4	17	15	304	60	1324	9.8	60.8	13	304	PS
	MF 300	8999	61	61	13	328.7	PEWALDS	896-518	124 2400	8	548.21	8.1	35	45.6	206.2	20	15	304	64	1474.4	11.1	60.2	14-18	381 488.4	PS

38

Fabricante	Modelo	TRANSMISIÓN				SISTEMA HIDRÁULICO 39						
		Convertidor de fuerza de tracción	Embrague del motor	Velocidad máx. transmitida hacia adelante		Capacidad del sistema			Presión máx. de trabajo		Tipo 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	8.5	10.5	6.6	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(M)	-
	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)	136(L)	-	-	V(H)	-
	983	-	-	6.3	10.1	36(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
Link-Belt	630	N	N	0-1.5	0-2.4	-	-	-	-	-	-	-
	832	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	56.2	2150	14,824	G	1
	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	4.2-8.5	28.6	23.8	108.2	2000	13,790	G	1

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

Todo ítem N/A – No aplica.

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

RENDIMIENTO

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

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

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

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

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

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

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

durante la unidad horaria de trabajo, cronómetro en mano.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Condiciones del sitio del trabajo.	Características de la Organización							
	Excelente		Buenas		Regular		Malos	
	%	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

MONTÓN	
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:

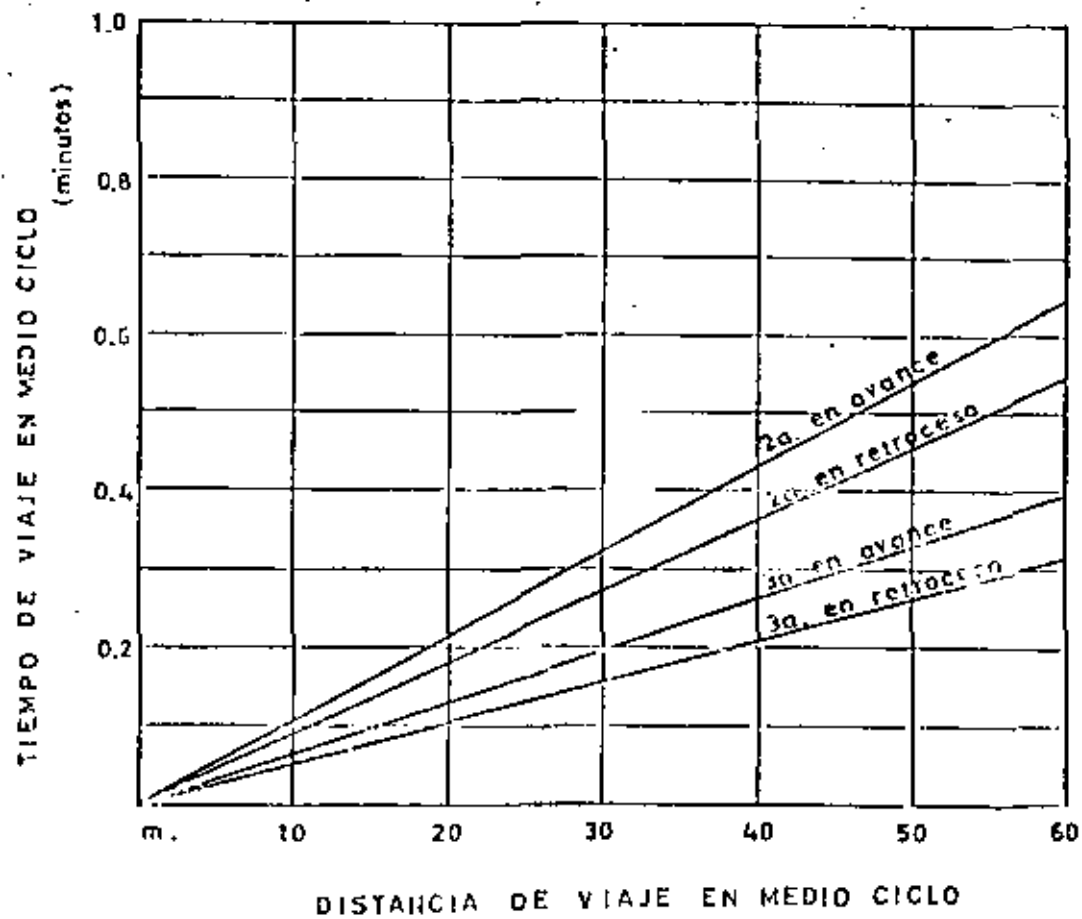
— Sin pendiente

116

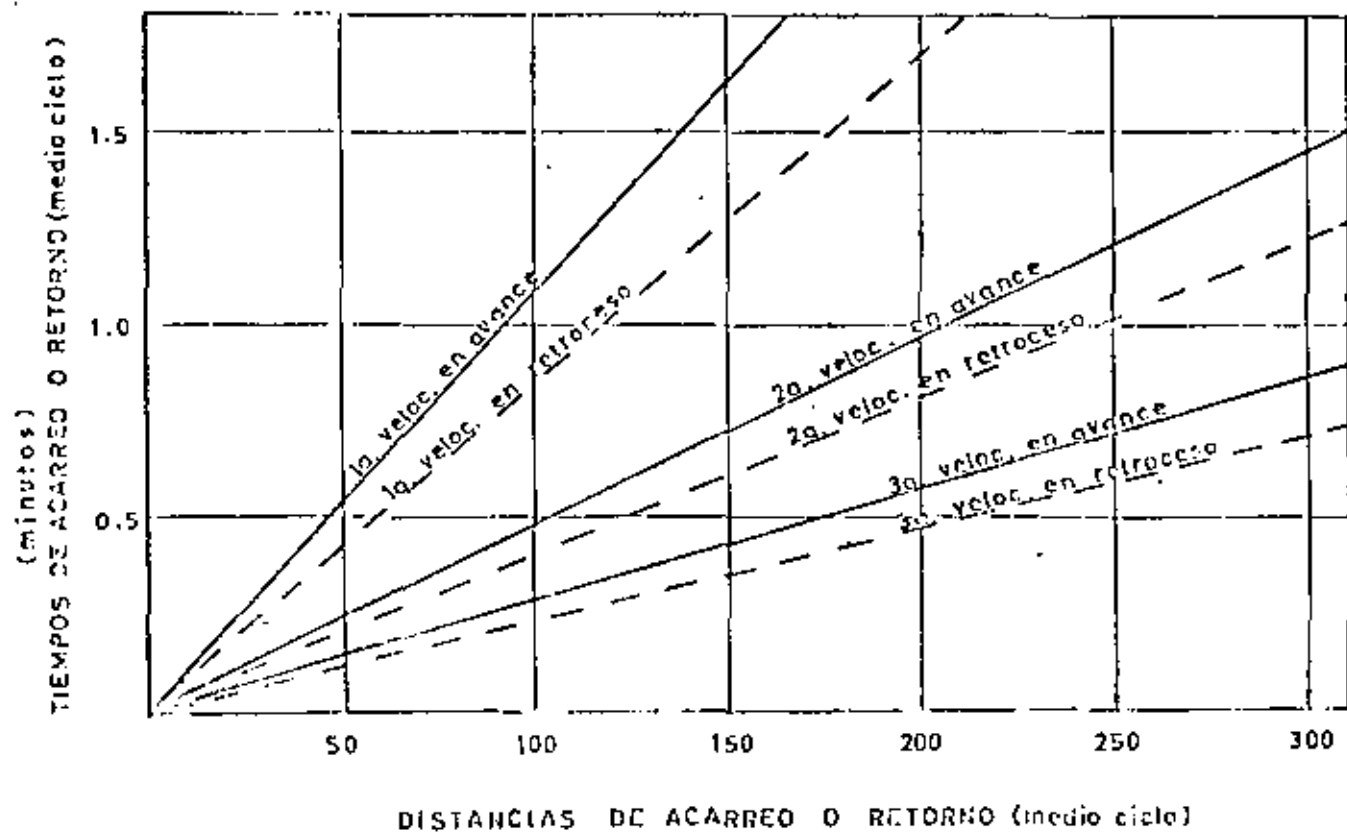
- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.
- La posición del cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo de maniobras.

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

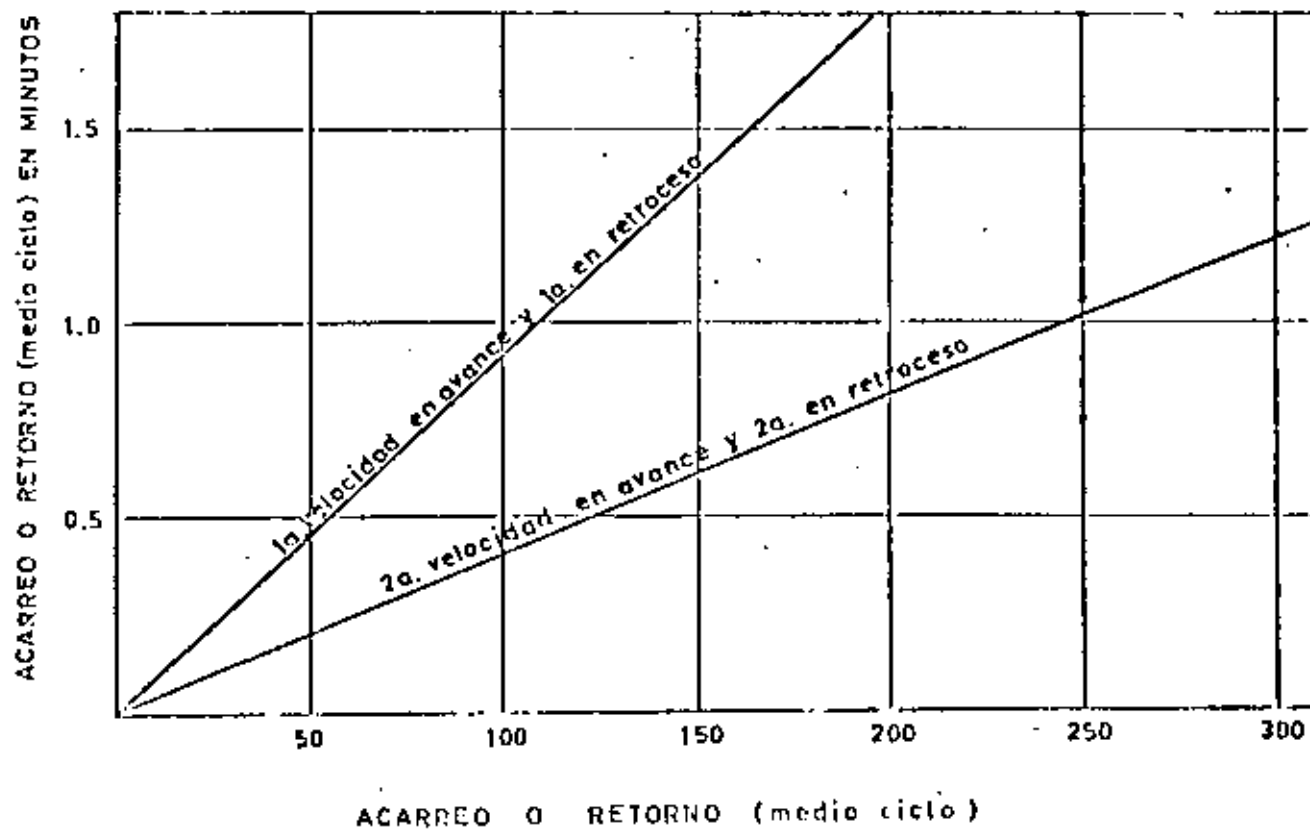
47



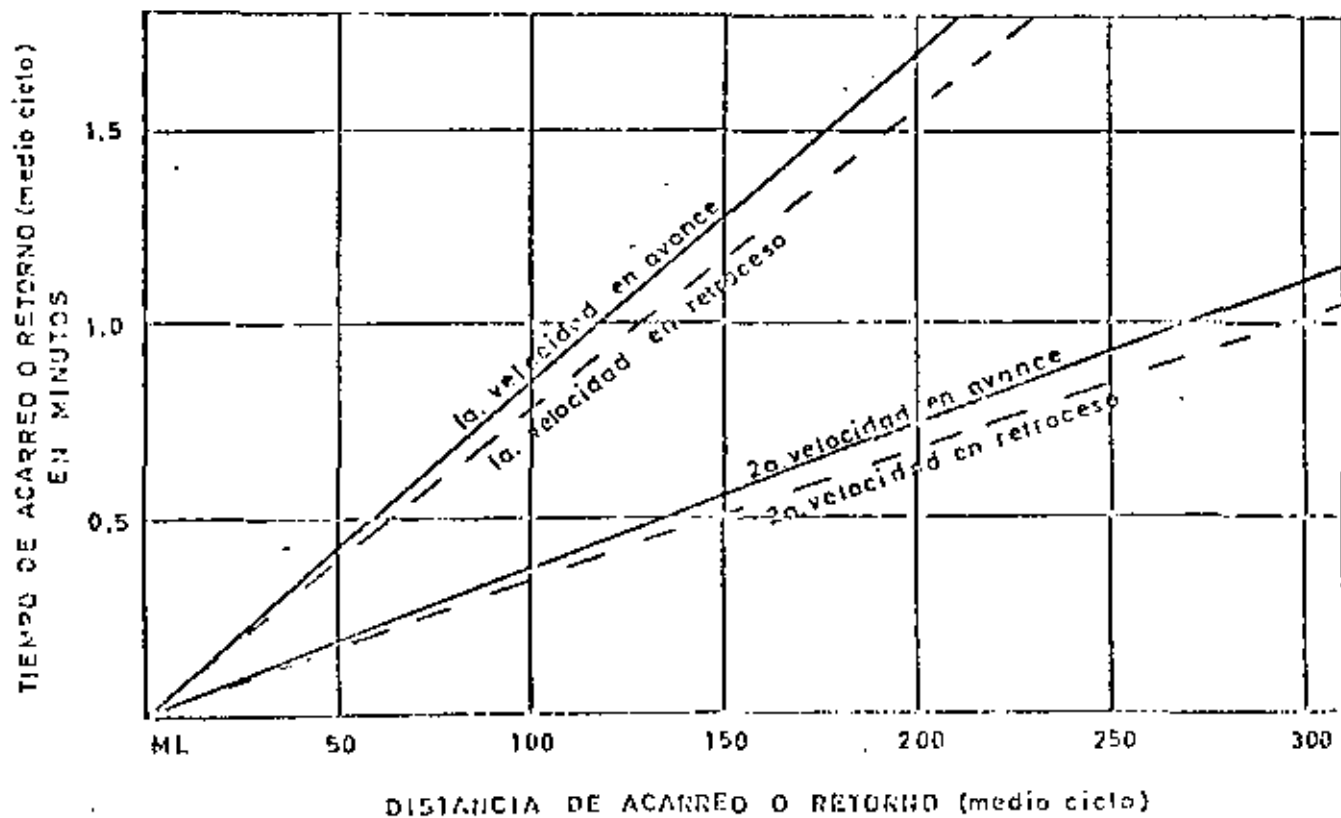
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 2 Yd3.



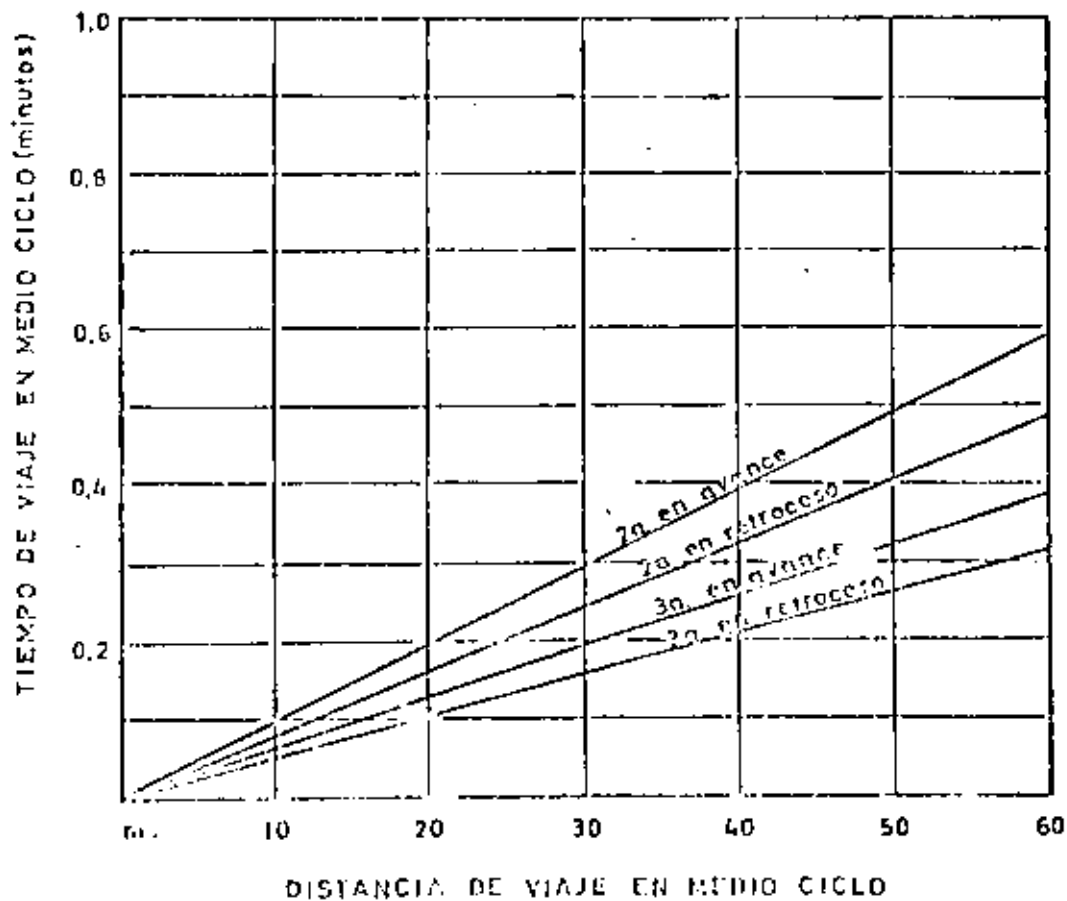
TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 6 Yd³.



TIEMPO ESTIMADO DE ACARREO O RETORNO PARA UN CARGADOR
DE RUEDAS DE 10 Yd³.



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



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

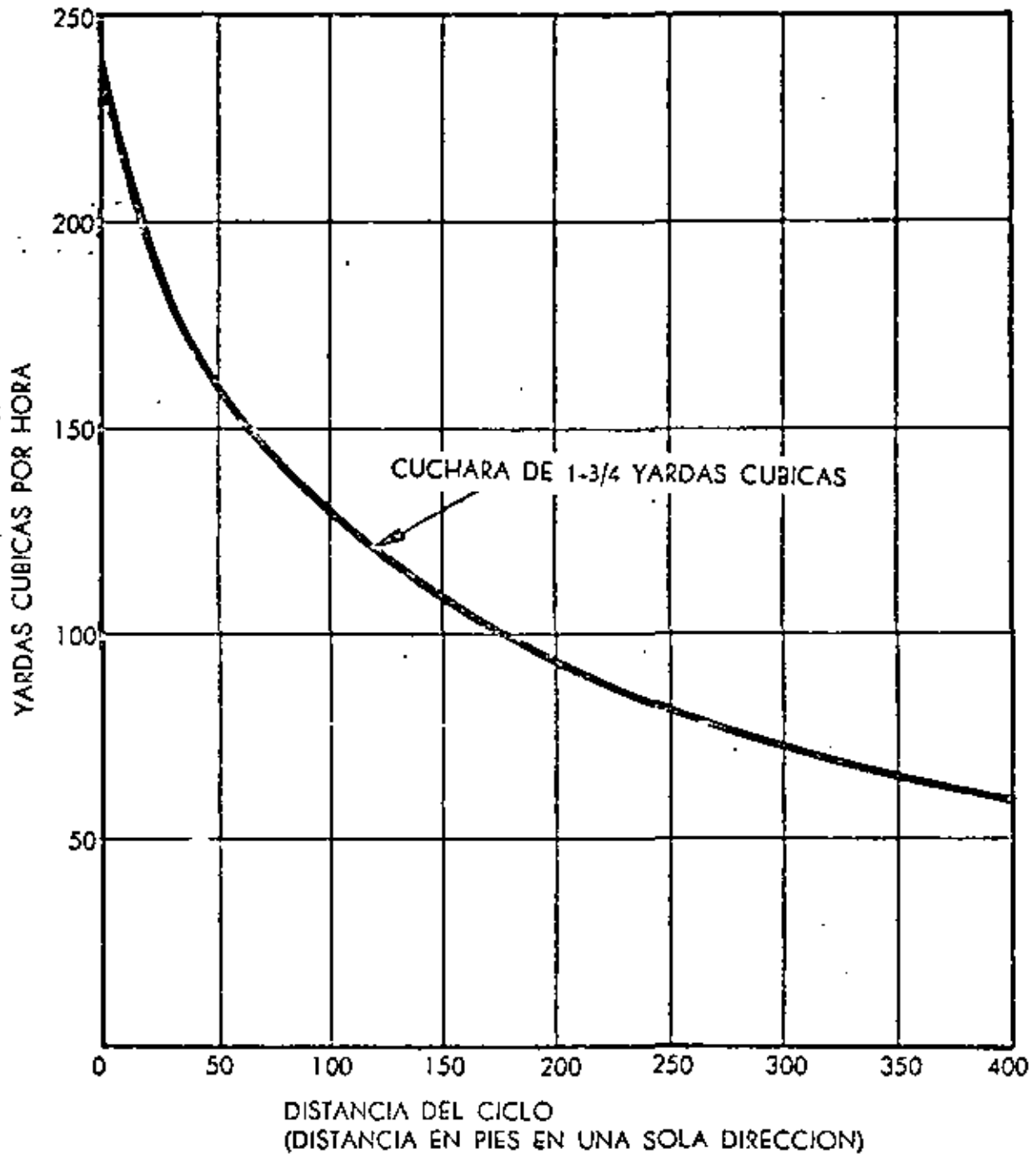
Los fabricantes de equipos cuentan con manuales donde se justifican los rendimientos teóricos de las máquinas que producen para determinadas condiciones de trabajo. Los datos se basan en pruebas de campo, análisis en computadora, investigaciones en el laboratorio, experiencia, etc. Tomando en cuenta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

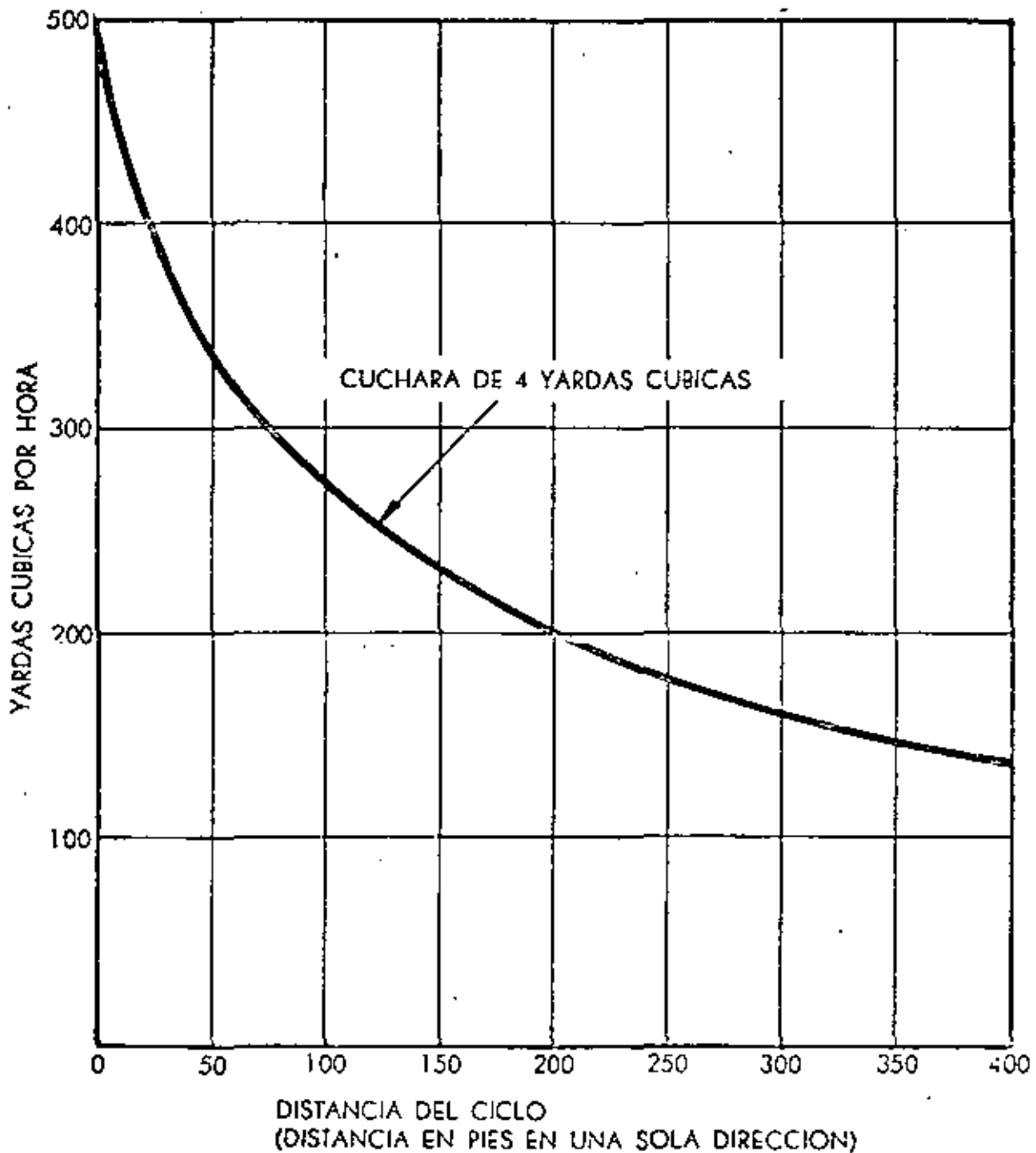


SUPUESTO DE PRODUCCION:

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:

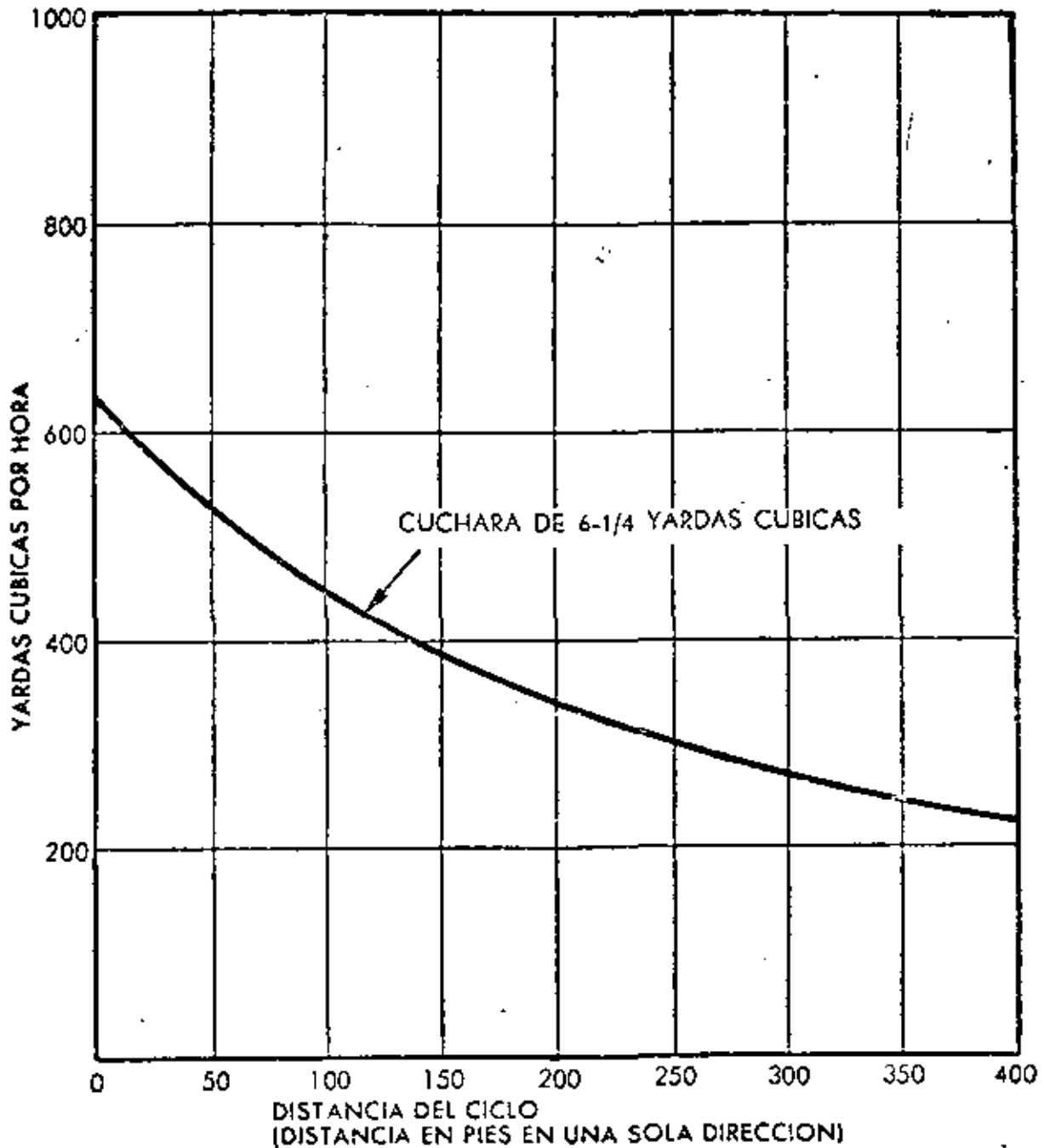
CARGA DE MONTON - TERRENO FIRME Y LLANO

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 $3\frac{1}{2}$ y d3 (2.67 m^3), cargando camiones de 10 m^3 de capacidad propiedad de la misma empresa.

Material Grava triturada $1\frac{1}{2}$ " 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

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. Compáren esto con el tener que llevar herramienta y equipo para reparar una pala.

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

Sin embargo, los cargadores no están exentos de desventajas.

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

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

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

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

taciones económicas por el costo unitario del material movido.

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

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

EJEMPLO:

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

El trabajo se puede hacer con:

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

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

ALTERNATIVA 1

Operación de carga a camiones

Equipo propio:

1 cargador sobre llantas de $2\ 1/2\ yd^3$ ($1.91\ m^3$)

2 camiones de $6.0\ m^3$

Costo horario cargador: \$ 616.75

Costo horario camión: 242.35

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
<u>50.0 min</u>	-	<u>X</u>

Cálculo del costo unitario:

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

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

ALTERNATIVA 2

Operación 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 misma que en alternativa 1

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	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 m ³ /ciclo
	=	358 m ³ /hora
Cálculo del costo unitario		
Costo unitario	=	$\frac{\$ 2,160.00/\text{hora}}{358 \text{ m}^3/\text{hora}}$
	=	6.03/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 1/4 yd³ al que podría dársele utilización en esta obra; o si no, revisar si la inversión de la compra de un cargador de 10 yd³ podría amortizarse en ésta u otras obras donde pudiera seguir utilizando esta máquina.

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

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 para cada 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:	<u>1.76 min</u>

Es decir, el cargador de 10 yd^3 puede acarrear a 255 m., $140 \text{ m}^3/\text{hora}$ de

roca bien fragmentada.

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

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

Cargador 2

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

Ciclos por hora necesarios para producir

140 m³/hora

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

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

Tiempo de ciclo total

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

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

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

Tiempo de ciclo de acarreo y retorno

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

De la gráfica de tiempo estimado de acarreo o retorno para un cargador de ruedas de 6 yd³, para un tiempo de ciclo de acarreo y retorno de 0.89 min., tenemos que la distancia de acarreo es de 105 m. (2a. velocidad en avance y 2a. velocidad en retroceso).

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

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

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

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

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

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

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 <u>33.25 x 35 x 26</u>	<u>616,509.28</u>	Vida económica (Ve):	_____ años
Valor inicial (Va):	<u>9'617,208.24</u>	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor rescate (Vr): <u>20</u> % = <u>\$1'923,441.65</u>		Motores <u>Diesel</u> de <u>434</u> HP.	
Tasa interés (i): <u>18</u> %		Factor operación:	<u>0.75</u>
Prima seguros (s): <u>2</u> %		Potencia operación:	<u>325.5</u> HP. op.
		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.90</u>

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación : } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{9'617,208.24 - 1'923,441.65}{12\,000} = 5641.15$$

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

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

$$d) \text{ Almacenaje : } A = KD = \frac{0.01 \times 641.15}{1} = 6.41$$

$$e) \text{ Mantenimiento : } M = QD = \frac{0.9 \times 641.15}{1} = 577.04$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 1 801.63

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

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

$$\text{Gasolina: } E = 0.24 \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ HP. op.} \times \$ \underline{\hspace{2cm}} / \text{lt.} =$$

b) Otras fuentes de energía: $\underline{\hspace{2cm}} =$ c) Lubricantes: $L = a P_e$

$$\text{Capacidad carter: } C = \frac{32.2}{\hspace{1cm}} \text{ litros}$$

$$\text{Cambios aceite: } t = \frac{100}{\hspace{1cm}} \text{ horas}$$

$$a = C/t + \frac{0.0035}{1.46} \times 325.5 \text{ HP. op.} = \frac{1.46}{\hspace{1cm}} \text{ lt/hr.}$$

$$L = \frac{1.46}{\hspace{1cm}} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{\hspace{1cm}} / \text{lt.} = 20.44$$

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

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

$$LI = \frac{\hspace{2cm}}{2800} \text{ horas} = \underline{\underline{220.18}}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 305.72

III. OPERACION.

Salario base: \$ Salario real -
operador: : : Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

$$H = 8 \text{ horas} \times \frac{0.83}{\hspace{1cm}} \text{ (factor rendimiento)} = \frac{6.64}{\hspace{1cm}} \text{ horas}$$

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

Suma Operación por Hora

\$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 2,160.00

CONSTRUCTORA _____ Máquina: CARGADOR Hoja No: _____
 _____ Modelo: Michigan 75-111-A Cálculo: C.A.M.
 _____ Datos Adic: 25 yd³ Revisó: CCHH
 OBRA: _____ Fecha: 17-1-80

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: $L = a P_e$

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

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

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

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

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

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

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

Suma Consumos por Hora

\$ 73.74

III. OPERACION.

Salario base: \$ _____

Salario real -
operador: _____

_____:

_____:

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

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

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

DATOS GENERALES

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

I. CARGOS FIJOS.

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

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

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

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

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

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 95.39

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

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

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

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$

Capacidad carter: $C = \frac{6.6}{100}$ litros

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

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

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

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

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

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

Suma Consumos por Hora \$ 101.96

III. OPERACION.

Salario base: \$ _____

Salario real -
operador: _____

_____:

_____:

Sal/turno-prom: \$ 298.77

Horas/turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora \$ 45.00

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D) \$ 242.35

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 x 15 x 3 x 8 = 9 000 horas

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

Cargador 10 yd³ (7.64 m³)

Factor de carga 0.75

Volumen por ciclo 0.75 (7.64) = 5.73 m³

Tiempo del ciclo básico = 25 seg

Tiempo por material = + 2.4 seg

Tiempo por apilado = - 2.4 seg

Poseción del equipo = 0 seg

ciclo = 25 seg = 0.42 min.

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

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

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

$$\text{Factor utilización} = 21\%$$

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

$$\text{Cargador } 6 \text{ yd}^3 (4.58 \text{ m}^3)$$

$$\text{Factor de carga} = 0.75$$

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

$$\text{Tiempo del ciclo} = 0.42 \text{ min.}$$

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

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

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

$$\text{Factor utilización} = 27\%$$

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

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>CARGADOR</u>	Hoja No: _____
_____	Modelo: <u>988 B</u>	Calculó: <u>CAM</u>
_____	Datos Adic: <u>6 yd³</u>	Revisó: <u>C CH M</u>
OBRA: _____		Fecha: <u>17-1-80</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	<u>\$9'508,186,6</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional -	<u>512 442,74</u>	Vida económica (Ve):	_____ años
_____	_____	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor inicial (Va):	<u>8'995,743,90</u>	Motores Diesel de	<u>375</u> HP.
Valor rescate (Vr):	<u>20% = \$1'799,148,80</u>	Factor operación:	<u>70</u>
Tasa interés (i):	<u>18%</u>	Potencia operación:	<u>262.5</u> HP. cp.
Prima seguros (s):	<u>2%</u>	Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>0.90</u>

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación : } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{8'995,743,90 - 1'799,148,80}{12'000} = 599,72$$

$$b) \text{ Inversión : } I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{8'995,743,90 + 1'799,148,80}{2 \times 2000} \times 0,18 = 485,72$$

$$c) \text{ Seguros : } S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{8'995,743,90 + 1'799,148,80}{2 \times 2000} \times 0,02 = 53,57$$

$$d) \text{ Almacenaje : } A = KD = \frac{0,01 \times 599,72}{1} = 6,00$$

$$e) \text{ Mantenimiento : } M = QD = \frac{0,90 \times 599,72}{1} = 539,75$$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 1 685,74

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Suma Consumos por Hora

\$ 254.27

III. OPERACION.

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

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora

\$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 1,992.13

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>TRACTOR</u>	Hoja No: _____
_____	Modelo: <u>D 8</u>	Calculó: <u>C A M</u>
_____	Datos Adic: _____	Revisó: <u>C C H M</u>
OBRA: _____		Fecha: <u>17-1-80</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	<u>\$4'624,070.88</u>	Fecha cotización:	<u>10-1-80</u>
Equipo adicional - cuchilla angulable	<u>477,562.80</u>	Vida económica (Ve):	<u>12</u> años
_____	_____	Horas por año (Ha):	<u>2000</u> hr/año
Valor inicial (Va):	<u>5'101,633.68</u>	Motores <u>Diesel</u> de	<u>300</u> HP.
Valor rescate (Vr): <u>20</u> % = \$ <u>1'020,326.74</u>		Factor operación:	<u>0.75</u>
Tasa interés (i): <u>18</u> %		Potencia operación:	<u>225</u> HP. op.
Prima seguros (s): <u>2</u> %		Coefficiente almacenaje (K):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (Q):	<u>1.0</u>

I. CARGOS FIJOS.

$$a) \text{ Depreciación : } D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{5'101,633.68 - 1'020,326.74}{12000} = \$ 340.11$$

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

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

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

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

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 989.72

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$

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

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

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$

$$\text{Capacidad carter: } C = \frac{33.12}{1} \text{ litros}$$

$$\text{Cambios aceite: } t = \frac{100}{1} \text{ horas}$$

$$a = \frac{C}{t} + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{225}{1} \text{ HP. op.} = \frac{1.12}{1} \text{ lt/hr.}$$

$$L = \frac{1.12}{1} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{1} \text{ /lt.} = 15.68$$

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

$$Ll = \frac{\quad}{\quad} \text{ horas} = \frac{\quad}{\quad}$$

Suma Consumos por Hora

\$ 60.68

III. OPERACION.

Salario base: \$ _____

Salario real = _____

Operador: _____

Costo turno-prom.: \$ 361.67

Costo turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora

\$ 54.46

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D)

\$ 1,104.86



MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

RETROEXCAVADORAS

ing. Carlos M. Chaverri Maldonado

SEPTIEMBRE, 1983.

RETROEXCAVADORAS

Introducción

Las retroexcavadoras son equipos que se utilizan en una amplia variedad de trabajos de excavación, donde el material a excavar se encuentra bajo el nivel del piso en el que se apoya la máquina.

Este tipo de excavadoras existe desde hace mucho tiempo (más de 40 años), y se desarrolló a partir de un diseño básico de orugas y operadas con motor de gasolina o diesel.

Originalmente aparecieron en el mercado de maquinaria de construcción operadas por cable y con capacidad de $3/8$ a $3/4$ yd³. Posteriormente, con el desarrollo del equipo de construcción fueron perdiendo aplicaciones al haber sido desplazadas por equipo operado hidráulico. Recientemente resurgieron con un nuevo diseño, completamente hidráulico y con un mayor poder de excavación dando por resultado una mayor productividad en los trabajos a desarrollar.

Las retroexcavadoras hidráulicas pequeñas, de $3/8$, $1/2$ y $5/8$ yd³ de capacidad, además de trabajar en alcantarillados y líneas de agua como sus antecesoras operadas con cable, hacen obras de excavaciones para cimentaciones y urbanizaciones.

Las retroexcavadoras más grandes de $2 1/2$ a 3 yd³ de capacidad, gracias a su alcance, profundidad y productividad se han abierto paso a nuevas aplicaciones en excavaciones en general,

...

trabajos de cantera y manejo de materiales y han desplazado, - en algunos casos, a los cargadores sobre llantas, palas y dragas, que efectuaban esos trabajos.

Zona de trabajo.

Una retroexcavadora tiene un rango de acción bastante amplio - en el cual se puede mover económica y eficientemente; obtener su carga correctamente, colocar el cucharón para descargar y - finalmente, hacer la descarga.

Zona aproximada de trabajo de una retroexcavadora hidráulica (capacidad de 1 a 3 yd³)

Alcance	10 a 15 m
Profundidad	6 a 10 m
Altura de carga	4 a 7 m

La zona de trabajo se divide en dos áreas:

1.- Area de excavación

El área de excavación esta bajo el piso en el que se apoya la máquina. Está limitada por el alcance de la pluma, brazo de excavación y cucharón. Estas piezas también limitan la máxima profundidad a la cual la máquina puede excavar.

2.- Area de vaciado.

Esta área está sobre el piso y su alcance está definido por la distancia a la que la retroexcavadora puede vaciar su cucharón fuera del área que está excavando, alrededor de sí misma, sin moverse de lugar.

El límite económico de la zona de trabajo se establece mediante

la comparación de algunas alternativas, o con algunas otras máquinas que hagan el mismo trabajo, Por ejemplo, una retroexcavadora tiene características favorables para excavar una zanja, pero su área de vaciado está limitada, Puede moverse utilizando sus medios de tracción y aumentar así su alcance de descarga, dentro de ciertos límites; pero ésto reduce su productividad.

Características de operación:

Movilidad.

Depende del tipo de tracción que posea; puede ser montada sobre orugas o montada sobre llantas.

Las retroexcavadoras más comunes son las montadas sobre orugas. Por lo general, las retroexcavadoras montadas sobre neumáticos, por su mayor movilidad, tienen un uso adecuado para excavaciones de alcantarillas y obras auxiliares en caminos y obras de urbanización.

Se utilizan donde es posible mover grandes volúmenes sin necesidad de desplazamientos grandes.

Las demás características de operación y diseño son:

- a) Alcance
- b) Profundidad de excavación
- c) Área de excavación
- d) Altura de descarga
- e) Giro
- f) Capacidad del cucharón

Estas características, se muestran en la gráfica No. 1

Selección del cucharón apropiado.

Existe un amplio diseño de cucharones cuya selección se hace de acuerdo a:

- Tamaño de la retroexcavadora.
- Tipo y peso del material que va a ser excavado.
- Profundidad y ancho de la zanja que se requiera hacer.

Los fabricantes ofrecen equipos opcionales (cuchillas y dientes), según las necesidades del constructor, así como distintos tipos de cucharones, además de los comúnmente empleados.

Aplicaciones:

Dentro de la amplia variedad de aplicaciones de una retroexcavadora, se pueden mencionar:

- 1 Excavación de zanjas para drenaje y agua potable.
- 2 Alcantarillas y cunetas de caminos.
- 3 Excavación y afinamiento de canales.
- 4 Excavación para cimentación de edificios y casas.
- 5 Alimentación de equipos de trituración y cribado.
- 6 Carga a camiones.
- 7 Levantar pavimentos asfálticos deteriorados.
- 8 Limpieza de terrenos.
- 9 Colocación de tuberías de drenaje y agua potable.
- 10 Excavación de precisión.
- 11 Rellenos.
- 12 Desazolve de canales.

Cálculo de la producción

Factores que afectan la producción:

- Tipo de material
- Peso del material
- Abundamiento del material
- Contenido de humedad
- Facilidad de manejo
- Angulo de reposo

Factores que intervienen en el cálculo de la producción:

- Selección del cucharón
- Rendimiento horario aproximado
- Factor de eficiencia
- Coefficiente por profundidad de corte
- Coefficiente por giro
- Coefficiente por facilidad de carga
- Número de vehículos de acarreo (cuando se esté cargando camiones)

TABLA 1

Rendimiento horario aproximado (m³ en banco) en m³/hora.

Capacidad cucharón (yd ³)	m ³	Suelo arcilloso	Roca bien fragmentada
1	0.75	65 - 76	45 - 57
1 1/4	0.95	76 - 100	60 - 76
1 7/8	1.45	110 - 145	80 - 105
2 1/2	1.90	150 - 195	105 - 150
3	2.30	188 - 295	138 - 188

TABLA 2

Factor de eficiencia

	Min/hora	%	Factor
Excelente	55	92	1.1
Medio	50	83	1.0
Malo	45	75	0.9
Muy malo	40	67	0.8

TABLA 3

Carga fácil	0.95
Carga media	0.85
Carga dura	0.70
Carga muy dura	0.55

TABLA 4

Factor por profundidad de corte

Prof. máx. de corte (m)	Factor
1.5	0.97
3.0	1.15
4.5	1.00
6.0	0.95
7.5	0.85
9.0	0.75

TABLA 5

Factor por ángulo de giro

Angulo de giro	Factor
45°	1.05
60°	1.00
75°	0.93
90°	0.86
120°	0.76
180°	0.61

EJEMPLO:

Se requiere una producción mensual de 15,000 m³ en un terreno de suelo arcilloso, difícil de cargar a una profundidad máxima de excavación de 8.00 m con un ángulo de giro de 90°. Determinar qué capacidad debe tener la retroexcavadora apropiada para este trabajo.

Se trabajará 1 turno, con una eficiencia de 50 min/hora

Solución:

$$\begin{aligned} \text{Horas disponibles por mes} &= 25 \text{ días} \times 8 \text{ h/día} \times 0.83 \\ &= 160 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento teórico necesario por hora} &= \frac{15,000 \text{ m}^3/\text{mes}}{160 \text{ horas/mes}} \\ &= 93.7 \text{ m}^3/\text{hora} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento necesario por hora (según tablas)} &= \frac{\text{Rend. teórico necesario por h.}}{\text{Factor de carga} \times \text{Factor de giro} \times \text{factor de prof. de corte}} \\ &= \frac{93.7 \text{ m}^3/\text{hora}}{0.70 \times 0.86 \times 0.80} \\ &= 195.2 \text{ m}^3/\text{hora} \end{aligned}$$

De la tabla 1, se considera apropiado un equipo con cucharón de 2 1/2 a 3 yd³.

Ejemplo:

Calcular el costo por m³ de material excavado y colocado a un lado de una zanja para alojar unas tuberías para drenaje. Se utiliza una retroexcavadora de 1 yd³, 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 0.9
 Costo horario de la retroexcavadora de 1 yd³ \$ 611.40

Solución:

De la tabla 1

Rendimiento teórico	= 65 m ³ /hora
Rendimiento real	= Rend. teórico x factor de eficiencia x factor de giro x factor de profundidad de corte x factor de carga
	= 65 m ³ /hora x 0.9 x 0.86 x 0.92 x 0.55
	= 25.5 m ³ /hora
Costo Unitario	= <u>Costo horario de la retroexcavadora</u> Rend. real
	= <u>\$ 611.40/hora</u> 25.5 m ³ /hora
	= \$ 23.98/m ³

PROBLEMA

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 3m y un giro de 90° cargándose a camiones de 6 m³.

Equipo disponible

Retroexcavadora 4 yd ³	Koering 1066	Costo horario	\$ 2,378.47
Retroexcavadora 1 1/2 yd ³	LS-5000	Costo horario	\$ 952.69
Draga 2 1/2 yd ³	LS-408	Costo horario	\$ 1899.14
Tiempo de realización 15 meses			

Solución

$$\begin{aligned} \text{Tiempo disponible } 25 \times 15 \times 3 \times 8 &= 9000 \text{ horas} \\ \text{Producción requerida } \frac{2,650,000}{9000} &= 294.5 \text{ m}^3/\text{hora} \end{aligned}$$

de la operación de las máquinas se obtuvieron los resultados siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Koering 1066} &= 131 \text{ m}^3/\text{hora} \\ \text{LS-5000} &= 84.6 \text{ m}^3/\text{hora} \\ \text{Draga} &= 50 \text{ m}^3/\text{hora} \end{aligned}$$

Costos

$$\text{Retroexcavadora } 4 \text{ yd}^3 \quad \frac{2,378.47}{131} = \$18.15/\text{m}^3$$

$$\text{Retroexcavadora } 1 \text{ } 1/2 \text{ yd}^3 \quad \frac{952.69}{84.6} = \$11.26/\text{m}^3$$

$$\text{Draga } 2 \text{ } 1/2 \text{ yd}^3 \quad \frac{1899.14}{50} = \$37.98/\text{m}^3$$

Como puede observarse el costo más bajo lo da la retroexcavadora de 1 1/2 yd³.

CONSTRUCTORA <hr/> <hr/>	Máquina: <u>Retroexcavadora</u> Modelo: <u>Y-90</u> Datos Adlc: <u>1.0 yd3</u>	Hoja No: _____ Calculó: <u>CAM</u> Revisó: <u>CCIM</u> Fecha: <u>24-I-80</u>
OBRA: _____		

DATOS GENERALES

Precio adquisición: \$ <u>2'328,970.80</u> Equipo adicional - <hr/> <hr/>	Fecha cotización: <u>10-I-80</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2000</u> hr/año Motores DIESEL de <u>103</u> HP.	
Valor inicial (Va): <u>2'328,970.80</u> Valor rescate (Vr): <u>0</u> % = \$ _____ Tasa interés (i): <u>18</u> % Prima seguros (s): <u>2</u> %	Factor operación: <u>0.75</u> Potencia operación: <u>77.25</u> HP. op. Coefficiente almacenaje (K): <u>0.01</u> Factor mantenimiento (Q): <u>0.8</u>	

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación : $D = \frac{Va - Vr}{- Ve} = \frac{2'328,970.80 - 0}{10,000} = \$ 232.90$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{2'328,970.80 + 0}{2 \times 2000} 0.18 = 104.80$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{2'328,970.80 + 0}{2 \times 2000} 0.02 = 11.64$

d) Almacenaje : $A = KD = \frac{0.01 \times 232.90}{1} = 2.32$

e) Mantenimiento : $M = QD = \frac{0.8 \times 232.90}{1} = \underline{\underline{186.32}}$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 537.98

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times \frac{77.25 \text{ HP. op.} \times \$ 1.00}{\text{lt.}} = \$ 15.45$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \frac{\text{HP. op.} \times \$}{\text{lt.}} =$

b) Otras fuentes de energía: _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$
 Capacidad carter: $C = \frac{11.4}{100}$ litros
 Cambios aceite: $t = \frac{100}{\text{horas}}$
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{77.25 \text{ HP. op.}}{\text{lt./hr.}} = \frac{0.38}{\text{lt./hr.}}$
 $L = \frac{0.38}{\text{lt./hr.}} \times \$ \frac{14}{\text{lt.}} = 5.32$

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas)
 (vida económica)
 Vida económica: $Hv = \text{_____ horas}$
 $Ll = \frac{\text{_____}}{\text{horas}} = \underline{\underline{0}}$

Suma Consumos por Hora \$ 20.77

III. OPERACION.

Salario base: \$ _____

Salario real -
 operador: _____

_____: _____

_____: _____

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

Operación = $0 = \frac{S}{H} = \frac{349.60}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{\underline{52.65}}$

Suma Operación por Hora \$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D) \$ 611.40

CONSTRUCTORA <hr/> <hr/> OBRA: _____	Máquina: <u>RETROEXCAVADORA</u> Modelo: <u>GC-120</u> Datos Adic: <u>1.5 YD³</u>	Hoja No: _____ Calculó: <u>CAM</u> Revisó: <u>CCIM</u> Fecha: <u>24-1-80</u>
---	--	---

DATOS GENERALES

Precio adquisición: <u>\$ 3'795.000.00</u> Equipo adicional - _____ Valor inicial (Va): <u>3'795,000.00</u> Valor rescate (Vr): <u>0 % = \$ 0</u> Tasa interés (i): <u>18 %</u> Prima seguros (s): <u>2 %</u>	Fecha cotización: <u>10-1-80</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2,000</u> hr/año Motores <u>DIESEL</u> de <u>115</u> HP. Factor operación: <u>0.75</u> Potencia operación: <u>86.25</u> HP. op. Coeficiente almacenaje (K): <u>0.01</u> Factor mantenimiento (Q): <u>0.8</u>
--	--

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación : $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{3'795,000 - 0}{10,000} = \$ 379.5$

b) Inversión : $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i = \frac{3'795,000 + 0}{2 \times 2,000} \times 0.18 = 170.77$

c) Seguros : $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s = \frac{3'795,000 + 0}{2 \times 2000} \times 0.02 = 18.97$

d) Almacenaje : $A = KD = \frac{0.01 \times 379.5}{1} = 3.79$

e) Mantenimiento : $M = QD = \frac{0.8 \times 379.5}{1} = \underline{\underline{303.60}}$

Suma Cargos Fijos por Hora \$ 876.63

CONSUMOS.

a) Combustible : $E = e P_c$

Diesel : $E = 0.20 \times 86.25 \text{ HP. op.} \times \$ 1.00 / \text{lt.} = \$ 17.25$

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

b) Otras fuentes de energía : _____ =

c) Lubricantes: $L = a P_e$

Capacidad carter: $C = \frac{14.7}{100}$ litros

Cambios aceite : $t =$ horas

$a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times 86.25 \text{ HP. op.} = 0.44 \text{ lt/hr.}$

$L = 0.44 \text{ lt/hr} \times \$ 14 / \text{lt.} = 6.16$

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

Vida económica: $Hv =$ horas

$Ll =$ _____ horas = 0

Suma Consumos por Hora \$ 23.41

III. OPERACION.

Salario base : \$ _____

Salario real ~
operador : _____

_____ :

_____ :

Sal/turno-prom: \$ 349.60

Horas/turno-prom.: (H)

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

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

Suma Operación por Hora \$ 52.65

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D) \$ 952.69

CONSTRUCTORA <hr/> <hr/> <hr/> OBRA: _____	Máquina: <u>DRAGA</u> Modelo: <u>LS-408</u> Datos Adic: <u>2.5 YD³</u>	Hoja No: _____ Calculó: <u>CAM</u> Revisó: <u>CCIM</u> Fecha: <u>24-I-80</u>
---	--	---

DATOS GENERALES

Precio adquisición: <u>\$7'771,608.00</u> Equipo adicional: _____ <hr/> Valor inicial (Va): <u>7'771,608.00</u> Valor rescate (Vr): <u>0</u> % = \$ <u>0</u> Tasa interés (i): <u>18</u> % Prima seguros (s): <u>2</u> %	Fecha cotización: <u>10-I-80</u> Vida económica (Ve): <u>5</u> años Horas por año (Ha): <u>2,000</u> hr/año Motores DIESEL de <u>194</u> HP. Factor operación: <u>0.75</u> Potencia operación: <u>145.5</u> HP. op. Coeficiente almacenaje (K): <u>0.01</u> Factor mantenimiento (Q): <u>0.8</u>
---	---

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación :	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$= \frac{7'771,608 - 0}{10,000}$	= \$ 777.16
b) Inversión :	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i$	$= \frac{7'771,608 + 0}{2 \times 2,000}$	0.18 = 349.72
c) Seguros :	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	$= \frac{7'771,608 + 0}{2 \times 2,000}$	0.02 = 38.86
d) Almacenaje :	A = KD	$= \frac{0.01 \times 777.16}{1}$	= 7.77
e) Mantenimiento :	M = QD	$= \frac{0.8 \times 777.16}{1}$	= <u>621.72</u>
Suma Cargos Fijos por Hora			\$ <u>1,795.23</u>

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times 145.5 \text{ HP. op.} \times \$ 1.00 / \text{lt.} = \$ 29.10$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP. op.} \times \$ \text{ /lt.} =$

b) Otras fuentes de energía: _____

c) Lubricantes: $L = a P_e$
 Capacidad carter: $C = \frac{14.4}{100}$ litros
 Cambios aceite: $t = \text{_____}$ horas
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times 145.5 \text{ HP. op.} = \frac{0.65}{\text{_____}}$ lt/hr.
 $L = \frac{0.65}{\text{_____}} \text{ lt/hr} \times \$ \frac{14}{\text{_____}} / \text{lt.} = 9.10$

d) Llantas: $LI = \frac{VII}{H_v}$ (valor llantas)
 (vida económica)
 Vida económica: $H_v = \text{_____}$ horas
 $LI = \text{_____}$ horas = 0

Suma Consumos por Hora \$ 38.20

III. OPERACION.

Salario base: \$ _____

Salario real -

operador: _____

_____:

_____:

Sal/turno-prom: \$ 436.36

Horas/turno-prom.: (H)

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

Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{436.36}{6.64 \text{ horas}} = \$ 65.71$

Suma Operación por Hora \$ 65.71

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D) \$ 1,899.14

CONSTRUCTORA	Máquina: <u>RETRO EXCAVADORA</u>	Hoja No: _____
_____	Modelo: <u>KOERING 1066</u>	Calculó: <u>CAM</u>
_____	Datos Adic: <u>4 Yd3</u>	Revisó: <u>CCIM</u>
OBRA: _____	_____	Fecha: <u>24-1-80</u>

DATOS GENERALES

Precio adquisición:	\$ <u>9'600,000.00</u>	Fecha cotización: <u>10-1-80</u>
Equipo adicional =	_____	Vida económica (Ve): <u>5</u> años
_____	_____	Horas por año (Ha): <u>2,000</u> hr/año
_____	_____	Motores DIESEL de <u>450</u> HP.
Valor inicial (Va):	<u>9'600,000.00</u>	Factor operación: <u>0.75</u>
Valor rescate (Vr):	<u>0 % = \$ _____</u>	Potencia operación: <u>337.5</u> HP. op.
Tasa interés (i):	<u>18 %</u>	Coefficiente almacenaje (K): <u>0.01</u>
Prima seguros (s):	<u>2 %</u>	Factor mantenimiento (Q): <u>0.08</u>

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación :	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	$= \frac{9'600,000.00}{10,000}$	= \$ <u>960.00</u>
b) Inversión :	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i$	$= \frac{9'600,000.00}{2 \times 2,000.00} \times 0.18$	= <u>432.00</u>
c) Seguros :	$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s$	$= \frac{9'600,000.00}{2 \times 2,000} \times 0.02$	= <u>48.00</u>
d) Almacenaje :	$A = KD$	$= 0.01 \times 960$	= <u>9.60</u>
e) Mantenimiento :	$M = QD$	$= 0.8 \times 960$	= <u>768.00</u>
Suma Cargos Fijos por Hora			\$ <u>2,217.60</u>

CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times 337.5 \text{ HP. op.} \times \$ 1.00 / \text{lt.} = \$ 67.50$
 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: $L = a P_e$
 Capacidad carter: $C = \underline{\hspace{2cm}}$ litros
 Cambios aceite: $t = \underline{\hspace{2cm}}$ horas
 $a = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \underline{337.5} \text{ HP. op.} = \underline{1.3} \text{ lt/hr.}$
 $L = \underline{1.3} \text{ lt/hr} \times \$ \underline{14.00} / \text{lt.} = 18.20$

d) Llantas: $Ll = \frac{VII}{Hv}$ (valor llantas)
 (vida económica)
 Vida económica: $Hv = \underline{\hspace{2cm}}$ horas
 $Ll = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{0}$

Suma Consumos por Hora \$ 85.70

III. OPERACION.

Salario base: \$

Salario real -
 operador:

 :
 :

Sal/turno-prom: \$ 499.15

Horas/turno-prom.: (H)

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

Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{499.15}{6.64 \text{ horas}} = \$ \underline{75.17}$

Suma Operación por Hora \$ 75.17

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (H M D) \$ 75.17



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

OTROS EQUIPOS

Ing. Carlos M. Chavarri Malcónado

SEPTIEMBRE, 1983.

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 requirieron 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 yd³ 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, -

que actualmente las plantas móviles nos permiten una más rápida instalación y en consecuencia se reduce el tiempo para iniciar la producción. Las modificaciones a sus mecanismos y tamaños nos permiten poder obtener mejores costos y programas más ambiciosos además de control más adecuado en el tamaño de los agregados obtenidos. Los molinos han sido desplazados por la trituradora de conos que es la máquina idónea para integrar grupos móviles secundarios y terciarios que permiten procesar cualquier tipo de roca.

El mezclar o revolver materiales pétreos, con asfaltos o agua es muy común en la elaboración de mezclas asfálticas o bases hidráulicas respectivamente.

Existen equipos que nos permiten ahorrar horas motoconformadora en el mezclado de bases hidráulicas, al realizar dicha mezcla antes de su colocación obteniendo mayor producción en su tendido y una reducción considerable en el número de pipas y -- motoconformadoras.

Las mezclas asfálticas se realizan en plantas, que pueden ser del tipo continuo o discontinuo. En nuestro país se está incrementando el número de plantas continuas pues el mito que se tenía con relación en su dificultad para calibrarlas va desapareciendo rápidamente al mejorarse sus sistemas de operación, que han cambiado de mecánicos a electrónicos. Así mismo una mejor clasificación de materiales nos permite en las plantas modernas

reducir el recribado y obtener costos horarios más bajos así como mayores producciones.

En lo referente a colocación de material de sello, se tienen actualmente equipos autopropulsados que han permitido aumentar de una manera considerable la producción.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

TALLER

Ing. Carlos Martínez González

SEPTIEMBRE, 1983.

PROBLEMA

1.- A PARTIR DE LOS DATOS DEL PROYECTO GEOMETRICO QUE SE MUESTRA, (PERFIL Y CURVA MASA), ANALICE LOS RENDIMIENTOS DE UN SISTEMA: TRACTOR-EMPUJADOR-MOTOESCREPA. -- CON EL PROPOSITO DE DETERMINAR LOS COSTOS UNITARIOS - DIRECTOS DE EXCAVACION Y ACARREOS, EN FUNCION DE LOS SIGUIENTES DATOS:

- SE USARAN:

TRACTOR D8 Y MOTOESCREPAS TS-14B

- TRANSITARAN SOBRE UN CAMINO SIN REVESTIR.

- COEFICIENTE DE TRACCION = 0.45

- PESO DE LA MAQUINA EN LAS RUEDAS MOTRICES = 55%

- FACTOR DE VELOCIDAD = 0.65

- EFICIENCIA = 45 MIN/HORA.

- ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR = 800 M.

- TIEMPOS FIJOS = 1.5 MIN.

- EL MATERIAL ES UN LIMO ARCILLOSO CUYAS CARACTERÍSTICAS SON:

PESO VOLUMETRICO EN BANCO = 1640 KG/M^3

PESO VOLUMETRICO SUELTO = 1260 KG/M^3

- EN GENERAL LOS TERRAPLENES SE CONSTRUIRAN CON EL PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES, DE ACUERDO CON EL DIAGRAMA DE MASAS, EXCEPTO LOS INDICADOS CON (A) Y (B), PARA CUYOS CASOS SE TIENE LO SIGUIENTE:

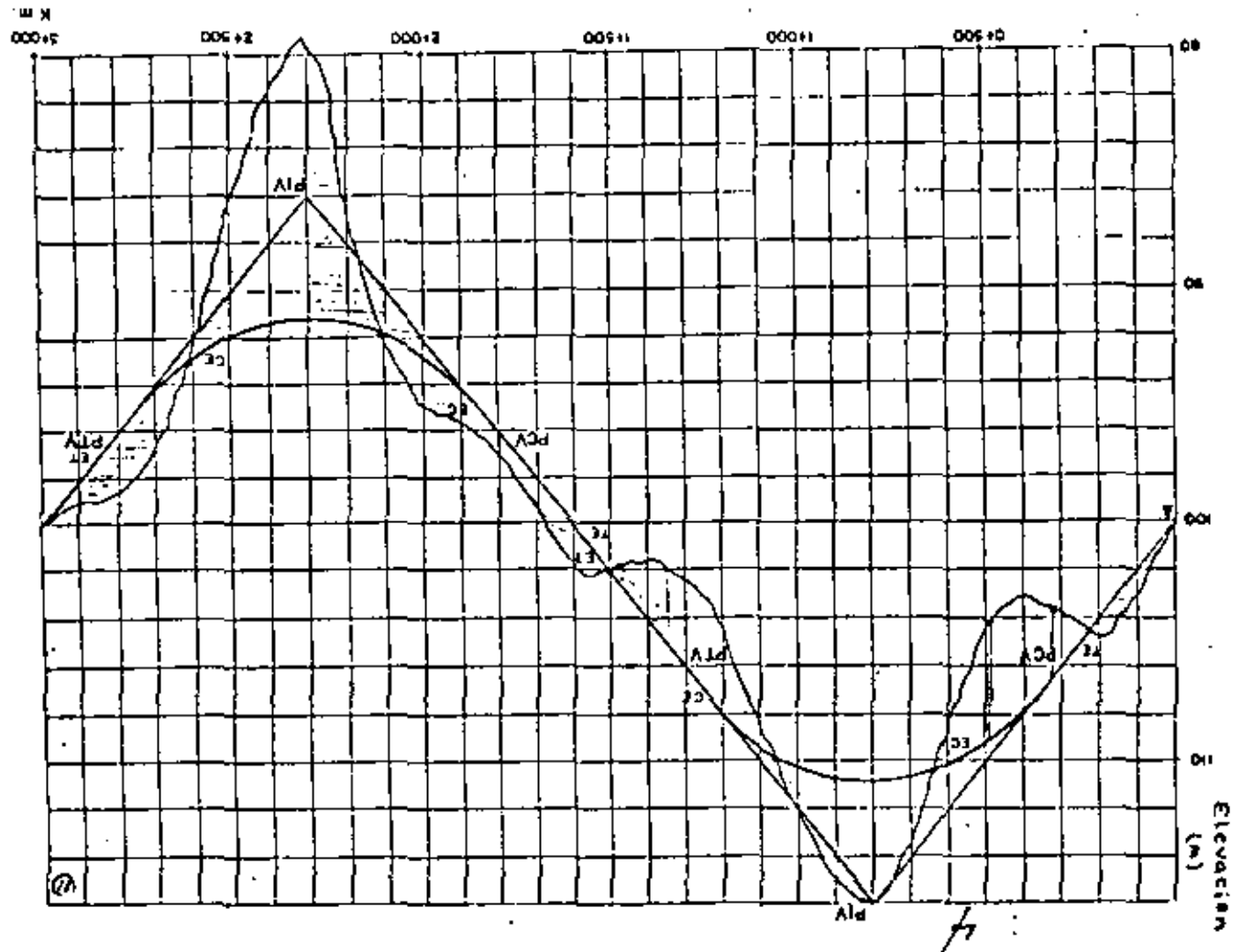
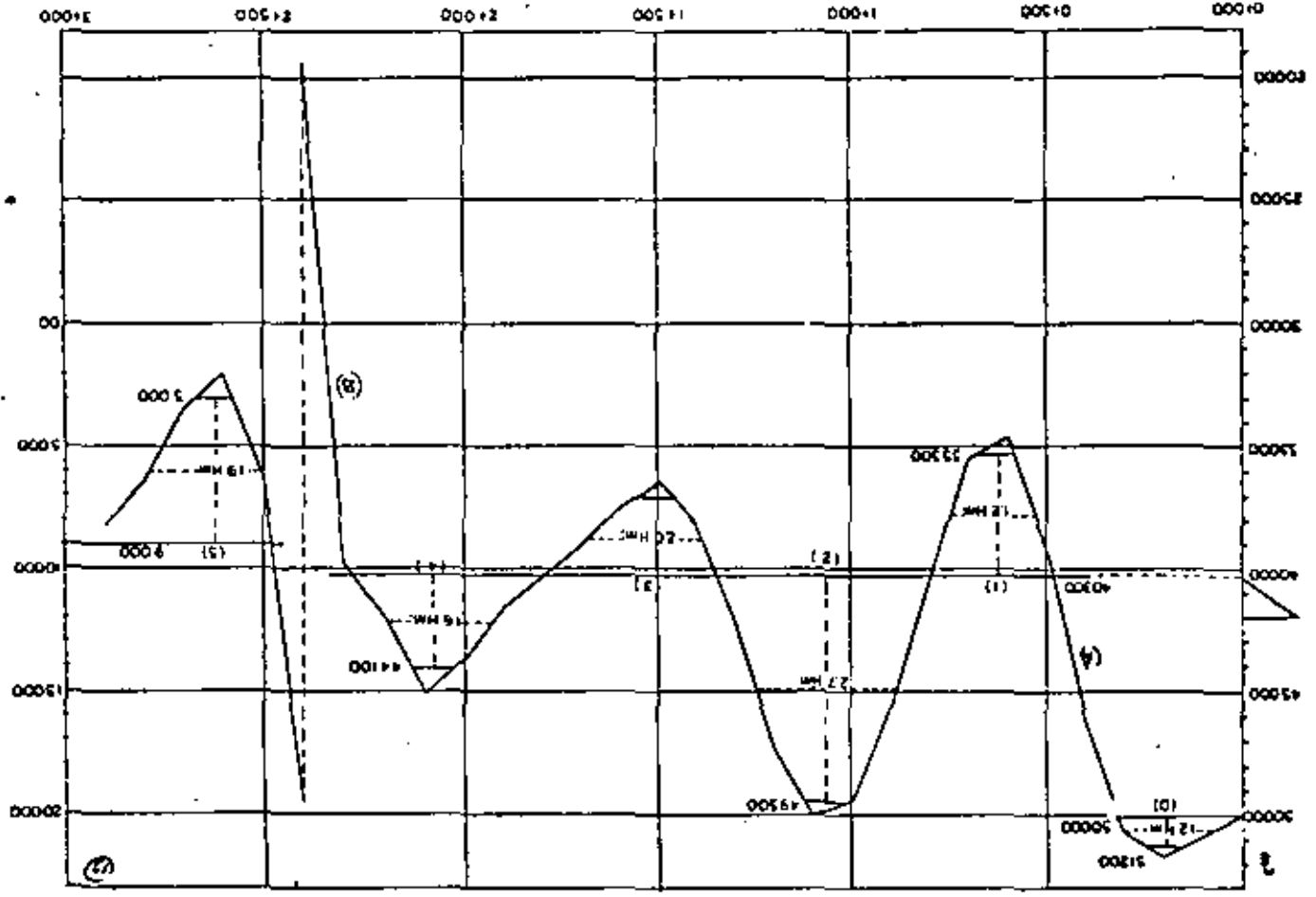
PRESTAMO (A).- UBICADO EN UNA FRANJA DE 20 M. PARALELA AL EJE DEL CAMINO, A UNA DISTANCIA DE 40 A 60M., MEDIDA TRANSVERSALMENTE DESDE EL EJE DEL CAMINO.

PRESTAMO (B).- UBICADO EN UNA AREA DE 200 x 200 M., A 520 M. DE CENTRO DE EXTRACCION A CENTRO DEL TIRO.

- LOS PENDIENTES DE ACARREO SE INDICAN EN LA CURVA MASA.
- EL TIEMPO DEL CICLO DEL TRACTOR EMPUJADOR ES DE ---
2.3 MIN.

D E T E R M I N E :

- A).- EL TIEMPO DEL CICLO DE LAS MOTOESCROPAS EN CADA UNO DE LOS TRAMOS.
- B).- EL CONJUNTO MOTOESCROPAS - TRACTOR OPTIMO.
- C).- EL COSTO PROMEDIO POR M³ EXCAVADO Y ACARREADO, --- MEDIDO EN BANCO.
- D).- EL EQUIPO REQUERIDO PARA REALIZAR EL TRABAJO EN - 90 DIAS HABILES CON TURNOS DE 8 HORAS.



CONSTRUCTORA: _____

⁵
MÁQUINA: _____

HOJA No.: _____

MODELO: _____

CALCULÓ: _____

DATOS ADIC: _____

REVISÓ: _____

OBRA: _____

FECHA: _____

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN: \$ _____

FECHA COTIZACIÓN: _____

EQUIPO ADICIONAL -
Bandas _____

VIDA ECONÓMICA (VE): _____ AÑOS.

HORAS POR AÑO (HA): _____ HR/AÑO.

MOTORES: _____ DE _____ HP.

VALOR INICIAL (VA): _____

FACTOR OPERACIÓN: _____

VALOR RESCATE (VR): $\frac{\%}{\$}$ _____

POTENCIA OPERACIÓN: _____ HP.OP.

TASA INTERÉS (I): $\frac{\%}{}$ _____

COEFICIENTE ALMACENAJE (K): _____

PRIMA SEGUROS (S): $\frac{\%}{}$ _____

FACTOR MANTENIMIENTO (Q): _____

I. CARGOS FIJOS.

A). DEPRECIACIÓN: $D = \frac{VA - VR}{VE} = \underline{\hspace{2cm}} = \$$

B). INVERSIÓN: $I = \frac{VA + VR}{2 HA} j = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}} =$

C). SEGUROS: $S = \frac{VA + VR}{2 HA} s = \underline{\hspace{2cm}} \times 0.03 =$

D). ALMACENAJE: $A = KD = \underline{\hspace{2cm}} =$

E). MANTENIMIENTO: $M = QD = \underline{\hspace{2cm}} =$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA

\$

II. CONSUMOS.

6

A). COMBUSTIBLE: $E = E Pc$

DIESEL: $E = 0.20 \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ HP. OP. } \times \$ \underline{\hspace{2cm}} / \text{LT.} = \$$

GASOLINA: $E = 0.24 \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ HP. OP. } \times \$ \underline{\hspace{2cm}} / \text{LT.} =$

B). OTRAS FUENTES DE ENERGIA: $\underline{\hspace{4cm}} =$

C). LUBRICANTES: $L = A Pe$

CAPACIDAD CARTER: $C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ LITROS.}$

CAMBIO ACEITE: $T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ HORAS.}$

$A = C/T + \frac{0.0035}{0.0030} \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ HP. OP. } = \underline{\hspace{2cm}} \text{ LT/HR.}$

$L = \underline{\hspace{2cm}} \text{ LT/HR } \times \$ \underline{\hspace{2cm}} / \text{LT.} =$

D). LLANTAS: $LI = \frac{VII \text{ (VALOR LLANTAS)}}{HV \text{ (VIDA ECONOMICA)}} \text{ Bandas } Hv = 3500$

VIDA ECONOMICA: $Hv = \underline{\hspace{2cm}} \text{ HORAS } \$ \underline{\hspace{2cm}}$

$LI = \underline{\hspace{4cm}} =$
HORAS

SUMA CONSUMOS POR HORA \$

III. OPERACION.

SALARIO BASE: \$

SALARIO REAL -

OPERADOR:

 ;

 ;

SAL/TURNO-PROM: \$

HORAS/TURNO-PROM.: (H)

$H = 8 \text{ HORAS } \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ (FACTOR RENDIMIENTO) } = \underline{\hspace{2cm}} \text{ HORAS}$

OPERACION = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ \underline{\hspace{2cm}}}{\text{HORAS}} = \$$

SUMA OPERACION POR HORA \$

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (RMD) \$



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERPACERIAS

PRINCIPALES FACTORES EN LA SELECCION
DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

Ing. Fernando Favela Lecroya

SEPTIEMBRE, 1983.

PRINCIPALES FACTORES EN LA SELECCION
DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

1

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

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

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

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

000 2

VOLUMENES POR EJECUTAR

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

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

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

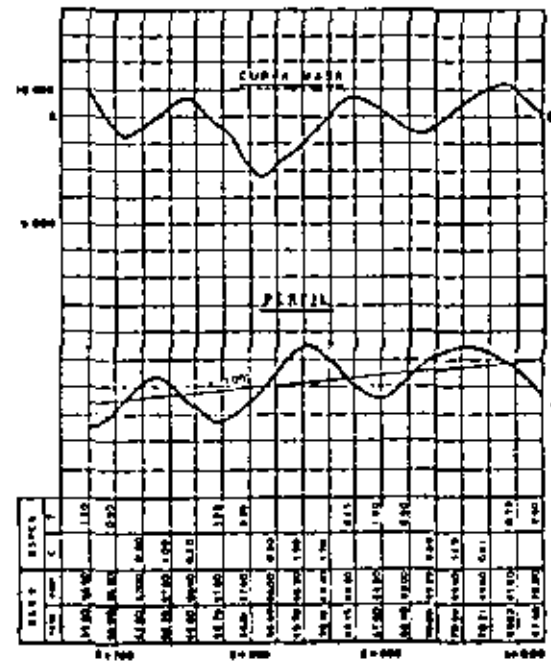
Curva Masa. - Es una gráfica dibujada en ejes cartesianos, donde las ordenadas representan volúmenes acumulados de excavación o relleno, según la línea sea ascendente o descendente, y las abscisas el cadennamiento sobre el eje del trazo.

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 cadennamiento 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		CANTIDADES		VOLÚMENES		CANTIDADES		VOLÚMENES		CANTIDAD	CANTIDAD
	TRAZO	TERRENO	EXCAVACION	RELLENO	EXCAVACION	RELLENO	EXCAVACION	RELLENO	EXCAVACION	RELLENO		
2+000	85.21	85.19	100	0	100	0	0	0	0	0	100	0
2+100	85.00	84.95	100	0	200	0	0	0	0	0	200	0
2+200	84.80	84.80	0	100	0	100	0	100	0	0	0	100
2+300	84.60	84.60	0	100	0	200	0	200	0	0	0	200
2+400	84.40	84.40	0	100	0	300	0	300	0	0	0	300
2+500	84.20	84.20	0	100	0	400	0	400	0	0	0	400
2+600	84.00	84.00	0	100	0	500	0	500	0	0	0	500
2+700	83.80	83.80	0	100	0	600	0	600	0	0	0	600
2+800	83.60	83.60	0	100	0	700	0	700	0	0	0	700
2+900	83.40	83.40	0	100	0	800	0	800	0	0	0	800
3+000	83.20	83.20	0	100	0	900	0	900	0	0	0	900
3+100	83.00	83.00	0	100	0	1000	0	1000	0	0	0	1000
3+200	82.80	82.80	0	100	0	1100	0	1100	0	0	0	1100
3+300	82.60	82.60	0	100	0	1200	0	1200	0	0	0	1200
3+400	82.40	82.40	0	100	0	1300	0	1300	0	0	0	1300
3+500	82.20	82.20	0	100	0	1400	0	1400	0	0	0	1400
3+600	82.00	82.00	0	100	0	1500	0	1500	0	0	0	1500
3+700	81.80	81.80	0	100	0	1600	0	1600	0	0	0	1600
3+800	81.60	81.60	0	100	0	1700	0	1700	0	0	0	1700
3+900	81.40	81.40	0	100	0	1800	0	1800	0	0	0	1800
4+000	81.20	81.20	0	100	0	1900	0	1900	0	0	0	1900
4+100	81.00	81.00	0	100	0	2000	0	2000	0	0	0	2000



PROPIEDADES DE LA CURVA MASA:

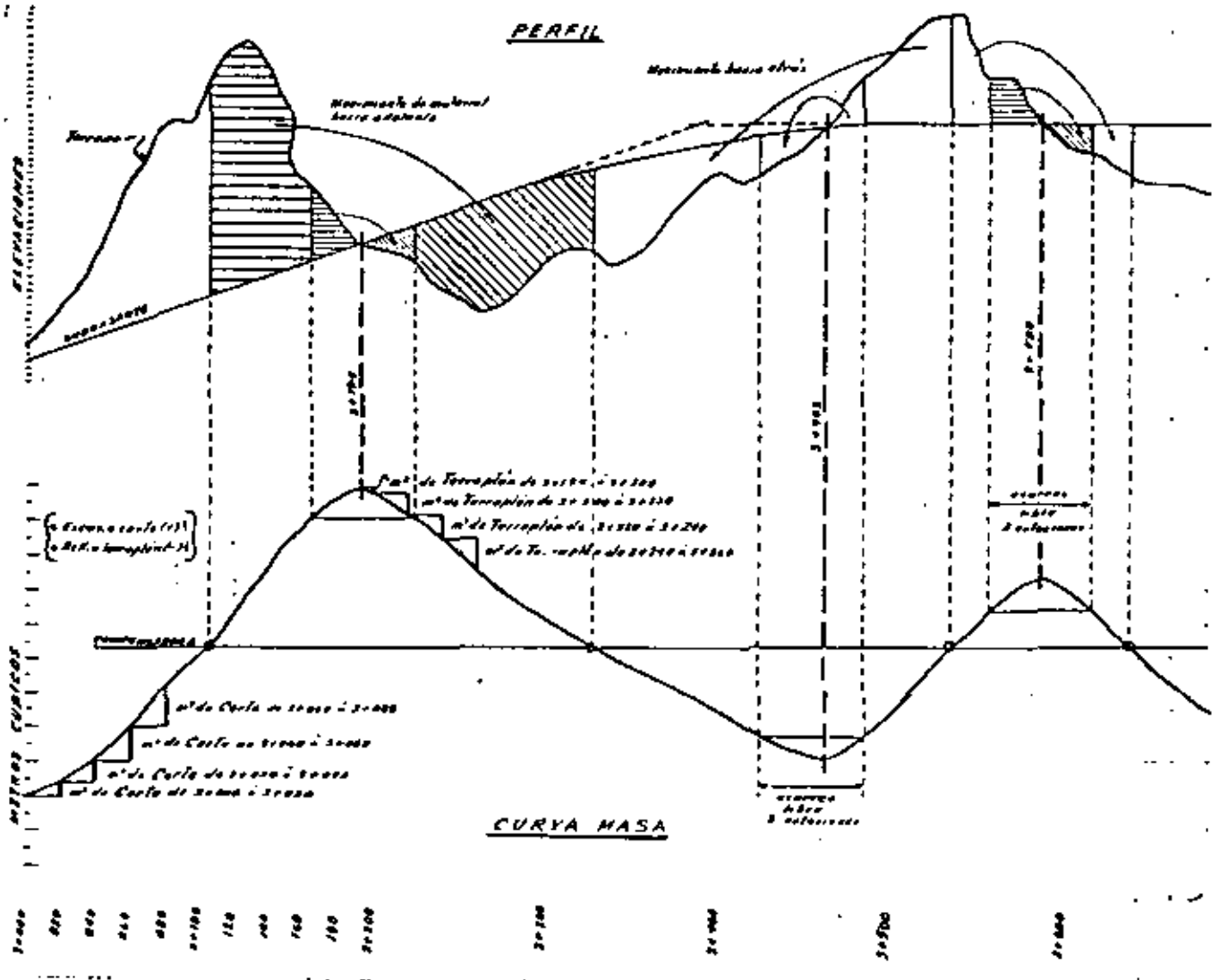
- 1).- Entre los límites de una excavación, la curva crece de izquierda a derecha; y decrece cuando hay terraplén.
- 2).- En las estaciones donde hay cambio de excavación a relleno (línea de paso), habrá un máximo, y viceversa; habrá un mínimo en los cambios de relleno a corte.
- 3).- Cualquier línea horizontal que corte a la curva -- masa, marcará puntos consecutivos entre los cuales habrá compensación, es decir, que entre ellos el volumen de corte iguala al de terraplén.
- 4).- La diferencia de ordenadas entre dos puntos, representará el volumen de terracería dentro de la distancia comprendida entre esos dos puntos.
- 5).- Cuando la curva queda encima de la línea horizontal compensadora que se escoge para ejecutar la construcción, los acarrees de material se harán -- hacia adelante, y cuando la curva quede abajo, los acarrees serán hacia atrás.
- 6).- El área comprendida entre la curva masa y una horizontal cualquiera compensadora, es el producto de un volumen por una distancia, y nos representa el volumen por la longitud media de acarreo, lo que se expresa en metros cúbicos-estación (en este 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 descende, indicará que hace falta material para terraplén, que no podemos obtener de la excavación; en este caso debe tractarse 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.



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

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

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

MÉTODOS GEOSÍSMICOS PARA DETERMINAR LA ATACABILIDAD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se comprueba que para:

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

Se tiene: $t_2 < t_1$

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

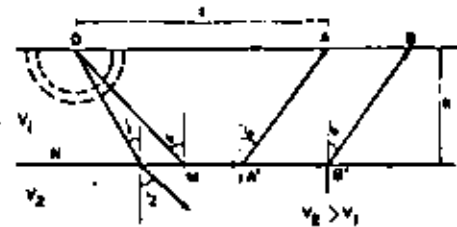
Para $x = x_0$ se tiene $t_1 = t_2$; de la relación precedente se obtiene:

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

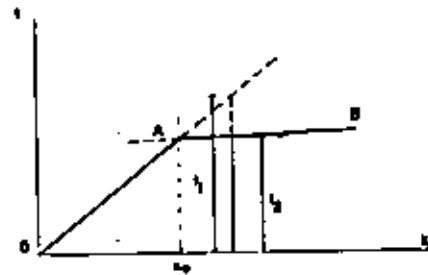
conociendo v_1 y v_2 y determinando experimentalmente x_0 , se puede obtener H .

Esta teoría, es aplicable a varias capas, entendiéndose que las velocidades de las diferentes capas crecen desde la superficie hacia abajo. El método 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

$$\chi < \chi_0$$

La parte AB, corresponde para la primera onda percibida

$$\chi > \chi_0$$

Las dos curvas se cortan en A, que da χ_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 escarpas. El volumen de relleno es el volumen del material después de que ha sido colocado y compactado.

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

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

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/m³ y su peso volumétrico suelto es de 1630 kg/m³ 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 m³ sueltos que se están acarreado a m³ en banco.

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

abundamiento es del 251

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

10

REDUCCION VOLUMETRICA

20

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.

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

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

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

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

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

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

donde:

T = peso volumétrico en terraplén

B = peso volumétrico en banco

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

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



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACION Y TERRACERIAS

MÉTODOS DE
SELECCION DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

Ing. Fernandr Favela Lczoya

SEPTIEMBRE, 1983.

VALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VALUACION DE INSUMOS

Al considerar los insumos y su costo, así como sus beneficios, estamos realmente tomando en cuenta los flujos de ingresos y recuperaciones, sin embargo tanto los ingresos como las recuperaciones, se verifican a través del tiempo y vamos a ver que el factor tiempo tiene gran importancia.

Ya que nuestro objetivo es el económico, al valorar insumos y productos utilizamos como medio de valuación una unidad monetaria, sin embargo el valor de la unidad monetaria es función del tiempo, y dado que la corriente de beneficios y costos ocurre a lo largo del tiempo, no es posible compararlos y plantear la necesidad de uniformizar sus valores antes de proceder a la suma.

Los procedimientos usados para uniformizar este valor se basan en las fórmulas de interés compuesto, para utilizar estas fórmulas se consideran una tasa de pérdida de valor que se denomina tasa de actualización y también tasa de interés mínima aceptable.

INTERES COMPUESTO

Llamando "F" al valor futuro de un Capital, "C" al interés compuesto, colocado a una tasa "i" durante "n" número de años, tendremos que el capital acumulado al final del enésimo intervalo es $C(1+i)^n$. Tomando la notación arriba indicada,

$$F = C(1+i)^n$$

Donde reemplazando "i" es la tasa de interés usada, y "n" es el número de intervalos de tiempo que componen el periodo comprendido entre hoy (Capital "C") y el futuro (Capital "F"). Al factor $(1+i)^n$ le llamaremos "Factor de valor futuro".

Despejando "C" tendremos

$$C = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Que nos da el valor actualizado de un capital "F" futuro a "n" intervalos de tiempo a partir de hoy. Al factor $\frac{1}{(1+i)^n}$ se le llama

"Factor de valor actualizado".

Estos factores se encuentran tabulados en los libros de interés compuesto o de Ingeniería Económica para diferentes valores de "i" y de "n". Al final del capítulo se presenta una tabla de los factores de valor actualizado como ejemplo.

Utilizando estas fórmulas de interés compuesto es posible uniformizar valores de Capitales que se usan o reciben a través del tiempo, de modo que sean comparables y puedan utilizarse para poder tomar una decisión.

EL METODO DEL VALOR ACTUALIZADO

Consiste en obtener los valores presentes equivalentes a los capitales futuros, tanto de ingresos como de recuperaciones. Se utiliza por supuesto la fórmula del interés compuesto, multiplicando a cada valor futuro por el factor de valor actualizado correspondiente. Cuando se usan simultáneamente egresos y recuperaciones en una alternativa, en general se asocian a ellos signos contrarios; signo positivo para las recuperaciones y signo negativo para los egresos.

El valor actualizado equivalente será egreso o recuperación actualizado si la suma algebraica resulta negativa o positiva respectivamente. Generalmente se actualizan por separado los beneficios y los costos, pues para comparar las diversas alternativas, se usan como criterio de comparación, no solo el resultante final de la suma algebraica, sino el cociente de los beneficios sobre costos actualizados, otro procedimiento conveniente dependiendo de la naturaleza del problema.

Estos métodos son tanto más importantes en la forma de decisiones en la construcción cuanto mayor sea el tiempo de ejecución de la obra, puesto que las diferencias entre los capitales no actualizados y actualizados será mayor.

Al tomar decisiones dentro del ámbito de la empresa, si es muy importante considerar la variación con el tiempo del valor del dinero, ya que la empresa efectúa sus operaciones a lo largo de tiempos considerablemente largos.

TABLAS DE INTERES COMPUESTO
FACTORES DE ACTUALIZACIÓN

No.	1%		12%	
	Pago Simple	Serie Uniforme de pagos	Pago Simple	Serie Uniforme de pagos
1	0.9901	0.990	0.8929	0.893
2	0.9803	1.970	0.7972	1.890
3	0.9706	2.941	0.7118	2.402
4	0.9610	3.902	0.6301	3.037
5	0.9515	4.853	0.5574	3.695
6	0.9420	5.795	0.5006	4.111
7	0.9327	6.728	0.4523	4.584
8	0.9235	7.652	0.4099	4.983
9	0.9143	8.566	0.3808	5.328
10	0.9053	9.471	0.3520	5.630
11	0.8963	10.368	0.2875	5.938
12	0.8874	11.255	0.2567	6.195
13	0.8787	12.134	0.2292	6.424
14	0.8700	13.004	0.2048	6.628
15	0.8613	13.865	0.1827	6.811
16	0.8528	14.718	0.1631	6.974
17	0.8444	15.562	0.1458	7.120
18	0.8360	16.398	0.1300	7.250
19	0.8277	17.226	0.1161	7.365
20	0.8195	18.046	0.1037	7.466
21	0.8114	18.857	0.0926	7.552
22	0.8034	19.660	0.0826	7.645
23	0.7954	20.456	0.0738	7.718
24	0.7876	21.243	0.0659	7.784
25	0.7798	22.023	0.0588	7.843
26	0.7720	22.795	0.0525	7.893
27	0.7644	23.560	0.0469	7.915
28	0.7568	24.318	0.0419	7.954
29	0.7493	25.068	0.0374	8.022
30	0.7419	25.808	0.0334	8.055
31	0.7346	26.542	0.0298	8.063
32	0.7273	27.273	0.0266	8.112
33	0.7201	27.990	0.0233	8.155
34	0.7201	27.703	0.0212	8.157
35	0.7050	29.409	0.0189	8.176
40	0.6717	32.835	0.0107	8.244
45	0.6391	36.095	0.0061	8.293
50	0.6060	50.108	0.0035	8.355
75	0.4741	52.567		
100	0.3697	63.053		

TOMA DE DECISION

PRUEBA DEL MODELO

Es muy conveniente que al desarrollar un modelo, para que represente convenientemente el sistema se pruebe continuamente mientras se está construyendo.

Al terminar el modelo se realizan pruebas para garantizar su propiedad. Si el modelo tiene deficiencias, es decir las salidas, no corresponden a la realidad del sistema, pueden deberse a que no se seleccionaron adecuadamente las variables significativas, o bien las relaciones entre variables no corresponden a la realidad.

Pueden también probarse el modelo a través de pruebas parciales o restringidas de las soluciones propuestas siempre que esto sea posible.

SENSIBILIDAD

Sensibilidad de un sistema en general se refiere al cambio o cambios en los parámetros del sistema (coeficiente o en su caso entradas).

La sensibilidad tiene especial importancia, pues le indica al ingeniero como se comporta una decisión cuando las condiciones cambian por alguna razón.

El estudio de la sensibilidad es muy importante para formar la decisión, puede ser que una decisión tenga alta sensibilidad, esto es vulnerable a pequeños cambios de las variables controlables. Cuando esto sucede es muy conveniente realizar una investigación que nos asegure la validez de los datos que están siendo evaluados.

SELECCIÓN DE LA VIA DE ACCION

Cualquiera que sea el sistema de comparación de alternativas, desde simple intuición hasta el uso de complicados modelos matemáticos, hay que tomar en cuenta ciertas condiciones que influyen importantemente en la decisión.

En primer lugar la persona o personas que van a tomarla. En general la valoración en términos del objetivo no forma algunas varia-

bles en consideración, o puede ser que se consideren variables no significativas algunas variables de carácter probabilístico. Una persona con propensión a no tomar riesgos en un caso de las anteriores, tomará una decisión diferente a una persona que toma riesgos. Esto es una característica psicológica del sujeto que va a tomar la decisión y conviene tomarlo en cuenta.

De todos modos hay que repasar las variables que se consideran no significativas, pues hay variables que para ciertos valores no son significativas, pero que en otros rangos sí lo son. Un repaso en función de la valoración de las alternativas es pues conveniente.

También es frecuente que la valoración se realice bajo certeza, cuando en prácticamente todos los problemas de Ingeniería se presentan bajo riesgo o incertidumbre. En el momento de tomar una decisión, conviene también repasar cuáles son las condiciones en que realmente se presenta el problema.

El análisis de sensibilidad es también muy conveniente, pues nos indicará como se comporta una solución ante variaciones en las condiciones planteadas.

En general todos estos puntos son analizados y pasados al tomar la decisión, cualquiera que sea el procedimiento de valoración de alternativas que se haya seguido.

DECISIONES CON VARIABLES ALEATORIAS

GENERALIDADES

En todos los problemas a que se enfrenta el Ingeniero Civil existe un grado de incertidumbre principiendo por la información que recibe, las condiciones del medio ambiente, etc.

El concepto probabilidad es conocido por todo el mundo y su definición ha variado en el transcurso del tiempo. La definición matemática de la probabilidad no pertenece a este curso y en su lugar se puede hablar de probabilidad como la frecuencia relativa de éxito en un experimento, de forma que es el cociente del número de eventos favorables dividido entre el número total de eventos del experimento. De esta definición se puede de inmediato concluir que la probabilidad varía entre cero y uno incluyendo ambos valores, pero que no puede tomar ningún otro valor menor de cero o mayor de uno.

Certeza probabilista es la que se tiene con respecto a un fenómeno o evento cualquiera con probabilidad de ocurrencia = 1. (Evento seguro).

Sin embargo, dentro de los sistemas - obra es muy difícil encontrar eventos cuya probabilidad de ocurrencia sea uno. Esto nos dirige hacia la utilización de técnicas que toman en cuenta el aspecto probabilista de los fenómenos que maneja. Esto no quiere decir que el ingeniero trate todos los problemas en forma probabilista, sino que cuando menos tenga en cuenta el aspecto probabilista y lo utilice cuando el problema por su importancia se lo exija.

Antes de hacer referencia a las técnicas que ayudan al ingeniero a hacer frente a los problemas probabilistas, comentaremos brevemente los aspectos de riesgo e incertidumbre.

Muy relacionados con los aspectos de probabilidad están los conceptos de riesgo e incertidumbre. En realidad ambos reflejan el punto de vista probabilista de los problemas y no hay distinción clara entre ambos conceptos. Mientras algunos autores los consideran equivalentes, otros establecen una distinción, la que adoptaremos aquí: El análisis del riesgo lo utilizaremos en aquellos casos en que existan eventos probabilistas, pero sus características (la más importante es la distribución de probabilidad) se conocen, mientras que la incertidumbre existe en aquellos casos en que no se conocen las características probabilistas de un fenómeno.

66

SINTESIS SOBRE PROBABILIDAD

por

S. ZUÑIGA B.

En el presente trabajo se hace una síntesis sobre algunos conceptos de probabilidad, enunciándolos someramente y sin demostración. Para hacerlos más claros frecuentemente se recurre a dar ejemplos.

Experimento:

Es una acción mediante la cual se obtiene un resultado y se realiza la observación de éste.

Experimento Aleatorio:

Experimento cuyo resultado no se puede predecir antes de que se realice el experimento.

Ejemplo 1. - Tirar un volado, antes de tirarlo no se conoce si el resultado es águila o sol.

Experimento Determinista:

Experimento cuyo resultado se puede predecir antes de que se realice el experimento.

Ejemplo 2. - Sumar 2 números pares, se conoce de antemano que el resultado va a ser un número par.

Eventos Elementales:

Son los resultados más simples de un experimento.

Ejemplo 3. - Al tirar un dado y observar el "número resultante" los eventos elementales son seis: 1, 2, 3, 4, 5, 6. El evento "cae par" no es un evento elemental ya que se puede expresar mediante los eventos 2, 4, 6.

Espacio de Eventos:

Es la totalidad de eventos elementales de un experimento.

Ejemplo 4.- Al tirar un dado, el espacio de eventos es el conjunto de los seis eventos elementales $s = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

Eventos Elementales igualmente posibles:

Cuando al realizar un experimento aleatorio no existen factores que favorezcan la aparición de un evento elemental, se dice que estos son igualmente posibles.

Probabilidad Clásica:

Supongamos que es finito el número de eventos elementales "n" de que está compuesto el espacio de eventos asociado a un experimento aleatorio y además que todos son igualmente posibles. Si un evento A del espacio de eventos está compuesto por "m" eventos elementales, entonces la probabilidad de que el evento A se verifique está definida por la relación:

$$P(A) = \frac{m}{n}$$

en donde:

m = número de eventos elementales en A

n = número de eventos elementales en el espacio de evento.

Los valores entre los cuales varía la probabilidad de que se verifique un evento son:

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

Si la probabilidad de un evento es muy cercana a cero se dice que el evento es prácticamente imposible.

Por el contrario, si la probabilidad de un evento es muy próxima a uno se dice que el evento es prácticamente seguro.

La probabilidad de que no se verifique el evento A es: $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$.

Ejemplo 5.- Si se extrae al azar una bola de una urna que contiene 6 bolas rojas, 4 blancas y 5 azules, encontrar la probabilidad de que la bola extraída:

a) Sea roja a) $P(R) = \frac{6}{15}$

b) Sea blanca b) $P(B) = \frac{4}{15}$

c) No sea roja c) $P(\bar{R}) = 1 - \frac{6}{15} = \frac{9}{15}$

Probabilidad Condicional:

Se representa por $P(B/A)$ y se interpreta como la probabilidad de que el evento B se verifique, con la condición de que previamente el evento A se haya verificado.

Ley de Adición de Probabilidades:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

en donde:

$P(A \cup B)$ es la probabilidad de que se verifique A y/o B.

$P(A \cap B)$ es la probabilidad de que se verifique A y B.

Si los eventos A y B se excluyen mutuamente: $P(A \cup B) = 0$

entonces:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$$

Ejemplo 6.- A partir del ejemplo 5, cual es la probabilidad de que la bola extraída sea roja o blanca.

$$P(R \cup B) = P(R) + P(B) = \frac{6}{15} + \frac{4}{15} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

Ley Condicional de Probabilidades:

$$P(A \cap B) = P(A) P(B/A)$$

Ejemplo 7.- Si de la urna del ejemplo 5 se extraen sucesivamente 2 bolas, cuál es la probabilidad de que una sea roja y la otra blanca?

$$P(R \cap B) = P(R) P(B/R) \\ = \left(\frac{6}{15}\right) \left(\frac{4}{14}\right)$$

Variable Aleatoria (v.a.):

Si x es una variable mediante la cual se pueden representar los resultados de un experimento aleatorio, entonces se dice que " x " es una variable aleatoria.

Ejemplo 8.- Sea el experimento aleatorio tirar dos dados y el resultado que interesa es la suma de los números asociados a las caras que caen hacia arriba. Los valores de esos resultados se pueden representar mediante una variable que toma los siguientes valores:

$$x = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$$

Tipos de Variable Aleatoria:

a) Discreta.- La v.a. está definida en el intervalo (a,b) y solo toma ciertos valores de ese intervalo.

Ejemplo 9.- Tírar un dado, la v.a. está definida en el intervalo (1,6) y solo toma los valores 1, 2, 3, 4, 5, 6.

b) Continua.- La v.a. está definida en el intervalo (a,b) y toma cualquier valor comprendido en dicho intervalo.

Ejemplo 10.- Medir la altura de k estudiantes, la v.a. puede tomar cualquier valor entre la altura de la persona más pequeña y la de la más alta.

VARIABLE ALEATORIA DISCRETA (v.a.d.)

Distribución de Probabilidad:

Si x es una v.a.d. con valores $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ y se conoce la probabilidad de que se verifiquen cada uno de ellos $P(x_i)$, con la condición de que $\sum P(x_i) = 1$, el conjunto de valores $P(x_i)$ recibe el nombre de distribución de probabilidad.

Ejemplo 11.- La distribución de probabilidad de la v.a.d. definida en el problema 8 es:

x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P(x)	1/36	2/36	3/36	4/36	5/36	6/36	5/36	4/36	3/36	2/36	1/36

Esperanza Matemática:

Cualquier función h(x) de la v.a.d. x es una v.a.d. que puede tomar los valores $h(x_1), h(x_2), \dots, h(x_n)$. La esperanza matemática de h(x) se define como:

$$E [h(x)] = \sum_{i=1}^n h(x_i) P(x_i)$$

Momento respecto al origen:

Se establece cuando $h(x) = x^n$, entonces:

$$E [x^n] = \sum_{i=1}^n x_i^n P(x_i)$$

Si $n = 1$, se obtiene la media de la v.a.d. y se representa por:

$$\mu_x = E [x] = \sum_{i=1}^n x_i P(x_i)$$

Ejemplo 12.- Para el caso de los dados (problema 8) se tiene:

$$\mu_x = 2(1/36) + 3(2/36) + 4(3/36) + 5(4/36) + 6(5/36) + 7(6/36) + 8(5/36) + 9(4/36) + 10(3/36) + 11(2/36) + 12(1/36) = 252/36 = 7$$

Momento con respecto a la media: se define cuando $h(x) = (x - \mu_x)^n$, entonces:

$$E [(x - \mu_x)^2] = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 P(x_i)$$

Si $n = 2$, se obtiene la variancia de la v.a.d. x y se representa por:

$$\sigma_x^2 = E [(x - \mu_x)^2] = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 P(x_i)$$

Ejemplo 13.- La variancia de la v.a.d. en el caso del problema 8 es:

$$\sigma_x^2 = (2-7)^2 (1/36) + (3-7)^2 (2/36) + (4-7)^2 (3/36) + (5-7)^2 (4/36) + (6-7)^2 (5/36) + (7-7)^2 (6/36) + (8-7)^2 (5/36) + (9-7)^2 (4/36) + (10-7)^2 (3/36) + (11-7)^2 (2/36) + (12-7)^2 (1/36) = 35/6$$

Desviación Estándar: Se define como la raíz cuadrada de la variancia y se representa por:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Ejemplo 14.- La desviación estándar en el caso del problema 8 es:

$$\sigma = \sqrt{35/6} = 2.42$$

Variable Aleatoria Continua (v.a.c.):

Densidad de Probabilidad.- Para este caso se define la distribución de probabilidad por medio de una función f(x), llamada densidad de probabilidad, la que debe cumplir con las siguientes restricciones.

$$a) f(x) \geq 0 \forall x$$

b) El área bajo la curva definida por la función $f(x)$ y el eje de las abscisas debe valer uno.

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

c) La probabilidad de que la v.a.c. tome un valor en el intervalo (c, d) está dada por:

$$P(c \leq x \leq d) = \int_c^d f(x) dx$$

Distribución de Probabilidad Acumulada:

La d.p.a. $F(x)$ de la v.a.c. x está definida por:

$$F(x) = P(x \leq a) = \int_{-\infty}^a f(x) dx$$

Esperanza Matemática de una v.a.c. x :

$$E[h(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} h(x) f(x) dx$$

Momento de orden n :

$$E[x^n] = \int_{-\infty}^{\infty} x^n f(x) dx$$

Si $n=1$, se define la media de la v.a.c. x :

$$\mu_x = E[x] = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

Momento de orden n con respecto a la media:

$$E[(x - \mu_x)^n] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu_x)^n f(x) dx$$

Si $n=2$, se define la varianza de la v.a.c. x :

$$E[(x - \mu_x)^2] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu_x)^2 f(x) dx$$

DISTRIBUCIONES TEÓRICAS DE UNA VARIABLE

a) Variables discretas:

1. Distribución Binomial o de Bernoulli.

Supongamos efectuar "n" experimentos independientes tales -- que el resultado de cada uno de ellos es un éxito o un fracaso, la probabilidad de un éxito es p y la de fracaso es q , siendo $p + q = 1$. En tal --

caso se dice que se tienen n pruebas de Bernoulli con probabilidad "p" de éxito.

Al realizar un experimento de Bernoulli, la probabilidad de que se presenten x éxitos consecutivos seguidos por $(n-x)$ fracasos es:

$$\underbrace{p p p \dots p}_x \underbrace{q q q \dots q}_{n-x} = p^x q^{n-x} \quad (1)$$

La probabilidad de obtener precisamente x éxitos y $(n-x)$ fracasos con otro orden de ocurrencia, está dada también por la expresión (1).

La probabilidad de que se presenten x éxitos y $(n-x)$ fracasos -- en cualquier orden será la suma de las probabilidades de todas las -- combinaciones posibles de n elementos de los cuales x son éxitos y -- $(n-x)$ fracasos.

Lo anterior puede expresarse por:

$$P(x) = n^C_x p^x q^{n-x}$$

que recibe el nombre de distribución de Probabilidad Binomial.

La media en esta distribución de probabilidad es:

$$\mu_x = E[x] = \sum x P(x) = \sum x n^C_x p^x q^{n-x} = x = np$$

La varianza queda definida por:

$$\begin{aligned} \sigma_x^2 &= E[(x - \mu_x)^2] = \sum (x - \mu_x)^2 P(x) \\ &= \sum (x - \mu_x)^2 n^C_x p^x q^{n-x} = npq \\ \sigma_x^2 &= npq \end{aligned}$$

2. Distribución de Poisson.

Si la v.a.c. designa el número de éxitos de una sucesión de -- pruebas de Bernoulli y se considera n suficientemente grande y p suficientemente pequeña,

$$np = \lambda \quad n \geq 30 \quad p \leq 0.10$$

$$f(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}$$

expresión que define la d.p. de Poisson.

La media y la variancia son:

$$\mu_x = E[x] = \sum_{i=0}^{\infty} (i \cdot \lambda \frac{\lambda^i}{i!}) = \lambda$$

$$\sigma_x^2 = E[(x - \mu_x)^2] = \sum_{i=0}^{\infty} (i - \lambda)^2 \cdot \lambda \frac{\lambda^i}{i!} = \lambda$$

b) Variables Continuas.

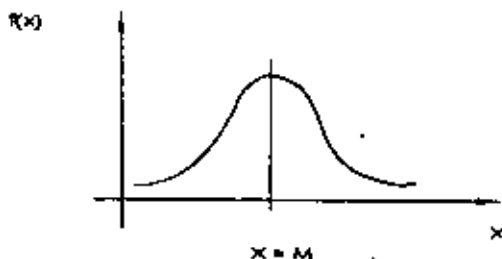
1. Distribución Normal.

Una variable casual que se encuentra frecuentemente en la práctica es una v.s. continua cuya d.p. es la distribución normal.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s} \cdot e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}}$$

- rango en el cual se encuentra definida la v.s.

La función anterior tiene la siguiente representación geométrica:



La media de la distribución es $\mu_x = m$

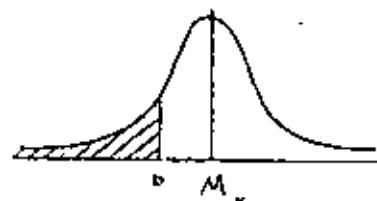
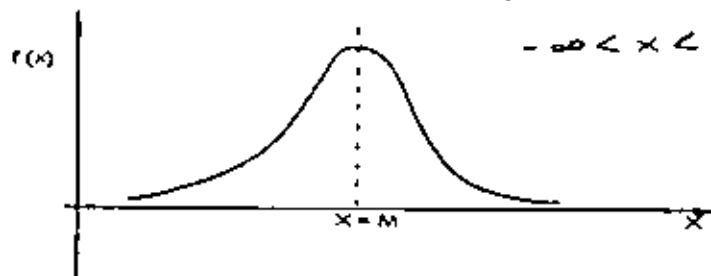
La variancia de la distribución es $\sigma_x^2 = s^2$

Dadas m y s^2 es posible calcular que x tome valores menores o mayores que un cierto número o bien que quede comprendida entre dos valores, por ejemplo:

DISTRIBUCION NORMAL

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s} \cdot e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}}$$

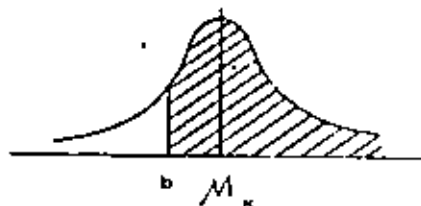
$$-\infty < x < \infty$$



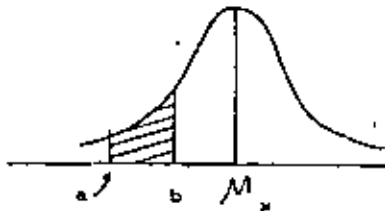
$$\mu_x = m$$

$$\sigma_x^2 = s^2$$

$$P(x < b) = \int_{-\infty}^b f(x) dx$$



$$P(x > b) = \int_b^{\infty} f(x) dx$$



$$P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x) dx$$

2.- Distribución Gamma y Exponencial.

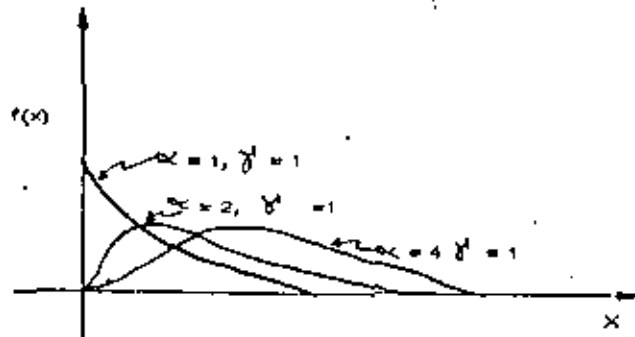
Se dice que la v.a.x, tiene distribución gamma si su d.p. es de la forma:

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \gamma^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\gamma}}$$

$x > 0, \alpha < 0, \gamma > 0$

$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1} e^{-x} dx$ recibe el nombre de función gamma.

$$\mu_x = \alpha \gamma \quad \sigma_x^2 = \alpha \gamma^2$$



Si $\alpha = 1$ a la función gamma se la llama distribución exponencial,

$$f(x) = \frac{1}{\gamma} e^{-\frac{x}{\gamma}}$$

$$\mu = \gamma \quad \sigma^2 = \gamma^2$$

NOTA: Sacado del libro Ingeniería de Sistemas de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Howard señala que:

1. EL PROCESO DE TOMAR DECISIONES SE ENCUENTRA EN LA MAYORÍA DE LOS PROBLEMAS TÉCNICOS, GUBERNAMENTALES Y DE NEGOCIOS.
2. USUALMENTE EL TOMAR DECISIONES REQUIERE EL ESTUDIO DEL RIESGO Y DE LA INCERTIDUMBRE.
3. EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE SE ESTUDIAN FORMALMENTE MEDIANTE LA TEORÍA DE LA PROBABILIDAD.
4. LA PROBABILIDAD ES UN ESTADO DE LA MENTE, NO DE LAS COSAS.
5. AL ASIGNAR PROBABILIDADES DEBE TOMARSE EN CUENTA -- TODA LA EXPERIENCIA ANTERIOR DISPONIBLE.
6. EL TOMAR DECISIONES REQUIERE TANTO LA ASIGNACION DE PROBABILIDADES COMO DE VALORES.
7. SOLO PUEDEN TOMARSE DECISIONES CUANDO SE DISPONE -- DE UN CRITERIO PARA SELECCIONAR ENTRE ALTERNATIVAS.
8. SIEMPRE DEBEN CONSIDERARSE LAS CONSECUENCIAS AL FUTURO DE LA DECISION TOMADA HOY.
9. AL TOMAR DECISIONES SE DEBE DISTINGUIR ENTRE UNA BUENA DECISION Y UN BUEN RESULTADO.

Una buena decisión es aquella basada en la lógica, en el conocimiento de la incertidumbre de la utilidad y preferencias de los ejecutivos.

Un buen resultado es aquel que reporte beneficios esto es, uno altamente valorado.

Tomando una buena decisión se asegurará un alto porcentaje de buenos resultados.

El Análisis de Decisiones es el procedimiento lógico para la evaluación de los factores que influyen una decisión.

Proceso del Análisis de Decisiones:

1. Fase Determinista

Es indispensable contestar a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la decisión a tomar?
2. ¿Qué cursos de acción se encuentran a nuestro alcance?
3. ¿Cómo vamos a determinar cuáles cursos de acción son buenos y cuáles malos?
4. Suponiendo que tuviera una bola de cristal o su alcance ¿Qué preguntas numéricas haría con objeto de medir los beneficios de un posible resultado?
5. Construyé una matriz de pagos.
6. ¿Cómo se compara el beneficio que recibiré en el futuro con el recibido hoy? (valor presente etc....).

Ya que se ha completado la fase determinista, conviene jugar con las variables de estado, llevándolas separada y conjuntamente a los valores extremos en su rango de variabilidad. Se observa cual de las alternativas es siempre mejor que cualquier otra. De ocurrir esto se dirá que la primera domina a la segunda; esta primera se elimina.

Con este análisis de sensibilidad se identifican las variables de estado para las que el resultado es sensible y se les llama críticas.

II. Fase Probabilista

1. Esta fase principia asignando probabilidades a las variables de estado críticas.
2. Encontrar la incertidumbre en beneficios para cada alternativa (multiplicada por la relación funcional a las variables de estado críticas y la distribución de probabilidad en esas variables de estado crítica

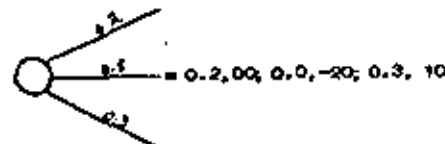
cas para la alternativa. A esta distribución de probabilidad del beneficio, se lo llama la lotería del beneficio para la alternativa.

3. Ahora se considerará la manera de elegir entre las alternativas - con diferente lotería de beneficio. Para ello conviene emplear las distribuciones acumuladas de probabilidad buscando dominancia estocástica.

III. Fase Psóptica

Aquí se principia encontrando el equivalente en pesos de eliminar la incertidumbre en cada una de las variables de estado, consideradas separadas o conjuntamente. Esto conduce a la siguiente etapa que consiste en diseñar el programa más simple para conseguir información cuando ya se ha encontrado que es conveniente conseguir más información.

Una lotería está definida por varias decisiones aleatorias cada una con su probabilidad y su pago.



El equivalente de la certeza para esta lotería es:

$$20(0.2) + (-20)(0.5) + 10(0.3) = 12 - 10 + 3 = 5$$

y representa el monto mínimo que se pide por permitir que sea otro el que juegue la lotería.

Fundamentos de la lotería de la Utilidad

Considérense los premios A, B, C, en una lotería

a) Notación

A preferido a B se representa mediante $A \succ B$

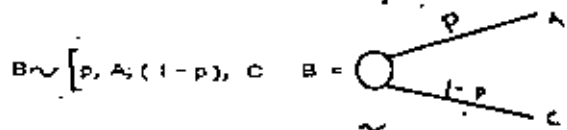
A indiferente a B se presenta mediante $A \sim B$

A no preferido a B se representa mediante $B \succ A$

B preferido a A se representa mediante $A \succ B$

b) La ley de la transitividad expresa que si $A \succ B$, $B \succ C$ entonces $A \succ C$.

c) La ley de la continuidad expresa que si para una lotería se tiene que $A \succ B \succ C$, entonces



En particular para algún p si $B \sim B$ (B es el equivalente de la certeza para dicha lotería).

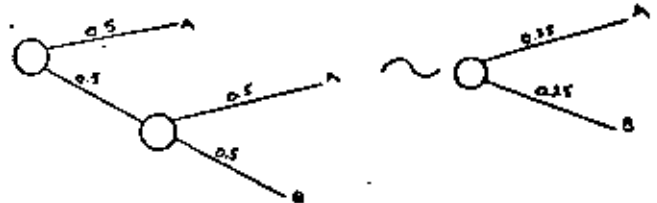
d) La ley de la sustituibilidad expresa que en cualquier lotería B puede ser sustituido por B.

e) La ley de la monotonicidad expresa que si $A > B$ entonces

$$[p, A; (1-p), B] > [p', A; (1-p'), B]$$

Si y sólo si $p > p'$

f) La ley de descomposición expresa que una lotería compuesta es indiferente a su descomposición en loterías simples:



Se entiende por función utilidad $u(x)$ una con las siguientes características:

1. Dadas tres loterías L_1, L_2, L_3

a) Si $L_1 > L_2$

entonces

$$u(L_1) > u(L_2)$$

b) si $L_3 \sim (1-p), L_1; p, L_2$

entonces

$$u(L_3) = (1-p)u(L_1) + pu(L_2)$$

2. Cualquier transformación lineal de la función $u(x)$ produce igual utilidad de las loterías,

Sea $u^1(x) = \alpha + \beta u(x)$

a) Puesto que

$$u(L_1) > u(L_2) \text{ cuando } L_1 > L_2$$

entonces

$$u^1(L_1) > u^1(L_2) \text{ cuando } L_1 > L_2$$

b) Puesto que

$$u(L_3) = (1-p)u(L_1) + pu(L_2)$$

$$\text{cuando } L_3 \sim [(1-p), L_1; p, L_2]$$

Entonces una posible función utilidad es $u(x) = a + bx$
En efecto, si

A) $x_1 > x_2$

$$u(x_1) > u(x_2)$$

b) si $x_3 \sim [p, x_1; (1-p), x_2]$

entonces

$$u(x_3) = pu(x_1) + (1-p)u(x_2)$$

entonces:

$$a + bx_3 = p(a + bx_1) + (1-p)(a + bx_2)$$

$$x_3 = px_1 + (1-p)x_2$$

Cumple con las condiciones especificadas y la recta es una función utilidad.

NOTA: Sacado del libro Ingeniería de Sistemas de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS. EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

EQUIPO DE COMPACTACION

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

SEPTIEMBRE, 1983

4. 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.

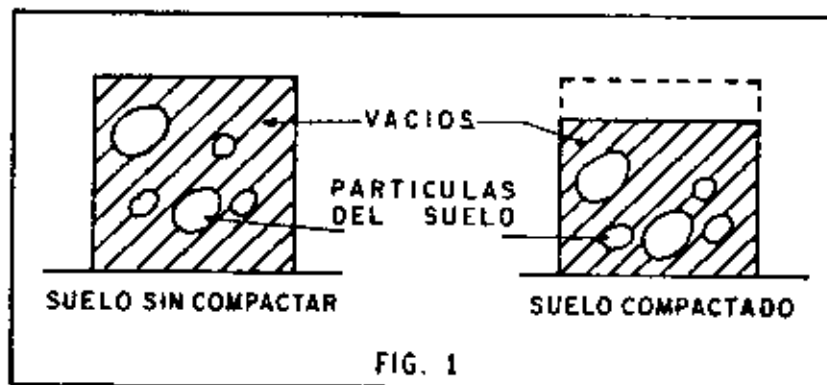
II. COMPACTACION

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

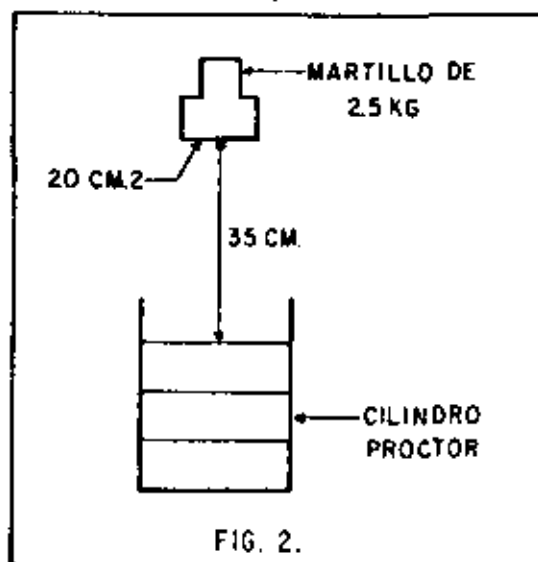
En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resis -

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

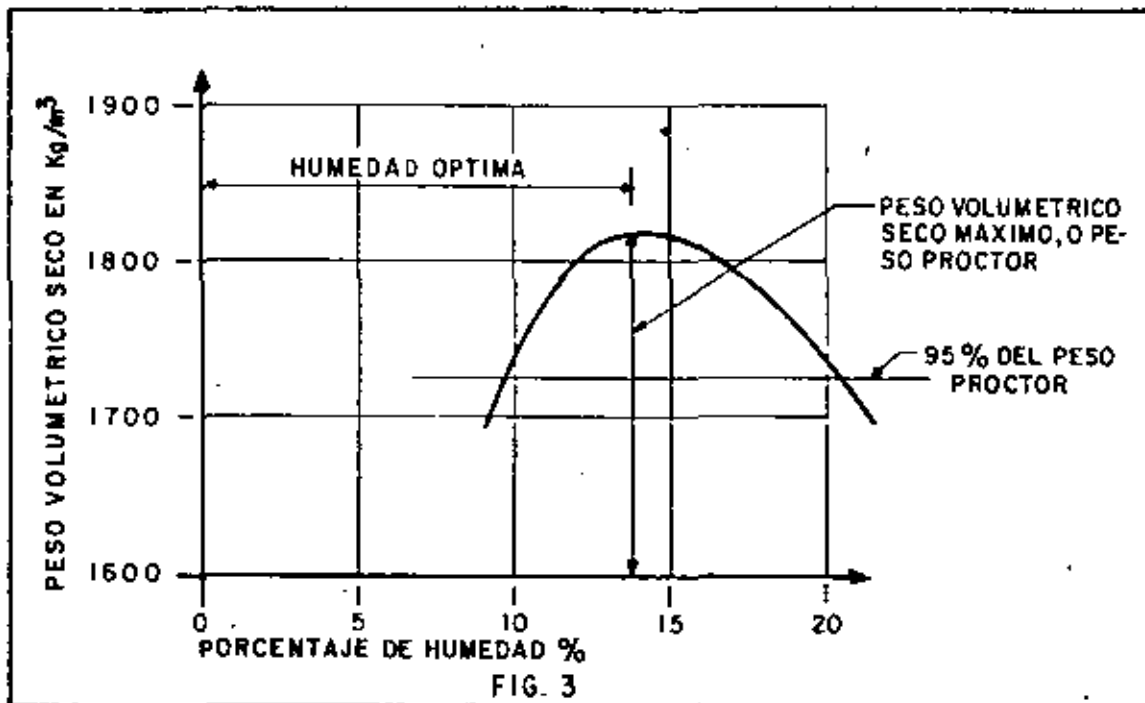
A). Proctor: R.R. Proctor estableció que hay una correspondencia entre el peso volumétrico seco de un suelo compactado y su resistencia. El equipo para hacer pruebas de compactación en la obra es un equipo económico y sencillo. Proctor desarrolló una prueba que consiste en:

- 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

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

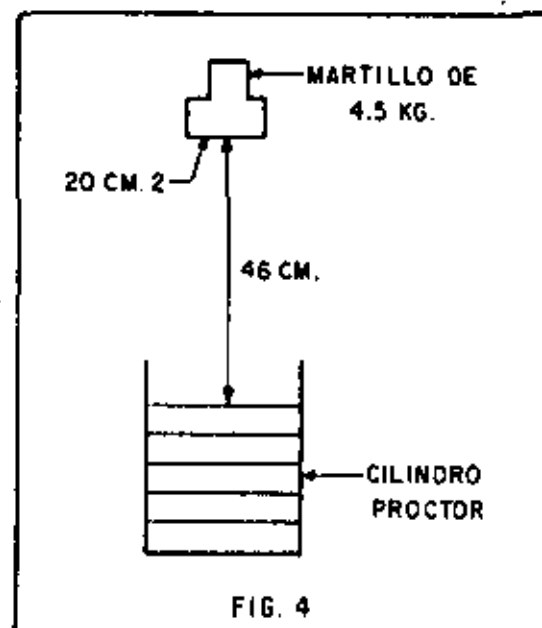
es decir el constructor debe obtener un peso volumétrico seco mínimo de 1729 kg/m^3 en ese material.

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.

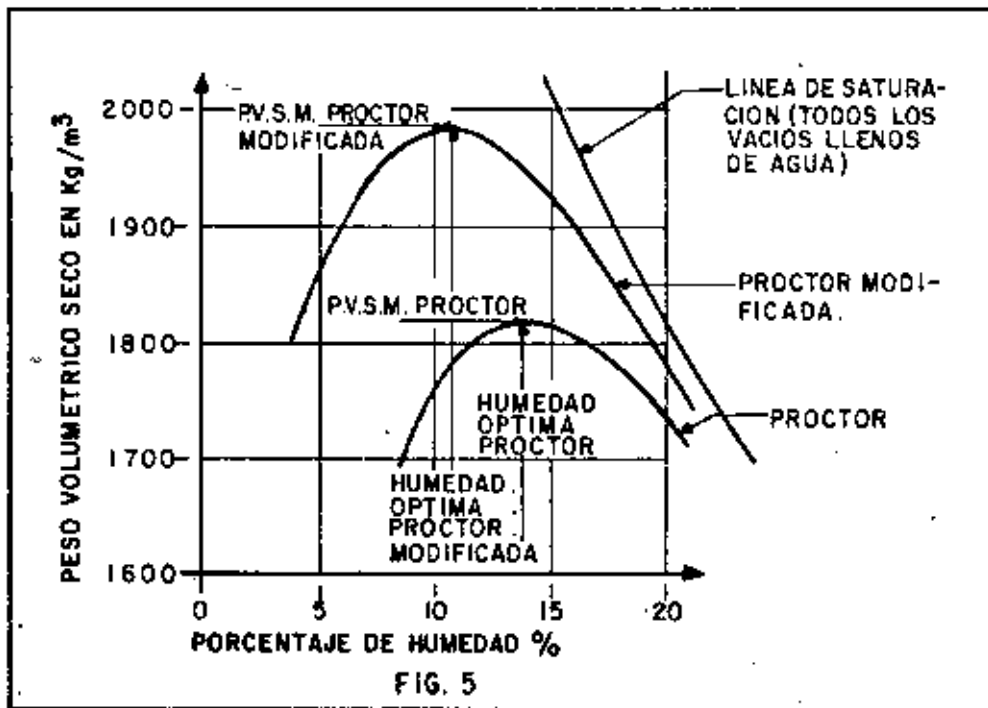
B) Proctor Modificada: Conforme fueron aumentando las cargas sobre las terracerías por el uso de camiones y aeroplanos cada vez más pesados, se vió la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón se desarrolló la 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 8" de altura con el fondo perforado. Cada capa se pica 25 veces con una varilla de 5/8" (1.9 cm) de diámetro por 30 cm de longitud con punta de bala.
- e) Sobre la última capa se coloca una placa circular ligeramente menor que el diámetro interior del cilindro, y se mete el molde en una prensa de 30 Ton.
- f) Se aplica la carga gradualmente de tal manera que en cinco minutos se alcance una presión de 140.6 kg/cm², la cual debe mantenerse durante un minuto, e inmediatamente se descarga en forma gradual durante un minuto.

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

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

Por ejemplo: si en la prueba Porter obtuvimos un "Peso Volumétrico Seco Máximo" de 2,000 kg/m³, y el diseñador ha pedido el 95% Porter, en la obra tendremos que alcanzar un peso volumétrico seco de: $0.95 \times 2,000 = 1,900 \text{ kg/m}^3$.

2.4. METODOS DE CONTROL

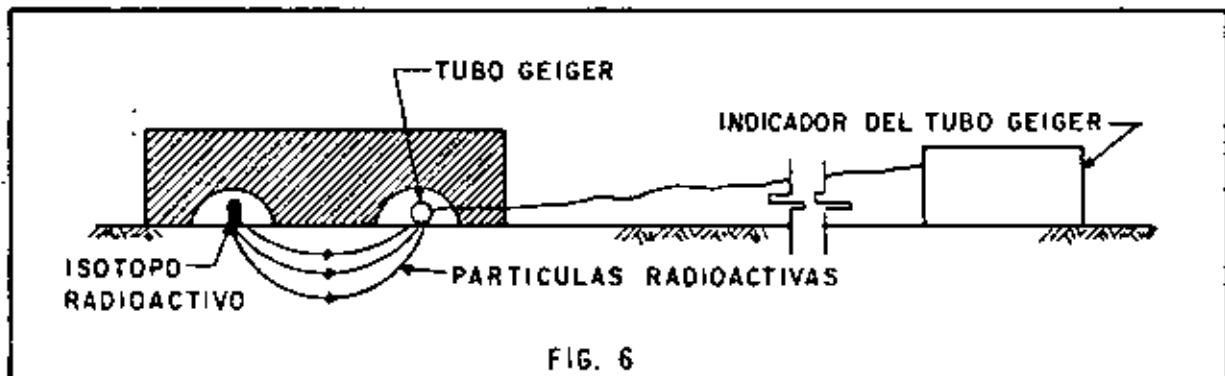
Para medir en la obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado hay varios métodos:

- A) Medida física de peso y volumen
- B) Mediciones nucleares
- C) O t r o s

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).

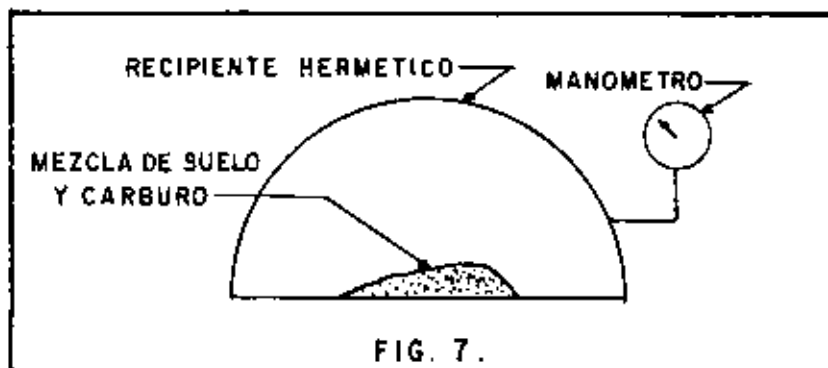


El bloque de plomo se coloca sobre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo Geiger está en función de la masa del material que tienen que atravesar, es decir, es función del peso volumétrico, entonces la medida del indicador debe compararse con otra medida hecha en una capa que tenga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

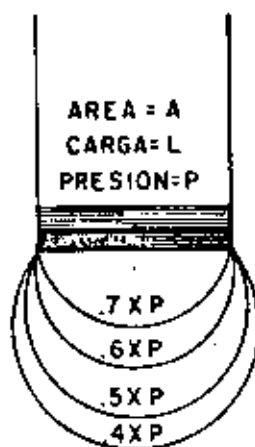


FIG. 8

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).

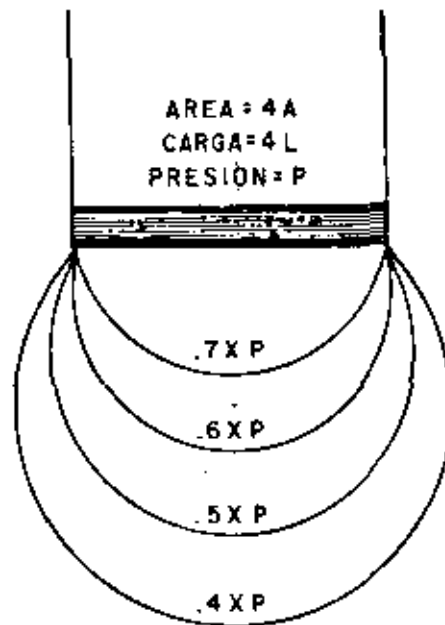


FIG. 9

- 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 au-
menta.

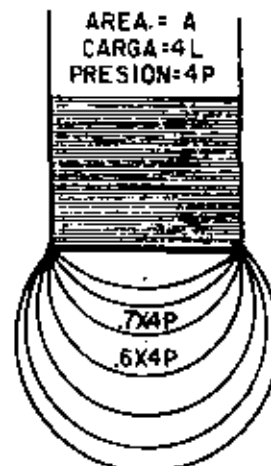


FIG. 10

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

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

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

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

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

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

- 3.1) 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).

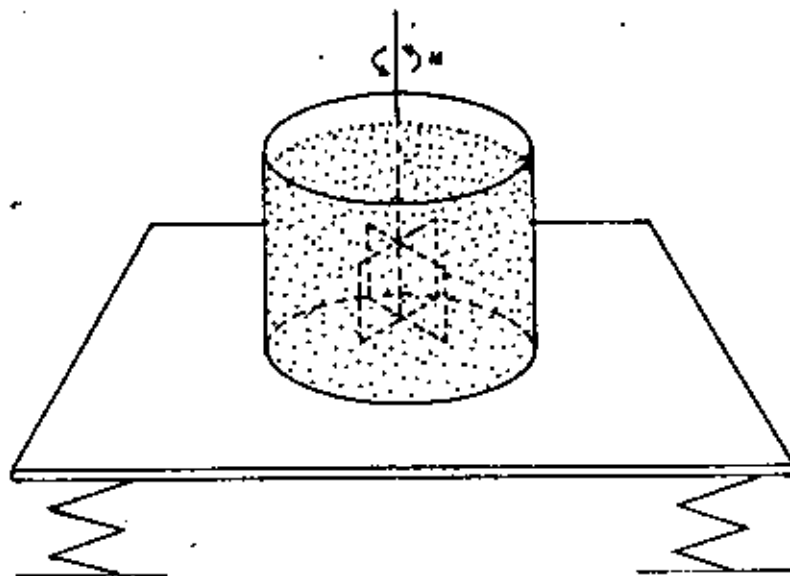


FIG. 10-A DISPOSITIVO PARA MEDIR EL MOMENTO DE RESISTENCIA

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 fuer -- zas vibratorias, con lo cual se logra una compactación con menor es -- fuerzo.

La densificación de un material por medio de compactadores vi -- bratorios es de abajo hacia arriba.

VENTAJAS DE LA COMPACTACION POR VIBRACION

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

3.5. COMPACTACION CON AYUDA DE ENZIMAS

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

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

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

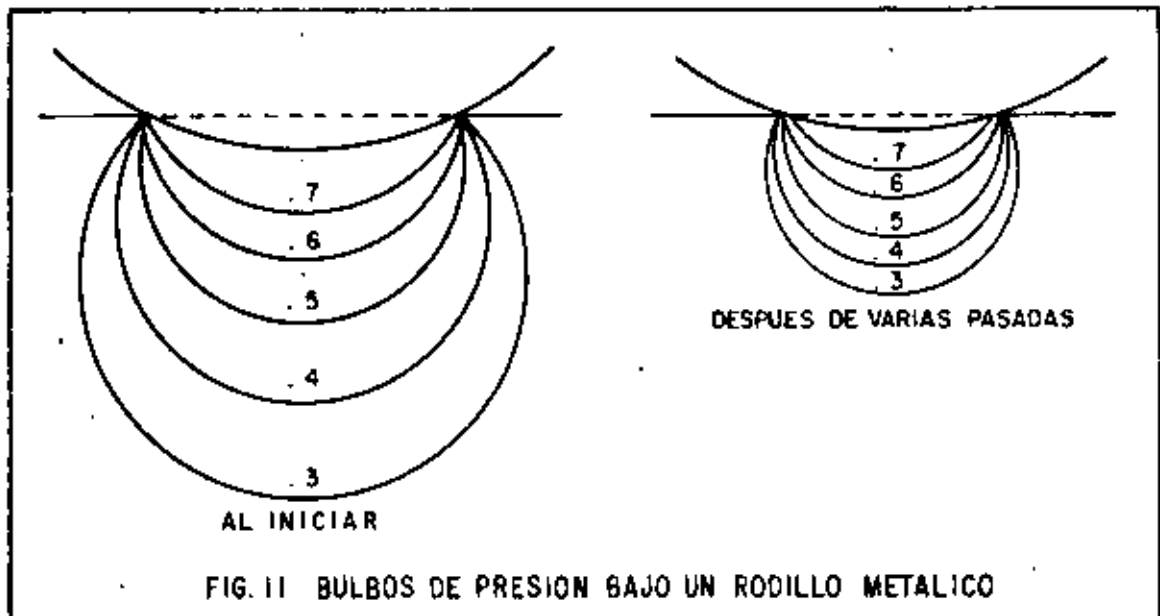
IV. EQUIPO DE COMPACTACION

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 compacidad del material, llegaremos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

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

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

Dentro de este grupo se puede hacer la división siguiente:

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

B) Planchas de Tres Ruedas.- Son quizás de más antiguo diseño; estas planchas tienen dos ruedas traseras paralelas y una rueda 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 terraplenes altos.

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

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

4.2. RODILLOS NEUMATICOS

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

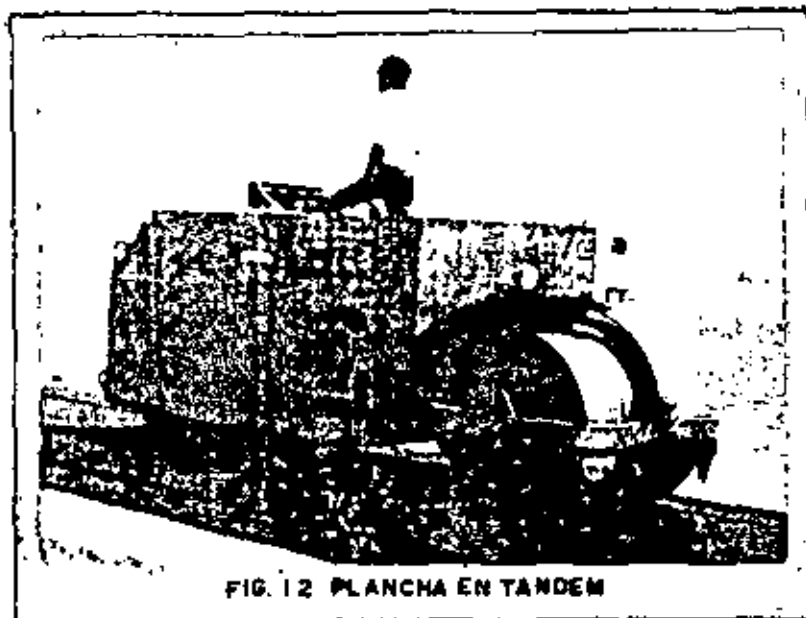


FIG. 12 PLANCHA EN TANDEM



FIG. 13 PLANCHA DE TRES RUEDAS

Estos compactadores pueden ser jalados o autopropulsados.

Se pueden dividir conforme al tamaño de sus llantas en:

- A) De llantas pequeñas
- B) De llantas grandes

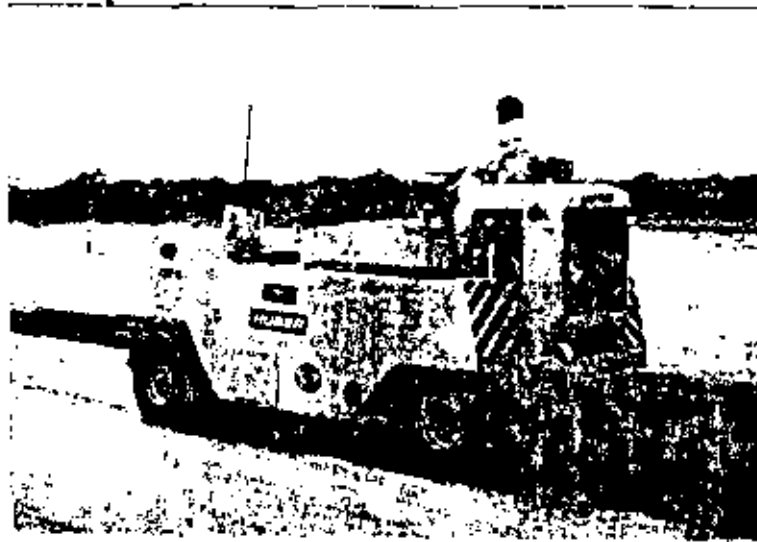


FIG. 14

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

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

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

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

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).

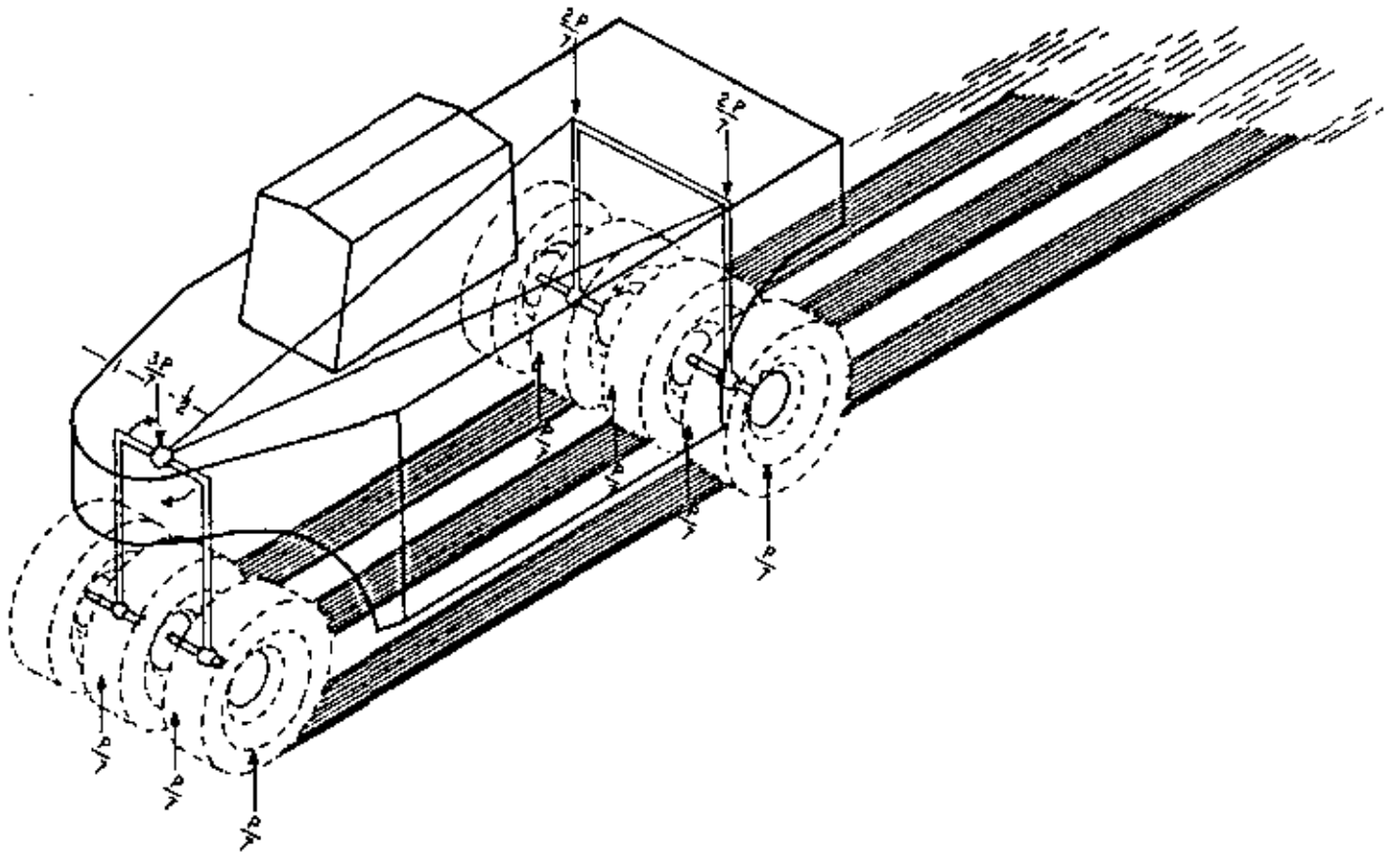


Fig. 14-A

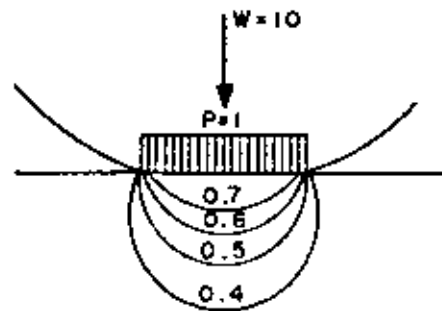


FIG. 15

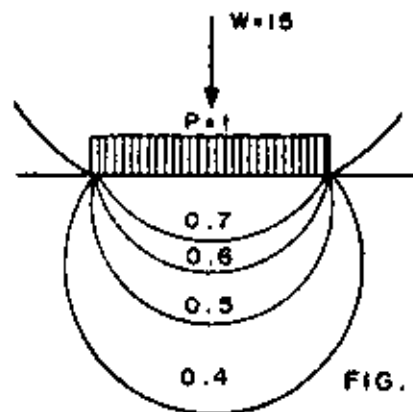


FIG. 16

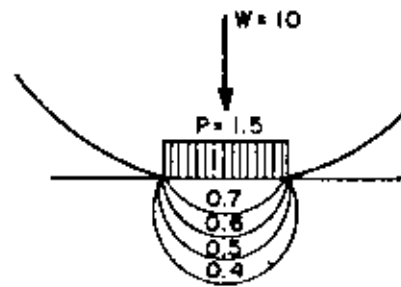


FIG. 17

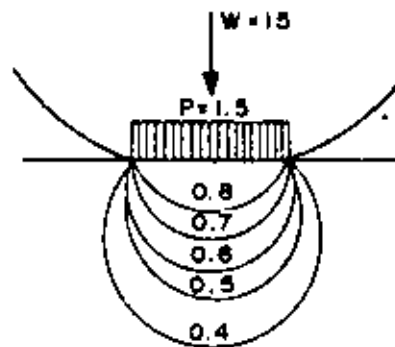


FIG. 18

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.

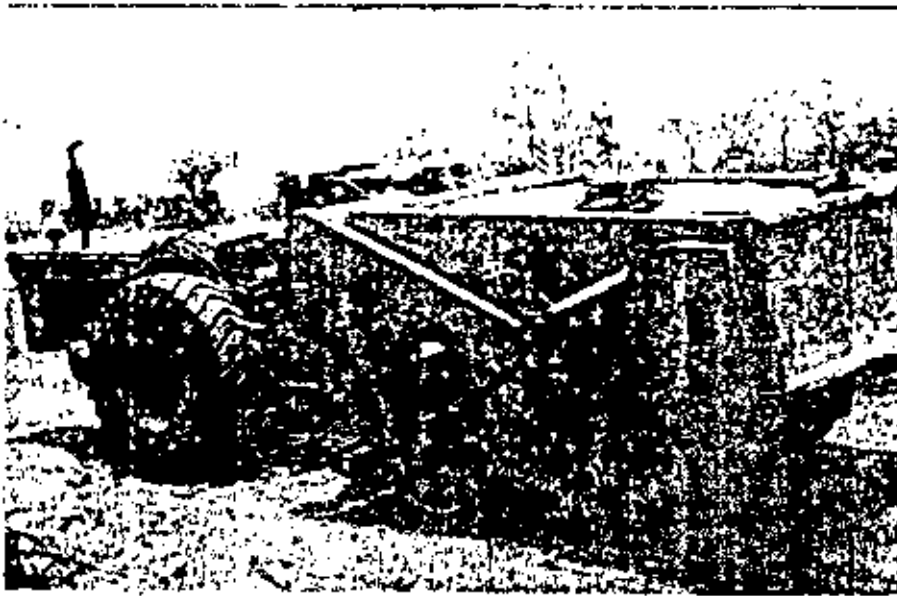


FIG. 19 COMBINACION DE RODILLOS METALICO Y NEUMATICO (DUO-FACTOR)

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).

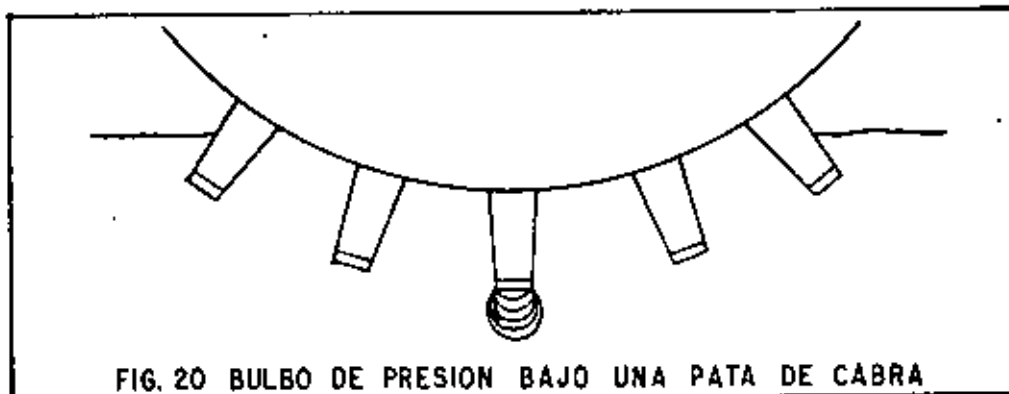


FIG. 20 BULBO DE PRESION BAJO UNA PATA DE CABRA

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).

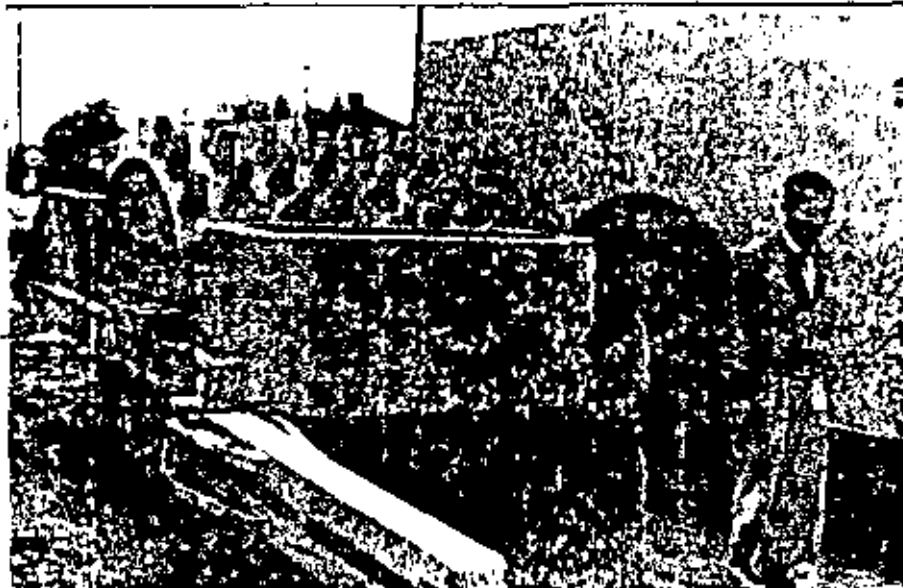


Fig. 21 RODILLO PATA DE CABRA

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 transítiles 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 gufa; 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).

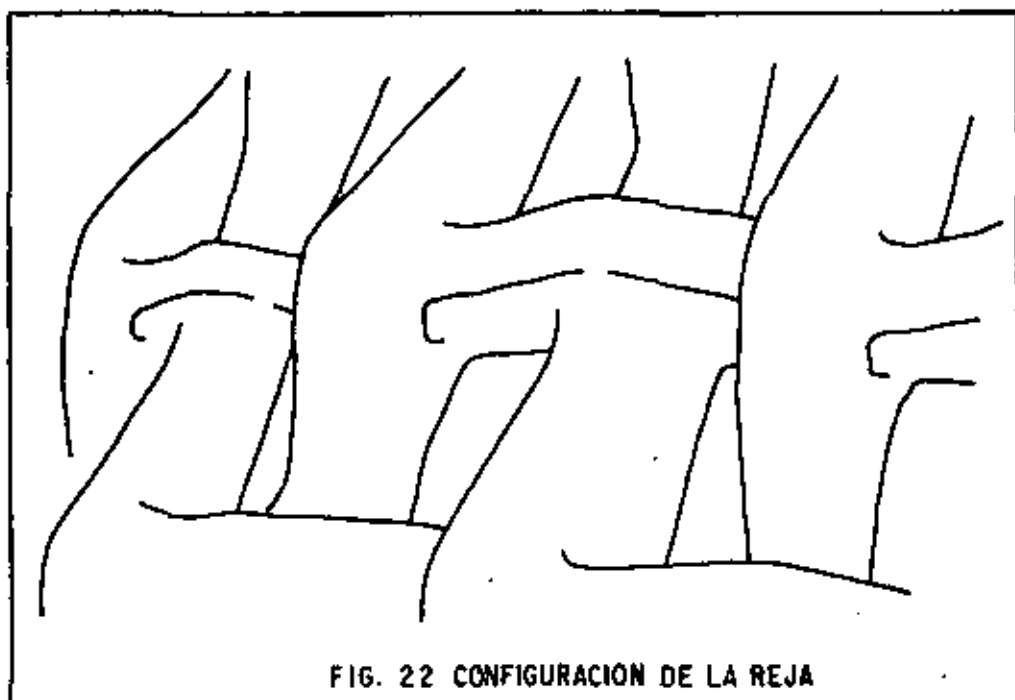


FIG. 22 CONFIGURACION DE LA REJA

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 da las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos a un marco.

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

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

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

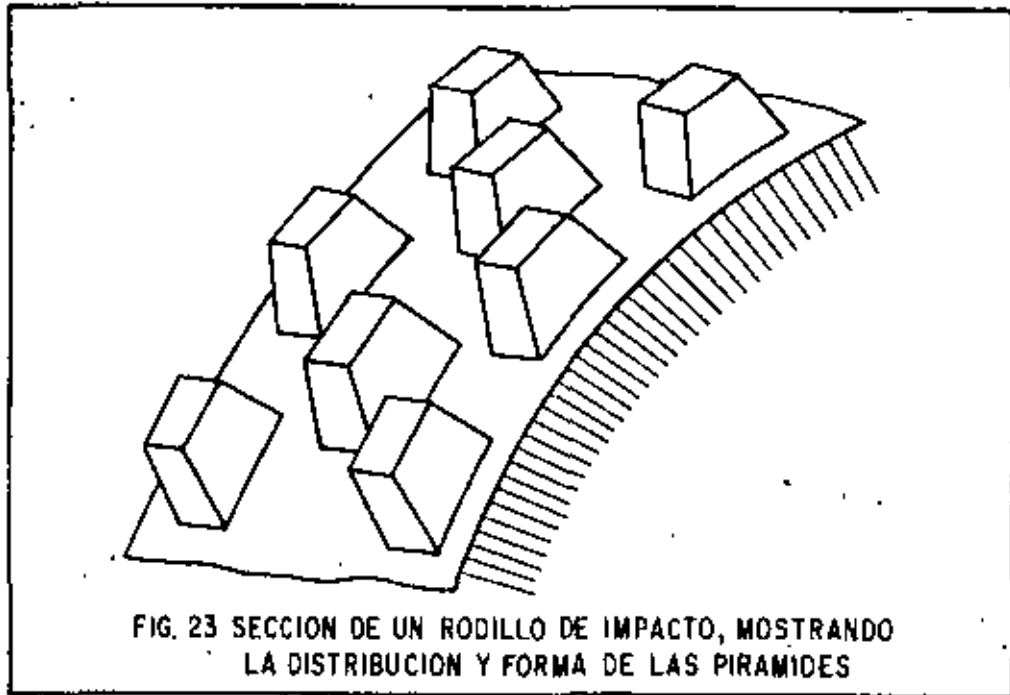


FIG. 23 SECCION DE UN RODILLO DE IMPACTO, MOSTRANDO LA DISTRIBUCION Y FORMA DE LAS PIRAMIDES

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

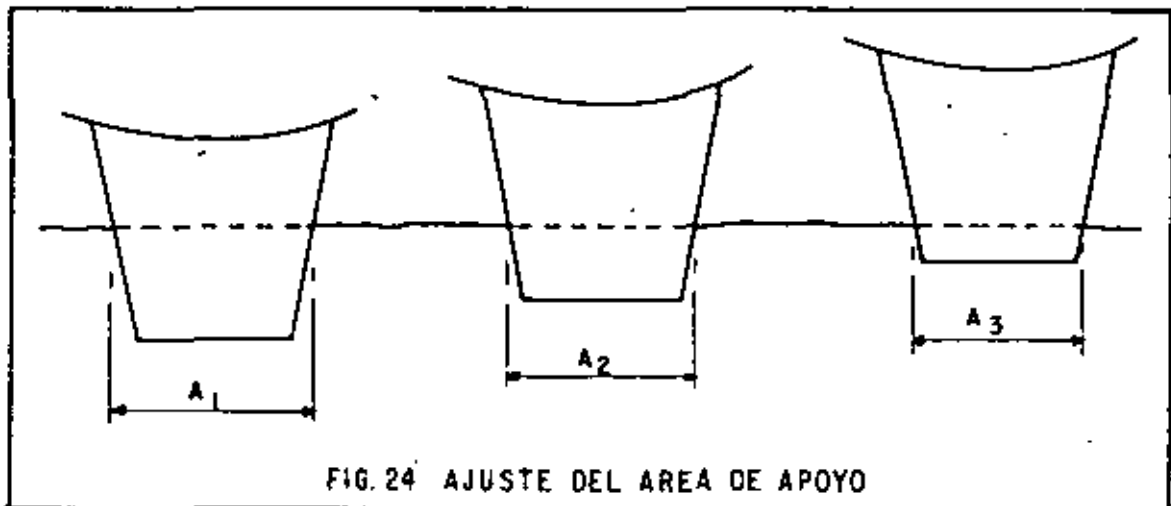


FIG. 24 AJUSTE DEL AREA DE APOYO

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

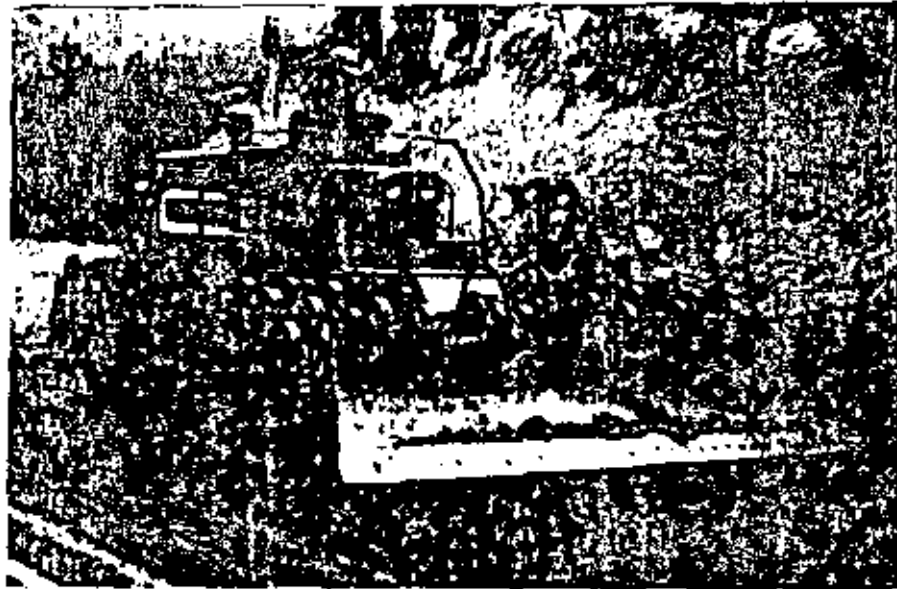


FIG. 25 RODILLO DE IMPACTO (TAMPING - ROLLER)

4.6. RODILLOS VIBRATORIOS

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

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

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

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

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta -- 9,000 kg de fuerza dinámica y grandes de más de 9,000, pudiendo llegar hasta 20,000 kg o más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que hay que manejarlos con cuidado.

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

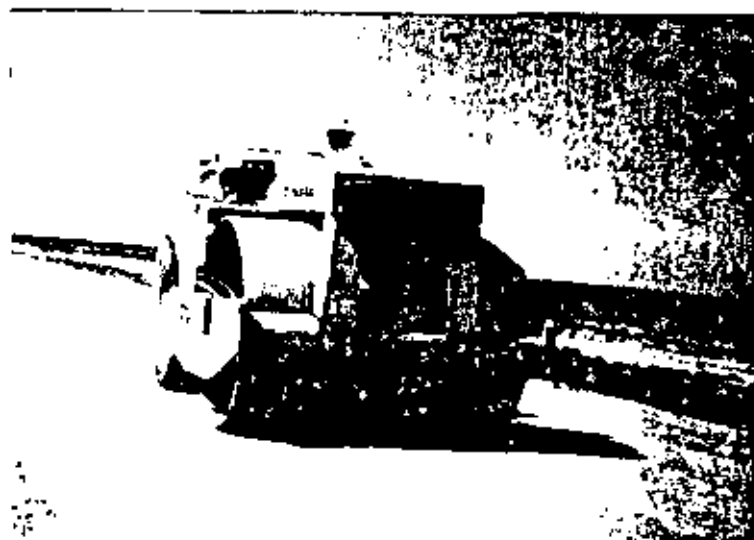


FIG. 26 RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO

V. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION

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

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

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

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

El agua, entonces, facilita el trabajo de compactación.

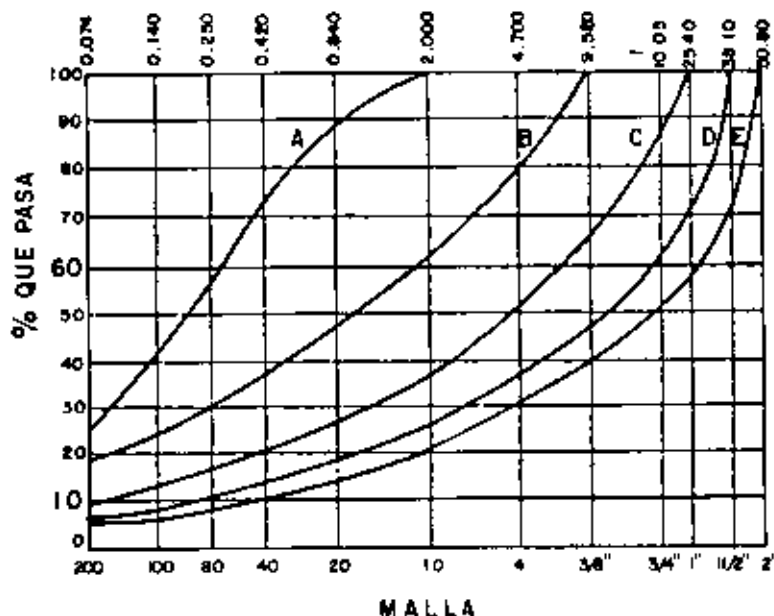
5.2) **GRANULOMETRIA DEL MATERIAL.** Para la obtención de una eficiente compactación es necesario, que haya partículas de varios tamaños en el material por compactar, ya que las partículas de menor tamaño ocuparán los espacios formados entre partículas de mayor tamaño.

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

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

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

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



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

FIG. 27

En donde:

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

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

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

Si el $7 > C_u > 3$, se tienen suelos, que presentan ciertos problemas para la compactación, 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.

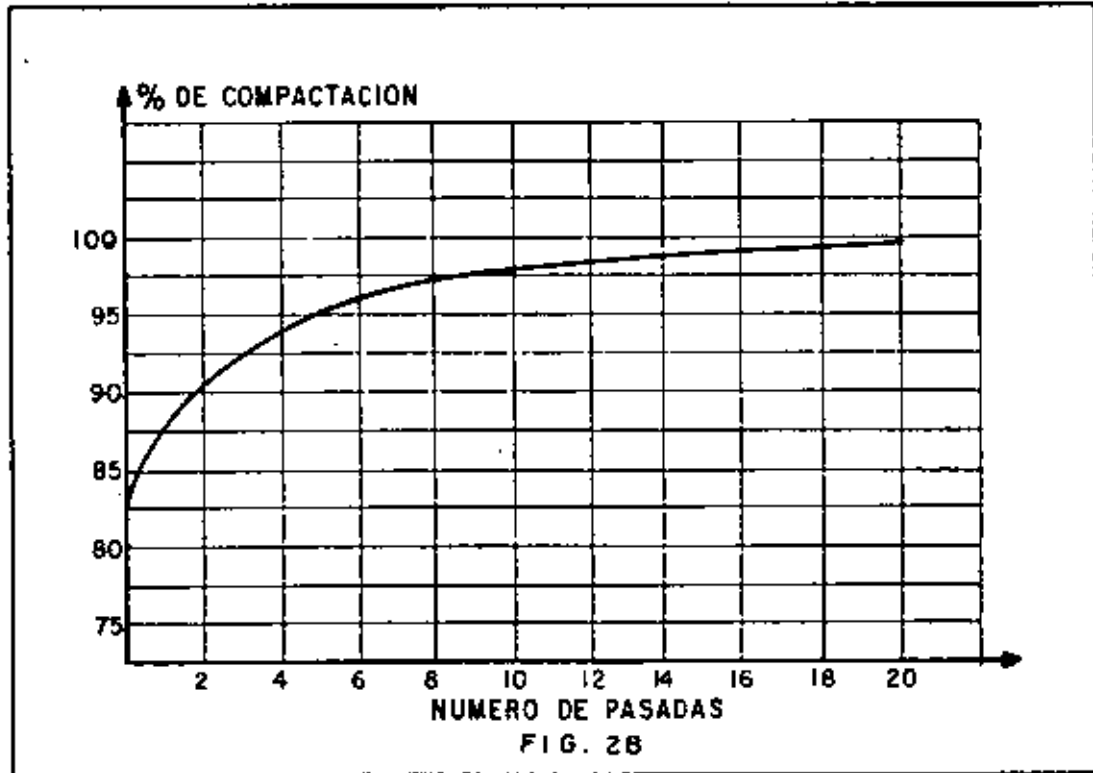
5.3) NUMERO DE PASADAS. El número de pasadas que un equipo deba dar sobre un material dependerá de (Fig. 28):

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

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

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

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



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

- E) peso del compactador
- F) Temperatura del material tratándose de mezclas asfálticas.

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

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

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

5.6) VELOCIDADES DE OPERACION

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

5.6.1. Rodillos Metálicos y Patas de Cabra

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

5.6.2. Rodillos de Reja o de Impacto

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

5.6.3. Rodillos Neumáticos

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

5.6.4. Rodillos Vibratorios.

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

VI. SELECCION DE COMPACTADORES EN CUANTO A SU FUNCION

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

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

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

6.1. TIPO DE MATERIAL

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

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

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

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

En el renglón 8: la compactación por impacto (rodillo de impacto y rodillo de rejá) 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 rejá se atasca con los materiales cohesivos y hay que parar frecuente

SELECCION DE EQUIPO

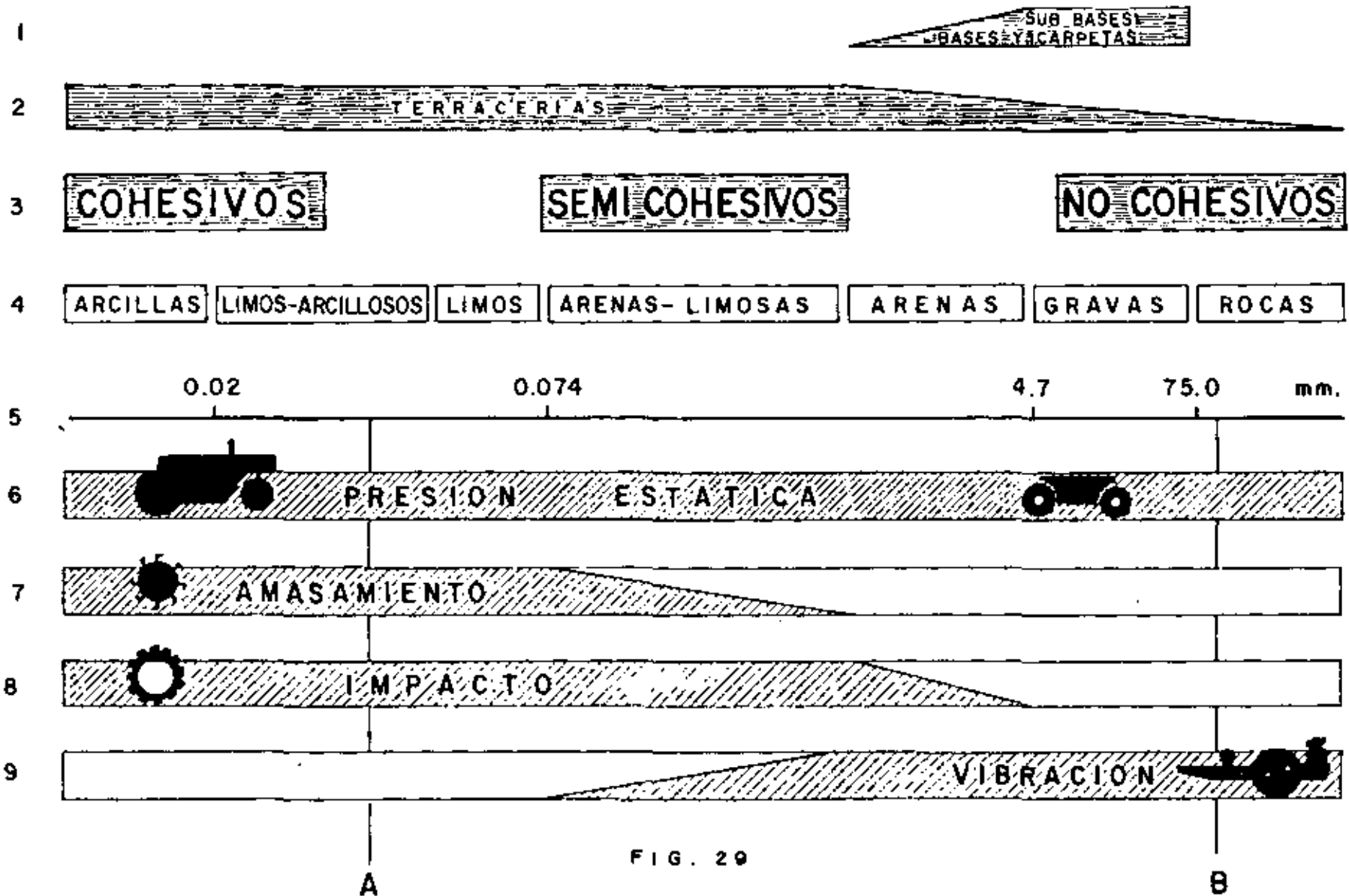


FIG. 29

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

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

Conclusiones: (Fig. 29)

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

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

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

6.2. TAMAÑO DE OBRA.

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

6.3. REQUERIMIENTOS ESPECIALES.

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

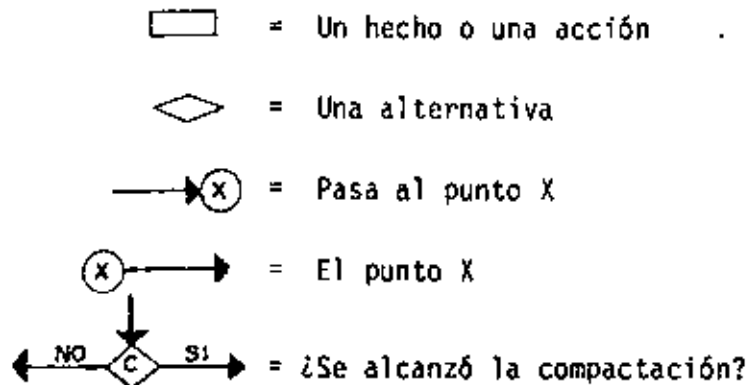
Debemos tener en mente que, en construcción pesada, la inversión en equipo es cuantiosa y que éste se adquiere usualmente fuera del país, por lo que es muy importante pesar cuidadosamente todas las posibilidades para poder escoger la máquina más eficiente; esto es: la menor inversión posible al más bajo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

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

¿Qué hacer cuando el control nos indica una falla?

Esta pregunta la vamos a contestar por medio de diagramas lógicos, que siguen a continuación, en los que intenta, en forma general, mostrar un camino lógico para un análisis formal.

En estos diagramas se usan los siguientes símbolos:



VIII. SELECCION DEL EQUIPO DE COMPACTACION EN CUANTO AL RENDIMIENTO Y AL COSTO DE LA COMPACTACION

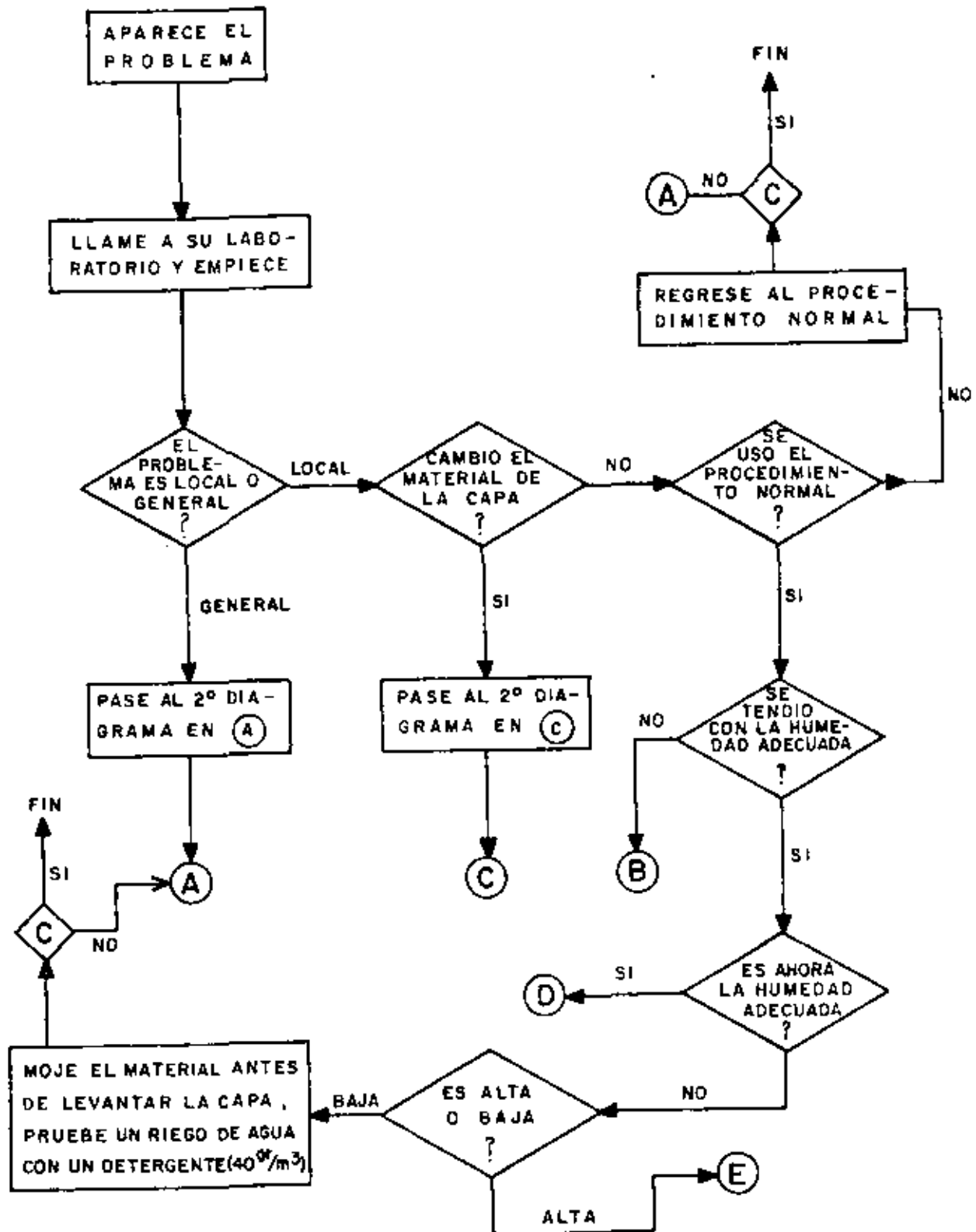
8.1. RENDIMIENTO

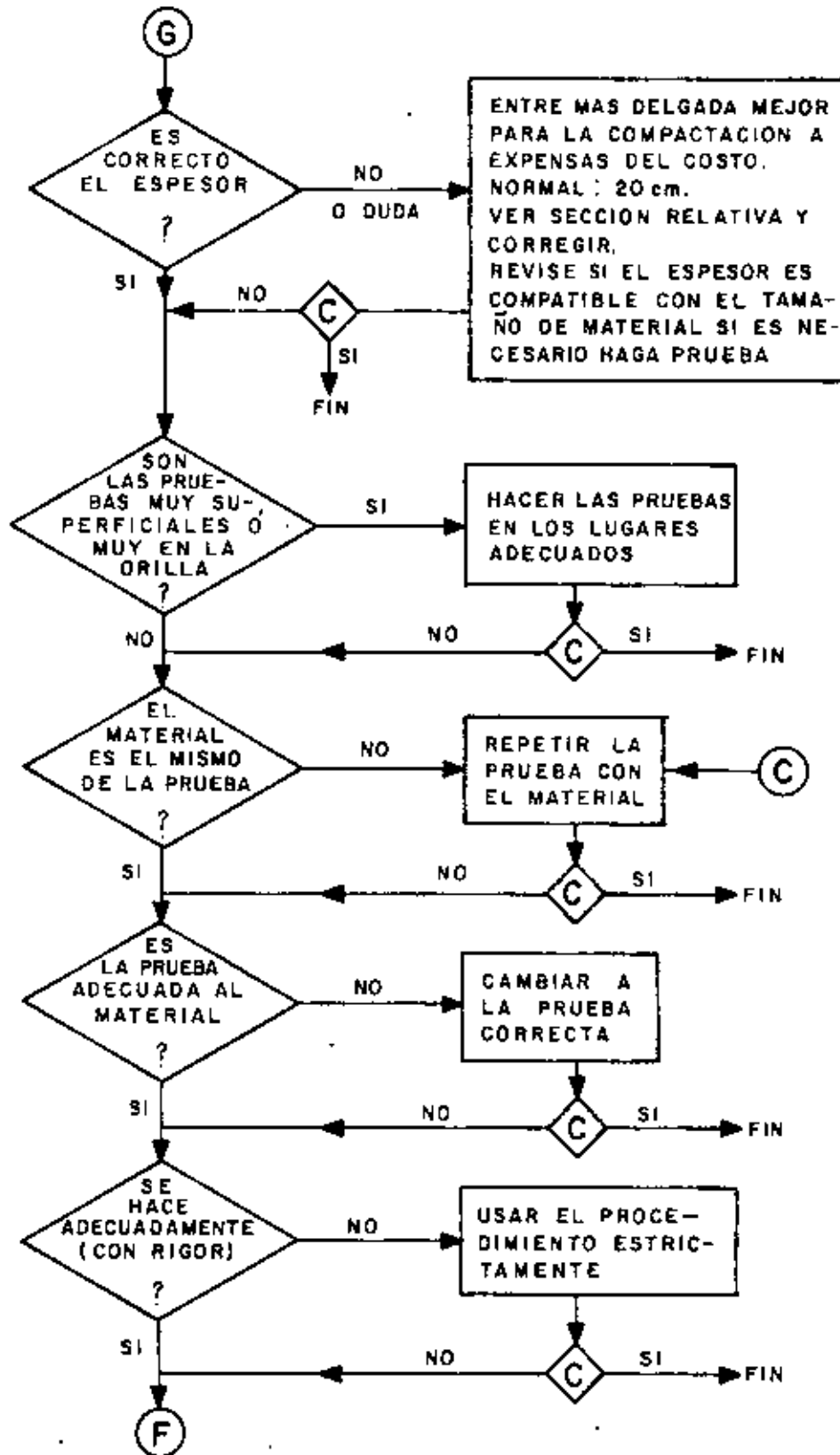
Para determinar la producción horaria de un equipo de compactación se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

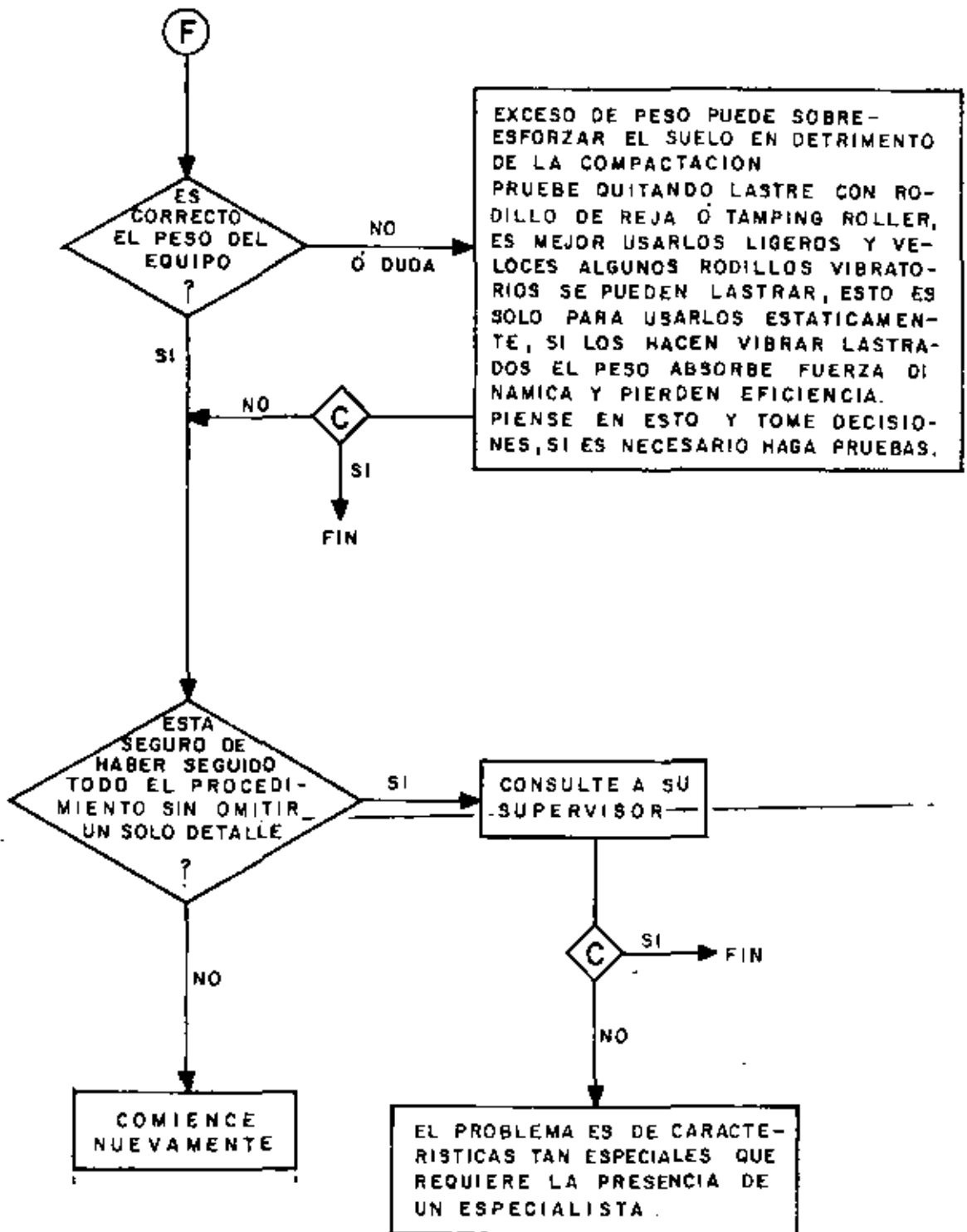
- A) Ancho compactado por la máquina = A
- B) Velocidad de operación = V
- C) Espesor de capa = E
- D) Número de pasadas para obtener la compactación especificada = N

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.

PRIMER DIAGRAMA







EJEMPLOS TÍPICOS:

EQUIPO	PROFUNDIDAD DE LA CAPA (CM)	No. DE PASADAS	
		PARA 90%	PARA 95%
RODILLO METALICO	10 A 20	7 A 9	10 A 12
NEUMATICO LIGERO	15 A 20	5 A 6	8 A 9
NEUMATICO PESADO	HASTA 70	4 A 5	6 A 8
RODILLO DE IMPACTO	20 A 30	5 A 6	6 A 8
RODILLO DE REJA	20 A 25	6 A 7	7 A 9
PATA DE CABRA VIBRATORIA	20 A 30	3 A 5	6 A 7
LISO VIBRATORIO	20 A 30	VER GRAFICA SIGUIENTE	

Conociendo la capacidad de producción de un compactador y para conocer el costo del (m) compactado es necesario determinar el costo horario del equipo.

8.2. COSTOS

Para la determinación del costo horario del equipo de compactación se siguen los mismo pasos que se siguen para la determinación -

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)

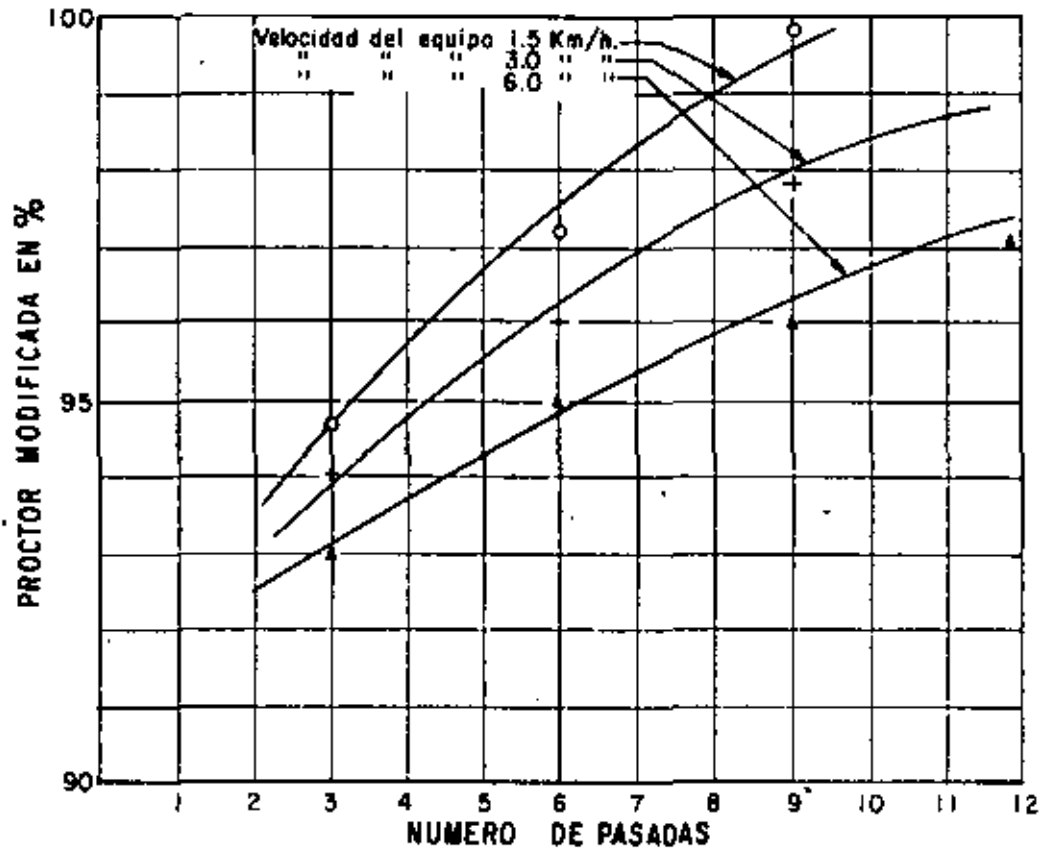
N = Número de pasadas

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:



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) C o n s u m o s

Combustibles

Lubricantes

Llantas

C) O p e r a c i ó n

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

Sumando.

A) Cargos fijos

B) Consumos

C) Operación

D) Transporte

COSTO HORARIO

Determinado el costo horario del equipo y conociendo la producción del mismo, para un cierto grado de compactación, se puede obtener el costo por (m) compactado:

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

8.3. EJEMPLOS

Ejemplo (1)

Si tiene por ejemplo un material compuesto por un 30% limo y 70% arena. Consideramos que se trata de un material granular y por lo tanto un compactador vibratorio es el indicado.

Se analizarán las siguientes alternativas:

- 1.- Rodillo liso vibratorio arrastrado por tractor agrícola
- 2.- Rodillo sencillo liso vibratorio autopropulsado
- 3.- Rodillo doble (Tandem) vibratorio autopropulsado

1.- Determinación de costos horario

1. Rodillo liso arrastrado por tractor agrícola.

Precio de adquisición rodillo	\$ 1'100,000.00
Precio de adquisición del tractor	840,000.00

Se considera una vida útil del conjunto de 8000 horas y un valor de rescate de cero.

Cargos fijos	\$ 612.00
Consumos	36.00
Operación	72.00
	<hr/>
	\$ 720.00

2.- Rodillo sencillo vibratorio autopropulsado

Precio de adquisición \$ 2'400,000.00

Se considera también una vida útil de 8000 horas y un valor de rescate de cero:

Cargos fijos	\$ 672.00
Consumos	36.00
Operación	72.00
	<hr/>
	\$ 780.00/hora

3.- Rodillo Tandem vibratorio autopropulsado

Precio de adquisición \$ 4'300,000.00

Haremos la misma consideración por lo que respecta a vida útil y valor de rescate que las alternativas anteriores.

Cargos fijos	\$ 1,150.00
Consumos	52.00
Operación	72.00
	<hr/>
	\$ 1,274.00

II.- Determinación de producciones horarias

1. 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 reducc. = 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 (suelos)

Número de pasadas = 4 para 95%

Coefficiente de reducc. = 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 Tendem autopropulsado

Ancho = 1.50

Velocidad = 4 km/h

Espesor = 20 cm (suelos)

Número de pasadas = 2 (por ser dos rodillos)

Coefficiente de reducc. = 0.7

Eficiencia = 0.75

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 20 \times 10 \times 0.8}{2} \times 0.75$$

$$P = 315 \text{ m}^3/\text{hora}$$

III. Determinación de costo de compactación.

	COSTO HORARIO	PRODUCCION	COSTO X m ³
Caso 1	\$ 720.00/h	157 m ³ /h	\$ 4.59/m ³
Caso 2	\$ 780.00/h	253 m ³ /h	\$ 3.08/m ³
Caso 3	\$ 1,274.00/h	315 m ³ /h	\$ 4.36/m ³

Se hace notar que a pesar de que la diferencia de valor de adquisición entre los casos (1) y (3) es de 280% aproximadamente, se obtiene un ahorro en el caso (3), del costo de compactación, cercano al 10%.

Suponiendo que se contara con un compactador de impacto auto-propulsado, con un costo horario de \$ 1,240.00 y se tratara de compactar el material granular del ejemplo, se obtiene:

Producción horaria:

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

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

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

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

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

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

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

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

El costo obtenido demuestra una mala selección del equipo, ya que resultó mayor que los obtenidos para rodillos vibratorios.

En caso contrario puede encontrarse cuando con un rodillo vibratorio liso traten de compactarse materiales altamente cohesivos - para los cuales el compactador de impacto resultara más ventajoso.

E J E M P L O (2)

Material por compactar: Arena bien graduada

Volumen por compactar: 300 m³ compactados/hora

Compactación al 95%

Eficiencia 70%

A) Plancha Tandem

Ancho rodillos = 1.20

Velocidad máxima de desplazamiento: 2 km/h

Número de pasadas para obtener el 95% de compactación = 11

Espesor compacto de capa = 12 cm

Costo horario = \$ 400.00/h

B) Rodillo Vibratorio Autopropulsado

Ancho rodillo = 1.50

Velocidad máxima de desplazamiento = 4 km/h

Número de pasadas para obtener el 95% de compactación = 4

Espesor compacto de capa = 25 cm

Costo horario = \$ 1,000.00/hora

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

$$P = \frac{1.20 \times 2 \times 12 \times 10}{11} \times 0.70$$

$$P = 18.3 \text{ m}^3/\text{h (compactos)}$$

B) Rodillo Vibratorio

$$P = \frac{1.50 \times 4 \times 25 \times 10}{4} \times 0.70$$

$$P = 262 \text{ m}^3/\text{h (compactos)}$$

R E S P U E S T A S :

1.- Se necesitan tantas planchas como:

$$\frac{300}{18.3} = 16 + = 17 \text{ planchas}$$

Se pueden utilizar 16 unidades, pero con utilización óptima -- que frecuentemente resulta difícil de obtener.

Se necesitan usar 17 unidades, lo cual es totalmente impráctico.

2.- Los rodillos vibratorios necesarios son:

$$\frac{300 \text{ m}^3/\text{h}}{262 \text{ m}^3/\text{h}} = 1.14 + = 2 \text{ rodillos}$$

3.- Determinación del costo de compactación:

A) Planchas Tandem (6 - 8 Tons)

$$\text{Costo} = \frac{\text{Costo Horario}}{\text{Producción}}$$

$$\text{Costo} = \frac{\$ 400.00/\text{h}}{18.3} = \$ 21.85/\text{m}^3$$

Costo que es muy elevado !!

B) Rodillos Vibratorios

$$\text{Costo} = \frac{\$ 1,000.00/\text{h}}{262 \text{ m}^3/\text{h}} = \$ 3.82/\text{m}^3$$

Que es un costo razonable.

IX. CONCLUSIONES

- 9.1. La forma de mejorar los elementos mecánicos en un suelo es la compactación.
- 9.2. Los efectos más importantes que produce una buena compactación en un suelo son: Resistencia mecánica, minimización de asentamientos y reducción de la permeabilidad.
- 9.3. El factor de mayor importancia para dar una compactación óptima en un suelo, es el contenido de humedad del material.
- 9.4. Los esfuerzos de compactación pueden transmitirse al suelo por la combinación de uno o más de los siguientes efectos: Presión estática, impacto, vibración y amasamiento.
- 9.5. El compactador que deba usarse dependerá básicamente del tipo de suelo que se quiera compactar (Fig. 29).
- 9.6. La selección de compactadores deberá hacerse con mucho cuidado y tratando de hacer intervenir las variables ya que de esto dependerá el éxito económico y funcional de la compactación.
- 9.7. De un buen control depende que la compactación se lleve a cabo correctamente.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

CUIDADO DEL EQUIPO DE TERRACERIAS

Ing. Vicente Saizc Sempare

SEPTIEMBRE, 1983.

MANTENIMIENTO DE EQUIPO

PRIMERA SESION DE TRABAJO

I.- INTRODUCCION.

- A) DESARROLLO.
- B) IMPORTANCIA.
- C) JUSTIFICACION ECONOMICA.
- D) CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

II.- PLANEACION

- A) OBJETIVOS.
- B) ANALISIS DE INFORMACION.
- C) PROGRAMACION Y ASIGNACION DE RECURSOS.

III.- ORGANIZACION.

- A) ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.
- B) SISTEMA ADMINISTRATIVO.
- C) SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.
- D) SISTEMAS DE INFORMACION.
- E) SISTEMAS DE CONTROL.

SEGUNDA SESION DE TRABAJO.

IV.- TEMAS ESPECIFICOS.

- A) ANALISIS DE PARAMETROS DE INFORMACION.
- B) LIMPIEZA Y LUBRICACION.
- C) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.
- D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.
- E) DIAGRAMAS.

I.- INTRODUCCION

A) DESARROLLO

- HISTORICAMENTE EL MANTENIMIENTO SE INICIA COMO UN SISTEMA ADMINISTRATIVO. MANEJADO POR PERSONAL CON FORMACION ADMINISTRATIVA.
- APARECEN LOS PRIMEROS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES. (INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION).
- SUFREN UN CAMBIO PAULATINO DE SU CARACTER ADMINISTRATIVO A UN CARACTER TECNICO.
- SU DESARROLLO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION HA SIDO SEMEJANTE AL DE LA INDUSTRIA EN GENERAL.

PRESENTA CARACTERISTICAS ESPECIALES QUE LO HACEN MAS DIFICIL DE REALIZAR CON EXITO, COMO POR EJEMPLO:

- A) EL EQUIPO DE CONSTRUCCION ES TOTALMENTE MOVIL.
- B) LAS INSTALACIONES NO SON DEFINITIVAS.
- C) LA VARIEDAD DEL EQUIPO UTILIZADO ES MUY GRANDE.
- D) LAS OBRAS EN GENERAL ESTAN UBICADAS LEJOS DE CENTROS IMPORTANTES DE POBLACION, ETC.,

I.- INTRODUCCION

B) IMPORTANCIA.

LA IMPORTANCIA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO SE PUEDE MEDIR A TRAVES DE SU IMPACTO EN LOS SIGUIENTES FACTORES.

- INVERSION DE EQUIPO - DISMINUYE

A) INCREMENTO EN LA VIDA UTIL.

B) INCREMENTO EN LA VIDA ECONOMICA.

- PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO = PRODUCCION - AUMENTA

A) INCREMENTO EN EL VALOR DE RESCATE.

B) DISMINUCION DEL COSTO DE REPARACIONES.

C) DISMINUCION DEL COSTO POR MAQUINA PARADA.

D) INCREMENTO DEL NUMERO DE HORAS DISPONIBLES.

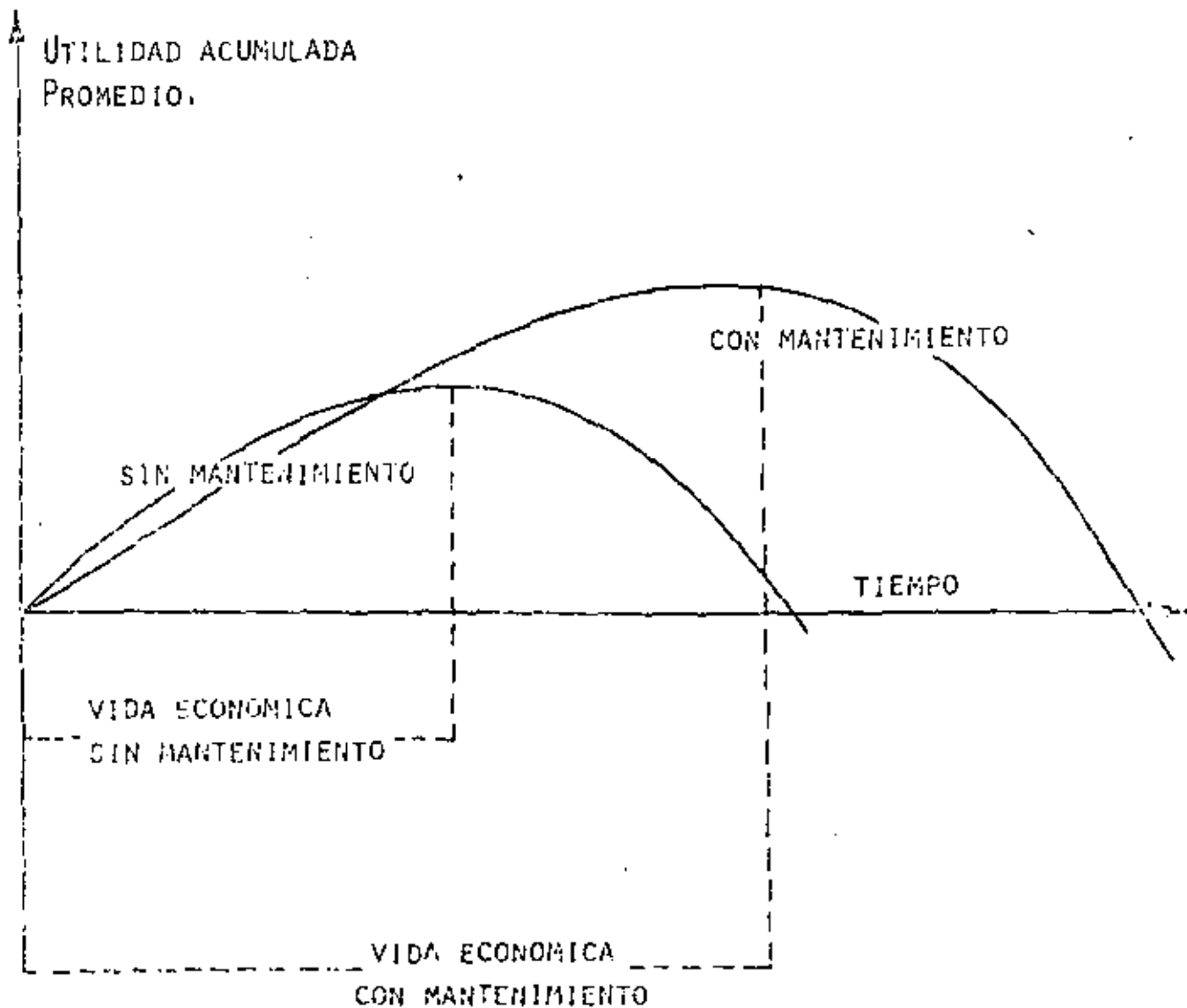
E) EQUIPO EN OPTIMAS CONDICIONES DURANTE HORAS DE TRABAJO.

C) JUSTIFICACION ECONOMICA.

SE DERIVA DE LA CUANTIFICACION DE:

- A) DISMINUCION DE LA INVERSION.
- B) AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.
- C) DISMINUCION DE COSTOS DE PRODUCCION.

EL EFECTO ECONOMICO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO SE ILUSTR_U EN LA GRAFICA SIGUIENTE:



D) CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

MANTENIMIENTO PLANEADO.

ES EL MANTENIMIENTO ORGANIZADO ORIENTADO A MANTENER EN CON-
DICIONES DE MAXIMA PRODUCCION EL EQUIPO MEDIANTE LA PROGRA-
MACION DEL MANTENIMIENTO DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES DE-
LA PRODUCCION Y LAS CONDICIONES DE LA OBRA.

SE COMPONE DE:

- A) MANTENIMIENTO PREDICTIVO.
- B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- C) MANTENIMIENTO DE RUTINA.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

ES EL DIAGNOSTICO DEL COMPORTAMIENTO INTERNO Y EXTERNO DE -
LOS DIVERSOS CONJUNTOS Y SUBCONJUNTOS DEL EQUIPO.

SE BASA EN:

- ANALISIS DE LABORATORIO (ANALISIS DE DESGASTE INTERNO DE -
METALES).
- EQUIPO DE DIAGNOSTICO Y PRUEBAS.
- ANALISIS ESTADISTICO DE VIDA UTIL DE CONJUNTOS Y SUBCONJUN-
TOS.

PROPORCIONA.

- ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- LOCALIZA E INFORMA PARA QUE SE CORRIJAN FALLAS CUANDO ESTAN
EN SU FORMA MAS INCIPIENTE.

- PRONOSTICO DE CAMBIOS Y REPOSICIONES.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- ES LA APLICACION PRACTICA DEL MANTENIMIENTO PLANEADO.
- ES EL MANTENIMIENTO REALIZADO ANTES DE LA FALLA.
- INCLUYE DESDE AJUSTE DE MECANISMOS HASTA CAMBIO DE CONJUNTOS.
- ES MENOS COSTOSO Y CONSUME MENOS TIEMPO QUE EL MANTENIMIENTO OBLIGADO.

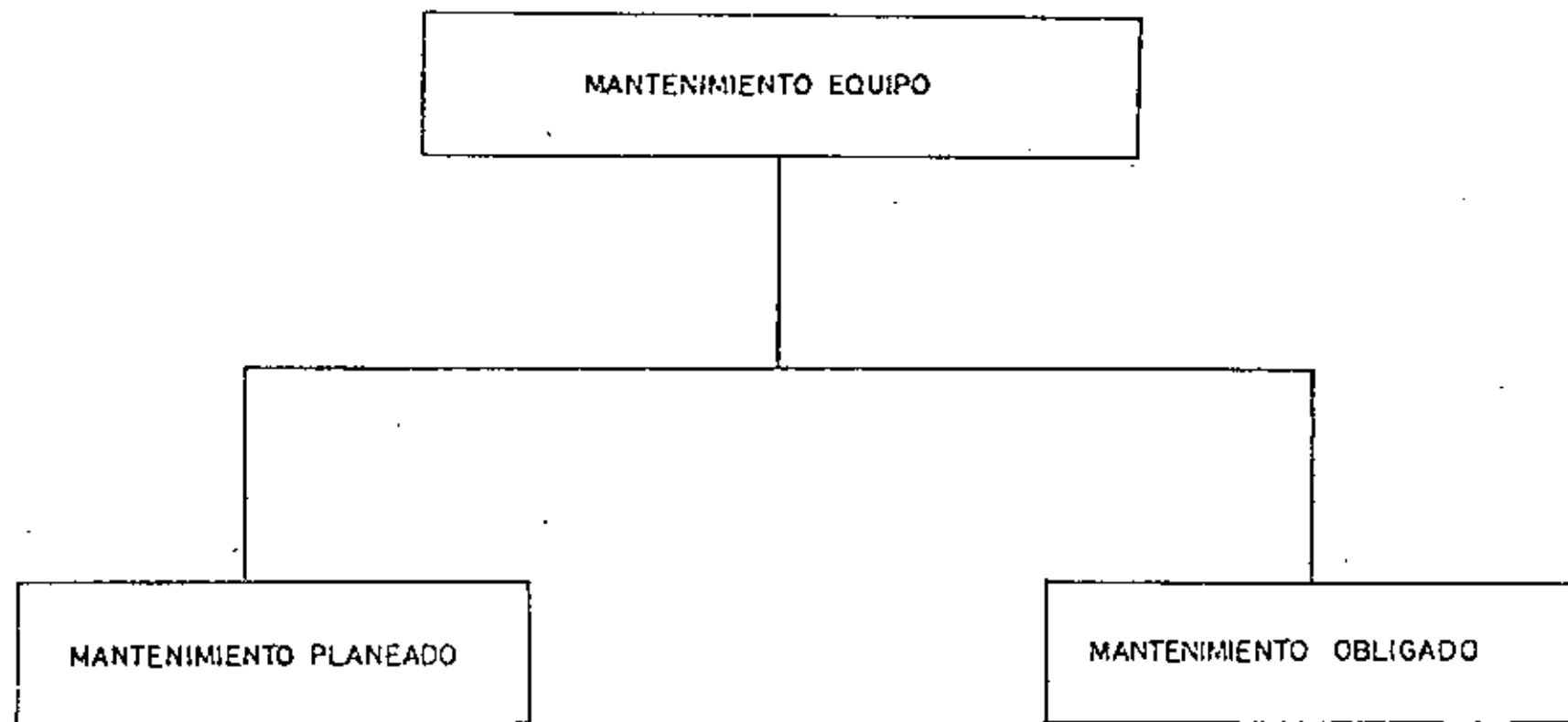
MANTENIMIENTO DE RUTINA.

ES EL MANTENIMIENTO QUE DEBE EJECUTARSE A CIERTOS PERIODOS DE TIEMPO PREESTABLECIDOS DE ANTEMANO Y QUE NO ES NECESARIO QUE SE EJECUTEN POR PERSONAL ALTAMENTE CALIFICADO. (EJEMPLO: ENGRASE DE LOS EQUIPOS).

MANTENIMIENTO OBLIGADO.

- ES EL MANTENIMIENTO REALIZADO DESPUES DE LA FALLA.
- ES EL MANTENIMIENTO FUERA DE PROGRAMA.
- SU EJECUCION INMEDIATA ES IMPERATIVA.
- LOS TIEMPOS DE PARO DEL EQUIPO SON PROLONGADOS.
- SU COSTO DE EJECUCION ES SUMAMENTE ELEVADO.

ESTRUCTURAS DEL MANTENIMIENTO



MANTENIMIENTO PLANEADO

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

ANALISIS DE LABORATORIO
EQUIPOS DE DIAGNOSTICO
ANALISIS ESTADISTICO DE
VIDA UTIL

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INSPECCION DE EQUIPO
SERVICIOS DE CONSERVACION
DETECCION Y CORRECCION DE
FALLAS
SUPERVISION DE OPERACION
REPARACIONES MAYORES PRO-
GRAMADAS
INTERCAMBIO DE CONJUNTOS

MANTENIMIENTO RUTINA

LUBRICACION DE LOS EQUIPOS
LIMPIEZA DEL EQUIPO
ABASTECIMIENTO DE COMBUS-
TIBLE

II.- PLANEACION

9

A) OBJETIVOS.

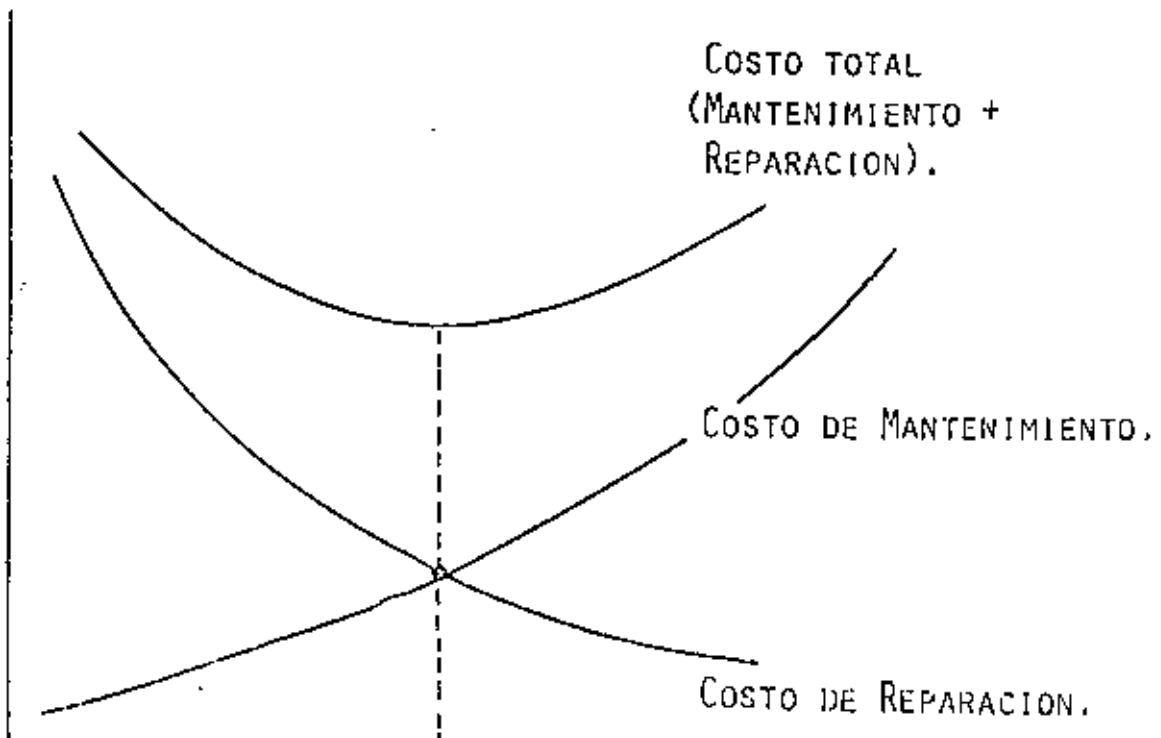
OBJETIVO BASICO: MAXIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD (EN SU SENTIDO MAS AMPLIO) DEL EQUIPO EN OBRA.

EN TERMINOS SIMPLIFICADOS.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCCION}}{\text{COSTO}}$$

UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO ORIENTADO HACIA ESTE OBJETIVO- TRATARA DE MAXIMIZAR PRODUCCION Y MINIMIZAR COSTO.

- MAXIMIZARA PRODUCCION.
ALCANZANDO EN FORMA OPTIMA LOS FACTORES MENCIONADOS EN 1-B.
- MINIMIZARA COSTO :
PROPORCIONANDO EL MANTENIMIENTO AL NIVEL OPTIMO.



B) ANALISIS DE LA INFORMACION.

POR LAS CARACTERISTICAS ESPECIALES QUE SE PRESENTAN DE LA CONSTRUCCION, ES NECESARIO HACER UNA PLANEACION DE MANTENIMIENTO ESPECIFICO PARA CADA OBRA.

POR LO QUE SE NECESITA CONSIDERAR:

MAGNITUD Y CLASE DE OBRA.

LOCALIZACION.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION.

PROGRAMA DE UTILIZACION DEL EQUIPO.

MAGNITUD Y CLASE DE OBRA.

- OBRAS DONDE SE TIENE AREAS DE GRAN CONCENTRACION DE EQUIPO (PRESAS).
- OBRAS DONDE SE TIENE EL EQUIPO DISTRIBUIDO A LO LARGO DE GRANDES DISTANCIAS (CARRETERAS)
- OBRAS DONDE EL EQUIPO SE ENCUENTRA DISTRIBUIDO EN AREAS EXTENSAS Y A GRANDES DISTANCIAS (ZONAS DE RIEGO).

LOCALIZACION DE LA OBRA.

- VIAS DE ACCESO O COMUNICACION.
- DISTANCIA A CENTROS DE ABASTECIMIENTO.
- CONDICIONES CLIMATOLOGICAS DE LA ZONA.
- CLASE DE TRABAJO A DESARROLLAR Y MATERIAL PREDOMINANTE.

PROGRAMA GENERAL DE EJECUCION

- CALENDARIO Y SECUENCIA DEL TRABAJO.
- NUMERO DE TURNOS DE TRABAJO DE PRODUCCION Y HORARIO DE LOS MISMOS.
- NUMERO DE FRENTES DE PRODUCCION ATACANDOSE SIMULTANEAMENTE.
- DISTRIBUCION DEL EQUIPO EN LOS DIVERSOS FRENTES DE TRABAJO.
- DISTANCIA APROXIMADA ENTRE LOS DIVERSOS FRENTES DE PRODUCCION.
- COSTOS Y RENDIMIENTOS CON LOS QUE FUE PLANEADA LA OBRA.

PROGRAMA DE UTILIZACION DEL EQUIPO.

- RITMO DE TRABAJO A QUE TIENE QUE SOMETER LAS MAQUINAS PARA CUMPLIR CON EL PROGRAMA.
- CANTIDAD, CLASE Y ANTIGUEDAD DEL EQUIPO QUE SE TENDRA EN OBRA.
- FECHA DE RECEPCION Y DESOCUPACION.
- CANTIDAD Y CLASE DE EQUIPO QUE REQUIERE DE INSTALACION.

PROGRAMACION Y ASIGNACION DE RECURSOS.

- HUMANOS.
- EQUIPO AUXILIAR.
- HERRAMIENTA.
- INSTALACIONES.
- RECURSOS HUMANOS.
- SELECCION.
- CAPACITACION.
- DISTRIBUCION.

- SUPERVISION.
- PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO , PREVENTIVO Y DE RUTINA.
- PERSONAL DE ADMINISTRACION Y CONTROL.
- OPERADORES DEL EQUIPO.

SE DEBE CONSIDERAR:

- CANTIDAD DE PERSONAL Y VARIACION DEL MISMO DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE LA OBRA.
- CAPACIDAD, PREPARACION Y EXPERIENCIA DEL TRABAJADOR.
- DIFERENTES ESPECIALIDADES.
- SALARIOS POR ESPECIALIDAD.
- ESTABLECIMIENTO DE TURNOS Y HORARIOS DE TRABAJO.

DISTRIBUCION DE PERSONAL.

SE DISTRIBUYE DE ACUERDO CON:

- DISTANCIA ENTRE LOS DIFERENTES FRENTE DE TRABAJO, NUMERO Y TIPO DE EQUIPO POR FRENTE.
- IMPORTANCIA DEL FRENTE DENTRO DE LA OBRA.

CAPACITACION.

PROMOVER CONTINUOS CURSOS DE ACTUALIZACION.

CAPACITAR PERSONAL SIN EXPERIENCIA.

CALIFICAR AL PERSONAL PERIODICAMENTE.

EQUIPO AUXILIAR

A.- EQUIPO ESPECIALIZADO.

DE LABORATORIO

ESPECTOFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA,

DE CAMPO.

- EQUIPO DE DIAGNOSTICO Y PRUEBAS.

EQUIPO DE MANTENIMIENTO

FIJO.

INSTALACIONES DE TALLER.

- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| AIRE COMPRIMIDO | - | COMPRESOR, LINEAS |
| LIMPIEZA, | - | LAVADORAS DE VAPOR Y BOMBAS DE ALTA PRESION. |
| LUBRICACION, | - | EQUIPO DE LUBRICACION.
BOMBAS, CARRETES TAMBORES. |
| SOLDADURA, | - | SOLDADORAS.
EQUIPO DE CORTE,
EQUIPO DE TRAZO. |
| FUNDICION Y FORJA
(HERRERIA) | - | FRAGUA, AFILADORAS. |
| ELECTRICIDAD | - | PROBADOR DE ARMADURAS.
CARGADOR DE BATERIAS. |
| MAQUINAS HERRA-
MIENTAS, | - | TORNO, TALADRO.
FRESADORA, ROSCADORA. |
| MOVIL | - | EQUIPO DE LIEMPIEZA.
EQUIPO DE LUBRICACION Y ENGRASE.
TALLER MOVIL.
SOLDADORAS.
EQUIPO DE TRANSPORTE (VEHICULOS). |

HERRAMIENTA,

FIJA:

HERRAMIENTA PARA TALLER.

ESMERIL - TORNILLO DE BANCO, PRENSA HIDRAULICA,
PULIDORA.

CAJA DE HERRAMIENTA PARA TALLER.

HERRAMIENTA PNEUMATICA Y ELECTRICA.

HERRAMIENTAS DE MEDICION.

MOVIL.:

HERRAMIENTA PARA CAMPO.

HERRAMIENTA PARA MANIOBRAS.

HERRAMIENTA PARA LLANTAS.

HERRAMIENTA DE MEDICION.

HERRAMIENTAS PARA CALIBRACIONES.

INSTALACIONES.

LAS INSTALACIONES EN OBRAS DE CONSTRUCCION SON:

A) INSTALACIONES DE SERVICIO.

- TALLER MECANICO.
- ALMACEN.
- ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.

B) INSTALACIONES DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA.

- ELECTRICAS.
- AIRE COMPRIMIDO.
- VENTILACION.

C) INSTALACIONES DE PRODUCCION.

- CONCRETO ASFALTICO.
- CONCRETO HIDRAULICO.
- PRODUCCION DE AGREGADOS.
- INSTALACIONES DE SERVICIO.
- TALLER MECANICO Y ALMACEN.

A) AREA DE INSTALACION.

- DE FACIL ACCESO.
- EQUIDISTANTE A LOS DIVERSOS FRENTES DE TRABAJO.
- ORIENTACION ADECUADA.
- FUERA DE ZONAS DE TRABAJO PARA EVITAR CONTAMINACION.

B) DIMENSIONES.

- ADECUADA A LA DEMANDA DE TRABAJO SEGUN PROGRAMA.
- INSTALACION SENCILLA Y DE SER POSIBLE MODULAR.
- AREA NECESARIA PARA MANIOBRAS Y ALMACENAJE.
- DIVISION POR DEPARTAMENTOS.

ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.

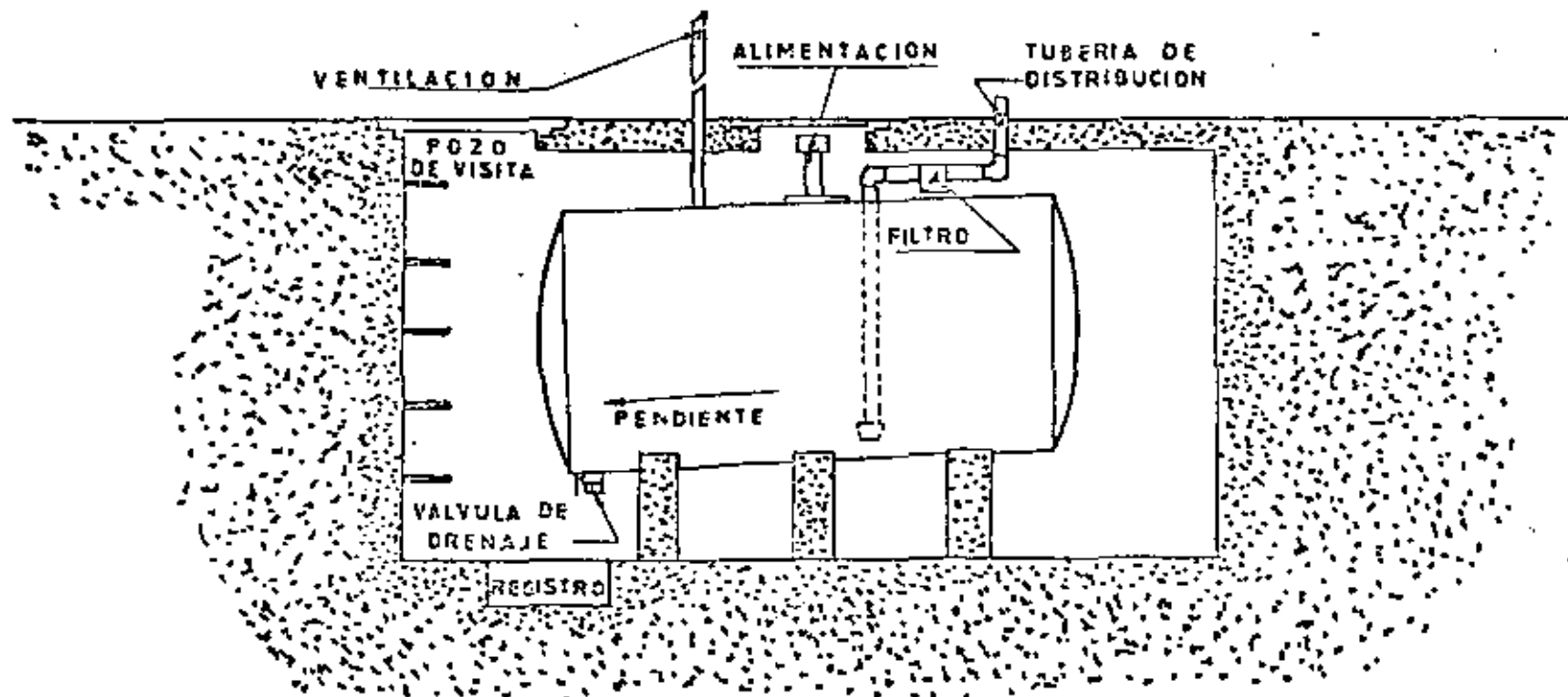
SE CONSIDERA BASICO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INYECCION DE LOS MOTORES.

SE REQUIERE:

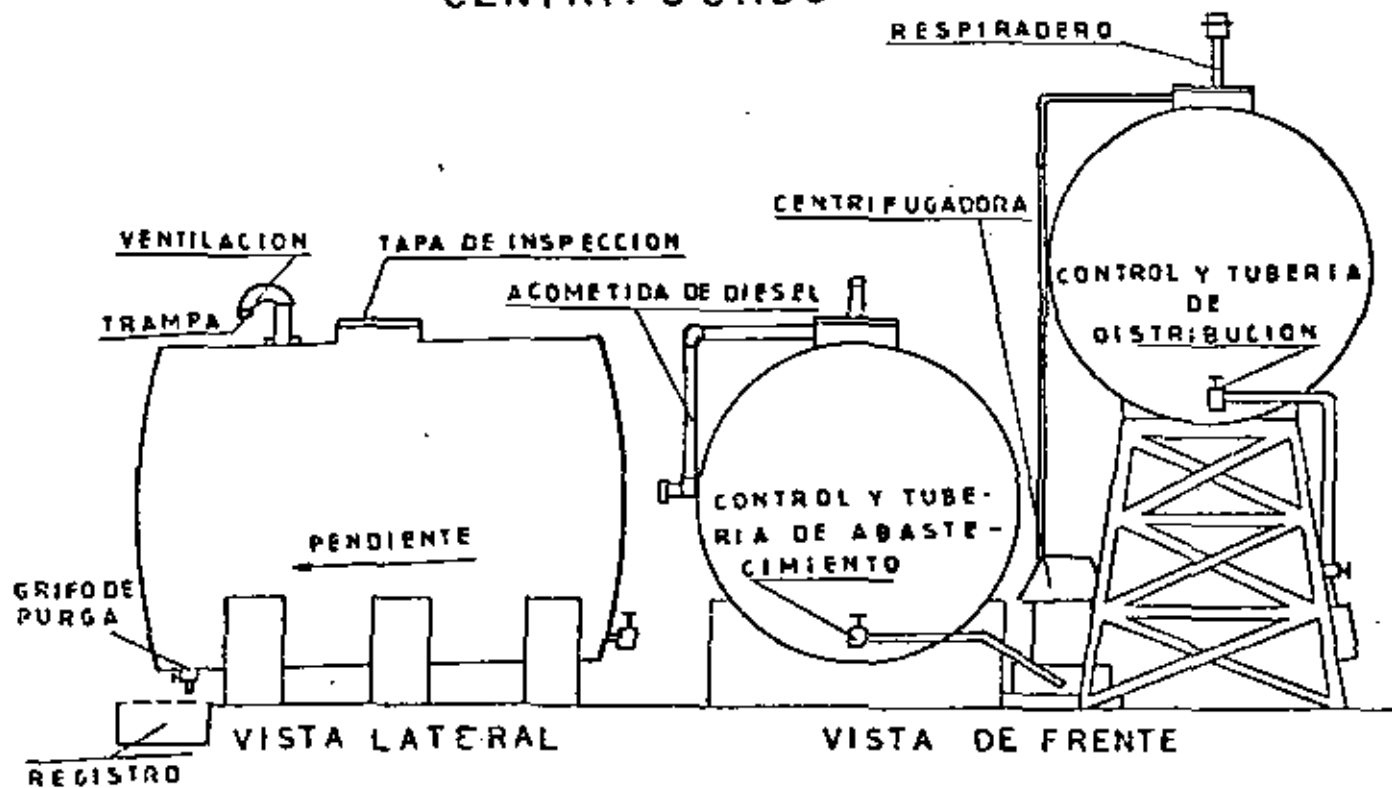
- TANQUE PARA RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.
- TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE CENTRIFUGADO O FILTRADO.
- CENTRIFUGADORA O FILTROS.

LOS TANQUES DEBEN TENER INCLINACION PARA ASENTAMIENTOS Y LIN-

INSTALACION SUBTERRANEA



INSTALACION DE COMBUSTIBLE DIESEL CENTRIFUGADO



A) ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

- ORGANIGRAMA.
- DISTRIBUCION DE AREAS DE RESPONSABILIDAD.
- DESCRIPCION DE FUNCIONES.

B) SISTEMA DE ADMINISTRACION.

- ARCHIVO GENERAL.
- MANEJO DE REGISTROS.
- EXISTENCIAS DE ALMACEN.
- ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE COSTOS.
- MANEJO DE CUENTAS.

C) SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.

- ELABORACION DE HOJAS DE SERVICIOS DE CONSERVACION PERIODICOS.
- HOJAS DE RENTA DE LUBRICACION.
- CARTAS DE LUBRICACION.
- REPORTES DE OPERACION.

D) SISTEMAS DE INFORMACION.

- DIAGRAMAS DE FLUJO.
- REPORTES DEL PERSONAL DE CAMPO.
- REPORTES DE INSPECCION DEL EQUIPO.
- INFORMES DE LABORATORIO Y DIAGNOSTICO.

E) SISTEMAS DE CONTROL.

- HISTORIA DE LA MAQUINA.
- TARJETAS DE COSTOS.
- INVENTARIO FISICO DE EQUIPO.

- INVENTARIO DE ALMACEN.
- ORDENES DE TRABAJO.

(19)

RECURSOS COMPLEMENTARIOS.

AQUI CONSIDERAMOS LOS RECURSOS EXTERNOS QUE SE ENCUENTRAN A DISPOSICION DE USUARIOS DE EQUIPO O CONSUMIDORES DE CIERTOS ARTICULOS PROPORCIONADOS GENERALMENTE POR PROVEEDORES.

- CATALOGOS DE PARTES.
- CATALOGOS DE OPERACION.
- CATALOGOS DE MANTENIMIENTO.
- INSTRUCCION DE OPERADORES.
- INSTRUCCION DE MECANICOS.
- INFORMACION TECNICA.

ANALISIS DE PARAMETROS DE INFORMACION PARA PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

PARAMETROS:	PORQUE ES NECESARIO
- INVENTARIO FISICO DE EQUIPO	SE TIENE CONTROL DEL EQUIPO QUE SE ENCUENTRA EN OBRA. PARA FORMAR GRUPOS DE EQUIPOS CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS. PARA ESTABLECER LAS DIFERENCIAS DE COMPORTAMIENTO Y COSTOS ENTRE LOS MISMOS TIPOS DE EQUIPO. PARA FACILITAR EL CONTROL DE REQUISICIONES. PARA AGRUPAR LAS DIFERENTES CATEGORIAS DE EQUIPO.
SISTEMA DE COSTOS.	PARA IDENTIFICAR LOS COSTOS POR CADA MAQUINA. PARA LLEVAR UN COMPORTAMIENTO ECONOMICO DE LAS MAQUINAS. PARA TOMAR DECISIONES DE REEMPLAZO. PARA IDENTIFICAR SI EL RENDIMIENTO DEL EQUIPO ESTA DE ACUERDO CON SUS COSTOS.
TIPO DE TRABAJO EN QUE SE ESTA USANDO EL EQUIPO.	PARA EVALUAR SI EL TRABAJO DESARROLLADO ESTA DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO. PARA DETERMINAR POLITICAS ESPECIALES DE MANTENIMIENTO. PARA SELECCIONAR LA OPERACION ADECUADA. PARA EVALUAR EL EFECTO DEL TRABAJO EN LA VIDA UTIL DE LA MAQUINA, DE ALGUNO DE SUS CONJUNTOS.
HORAS TRABAJADAS EN LAS MAQUINAS.	SIRVE PARA DETERMINAR EL PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO. PARA DETERMINAR LOS TIPOS DE MAQUINARIA. PARA SELECCIONAR LA PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO. PARA SELECCIONAR EL TIPO DE TRABAJO QUE SE DEBE HACER CON EL EQUIPO.

- CONTROLES DE RECEPCION DE FALTO	PARA IDENTIFICAR LOS MEDIOS EN QUE SE ENVIA O SE RECIBE. PARA IDENTIFICAR SI SE RECIBE EN LAS CONDICIONES EN QUE SE - ENVIO. PARA EVALUAR LOS TIEMPOS DE TRANSPORTE.
- CONTROLES DE CALIDAD.	PARA DETERMINACION SI SE RECIBE EN CONDICIONES DE TRABAJO. PARA PROGRAMAR LOS DETALLES DE MANTENIMIENTO O REPARACION QUE SE ENCUENTREN. PARA DETERMINAR EL TIEMPO EN QUE PODEMOS TRABAJAR EL EQUIPO. PARA PROGRAMAR SUS REPARACIONES MAYORES.
- PROGRAMA DE REPARACIONES MAYORES.	PARA DETERMINAR EL TIEMPO QUE EL EQUIPO VA HA ESTAR PARADO. PARA PROGRAMAR LOS RECURSOS. PARA DETERMINAR POLITICAS DE SUSTITUCION EN OBRA. PARA DETERMINAR SI LA REPARACION CORRESPONDE A DESGASTE NORMAL, POR FALLAS DE MANTENIMIENTO, OPERACION.
- PLANTILLAS DE PERSONAL.	VARIACIONES SEGUN PROGRAMA DE OBRA. DISTRIBUCION ADECUADA EN LOS FRENTES DE TRABAJO. CAPACIDAD, CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA Y HABILIDAD. CURSOS DE CAPACITACION.
- PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.	ESTABLECIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE RUTINA. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL O MENSUAL. INSPECCIONES FISICAS DEL EQUIPO. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

- 0.- EXISTENCIA DE ALMACEN. EN CANTIDAD ADECUADA QUE PERMITEN UN TRABAJO CONTINUO Y SUFICIENTEMENTE BAJAS PARA NO TENER UNA GRAN INVERSION SIN MOVIMIENTO. PIEZAS DE MOVIMIENTO CONTINUO QUE PERMITAN TENER UNA REVOLUCION ADECUADA DE ALMACEN.
-
- 1.- HISTORIA DE LA MAQUINA. PARA TENER UN COMPORTAMIENTO MECANICO Y ECONOMICO DE LA VIDA UTIL DEL EQUIPO. PARA ANALIZAR LA CONVENIENCIA DE LA UTILIZACION Y PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS.
-
- 2.- ORDENES DE TRABAJO. PARA CONTROLAR TIEMPOS, COSTOS Y ACTIVIDADES EN LAS REPARACIONES O EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.
-
- 3.- REQUISICIONES. PARA CONTROLAR PIEZAS QUE SE REPONEN AL EQUIPO. PARA CONTROLAR TIEMPOS DE ABASTECIMIENTO. PARA CONTROLAR COSTOS DE MANTENIMIENTO.
-
- 4.- RAZON DE FALLAS. PARA DETERMINAR QUE SINTOMAS PROVOCAN LAS FALLAS. PARA DETERMINAR QUE FALLA SE PRESENTA CON MAS FRECUENCIA Y ESTABLECER SU CAUSA (MOTOR, TRANSMISION, SISTEMA ELECTRICO). PARA IDENTIFICAR QUE FALLA ES ANORMAL Y CUAL SE DEBE A DESGASTE ANORMAL.
-
- 5.- NUMERO DE FALLAS. PARA EVALUAR LA VIDA DE LA MAQUINA Y SUS CONJUNTOS. PARA INVESTIGAR LA CAUSA. PARA LLEVAR ESTADISTICAS DEL COMPORTAMIENTO Y ESTABLICER PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.
-
- 6.- TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS. PARA DETERMINAR EL TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS. PARA ESTABLICER PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

V.- TEMAS ESPECIFICOS.

B) LIMPIEZA, LUBRICACION, CONTROL DE ACEITES.

- LIMPIEZA COMO FACTOR DE MANTENIMIENTO.

A) PROGRAMAS DE LIMPIEZA, FRECUENCIA, TIPO DE LIMPIEZA, LUGAR -
DONDE SE REALIZA,

B) EQUIPOS DE LIMPIEZA, CARACTERISTICAS, COSTO.
COMO EQUIPO INDEPENDIENTE Y COMO EQUIPO COMPLEMENTARIO.

C) OPERACION,- SE MENOSPRECIA LA ACTIVIDAD, CONTRATACION Y ENTRE-
NAMIENTO,

- LUBRICACION ELEMENTO BASICO DE MANTENIMIENTO.

A) PROGRAMACION DE LA LUBRICACION,

- SU IMPORTANCIA.

- SU RELACION CON LA PRODUCCION.

B) EFECTOS PRODUCIDOS POR FALTA O INADECUADA LUBRICACION.

C) EQUIPOS DE LUBRICACION.

D) PERSONAL DE LUBRICACION.

- CONTROL DE ACEITES Y LUBRICACION ,

A) ESTANDARIZACION.

B) IDENTIFICACION DEL ACEITE ADECUADO, PROPIEDADES.

C) TABLAS DE LUBRICACION.

D) EXISTENCIAS EN ALMACEN.

E) NOMENCLATURA.

F) ALMACENAJE. Y MANEJO.

g) EXISTENCIAS.

c) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.

EL EQUIPO QUE NO SE ENCUENTRA TRABAJANDO EN OBRA Y QUE SE ALMACENA (POR POLITICA DE LA EMPRESA), HASTA SER REQUERIDA NECESITA MANTENIMIENTO QUE PRESENTA CARACTERISTICAS PARTICULARES.

a) PROTECCION (CONTRA-INTEMPERIE).

b) LIMPIEZA Y LUBRICACION (ACEITES PRESERVADORES).

c) FUNCIONAMIENTO PROGRAMADO.

V.- TEMAS ESPECIFICOS

C) MANTENIMIENTO DE EQUIPO DISPONIBLE.

EL EQUIPO QUE NO SE ENCUENTRA TRABAJANDO EN OBRA Y QUE SE ALMACENA (POR POLITICA DE LA EMPRESA) HASTA SER REQUERIDA, NECESITA MANTENIMIENTO QUE PRESENTA CARACTERISTICAS PARTICULARES.

- A) PROTECCION (CONTRA INTEMPERIE).
- B) LIMPIEZA Y LUBRICACION (ACEITES PRESERVADORES).
- C) FUNCIONAMIENTO PROGRAMADO.

----- 0 -----

V.- TEMAS ESPECIFICOS

D) PRINCIPALES PROBLEMAS PRACTICOS.

1º HUMANOS.

- PREPARACION.
- COMUNICACION.

2º LOCALIZACION.

- TRABAJO A LA INTEMPERIE.
- LEJANIA DE CENTROS IMPORTANTES DE POBLACION.

3º TIPO DE TRABAJO.

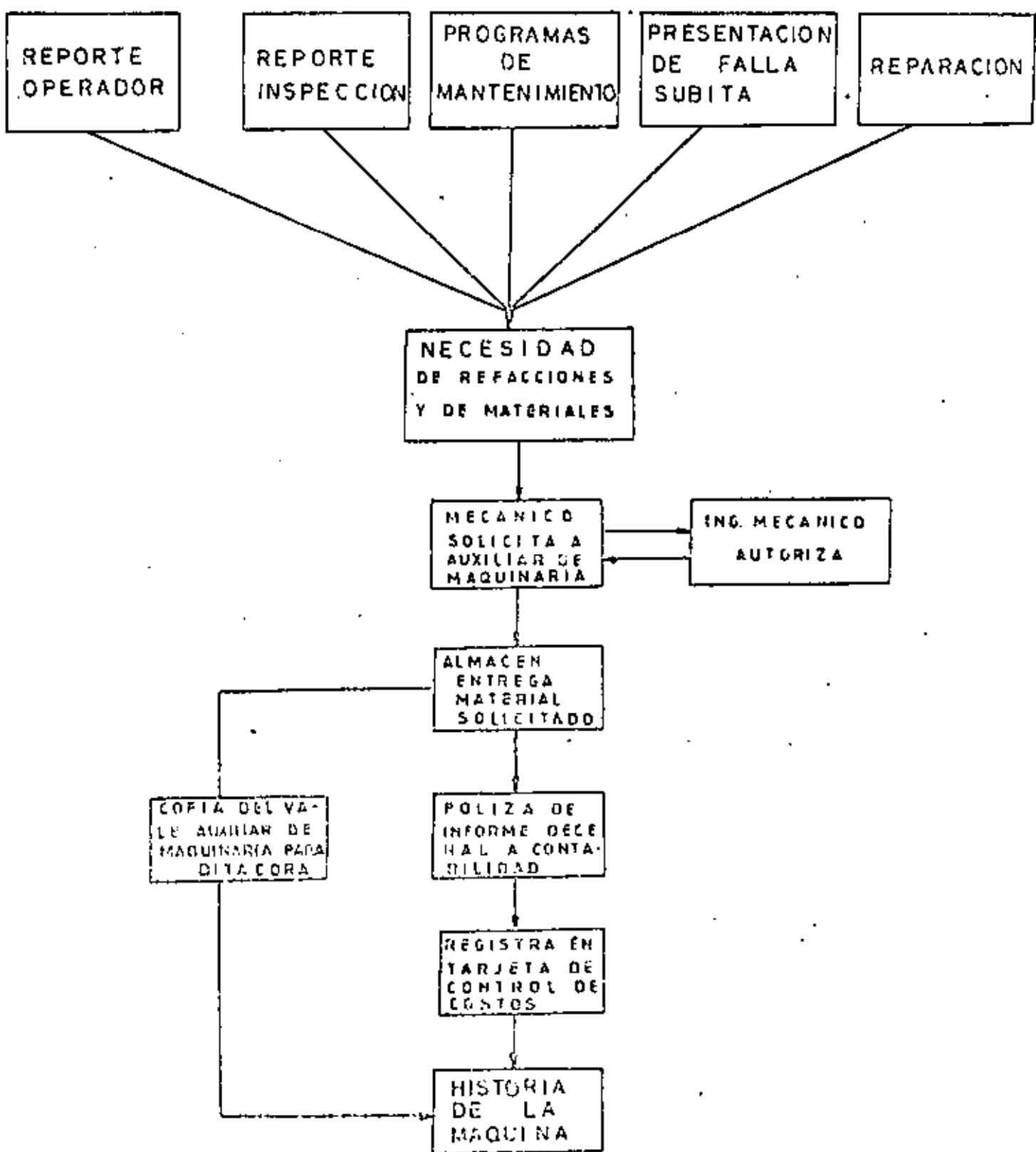
- RITMO MUY ACELERADO (A PRESION).
- FECHAS DE TERMINACION AGRESIVAS.
- NECESIDAD DE ALTOS PORCENTAJES DE UTILIZACION.

4º INSTALACIONES.

- MOVILES.
- RUDIMENTARIAS.
- DE BAJO COSTO.

DIAGRAMA DE FLUJO

VALES DE SALIDA DE ALMACEN



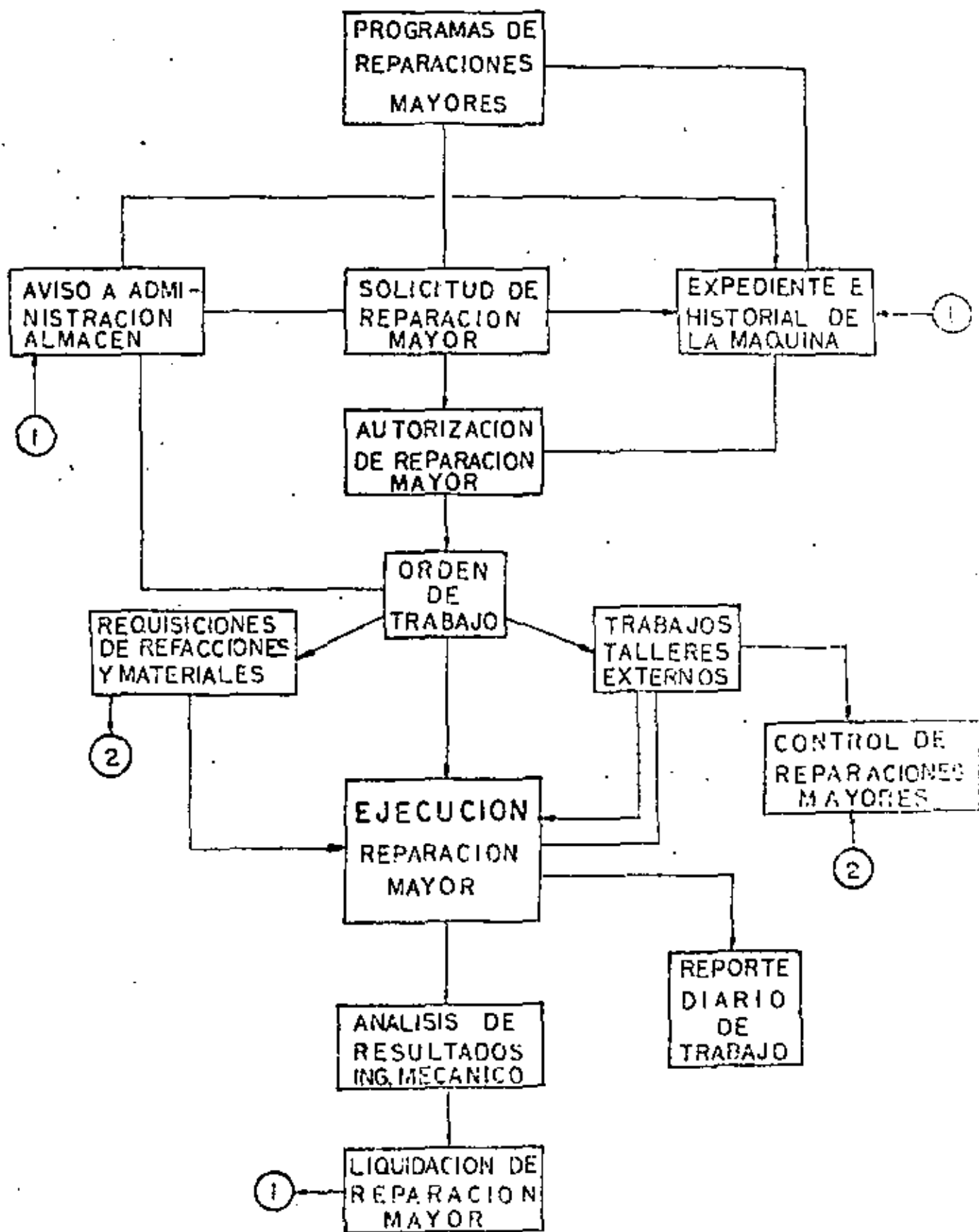


DIAGRAMA DE FLUJO REPORTE DE OPERADORES

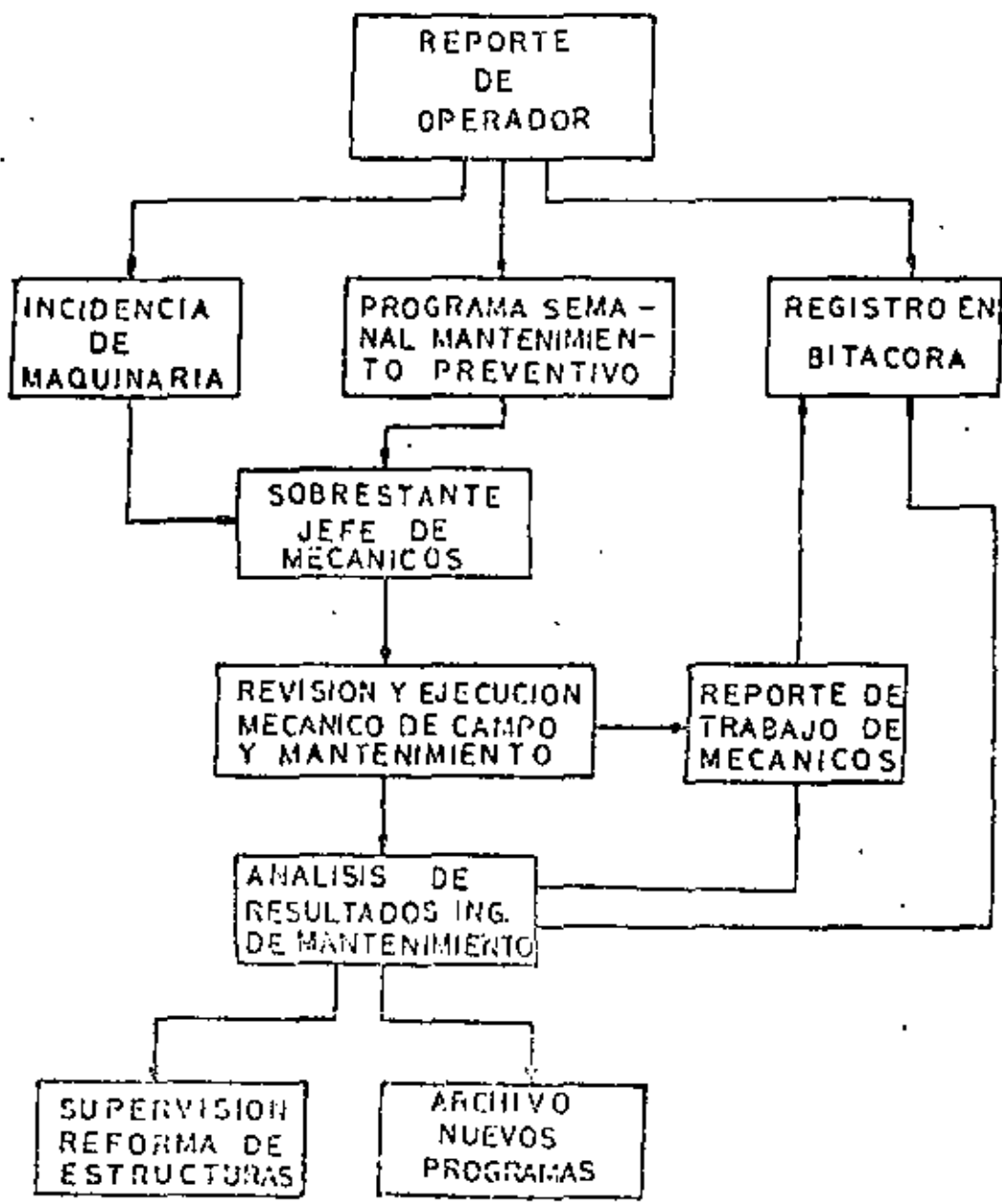
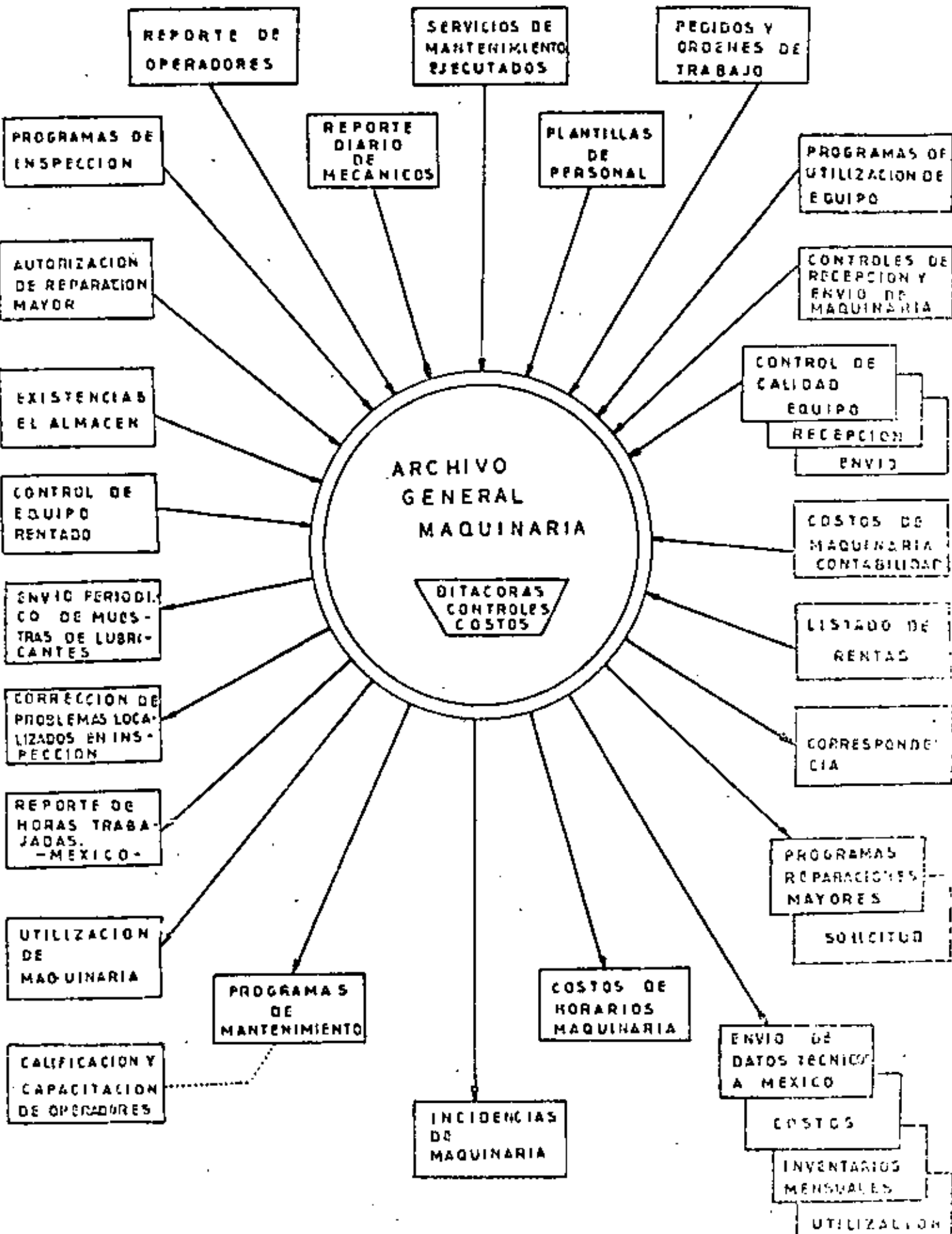


DIAGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO



C A P A C I T A C I O N

- 1.- EL PORQUE DE LA CAPACITACION.
- 2.- DESCRIPCION DEL PUESTO.
- 3.- EXAMEN PREVIO PARA DETERMINAR EL GRADO DE CAPACITACION.
- 4.- DISTINTAS FORMAS DE CAPACITAR.

1.- EL PORQUE DE LA CAPACITACION.

Uno de los factores que mayor importancia tienen para lograr una productividad adecuada en el mantenimiento, cuidado y operación de la maquinaria es el de contar con el personal mecánico y de operación con los conocimientos suficientes para que pueda desarrollar su trabajo con eficacia. Para lograr esto se tiene que "CAPACITAR" a ese personal para que pueda cumplir cabalmente con los requerimientos.

En la actualidad, en México y en el área Maquinaria de Construcción se adolece de grandes deficiencias en la capacidad del personal mecánico y de operación; Las razones son muy sencillas, no existe ningún lugar donde el personal obrero pueda adquirir conocimientos en relación a los campos de construcción. El sistema escolar formal no tiene ningún centro de enseñanza para maquinaria de construcción, excepción hecha del CAO, que a partir de 1978, pasó a formar parte del ICIC; Sin embargo su capacidad de enseñanza es del orden de 60 egresados por año y la Industria de la Construcción sola, tiene de 40 a 50 mil personas en estos trabajos, la mayoría ejerciendo sus funciones con grandes defectos por falta de oportunidad de mejorar su preparación.

En la construcción, el 80 % del capital de las empresas se invierte en la compra de activos fijos en maquinaria, equipos y herramientas y la cifra invertida supera los \$ 20,000 millones de pesos. A pesar del valor tan alto de las inversiones el constructor enfrenta con indolencia y apatía el problema de la capacitación, teniendo la mayoría la idea de que la mejor solución es el "PIRATEO" de personal ya capacitado y que generalmente sale de los Distribuidores de maquinaria y empresas que por su organización están en mejores condiciones para capacitar. Sin embargo esta solución no es suficiente ú completa, pues el distribuidor maneja 1 ó 2 marcas de equipo y el constructor 8 ó 10.

Por tanto hay que dar un énfasis muy fuerte a los aspectos de capacitación en este campo, si queremos que nuestras inversiones de capital nos redituen adecuadamente.

2.- DESCRIPCION DEL PUESTO.

Uno de los principales obstáculos para poder juzgar la capacidad del personal es que no existe un criterio uniforme en cuanto a los requisitos de conocimientos que debe tener una persona para ocupar un puesto, y que se basa en una técnica de la administración científica que nos indica que cada puesto de una organización debe tener una descripción por escrito de: Sus funciones, requisitos de conocimientos previos y actitud hacia el trabajo. Este se conoce como descripción del puesto.

En la actualidad la Sria. del T. y P.S., está tratando de elaborar lo que llaman el catálogo de empleos, pero como se supone debe abarcar todas las actividades productivas del país, pues será a un plazo largo cuando este elaborado.

Sin embargo cada empresa debiera tener descripciones de puestos acordes a sus necesidades con el fin de conocer las características que deberán reunir las personas que los vayan a ocupar. Si en la empresa no se sabe que funciones y responsabilidades se van a delegar en una persona, los criterios para contratarla tampoco estarán definidos y por tanto quedará al criterio (bueno ó malo) del encargado de llevar a cabo la contratación, el que se tomen bases reales ó no y por tanto la contratación será un acto de azar. Existen ejemplos grotescos en relación a las formas de contratación para operadores de maquinaria pesada.

Por tanto hay que recalcar en que es de suma importancia que la empresa sepa los requisitos que debe reunir una persona para cubrir un puesto.

3.- EXAMEN PREVIO.

El método más sencillo para seleccionar al personal es que basados en la descripción del puesto elaboremos un examen de conocimientos para determinar si los candidatos reúnen un mínimo de conocimientos. Es muy posible que con la aplicación de estos exámenes previos podamos mejorar en un alto porcentaje nuestros sistemas de contratación y seleccionar más atinadamente a los futuros técnicos y obreros.

Por desgracia hay poco material al respecto y por tanto dificultad en contar con él.

El exámen de este tipo nos puede servir para 2 aspectos: 1) Seleccionar entre los candidatos a ingresar a los que esten mejor preparados. 2) Aplicando estos exámenes a nuestro personal existente, podremos saber que nivel de conocimientos tiene, en que área ó áreas necesarias en su puesto tiene carencias y por tanto necesita recibir capacitaciones para superarlas; Quién está bien y con capacitación puede ascender a otros niveles de trabajo.

Entonces una de las acciones gremiales que por ejemplo el ICIC, puede llevar a cabo en beneficio de los constructores es la de elaborar descripciones de puestos con sus requisitos previos y exámenes que se puedan aplicar para cada uno de esos puestos, esto les daría a los constructores elementos muy importantes para juzgar al personal que tienen y al que van a tomar y propiciaría que se promueva la capacitación en las áreas de deficiencia, para que se lleguen a cubrir los puestos eficazmente.

4.- DISTINTAS FORMAS DE CAPACITAR.

Hay 2 muy generales: a) Capacitación previa al trabajo.
b) Capacitación en el trabajo.

La capacitación previa al trabajo esta representada por toda la escolaridad formal: Educación básica, media, media superior, superior y las técnicas especiales que el sistema escolar formal esté en capacidad de impartir.

Estos conocimientos son base para los que se necesitarán en los puestos de trabajo, y por tanto el pensar que la capacitación toda debe ser en el trabajo es un grave error.

Por ejemplo para un mecánico para maquinaria pesada se puede pensar que entre los requisitos de escolaridad previa, esté el que haya cursado y terminado secundaria, considerando que sin los conocimientos de física, geometría y matemáticas de ese nivel escolar no está en condiciones de entender los problemas del sistema hidráulico ó eléctrico de las máquinas. Además se buscará ó que haya pasado por alguna escuela técnica de fabricante ó distribuidor en la que haya recibido conocimientos sobre la mecánica aplicada a la maquinaria.

En el trabajo, que es actualmente el lugar donde sin querer ó no capacitamos, la falta de organización y control de esa capacitación, la hace ser poco práctica y muy deficiente, además de llevarnos a costos elevadísimos, no por la capacitación, sino por el costo que la mala capacitación quita. Una transmisión sin aceite nos consta 300 a 500 mil pesos y así por el resto.

La capacitación deberá entonces ser planeada para que sea útil y apoyarse en el sistema escolar, que se lleva el 25 % de los impuestos que pagamos y que por tanto por conveniencia propia debemos cuidar.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

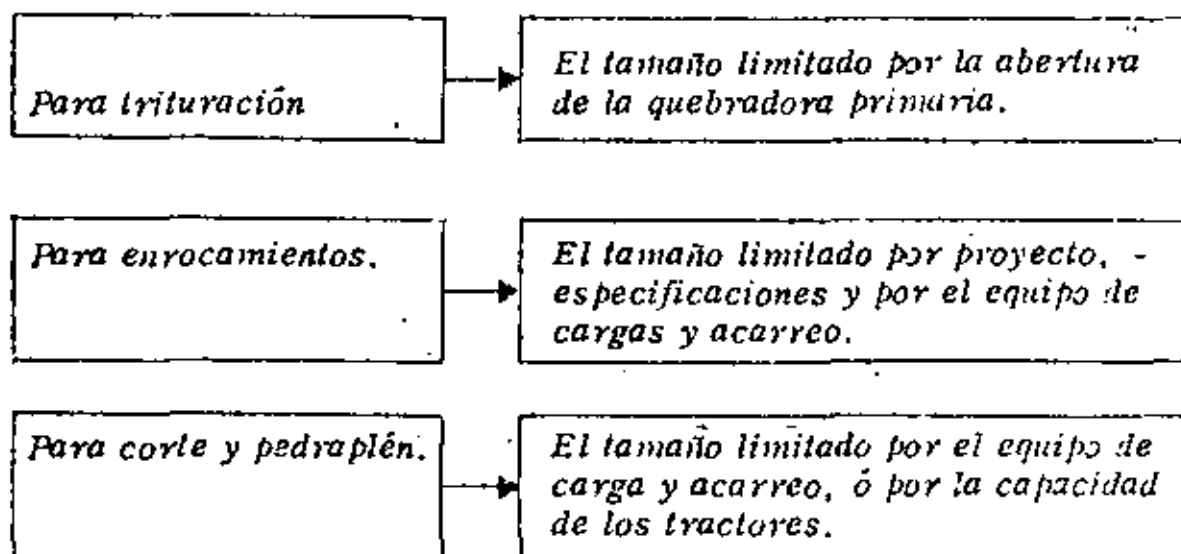
EXPLOTACION DE ROCAS

Ing. Federico Alcaraz Lezama

SEPTIEMBRE- 1983.

EXTRACCION.

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



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

EXPLOSIVOS.

DEFINICION.

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

RESEÑA HISTORICA.

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

Aunque los descubrimientos de la nitroglicerina y el algodón pólvora por los químicos Sobrero y Schonbein influyeron notablemente en el campo de los explosivos, el que abrió nuevos horizontes en esta industria, fué el sabio sueco ALFREDO NOBEL (1833-1896) que logró hacer manejable la peligrosa nitroglicerina, transformándola en un explosivo de trabajo, al que llamó DINAMITA, la cual no es otra cosa que el 75% de nitroglicerina absorbida en 25% de tierra de infusorios (una tierra de diatomeas muy porosa). A Nobel se le debe, también, la gelatina explosiva, así como la introducción del ya olvidado fulminato de mercurio, que fabricó a manera de cebo para provocar con seguridad la explosión de la dinamita, del algodón pólvora y de otros explosivos.

Los suecos Ahlsson y Norrbin obtuvieron los explosivos de nitrato de amónico, precursores de los explosivos de seguridad. Turpin dió a conocer el ácido pícrico. Esto, así como la salida al mercado de la pólvora sin humo, la laminar, etc., inició la erección de fábricas de pólvoras y explosivos en todo el mundo, dando así principio a una nueva era en la que se ha tratado de sacar el mayor provecho a estas sustancias. Empresas muy poderosas se han dedicado al estudio y los resultados obtenidos son los máximos adelantos en esta materia. Queda al constructor sacar el mayor partido de los explosivos industriales y así cooperar al constante adelanto de los procedimientos de construcción, ya que estos son una expresión objetiva de la evolución constante de la humanidad.

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 nitroglicerinas se clasifican según la proporción de nitroglicerina por peso que contienen. La dinamita nitroglicerina 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 nitroglicerina 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.

TABLA I

Un cartucho	60%	50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%
60%	1.00	1.12	1.20	1.28	1.38	1.50	1.63	1.80	2.08
50%	0.89	1.00	1.07	1.14	1.23	1.34	1.45	1.60	1.85
45%	0.83	0.93	1.00	1.07	1.15	1.25	1.36	1.50	1.73
40%	0.78	0.87	0.94	1.00	1.08	1.17	1.27	1.40	1.53
35%	0.72	0.81	0.87	0.93	1.00	1.09	1.18	1.30	1.50
30%	0.67	0.75	0.80	0.85	0.92	1.00	1.09	1.20	1.38
25%	0.61	0.69	0.74	0.78	0.85	0.92	1.00	1.10	1.27
20%	0.55	0.62	0.67	0.71	0.77	0.83	0.90	1.00	1.15
15%	0.48	0.54	0.58	0.61	0.76	0.72	0.78	0.86	1.00

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

b) Velocidad.

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

Algunos explosivos violentos detonan mucho más rápidamente que otros.

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

c) Resistencia al agua.

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

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 table con propiedades y uso de los explosivos.

TABLA II

TIPO	ACENTE EXPLOSIVO	FUERZA	VELOCIDAD	RESISTENCIA AL AGUA	EMANACION	U S O
<i>Dinamita Nitroglicerina.</i>	<i>Nitroglicerina</i>	-	<i>Alta</i>	<i>Buena</i>	<i>Exceso de gases.</i>	<i>Trabajos a cielo abierto.</i>
<i>Extra</i>	<i>Nitroglicerina y amoniaco</i>	<i>20 a 60%</i>	<i>Alta</i>	<i>Regular</i>	<i>Exceso de gases.</i>	<i>Trabajos a cielo abierto.</i>
<i>Granulada</i>	<i>Amoniaco</i>	<i>25 a 65%</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy mala</i>	<i>Exceso de gases.</i>	<i>Trabajos a cielo abierto (canteras)</i>
<i>Gelatina</i>	<i>Amoniaco</i>	<i>30 a 75%</i>	<i>Muy alta</i>	<i>Buena a excelente.</i>	<i>Muy pocos gases a nulos</i>	<i>Sismología. Trabajos submarinos y subterráneos.</i>
<i>Fermitidos</i>	<i>?</i>	-	<i>Alta</i>	<i>Regular</i>	<i>Muy pocos gases.</i>	<i>Trabajos mineros (carbón)</i>
<i>Baja densidad</i>	<i>Amoniaco</i>	<i>25%</i>	<i>Regular</i>	<i>Ninguna</i>	<i>Pocos gases</i>	<i>Trabajos mineros.</i>

Selección y Propiedades de los Explosivos más comunes en construcción.

ACCESORIOS PARA VOLADURAS.

Los accesorios para voladuras son los productos ó dispositivos empleados para ceber cargas explosivas, suministrar ó transmitir una llama que inicie una explosión, ó llevar una onda detonadora de un punto a otro ó de una carga explosiva a otra.

INICIADORES.

a) Mecha para minas.

La mecha para minas consiste en un núcleo de pólvora negra especial, envuelto con varias cubiertas de hilazas ó cintas y sustancias impermeabilizantes. Su objeto de hacer estallar al fulminante, por lo tanto debe arder en una forma continua y uniforme. La velocidad de ignición oscila entre 125 y 131 segundos por metro.

b) Ignitacord.

Es un artefacto para encender mecha. Tiene la apariencia de un cable de diámetro muy pequeño y arde progresivamente con una flama exterior corta y muy caliente que permite encender una serie de mechas en "rotación", con la ventaja de que el tiempo necesario para que una persona inicie el encendido de la serie, es el mismo que se necesitará para encender una sola mecha.

Se surte en tres velocidades de combustión: De 26 a 33 segundos por metro; de 52 a 65 segundos por metro y de 13 a 16 segundos por metro.

DETONADORES.

a) Fulminantes.

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

b) Estopines eléctricos.

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

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

c) Estopines eléctricos tipo instantáneo.

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

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

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 servicios 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 puestos centrales para hacer ese trabajo de fi-

jación.

MAQUINAS EXPLOSORAS.

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

DESCARGA DE CONDENSADOR.

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

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

GENERADOR.

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

necesario a la manivela de Vuolta 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.

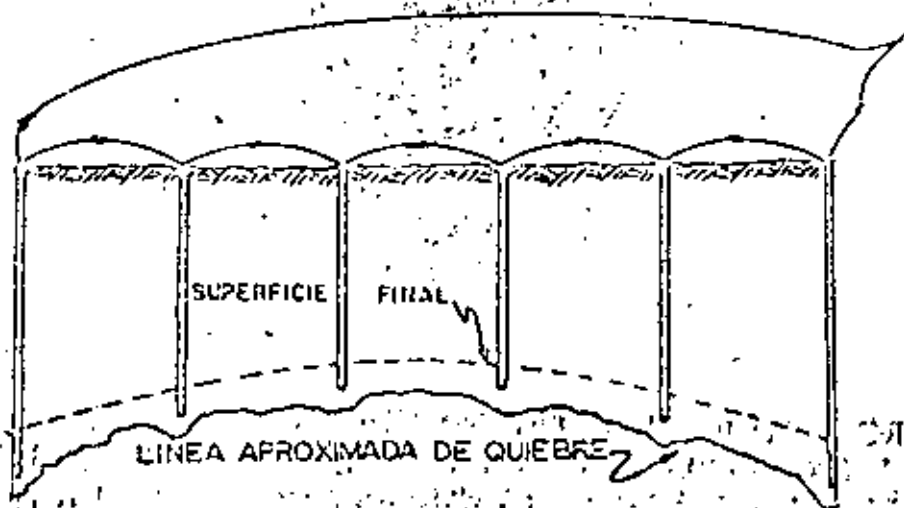
c) Reostato.

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

VOLADURAS.

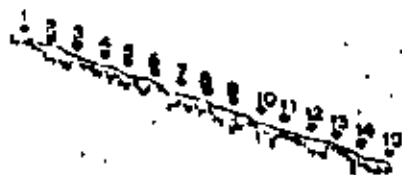
Para una buena voladura no basta seleccionar correctamente el explosivo, ya que es necesario conocer también el método de aplicación más indicado para cada clase de trabajo, obteniéndose con ello una máxima eficiencia, la cual se traduce en menor costo de la obra. Usualmente los resultados óptimos en voladuras se adquieren a través de la experiencia.

Un corte puede atacarse tronando parte de él, como si se tratara de una cantera de frente angosto, disparando varias hileras de barrenos al mismo tiempo (Fig. 1). Para este caso la profundidad P debe exceder, aproximadamente, 30 centímetros, la profundidad del corte.



Los siguientes ejemplos ilustran lo anterior.

Método para reducir la vibración:



Para bancos comprendidos entre 8 y 15 metros de altura es recomendable disparar de 2 a 5 hileras de pozos simultánea - - mente con el objeto de desprender suficiente material y aumentar la fragmentación.

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

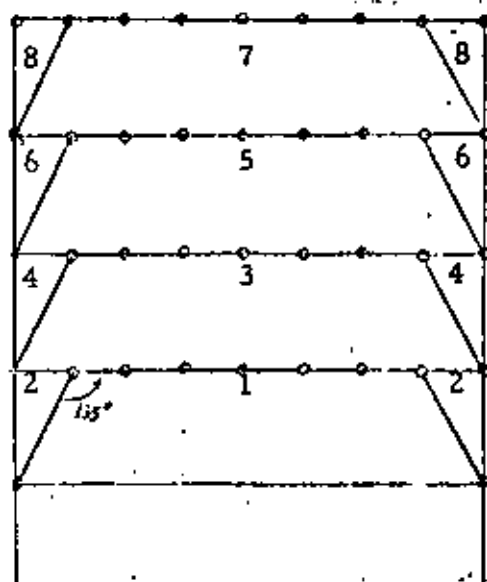


Figura No. 3

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

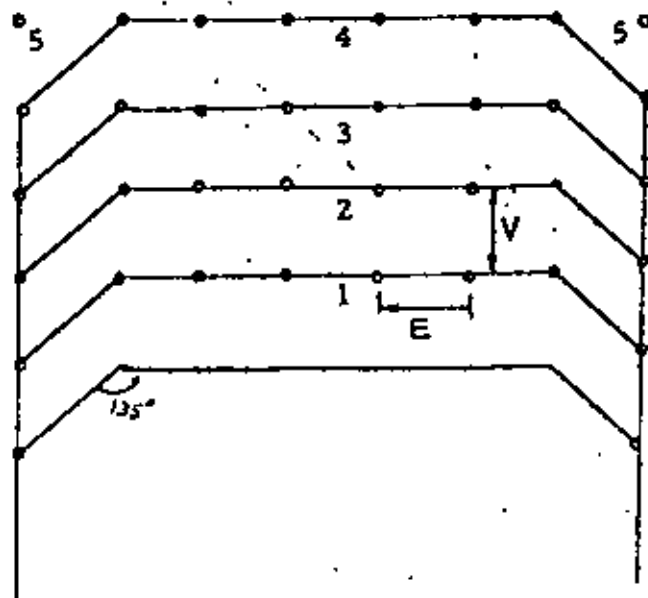


Figura No. 4

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

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

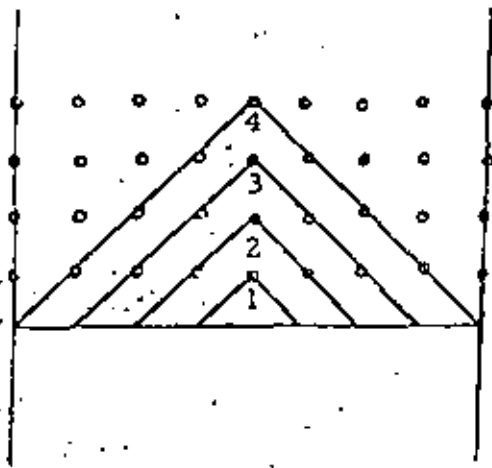


Figura No. 5

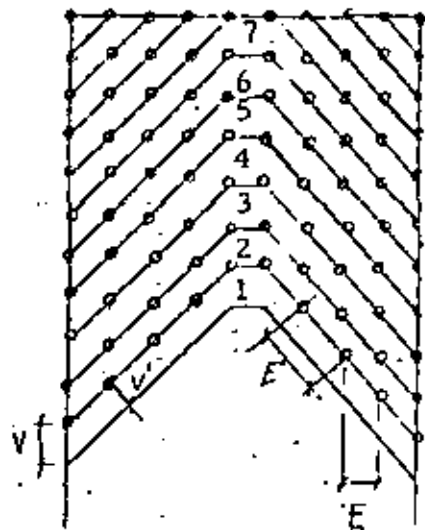


Figura No. 6

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 experimentalmente.

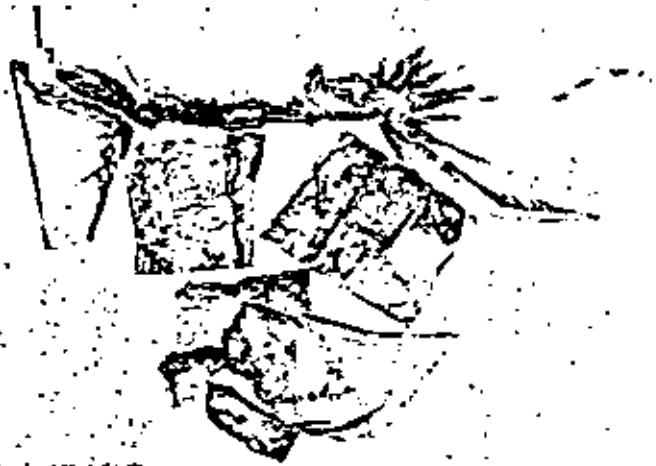
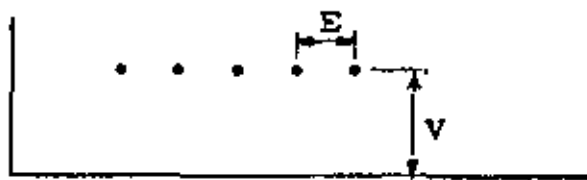


Fig. 7

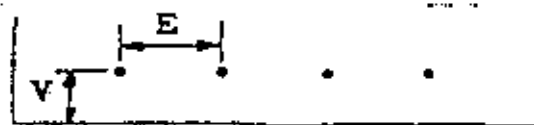


Fig. 7-A

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

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

DISEÑO DE UNA VOLADURA

*Es importante hacer notar que todas las cifras anotadas son aproximadas y se --
intentan solamente como una guía gene-
ral, 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*

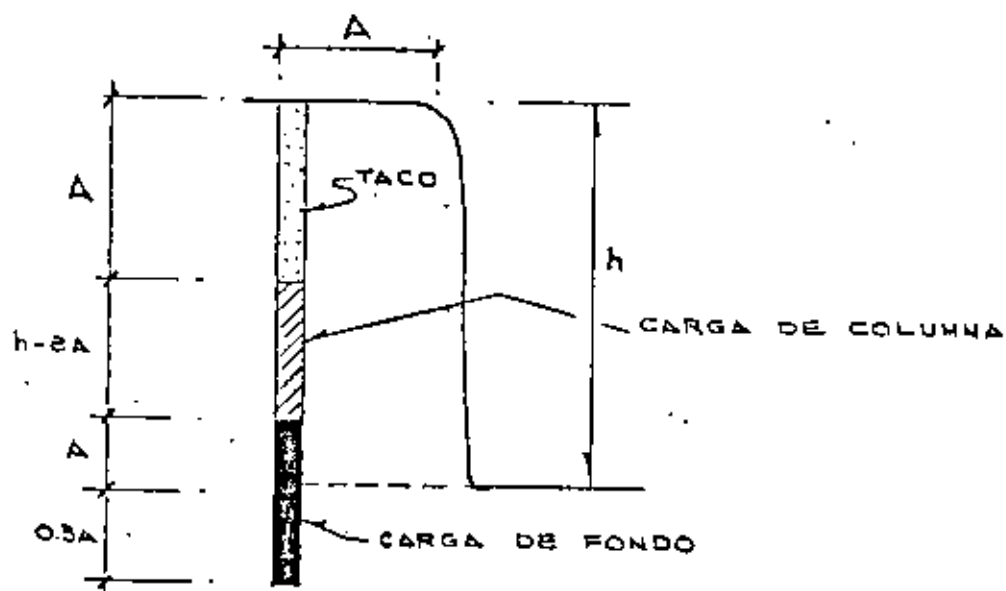
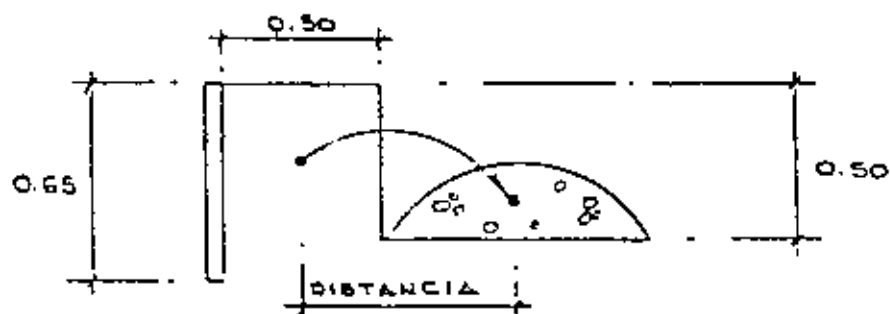


Figura B.

y se distribuirá de acuerdo con la figura B.

4) Un buen procedimiento para hacer pruebas consistente en volar -- barrenos de 0.50 m. de profundidad y 0.50 m. de pata. Se repite 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 mayores de la roca, a 2, 4, 6 y 8ms, indican excesos de carga de 10, - 20, 30 y 40% respectivamente.



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

5) La separación entre barrenos es aproximadamente 1,3 A.

6) La pata depende de la carga por metro que se pueda concentrar en el fondo y de la altura de la carga.

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

7) La relación entre el tamaño de la pata y el diámetro del barreno (d), está dada por:

$$A = 40 d.$$

8) La relación del diámetro a la altura del banco es de 0.005 a 0.0125.

9) Para voladuras de filas múltiples, conviene reducir la distancia entre barrenos, después del frontal según:

$$A_1 = A - 0.05 h.$$

10) El consumo específico para barrenos múltiples es 20% menos que el de un solo barreno.

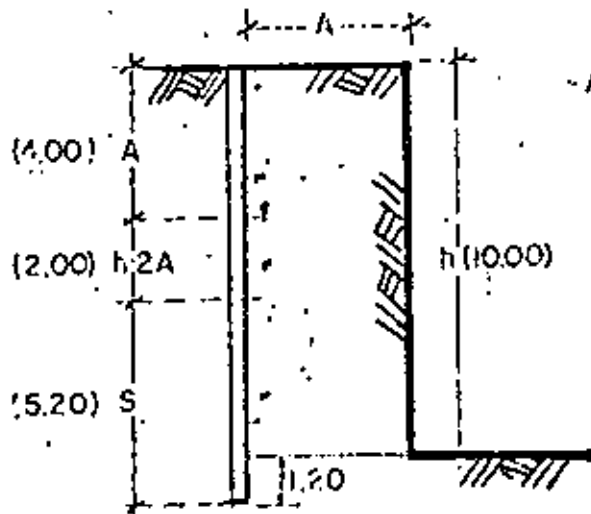
11) El peso volumétrico de la dinamita extra 40% ó gelatina 60% es de 1.0 a 1.4 kg/dm³.

PROBLEMA:

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

CARGA ESPECIFICA: 0.35 Kg/ m³

DINAMITA EXTRA 40%



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

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

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

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

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

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

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

$$72.80$$

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

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

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	"Maxomon"	SP	0.61
	60 %	1.44		SP-LD	0.70
	75 %	1.39			
Dinamita Extra	40 %	1.29	"Maxomon"	C	0.85
	60 %			C-LD	0.64
Dinamita Esp.	45 %	1.23			
Gelamex	No. 1	1.28	Super "Maxomon"	D	0.65
	No. 2	1.16			
Gelatina Alta Velocidad Geomez	60 %	1.47	NA-AC		0.80
Duramex	G	1.00			
Dinamex	A	1.23			
Total		1.60			

D E N S I D A D E S
D E E X P L O S I V O S

N O R M A	REV
HOJA	DE

DENSIDADES DE CARGA DE EXPLOSIVOS

DIAMETRO		VOLUMEN CM ³ /M.L.	KILOS POR METRO LINEAL DE COLUMNA PARA UNA DENSIDAD DADA															
PULGAS	CMS.		.50 Grs. por cm.3	.65 Grs. por cm.3	.70 Grs. por cm.3	.80 Grs. por cm.3	.85 Grs. por cm.3	1.00 Grs. por cm.3	1.16 Grs. por cm.3	1.23 Grs. por cm.3	1.28 Grs. por cm.3	1.29 Grs. por cm.3	1.39 Grs. por cm.3	1.44 Grs. por cm.3	1.47 Grs. por cm.3	1.57 Grs. por cm.3	1.60 Grs. por cm.3	
7/8	2.22	387.08	.194	.252	.271	.310	.329	.387	.449	.476	.495	.499	.538	.557	.569	.608	.619	
1	2.54	506.71	.253	.329	.355	.405	.431	.507	.588	.623	.649	.654	.704	.730	.745	.796	.811	
1 1/4	3.18	794.23	.397	.516	.556	.635	.675	.794	.921	.977	1.017	1.025	1.104	1.144	1.168	1.247	1.271	
1 1/2	3.81	1140.09	.570	.741	.798	.912	.959	1.140	1.323	1.402	1.459	1.471	1.585	1.642	1.676	1.790	1.824	
1 3/4	4.45	1555.29	.778	1.011	1.069	1.244	1.322	1.555	1.804	1.913	1.991	2.006	2.162	2.240	2.286	2.442	2.486	
2	5.08	2026.83	1.015	1.317	1.419	1.621	1.723	2.027	2.351	2.493	2.594	2.615	2.817	2.919	2.979	3.182	3.243	
2 1/2	6.35	3166.93	1.583	2.059	2.217	2.534	2.692	3.167	3.674	3.895	4.054	4.085	4.402	4.560	4.655	4.972	5.067	
3	7.62	4560.38	2.280	2.964	3.192	3.648	3.876	4.560	5.290	5.609	5.837	5.883	6.339	6.567	6.704	7.160	7.297	
3 1/2	8.89	6207.18	3.104	4.035	4.345	4.966	5.276	6.207	7.200	7.635	7.945	8.007	8.628	8.938	9.125	9.745	9.931	
4	10.16	8107.34	4.054	5.270	5.675	6.486	6.891	8.107	9.405	9.972	10.377	10.450	11.269	11.675	11.918	12.725	12.972	
4 1/2	11.43	10260.85	5.130	6.670	7.183	8.209	8.722	10.261	11.903	12.621	13.134	13.235	14.263	14.776	15.083	16.110	16.417	
5	12.70	12667.72	6.334	8.234	8.867	10.134	10.769	12.668	14.695	15.581	16.215	16.341	17.608	18.242	18.622	19.888	20.248	
5 1/2	13.97	15327.94	7.664	9.963	10.730	12.262	13.029	15.326	17.760	18.853	19.620	19.773	21.306	22.072	22.532	24.065	24.525	
6	15.24	18241.51	9.121	11.857	12.769	14.593	15.505	18.242	21.160	22.437	23.349	23.532	25.356	26.268	26.815	28.639	29.186	
6 1/2	16.51	21408.44	10.704	13.915	14.986	17.127	18.197	21.408	24.834	26.332	27.403	27.617	29.758	30.828	31.470	33.611	34.254	
7	17.78	24828.72	12.414	16.139	17.380	19.863	21.104	24.829	28.801	30.529	31.781	32.029	34.512	35.753	36.498	38.981	39.726	
7 1/2	19.05	28502.36	14.251	18.527	19.952	22.802	24.227	28.502	33.063	35.058	36.483	36.766	39.615	41.043	41.898	44.749	45.604	
8	20.32	32429.35	16.215	21.079	22.701	25.943	27.565	32.429	37.618	39.888	41.510	41.834	45.077	46.698	47.671	50.914	51.887	
8 1/2	21.59	36609.70	18.305	23.796	25.627	29.288	31.178	36.610	42.467	45.030	46.860	47.227	50.887	52.718	53.816	57.477	58.576	
9	22.86	41043.40	20.522	26.678	28.730	32.835	34.887	41.043	47.610	50.483	52.535	52.946	57.050	59.102	60.334	64.438	65.669	
10	25.40	50670.87	25.335	32.536	35.470	40.537	43.070	50.671	58.778	62.325	64.859	65.363	70.433	72.966	74.486	79.553	81.073	
11	27.94	61311.75	30.656	39.653	42.916	49.049	52.115	61.312	71.122	75.413	78.479	79.092	85.223	88.289	90.128	96.259	98.099	
12	30.48	72966.05	36.463	47.428	51.076	58.373	62.021	72.966	84.641	89.748	93.397	94.126	101.423	105.071	107.260	114.557	116.746	

CALCULO DE UNA VOLADURA POR EL METODO SUECO (OVERBURDEN)

Formulas:

Carga de fondo:

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

Carga de Columna

$$q_c = 0.4 q_f$$

Pata o Berm:

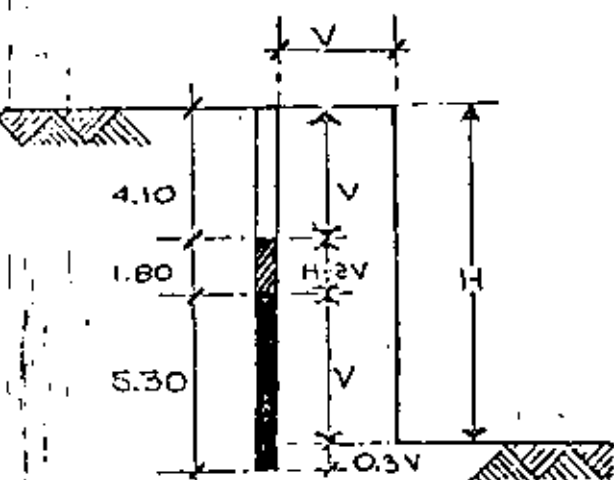
$$V_T = 45 d \quad (\text{Teórica})$$

$$V_R = A_t - 0.05 - 0.03 H \quad (\text{Real.})$$

Ejemplo:

$$d = 4''$$

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



$$V_t = 45 \times 0.01 = 4.50$$

$$V_R = 4.50 - 0.1 - 0.3 \times 10 =$$

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

$$q_f = 0.001 \times \frac{4}{100}^2 = 10 \text{ Kg/m}$$

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

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

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

VOLADURAS CONTROLADAS.

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.

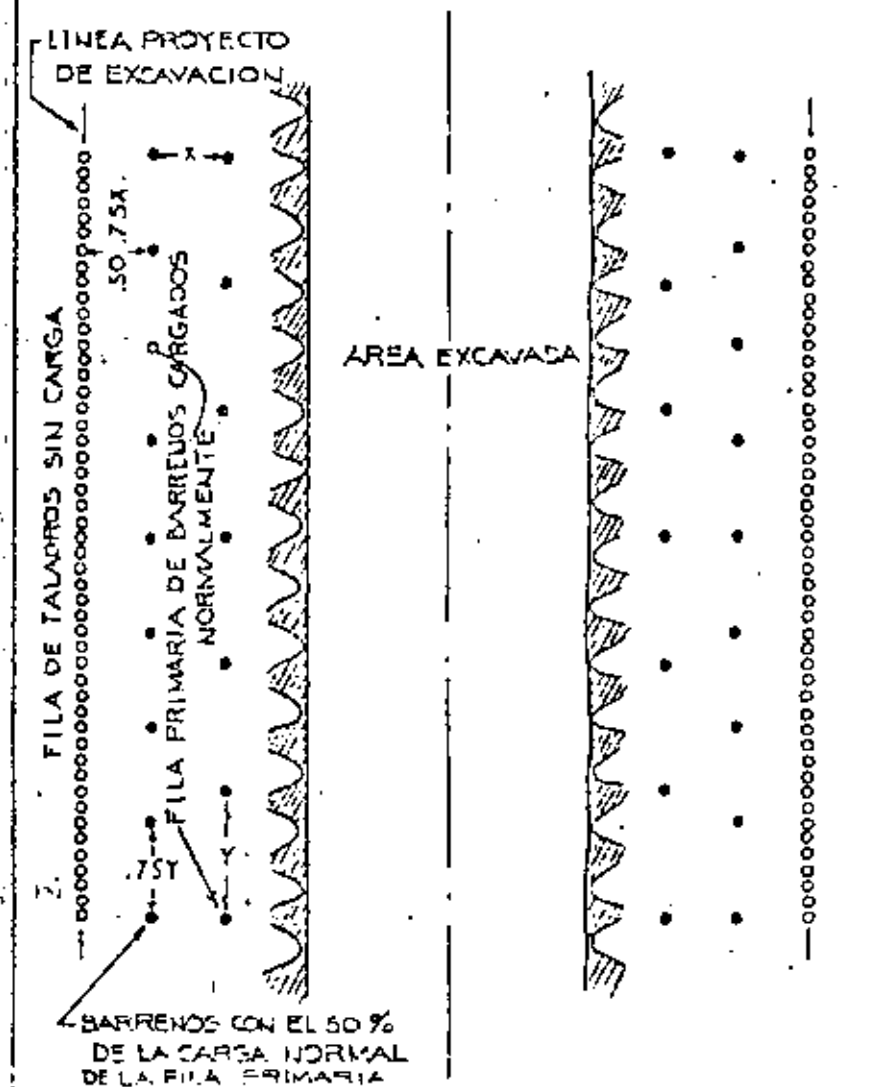
Principio.

La Voladura con Barrenación en Línea involucra una sola hilera de barrenos de diámetro pequeño, poco espaciados, sin cargar y a 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 trituración 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.



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 los más próximos, cargados, 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 son

tas 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 relacadas y se harán explotar después de que la excavación principal ha sido despejada. Al ser volada 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.

Ovviamente, a mayor diámetro de barreno, se obtiene mayor amortiguamiento.

TABLA III

CARGAS Y PLANTILLAS PROPUESTAS PARA VOLADURAS

AMORTIGUADAS.

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

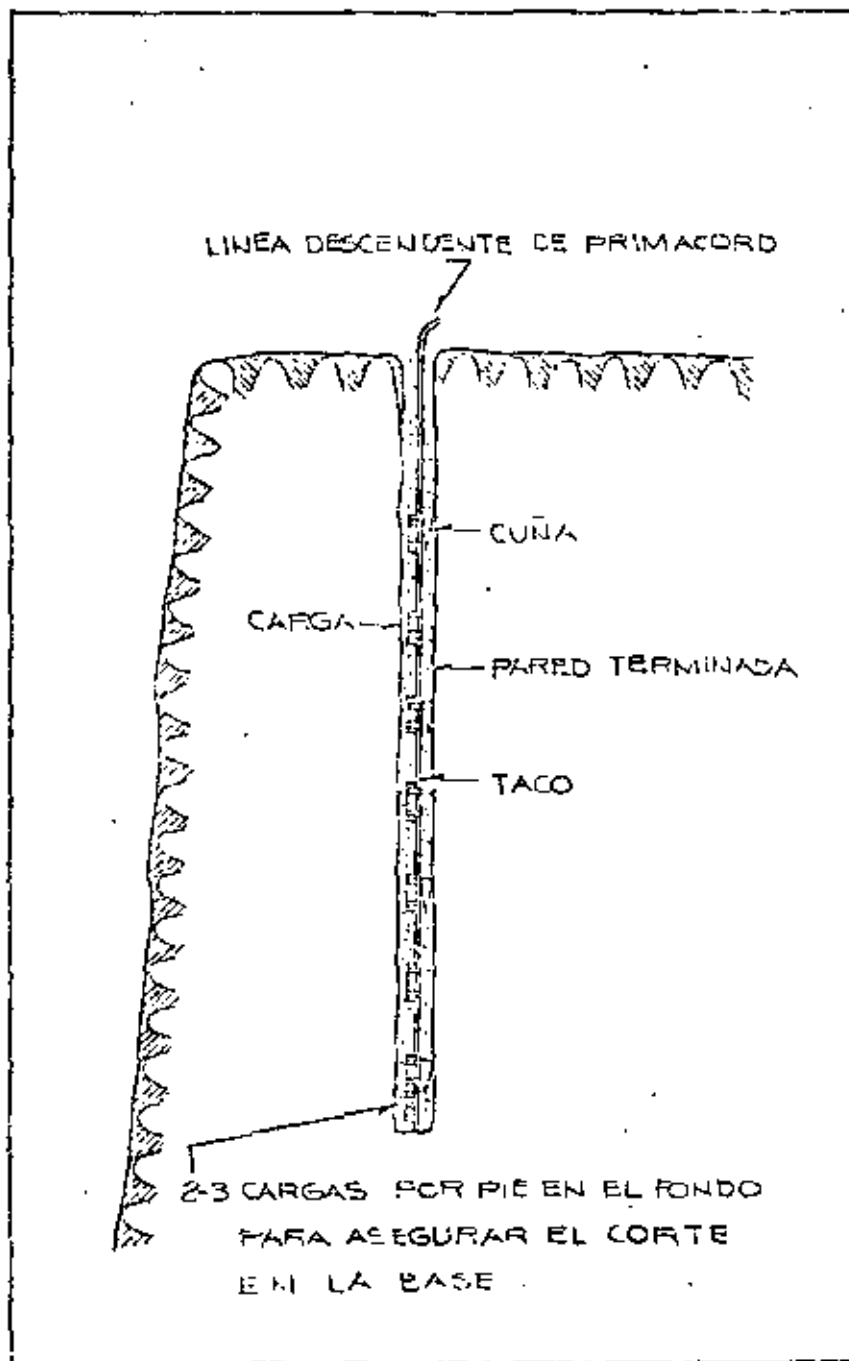
(1). - *Dependen de la naturaleza de la roca.
Las cifras anotadas son promedios.*

(2). - *El diámetro del cartucho deberá ser
igual ó menor que la mitad del 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 VOLADU-
RAS 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 taladros-guía cuando se vuelan caras no lineales. En esquinas a 90°, una combinación de varios procedimientos para voladuras controladas, dará mejores resultados que la voladura amortiguada simple. (Veáse la Figura 10)

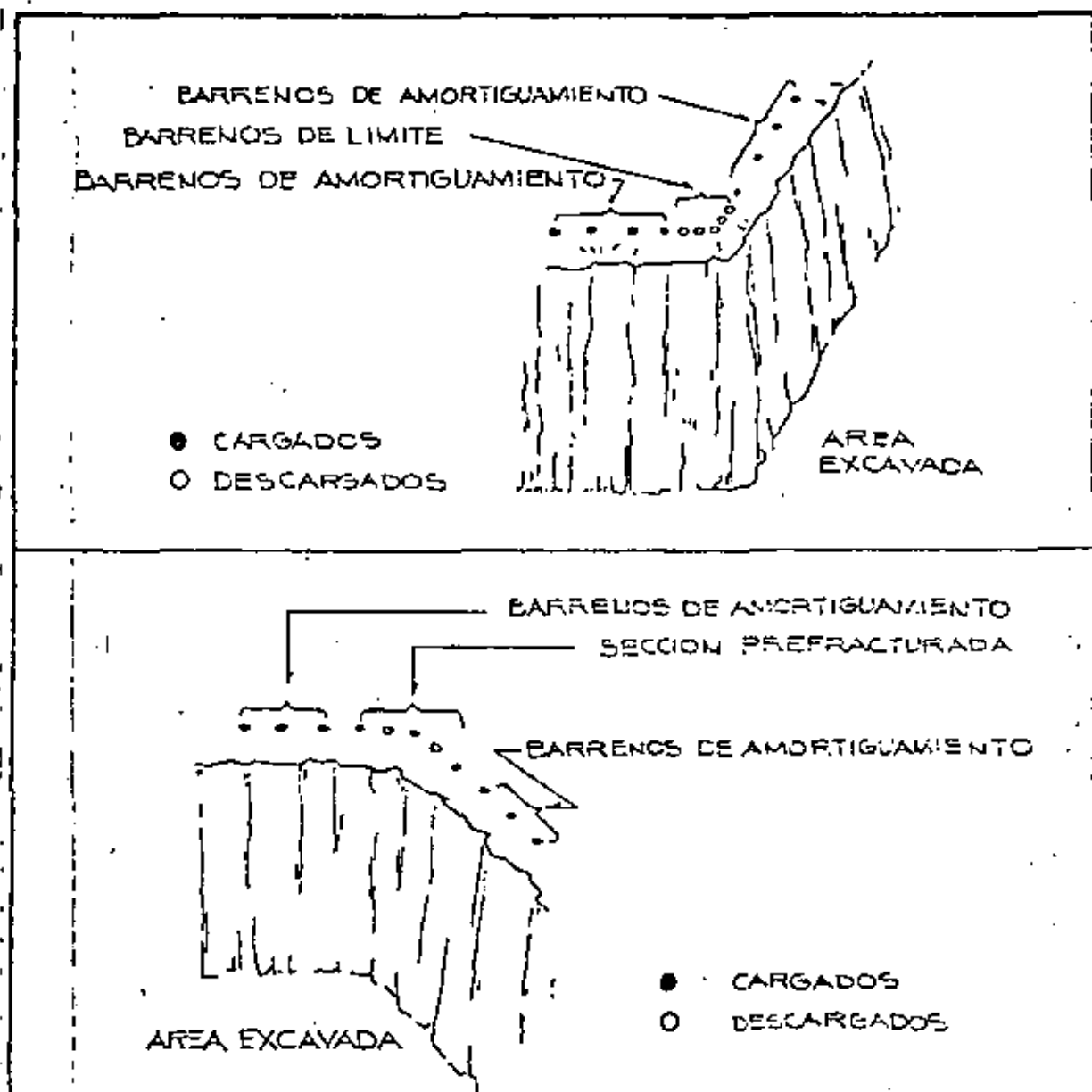
VENTAJAS.

La voladura Amortiguada ofrece ciertas ventajas, tales como:

Mayores espaciamientos entre barrenos para reducir los costos de perforación.

Mejores resultados en formaciones no consolidadas.

Figura 10. VOLADURAS AMORTIGUADAS EN FRENTES,
EN ESQUINA, O EN RINCON



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

VOLADURAS PERFILADAS O DE AFINE.

PRINCIPIO.

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

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

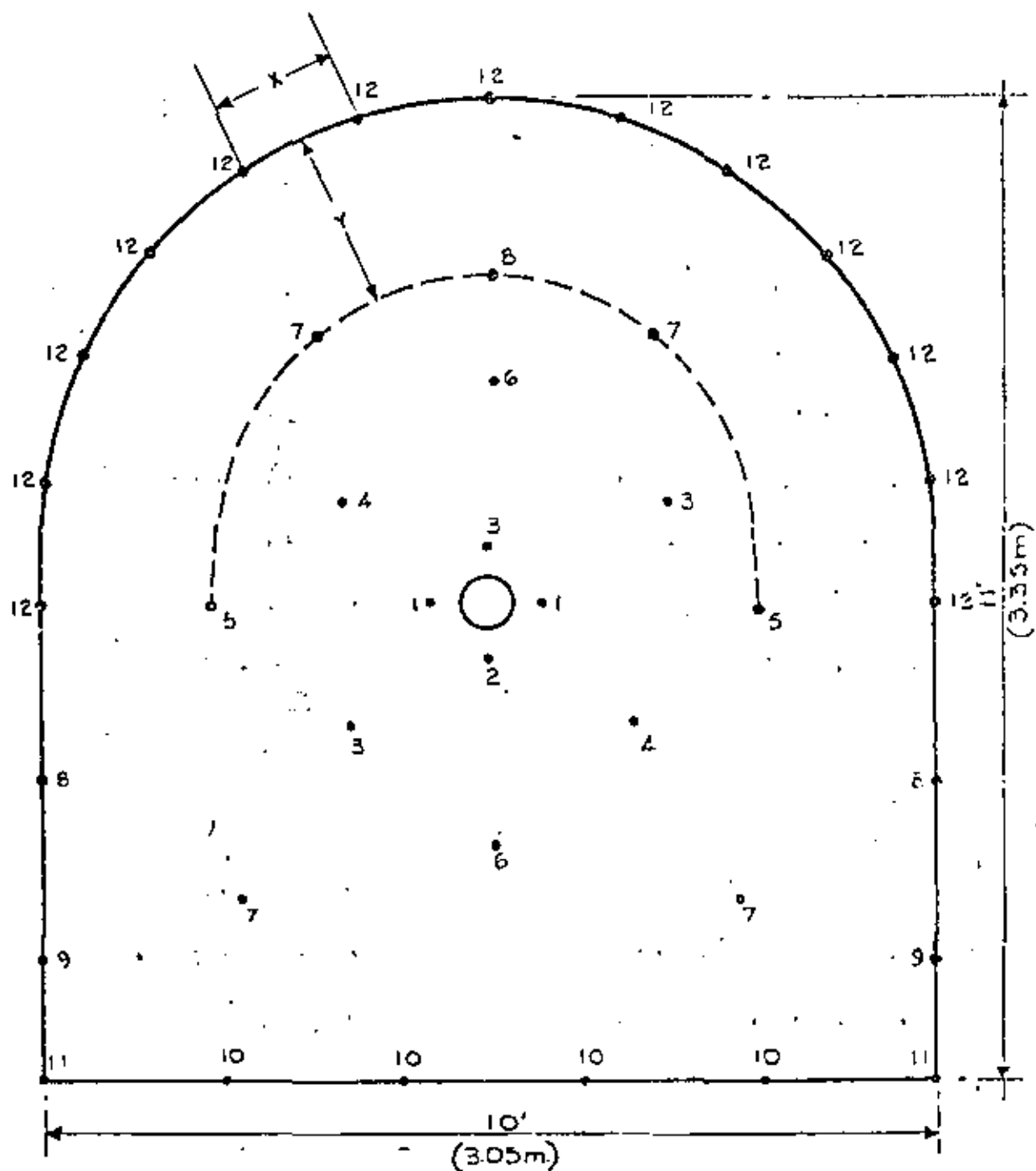
APLICACION.

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

Empleando el método de la Voladura Perfilada ó de Afine con cargas ligeras y bien distribuidas en los barrenos perimetrales, se requieren menos soportes y resulta una menor sobreexcavación.

Aún en formaciones homogéneas más duras, este método proporciona techos y paredes más lisos y más firmes.

Figura 11.



PLANTILLA TIPICA PARA EXPLOSIONES
RETARDADAS EN GALERIAS DE AVANCE

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 pala 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 pie, 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 barrenos.

VENTAJAS.

La voladura Perfilada ó de Afine ofrece dos ventajas principales:
Reduce el rompimiento excesivo que produce los métodos convencionales.

Requiere menos ademe.

TABLA IV.

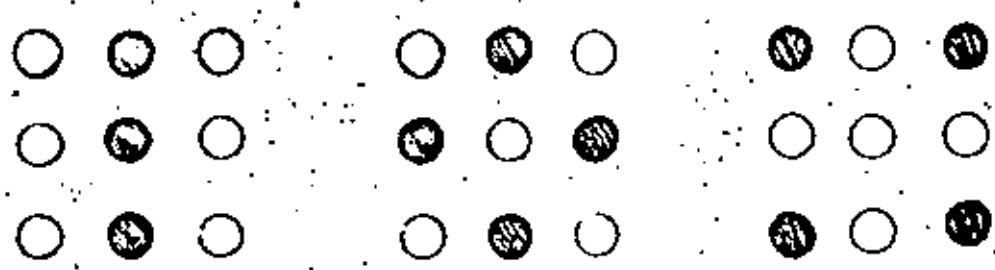
VOLADURA PERFILADA.

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

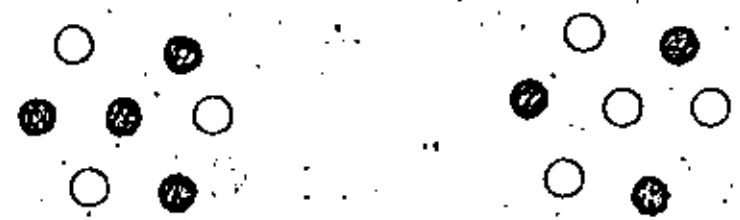
(1). - *Dependen de la naturaleza
de la roca.*

*Las cifras anotadas son -
promedios.*

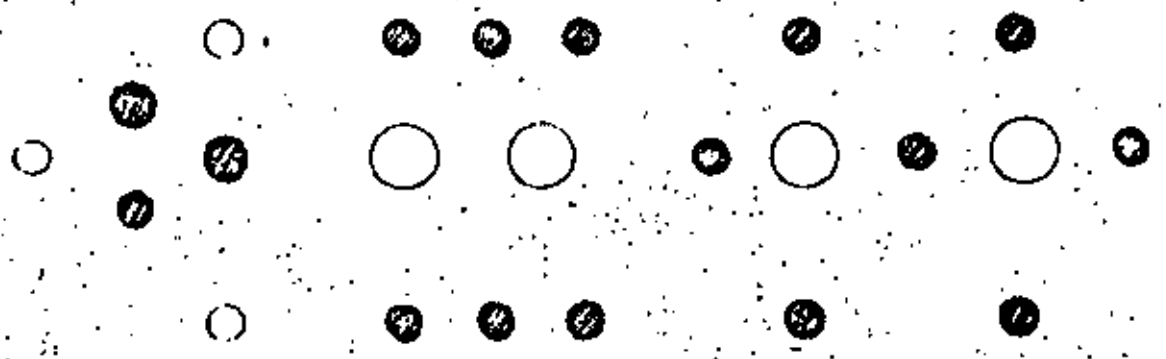
● CARGADO
○ VACIO



FRAGIL O PLASTICO
C D E I.

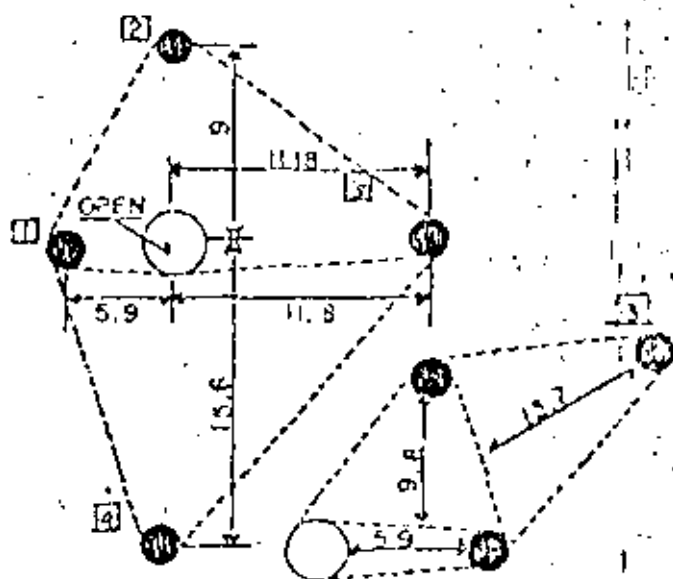


FRAGIL O PLASTICO.

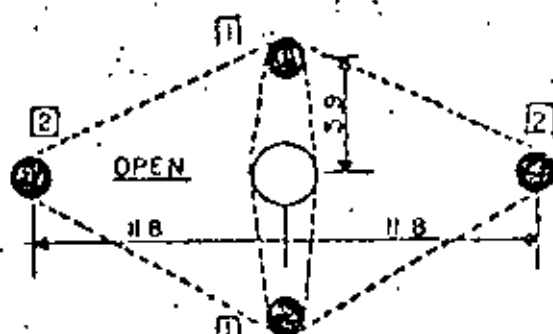


FRAGIL.

FRAGIL O PLASTICO
B D D



CUÑA QUEMADA CONCENTRICA

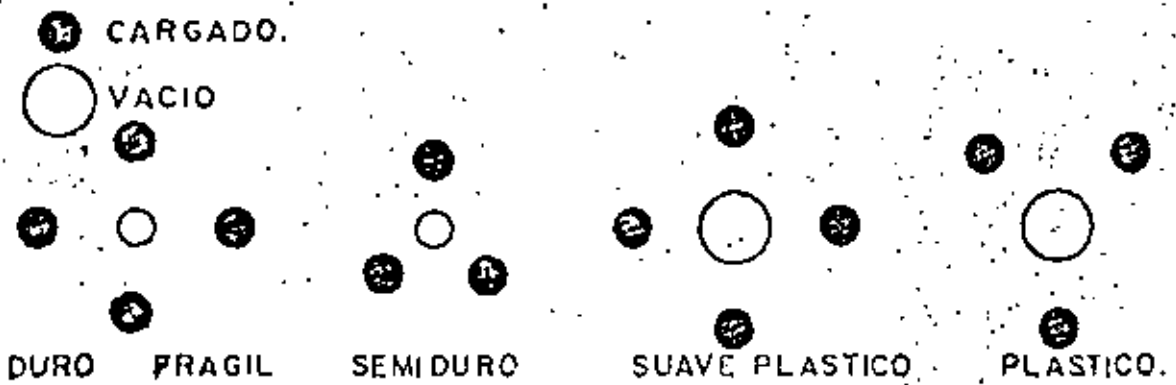


CUÑA QUEMADA SIMETRICA DE UN SOLO BARRENO

NOTA:

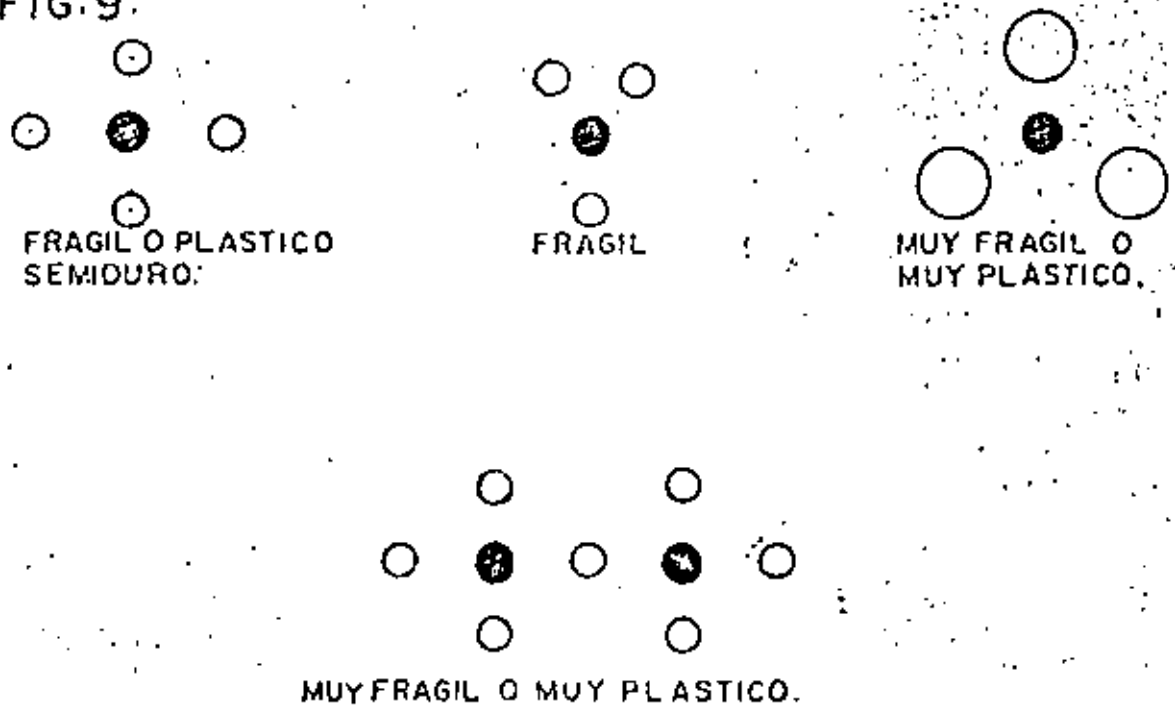
LA DISTANCIA DEPENDE DE LA CLASE DE ROCA Y DEL TIPO DE EXPLOSIVOS.

CUÑA QUEMADA TIPO REDONDO O T-RÉBOL



CUÑA QUEMADA TIPO REDONDO O T-RÉBOL INVERTIDAS

FIG:9.



PREFRACTURADO

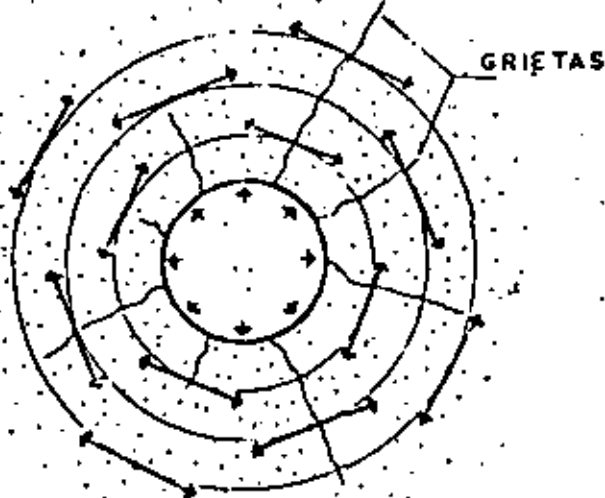
PRINCIPIO.

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.

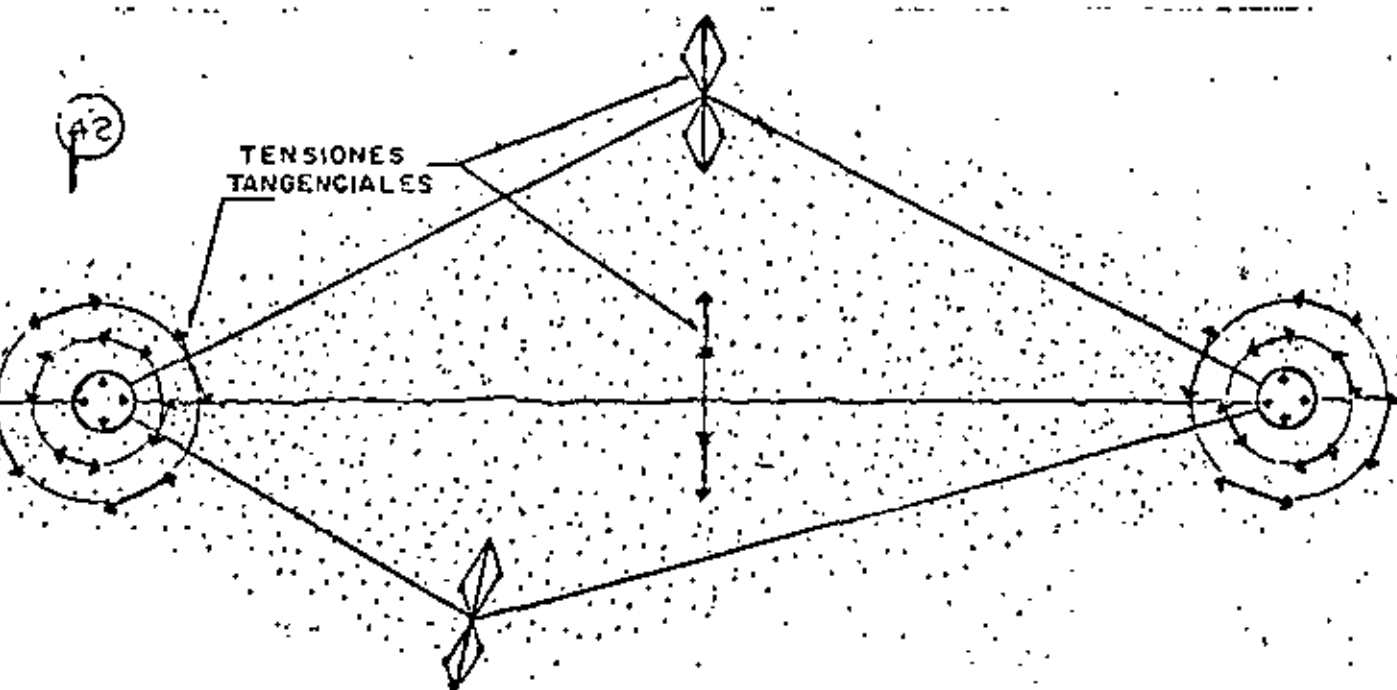
El plano prefacturado refleja parte de las ondas de choque procedentes de las voladuras principales inmediatamente posteriores, impidiendo que sean transmitidas a la pared terminada, reduciendo al mínimo la fracturación y la sobreexcavación. Esta reflexión de las ondas de choque de las voladuras principales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

CONDICION 1



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.

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 diámetro 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 prefacturado subsecuentes. En otras palabras, las cargas pueden modificarse si es necesario y corre un menor -- riesgo que si se dispara . 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.

No es necesario regresar a volar taludes ó paredes después de la ex-

TABLA V

CARGAS Y ESPACIAMIENTOS PROPUESTOS PARA
EL PREFRACTURADO.

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

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

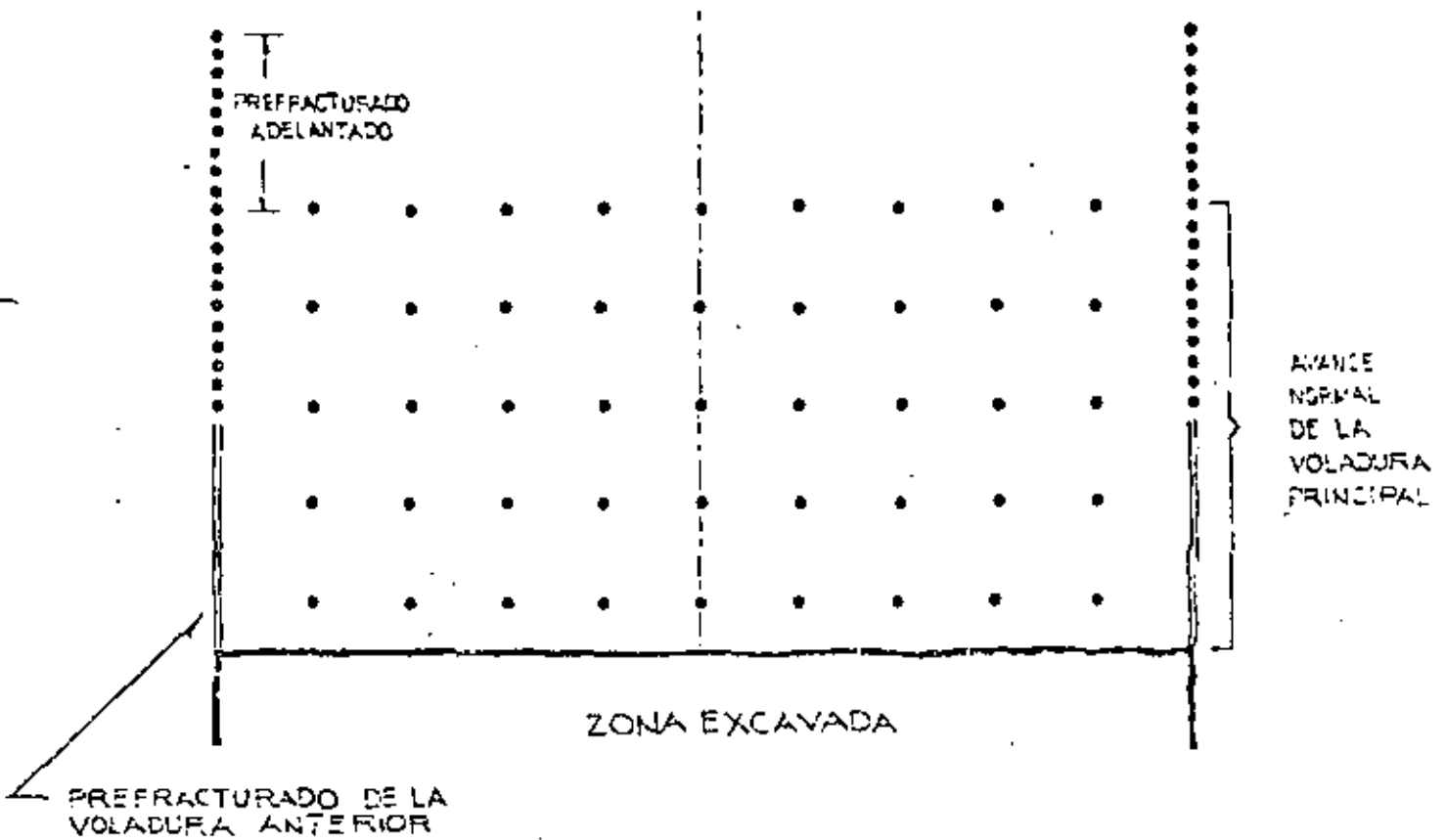
(2) . - *El diámetro del cartucho debe ser igual
ó menor que la mitad del diámetro del
barreno.*

N O T A: PRINCIPIO DE PREFRACTURADO

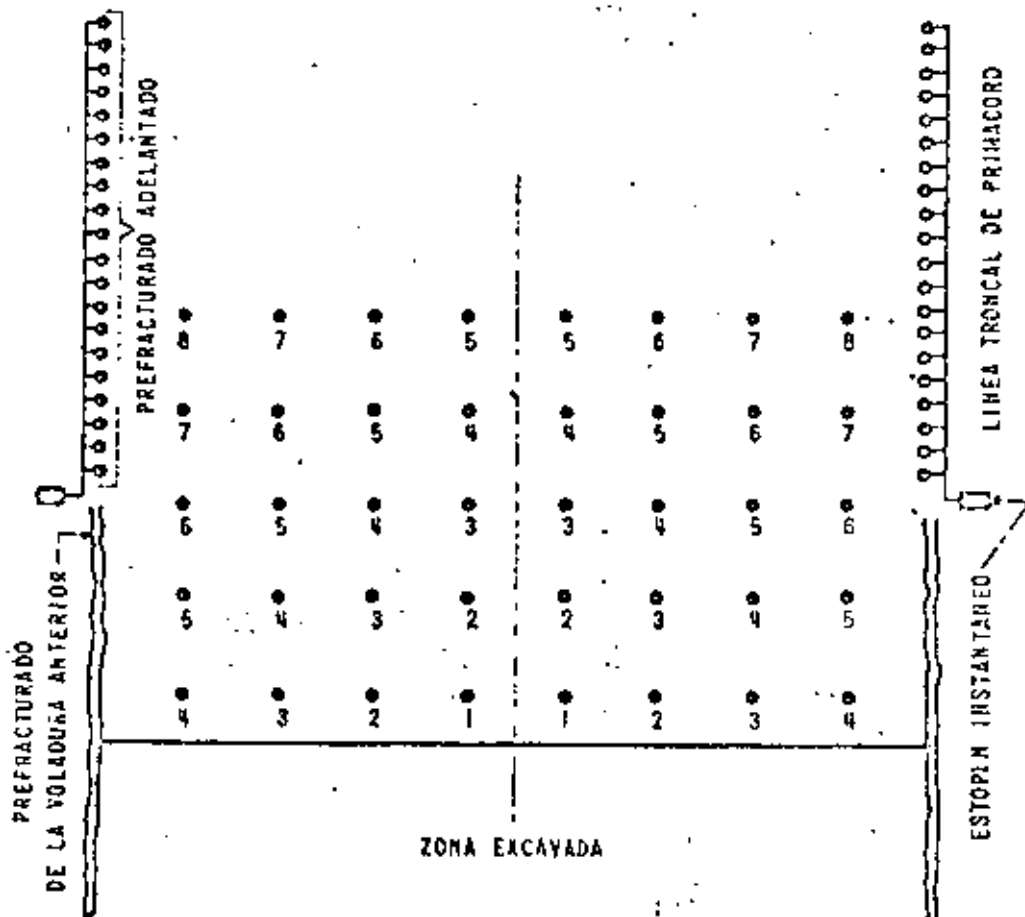
- 53 -

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

Figura 13.



PROCEDIMIENTO RECOMENDADO
PARA
EL PREFRACTURADO



PROCEDIMIENTO

DE EXPLOSIONES RETRASADAS DURANTE LA VOLADURA PRINCIPAL EN EL PREFRACTURADO

cavación principal.

CARGA Y ACARREO.

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

A distancia corta para alimentar otra máquina (quebradora).

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

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

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

Cálculo del ciclo de carga y acarreo.

Carga y descarga (constante) .500'

Acarreo.

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

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

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

Total del ciclo $\frac{.350'}{1.394'}$

1. 394' por ciclo entre 50' = 35.87 ciclos.

2. 671 peso del material por Y3.

5. 50 yardas el cucharón = 14690 lbs.

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

263 tons hora x 8 hrs. = 2104 tons.

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

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

1) Localización de la planta:

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

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

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

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

3) Llantas.

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

4) Cucharones y dientes.

El cucharón debe ser considerado como artículo de desgaste.

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

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

CARGA Y ACARREO A DISTANCIAS LARGAS.

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

- 58 -
RESISTENCIA DE LAS CÁPSULAS DETONANTES ELÉCTRICAS
NORMALES Y RETARDADAS.

Longitudes de las patas de alambre, ft.	Resistencia, ohms por cápsula	
	Normal	Retardada
4	0.91	1.45
6	1.00	1.51
8	1.07	1.58
10	1.13	1.64
12	1.20	1.71
16	1.32	1.84
20	1.45	1.97
24	1.58	2.10
30	1.41	1.93
40	1.62	2.13
50	1.82	2.33
60	2.02	2.53

RESISTENCIA DE ALAMBRE DE COBRE

Calibre AWG 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

CANTIDADES DE AIRE COMPRIMIDO QUE REQUIEREN LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS NEUMATICAS.
(Presión neumática de 90 psi man.)

Equipos ó herramientas	Capacidad ó tamaño	Consumo de aire, cfm.
Martillos neumáticos	Ligeros Pesados	15-25 25-30
Excavadores de arcilla	Ligeros, 20 lb. Medianos, 25 lb. Pesados, 35 lb.	20-25 25-30 30-35
Vibradores de concreto	2½ pulg. de diámetro de tubo. 3 pulg. de diámetro de tubo. 4 pulg. de diámetro de tubo. 5 pulg. de diámetro de tubo.	20-30 40-50 45-55 75-85
Paladros ó perforadores	1 pulg. de diámetro 1 pulg. de diámetro 4 pulg. de diámetro	35-40 50-75 50-75
Malacates	Un tambor, 2000 lb. de ten. 2 lambores, 2,400 lb. de ten.	200-220 250-260
Aprieta tuercas neumático de percusión.	Tuerca de 5/8 pulg. Tuerca de 3/4 pulg. Tuerca de 1¼ pulg. Tuerca de 1½ pulg. Tuerca de 1 3/4 pulg.	15-20 30-40 60-70 70-80 80-90

LONGITUD EQUIVALENTE EN PIES DE TUBO, PESO NORMAL,
CON PERDIDAS DE PRESION SEMEJANTES A LAS CONEXIONES
ATORNILLADAS.

Tamaño nominal del tubo pulg.	Válvula de compuerta	Válvula Eléctrica	Válvula Angular	Codo amplio a través de una T estándar.	Codo Estándar 6 a través de una T.	Salida normal de una T
1/2	0.4	17.3	8.6	0.6	1.6	3.1
3/4	0.5	22.9	11.4	0.8	2.1	4.1
1	0.6	29.1	14.6	1.1	2.6	5.2
1 1/4	0.8	38.3	19.1	1.4	3.5	6.9
1 1/2	0.9	44.7	22.4	1.6	4.0	8.0
2	1.2	57.4	28.7	2.1	5.2	10.3
2 1/2	1.4	68.5	34.3	2.5	6.2	12.3
3	1.8	85.2	42.6	3.1	6.2	15.3
4	2.4	112.0	56.0	4.0	7.7	20.2
5	2.9	140.0	70.0	5.0	10.1	25.2
6	3.5	168.0	84.1	6.1	15.2	30.4
8	4.7	222.0	111.0	8.0	20.0	40.0
10	5.9	278.0	139.0	10.0	25.0	50.0
12	7.0	332.0	166.0	11.0	29.8	59.6

TAMAÑOS DE TUBO RECOMENDADOS PARA LA TRANSMISION DE
AIRE COMPRIMIDO A UNA PRESION DE 80 A 125 PSI MANOMETRICAS.

Volumen de aire cfm	Tamaño nominal del tubo, pulg.				
	50-200	200-500	500-1,000	1,000-2,500	2,500-5,000
	Longitud de tubo, ft.				
30-60	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2
60-100	1	1 1/4	1 1/4	2	2
100-200	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2
200-500	2	2 1/2	3	3 1/2	3 1/2
500-1,000	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
1,000-2,000	2 1/2	4	4 1/2	5	6
2,000-4,000	3 1/2	5	6	8	8
4,000-8,000	6	8	8	10	10

TAMAÑOS DE MANGUERA RECOMENDADOS, EN PULGADAS, PARA LA TRANSMISION DE AIRE COMPRIMIDO A UNA PRESION DE -----
80 A 125 PSI MANOMÉTRICAS.

Volúmen de aire cfm	Tipos de herramientas neumáticas	Longitud de manguera, ft.		
		0-25	25-50	50-200
0-15	Pistolas alomizadoras Taladros de $\frac{1}{4}$ de pulgada Martillos neumáticos Aprietatuercas neumático de perc. de $\frac{3}{8}$ de pulg.	5/16	3/8	1/2
15-30	Taladros de $\frac{5}{16}$ - $\frac{1}{2}$ pulg. Aprietatuercas neumático de perc. de Martillos neumáticos Taladros para roca de 15 lb	3/8	1/2	1/2
30-60	Taladros de $\frac{5}{8}$ -1 pulgada Aprietatuercas neumático de perc. de $\frac{3}{4}$ de pulg. Pistolas para remachar Excavadores de arcilla Apisonadores de terraplén Vibradores de concreto, pequeños Herramientas para demolición ligera y medianas. Taladros de roca de 25 lb.	1/2	3/4	3/4
60-100	Taladros de 1-2 pulg. Aprieta tuercas neumático de perc. de $1\frac{1}{4}$ - $1\frac{3}{4}$ pulg. Trituradores pesados. Vibradores de concreto, grandes Bombas para lodos Taladros para roca de 35 a 55 lb. Herramientas para demolición, pesadas.	3/4	3/4	1
100-200	Molacales y grúas Arrastradores Taladros de vagoneta Taladros para roca de 75 lb.	1	1	1 1/4

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS.

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

se deslicen, caigan ó muevan.

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: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

—
ADELANTOS EN LA TECNOLOGIA DE LOS EXPLOSIVOS —

(ANEXO)

SEPTIEMBRE, 1983.

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 la

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.

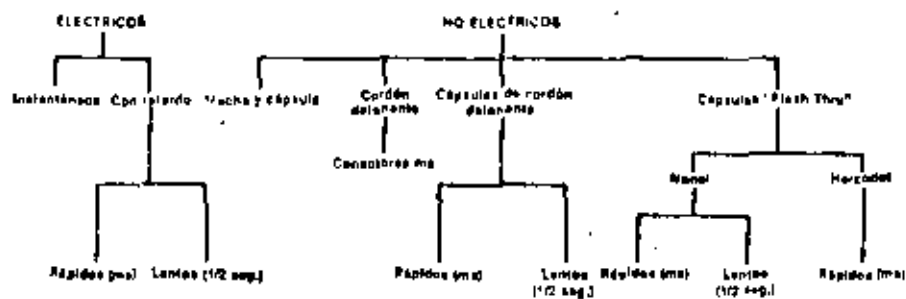


Figura 1. Sistemas de detonación.

2

cápsulas mientras otras exigen cebos de alto poder explosivo, como el TNT, para su detonación. Ya que no contienen nitroglicerina, los geles de agua son, inherentemente, menos peligrosos que la dinamita en su fabricación, transporte, manipulación y empleo. Y, debido a su flexibilidad y reducidos peligros, ha declinado el empleo de la dinamita.

Sistema de Iniciación

Los sistemas de iniciación han evolucionado junto con los explosivos (figura 1). El método tradicional de cápsula y mecha ha sido desplazado, en gran medida, por sistemas más seguros, más flexibles, eléctricos y no eléctricos, que permiten demoras de milisegundos (ms) entre las detonaciones en los agujeros de voladura, para quebrar mejor las rocas y obtener menor efecto de choque o vibración en el suelo en las cercanías de la voladura. En muchas operaciones, la voladura se propaga por medio de un cordón detonante, que puede emplearse también con dispositivos de demora para mejorar el resultado de la voladura.

Muchos de los nuevos explosivos sin nitroglicerina exigen, para su detonación, cebos de alto poder explosivo. Los cebos pueden hacerse con cápsulas y explosivos encartuchados sensibles a las cápsulas, tales como la dinamita o ciertos geles de agua. Se hallan disponibles reforzadores explosivos fundidos especiales de elevada presión de detonación, en una gama de tipos y tamaños que cumplen el grueso de las necesidades de los usuarios. Con dichos cebos, la facilidad de empleo y la certeza de obtener detonaciones de alta calidad, constituyen ventajas importantes para el usuario de los explosivos.

Los sistemas no eléctricos que se hallan disponibles actualmente,

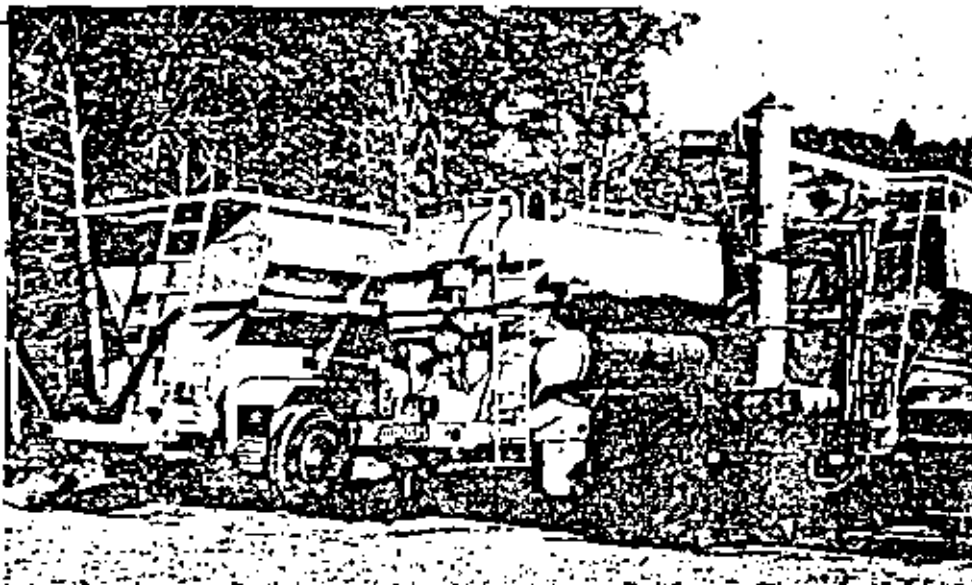


Figura 2. Estos camiones están provistos de equipos para mezclar nitrato de amonio y fuel oil para producir NAFO en un sitio de voladura y para transportarlo directamente a los agujeros de voladura.

emplean cordón o tubo miniatura detonante que contiene un explosivo que transmite el impulso detonador a las cargas. Los sistemas actuales gozan de cierto éxito y se están desarrollando otros.

La ventaja principal de los sistemas no eléctricos es la mayor ausencia de peligros, ya que existe menor peligro de iniciación prematura debida a la electricidad estática o a las corrientes eléctricas parásitas que podrían hallarse bajo tierra y en la superficie. Sus inconvenientes son la fragilidad, su mayor costo y la imposibilidad de verificar su continuidad. Con los sistemas eléctricos, la verificación de los valores correctos de resistencia y de la continuidad de los circuitos es práctica normal que ayuda a asegurar que estén conectadas todas las cargas.

Usos subterráneos

Los adelantos en la tecnología de los explosivos han tenido un efecto considerable sobre las operaciones en las minas, las canteras y la construcción. Por ejem-

plo, en la minería subterránea y en la construcción de túneles, los adelantos en los explosivos han incluido las aplicaciones de los geles de agua y del NAFO. En ciertos casos, estos materiales ahora se cargan neumáticamente desde camiones de gran capacidad, con gran velocidad y eficiencia.

El método de carga neumática no sólo es rápido, ya que se mueve una manguera, en lugar de un camión, desde un agujero de voladura al otro, sino que también ayuda a garantizar que se llenen de explosivo los agujeros de voladura. Es importante que los agujeros estén llenos, ya que entonces el explosivo puede comunicar su máxima energía a la roca. Cuando se empleen los explosivos encartuchados, deben apisonarse cuidadosamente para lograr un grado uniforme de densidad de carga.

Todos los explosivos comerciales producen humo y emanaciones al detonar. En la industria de los explosivos, se define el humo como un elemento compuesto de materias no tóxicas tales como el

continúa en la página 66

3

anhidrido carbónico, el nitrógeno y el vapor de agua. Las emanaciones se definen como gases tóxicos, como el monóxido de carbono y los dióxidos de nitrógeno. Dado que los gases y el humo producidos por la detonación pueden ser menos ofensivos con los geles de agua y el NAFO que con la dinamita, el trabajo suele poder reanudarse más rápidamente después de una voladura de lo que era posible con la dinamita. Las condiciones de operación ejercen una influencia preponderante sobre los tipos de gases que se producen. Una fórmula pobre del producto, el cebado inadecuado, la falta de resistencia al agua, la falta de encierro y otros factores, podrán aumentar el volumen de las emanaciones.

Para proteger contra las explosiones secundarias causadas por la interacción de los gases y las emanaciones con el metano y el polvo en las minas subterráneas de carbón, se fabrica una clase especial "permisible" de explosivos. Los permisibles son dinamitas de fórmulas especiales y geles de agua que producen relativamente poca llama, reduciendo así al mínimo la posibilidad de encender el gas o el polvo al usarse de modo permisible. Han sido aprobados para el uso subterráneo por la Oficina de Minas del gobierno estadounidense.

Usos en la superficie

En las minas de superficie y en las canteras se emplea ampliamente el NAFO, sobre todo porque es relativamente barato y eficaz. Se emplea el gel de agua o la dinamita cuando existe agua. En ciertos casos en que los agujeros estén parcialmente llenos de agua, se cargan de explosivo resistente al agua hasta la parte superior del agua, llenándose el resto con NAFO.

En las operaciones de superficie,
continúa en la página 70

Propiedades de los explosivos

Velocidad de detonación:

La velocidad, en m/seg., a la cual una onda de detonación recorre una columna de explosivo. Esta velocidad deberá ser igual a, o exceder ligeramente, la velocidad del sonido a través del material a volar. La velocidad es un parámetro importante que se emplea para calcular la presión de detonación de un explosivo. Resulta afectada por el tipo de producto, el diámetro, la confinación, la temperatura y el grado de cebado.

Densidad:

El peso por unidad de volumen o peso específico, que suele expresarse en gramos por cm³. El patrón es el agua, de una densidad de 1 g/cm³; la gama de la mayoría de los explosivos comerciales es de 0,8 a 1,6 g/cm³. Es importante en la determinación del diseño óptimo de la voladura. La densidad de un explosivo determina si se hundirá en el agua y cuántos kilogramos podrán cargarse por metro de agujero perforado.

Presión de detonación:

La presión, medida en kilobares, en la zona de choque por delante de la zona de reacción. Suelen usarse valores calculados de esta presión. La presión de detonación de un cebo, que es proporcional a la densidad multiplicada por la velocidad de detonación elevada al cuadrado, deberá exceder la presión de detonación del material cebado.

Energía:

Una medida del potencial de fragmentación o movimiento de materiales de los explosivos; sirve de orientación para la formulación de nuevos explosivos.

Fuerza:

Suele considerarse como la capacidad de trabajo útil de un explosivo. Se asocia erróneamente con marcas de resistencia de cartucho.

Resistencia al agua:

La cantidad de horas durante las cuales puede hallarse cargado un explosivo en agua y aún detonar. Este tiempo resulta afectado por la profundidad del agua y por el estado de movimiento o de reposo de la misma.

Sensibilidad:

Medida del mínimo de energía, presión o potencia que se necesita para la iniciación. En la industria de los explosivos, suele expresarse en términos de la actividad de la cápsula; cuanto más alto el número, mayor su actividad (por ejemplo, podrá lograrse la iniciación con una cápsula N°6; la norma de la industria es el ensayo de sensibilidad con cápsula N°8).

Grado de sensibilidad:

Es una medida de la capacidad de propagación de cartucho a cartucho de un explosivo bajo ciertas condiciones de ensayo. Se expresa como la distancia a través del aire a la cual un semicartucho cebado (donante) detonará un semicartucho sin cebar (receptor).

Emanaciones:

Gases tóxicos, tales como el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, resultantes de la detonación de todos los explosivos. La exposición del personal puede producir efectos perjudiciales. (Nota del redactor: Véase, en el texto, la descripción de los componentes no tóxicos de los explosivos.)

Inflamabilidad:

La facilidad con que puede encenderse un explosivo o un agente de voladura, por medio de la llama o el calor.

Fuente: *Blaster's Handbook* (Manual del encargado de voladuras), E. I. du Pont de Nemours & Co., © 1977.

4

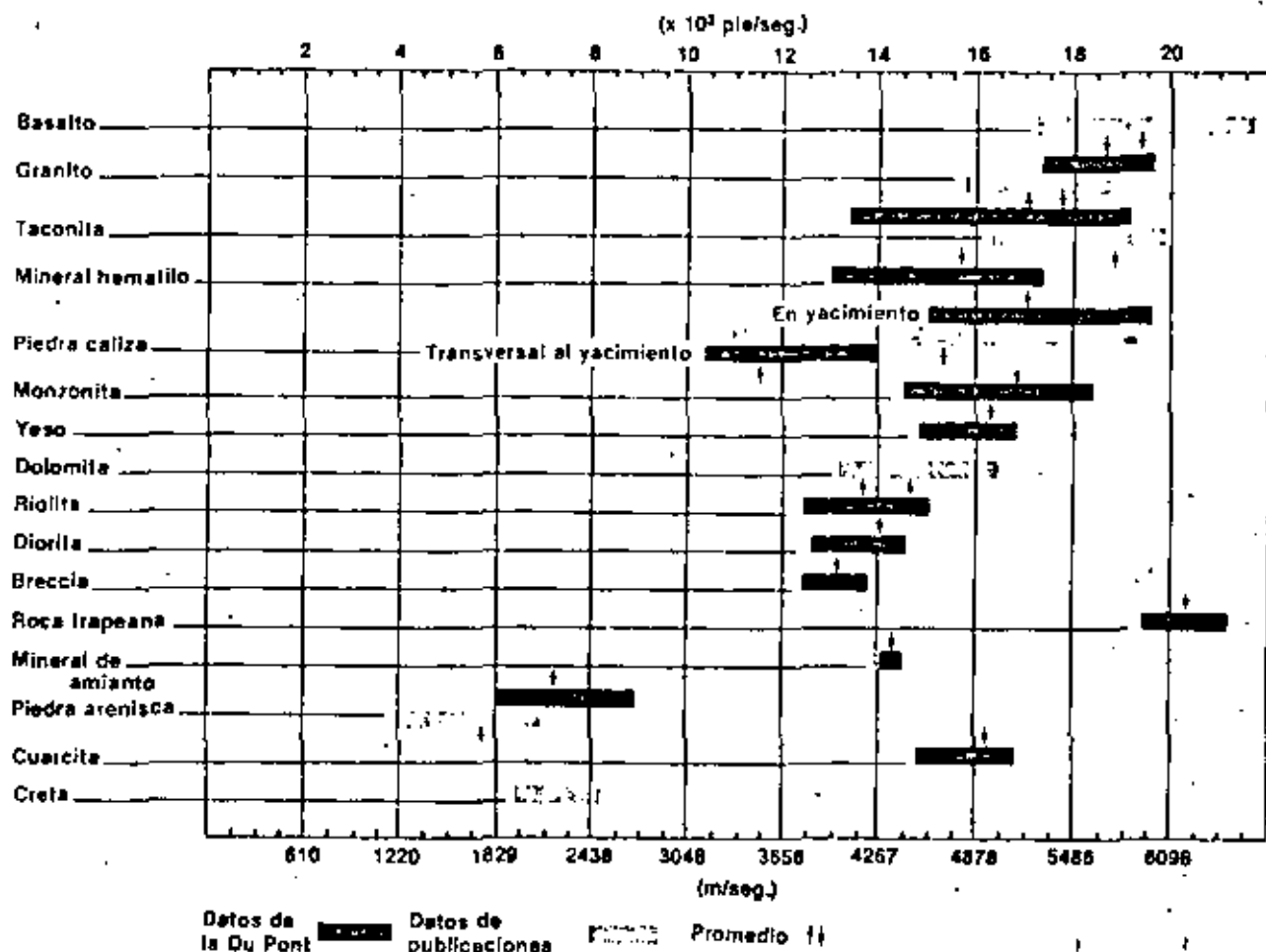


Figura 3. Velocidad sónica en la roca.

en gran escala, pueden emplearse sistemas de entrega por camiones mezcladores para el NAFO y los geles de agua. Con los camiones mezcladores, el explosivo se mezcla en el sitio de uso y se vierte o

bombea al interior de los agujeros de voladura, siendo un proceso rápido y eficiente. Por ejemplo, se están empleando los camiones mezcladores en grandes canteras y obras de construcción en Hong

FORMULAS QUIMICAS TÍPICAS

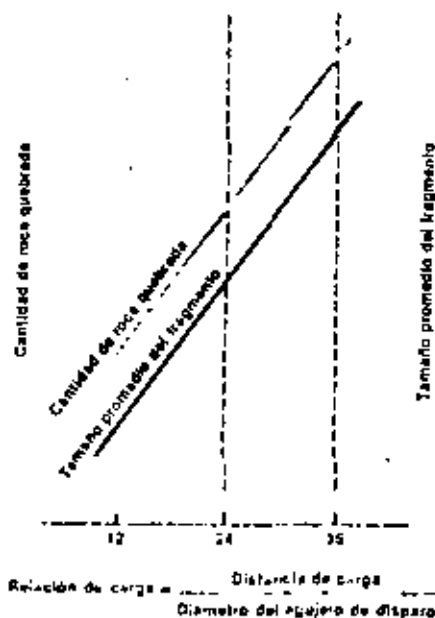
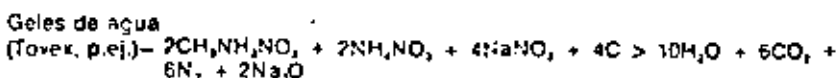
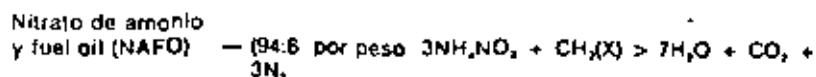
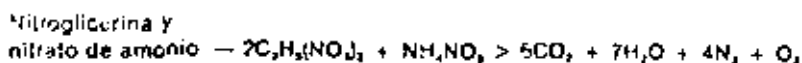


Figura 4. La mayoría de las voladuras de cara abierta se efectúan con relaciones de carga de 24 a 35 veces el diámetro del agujero. Para una primera aproximación de dimensión de carga, elíjase una relación de aproximadamente 28 a 30 veces el diámetro. El espaciado sería entonces de 1,5 a 2,0 veces la carga.

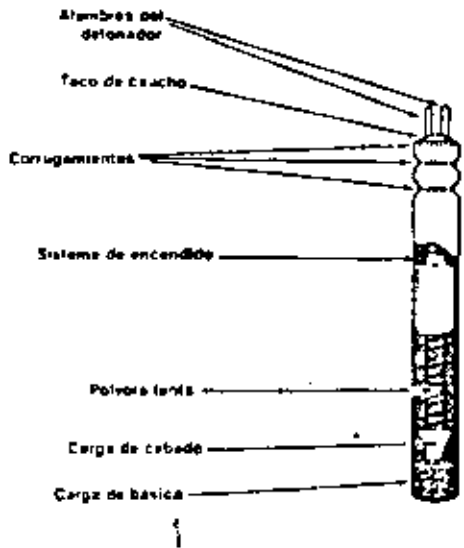


Figura 5a. Una cápsula eléctrica típica de voladura de milisegundos de retardo.

Kong. Al igual que en la carga mecánica para el trabajo subterráneo, estos métodos rinden voladuras más satisfactorias ya que llenan completamente el agujero, permitiendo que los gases explosivos en expansión actúen directamente contra las paredes de los agujeros perforados.

En las operaciones en que se empleen más de 44.000 kg de NAFO por año, suele poder usarse económicamente un sistema a granel para la carga, que incluye un recipiente de almacenamiento para el nitrato de amonio y un camión. Tales camiones están equipados para mezclar el fuel oil y el nitrato de amonio a medida que se cargan en el sitio de la voladura (figura 2). Se han obtenido los mejores resultados con municiones de nitrato de amonio de grado explosivo, que difieren físicamente de las municiones de tipo agrícola empleadas como fertilizante. Para lograr resultados óptimos con el NAFO, son sumamente beneficiosos los servicios de un proveedor de explo-

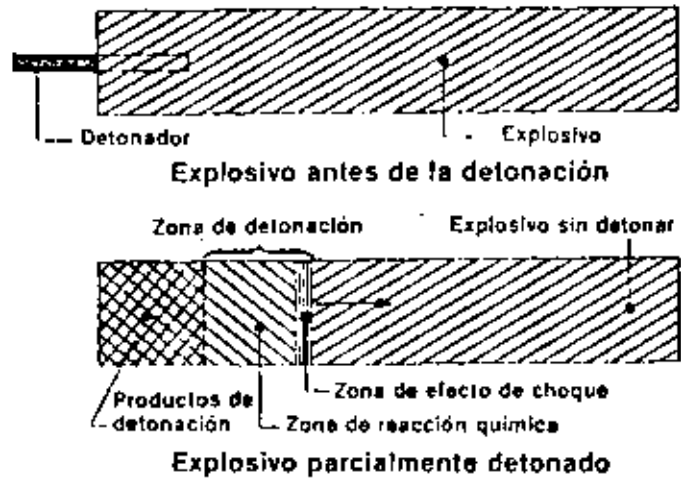


Figura 5b. Progreso de la detonación a través de una columna de explosivo.



Figura 6. Los cordones de voladura se diseñan con retardos para hacer que la roca más próxima a las caras (S) chisporrotee y haya espacio, dejando lugar para la rotura efectiva de la roca más alejada de la cara.

sivos con experiencia en la selección de los materiales y la definición de las mezclas.

Diseño de la voladura

Otro campo tecnológicamente

adelantado de las voladuras de superficie, es la ciencia del diseño de las voladuras para lograr una producción eficiente. Los factores a considerar incluyen la geología, la profundidad y el diámetro de los agujeros, el espacio entre agujeros,

la densidad y el tipo de los explosivos, las demoras entre agujeros, las propiedades del material volado y la gama de tamaños que se desea para el material volado*.

La geología del material a quebrar es, evidentemente, el factor más importante de planificación de una voladura (figura 3). Una formación altamente estratificada exigirá menos energía de los explosivos para su rotura que una formación monolítica. La energía se controla mediante el tamaño de los agujeros y los espacios entre los mismos y por el tipo de explosivo. Si se necesitara mucha energía, los agujeros deberán hallarse más próximos entre sí y los diámetros podrán ser mayores para que cada uno contenga más explosivo. Podrá usarse además un explosivo más potente para obtener mayor energía.

El grado de fragmentación que se requiere en el producto final también es un factor principal determinante del diseño de una voladura. Si el tamaño final deseado fuera relativamente pequeño, podrán ayudar a su obtención el explosivo adicional y la mayor cantidad de agujeros (figura 4). No todas las operaciones exigen la fragmentación más pequeña posible.

Los agujeros perforados se disparan a intervalos de tiempo sumamente reducidos, del orden de 0,025 de segundo, de modo que disparen primero los agujeros más cercanos a la cara libre de la formación, despidiendo suficiente masa de roca quebrada para dejar espacios abiertos para los agujeros de disparo posterior. Sin una disposición correcta de los milisegundos de retardo no se obtendrá una quebradura óptima.

Los retardos proporcionan además, una eficiente utilización de la energía explosiva con un mínimo de rocas voladoras y la reducción de los efectos de choque y de vibra-

ción que se transmiten a las zonas circundantes. Los retardos en las voladuras se obtienen por medio de conectores de retardo de milisegundos con cordón detonante o de cápsulas eléctricas de voladura de retardos en milisegundos con elementos de retardo armados en su interior (figuras 5a y 5b). La voladura deberá proyectarse y diseñarse de modo que el disparo de los primeros agujeros no pueda cortar los cordones ni separar los alambres antes de la iniciación de las cápsulas o de los conectores de los agujeros subsiguientes. Podrá emplearse una máquina secuencial de voladura para ampliar las ganancias de demoras de que dispone el encargado de la voladura, la que manda una serie precisa de impulsos eléctricos de tiempo controlado, separados sólo por milisegundos.

Los especialistas en voladuras, adiestrados y con experiencia, muchos de ellos empleados de los proveedores de explosivos, pueden sugerir cuadros de diseño de voladuras para lograr los resultados deseados con la mayor economía general (figura 6). En tales diseños, el costo de los explosivos es sólo uno de los factores, siendo la consideración principal el costo total de producción. Por ejemplo, un diseño en el que se emplee un explosivo de costo menor, que produzca rocas de tamaño indeseable por lo grande, que necesiten extensas voladuras secundarias para quebrarlas al tamaño correcto, podría no ser tan económico como un diseño en que se emplearan explosivos más costosos para producir directamente los tamaños deseados sin voladura secundaria.

Voladuras en la construcción

Las voladuras en la construcción son similares a las de la minería de superficie y de las canteras, pero

podrán ser menores los diámetros de los agujeros y el tamaño de las voladuras, y las operaciones más probablemente se hallen cerca de zonas habitadas. Resultan por lo tanto, sumamente beneficiosas las aplicaciones de las técnicas de voladura por retardo, ya que reducen los niveles de vibración que se extienden más allá del sitio de la voladura. La mayoría de los proveedores de explosivos podrán ofrecer orientación sobre la reducción de la vibración.

Suele emplearse en la construcción el precorte, un método de voladura que produce una cara lisa en la excavación. Requiere la perforación de muchos agujeros de voladura de pequeño diámetro con centros separados de 60 a 122 cm a lo largo del perímetro de la zona a excavar. Estos agujeros, que típicamente se cargan ligeramente con columnas continuas de explosivo encartuchado, se disparan antes de volarse la excavación principal adyacente a ellos. Se agrieta el material entre los agujeros y hace de cojín de la superficie final contra la voladura principal de excavación.

Continúan evolucionando los explosivos y la tecnología de su empleo. En los últimos años se han producido cambios importantes, muchos de los cuales han beneficiado al usuario de explosivos haciendo que sus operaciones sean más productivas y relativamente más económicas. No cabe duda de que continuarán los cambios. □

**Para obtener más información sobre dichos diseños de voladuras, véase el artículo publicado en el número de DESARROLLO NACIONAL correspondiente a abril de 1979.*

NOTA DE LA REDACCION: Para obtener información más específica, sírvase dirigir las consultas al autor, al cuidado de DESARROLLO NACIONAL, P.O. Box 3017, Westport, Connecticut 06880, E. U. A.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS

TEMA: PRODUCCION DE AGREGADOS

(ANEXOS)

Ing. Pedro Luis Benitez

SEPTIEMBRE 1983.

COPY

TELSMITH

2

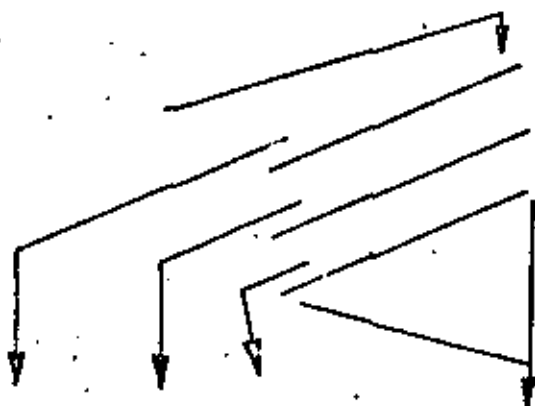
CUSTOMER: _____

DATE: _____

LOCATION: _____

BY: _____

EST. NO.: _____



TOP DECK: _____ Sq. Cl. Openings

Feed

O.S.

Thrus

AREA = _____ (T.P.H.) _____ (T.P.H.) = _____ (T.P.H.) = _____ Sq. Ft.

A x B x C x D x E x F

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

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

SECOND DECK: _____ Sq. Cl. Openings

Feed

O.S.

Thrus

AREA = _____ (T.P.H.) _____ (T.P.H.) = _____ (T.P.H.) = _____ Sq. Ft.

A x B x C x D x E x F

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

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

THIRD DECK: _____ Sq. Cl. Openings

Feed

O.S.

Thrus

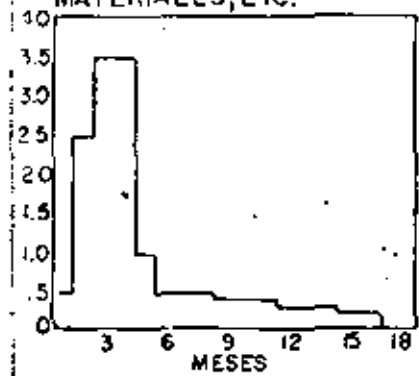
AREA = _____ (T.P.H.) _____ (T.P.H.) = _____ (T.P.H.) = _____ Sq. Ft.

A x B x C x D x E x F

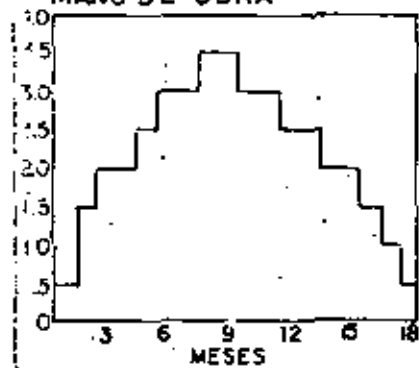
B = $\frac{\text{O.S.}}{\text{Feed}}$ = _____ = _____ %

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

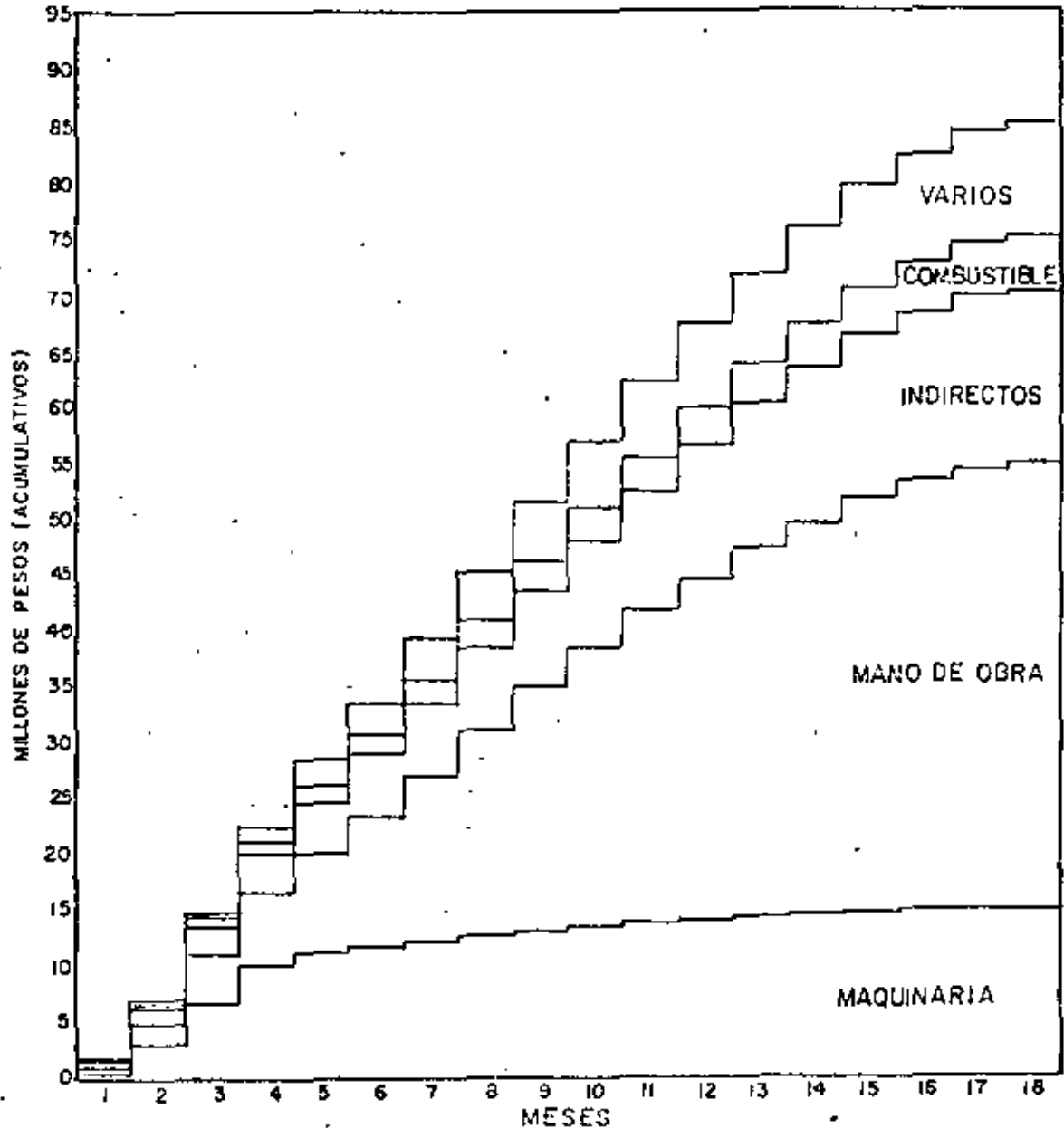
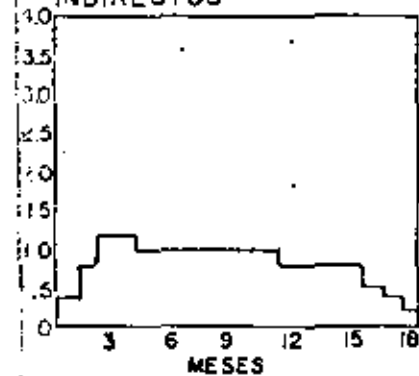
MAQUINARIA, EQUIPO, MATERIALES, ETC.



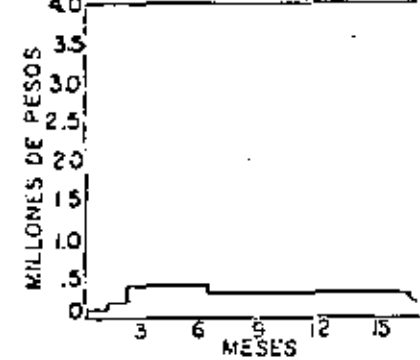
MANO DE OBRA



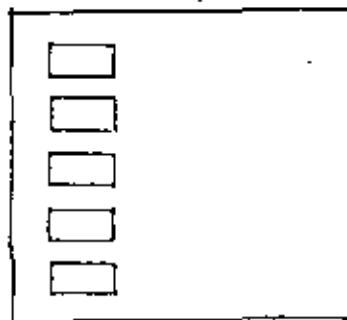
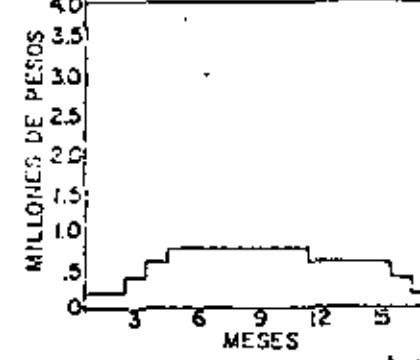
INDIRECTOS



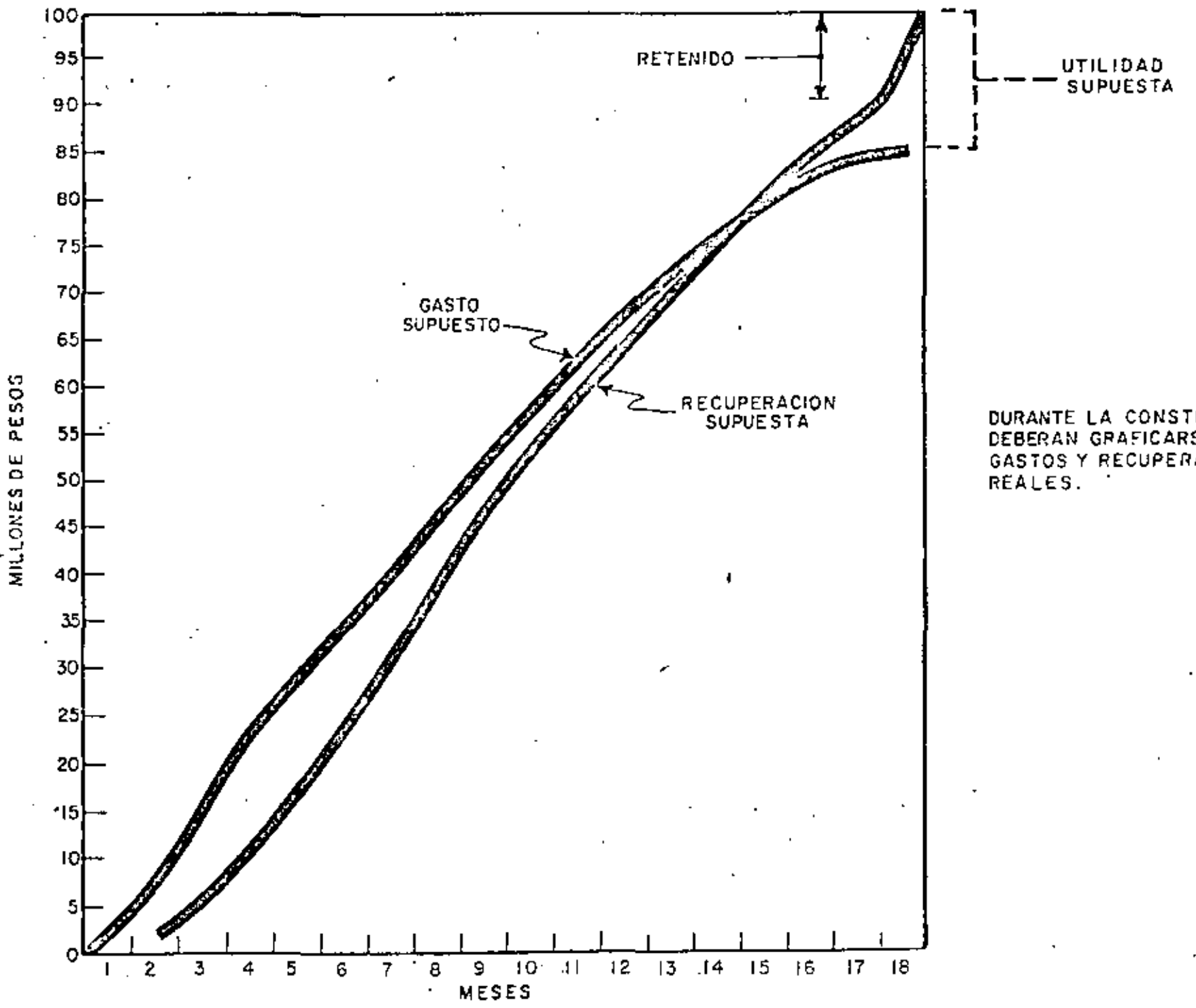
COMBUSTIBLES, LUBRICACION, ENERGIA, AGUA, ETC.



GASTOS VARIOS E IMPREVISTOS



GRAFICA TIPICA DE GASTOS SUPUESTOS



4

(35)



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

MÉTODOS PARA LA SELECCION

EQUIPO

Ing. José Piña Garza

SEPTIEMBRE, 1983.

MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPO USO DE MODELOS

Ing. José Pifa Garza.

- Concepto de modelo
- Clasificación de modelos

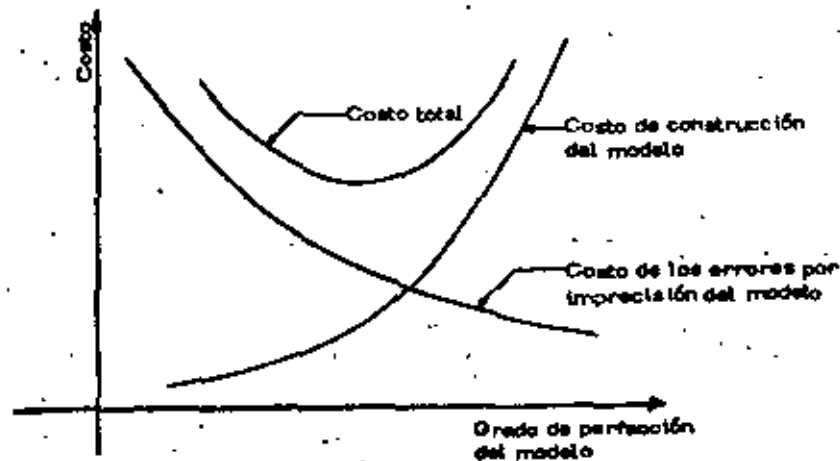
Por la forma de representación

Descripción escrita (hablada)
Económicos
Lógicos (diagramáticos)
Análogos
Simbólicos (matemáticas)

Por el uso

Comunicación
Análisis
Predicción
Control
Entrenamiento

- Modelo versus realidad



- Actitud ante el uso de modelos matemáticos
- Preparación matemática del ingeniero

	Materia	Créditos
1	Matemáticas I	9
2	Matemáticas II	9
3	Matemáticas III	9
4	Matemáticas IV	9
5	Álgebra Lineal	9
6	Computación Numérica	9
7	Probabilidad y Estadística	9
8	Ingeniería de Sistemas I	6
9	Ingeniería de Sistemas II	6
	Total de Créditos	75

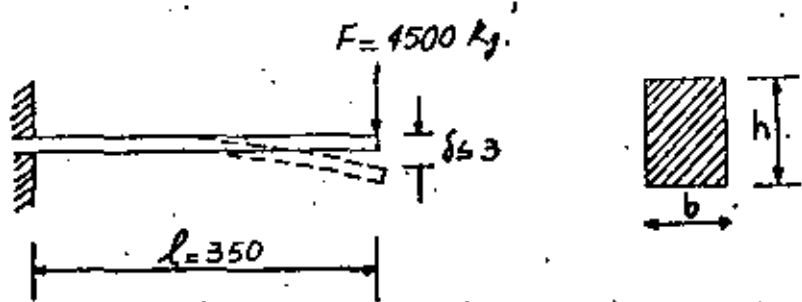
- Objetivos de la formación matemática del ingeniero
- Evolución de las herramientas para el manejo matemático de problemas
- Concepto de sistemas
- Limitaciones para el empleo del instrumental matemático
- Dimensionamiento económico de los problemas de movimiento de tierras
- Costo y valor de la información

Problema:

Se desea determinar las dimensiones de una viga de madera en voladizo de 3.50 m de longitud, sujeta a una carga en el extremo libre de 4.0 ton.

En atención a las características de trabajo se requiere un desplazamiento vertical menor de 3 cm en el extremo libre.

Se deberá especificar una sección rectangular en que la relación base/altura sea de 111.5



$$\delta_{max} \geq \frac{Fl^3}{3EI}$$

$$I = \frac{bd^3}{12}$$

$$\delta_{max} \geq \frac{4Fl^3}{Eb^3h^3}$$

$$\frac{b}{h} = \frac{1}{1.50}; \quad b = 0.67h$$

$$\delta_{max} \geq \frac{6Fl^3}{Eh^4}$$

$$h \geq \sqrt[4]{\frac{6Fl^3}{E\delta_{max}}}$$

$$f_{max} \geq \frac{6M}{bh^2}$$

para $h \leq 40 \text{ cm}$.

$$f_{max} \geq \frac{9Fl}{h^3}$$

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{9Fl}{f_{max}}}$$

$$f_{max} = \frac{6M}{Kbh^2}$$

$$K = 0.81 \left(\frac{h^2 + 363}{h^2 + 223} \right)$$

Minimizar costo $C = S \cdot l \cdot h \cdot b$

"Problema de Transporte"

- a) Se tienen n orígenes posibles de un determinado artículo.
- b) En cada uno de ellos se produce una cantidad conocida de artículos: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_1, \dots, a_n$
- c) Los artículos se deben transportar a m diferentes destinos.
- d) En cada destino se requiere una cantidad definida de tales artículos: $b_1, b_2, b_3, \dots, b_1, \dots, b_m$
- e) Se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de obtener un artículo en cada uno de los j destinos según cada uno de sus n posibles orígenes.

El problema consiste en:

- f) Determinar la cantidad X_{ij} de artículos que conviene enviar de cada uno de los orígenes i a cada uno de los destinos j , de tal manera que el costo total de transporte sea mínimo.
- g) Suponiendo que existe una variación lineal de costo de producción y transporte en función del número de unidades requeridas, o sea que el costo de producir y enviar un artículo del origen i al destino j es c_{ij} el costo de entregar X_{ij} artículo será $c_{ij}X_{ij}$

Formulación del modelo matemático

Variables X_{ij} $i=1,2,\dots,n$ $m \cdot n$ variables.
 $j=1,2,\dots,m$

Función objetivo Minimizar $Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} X_{ij}$ (1)
 costo total de transporte.

Sujeta a las restricciones:

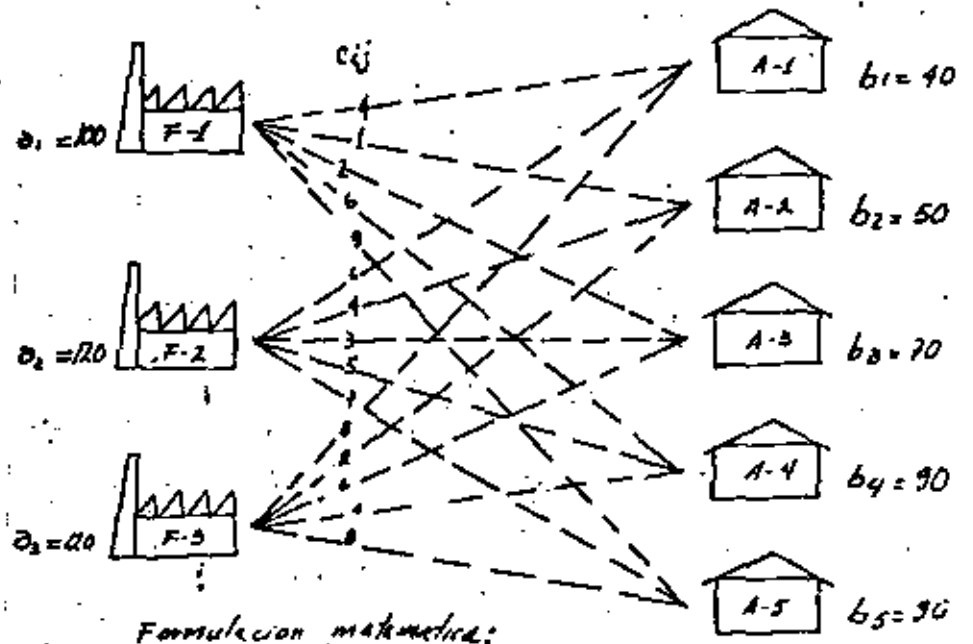
(a) $\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j$
 Total de disponibilidades = Total de requerimientos.

(b) $\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i$ para $i=1,2,\dots,n$ (b) a (n+1)
 Cont. enviada del origen i a todos los destinos = cont. disp. en el origen i

(c) $\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j$ para $j=1,2,\dots,m$
 Cont. enviada a cada destino j en el destino j = cont. requerida en el destino j de todas las orígenes

$X_{ij} \geq 0$ para $i=1,2,\dots,n$ $j=1,2,\dots,m$ (n+m+2) a (n+m+1)

(No tiene sentido físico que las variables adquieran valores negativos).



Formulación matemática:

(n+1) a (n+m+2) 1) Minimizar: $Z = 4x_{11} + x_{12} + 2x_{13} + 6x_{14} + 5x_{15} + 6x_{21} + 9x_{22} + 3x_{23} + 5x_{24} + 7x_{25} + 5x_{31} + 2x_{32} + 8x_{33} + 4x_{34} + 15x_{35}$
 sujeta a las restricciones.

2) $\sum_{j=1}^m a_j = \sum_{j=1}^m b_j$ $100 + 120 + 120 = 40 + 50 + 70 + 90 + 90 = 340 = 340$

3) $x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} = 100$

4) $x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} = 120$

5) $x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} = 120$

6) $x_{11} + x_{21} + x_{31} = 40$

7) $x_{12} + x_{22} + x_{32} = 50$

8) $x_{13} + x_{23} + x_{33} = 70$

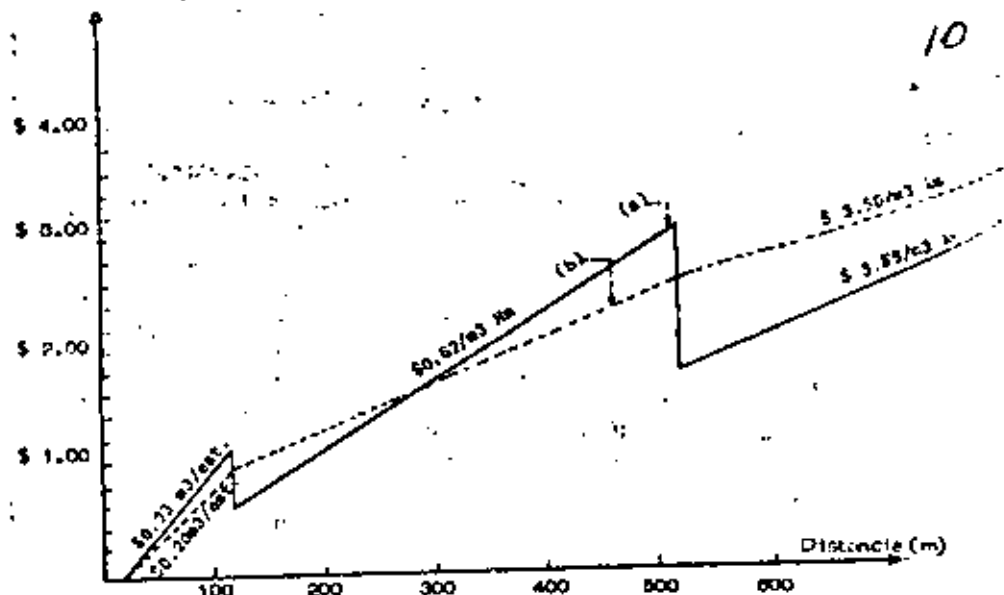
9) $x_{14} + x_{24} + x_{34} = 90$

10) $x_{15} + x_{25} + x_{35} = 90$

VOLUMEN DE TERRAPLEN, CORTE Y BANCOS

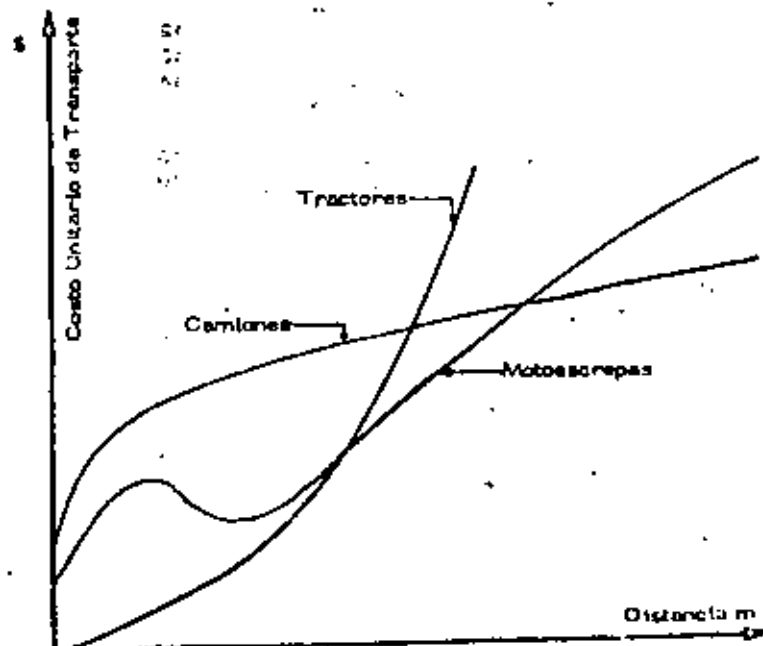
UBICACION	CORTE		TERRAPLEN	
	Origen No.	Volumen	Destino No.	Volumen
29+880 a 29+900			1	124
29+900 a 29+920			2	154
920 940			3	118
940 960			4	110
960 980			5	102
29+980 29+000			6	50
29+000 29+020	1	57		
020 040	2	70		
040 060	3	2		
060 080			7	87
29+080 29+100			8	244
29+100 29+120			9	217
120 140	4	203		
140 160	5	408		
160 180	6	392		
29+180 29+200	7	128		
29+200 29+220			10	142
220 240			11	28
240 260	8	388		
260 280	9	344		
29+280 29+300			12	122
29+300 29+320			13	760
320 340			14	217
340 360	10	580		
360 380	11	359		
29+360 29+400			15	985
29+400 29+420			16	840
420 440	12	161		
440 460	13	367		
460 480	14	252		
29+400 29+500	15	201		
29+500 29+520	16	189		
520 540	17	136		
540 560	18	94		
560 580			17	87
29+580 29+600			18	80
29+600 29+620			19	47
29+620 29+640			20	52
Bco a 500 m der. de est. 33+000	19	6000		
Terraplén ficticio			21	4712
Sumas iguales		9286		9255

09



10

Costos Unitarios de transporte de barreras



9

FUNCION OBJETIVO 433626

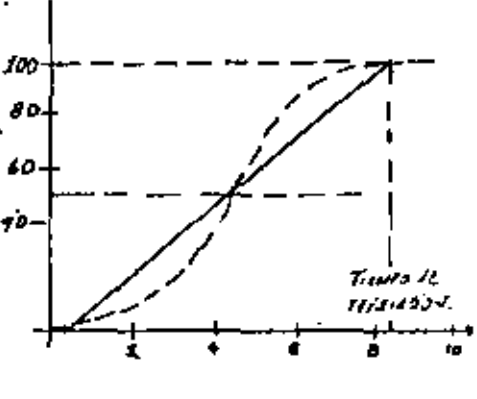
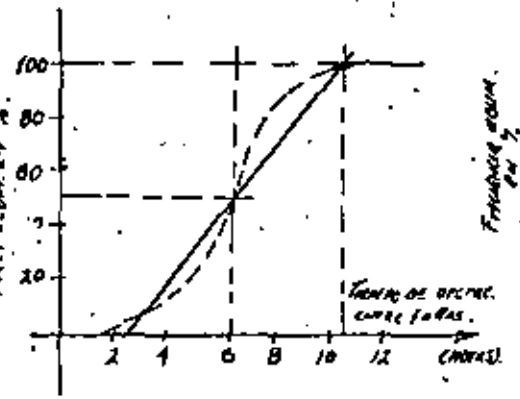
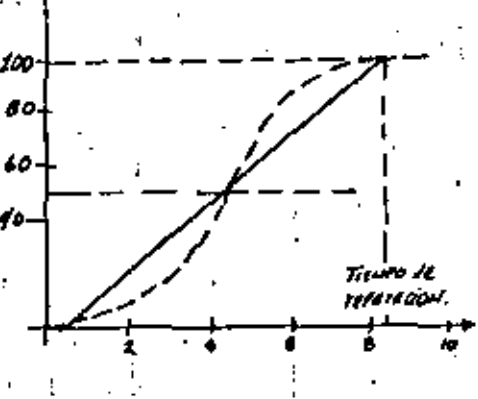
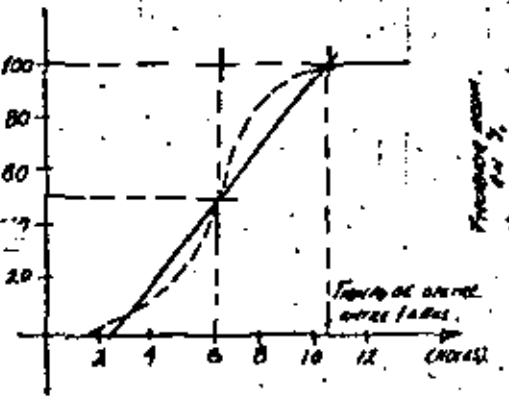
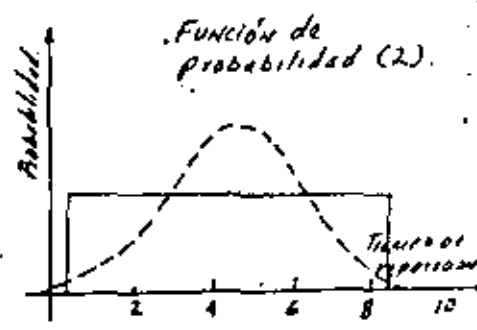
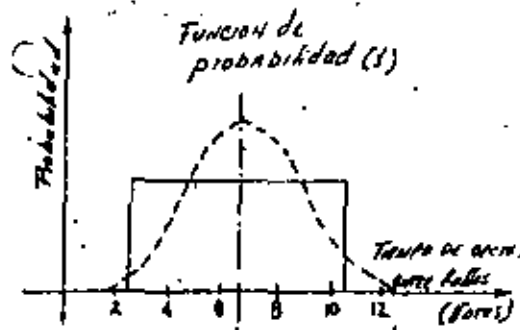
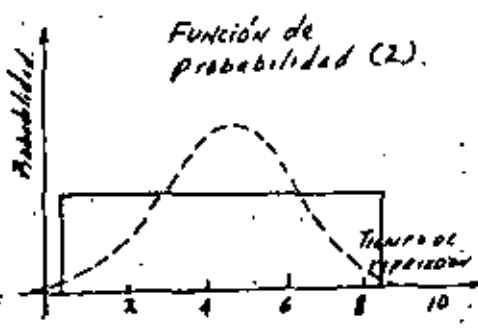
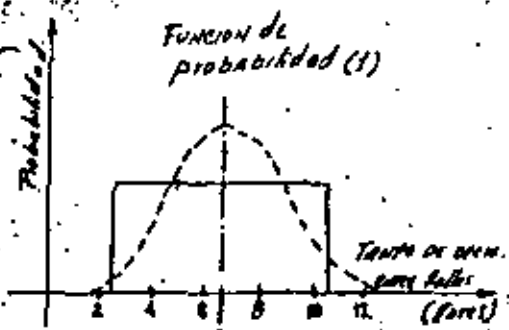
COSTOS UNITARIOS DE TRANSPORTE

Terraplén/Corte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	124	100	108	116	148	156	164	172	188	204	238	244	252	274	281	288	295	302	309	1081
2	164	80	100	108	140	148	156	164	188	196	228	236	260	267	274	281	288	295	302	1074
3	118	60	60	100	132	140	148	156	180	188	220	228	252	260	267	274	281	288	295	1087
4	110	40	60	60	124	132	140	148	172	180	212	220	244	252	260	267	274	281	288	1060
5	102	20	40	60	116	124	132	140	164	172	204	212	236	244	252	260	267	274	281	1053
6	50	0	20	40	108	116	124	132	156	164	196	204	228	236	244	252	260	267	274	1046
7	87	40	20	0	40	60	60	100	124	132	164	172	196	204	212	220	228	236	244	1018
8	244	60	40	20	20	30	60	60	116	124	156	164	188	196	204	212	220	228	236	1011
9	217	80	60	40	0	20	40	60	108	116	148	156	180	188	196	204	212	220	228	1004
10	142	132	124	116	60	40	20	0	20	40	108	116	140	148	156	164	172	180	188	980
11	26	140	132	124	60	60	40	20	0	20	100	108	132	140	148	156	164	172	180	962
12	122	164	156	148	116	108	100	80	20	0	40	60	108	116	124	132	140	148	156	941
13	760	172	164	156	124	116	108	100	30	20	20	40	100	108	116	124	132	140	148	934
14	217	160	172	164	132	124	116	108	60	40	0	20	60	100	108	116	124	132	140	927
15	985	204	196	188	156	148	140	132	108	100	20	0	20	40	60	60	100	108	116	906
16	849	212	204	196	164	156	148	140	116	108	40	20	0	10	40	60	60	100	108	898
17	67	274	267	260	228	220	212	204	180	172	140	132	108	100	80	60	40	20	0	843
18	60	281	274	267	236	228	220	212	188	180	148	140	116	108	100	80	60	40	20	836
19	47	288	281	274	244	236	228	220	196	188	156	148	124	116	108	100	60	40	20	829
20	52	295	288	281	252	244	236	228	204	196	164	156	132	124	116	108	100	60	40	822
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9265	57	70	2	203	406	392	126	386	344	580	358	181	367	252	201	188	136	34	3000	

FUNCION OBJETIVO 433526

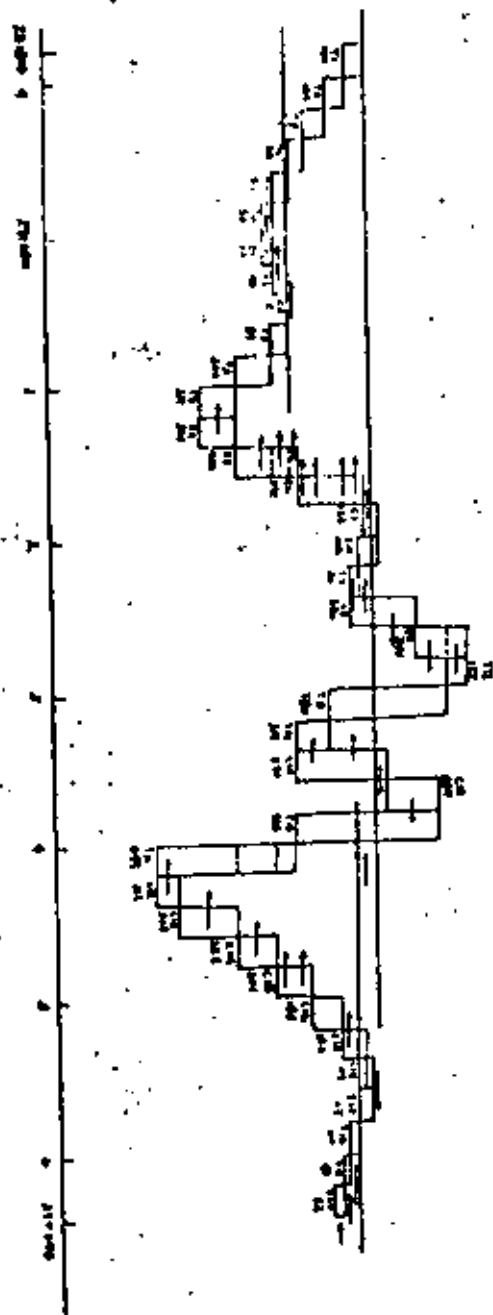
SOLUCION AL PROBLEMA DE TRANSPORTE

Terraplén/Corte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	124	0	0	0	0	0	48	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	154	0	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	118	0	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	110	0	0	0	0	36	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	102	7	70	2	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	87	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	244	0	0	0	0	244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	217	0	0	0	116	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	142	0	0	0	0	0	50	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	26	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	122	0	0	0	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	760	0	0	0	0	0	0	0	268	222	290	0	0	0	0	0	0	0	0
14	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217	0	0	0	0	0	0	0	0
15	985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	359	161	0	150	0	0	103	0
16	849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	367	92	201	182	0	0
17	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	34	0
18	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
19	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
20	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4712
9265	57	70	2	203	406	392	126	386	344	580	358	181	367	252	201	188	136	34	3000



1ª	2ª	3ª	OPERACION	REPARACION
A	A	A	3	1
		S	4	2
	S	A	5	3
		S	6	4
S	A	A	7	5
		S	8	6
	S	A	9	7
		S	10	8

1ª	2ª	3ª	OPERACION	REPARACION
A	A	A	3	1
		S	4	2
	S	A	5	3
		S	6	4
S	A	A	7	5
		S	8	6
	S	A	9	7
		S	10	8



SIMULACION

- Otra clasificación de modelos

determinísticos	estáticos
estocásticos	dinámico

- Concepto de Simulación

- Metodología

Definición de objetivos
 Obtención y revisión de datos, análisis del problema
 Diseño del experimento
 Construcción del modelo
 Validación (calibración del modelo)
 Simulación
 Análisis e interpretación de resultados

Problema de selección de equipo

Se necesita efectuar un movimiento de tierras en un volumen de 400,000 m³ de un banco a un tiradero; la longitud de acarreo es de 1 200 m.

Se ha analizado el problema y se recomienda efectuar el movimiento utilizando un cargador Michigan de 3 1/2 yd³ y 8 camiones fletados, cuando se presenta una opción interesante que conviene analizar.

Características de la opción.

- Cargadores de la misma capacidad a un costo horario efectivo de \$ 180.00/hr vs \$ 200.00/hora del primero.
- Los cargadores son defectuosos; el tiempo promedio entre fallas es de 8.5 horas según función de probabilidad (1) y el tiempo de compostura promedio es de 4.5 horas según función de probabilidad (2). Esta información se garantiza ampliamente.
- En compensación, el fabricante ofrece enviar sin costo para el constructor, otro cargador igual por el cual sólo se pagará el costo horario efectivo, de manera que cuando uno está descompuesto entra el otro en operación.
- El fabricante también ofrece proporcionar a un mecánico y cubrir las reparaciones que surjan durante el desarrollo del trabajo.
- El constructor tiene la obligación con los fletados de pagar \$ 60.00/hora en caso de descompostura del cargador, en compensación por tiempo de espera.

MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPO USO DE MODELOS

Ing. José Pifa Garza.

- Concepto de modelo
- Clasificación de modelos

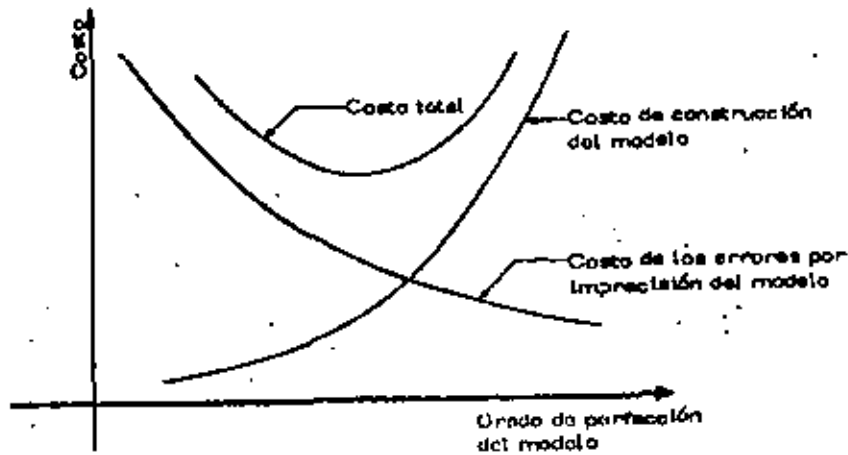
Por la forma de representación

Descripción escrita (hablada)
Económicos
Lógicos (diagramáticos)
Analíticos
Simbólicos (matemáticos)

Por el uso

Comunicación
Análisis
Predicción
Control
Entrenamiento

- Modelo versus realidad



- Actividad ante el uso de modelos matemáticos
- Preparación matemática del ingeniero

	Materia	Créditos
1	Matemáticas I	9
2	Matemáticas II	9
3	Matemáticas III	9
4	Matemáticas IV	9
5	Álgebra Lineal	9
6	Computación Numérica	9
7	Probabilidad y Estadística	9
8	Ingeniería de Sistemas I	6
9	Ingeniería de Sistemas II	6
	Total de Créditos	75

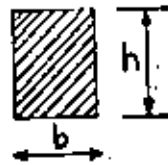
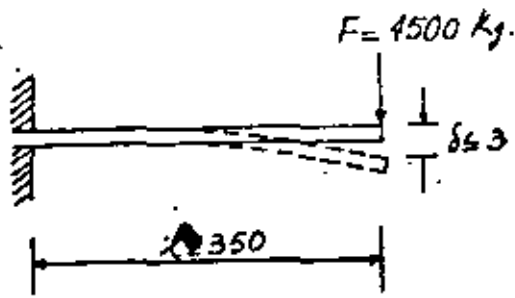
- Objetivos de la formación matemática del ingeniero
- Evolución de las herramientas para el manejo matemático de problemas
- Concepto de sistemas
- Limitaciones para el empleo del instrumental matemático
- Dimensionamiento económico de los problemas de movimiento de tierras
- Costo y valor de la información

Problema 1

Se desea determinar las dimensiones de una viga de madera en vol y alizo de 3.50 m de longitud, sujeta a una carga en el extremo libre de 4.5 ton.

En atención a las características de trabajo se requiere un desplazamiento vertical menor de 3 cm en el extremo libre.

Se deberá especificar una sección rectangular en que la relación base/peso sea de 1:1.5



$$\delta_{max} \geq \frac{FL^3}{3EI}$$

$$I = \frac{bd^3}{12}$$

$$\delta_{max} \geq \frac{4FL^3}{Eb^3h^3}$$

$$\frac{b}{h} = \frac{1}{150}; \quad b = 0.67h$$

$$\delta_{max} \geq \frac{6FL^3}{Eh^4}$$

$$h \geq \sqrt[4]{\frac{6FL^3}{E\delta_{max}}}$$

$$f_{m\acute{a}x} \geq \frac{6M}{bh^2}$$

para $h \leq 40 \text{ cm}$.

$$f_{m\acute{a}x} \geq \frac{9FL}{h^3}$$

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{9FL}{f_{m\acute{a}x}}}$$

$$f_{m\acute{a}x} = \frac{6M}{Kbh^2}$$

$$K = 0.81 \left(\frac{h^2 + 363}{h^2 + 223} \right)$$

Minimizar costo $C = 5.2hb$

"Problema de Transporte"

- Se tienen n or\u00edgenes posibles de un determinado art\u00edculo.
- En cada uno de ellos se produce una cantidad conocida de art\u00edculos:
 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots, a_n$
- Los art\u00edculos se deben transportar a m diferentes destinos.
- En cada destino se requiere una cantidad definida de tales art\u00edculos:
 $b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_m$
- Se conoce el costo unitario c_{ij} que resulta de obtener un art\u00edculo en cada uno de los j destinos seg\u00fan cada uno de sus n posibles or\u00edgenes.

El problema consiste en:

- Determinar la cantidad X_{ij} de art\u00edculos que conviene enviar de cada uno de los or\u00edgenes i a cada uno de los destinos j , de tal manera que el costo total de transporte sea m\u00ednimo.
- Suponiendo que existe una variaci\u00f3n lineal de costo de producci\u00f3n y transporte un funci\u00f3n del n\u00famero de unidades requeridas, o sea que el costo de producci\u00f3n y enviar un art\u00edculo del origen i al destino j es c_{ij} el costo de entregar X_{ij} art\u00edculo ser\u00e1 $c_{ij}X_{ij}$.

10

Formulación del modelo matemático

Variables X_{ij} $i=1,2,\dots,n$ $j=1,2,\dots,m$ $m \cdot n$ variables.

Función objetivo Minimizar $Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} X_{ij}$ (1)
 costo total de transporte.

Sujeta a las restricciones:

(2) $\sum_{j=1}^m a_i = \sum_{j=1}^m b_j$
 Total de disponibilidad = Total de requerimientos.

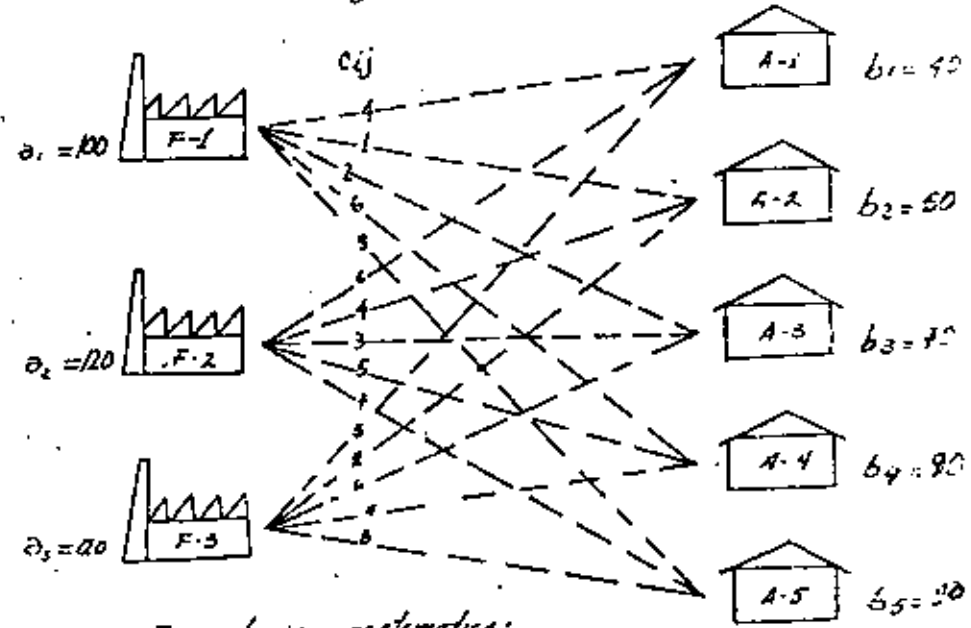
(3) $\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i$ para $i=1,2,\dots,n$ (4) a (4+n-1)
 Cant. enviada del origen i a todos los destinos = Cant. disp. en el origen i

(5) $\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j$ para $j=1,2,\dots,m$
 Cant. recibida en el destino j de todos los orígenes = Cant. requerida en el destino j

(6) $X_{ij} \geq 0$ para $i=1,2,\dots,n$ $j=1,2,\dots,m$ (7) a (7+m \cdot n)

(No tiene sentido físico que las variables adquieran valores negativos).

EJEMPLO:



Formulación matemática:

(1) Minimizar: $Z = 4X_{11} + X_{12} + 2X_{13} + 6X_{14} + 9X_{15} + 6X_{21} + 9X_{22} + 3X_{23} + 5X_{24} + 7X_{25} + 5X_{31} + 5X_{32} + 2X_{33} + 6X_{34} + 4X_{35}$
 Sujeta a las restricciones.

(2) $\sum_{j=1}^5 a_i = \sum_{j=1}^5 b_j$ $100 + 120 + 200 = 40 + 60 + 70 + 90 + 20 = 340$

(3) $X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15}$

$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25}$

$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35}$

(4)

(5)

(6)

(7)

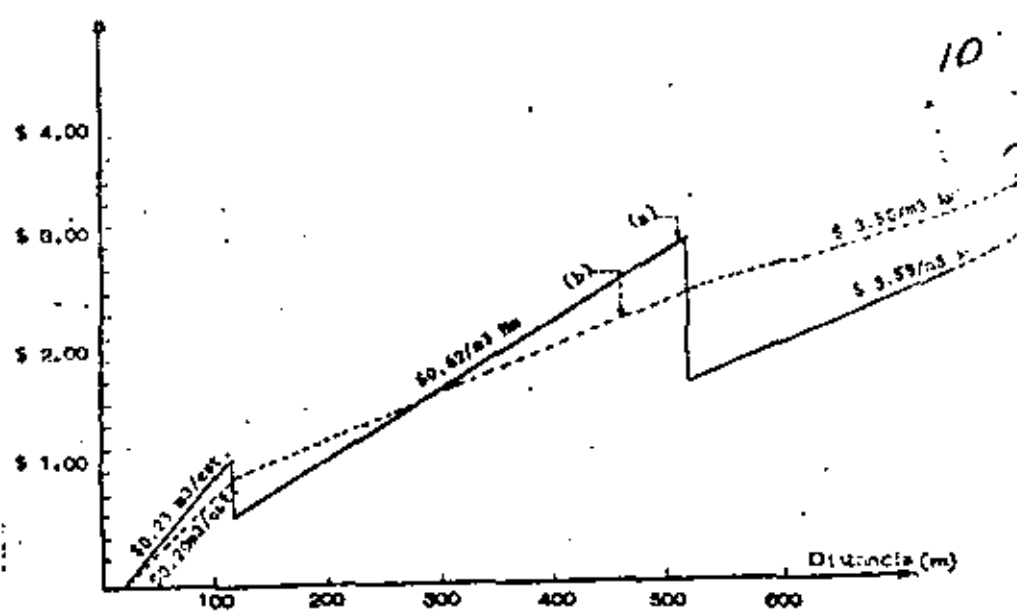
(8)

(9)

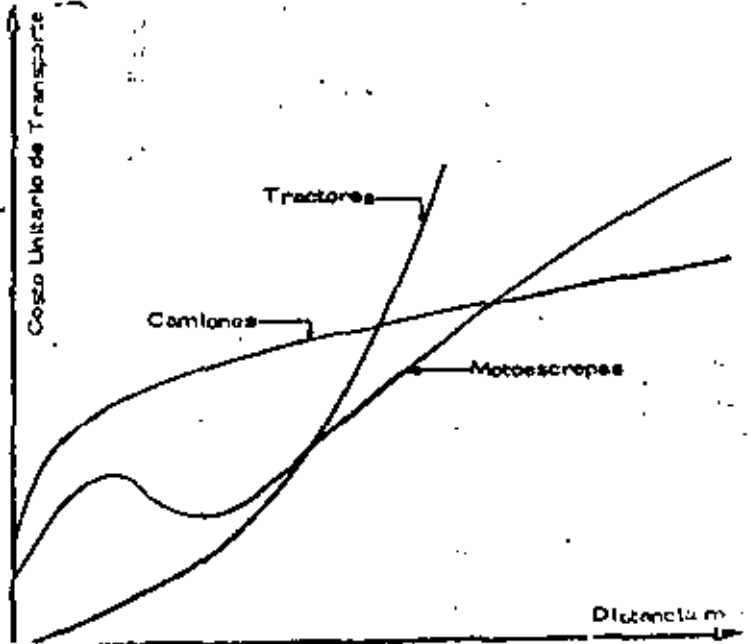
(10)

VOLUMEN DE TERRAPLEN, CORTE Y BANCOS

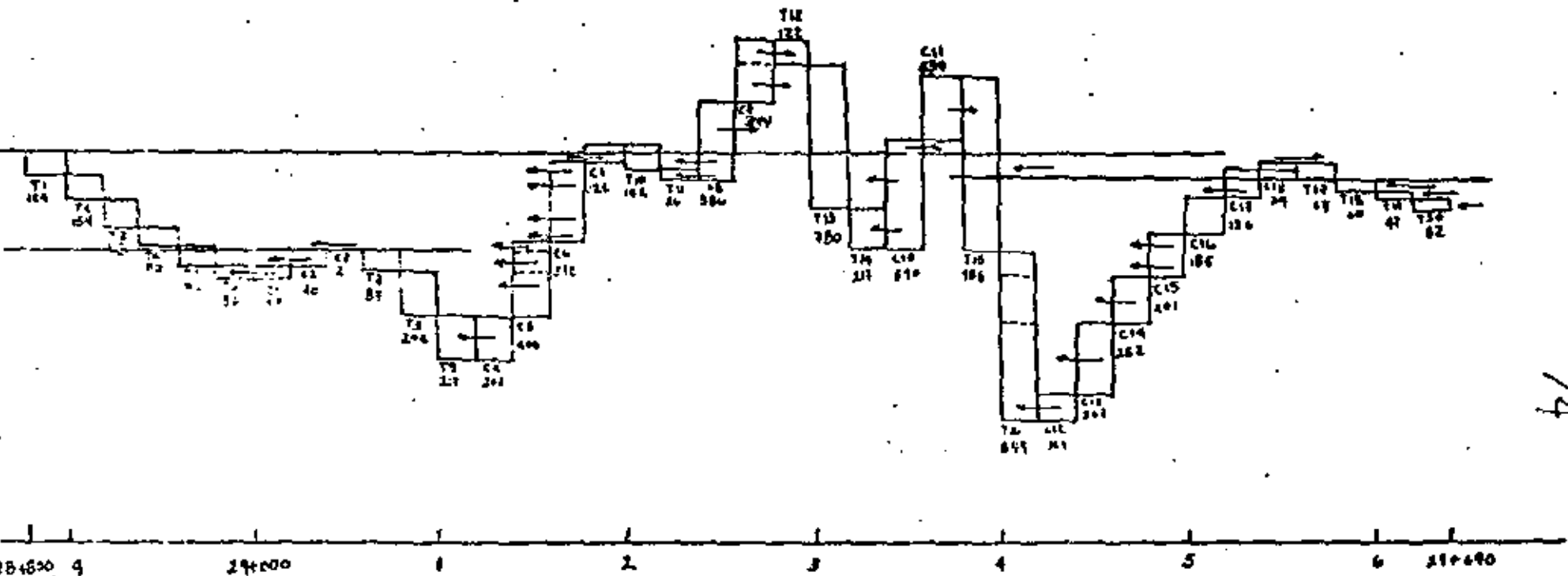
UBICACION	CORTE		TERRAPLEN	
	Origen No.	Volumen	Destino No.	Volumen
28+000 a 28+100			1	124
28+000 a 28+120			2	154
920 940			3	118
940 960			4	110
960 980			5	102
28+000 29+000			6	50
29+070 29+090	1	67		
020 040	2	70		
040 060	3	2		
060 080			7	87
28+000 29+100			8	244
29+100 29+120			9	217
120 140	4	203		
140 160	5	405		
160 180	6	592		
29+100 29+200	7	126		
29+200 29+220			10	142
220 240			11	26
240 260	8	388		
260 280	9	344		
29+200 29+300			12	122
29+300 29+320			13	780
320 340			14	217
340 360	10	650		
360 380	11	359		
29+380 29+420			15	985
420 440			16	649
440 460	12	161		
460 480	13	387		
480 500	14	262		
29+480 29+500	15	201		
29+500 29+520	16	169		
520 540	17	131		
540 560	18	84		
560 580			17	87
29+580 29+600			18	90
29+600 29+620			19	47
29+620 29+640			20	62
Porcentaje de est. 75 + 000	19	5000		
Terraplen ficticio			21	4712
Suma iguales		9266		9205



Costos Unitarios de transporte de terracerías



13



Origen/Corte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	124	100	108	118	148	158	164	172	196	204	236	244	267	274	281	288	295	302	309	104
2	154	80	100	108	140	148	158	164	168	196	228	238	260	267	274	281	288	295	302	107
3	118	80	80	100	132	140	148	156	180	188	220	228	252	260	267	274	281	288	295	104
4	110	40	60	80	124	132	140	148	172	180	212	220	244	252	260	267	274	281	288	104
5	102	20	40	60	116	124	132	140	164	172	204	212	236	244	252	260	267	274	281	104
6	50	0	20	40	108	116	124	132	156	164	196	204	228	238	244	252	260	267	274	104
7	87	40	20	0	40	60	80	100	124	132	164	172	196	204	212	220	228	236	244	104
8	244	60	40	20	20	38	60	80	116	124	156	164	188	196	204	212	220	228	236	104
9	217	80	60	40	0	20	40	60	106	116	148	156	180	188	196	204	212	220	228	104
10	142	132	124	116	60	40	20	0	20	40	108	116	140	148	156	164	172	180	188	6
11	26	140	132	124	80	60	40	20	0	20	100	108	132	140	148	156	164	172	180	6
12	122	164	156	148	116	108	100	80	20	0	40	60	108	116	124	132	140	148	156	6
13	780	172	164	156	124	116	108	100	38	20	20	40	100	108	116	124	132	140	148	6
14	217	180	172	164	132	124	116	108	60	40	0	20	60	100	108	116	124	132	140	6
15	985	204	196	188	156	148	140	132	108	100	20	0	20	40	60	60	100	109	118	6
16	849	212	204	196	164	156	148	140	116	108	40	20	0	18	40	60	60	100	108	6
17	67	274	267	260	228	220	212	204	180	172	140	132	108	100	60	60	40	20	0	6
18	60	281	274	267	236	228	220	212	188	180	148	140	116	108	100	60	60	40	20	6
19	47	288	281	274	244	236	228	220	196	188	156	148	124	116	108	100	60	60	40	6
20	52	295	288	281	252	244	236	228	204	196	164	156	132	124	116	108	100	60	60	6
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9265	67	70	2	203	406	392	126	386	344	580	358	161	387	252	201	180	138	34	5

Destino/Corte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	124	0	0	0	0	48	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	154	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	118	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	110	0	0	0	38	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	102	7	70	2	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	87	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	244	0	0	0	0	244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	217	0	0	0	116	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	142	0	0	0	0	0	80	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	26	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	122	0	0	0	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	780	0	0	0	0	0	0	0	268	222	290	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	217	0	0	0	0	0	0	0	0	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	985	0	0	0	0	0	0	0	0	73	358	161	0	160	0	0	103	0	129	
16	849	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	367	92	201	167	0	0	0	
17	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	34	0	
18	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	
19	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	
20	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	
21	4712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4712	
	9265	67	70	2	203	406	392	126	386	344	580	358	161	387	252	201	180	138	34	5000

CANTIDAD	EN OPERACION			EN REPARACION			CANTIDAD	ESPERA CAJONES			
	INICIO	TIEMPO OPERAL.	SUSP.	INICIO	TIEMPO REPAR.	TERM.		INICIO	TERM.	TIEMPO ESPERA	CANTIDAD
A											
B											
A											
B											
A											
B											
A											
B											
A											
B											
A											
B											
A											
B											

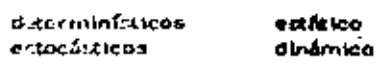
16

Bibliografía

1. Invitación a la Investigación de Operaciones - A. Kaufmann Arnold.
2. Principles of Operations Research - Harry M. Wagner - Prentice-Hall, Inc.
3. New Power for Management (Computer Systems and Management Science) - David B. Hertz - Mc Graw Hill.
4. Introduction to Operations Research - C.W. Churchman, R.L. Ackoff, E.L. Arnoff - John Wiley
5. El Desafío Americano - J.J. Servan Schreiber - Plaza De Jans S.A.
6. Las Técnicas Modernas de Fotogrametría y Cómputo Electrónico Aplicadas al Diseño de Carreteras en México - Gerardo Crutckshvsk Garcia - Revista de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia No. 2, Nov-Dic 1970
7. Movimiento de Terracerfas y Costo Mínimo - José Pilo O. - Revista Ingeniería Civil

SIMULACION

- Otra clasificación de modelos



- Concepto de Simulación

- Metodología

- Definición de objetivos
- Obtención y revisión de datos, análisis del problema
- Diseño del experimento
- Construcción del modelo
- Validación (calibración del modelo)
- Simulación
- Análisis e interpretación de resultados

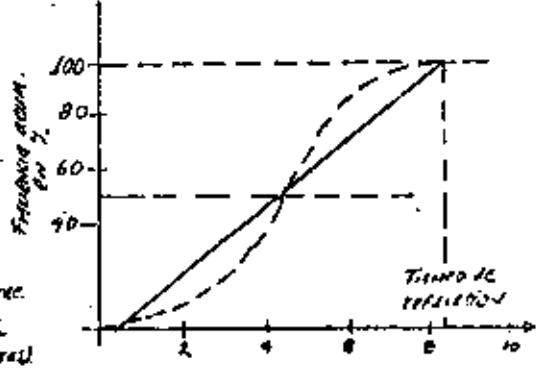
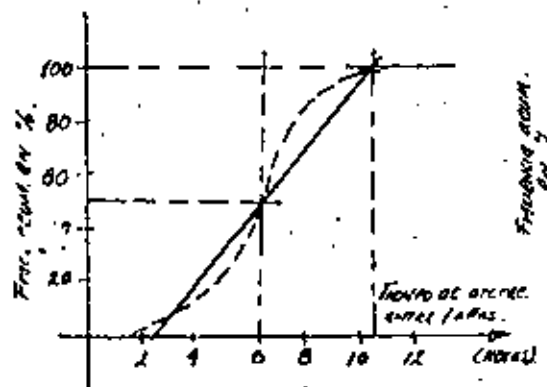
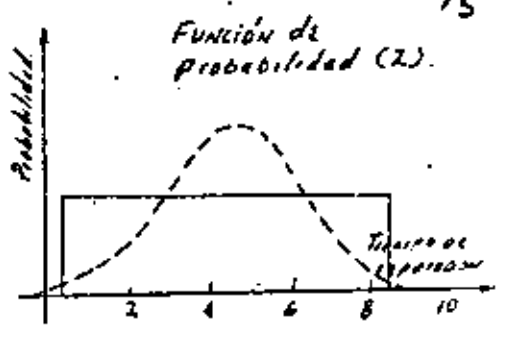
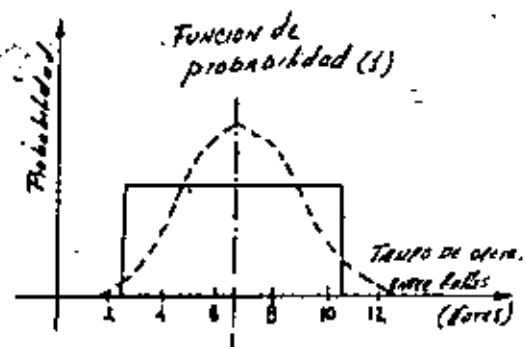
Problema de selección de equipo

Se necesita efectuar un movimiento de tierras en un volumen de 400,000 m³ de un banco a un tiradero; la longitud de camino es de 1,200 m.

Se ha analizado el problema y se recomienda efectuar el movimiento de tierras con un cargador Michigan de 3 1/2 yd³ y 11 unidades (horas), cuando se presenta una opción interesante que conviene analizar.

Características de la opción.

- Cargadores de la misma capacidad a un costo horario efectivo de \$ 100,00/hr. vs \$ 200,00/hora del primero.
- Los cargadores son defectuosos; el tiempo promedio entre fallas es de 6.7 horas según función de probabilidad (1) y el tiempo de reparación promedio es de 4.6 horas según función de probabilidad (2). Esta información se analiza ampliamente.
- En compensación, el fabricante ofrece enviar al costo para el constructor, un cargador igual por el cual sólo se pagará el costo horario efectivo, de manera que cuando uno está descomponiéndose el otro en operación.
- El fabricante también ofrece proporcionar a un mecánico y cuatro las repuestos para que surjan durante el desarrollo del trabajo.
- El constructor tiene la obligación con los dueños de pagar \$ 50,00/hora de costo de descompostura del cargador, en compensación por tiempo de espera.



1°	2°	3°	OPORTUNIDAD	REPARACION
A	A	A	3	1
		S	4	2
	S	A	5	3
		S	6	4
S	A	A	7	5
		S	8	6
	S	A	9	7
		S	10	8



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

**EL EQUIPO DE CONSTRUCCION EN EL PROCESO
INFLACIONARIO**

Ing. José Piña Garza

SEPTIEMBRE, 1983.

EL EQUIPO DE CONSTRUCCION EN EL PROCESO INFLACIONARIO

Ing. José Piña Garza

El proceso inflacionario que atraviesa nuestro país desde hace algunos años incide directamente en la Industria de la Construcción ocasionando alteraciones importantes en los precios de adquisición de maquinaria, en los costos unitarios y, consecuentemente, en los criterios de operación y selección de equipo.

El objetivo de este tema es la presentación de algunos conceptos que conviene tomar en cuenta para la determinación de costos en el uso del equipo de construcción ante este proceso inflacionario.

De hecho todos en nuestro medio percibimos los efectos de la inflación. Un ejemplo concreto en equipos de construcción lo tenemos en el tractor D-8 cuyas características no han variado en los últimos años; podemos afirmar, por tanto, que se trata de un mismo producto. Los precios de adquisición con el transcurso del tiempo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1(a).

<u>AÑO</u>	<u>PRECIO U.S. DLLS.</u>	<u>PRECIO \$ MEX.</u>	<u>INDICE DE PRECIOS</u>
1972	72,000	900,000	20.49
1973	73,000	913,000	20.78
1974	113,000	1'413,000	32.16
1975	125,000	1'563,000	35.58
1976	127,000	1'588,000 (1)	36.15
		2'489,000 (2)	56.66
1977	143,000	3'218,000 (3)	73.25
1978	145,000	3'335,000 (4)	75.92
1979	166,000	3'818,000	86.91
1980	191,000	4'393,000	100.00
Tipo de cambio	(1)	1 U.S. DLLS. = 12.50 \$ Mex.	
	(2)	1 U.S. DLLS. = 19.60 \$ Mex.	
	(3)	1 U.S. DLLS. = 22.50 \$ Mex.	
	(4)	1 U.S. DLLS. = 23.00 \$ Mex.	

La evolución durante los últimos meses es por demás significativa según se ilustra en la tabla 1(b).

Tabla 1(b). Variaciones en el precio de un tractor D8K en los últimos meses.

FECHA	VALOR DE ADQUISICION U.S. DOLARES	ARANCEL % %	IMPORTE U.S. DLLS.	VALOR DE IMPORTACION U.S. DLLS.	TIPO DE CAMBIO	IMPORTE ADQUISICION	GASTOS IMPORTACION (5%)	TOTAL ADQUISICION
enero 1981	201,580	10%	20,158	221,738	23.34	5'175,365	258,768	5'434,133
julio 1981	212,760	25%	53,190	265,950	24.57	6'534,392	326,720	6'861,112
octubre 1981	218,080	25%	54,520	272,600	25.20	6'869,520	343,476	7'212,996
enero 1982	223,260	50%	111,630	334,890	26.50	8'874,585	443,729	9'318,314
febrero 1982	223,260	50%	111,630	334,890	37.50	12'558,375	627,919	13'186,294
marzo 1982	223,260	20%	44,652	267,912	47.25	12'658,842	632,942	13'291,784

Es evidente la pérdida del valor adquisitivo con el transcurso del tiempo; además observamos que dicha pérdida es diferente si se mide en pesos o en dólares, lo que pone de manifiesto una mayor pérdida del valor adquisitivo en México que en Estados Unidos.

Por lo que se refiere a nuestra moneda, el Banco de México elabora periódicamente los índices de precios al consumidor (tabla 2) que pretenden medir la pérdida en el valor adquisitivo, revaluando el precio de adquisición de una canasta representativa de bienes y servicios a los precios de mercado y dividiendo el importe así obtenido entre el que resulte de aplicar los precios constantes de un determinado año base. Observamos que dicha pérdida es también diferente de la que se aprecia para el caso concreto del tractor D-8.

A fin de lograr una comprensión respecto a las causas del fenómeno, es pertinente plantear el diagrama de circulación económica (fig. 1) que esquematiza los principales componentes del sistema de economía mixta vigente en nuestro país. Muestra en primer término a los organizadores de la producción (empresas o personas) que se encargan de producir los bienes o proporcionar los servicios que se ofrecen en el mercado de bienes y servicios.

Para producir tales bienes y servicios, los organizadores de la producción requieren de mano de obra y de capital que los obtienen a cambio de un salario y de una renta; además requieren de los insumos y bienes de capital que adquieren de otros productores, que a su vez requirieron de mano de obra y capital para producirlos.

La mano de obra y el capital son los factores de la producción que ofrecen sus propietarios, las familias de una sociedad, en el mercado de factores.

(El análisis clásico considera a los recursos naturales, cuando son susceptibles de apropiación, como un tercer factor de la producción, para

TITULO DE LA SERIE...500911 INDICE GENERAL DE PRECIOS AL MAYOREO 210 ARTICULOS EN LA CD. DE MEXICO
BASE 1979 = 100

FUENTE DE INFORMACION..

HOJAS DE TRABAJO DEL
INDICE GENERAL DE PRECIOS AL MAYOREO
210 ARTICULOS EN LA CD. DE MEXICO

SERIE DE TIEMPO CON PERIODICIDAD MENSUAL

ANO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1930	3.303	3.372	3.423	3.354	3.320	3.372	3.303	3.303	3.303	3.354	3.251	3.096
1931	3.234	3.200	3.146	3.079	2.976	2.890	2.656	2.804	2.684	2.580	2.529	2.546
1932	2.563	2.460	2.477	2.512	2.580	2.735	2.942	2.836	2.770	2.804	2.838	2.873
1933	2.787	2.770	2.804	2.821	2.787	2.959	3.010	2.959	2.942	2.924	2.924	2.976
1934	3.010	3.045	3.062	3.146	3.062	3.010	3.045	3.010	3.045	2.993	2.976	3.028
1935	3.062	3.028	3.045	3.010	2.976	2.993	3.028	3.028	3.079	3.045	3.028	3.010
1936	3.010	3.010	3.045	3.114	3.131	3.148	3.217	3.286	3.406	3.406	3.440	3.372
1937	3.561	3.612	3.630	3.733	3.764	3.774	3.991	3.922	3.922	3.922	3.905	3.784
1938	3.905	4.008	4.008	4.025	4.077	4.077	4.060	4.042	4.146	4.146	4.111	3.991
1939	4.042	4.008	3.991	4.025	4.025	4.060	4.077	4.126	4.180	4.215	4.111	4.025
1940	4.060	4.126	4.197	4.197	4.180	4.146	4.163	4.077	4.025	4.042	4.025	4.042
1941	4.146	4.197	4.232	4.266	4.387	4.438	4.404	4.421	4.455	4.507	4.524	4.490
1942	4.559	4.645	4.731	4.779	4.885	4.885	4.868	4.817	4.851	4.903	4.989	5.040
1943	5.109	5.315	5.436	5.694	5.918	6.004	5.711	6.004	6.055	6.072	6.210	6.279
1944	6.330	6.537	6.743	7.018	7.122	7.225	7.397	7.380	7.449	7.517	7.552	7.517
1945	7.517	7.535	7.638	7.844	7.965	7.999	8.068	8.137	8.119	8.119	8.274	8.343
1946	8.377	8.498	8.721	8.825	8.997	9.117	9.134	9.255	9.599	9.736	9.857	9.822
1947	9.994	9.891	9.736	9.771	9.771	9.633	9.444	9.461	9.599	9.668	9.771	9.719
1948	9.736	9.994	10.012	9.994	10.356	10.373	10.424	10.751	10.620	10.941	10.837	10.751
1949	10.803	10.837	11.009	11.233	11.371	11.405	11.594	11.525	11.766	11.852	11.783	11.749
1950	11.525	11.863	12.179	12.294	12.262	12.196	12.282	12.489	12.667	13.074	13.297	13.435
1951	13.796	14.364	15.035	15.413	15.774	16.032	15.860	15.551	15.740	15.809	16.136	16.084
1952	16.101	16.015	16.170	16.290	16.274	16.39	16.015	16.015	15.757	15.895	15.626	15.740

1953	15.499	15.379	15.465	15.516	15.740	15.671	15.876	15.826	15.946	16.067	15.843	15.843
1954	15.843	15.895	16.050	16.480	17.271	17.495	17.512	17.649	17.598	18.011	18.200	18.423
1955	18.561	18.750	19.129	19.335	19.301	19.421	19.714	19.920	19.920	20.126	20.212	20.161
1956	20.470	20.660	20.642	20.763	20.625	20.453	20.230	20.261	20.281	20.144	20.350	20.505
1957	20.625	20.642	20.763	21.055	21.279	21.245	21.537	21.698	21.743	21.761	21.743	21.778
1958	22.053	21.984	22.122	22.346	22.518	22.466	22.414	22.511	22.001	22.173	22.466	22.569
1959	22.604	22.586	22.707	22.707	22.500	22.518	22.500	22.569	22.208	22.397	22.569	22.638
1960	22.793	22.610	23.360	23.842	23.756	23.739	23.911	23.997	24.117	23.842	23.756	23.859
1961	23.926	23.894	23.842	23.997	23.997	24.014	23.945	23.773	23.704	23.722	23.842	23.859
1962	23.773	23.911	24.117	24.307	24.272	24.307	24.444	24.496	24.616	24.513	24.513	24.410
1963	24.358	24.461	24.461	24.496	24.565	24.461	24.530	24.444	24.427	24.341	24.324	24.496
1964	24.798	25.253	25.201	25.339	25.407	25.425	25.666	25.941	25.579	25.545	25.803	25.855
1965	25.734	25.838	25.924	26.044	26.061	26.096	25.975	25.906	26.010	25.992	25.906	25.906
1966	25.992	25.975	25.924	26.076	26.078	26.182	26.354	26.508	26.508	26.594	26.629	26.646
1967	26.852	27.024	27.076	27.042	26.870	26.732	26.921	27.024	27.231	27.317	27.265	27.110
1968	27.179	27.179	27.403	27.609	27.816	27.592	27.523	27.661	27.747	27.661	27.713	27.661
1969	27.781	27.816	27.585	27.936	27.902	28.022	28.297	28.315	28.745	28.899	28.676	28.779
1970	28.899	29.106	29.347	30.069	30.274	30.310	30.258	30.276	30.430	30.000	30.121	30.344
1971	30.603	30.689	30.861	31.170	31.136	31.308	31.273	31.291	31.256	30.981	31.084	31.170
1972	31.187	31.359	31.531	31.669	31.675	31.927	31.996	32.062	32.202	32.286	32.323	32.839
1973	33.475	33.923	34.267	34.869	36.124	36.159	37.070	37.896	39.100	39.720	39.892	41.130
1974	42.484	43.969	44.915	45.155	45.155	45.276	45.809	45.758	45.844	46.053	46.188	46.618
1975	47.065	47.615	47.856	48.389	49.336	50.438	51.021	50.987	51.073	51.520	52.243	52.862
1976	54.376	55.081	55.690	56.146	57.008	57.507	58.952	58.762	62.426	67.656	73.212	77.117
1977	78.872	80.231	81.761	84.118	85.959	86.785	87.387	89.829	90.294	90.105	90.122	91.068
1978	92.358	94.353	96.263	97.517	99.996	101.337	102.490	102.266	101.423	102.593	103.901	105.500
1979	109.216	111.521	112.914	113.446	116.336	117.593	118.918	120.827	122.496	124.784	125.042	126.539
1980	133.368	136.507	138.613	139.598	142.024							

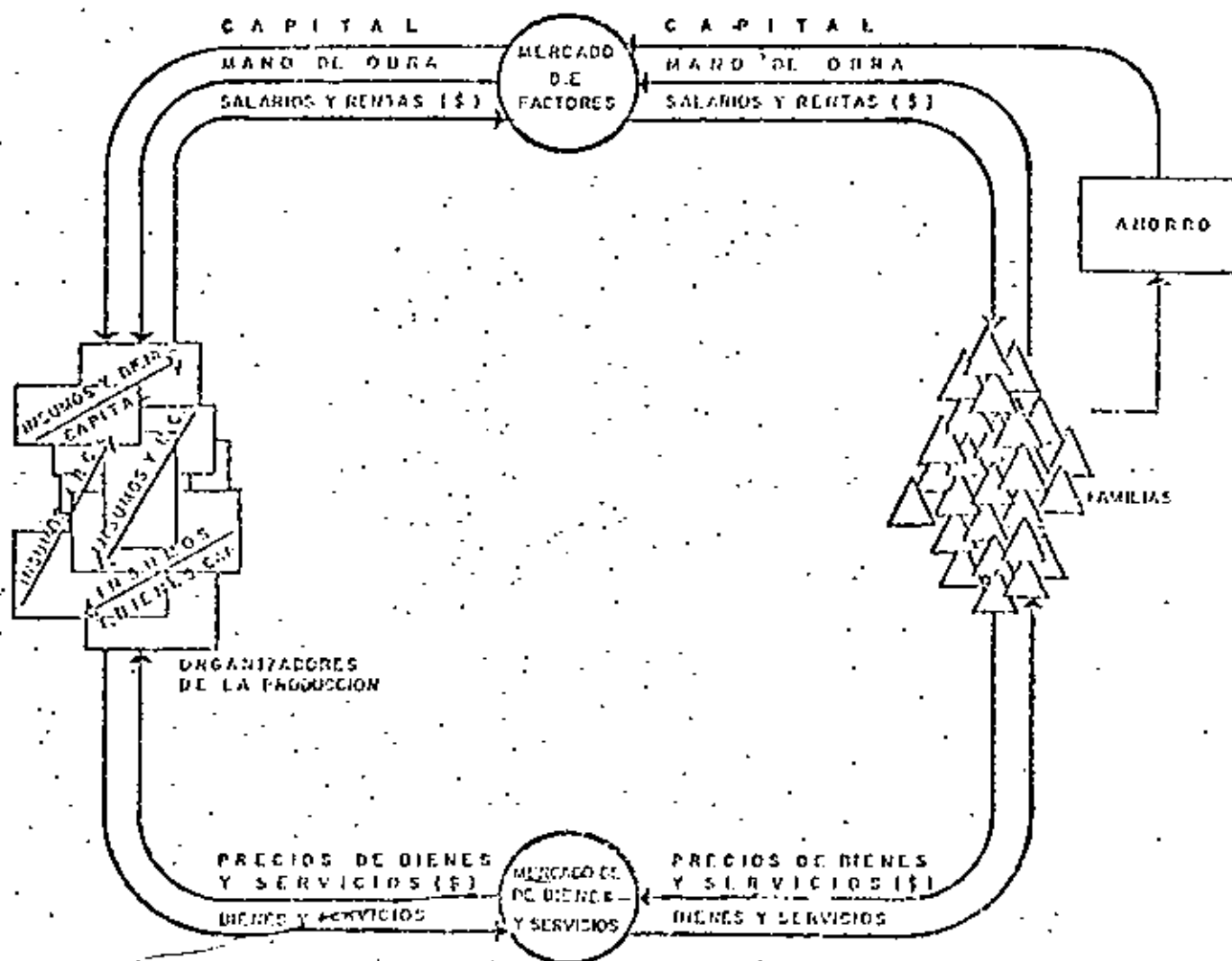


DIAGRAMA DE CIRCULACION ECONOMICA

Fig 1 CIRCUITO BASICO

efectos de esta presentación se los considera incorporados al capital suponiendo la intercambiabilidad entre los elementos que lo forman).

Con el ingreso logrado a cambio de los factores de producción, las familias adquieren en el mercado de bienes y servicios los que requieren para satisfacer sus necesidades, pagando por ellos el precio fijado en el mercado, importe que finalmente reciben los organizadores de la producción por haber proporcionado tales bienes y con el cual pagan a su vez los factores utilizados.

No todo el ingreso de las familias se destina a la adquisición de bienes y servicios, parte de él se destina al ahorro que es la base de la formación de nuevo capital. Con ello se cierra el circuito básico de circulación económica.

El diagrama se complementa (fig.2) con la intervención del Estado, que recibe ingresos vía impuestos, tanto de los organizadores de la producción como de las familias, con los cuales ocupa factores y adquiere bienes para proporcionar servicios institucionales que, por sus características, por su naturaleza o por su redituabilidad, no deben o no pueden ser proporcionados por las empresas privadas.

El sistema debe permanecer en equilibrio; esto es, el total del ingreso logrado por las familias en un cierto período (una vez descontado el ahorro) tiende a ser igual al importe total de los bienes y servicios producidos en el mismo período.

El diagrama permite comprender las causas y efectos del proceso inflacionario si se considera que el sistema tiende a mantener el equilibrio entre el ingreso y el gasto. Las leyes de oferta y la demanda mantienen este equilibrio, toda vez que si se presenta un excedente en el ingreso, las familias demandan más bienes y servicios de los que los productores proporcionaron, logrando con ello la escasez de productos y el correspondiente incremento en los precios, de manera que el total del

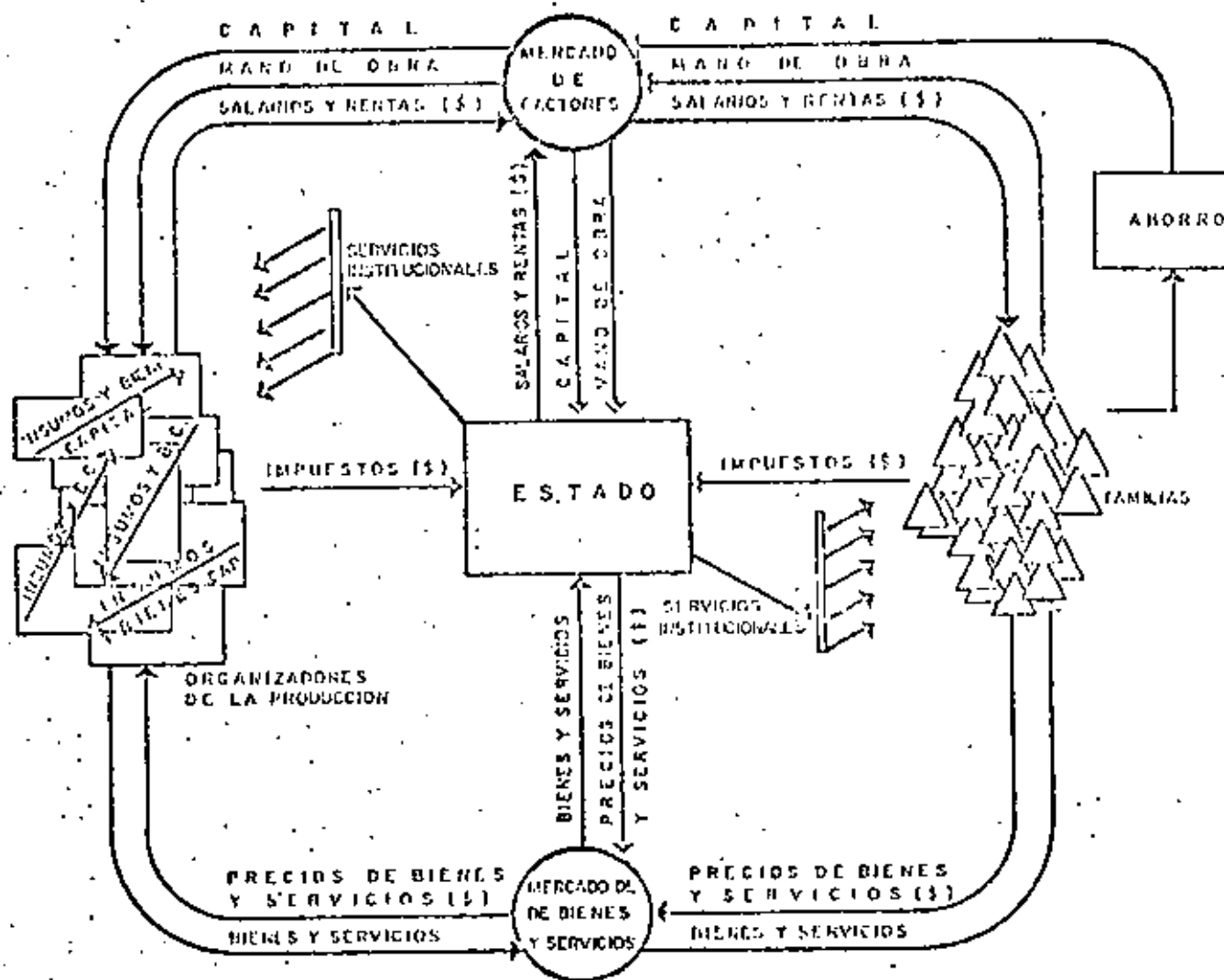


DIAGRAMA DE CIRCULACION ECONOMICA

Fig 2

INTERVENCION DEL ESTADO

ingreso destinado a la adquisición de bienes y servicios se equilibre con el valor de los productos disponibles en el mercado. De manera semejante, si los productores ofrecen más bienes y servicios de los que las familias pueden adquirir normalmente, se presenta un fenómeno de abundancia con el respectivo abatimiento de precios, que origina por una parte, la disminución del ritmo de producción, y por otra, que nuevamente el total del ingreso destinado a la adquisición de bienes y servicios se equilibre con el valor de los productos disponibles en el mercado.

Cuando se presenta un desequilibrio temporal en el mercado de bienes y servicios, ya sea por exceso de gasto público no soportado por el correspondiente incremento en producción (emisión de moneda por arriba de lo razonable), o bien cuando con el mismo esfuerzo se obtiene menor producción (como ocurrió en 1973 en el sector agropecuario a nivel mundial aunado a la crisis petrolera) se origina un claro fenómeno de escasez, el cual motiva la elevación de precios.

Ante la elevación de precios, los propietarios de los factores demandan y generalmente obtienen un mayor pago con la intención de satisfacer las necesidades que venían cubriendo con su ingreso anterior. Los organizadores de la producción se ven precisados a transferir al precio de venta el importe adicional que pagaron por los factores utilizados, con lo que se cierra el circuito y nuevamente se produce una elevación de precios originando que los propietarios de los factores exijan un nuevo incremento de salarios y rentas, estableciéndose el círculo elevación de salarios-elevación de precios. Es importante observar que la inflación puede continuar a pesar de haber desaparecido el detonante que la motivó inicialmente.

El sistema económico es un producto de la evolución sociológica; sin embargo, la administración pública ha intentado controlarlo con el propósito de modificar su comportamiento, de manera que puedan cumplirse con algunos objetivos de carácter socioeconómico.

Es preciso reconocer que, entre otros aspectos, el proceso inflacionario limita la inversión en organizaciones de producción y, en consecuencia, limita el crecimiento económico y las oportunidades de empleo, dificulta las relaciones con economías externas por la falta de consistencia monetaria en el mercado internacional, de ahí que la administración pública intervenga para estabilizar el proceso con diversas medidas, entre las que se pueden mencionar: la reducción del gasto público y su orientación al fomento de actividades productivas, la modificación de la política impositiva para evitar la especulación con bienes raíces, la creación de nuevos impuestos sobre ingresos extraordinarios, las restricciones y controles sobre precios, etc.

No todas las medidas tienen el efecto deseado por lo que generalmente se presenta en forma simultánea un proceso de recesión, que se manifiesta en un alto grado de desempleo motivado por el cierre de entidades productivas que no pueden transferir al precio de venta los incrementos de costo, ya sea por las restricciones de precios o por la falta de demanda ocasionada a su vez por lo reducido del ingreso.

Con la reducción de la demanda de bienes y servicios por los trabajadores sin empleo, otras empresas se ven obligadas a cerrar sus líneas de producción generando más desempleo y nuevamente se tiene un círculo por falta de demanda-abatimiento de producción-desempleo-falta de demanda.

Se deben considerar adicionalmente las relaciones con economías externas (fig.3) a las cuales recurren los organizadores de la producción y las familias para adquirir insumos y bienes de capital, así como bienes y servicios, cuyo intercambio debe compensarse con la exportación de otros bienes para que el sistema permanezca en equilibrio, con la posibilidad de que, como ocurre en nuestro país, el déficit en la balanza de pagos se tenga que cubrir con empréstitos del exterior, aunados a la aceptación de inversiones extranjeras.

Ahora bien, cuando el proceso inflacionario de un país presenta índices

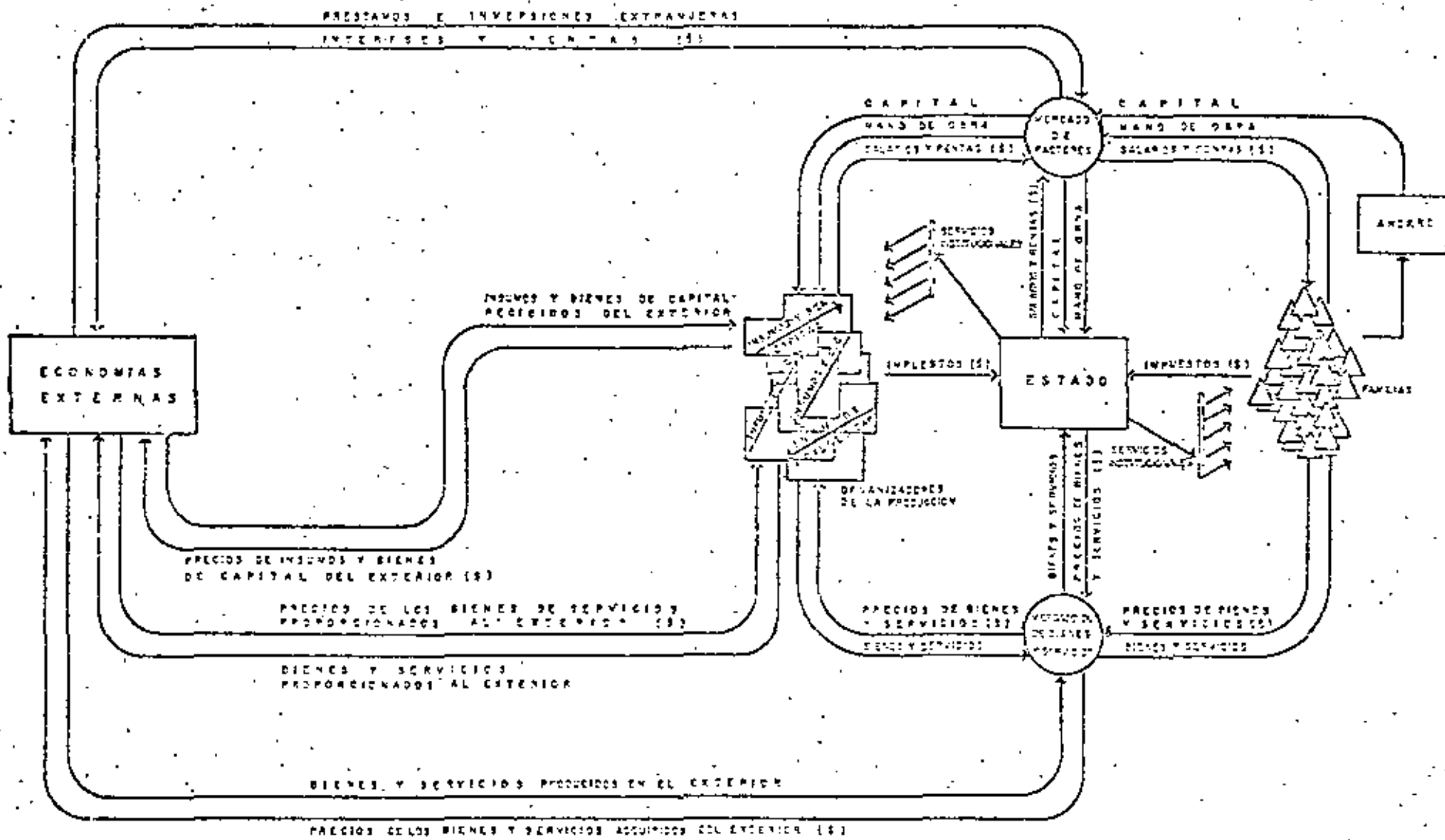


DIAGRAMA DE CIRCULACION ECONOMICA

Fig 3

superiores al promedio de los países con los que intercambia bienes y servicios, esto es, cuando sus precios se incrementan con mayor rapidez, dicho país se ve obligado a cambiar la paridad de su moneda (devaluarla) con respecto a la escala monetaria vigente en el mercado internacional, ya que de no hacerlo, los productos elaborados dentro del sistema productivo del país serán cada vez más costosos que en otros sistemas, ocasionando con ello la cada vez menor venta de productos al exterior y simultáneamente la cada vez mayor adquisición (legal e ilegal) de productos del exterior por parte de personas y empresas del propio sistema, acelerando el desequilibrio en la balanza de pagos que sólo puede ser compensado con mayores inversiones extranjeras y empréstitos. Si por otro lado, por razones políticas (a veces inexplicables) se sostiene artificialmente la paridad cambiaria, además de acelerar el proceso de desequilibrio por adquisición de bienes del exterior, se llega rápidamente al límite del endeudamiento y se suspenden las inversiones por falta de competitividad, presentándose entonces el derrumbe económico del país en cuestión con repercusiones que resultan profundamente negativas. (Ejemplo: México en septiembre de 1976 y febrero de 1982).

No es fácil detener la inflación, puesto que existen elementos distorsionantes que crean profundas confusiones, y que mantienen la tendencia inflacionaria.

A título ilustrativo se presenta un análisis simplista de lo que ocurre en los precios de una supuesta organización de producción que con la misma tecnología produce, en dos épocas distintas, igual cantidad de un mismo producto.

La distribución del ingreso en 1970 (\$50') se destina en 30% a la mano de obra, 60% al capital y 10% en impuesto de ventas, mientras que en 1981, suponiendo un costo de mano de obra equivalente a siete veces el de 1970 y un capital de sólo seis veces el de 1970, implica una distribución de 16% para el factor trabajo y de 74% para el capital, y resultando un precio 13 veces mayor que el de 1970, (fig. 4).

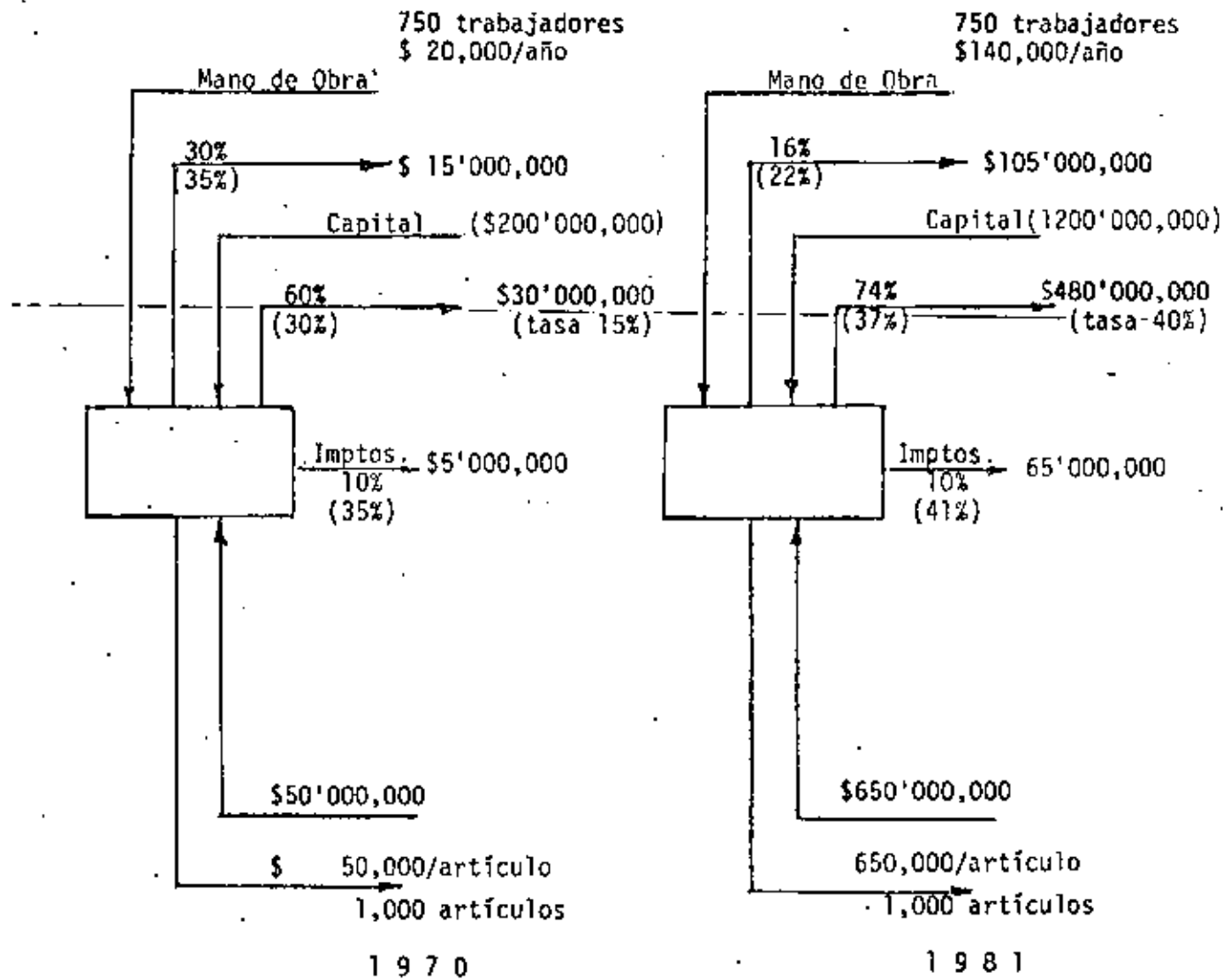


Fig. 4 - Ejemplo de distribución del producto.

De este análisis cabría suponer un mayor beneficio para los organizadores de la producción en favor del capital y en detrimento del factor trabajo; pero si se analiza después de impuestos, resulta que también el Estado es beneficiario de la inflación al incrementar su participación del 35% al 41%. Pero si adicionalmente se considera el efecto inflacionario, se tiene entonces que el rendimiento del capital considerado como utilidad, además de que no alcanza a superar las tasas de interés bancario, resulta insuficiente aún para no disminuir en términos reales el capital del año anterior.

Análisis de este tipo son frecuentes para cuantificar precios en las unidades de producción que generalmente conducen a conclusiones equivocadas; el origen fundamental de la confusión es el proceso inflacionario que amerita cuidadosas consideraciones para precisar el efecto que verdaderamente puede ocasionar en los precios. El análisis que a continuación se presenta trata de ilustrar una manera de conocer estos efectos en lo relativo a los costos de equipos de construcción; se considera previamente la discusión de los conceptos de rendimiento real y rendimiento aparente de capital.

Tal diferencia surge en los propietarios de capital por encontrar un mejor "valor de oportunidad" para el patrimonio, que en muchos casos han logrado formar a través de un gran esfuerzo en un período de prolongado tiempo, y que conviene precisar a través de un ejemplo.

Supongamos a una persona que ha logrado mediante el ahorro, un capital de \$10'000,000 y se encuentra ante la decisión de dónde invertir su patrimonio, para lo cual considera tres alternativas:

- 1) Invertir en valores de renta fija a largo plazo en un banco del país con rendimiento de 45% anual.
- 2) Invertir en valores de renta fija en dólares y en un banco extranjero con rendimiento de 18% anual.

- 3) Invertir en la construcción de un edificio de departamentos con rendimiento de 15% anual, menos gastos de administración y mantenimiento.

Esta persona está consciente del proceso inflacionario y ha estimado la tasa de inflación para nuestro país en 40%, e igualmente ha estimado la tasa de inflación en dólares en 10%, con lo cual ha formado las siguientes tablas (ver tablas 3, 4 y 5) que muestran los rendimientos reales de su capital para las alternativas. Lo importante de las tablas es que aclaran la diferencia entre rendimiento real y rendimiento aparente del capital invertido.

De estas alternativas elegiría obviamente la última que representa el (mejor) valor de oportunidad para su inversión, y que corresponde al mayor rendimiento real, aun cuando el rendimiento aparente sea el menor de las alternativas consideradas.

Pasemos ahora al análisis de la inversión en maquinaria de construcción; en el cálculo correspondiente se ha supuesto una inflación de 40% y se establece como premisa el "deseo" de obtener un rendimiento real de 10% sobre el capital invertido. Cualquier variación en estas cifras podrá introducirse fácilmente, sobre todo si se cuenta con una computadora electrónica para efectuar el proceso de cálculo con los nuevos datos.

Para evitar confusiones se supone una división explícita de la operación de la empresa (y por lo tanto sus procedimientos administrativos y contables) agrupando por una parte todo lo relativo a equipo de construcción y por otro a las actividades propiamente de construcción.

Esta división es conveniente en cuanto a que permite distinguir hasta qué grado las utilidades de la empresa se origina en la actividad constructora "per se", de las que se derivan del rendimiento al capital invertido en el equipo, además de que presenta ventajas en cuanto a manejo de información, responsabilidad y autoridad para tomar decisiones, tanto por

CASO 1.- VALORES DE RENTA FIJA A LARGO PLAZO (45%)

<u>AÑO</u>	<u>CAPITAL A PRECIOS CTES.</u>	<u>CAPITAL A PRECIOS CORRIENTES 40%</u>	<u>RENDIMIENTO DE CAPITAL 45%</u>	<u>CANTIDAD QUE REINVIERTE 40%</u>	<u>CANT. DISP. SIN (SIN IMPS.) 5%</u>
1	10'000	10'000	4'500	4'000	500
2	10'000	14'000	6'300	5'600	700
3	10'000	19'600	8'820	7'840	980
4	10'000	27'440	12'348	10'976	1'372
5	10'000	38'416	17'287	15'366	1'921
6	10'000	53'782	24'402	21'513	2'689
7	10'000	75'295	33'883	30'119	3'764
8	10'000	105'414	47'436	42'165	5'271
9	10'000	147'579	66'411	59'031	7'380
10	10'000	206'610	92'975	82'645	10'330
11	10'000	289'255	130'165	115'702	14'463
12	10'000	404'957	182'230	161'982	20'248
13	10'000	566'939	255'123	226'776	28'347
14	10'000	793'715	357'172	317'486	39'686
15	10'000	1 111'201	500'040	444'480	55'560

CASO 2.- VALORES DE RENTA FIJA EN DOLARES (18% ANUAL)

<u>AÑO</u>	<u>CAPITAL A PRECIOS CTES.</u>	<u>CAPITAL A PRECIOS CORRIENTES 10%</u>	<u>RENDIMIENTO DE CAPITAL 18%</u>	<u>CANTIDAD QUE REINVIERTE 10%</u>	<u>CANTIDAD DISPONIBLE 8%</u>	<u>TASA DE CAMBIO</u>	<u>CANT. DISP. (SIN IMPS.)</u>
1	208.3	208.3	37.5	20.8	16.7	48.00	800
2	208.3	229.1	41.2	22.9	18.3	61.09	1,120
3	208.3	252.0	45.4	25.2	20.2	77.75	1,568
4	208.3	277.2	49.9	27.8	22.1	98.96	2,195
5	208.3	305.0	54.9	30.5	24.4	125.95	3,073
6	208.3	335.5	60.4	33.5	26.9	160.29	4,303
7	208.3	369.0	66.4	36.9	29.5	204.01	6,024
8	208.3	405.9	73.1	40.6	32.5	259.65	8,433
9	208.3	446.5	80.4	44.7	35.7	330.46	11,806
10	208.3	491.2	88.4	49.1	39.3	420.59	16,529
11	208.3	540.3	97.2	54.0	43.2	535.30	23,140
12	208.3	594.3	107.0	59.4	47.6	681.29	32,397
13	208.3	653.7	117.7	65.4	52.3	867.09	45,355
14	208.3	719.1	129.4	71.9	57.5	1,103.57	63,497
15	208.3	791.0	142.4	79.1	63.3	1,404.55	88,896

CASO 3.- EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS

<u>AÑO</u>	<u>VALOR EDIF. A PRECIOS CTES.</u>	<u>VALOR EDIF. A PRECIOS CORRIENTES 40%</u>	<u>RENDIMIENTO DE CAPITAL 15%</u>	<u>GASTOS DE ADMON. Y MANTO 5 %</u>	<u>CANT. DISPONIBLE (SIN INPS.) 10%</u>
1	10'000	10'000	1'500	500	1'000
2	10'000	14'000	2'100	700	1'400
3	10'000	19'600	2'940	980	1'960
4	10'000	27'440	4'116	1'372	2'744
5	10'000	38'416	5'762	1'921	3'841
6	10'000	53'782	8'067	2'689	5'378
7	10'000	75'295	11'294	3'765	7'531
8	10'000	105'414	15'812	5'271	10'541
9	10'000	147'579	22'137	7'379	14'758
10	10'000	206'610	30'992	10'331	20'661
11	10'000	289'255	43'388	14'463	28'925
12	10'000	404'957	60'743	20'248	40'495
13	10'000	566'939	85'041	28'347	56'694
14	10'000	793'715	119'057	39'686	79'371
15	10'000	1,111'201	166'680	55'560	111'120

lo que respecta a la maquinaria, como por lo que se refiere a la actividad constructora.

En consecuencia supondremos que la División Maquinaria proporcionará a la División Construcción el equipo que requiera esta última, sobre bases preestablecidas que señalen claramente el pago de todos los conceptos por utilización del equipo, incluyendo el rendimiento al capital invertido en el mismo, a fin de que la División Construcción se preocupe exclusivamente por generar la utilidad correspondiente al capital de trabajo necesario para cumplir con las condiciones, especificaciones y programas del contrato de construcción, que debe ser cuando menos equivalente al valor de oportunidad resultante de un rendimiento real de 10% con inflación de 40 y que equivale a un 54% anual aparente ($1.10 \times 1.40 = 1.54$).

Analicemos ahora el rendimiento al capital invertido en el equipo a partir de los pagos que debe efectuar la División Construcción, mediante una revisión de los conceptos incluidos en la determinación de tarifas del equipo, básicamente por lo que se refiere a (a) Depreciación y (b) Capital Invertido, extrapolando la determinación de los cargos por concepto de seguros, almacenaje y mantenimiento que no representa mayor dificultad.

a) Depreciación

Por lo que respecta a depreciación debe entenderse el concepto en cuanto a que es la cantidad que debe pagarse por la pérdida del valor en el equipo a consecuencia del desgaste por su utilización, con el fin de ir constituyendo una reserva que permita adquirir un equipo "igual" al término de su vida económica.

Tradicionalmente este concepto se calcula mediante la expresión:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

donde: Va = Valor de adquisición (sin considerar equipo adicional)

Vr = Valor de rescate

Ve = Vida económica

Ejemplo: Motoescrepa Terex TS-14

Valor total = \$ 10'500,000

Llantas = 1'500,000

Va \$ 9'000,000

Vr = \$1'050,000

Ve = 10,000 horas

de donde:

$$D = \frac{9'000,000 - 1'050,000}{10,000} = \$795.00/\text{hora}$$

Revisemos ahora si con la tarifa anterior podemos adquirir una escrepa al final de su vida económica, suponiendo que la tasa de inflación será del 40% anual (y constante) durante los próximos cinco años.

Planteamiento A

<u>Año (final)</u>	<u>Horas de trabajo anual</u>	<u>Aportación a la reserva</u>	<u>Valor acumulado en la reserva</u>
1	2,000	\$1'590,000	\$1'590,000
2	2,000	1'590,000	3'180,000
3	2,000	1'590,000	4'770,000
4	2,000	1'590,000	6'360,000
5	2,000	1'590,000	7'950,000

Valores de adquisición y rescate al quinto año:

Valor total	9'000,000	$(1+0.40)^5 =$	\$ 48'404,000
Valor de rescate	1'050,000	$(1+0.40)^5 =$	<u>5'647,000</u>
Valor que debiera existir en reservas			\$ 42'757,000
Valor existente			<u>7'950,000</u>
Déficit			\$ 34'807,000 =====

Es evidente que la reserva no permite la adquisición de un nuevo equipo al término de su vida económica, podíamos incluso haber obviado el cálculo anterior ante el razonamiento de que si la inflación es de 40%, también la tarifa debe ser creciente en el mismo porcentaje. Revisemos este caso.

Planteamiento B

<u>Año (final)</u>	<u>Horas trabajo anual</u>	<u>Tarifa precios ctes.</u>	<u>Tarifa precios crttes.</u>	<u>Aport. a la reserva</u>	<u>Valor acumulado en reserva</u>	
1	2,000	\$795.00	\$ 795.00	1'590	1'590	
2 (1)	2,000	795.00	1,113.00	2'226	3'816	(2'226)
3 (2)	2,000	795.00	1,558.20	3'116	6'932	(5'342)
4 (3)	2,000	795.00	2,181.40	4'363	11'295	(9'705)
5 (4)	2,000	795.00	3,054.07	6'108	17'403	(15'813)
(5)	(2,000)	(795.00)	(4,275.70)	(8'551)		(24'364)

Entre paréntesis se indican los valores si desde el primer año ya se aplica la tarifa con un incremento de 40%.

Observamos que en ninguno de los dos casos anteriores se llega a satisfacer tampoco la premisa básica de la reserva de depreciación.

Es lógico entonces que surja la inquietud de plantear el problema al revés; es decir que se determine primero el monto que debe tenerse en la reserva al término de cada año y se calcule en consecuencia la tarifa de depreciación.

Planteamiento C

<u>Año (final)</u>	<u>Valor en la reserva a precios ctes.</u>	<u>Valor en la reserva a precios crttes.</u>	<u>Aportación a la reserva en el año</u>	<u>Tarifa</u>	<u>Incremento anual en la tarifa %</u>
1	1'590	2'226	2'226	1,113.00	-
2	3'180	6'233	4'007	2,003.50	80.0
3	4'770	13'089	6'856	3,428.00	71.1
4	6'360	24'433	11'344	5,672.00	65.5
5	7'950	42'757	18'324	9,162.00	61.5

Lo que está muy lejos de representar una solución puesto que resulta imposible justificar o negociar incrementos en precios del orden de 80% ante una inflación reconocida de sólo el 40%, aun en contratos con cláusulas de escalación.

Debemos reconocer que los resultados son poco satisfactorios a pesar de que el importe acumulado en la reserva nos permita adquirir un nuevo equipo al término de su vida útil, porque hemos olvidado considerar el rendimiento del capital incluido en la reserva.

Para determinar la tarifa correcta recurriremos al concepto básico de depreciación que está implícito de la expresión:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

señala que el capital inicialmente invertido en el equipo se va recuperando con su operación y transformándose en reserva, el cual tiene un rendimiento, por lo que parte del mismo -40%- debe aplicarse a la reserva para no disminuir su valor en términos reales (como se hizo en los ejemplos previos del problema de inversión) de modo que el remanente sea el rendimiento real, o neto, del capital considerado en esa reserva.

Para el cálculo partimos de la premisa básica del Planteamiento C, cuantificando el monto que debe tenerse en la reserva al término de cada año, pero reconociendo que parte de esa reserva se va a constituir con la tarifa de depreciación y otra parte con la recapitalización de la reserva proveniente de los rendimientos del capital representado en dichas reservas. El cálculo se muestra en la siguiente tabla y resulta una tarifa creciente también al 40% anual.

Planteamiento D

Año	Acumulado en la reserva al año i	Acumulado en la reserva al inicio del año i	Reinvers. p/mant. valor en reserva (40%)	Incremento de reserva en año i (IR _i)	Aportación Depreciación (A _i)	Valor Medio Aportación	Rendimiento Aportación	Tarifa Depreciación
1	2'226	0		2'226	1'855	928	371	\$ 928.00
2	6'233	2'226	890	3'117	2'598	1'299	520	1,298.00
3	13'089	6'233	2'493	4'363	3'636	1'818	727	1,818.00
4	24'433	13'089	5'236	6'108	5'090	2'545	1'018	2,545.00
5	42'757	24'433	9'773	8'551	7'126	3'563	1'125	3,563.00

$$IR_i = A_i + \frac{A_i}{2} r ; r = 0.40; IR_i = 1.2A_i; A_i = 0.8333 IR_i$$

Obsérvense que se obtienen valores consistentes con el cálculo de la tarifa mediante la expresión $D = \frac{Va - Vr}{Vr}$ efectuándose anualmente la escalación en los respectivos valores.

Planteamiento E

Año	Va pr. cts.	Vr pr. cts.	Factor de actualización	Va pr. corr.	Vr pr. corr.	Va-Vr pr. corr.	$D = \frac{Va-Vr}{Ve}$	D del plant. E
1	9'000	1'050	1.40 ^{0.5}	10'649	1'242	9'407	\$ 940.70	\$ 928.00
2	9'000	1'050	1.40 ^{1.5}	14'909	1'739	13'169	1,316.90	1,298.00
3	9'000	1'050	1.40 ^{2.5}	20'872	2'435	18'437	1,843.70	1,818.00
4	9'000	1'050	1.40 ^{3.5}	29'221	3'409	25'812	2,581.20	2,545.00
5	9'000	1'050	1.40 ^{4.5}	40'909	4'773	36'136	3,613.60	3,563.00

Las variaciones en la tarifa según el Planteamiento (D) con respecto a las del Planteamiento (E), se deben a la división por períodos

de capitalización, no existiendo de hecho diferencia entre ellas.

La conclusión fundamental de este análisis es en el sentido de que la fórmula empleada es válida (sin considerar impuestos), a condición de que se apliquen los valores apropiados y se considere también la revaluación de reservas.

Debemos señalar que esta revaluación de activos tiene implicaciones contables y fiscales importantes y que afectan el valor mismo de la tarifa, las cuales deben analizarse en el contexto total de la empresa, en especial porque a partir de enero de 1982 las empresas constructoras han dejado de disfrutar el tratamiento particular que hasta ahora habían tenido, consistente en el pago de un 3.75% sobre el volumen de obra como impuesto al rendimiento de capital.

Debemos señalar también que esta tarifa presupone un rendimiento uniforme del equipo durante su vida económica, pero en caso de que se desee reflejar en dicha tarifa el rendimiento diferencial del equipo, basta con determinar el correspondiente valor que debe existir en la reserva (columna 2 de la tabla del Planteamiento D a precios corrientes) para efectuar el cálculo de tarifas, con independencia de las implicaciones contables y fiscales adicionales que tiene el tratamiento de las reservas sobre esta base.

Pasemos ahora a analizar la tarifa por inversión o rendimiento de capital, para ver posteriormente el aspecto fiscal.

b) Inversión

Hasta ahora no se ha contemplado el rendimiento al capital invertido en el equipo, el cual es un capital decreciente en el tiempo puesto que mediante la tarifa de depreciación se transfiere el capital del equipo a la reserva; esta reserva debe invertirse al valor de oportunidad y sólo nos hemos preocupado de que parte de ese rendimiento

aparente se aplique a la reserva para no disminuir su valor en términos reales, pero no incluye el capital invertido en el equipo.

La expresión por medio de la cual se calcula esta tarifa

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} i$$

implica de hecho que se calcule el valor medio del capital durante la vida económica $\frac{V_a + V_r}{2}$, el cual se multiplica por la tasa de interés descado, lo que proporciona el rendimiento al capital, y se divide entre las horas trabajadas en el año.

Revisemos la aplicabilidad de la expresión para determinar el rendimiento del capital suponiendo que cuando menos debemos obtener el 10% en términos reales que equivale al $(1.40 \times 1.10 - 1.0) \times 100 = (1.54 - 1.0) \times 100 = 54\%$ en términos monetarios.

Para ello recurrimos a la tabla siguiente:

Año	Valor remanente precios constantes	Valor medio a pr. ctes.	Factor de actualización	Valor remanente a precios corrientes	Valor medio a pr. corrs.	Rendimto. esperado (10%)
	9'000		1.40 ^{0.0}	9'000		
1		8'205	1.40 ^{0.5}		9'708	971,100
	7'410		1.40 ^{1.0}	10'374		
2		6'615	1.40 ^{1.5}		10'958	1'095,800
	5'820		1.40 ^{2.0}	11'407		
3		5'025	1.40 ^{2.5}		11'653	1'165,300
	4'230		1.40 ^{3.0}	11'607		
4		3'435	1.40 ^{3.5}		11'153	1'115,300
	2'640		1.40 ^{4.0}	10'142		
5		1'845	1.40 ^{4.5}		8'386	836,800
	1'050		1.40 ^{5.0}	5'647		

Se aplica la tasa de 10% que corresponde al rendimiento real, toda vez que no es necesario preocuparse por reevaluar el equipo, ya que éste se reevalúa automáticamente en función de los precios de mercado -como en el caso del edificio de departamentos previamente planteado- y por tanto no debe pensarse en aplicar un mayor interés para destinarlo a dicha revaluación, dado también que por fuera se está calculando otra tarifa para mantenimiento.

El resultado obtenido en la última columna no nos permite obtener la tarifa por el capital invertido, por ser obviamente decreciente al considerarle como una función lineal de dicho capital. La determinación de la tarifa es un problema clásico de análisis de flujo de efectivo en el transcurso del tiempo que se resuelve mediante la determinación de un valor futuro que sea equivalente con el flujo de tarifas creciente.

Se utilizará el valor futuro de los rendimientos de capital, empleando ahora la tasa del 54% anual por tratarse de valores monetarios que sí requieren una tasa de revaluación de 40% anual para dejar un remanente real de 10%; el cálculo se muestra en la siguiente tabla:

<u>Año</u>	<u>Aportación en el año</u>	<u>Valor inicial</u>	<u>Valor final</u>	<u>Valor medio</u>	<u>Rendimiento</u>
1	971,100	0	971,100	485,600	262,200
2	1'095,800	1'233,300	2'329,100	1'781,200	961,800
3	1'165,300	3'290,900	4'456,200	3'873,600	2'091,700
4	1'115,300	6'547,900	7'663,200	7'105,600	3'837,000
5	836,800	11'500,200	12'337,000	11'918,600	6'436,000
		18'773,000			

Para obtener el mismo valor futuro esperado (18'773,000) con un flujo creciente de 40% anual, establecemos primero el valor futuro con una tarifa unitaria y después establecemos la proporcionalidad correspondiente.

Año	Tarifa	Aportación anual	Valor inicial	Valor final	Valor medio	Rendimto.
1	1,000.00	2'000.0	0	2'000.0	1'000.0	540.0
2	1,400.00	2'800.0	2'540.0	5'340.0	3'940.0	2'127.6
3	1,960.00	3'920.0	7'467.6	11'387.6	9'427.6	5'090.9
4	2,744.00	5'488.0	16'478.5	21'966.5	19'222.5	10'380.2
5	3,841.60	7'683.2	32'346.7	40'029.9	36'188.3	19'541.7
			59'571.6			
1	315.13	630.3	0	630.3	315.1	170.1
2	441.19	882.4	800.4	1'682.8	1'241.6	670.5
3	617.66	1'235.3	2'353.3	3'588.6	2'971.0	1'604.3
4	864.73	1'729.5	5'192.9	6'922.4	6'057.7	3'271.1
5	1,210.62	2'421.2	10'193.5	12'614.7	11'404.1	6'158.3
			18'773.0			

De esta forma las tarifas que se muestran en la segunda columna de la tabla anterior nos proporcionan, al final de la vida económica del equipo, el mismo valor futuro de \$18'773,000 que obtendríamos de aplicar una tarifa de rendimiento real de 10% al capital remanente en el equipo, valuado a precios crecientes.

De manera semejante a lo obtenido para la tarifa de depreciación, estas tarifas son similares a las que se obtienen por medio de la expresión $I = \frac{Va + Vr}{2 \cdot Ha}$ i; aplicando los valores afectados por los respectivos coeficientes de escalación.

Año	Va pr. ctes.	Vr pr. ctes.	Factor actuali- zación	Va pr. corr.	Vr pr. corr.	Va + Vr	Tarifa I
1	9'000,000	1'050,000	1.40 ^{0.5}	10'640,000	1'242,000	11'891,000	297.30
2	9'000,000	1'050,000	1.40 ^{1.5}	14'908,000	1'739,000	16'648,000	416.20
3	9'000,000	1'050,000	1.40 ^{2.5}	20'872,000	2'435,000	23'307,000	582.70
4	9'000,000	1'050,000	1.40 ^{3.5}	29'221,000	3'409,000	32'630,000	815.70
5	9'000,000	1'050,000	1.40 ^{4.5}	40'909,000	4'773,000	45'682,000	1,142.00

Las diferencias en este caso también se deben a la división por periodos anuales en los que se efectúa la capitalización de los intereses al rendimiento del capital.

La conclusión es la misma que para la tarifa de depreciación, en el sentido de que la expresión para el cálculo de la tarifa para inversión es correcta, a condición de que se apliquen los valores apropiados. Difiere en que no es necesario revaluar el activo o sea el valor remanente del equipo- a menos que se desee "reflejar razonablemente, de acuerdo a las normas generalmente aceptadas en contabilidad" el verdadero valor de los activos en equipo no depreciados, con las implicaciones contable y fiscales correlativas.

c) Aspectos fiscales

Los cálculos hasta aquí expuestos serían válidos bajo el tratamiento fiscal que hasta el año pasado disfrutaron las empresas constructoras, pues bastaba con multiplicar por un factor de 1.0375 para determinar el precio por concepto de los elementos analizados (no incluye reparto de utilidades); sin embargo, debe considerarse que a partir de enero de 1982, tanto el rendimiento aparente de la reserva (que no el real) como el rendimiento del capital quedan seriamente afectados por el nuevo tratamiento fiscal.

Para analizar este efecto fiscal ante el proceso inflacionario consideremos el balance y el estado de resultados de la división de maquinaria en las cuentas fundamentales que son afectadas por la aplicación de tarifas de depreciación y de inversión, exclusivamente por lo que se refiere a la máquina en cuestión.

En la página (30) se tiene el balance inicial y final del primer año de operación de la motoescrepa tomada como ejemplo; se obser-

BALANCE AÑO UNO (Inicio)

ACTIVO		PASIVO Y CAPITAL	
<u>Activo Fijo</u>	9'000		
		<u>Capital</u>	
		Cap. social	9'000
Suma Activo	9'000	Suma Pasivo y Capital	9'000

BALANCE AÑO UNO (Final)

ACTIVO		PASIVO Y CAPITAL	
<u>Activo Circulante</u>			
Pago RD	1'855		
Intereses RD(ARD) (Dif. 54%-40%)	371 130		
Pago I } r=10%	630		
Inter. I }	170		
Suma Activo Circulante	3'156	<u>Capital</u>	
<u>Activo Fijo</u>		Cap. social	9'000
Va	9'000	Utilidad	1'566
RD	1'590		
Suma Activo Fijo	7'410		
SUMA ACTIVO	10'566	SUMA PASIVO Y CAPITAL	10'566

van en el activo los movimientos contables debidos a la aplicación de las tarifas de acuerdo con análisis presentado previamente (pago por concepto de depreciación en \$1'855,000 y por concepto en inversión en \$630,100) con los rendimientos monetarios asociados, así como lo correspondiente al pasivo por utilidad en el ejercicio.

En la parte superior de la página (32) se presenta el balance al inicio del segundo año de operación que corresponde al final del primer año con los siguientes ajustes, de acuerdo a los conceptos considerados en el análisis previo:

- Se integra la nueva reserva de depreciación ($\$1'855,000 + \$371,000 = \$2'226,000$) que no incluye ninguna utilidad sobre capital invertido.
- De los valores monetarios considerados en el activo circulante se sustrae lo correspondiente a la reserva de depreciación, siendo la cantidad remanente el rendimiento del capital invertido tanto en el equipo como en la reserva.
- Se revalúa el equipo no depreciado de acuerdo a la inflación de 40% originalmente supuesta (de \$7'410,000 a \$10'374,000).
- Se calcula el pasivo tanto por lo que respecta a utilidad como a capital derivados de los tres ajustes previamente señalados.

Este sería el resultado de acuerdo con la antigua política fiscal; ahora consideremos los estados de resultados, parte inferior página (32), suponiendo que se paga 8% de reparto de utilidades y 42% de impuesto sobre las utilidades -en un volumen total de utilidades superior a los dos millones de pesos- lo que dejará una utilidad

BALANCE ARO DOS (Inicio)

ACTIVO		PASIVO Y CAPITAL	
<u>Activo Circulante</u>			
Reserva Dep.(1'590)	2'226 (2)		
Invers.	<u>930 (3)</u>		
Suma Activo Circulante	3'156 (1)	<u>Capital</u>	
<u>Activo Fijo</u>		Cap. social	12'600
Valor rem (7'410)	<u>10'374 (4)</u>	Utilidad Neta E.A.	<u>930</u>
Suma Activo	13'530	Suma Pasivo y Capital	13'530

ESTADO DE RESULTADOS

Ventas	RD	1'855		2'775
	Inv.	<u>630</u>		<u>943</u>
	Suma	2'485		3'718
Costo ventas		<u>1'590</u>		<u>1'590</u>
Utilidad bruta		895		2'128
Menos otros gastos				
Más otros ingresos				
Intereses RD (ARD)		371	501	555
(Dif. 54%-40%)		<u>130</u>		<u>195</u> 750
Intereses I		<u>170</u>		<u>254</u>
Utilidad base (imp)		1'566		3'132
<hr/>				
Part. utilidades	8%	125		251
Impto.	42%	<u>658</u>		<u>1'315</u>
Utilidad a repartir		783		1'566

BALANCE AÑO DOS (Inicio)

ACTIVO		PASIVO Y CAPITAL	
<u>Activo Circulante</u>			
Reserva Depr.	2'226		
Invers.	<u>147</u>		
Suma Activo Circulante	2'373		
<u>Activo Fijo</u>		<u>Capital</u>	
Valor rem.	10'374	Cap. social	12'600
	<u> </u>	Utilidad neta	<u>147</u>
Suma Activo	12'747	Suma Pasivo y Capital	12'747

$$2'485 \times -1'590 = (371+130+170)X = 3'132 \quad ; \quad X = 1.496$$

BALANCE AÑO UNO (Final)

ACTIVO		PASIVO Y CAPITAL	
<u>Activo Circulante</u>			
Pago RD	2'775		
Interés RD	750		
Pago I	943		
Intereses I	<u>254</u>		
Suma Activo Circulante	4'722		
<u>Activo Fijo</u>		<u>Capital</u>	
Va	9'000	Capital social	9'000
RD	<u>1'590</u>	Utilidad	<u>3'132</u>
Suma Activo Fijo	7'410	Suma Pasivo y Capital	12'132
Suma Activo	12'132		

IMPORTANTE:

Tasa de inflación,	40% anual
Rendimiento cap. aparente	54% anual
Rendimiento neto real	10% anual

real de sólo \$147,000, significativamente inferior a la requerida para tener un rendimiento de 10% anual sobre el capital invertido, según se muestra en el balance inicial del segundo año de operación, parte superior página (33), una vez que se han efectuado los mismos ajustes aplicables al balance previo.

Por lo tanto si se desea una utilidad aparente de \$1'566,000 después de impuestos, equivalente a una utilidad real de \$930,000, se requiere incrementar las aportaciones de las tarifas de depreciación y de inversión que se muestran en la segunda columna del estado de resultados y en el balance final del año uno, lo que permitiría entonces efectuar los ajustes de acuerdo a las consideraciones del análisis previo para obtener el balance inicial en el segundo año de operaciones conforme al criterio de rendimiento deseado. (Parte inferior pág. 33).

De estos resultados se desprende que para tener un rendimiento real de 10% con inflación de 40% anual (rendimiento aparente de 54% anual) y dada la nueva política fiscal, se requiere multiplicar las tarifas por un factor de 1.496. La modificación en rendimientos reales deseados y tasas de inflación distintas, requerirían, evidentemente, un nuevo cálculo de tarifas y de impuestos. (No incluye corrección por Artículo 51 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta).

Con los razonamientos hasta aquí expuestos concluye lo relativo al análisis de los costos de equipo ante el proceso inflacionario; se espera que la discusión de estas ideas permita formarse una concepción de la mecánica monetaria, para tomar acertadamente las decisiones relativas a la adquisición y uso de equipo de construcción.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

PROBLEMAS

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

SEPTIEMBRE DE 1983

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 M³, DE UN BANCO DE PRESTAMO A UN TIRADERO.

LA EMPRESA CUENTA CON 6 MOTOESCREPAS TEREX TS-14 Y 2 CARGADORES MICHIGAN DE 3 1/2 YD³, 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.

2

CALCULO DEL COSTO POR M³ DE ACARREO EN MOTOESCREPA TEREX

TS - 14

D A T O S:

MATERIAL.	LIJO 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.	\$5213.36
(VER LA SIGUIENTE HOJA).	
MOTOESCREPAS DE TIRO Y EMPUJE.	

CONSTRUCTORA:	MÁQUINA: MOTOESCREPA	HOJA No.:
X	MODELO: TEREX TS-14	CALCULÓ: C.M.G.
	DATOS ADIC:	REVISÓ: F.F.L.
OBRA: MOVIMIENTO DE --		FECHA: Junio '82
TIERRAS.		

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN:	\$ 16'873,615.00	FECHA COTIZACIÓN:	Junio '82
EQUIPO ADICIONAL -		VIDA ECONÓMICA (VE):	5 AÑOS.
	1'231,296.30	HORAS POR AÑO (HA):	2000 HR/AÑO.
	15'642,318.70	MOTORES:	Diesel DE 160 HP.
VALOR INICIAL (VA):		FACTOR OPERACIÓN:	0.70
VALOR RESCATE (VR):	10 % = \$ 1'687,361.50	POTENCIA OPERACIÓN:	2x0.7x160 HP _{OP.}
TASA INTERÉS (I):	35 %	COEFICIENTE ALMACENAJE (K):	0.10
PRIMA SEGUROS (S):	2 %	FACTOR MANTENIMIENTO (Q):	0.75

I. CARGOS FIJOS.

A). DEPRECIACIÓN: $D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{15'642318.70 - 1'687361.50}{10,000} = \$ 1395.50$

B). INVERSIÓN: $I = \frac{VA + VR}{2 HA} \cdot i = \frac{(15'642318.70 + 1'687361.5) \times 0.35}{2 \times 2000} = 1516.35$

C). 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). ALMACENAJE: $A = KD' = \frac{0.10 \times 1395.50}{1} = 139.60$

E). MANTENIMIENTO: $M = QD = \frac{0.75 \times 1395.50}{1} = 1046.60$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$4184.70

II. CONSUMOS.

4

A). COMBUSTIBLE: $E = e P_c$
 DIESEL: $E = 0.20 \times \frac{224}{100} \text{ HP. OP.} \times \$ 2.50 / \text{LT.} = \$ 112.00$
 GASOLINA: $E = 0.24 \times \frac{\quad}{\quad} \text{ HP. OP.} \times \$ \quad / \text{LT.} =$

B). OTRAS FUENTES DE ENERGÍA: $\quad =$

C). LUBRICANTES: $L = A P_e$

CAPACIDAD CARTER: $C = \frac{2 \times 16}{100} \text{ LITROS.}$

CAMBIOS ACEITE: $T = \frac{\quad}{\quad} \text{ HORAS.}$

$A = C/T + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{224}{\quad} \text{ HP. OP.} = \frac{1.10}{\quad} \text{ LT./HR.}$

$L = \frac{1.10}{\quad} \text{ LT./HR} \times \$ \frac{70}{\quad} / \text{LT.} = 77.00$

D). LLANTAS: $L_i = \frac{VII}{H_v} \text{ (VALOR LLANTAS) / (VIDA ECONOMICA)}$

VIDA ECONOMICA: $H_v = \frac{2500}{\quad} \text{ HORAS}$

$L_i = \frac{1'231296.30}{2,500 \text{ HORAS}} = 492.52$

$= \text{SUMA CONSUMOS POR HORA} \quad \underline{\underline{\$681.52}}$

III. OPERACION.

SALARIO BASE: $\$ \frac{964.50}{\quad}$

SALARIO REAL

OPERADOR: $\frac{2082.85}{\quad}$

$\frac{\quad}{\quad}$

$\frac{\quad}{\quad}$

SAL/TURNO-PROM: $\$ 2082.85$

HORAS/TURNO-PROM.: (H)

$H = 3 \text{ HORAS} \times 0.75 \text{ (FACTOR RENDIMIENTO)} = 6 \text{ HORAS}$

OPERACIÓN = $O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 2082.85}{6 \text{ HORAS}} = \$ 347.14$

$\text{SUMA OPERACIÓN POR HORA} \quad \underline{\underline{\$347.14}}$

$\text{COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)} \quad \underline{\underline{\$5213.36}}$

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

$$F. \text{ CORRECCION POR ALTITUD: } \frac{500 \text{ m} \times 1\% \text{ por cada } 100\text{m}}{100} = 5\%$$

por tanto, habrá que multiplicar las resistencias totales por 1.05

$$a) \text{ Máquina cargada} = 0.4 \times 1.05 = 0.4 \text{ ton}$$

$$b) \text{ Máquina vacía} = 2.2 \times 1.05 = 2.3 \text{ ton.}$$

Con estos datos, se entra a la gráfica proporcionada por el fabricante, la cual se anexa al final del problema.

G. VELOCIDADES:

$$a) \text{ Máquina cargada} = 37 \text{ km/h (6a. velocidad)}$$

$$b) \text{ Máquina vacía} = 26 \text{ km/h (5a. velocidad)}$$

H. VELOCIDADES MEDIAS: $0.65 \times \text{VELOCIDAD}$

$$a) \text{ Máquina cargada} = 25 \text{ km/h}$$

$$b) \text{ Máquina vacía} = 17 \text{ km/h}$$

I. TIEMPOS :

$$a) \text{ Máquina cargada} = 0.9 \text{ min}$$

$$b) \text{ Máquina vacía} = 1.3$$

$$\text{Tiempo fijo} = \underline{1.3}$$

$$\text{Total} = 3.5 \text{ min}$$

J. COSTO DEL METRO CUBICO DE MATERIAL MOVIDO, EN BANCO :

$$\text{Tiempo total} = 3.5 \text{ min}$$

$$\text{Número de viajes por hora} = \frac{60}{3.5} = 17.1$$

7

Capacidad de la motoescrepa en banco = $15 \times 0.8 = 12 \text{ m}^3$

Producción = $17.1 \times 12 = 205.2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Costo por $\text{m}^3 = \frac{\text{Costo horario}}{\text{Producción real}} = \frac{5213.36}{205.2 \times 0.75} = 33.87$

8

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	\$3375.16

(DESARROLLADO EN LA HOJA SIGUIENTE)

9

CONSTRUCTORA:	MÁQUINA: Cargador Frontal	HORA HO.: _____
X	MODELO: Michigan 85-111-A	CALCULÓ: C.M.G.
_____	DATOS ADIC: 3.5 Yd ³	REVISÓ: F.F.L.
CERA: MOVIMIENTO DE	_____	FECHA: Junio '82
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: 075
TASA INTERÉS (I): 35 %	_____	POTENCIA OPERACIÓN: 166 HP.OP.
PRIMA SEGUROS (S): 2 %	_____	COEFICIENTE ALMACENAJE (K): 0.10
_____	_____	FACTOR MANTENIMIENTO (Q): 0.60

I. CARGOS FIJOS.

$$A). \text{ DEPRECIACIÓN: } D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{9'656,233 - 1'030,213.20}{10,000} = \$ 862.60$$

$$B). \text{ INVERSIÓN: } I = \frac{VA + VR}{2 HA} = \frac{9'656,233 + 1'030,213.20}{2 \times 2000} \times 0.35 = 935.06$$

$$C). \text{ SEGUROS: } S = \frac{VA + VR}{2 HA} = \frac{9'656,233 + 1'030,213.20}{2 \times 2000} \times 0.02 = 53.43$$

$$D). \text{ ALMACENAJE: } A = KD = \frac{0.10 \times 862.60}{1} = 86.26$$

$$E). \text{ MANTENIMIENTO: } M = QD = \frac{0.60 \times 862.60}{1} = 517.56$$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA

\$ 2,454.91.

II. CONSUMOS.

10

A). COMBUSTIBLES: $E = E \cdot P_c$

DIESEL: $E = 0.20 \times 166 \text{ HP. OP.} \times \$ 2.5 / \text{LT.} = \$ 83.00$

GASOLINA: $E = 0.24 \times \text{HP. OP.} \times \$ \text{---} / \text{LT.} =$

B). OTRAS FUENTES DE ENERGÍA: _____ =

C). LUBRICANTES: $L = A \cdot P_e$

CAPACIDAD CARTER: $C = \frac{26.5}{\text{---}} \text{ LITROS.}$

CAMBIO ACEITE: $T = \frac{100}{\text{---}} \text{ HORAS.}$

$A = C/T + \frac{0.0035}{0.0030} \times \frac{166}{\text{---}} \text{ HP. OP.} = 0.85 \text{ LT/HR.}$

$L = 0.85 \text{ LT/HR} \times \$ 70 / \text{LT.} = 59.50$

D). LLANTAS: $LI = \frac{VII}{HV} \text{ (VALOR LLANTAS)}$
 $\text{---} \text{ (VIDA ECONOMICA)}$

VIDA ECONOMICA: $HV = \frac{1500}{\text{---}} \text{ HORAS}$

$LI = \frac{645,899.00}{1,500 \text{ HORAS}} = 430.60$

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)

$H = 8 \text{ HORAS} \times 0.75 \text{ (FACTOR RENDIMIENTO)} = 6.00 \text{ HORAS}$

OPERACIÓN = $O = \frac{S}{H} = \frac{2082.85}{6.00 \text{ HORAS}} = \$ 347.15$

SUMA OPERACIÓN POR HORA \$ 347.15

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (MMD) \$ 3375.16

11

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:

$$\frac{3373.16}{216 \times 0.75} = 20.83$$

COSTO ACARREO

$$\frac{25}{0.8} = 31.25$$

COSTO TOTAL

$$\begin{array}{r}
 \text{CARGA} \text{ --- } 20.83 \\
 \text{ACARREO} \text{ --- } \frac{31.25}{52.08}
 \end{array}$$

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 MOTOESCROPAS Y EL FUERTE AHORRO EN DINERO. A INSISTENCIA DEL SUPERINTENDENTE CONFIESA QUE SE COMPROMETIO A RENTAR LAS MOTOESCROPAS 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:

$$52.08 - 10.76 = 41.32$$

LAS TRES ALTERNATIVAS SERIAN ASI:

MOTOESCROPAS	33.87
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	52.08
CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	.
RENTANDO MOTOESCROPAS	41.32

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	42.86	8.2
* 280	0.75	40.53	8.8
260	0.75	39.61	9.5
240	0.75	38.56	10.3
220	0.75	37.38	11.2
200	0.75	35.94	12.3
180	0.75	34.09	13.7
160	0.75	31.86	15.4

* EJEMPLO DE CALCULO:

$$2 \times 280 \times 162 = 90,720$$

$$\frac{800,000}{90,720} = 8.8 \text{ MESES}$$

$$8.8 \times 6 \times 175,000 = 9'240,000$$

$$\frac{9'240,000}{800,000} = 11.55$$

$$52.08 - 11.55 = 40.53$$

15

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 OBLIGADO A OCUPAR CAMIONES ¿QUE SUCEDE SI COMPRA LA EMPRESA LOS CAMIONES?

HACE EL SIGUIENTE ANALISIS.

16

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	693.42
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 VOLTRIO Hoja No.: 1/2
 MODELO: CALCULO: C.M.C.
 DATOS ADIC: CAP = 6 M³ REVISÓ: F.F.L.
 OBRA: MOVIMIENTO DE -- FECHA: Junio '82
TIERRAS.

DATOS GENERALES

PRECIO ADQUISICIÓN: \$ 1'242800.00 FECHA COTIZACIÓN: Junio '82
 EQUIPO ADICIONAL - VIDA ECONÓMICA (VE): 5 AÑOS.
Llantas (6) 77430.00 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): 35 % COEFICIENTE ALMACENAJE (K): 0.10
 PRIMA SEGUROS (S): 2 % FACTOR MANTENIMIENTO (Q): 0.90

I. CARGOS FIJOS.

$$A). \text{ DEPRECIACIÓN: } D = \frac{VA - VR}{VE} = \frac{1'165370 - 0}{10,000} = \$ 116.54$$

$$B). \text{ INVERSIÓN: } I = \frac{VA + VR}{2 HA} i = \frac{1'165370 + 0}{2 \times 2000} \times 0.35 = 101.97$$

$$C). \text{ SEGUROS: } S = \frac{VA + VR}{2 HA} s = \frac{1'165370 + 0}{2 \times 2000} \times 0.20 = 5.83$$

$$D). \text{ ALMACENAJE: } A = KI = \frac{0.10 \times 116.54}{1} = 11.65$$

$$E). \text{ MANTENIMIENTO: } M = QD = \frac{0.90 \times 116.54}{1} = 104.89$$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$340.88

II. CONSUMOS.

18

A). COMBUSTIBLE: E = E PC

DIESEL: E = 0.20 x $\frac{147}{\text{HP. OP.}}$ x \$ 2.50 /LT. = \$73.50

GASOLINA: E = 0.24 x $\frac{\text{HP. OP.}}{\text{HP. OP.}}$ x \$ /LT. =

B). OTRAS FUENTES DE ENERGÍA: _____ =

C). LUBRICANTES: L = A PE

CAPACIDAD CARTER: C = $\frac{6}{70}$ LITROS,

CAMBIO ACEITE: T = _____ HORAS,

A=C/T + $\frac{0.0035}{0.0030}$ x $\frac{147}{\text{HP. OP.}}$ = $\frac{0.60}{\text{LT/HR.}}$

L = $\frac{0.60}{\text{LT/HR}}$ x \$ $\frac{70.00}{\text{LT.}}$ = 42.00

D). LLANTAS: LI = $\frac{\text{VII (VALOR LLANTAS)}}{\text{HV (VIDA ECONOMICA)}}$

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 HORAS x 0.75 (FACTOR RENDIMIENTO) = 6.00 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)

\$693.42

19

$$\text{TIEMPO DEL CICLO DEL CARGADOR} = \frac{35 \text{ SEG.}}{60 \text{ SEG.}} = 0.58 \text{ MIN.}$$

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 .

$$\text{TIEMPO DE DESCARGA} = 1.5 \text{ MIN.}$$

$$\begin{aligned} \text{TIEMPO TOTAL DEL CICLO DEL CAMION} &= 2.6 + 1.74 + 1.5 \\ &= 5.84 \text{ MIN.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NUMERO DE VIAJES POR HORA} &= \frac{60 \times 0.75}{5.84} = \frac{45}{5.84} = \\ &= 7.7 \text{ VIAJES.} \end{aligned}$$

$$\text{VOLUMEN POR HORA} = 7.7 \times 6.0 = 46.23 \text{ M}^3$$

$$\text{COSTO POR M}^3 = \frac{693.42}{46.23 \times 0.8} = 18.75$$

NUMERO DE CAMIONES

$$\begin{aligned} \text{PRODUCCION DEL CARGADOR} &= \frac{6 \text{ M}^3}{1.74 \text{ MIN.}} \times 60 \text{ MIN.} \times 0.75 = \\ &= 155.17 \text{ M}^3/\text{HR.} \end{aligned}$$

$$\text{PRODUCCION DEL CARGADOR MATERIAL EN BANCO} = 155.17 \times 0.8 = 124 \text{ M}^3/\text{HR.}$$

$$\text{No. DE CAMIONES} = \frac{124}{36.9} = 3.36 \longrightarrow 4 \text{ CAMIONES.}$$

POR CONCEPTO DE CAMIONES ESPERANDO, EL FACTOR ES:

$$\frac{4}{3.36} = 1.19$$

$$\text{COSTO DE ACARREO: } 18.75 \times 1.9 = 22.31$$

$$\text{COSTO DE LA CARGA POR M}^3 = \frac{\$3,373.16}{124} = 27.20$$

$$\text{ACARREO} = 22.31$$

$$\text{CARGA} = \underline{27.20}$$

$$\text{T O T A L } \underline{\underline{\$49.51}}$$

HACIENDO EL ANALISIS CON 3 CAMIONES, PARA COMPARAR EL COSTO EN EL CASO DE LA ESPERA DEL CARGADOR.

$$\text{PRODUCCION DEL CARGADOR} = 36.9 \text{ M}^3/\text{HR.} \times 3 \text{ CAMIONES} =$$

$$= 110.70$$

$$\text{COSTO DE CARGA} = \frac{3,373.16}{110.70} = 30.47 \text{ \$/M}^3$$

$$\text{ACARREO} = 18.75$$

$$\text{CARGA} = \underline{30.47}$$

$$\text{T O T A L } \underline{\underline{\$49.22}}$$

COMO EL COSTO TOTAL AL UTILIZAR 3 CAMIONES ES MENOR QUE CUANDO SE UTILIZAN 4 ENTONCES UTILIZAREMOS 3.

2'

LE RESULTAN PUES LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

A) MOTOESCREPAS	33.87
B) CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	52.08
C) IGUAL A B) RENTANDO MOTOESCREPAS	41.32
D) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS	49.22
E) IGUAL A D) RENTANDO MOTOESCREPAS	38.46

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

22

ENCUENTRA TAMBIEN QUE SE HAN VENDIDO EN LA FORMA SIGUIENTE:

No. DE CAMIONES	% 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	807,800	4000	201.95
3	932,100	6000	155.35
4	994,240	8000	124.28
5	1'118,520	10000	111.85

$$* 1'242,800 \times 0.65 = 807,820$$

23

COSTO DE HORA MAQUINA

AÑO	COSTO/HORA	COSTO ACARREO	PROBABILIDAD	
1	857.58	23.19	.26	6.03
2	778.83	21.06	.34	7.16
* 3	732.23	19.80	.20	3.96
4	701.16	18.96	.10	1.90
5	693.42	18.75	.10	1.88
VALOR ESPERADO				20.93

(NO SE HA TOMADO EN CUENTA EL AUMENTO EN INTERESES DE LA INVERSION).

$$* 693.42 - 116.54 + 155.35 = 732.23$$

$$\text{ACARREO ESPERADO} = 20.93$$

$$\text{CARGA} = \frac{30.47}{51.40}$$

$$- \text{UT. MOTOESCREPAS} \quad \frac{10.76}{40.64}$$

26

LAS ALTERNATIVAS SON

A)	MOTOESCREPAS	33.87
B)	CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS	52.08
C)	IGUAL A B) RENTANDO MOTOESCREPAS	41.32
D)	CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (5 AÑOS USO)	* 49.22
E)	IGUAL A D) RENTANDO MOTOESCREPAS	* 38.46
F)	CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (USO ESTADISTICO)	51.40
G)	IGUAL A F) RENTANDO MOTOESCREPAS	40.64

* CONDICIONADOS.

25

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.

26

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO PAVIMENTADO
(5 AÑOS DE USO)

VELOCIDAD DE IDA 20 KM/H.

VELOCIDAD DE REGRESO 35 KM/H.

$$\text{DE IDA: } t = \frac{370 \times 60}{20,000} = 1.11 \text{ MIN.}$$

$$\text{DE REGRESO: } t = \frac{370 \times 60}{35,000} = 0.63 \text{ MIN.}$$

$$\text{T O T A L} = 1.74 \text{ MIN.}$$

$$\text{TIEMPO TOTAL DEL CICLO} = 1.74 + 1.74 + 0.5 = 3.98 \text{ MIN.}$$

$$\text{NUMERO DE VIAJES POR HORA} = \frac{45}{3.98} = 11.31$$

$$\text{VOLUMEN POR HORA} = 11.31 \times 6 = 67.86 \text{ M}^3$$

$$\text{COSTO POR M}^3 = \frac{693.42}{67.86 \times 0.8} = \$12.77$$

$$\text{NUMERO DE CAMIONES} = \frac{\text{PRODUCCION DEL CARGADOR}}{\text{VOL. POR HORA} \times \text{COEF. DE ABUNDAMIENTO}}$$

$$\frac{124 \text{ M}^3}{54.29} = 2.28 = 2 \text{ CAMIONES.}$$

12

COSTO DEL ACARREO MAS CARGA:

ACARREO = 12.77

CARGA	+	<u>31.07</u>	
			43.84

- UT. MOTOSCREPAS		<u>\$10.76</u>	
			33.08

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		<u>+ 33.08</u>	
			<u>1.25</u>
			34.33

12

CAMIONES Y CARGADOR PARA CAMINO PAVIMENTADO
(USO ESTADISTICO)

VALOR ESPERADO DE LA RUTA DEL EQUIPO. (USO ESTADISTICO).

$$875.58 (0.26) + 778.83 (.34)$$

$$+ 732.23 (.02) + 701.16 (0.1)$$

$$+ 693.42 (0.1) = 773.66$$

COSTO M³ PARA USO ESTADISTICO.

$$= \frac{773.66}{67.86 \times 0.8}$$

$$= \$14.25/M^3$$

29

COSTO DEL ACARREO MAS CARGA

ACARREO = 14.25

CARGA = $\frac{31.07}{45.32}$ - UT. MOTOESCREPAS $\frac{10.76}{34.56}$ + COSTO DEL CAMINO $\frac{1.25}{}$ COSTO TOTAL. $\underline{\underline{\$35.81}}$

30

LAS ALTERNATIVAS SON

	\$/M ³
A) MOTOESCREPAS	33.87
B) CARGADOR Y CAMION ALQUILADO	52.08
C) IGUAL A B) RENTANDO LAS MOTOESCREPAS	41.32
D) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (5 AÑOS USO)	49.22
E) IGUAL A D) RENTANDO LAS MOTOESCREPAS	38.46
F) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (USO ESTADIS TICO)	51.40
G) IGUAL A F) RENTANDO MOTOESCREPAS	40.64
H) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS PAVIMENTADO- EL CAMINO Y RENTANDO MOTOESCREPAS (5 AÑOS DE USO).	34.35
I) CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS (USO ESTADIS TICO) RENTANDO MOTOESCREPAS Y PAVIMENTAN DO EL CAMINO.	35.81

31

EL SUPERINTENDENTE MUESTRA SUS ALTERNATIVAS AL GERENTE, DICHIENDOLE 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.

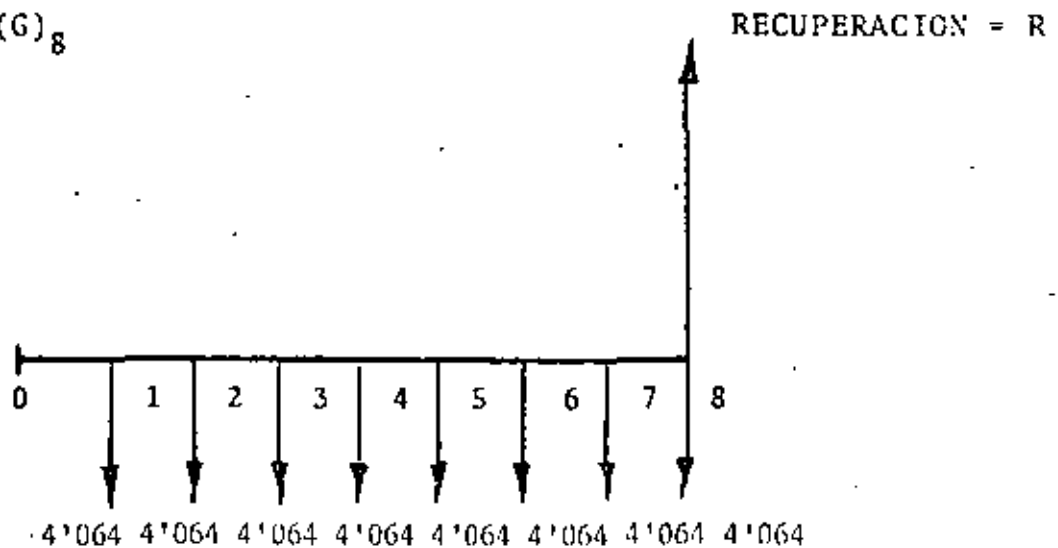
32.

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



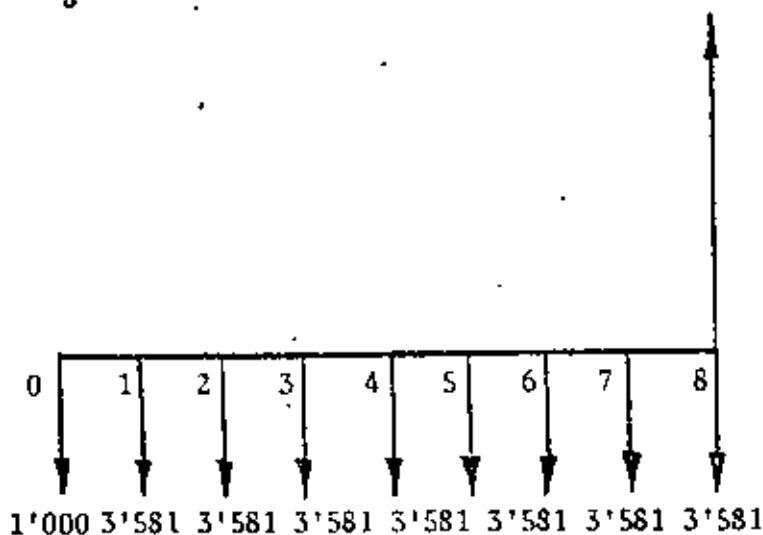
EN MILES DE PESOS

$$\text{COSTO/MES} = \frac{40.64 \times 800,000}{8} = 4'064,000$$

33

CASO (I)₈

RECUPERACION = R



$$\text{COSTO/MES} = \frac{35.81 \times 800,000}{8} = 3'581,000$$

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.

$$4'064,000 \times 6.7328 = 27'362,099$$

CASO (I)₈ INTERES 4%

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n}$$

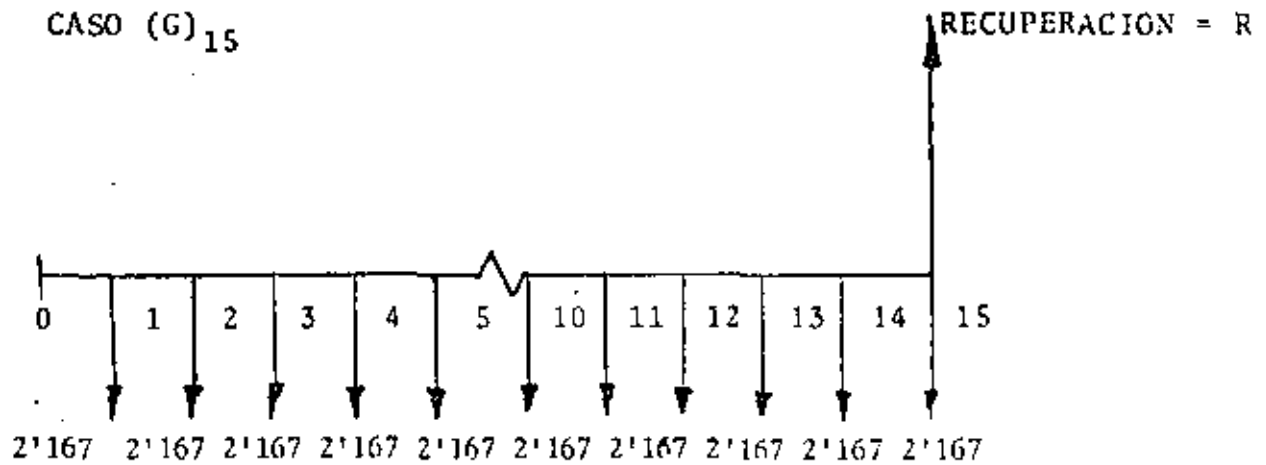
$$1'000,000 + 3'581,000 \times 6.7328 = 25,110,157$$

LE CONVIENE SELECCIONAR LA ALTERNATIVA DE COSTO ACTUALIZADO MINIMO, QUE SIGUE SIENDO LA (I).

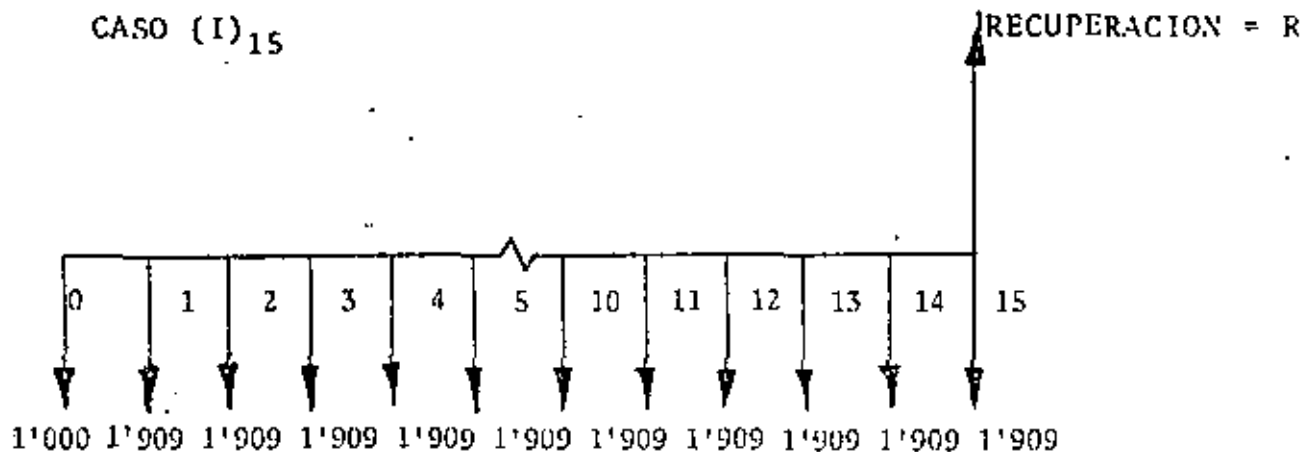
EL GERENTE LE RECUERDA QUE EL PIENSA QUE SE VA A TARDAR 15 MESES EN EL TRABAJO.

EL SUPERINTENDENTE SUPONE LOS 15 MESES Y OBTIENE LO SIGUIENTE:

34

CASO (G)₁₅

$$\text{COSTO/MES} = \frac{40.64 \times 800,00}{15} = 2'167,467.$$

CASO (I)₁₅

$$\text{COSTO/MES} = \frac{35.81 \times 800,000}{15} = 1'909,867$$

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 OBTENDRIAMOS:

CASO (G)₁₅ 4% MENSUAL.

$$2'167,467 \times 11.1184 = 24'098,765$$

35

CASO (I)₁₅ 4% MENSUAL

$$1'000,000 + 1'909,867 \times 11.1184 = 22'234,662$$

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

$$4'064,000 \times 6.2098 = 25'236,627$$

CASO (I)₈ INTERES 6% MENSUAL

$$1'000,000 + 3'581,000 \times 6.2098 = 23'237,294$$

EN EL CASO DE DURACION 15 MESES TIENE LOS SIGUIENTES VALORES:

CASO (G)₁₅ INTERES 6% MENSUAL

$$2'167,467 \times 9.7123 = 21'051,090$$

CASO (I)₁₅ INTERES 6% MENSUAL

$$1'000,000 + 1'909,867 \times 9.7123 = 19'549,201$$

CON TODOS ESTOS DATOS EL SUPERINTENDENTE HACE LA SIGUIENTE TABLA.

36

COSTO ACTUALIZADO			
	CASO G	CASO I	G - I
DURACION 8 MESES INTERES 4%	27'362,099	25'110,157	2'251,942
DURACION 8 MESES INTERES 6%	25'236,627	23'237,294	1'999,333
DURACION 15 MESES INTERES 4%	24'098,765	22'234,662	1'864,103
DURACION 15 MESES INTERES 6%	21'051,090	19'549,201	1'501,889

3?

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.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

- TRACTORES
- MOTOESCREPAS

ING. RAFAEL ABURTO VALDÉS

SEPTIEMBRE, 1983

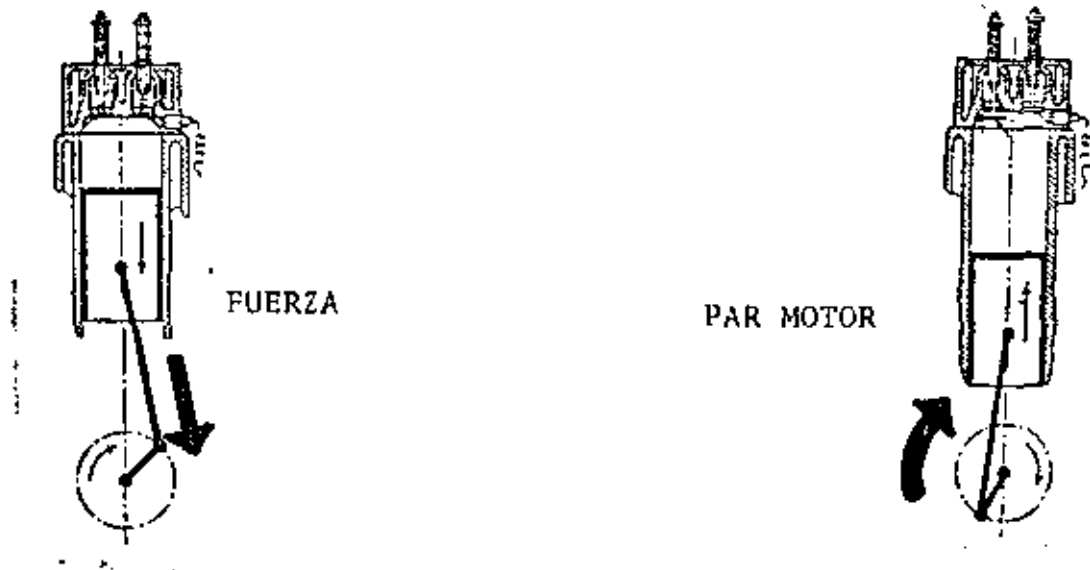
FUNDAMENTO DE TRABAJO, POTENCIA, PAR MOTOR.

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

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

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

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



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

El trabajo que produce el par motor será igual a:

$$T = \pi d f$$

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

$$P = \pi d f N$$

Para calcularla en Caballos de Fuerza (HP)

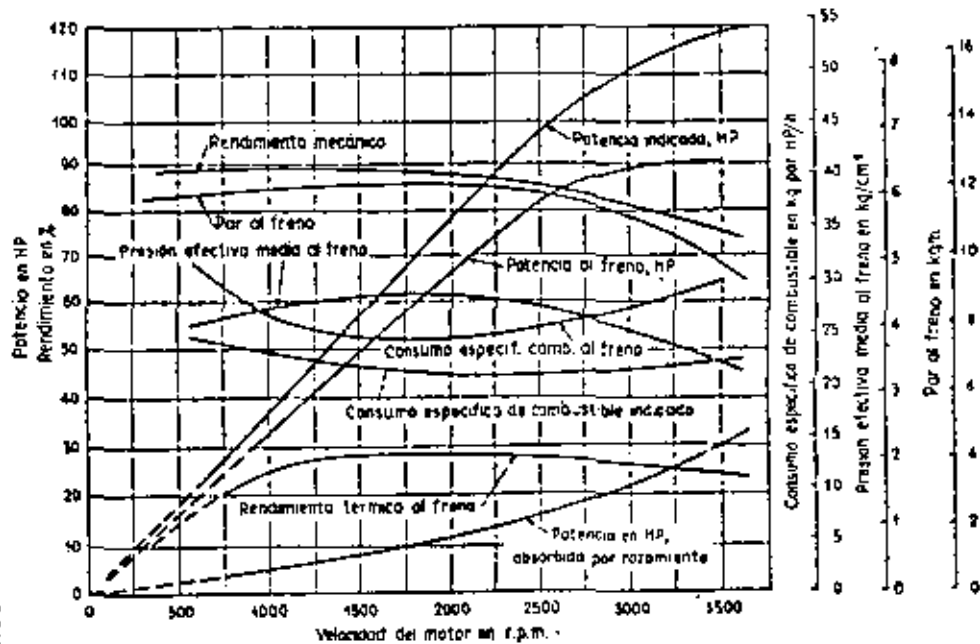
$$P \text{ (HP)} = \frac{\pi d f N}{60 \times 76} = \frac{\pi d f N}{4560}$$

En la fórmula anterior la única variable es N.

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

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

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



" TRABAJO SIN FLUJO DE MASA "

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

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

$$dW = PdV$$

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

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

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

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

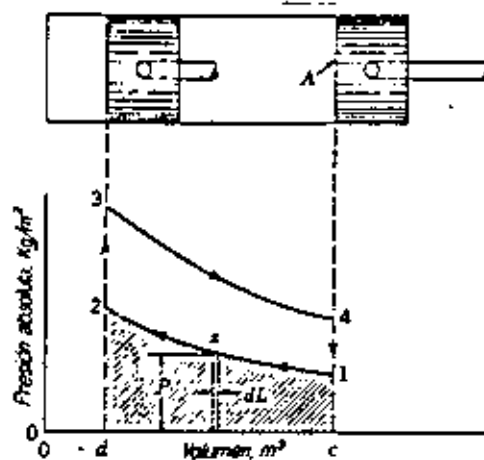


Diagrama PV representando un trabajo sin flujo de masa.

${}_3W_4 = \int_3^4 PdV$, el cual viene representado gráficamente por el área de la superficie 3-4-c-d-3. El valor de ${}_3W_4$ será positivo indicando un trabajo efectuado por el medio.

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

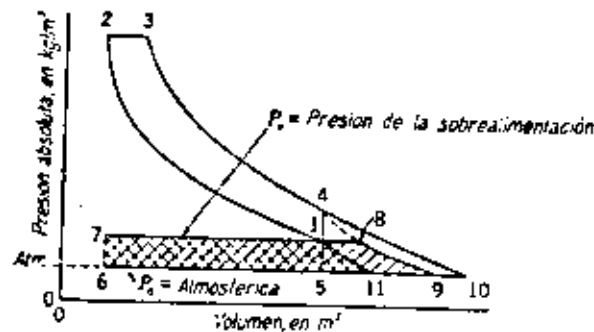
El trabajo resultante será la suma algebraica de los trabajos efectuados siguiendo el ciclo, es decir,

$$\begin{aligned}
 W_{net} &= {}_1W_2 + {}_2W_3 + {}_3W_4 + {}_4W_1 \\
 &= \int_1^2 PdV + 0 + \int_3^4 PdV + 0 \\
 &= \text{área (1-2-3-4-1)}
 \end{aligned}$$

TURBOALIMENTACION.

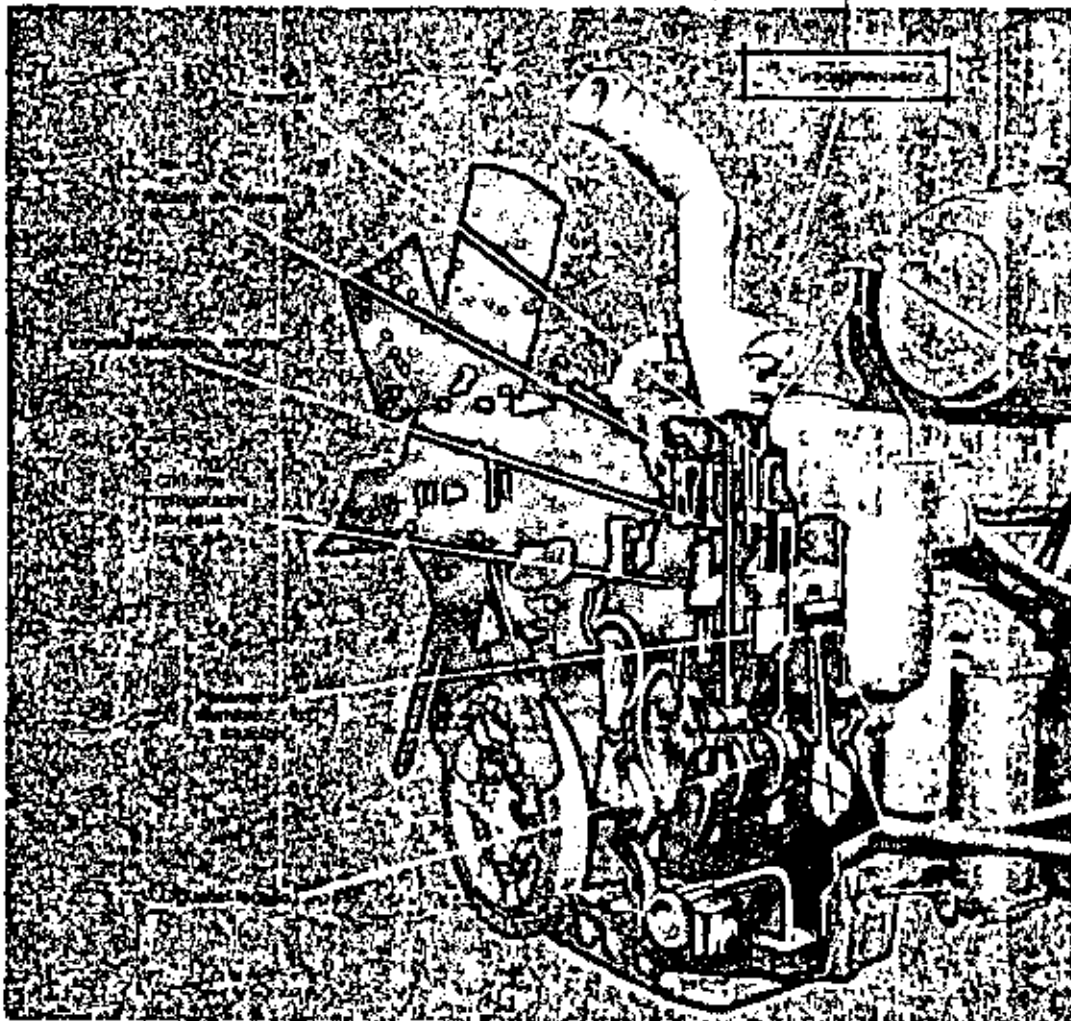
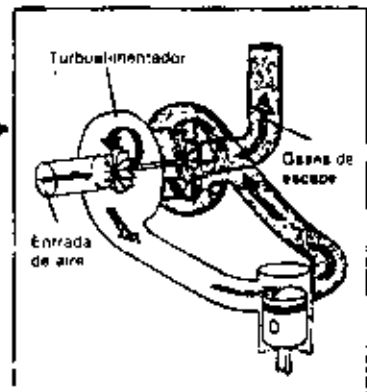
La potencia desarrollada por un cilindro con aspiración natural viene limitada por la cantidad de oxígeno que entra en él. Mediante la turboalimentación se consigue introducirle más cantidad de aire, quemar más combustible y producir una presión media efectiva más alta. Los turboalimentadores centrífugos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

La figura 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 6-7-11-6; 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.

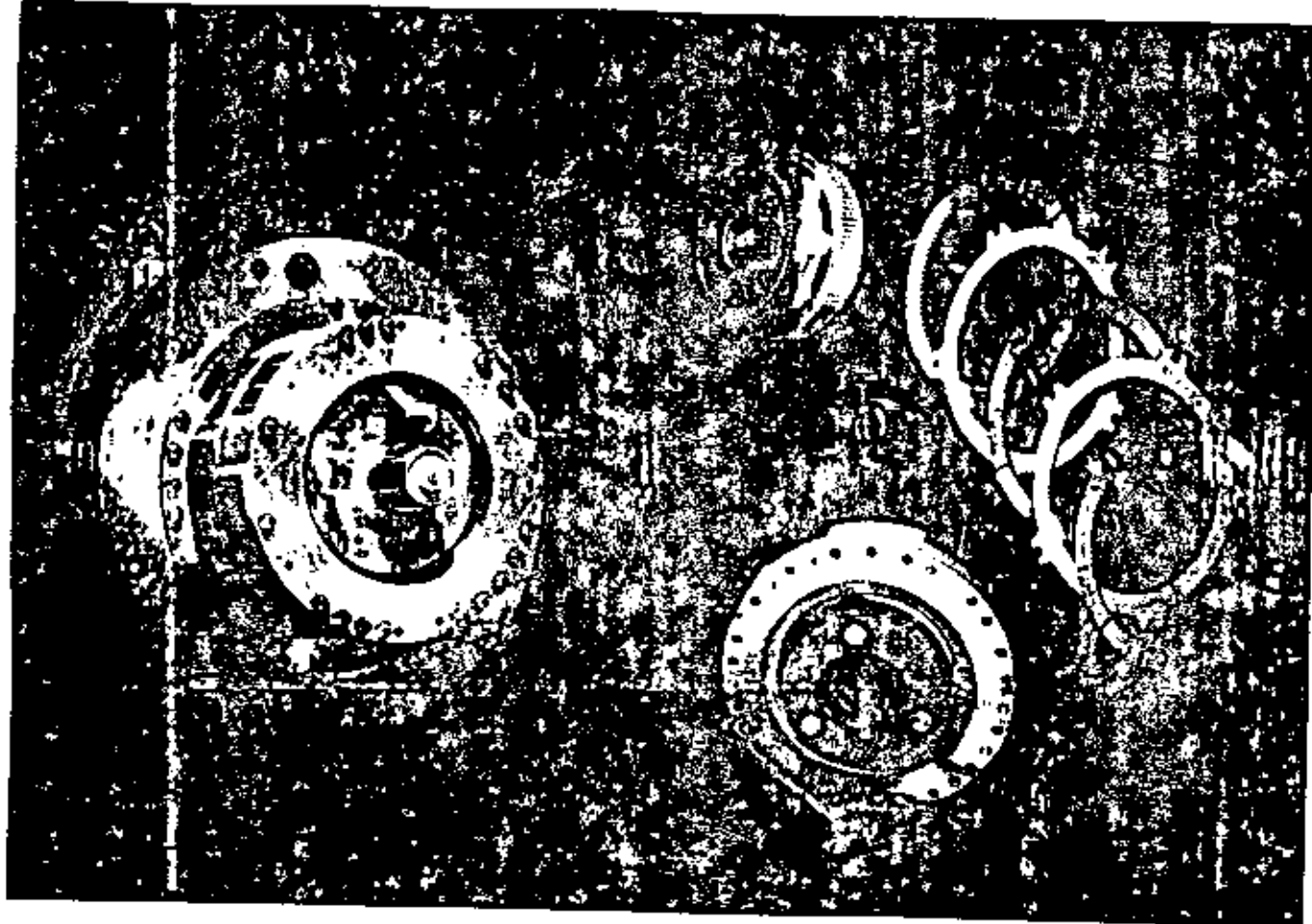


Turboalimentación

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

GUÍA 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 TIENDETUBOS	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.
613R	12.000 Horas	10.000 Horas	8.000 Horas
Las otras	16.000 Horas	12.000 Horas	8.000 Horas.

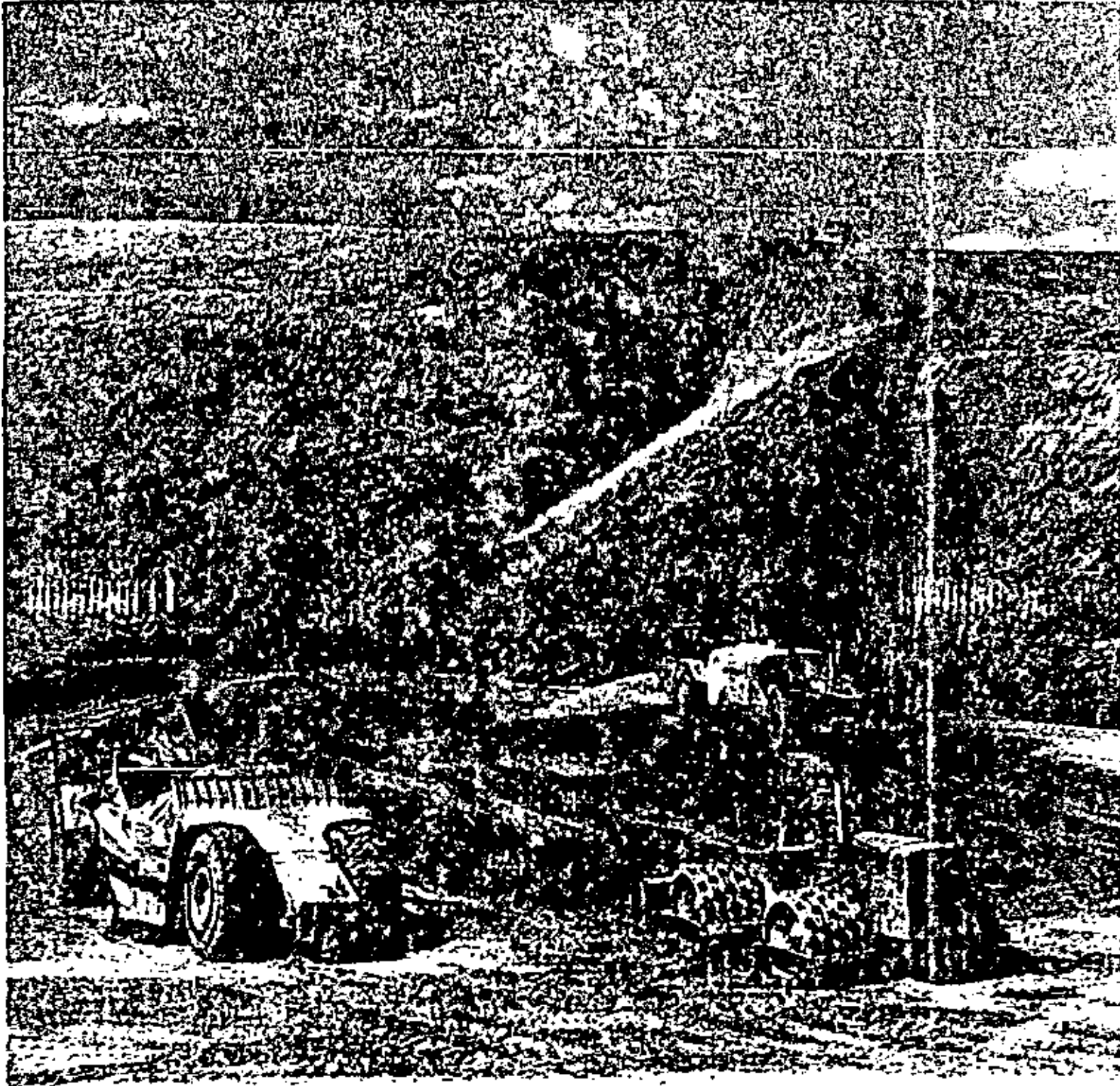


DISMINUCION DE LA POTENCIA A CAUSA DE LA ALTITUD EXPRESADA
EN PORCENTAJE DE LA POTENCIA EN EL VOLANTE.

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

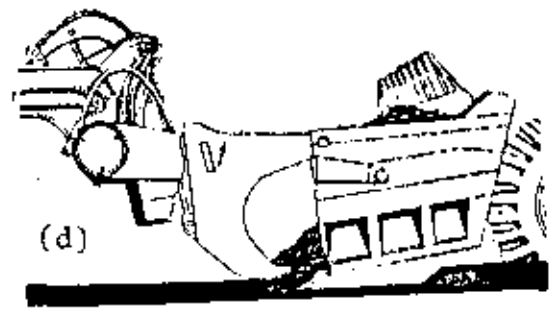
DENSIDADES APROXIMADAS DE VARIOS MATERIALES.

MATERIAL	Kg/m ³ _s	Kg/m ³ _b	Factores Volumétr.
Basalto.....	1960	2970	.67
Bauxita.....	1420	1900	.75
Caliche.....	1250	2200	.56
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... lavado..	950 830	1280	.74 .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... Seca.....	1930 1510	2170 1690	.89 .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	2200	.89
Yeso: Fragmentado.....	1810	3170	.57
Triturado.....	1600	2790	.57
Hematita, mineral de hierro..	1810-2450	2150-2900	.93
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... mojada.....	2400 1720		
Arena y grava: seca.....	1720	1930	.89
mojada.....	2020	2230	.91
Arenisca.....	1510	2520	.60
Esquistos.....	1250	1660	.75
Escorias fragmentadas.....	1750	2940	.60
Nieve - seca.....	130		
mojada.....	520		
Piedra triturada.....	1600	2670	.60
Taconita.....	1630-1900	2360-2700	.58
Tierra vegetal.....	950	1570	.70
Roca trapeana fragmentada....	1750	2610	.67

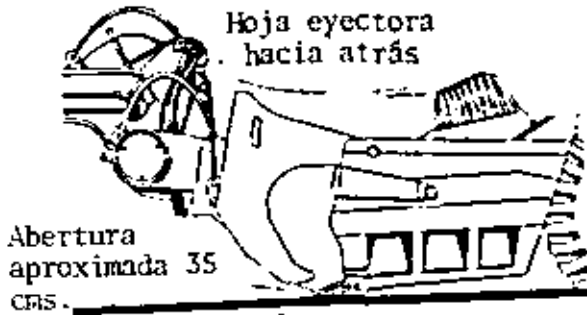




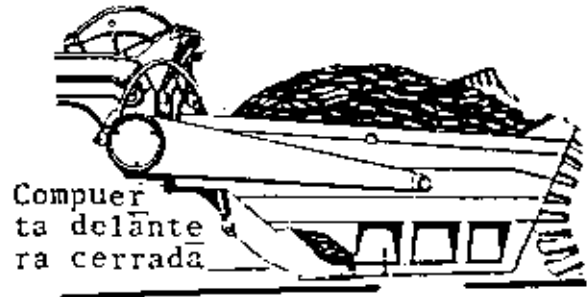
(a)



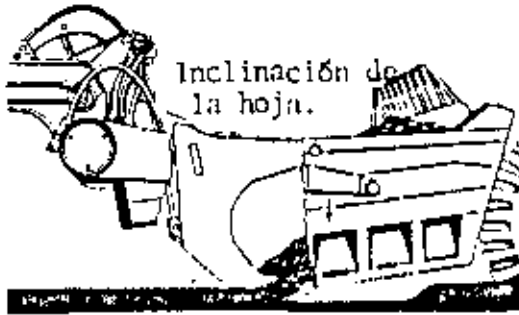
Se incrementa la abertura para evitar que el material se amon-
tone a la entrada.



(b)



(e) Caja llena

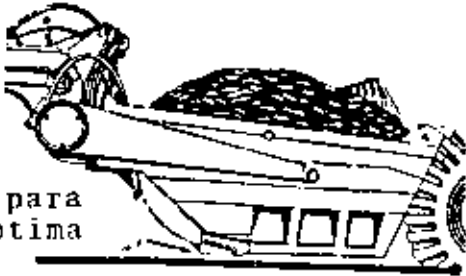


(c)

CARGA DE UNA MOTOSCREPA CONVENCIONAL.- (a) Posición de carga
(b) Aproximación al corte (c) Posición de corte (d) Posición
de la compuerta delantera (e) Fin del corte)

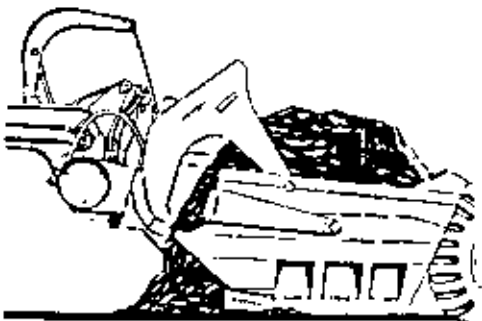


(a)

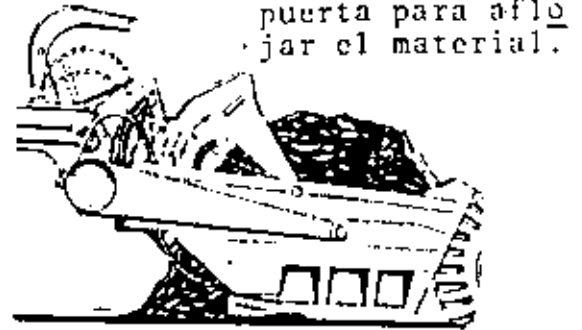


Posición para altura óptima

(b)



(c)



Muévase la compuerta para aflojar el material.

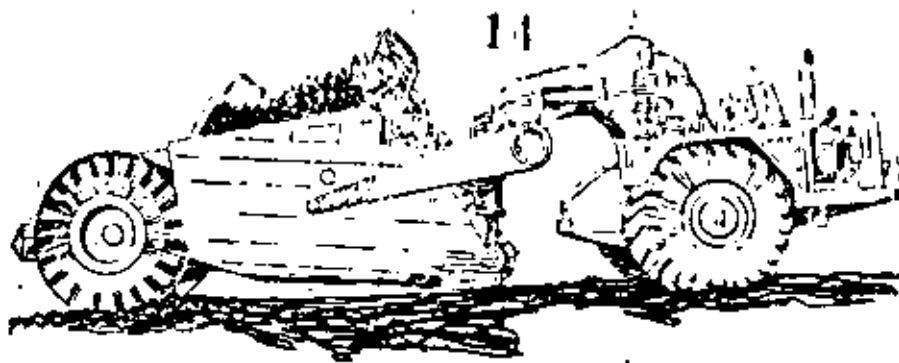
(d)



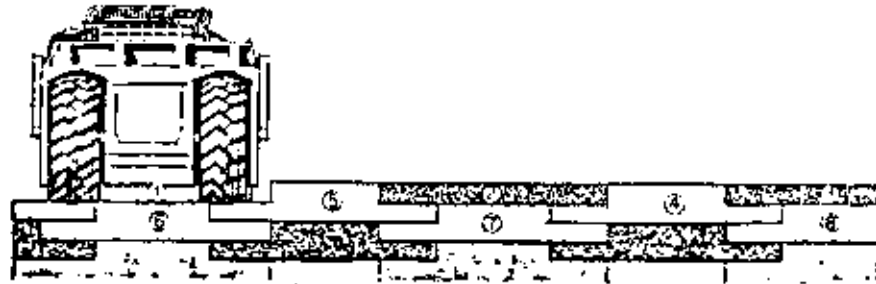
Hoja eyectora en movimiento.

(e)

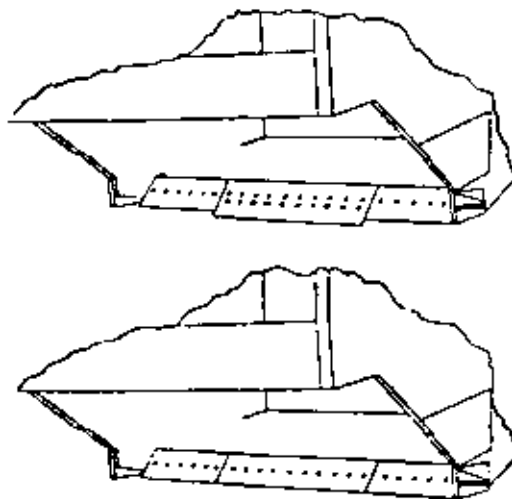
DESCARGANDO UNA ESCREPA CONVENCIONAL.- (a) Posición de descarga. (b) Posición de la compuerta delantera (c) Compuerta delantera totalmente abierta para material suelto (d) Posición de la compuerta en material pegajoso (e) Hoja eyectora en movimiento.



(a)

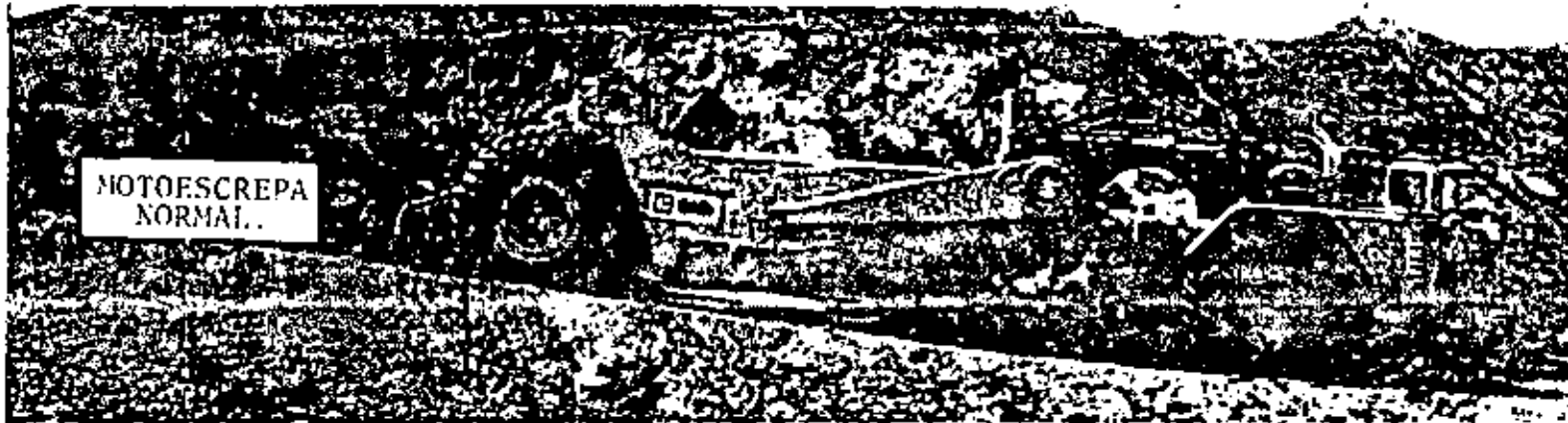


(b)

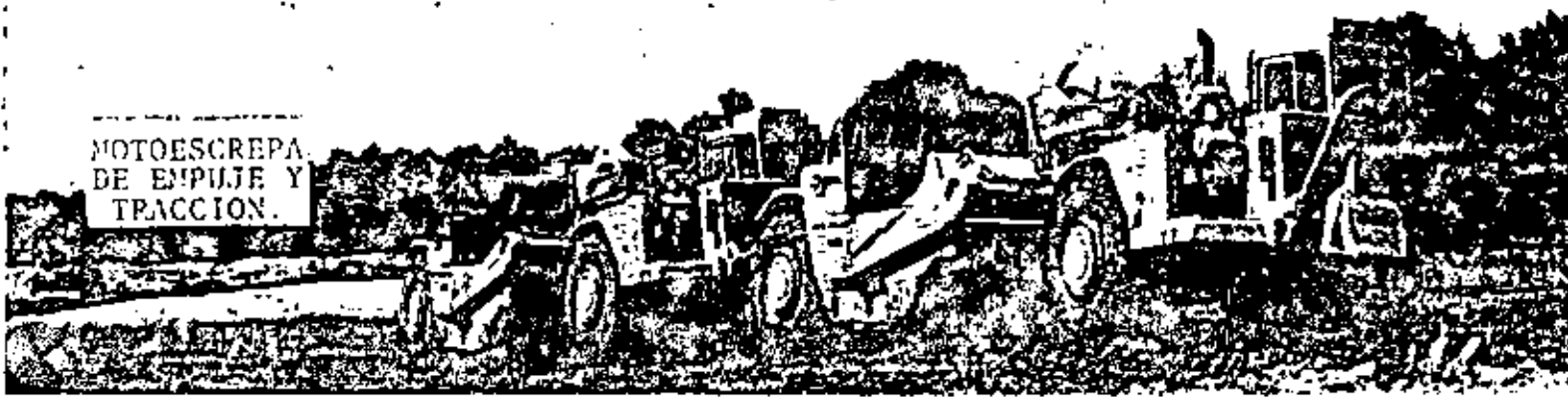


(c)

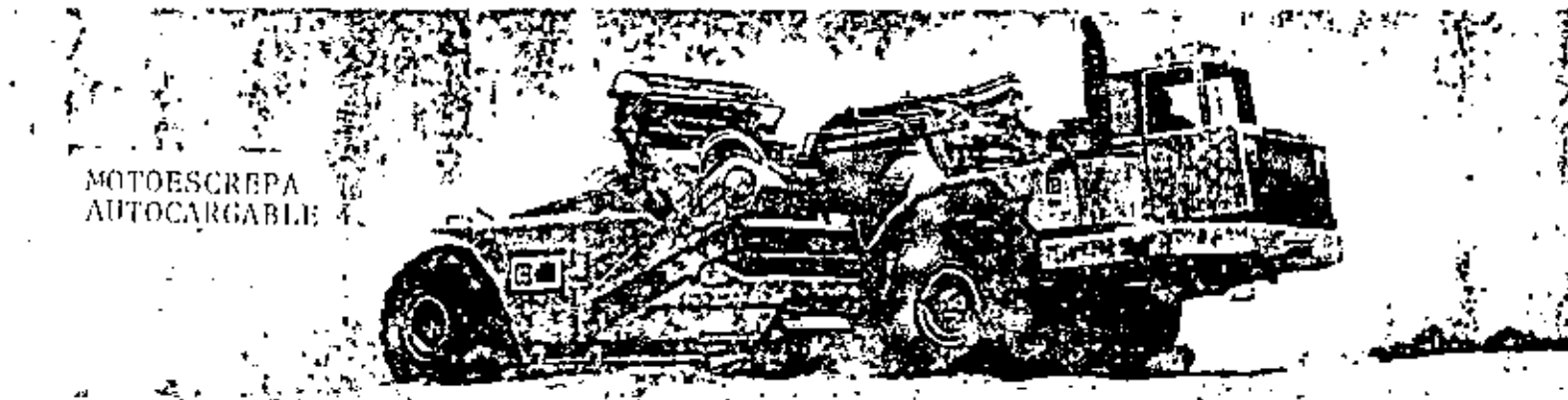
CARGA DE UNA MOTOESCREPA AUTOCARGABLE.- (a) Algunos cortes poco profundos para asegurar la eficiencia del elevador (b) Posición de los diferentes cortes (c) Diferentes tipos de cuchillas de la caja.



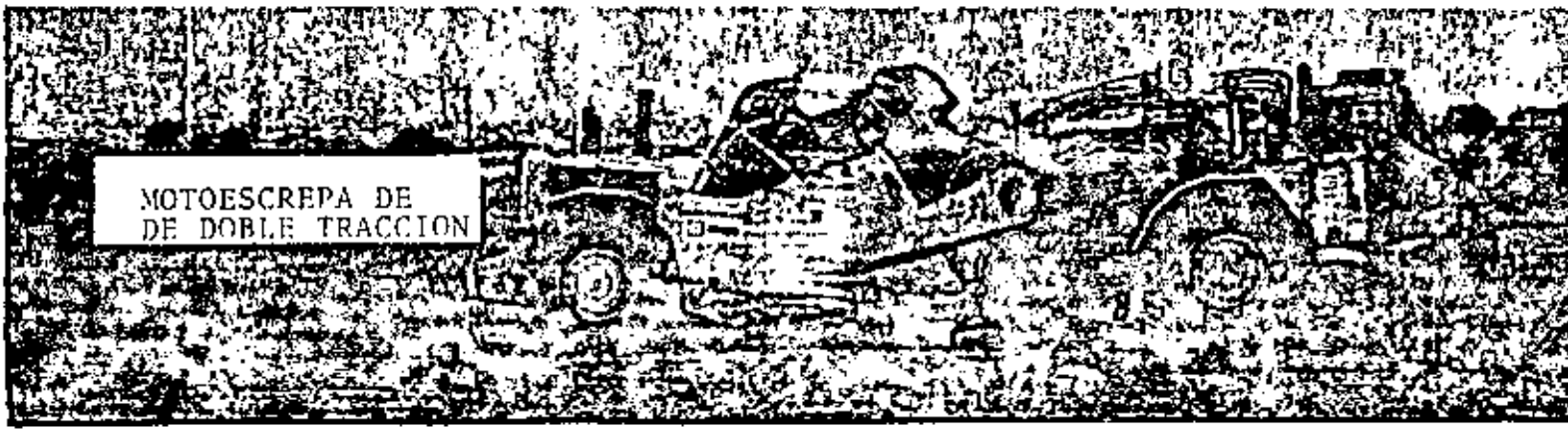
MOTOESCREPA
NORMAL.



MOTOESCREPA
DE EMPUJE Y
TRACCION.



MOTOESCREPA
AUTOCARGABLE.



MOTOESCREPA DE
DE DOBLE TRACCION



621B 20 cu.yd3

631D 31 cu.yd3

641B 38 cu.yd3

651B 44 cu.yd3

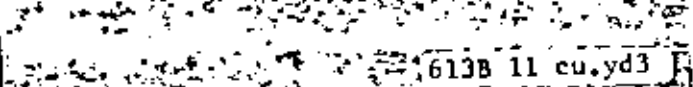
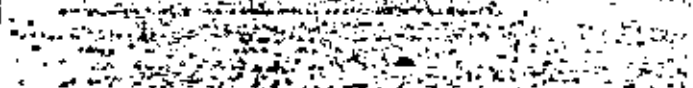
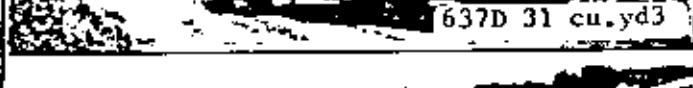
627B14/20cu.yd3

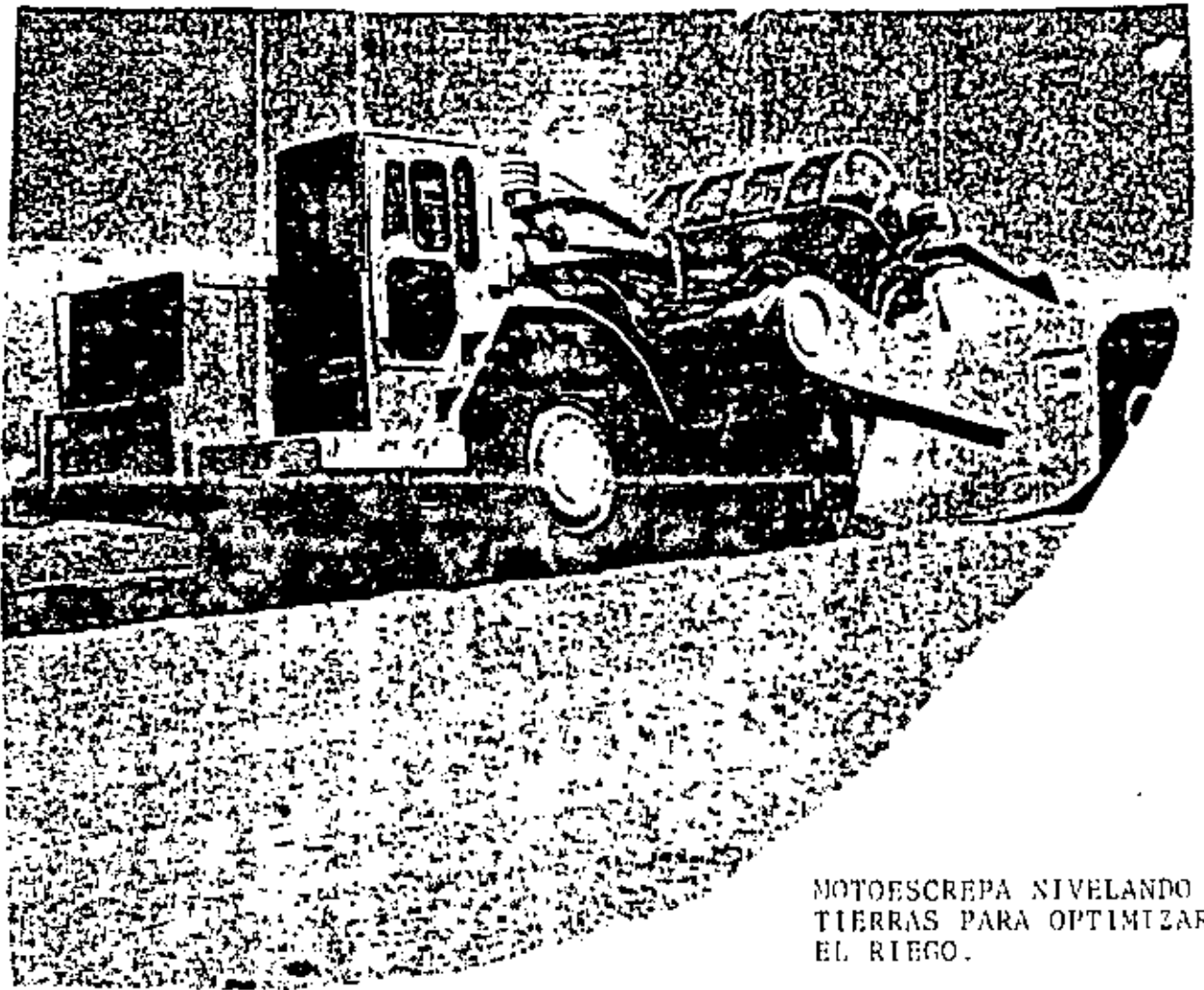
637D 31 cu.yd3

657B 44 cu.yd3

613B 11 cu.yd3

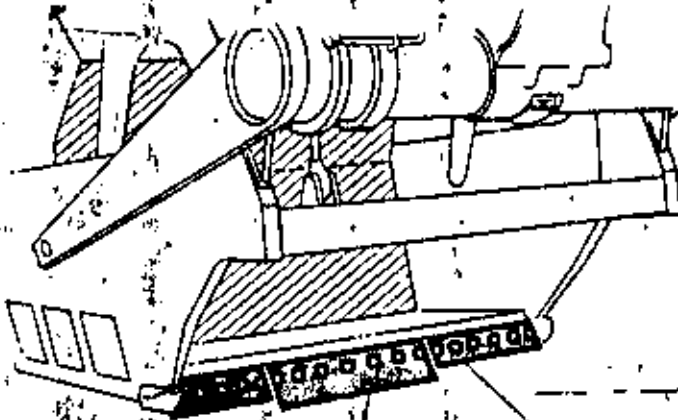
623B 22 cu. yd3





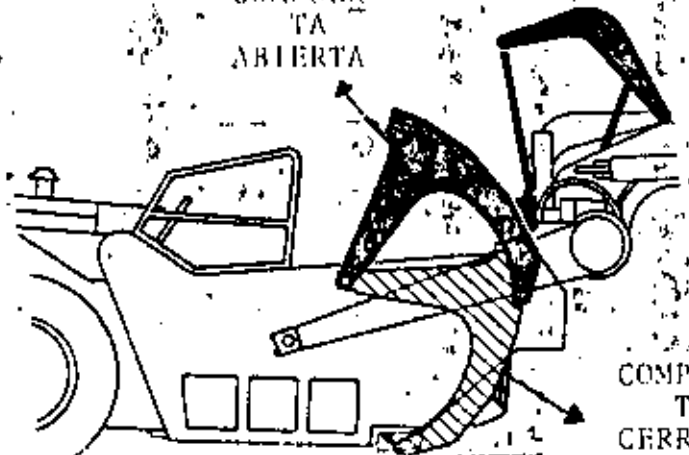
MOTOESCREPA NIVELANDO TIERRAS PARA OPTIMIZAR EL RIEGO.

PLACA EM
PULJADORA



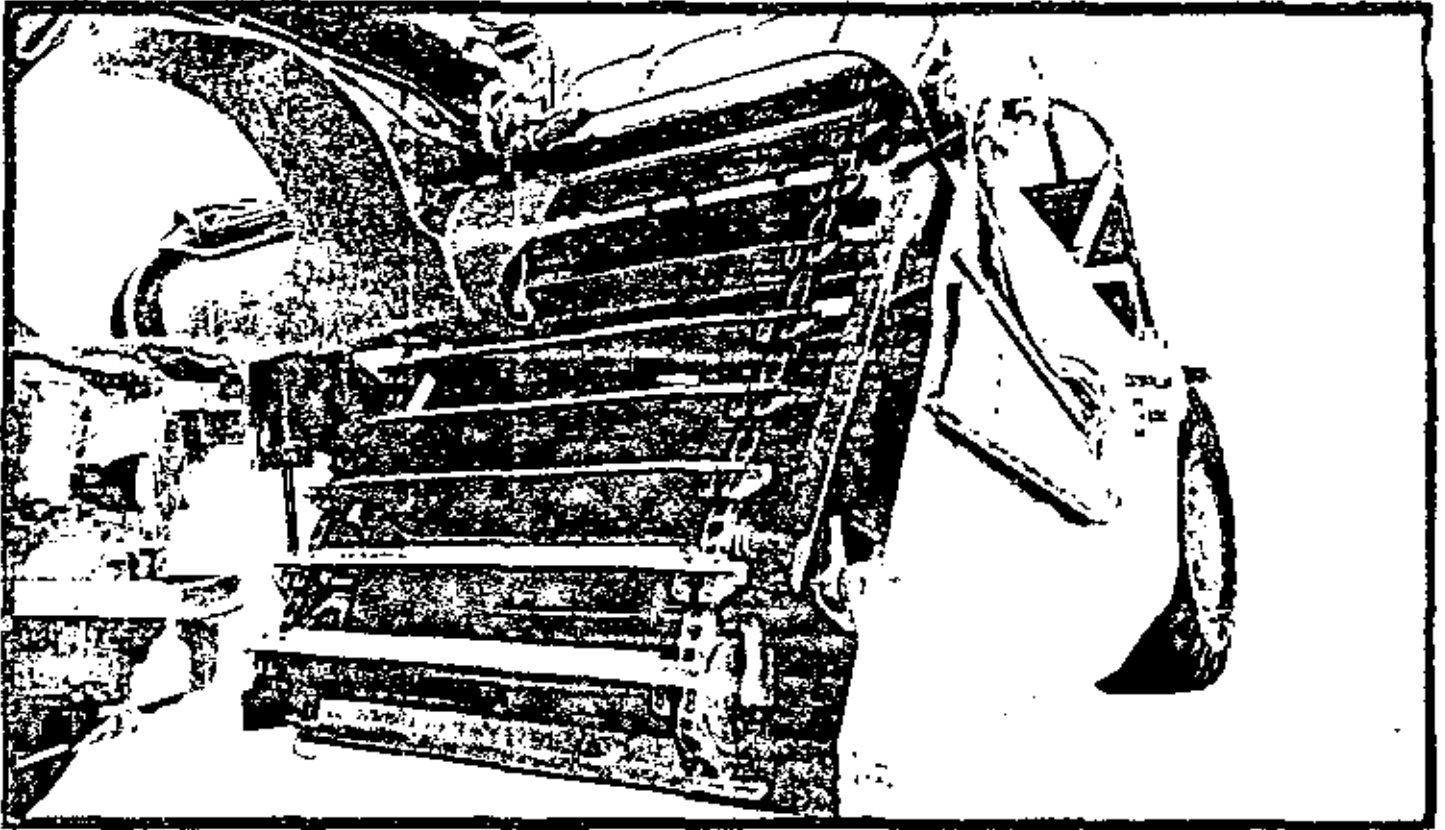
CUCHILLA
INTERCAM-
BIABLE.

COMPUER-
TA
ABIERTA

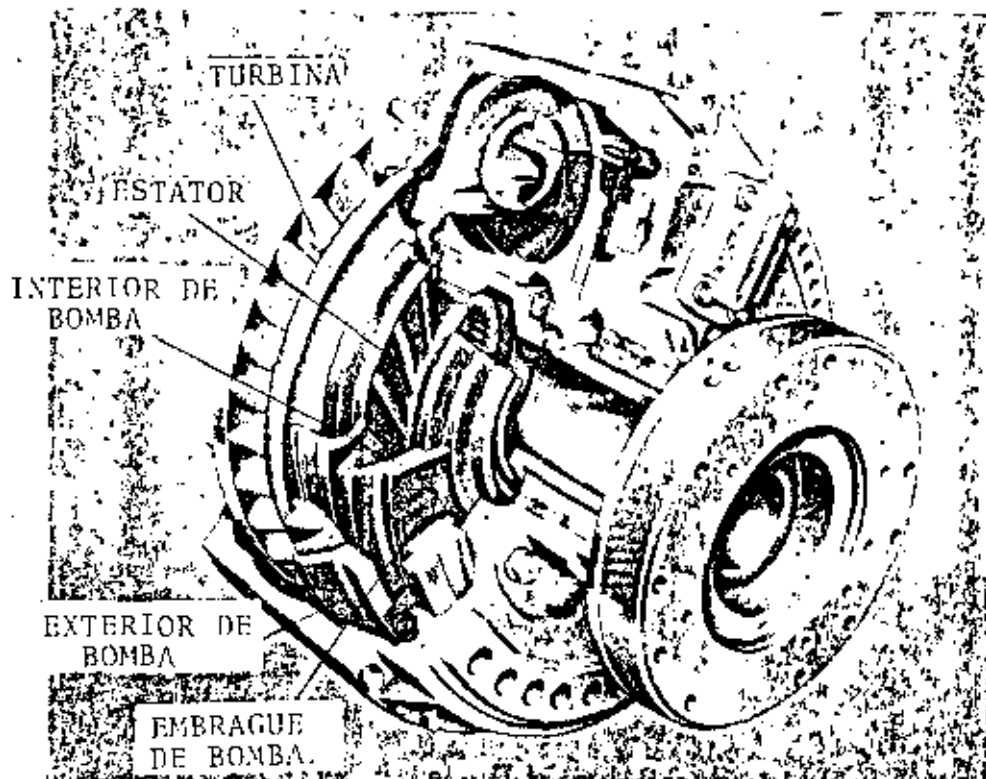


COMPUER-
TA
CERRADA

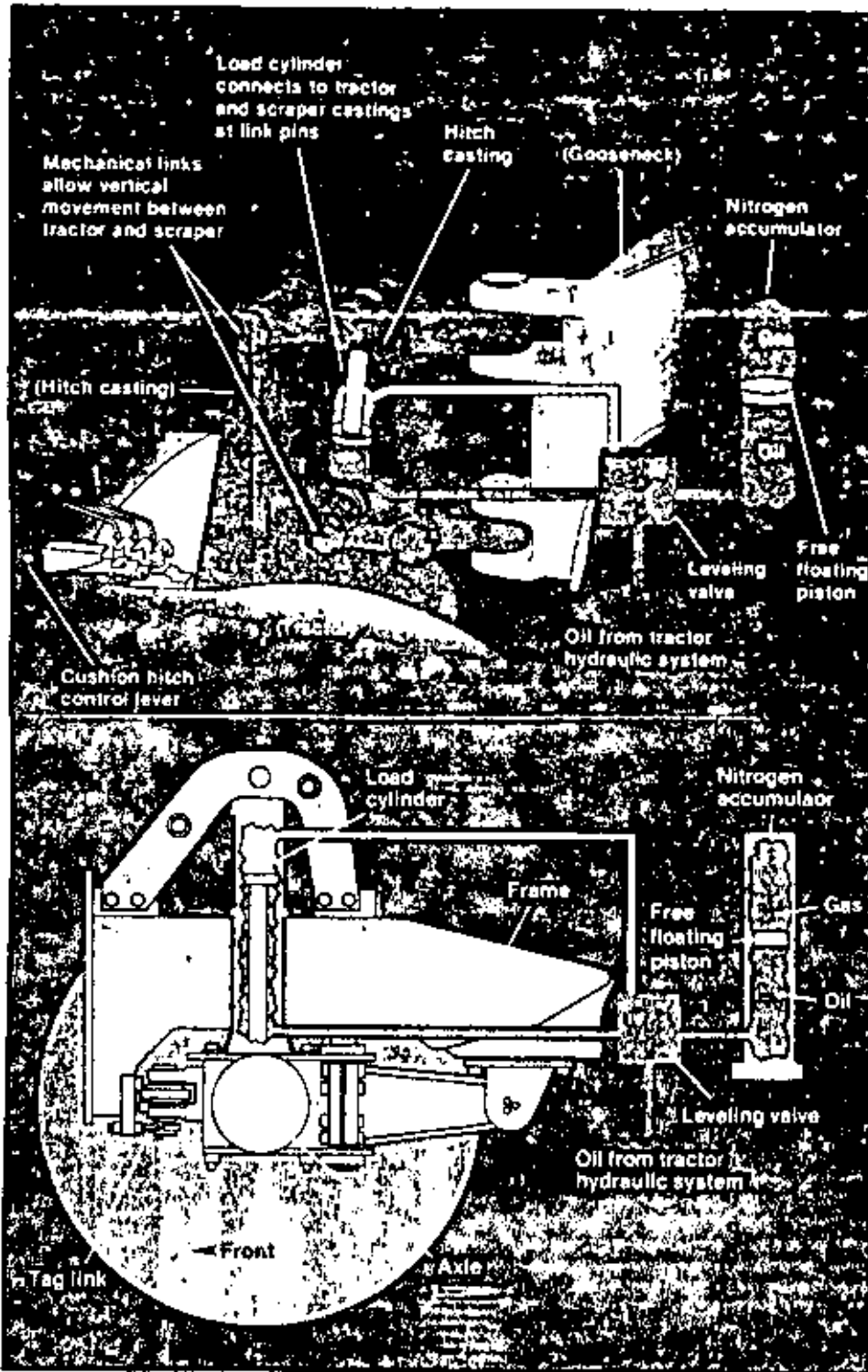
SISTEMA EMPLEADO EN LAS MOTOESCREPAS AUTOCARGABLES.



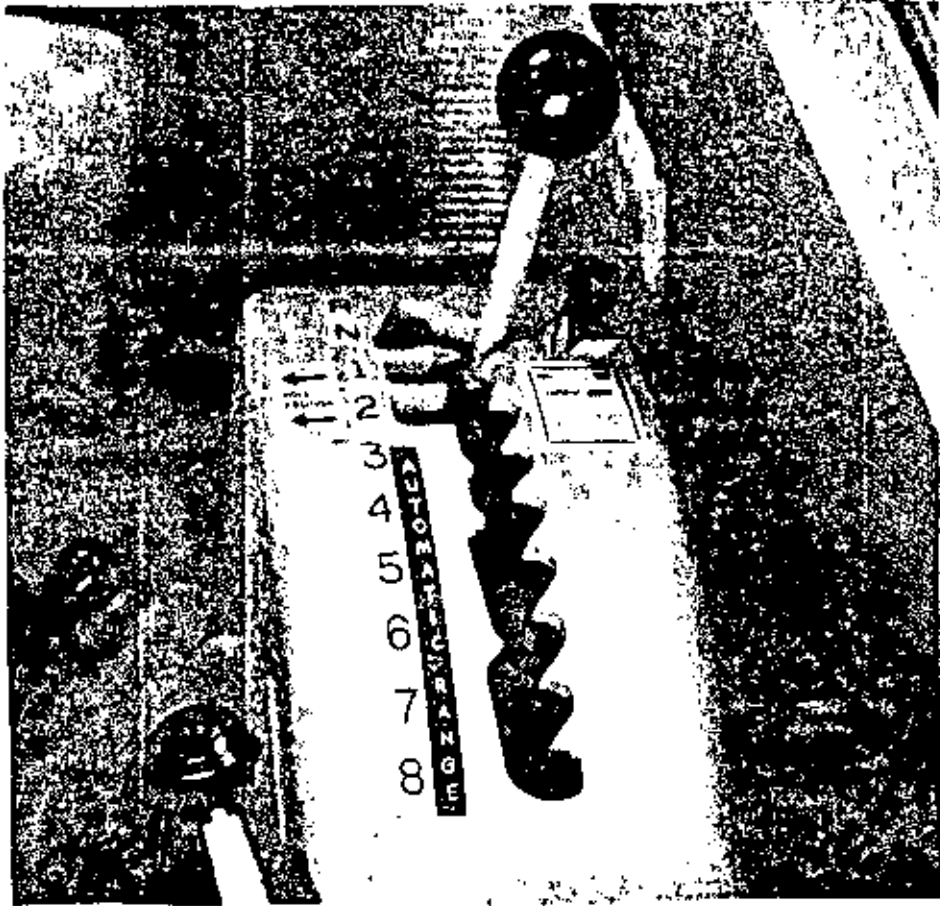
PARA MOVER EL SISTEMA DE ELEVACION SE UTILIZAN MOTORES HIDRAULICOS.



CONVERTIDOR DE PAR.



El enganche amortiguador, aumenta la producción al impedir movimientos bruscos entre el tractor y la caja. A la hora de cortar el material para llenar la caja, el sistema se puede soltar para que el operador tenga un mejor control sobre el corte.



TRANSMISION PLANETARIA SEMIAUTOMATICA DE 8 VELOCIDADES

Con mando de convertidor de par en retroceso y marchas 1 y 2 para lograr elevada tracción en las ruedas en operaciones de corte y relleno. Para rápida aceleración fuera de corte, alta velocidad de acarreo, ciclos cortos y gran economía de combustible está la transmisión mecánica. Los cambios automáticos en las marchas 2 a 8 aumentan la comodidad del operador y la duración de los componentes.

La transmisión de la motoescrepa en las motoescrepas en tándem está sincronizada electrónicamente con la del tractor.

Mototrallias de ruedas

Especificaciones
• Traíllas estándar

	621B		631D		641B		651B	
Potencia en el volante	246 kW	330 HP	336 kW	450 HP	410 kW	550 HP	410 kW	550 HP
Peso de operación (vacía)*	29 120 kg	64,200 lb	42 300 kg	93,260 lb	53 970 kg	118,990 lb	57 550 kg	126,880 lb
Capacidad de la traílla								
A ras	10.7 m ³	14 yd ³	16 m ³	21 yd ³	21.4 m ³	28 yd ³	24.5 m ³	32 yd ³
Colmada	15.3 m ³	20 yd ³	23.7 m ³	31 yd ³	29 m ³	38 yd ³	33.6 m ³	44 yd ³
Carga especificada	21 770 kg	48,000 lb	34 020 kg	75,000 lb	42 840 kg	94,000 lb	47 175 kg	104,000 lb
Distribución del peso — Vacía								
Delante	70%		69%		69%		67%	
Detrás	30%		31%		31%		33%	
Distribución del peso — Cargada								
Delante	55%		54%		54%		52%	
Detrás	45%		46%		46%		48%	
Modelo del motor	3406		3408		D346		D346	
RPM indicadas del motor	1800		2000		1900		1900	
Cilindrada	14.6 L	893 pulg ³	18.0 L	1099 pulg ³	19.5 L	1190 pulg ³	19.5 L	1190 pulg ³
Velocidad máx. (cargada)	47 km/h	29 mph	50 km/h	31 mph	51 km/h	32 mph	50 km/h	31 mph
Círculo de viraje sin paradas restringido por ROPS	13.1 m	36' 6"	12.2 m	40' 1"	13.0 m	42' 9"	13.5 m	44' 2"
Neumáticos — Propul. del tractor de la traílla	29.5-29, 28 PR (E-3)		33 25-35, 38 PR (E-3)		37.5-39, 38 PR (E-3)		37.5 39, 38 PR (E-3)	
Ancho de corte	3.02 m	9' 11"	3.50 m	11' 6"	3.45 m	11' 4"	3.63 m	11' 11"
Profundidad máx. de corte	340 mm	13.4"	480 mm	19"	405 mm	16"	405 mm	16"
Espesor máx. al esparcir	460 mm	18"	425 mm	16.7"	510 mm	20"	510 mm	20"
Cap. de llenado del tanque	511 lit	135 gal	946 lit	250 gal	1060 lit	280 gal	1060 lit	280 gal
DIMENSIONES GENERALES								
Altura de la traílla	3.63 m	11' 11"	4.17 m	13' 8"	4.24 m	13' 11"	4.29 m	14' 1"
Distancia entre ejes	7.72 m	25' 4"	8.74 m	28' 8"	9.45 m	31'	9.73 m	31' 11"
Longitud total	12.7 m	41' 7"	14.25 m	46' 9"	14.86 m	49' 1"	15.34 m	50' 6"
Ancho total	3.45 m	11' 4"	3.96 m	13'	4.04 m	13' 3"	4.32 m	14' 2"
Ancho para embarque (brazo de tiro dentro de la caja)	—		3.66 m	12' 0"	3.58 m	11' 9"	3.81 m	12' 6"
Entreeva de la traílla	2.18 m	7' 2"	2.46 m	8' 1"	2.54 m	8' 4"	2.72 m	8' 11"
Entreeva del tractor	2.21 m	7' 3"	2.48 m	8' 1"	2.49 m	8' 2"	2.59 m	8' 6"

*El peso de operación incluye el refrigerante, lubricantes, el tanque lleno de combustible, la bisera de la cabina o techo ROPS, y el operador.

Especificaciones

- Potencia en tándem
- Empuje y tiro

Mototrallillas de ruedas



627B



637D



657B

Potencia en el volante Tractor	168 kW	225 HP	336 kW	450 HP	410 kW	550 HP
Traila	168 kW	225 HP	186 kW	250 HP	298 kW	400 HP
Peso de operación (vacío)*	33 250 kg	73,306 lb	48 270 kg	106,330 lb	66 710 kg	147,060 lb
Capacidad de la traila A ras	10,7 m ³	14 yd ³	16 m ³	21 yd ³	24,5 m ³	32 yd ³
colmada	15,3 m ³	20 yd ³	23,7 m ³	31 yd ³	33,6 m ³	44 yd ³
Carga especificada	21 775 kg	48,000 lb	34 020 kg	75,000 lb	47 175 kg	104,000 lb
Distrib. del peso — Vacía Delante		59%		63%		60%
Detrás		41%		37%		40%
Distrib. del peso — Cargada Delante		50%		51%		49%
Detrás		50%		49%		51%
Modelo de motor Tractor		3306		3408		D348
Traila		3306		3306		D343
RPM indicadas del motor Tractor		2100		2000		1900
Traila		2200		2200		1800
Cilindrada Tractor	10,5 L	638 pulg ³	18,0 L	1099 pulg ³	19,5 L	1190 pulg ³
Traila	10,5 L	638 pulg ³	10,5 L	638 pulg ³	14,6 L	893 pulg ³
Velocidad máxima (cargada)	55 km/h	34 mph	53 km/h	33 mph	53 km/h	33 mph
Círculo de viraje sin paradas	11,1 m	36' 8"	12,2 m	40' 1"	13,7 m	45' 1"
limitado por cabina o techo ROPS		—		—	18,8 m	55' 1"
Neumáticos: Propulsores del tractor		29.5-28, 28 PR (E-3)		33 25-35, 38 PR (E-3)		37.5-39, 44 PR (E-3)
de la traila		29.5-28, 28 PR (E-3)		33.25-35, 38 PR (E-3)		37.5-39, 44 PR (E-3)
Ancho de corte	3,02 m	9' 11"	3,49 m	11' 5.5"	3,63 m	11' 11"
Profundidad máxima de corte	340 mm	13.4"	483 mm	19"	435 mm	16"
Espesor máximo al esparcir	460 mm	18"	425 mm	16.7"	510 mm	20"
Capac. de llenado del tanque Tractor	511 L	135 gal	948 L	250 gal	1060 L	280 gal
Traila	492 L	130 gal	643 L	170 gal	757 L	200 gal
DIMENSIONES PRINCIPALES						
Altura total de la traila	3,58 m	11' 9"	4,16 m	13' 8"	4,21 m	13' 10"
Distancia entre ejes	7,72 m	25' 4"	8,74 m	28' 8"	10,03 m	32' 11"
Longitud total	13,3 m	43' 9"	14,8 m	48' 8"	15,7 m	51' 8"
Ancho total	3,45 m	11' 4"	3,96 m	13'	4,32 m	14' 2"
Ancho para embarque		—	3,66 m	12' 0"	3,56 m	11' 8"
(brazos de tiro dentro de la caja)		—	2,46 m	8' 1"	2,67 m	8' 9"
Entrevía de la traila	2,18 m	7' 2"	2,46 m	8' 1"	2,59 m	8' 6"
Entrevía del tractor	2,21 m	7' 3"	2,46 m	8' 1"	2,59 m	8' 6"
DIMENS. PRINC. DE EMPUJE Y TIRO						
Peso de operación (vacío)*	34 550 kg	76,170 lb	49 740 kg	109,660 lb	68 700 kg	151,460 lb
Longitud total	14,91 m	48' 11"	16,52 m	54' 3"	17,63 m	57' 10"
Distrib. del peso — Vacía Delante		61%		63%		61%
Detrás		38%		37%		38%
Distrib. del peso — Cargada Delante		51%		51%		50%
Detrás		49%		49%		50%

*El peso de operación incluye refrigerante, lubricantes, el tanque lleno de combustible, la cabina o techo ROPS, y el operador.

Mototrallas de ruedas

Especificaciones

• Traillias autocargadoras



613B



623B



633D

Potencia en el volante	112 kW	150 HP	246 kW	330 HP	336 kW	450 HP	
Peso de operación (vacío)*	14 030 kg	30 940 lb	32 280 kg	71 160 lb	47 000 kg	103 620 lb	
Capacidad de la trailla — colmada	8,4 m ³	11 yd ³	16,8 m ³	22 yd ³	26 m ³	34 yd ³	
Carga indicada	11 795 kg	26 000 lb	22 680 kg	50 000 lb	34 020 kg	75 000 lb	
Distribución del peso — Vacío							
Delante		61%		68%		67%	
Detrás		39%		32%		33%	
Distribución del peso — Cargada							
Delante		48%		54%		52%	
Detrás		52%		46%		48%	
Modelo de motor		3208		3408		3408	
RPM indicadas del motor		2200		1900		2000	
Cilindrada	10,4 L	636 pulg ³	14,6 L	893 pulg ³	18,0 L	1099 pulg ³	
Velocidad máxima (cargada)	39 km/h	24 mph	48 km/h	30 mph	48 km/h	30 mph	
Círculo de viraje sin paradas	6,9 m	22' 4"	11,4 m	37' 4"	12,4 m	40' 7"	
Neumáticos:							
Tractor		18.00-25, 12 PR (E-2)		28.5-29, 28 PR (E-2)		33.25-35, 38 PR (E-3)	
Trailla		18.00-25, 16 PR (E-2)		29.5-29, 28 PR (E-2)		33.25-35, 38 PR (E-3)	
Ancho de corte	2,44 m	8'	3,15 m	10' 4"	3,50 m	11' 6"	
Profundidad máxima de corte	170 mm	6.7"	330 mm	13'	380 mm	15'	
Espaciado de las paletas del elevador	380 mm	15"	508 mm	20"	610 mm	24"	
Número de paletas		18		15		13	
Apertura máxima del piso	1,14 m	3' 9"	1,52 m	5'	1,85 m	6' 1"	
Espesor máximo de esparcimiento	366 mm	14 4"	530 mm	20.8"	510 mm	20"	
Capac. de llenado del tanque de comb.	246 L	65 gal	511 L	135 gal	946 L	250 gal	
DIMENSIONES PRINCIPALES							
Altura total de la trailla	2,85 m	9' 4.5"	3,81 m	12' 6"	4,24 m	13' 11"	
Distancia entre ejes	6,35 m	20' 10"	7,97 m	26' 2"	8,89 m	29' 2"	
Longitud total	9,78 m	32' 1"	12,52 m	41' 1"	14,40 m	47' 3"	
Ancho total	2,44 m	8'	3,55 m	11' 8"	3,96 m	13'	
Ancho para embarque							
(los brazos de tiro dentro de la caja)		—		—		3,66 m	12' 0"
Entreva de la trailla	1,89 m	6' 2.5"	2,18 m	7' 2"	2,46 m	8' 1"	
Entreva del tractor	1,89 m	6' 2.5"	2,21 m	7' 3"	2,46 m	8' 1"	

* El peso de operación incluye refrigerante, lubricantes, la cabina o techo ROPS, el tanque lleno de combustible y el operador.

Especificaciones:

- Trailla autocargadora de potencia en lándem
- Opciones de neumáticos, todos los modelos

Mototraillas de ruedas



639D

Potencia en el volante	Tractor	336 kW	450 HP
	Trailla	186 kW	250 HP
Peso de operación (vacía) ¹		58 365 kg	124,240 lb
Capacidad cargada de la trailla		26 m ³	34 yd ³
Carga especificada		34 020 kg	75,000 lb
Distribución del peso — vacía			
Delante		59%	
Detrás		41%	
Distribución del peso — cargada			
Delante		51%	
Detrás		49%	
Modelo de motor: Tractor		3408	
	Trailla	3306	
RPM indicadas del motor	Tractor	2000	
	Trailla	2200	
Cilindrada	Tractor	18,0 L	1089 pulg ³
	Trailla	10,5 L	638 pulg ³
Velocidad máxima (cargada)		53 km/h	33 mph
Circuito de viraje sin paradas, limitada por cabina o techo ROPS		12,4 m	40' 10"
Neumáticos: Tractor		37.25-35, 38 PR E-3	
	Trailla	37.25-35, 36 PR E-3	
Ancho de corte		35,1 m	11' 6"
Profundidad máxima de corte		380 mm	15"
Espaciamiento de las paletas del elevador		406 mm	16"
Número de paletas		20	
Abertura máxima del piso		1,06 m	6' 1"
Espesor máximo de esparcimiento		510 mm	20"
Capacidad del tanque de combustible			
Tractor		946 lit	250 gal
Trailla		643 lit	170 gal
DIMENSIONES PRINCIPALES.			
Altura total de la trailla		4,42 m	14' 6"
Distancia entre ejes		8,99 m	29' 6"
Longitud total		14,50 m	47' 8"
Ancho total		3,96 m	13' 0"
Ancho para embarque (brazos de tiro dentro de la caja)		3,66 m	12' 0"
Entrevía de la trailla		2,47 m	8' 1"
Entrevía del tractor		2,47 m	8' 1"

¹ El peso de operación incluye refrigerantes, lubricantes, el techo ROPS, el tanque lleno de combustible, y el operador.

OPCIONES DE NEUMATICOS	613B		621B 623B 627B		631D 633D 637D		641B		651B 657B	
	Tr.	Traill	Tr.	Traill	Tr.	Traill	Tr.	Traill	Tr.	Traill
18 00-25 16 tel. E2	*									
23 5-25 16 tel. E2	*	*								
" E3	*	*								
" XRB ⁴	*	*								
29 5-29 28 tel. E2			*	*						
" E3			*	1 *						
" 34 tel. E2			*	*						
" E3			*	*						
" ** XKB			*	*						
" ** XRB			*	*						
" UNISTEEL RL3			*	*						
29 5-35 26 tel. E2			*	*						
" E3			*	*						
" ** XKB			*	*						
" ** XRB			*	*						
33 25 29 28 tel. E3			*	2 *						
33 25 35 ** XKB					*	*				
" ** XRB					*	*				
33 25 35 GSP					*	*				
37 25 35 30 tel. E3					*	*				
37 5-39 44 tel. E3							*	*	*	*
" 52 tel. E3									*	3 *
" ** XKB									*	*
" ** XRB									*	*
37 25 R35 XRB							*	4 *		
" UNISTEEL RL3									*	*

1 — 29 5-29 (28 telas) E3 disponible sólo en el tractor y trailla 623B

2 — 33 25-29 (26 telas) E3 4x10 en el tractor 623B o la trailla

3 — 37 5-39 (52 telas) E3 disponibles sólo en el tractor 657B y a trailla

4 — 37 25 R35 XRB disponible en el tractor y trailla 639D

TIEMPOS FIJOS TÍPICOS PARA MOTOESCREPAS

(Las condiciones del trabajo pueden hacer variar los tiempos)

MODELO	Tipo de Carga	Tiempo de Carga (min.)	Maniobr. y esparcim. o maniobras y descarga (min.)
613B	Autocargadora	0.9	0.7
621B	Un D8K	0.7	0.7
623B	Autocargadora	0.9	0.7
627B	Un D8K	0.6	0.6
627B/E. y T.	Autocargadora	0.8 *	0.7
631D	Un D9H	0.7	0.7
633D	Autocargadora	0.9	0.7
637D	Un D9H	0.6	0.6
637D/E y T.	Autocargadora	0.9 *	0.7
639D	Autocargadora	1.0	0.7
641B	Dos D9H	0.7	0.7
651B	Dos D9H	0.7	0.7
657B	Dos D9H	0.5	0.6
657B/E. y T.	Autocargadora	1.0 *	0.7

* Tiempo de carga del par de máquinas, incluso el tiempo de transferencia.

NEUMÁTICOS.

Los costos de neumáticos son parte importante del costo horario de cualquier máquina de ruedas. La mejor estimación de este punto se obtiene cuando las cifras de la vida útil del neumático se basan en la experiencia utilizando los precios que el dueño realmente paga al reemplazar los neumáticos.

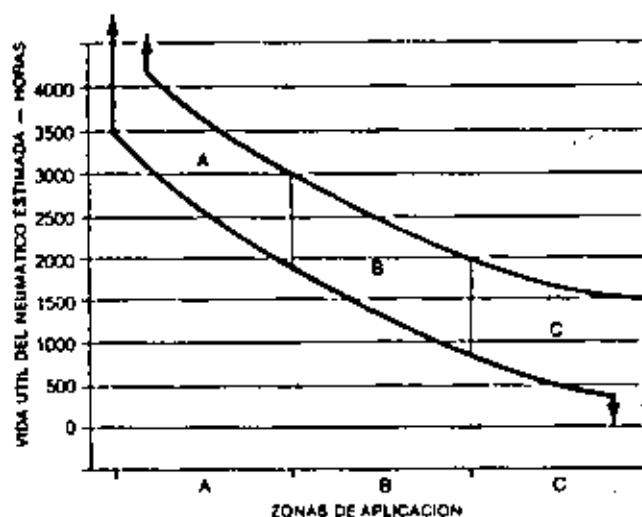
En los casos en donde no hay antecedente disponible, siga las gráficas del estimador de vida útil que se muestran a continuación.

Zonas de Aplicación:

Zona A: Casi todos los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura debido a la abrasión.

Zona B: Los neumáticos se desgastan pero ocurren otras fallas prematuras debidas a cortes por rocas, desgarraduras o pinchazos irreparables.

Zona C: Pocos o ninguno de los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura antes de descartarlos generalmente debido a cortes por rocas.

MOTOESCREPAS.

VIDA UTIL ESTIMADA DE LOS NEUMATICOS DE LAS
UNIDADES DE ACARREO (CAMIONES Y MOTOESCREPAS)

No.	Condiciones	Factor
I	Mantenimiento	
	Excelente	1.090
	Promedio	.981
	Pobre	.763
II	Velocidades Máximas	
	10 mph - 16 Km/h	1.090
	20 mph - 32 km/h	.872
	30 mph - 48 km/h	.763
III	Condiciones del terreno	
	Tierra blanda - Sin roca	1.090
	Tierra blanda - Algunas rocas	.981
	Bien mantenido - Ruta de grava	.981
	Mal mantenido - Ruta de grava	.763
	Voladura - Rocas agudas	.654
IV	Posición de las Ruedas.	
	Remolque	1.090
	Delantera	.981
	Impulsora (Descarga trasera)	.872
	(Descarga por el fondo)	.763
	(Motoescropa)	.654

V	Carga (Ver nota VII)	
	20% Sobrecarga	.872
	40% Sobrecarga	.545
VI	Curvas	
	Ninguna	1.090
	Medias	.981
	Severas	.872
VII	Pendientes (Neumáticos impulsores únicamente)	
	Nivel	1.090
	5% máximo	.981
	15% máximo	.763
VIII	Otras combinaciones varias (Ver la nota siguiente)	
	Ninguna	1.090
	Media	.981
	Severa	.872

(Hay que usar la Condición VIII cuando hay sobrecarga junto con una o más de las condiciones primarias de conservación, velocidades, condiciones de peralte. La combinación de niveles severos en dichas condiciones, junto con una sobrecarga, creará una condición aún más severa que contribuirá en mayor proporción a una falla prematura del neumático que los factores individuales de cada condición).

Utilizando las Horas Base, multiplique el factor apropiado para cada condición para obtener como producto final las horas estimadas aproximadas (o millas).

Ejemplo: Un camión de obras equipado con neumáticos impulsores-E-4 trabajando en un camino de acarreo bien mantenido con curvas fáciles y pendientes mínimas y recibiendo una atención de mantenimiento del neumático "promedio" puede ser sobrecargado en un 20%.

Condición: I II III IV V VI VII VIII
 Factor 0,981x0,872x0,981x0,872x0,872x0,981x0,981x0,981
 x 3.510 horas base = 2,114 horas (digamos 2,100 horas)

COEFICIENTES APROXIMADOS DE LOS
FACTORES DE TRACCION EN
EL SUELO.

M A T E R I A .	FACTORES DE TRACCION		
	RUEDAS CON NEUMATICOS	NEUMATICOS SIN TALONES	CADENAS
Concreto.....	.90	.45	.45
Marga arcillosa, seca.....	.55	.70	.90
Marga arcillosa, mojada....	.45	.55	.70
Marga arcillosa con surcos.	.40	.55	.70
Arena seca.....	.20	.25	.30
Arena mojada.....	.40	.45	.50
Canteras.....	.65	.70	.55
Camino de grava suelta.....	.36	.40	.50
Nieve compacta.....	.20	.25	.27
Hielo.....	.12	.10	.12
Zapatas semicaladas			
Tierra firme.....	.55	.75	.90
Tierra floja.....	.45	.50	.60
Carbón amontonado.....	.45	.50	.60



RENDIMIENTO DEL EQUIPO PESADO DE ACARREO.

Dentro de esta clasificación se encuentran las motoescrapas, los camiones para fuera de carretera y las vagonetas principalmente.

Resalta el hecho de que en estos equipos juega un papel importante su capacidad de tracción contra su peso (cargado y/o vacío) y las resistencias que encuentran a su rodamiento.

Para conocer y poder calcular sus rendimientos, conviene familiarizarse con algunos conceptos y aprender el manejo de gráficas que proporcionan los fabricantes.

FUERZA DE TRACCION EN LAS LLANTAS (RIMPULL). Este concepto se refiere a la fuerza de tracción que por especificación de construcción tiene disponible en libras ó kilogramos una máquina en las llantas a diversas velocidades, la que le permite al rodar jalar una carga pesada y que se ve afectada por el coeficiente de tracción entre ellas y el suelo.

PESO DE LA MAQUINA.- Se refiere al peso total y debe conocerse si viaja vacía (por especificación del fabricante) ó si va cargada y el volumen que acarrea de acuerdo a su abudamiento y peso específico.

RESISTENCIA TOTAL.- Para que una máquina se mueva, se oponen básicamente dos clases de resistencias, la que se conoce como resisten

cia al rodamiento y la resistencia por vencer alguna inclinación del camino que se maneja precisamente en % de pendiente. La primera se da en Kg. por tonelada de peso de la máquina, pero puede transformarse en un equivalente a un % de pendiente adversa con lo cual se tiene ambas resistencias en la misma unidad. (1% de pendiente). La transformación se efectúa considerando cada 10 Kg/Ton., de resistencia al rodamiento igual a un 1% de pendiente. Es decir existe una pendiente real topográfica y una pendiente virtual por resistencia al rodamiento, que la máquina debe vencer.

Existen dos maneras de conocer las resistencias al rodamiento:

En la primera, se utiliza la siguiente tabla, en que se marcan los diferentes tipos de caminos y su resistencia en Kg./ton. ó en % de pendiente que proporcionan los fabricantes de acuerdo a la experiencia acumulada por sus máquinas.

TIPO DE CAMINO.	RESISTENCIA	
	Kg/Ton.	%
1).- Superficie dura, lisa estabilizada con humedad y mantenimiento y sin penetración inferior de las llantas.	20	2
2).- Superficie firme, lisa sin estabilizar, con polvo, que se flexiona ligeramente bajo la carga ó está ondulada con mantenimiento regular y algo humedecida.	30	3
3).- Superficie lodosa, con carriles de las rodadas, sin mantenimiento ni estabilización.		
a).- Penetración de las llantas entre 1" y 2"	50	5
b).- Penetración de las llantas entre 4" y 6"	75	7.5
4).- Arena suelta ó Grava.	100	10
5).- Camino en pésimas condiciones de mantenimiento (blando, fangoso con rodadas).	100-200	10-20

En la segunda, algunos autores suponen para mayor facilidad lo siguiente:

Camino pavimentado	35 Kg/Ton	=	3.5%
Camino revestido	50 Kg/Ton	=	5 %
Camino sin revestir	65 Kg/Ton	=	6.5%

PERDIDAS POR ALTITUD. La potencia de las máquinas se ve disminuida por la altitud y aunque cada modelo tiene sus propias características que conviene consultar, puede suponerse una pérdida del 1% por cada 100 metros, después de los 1,500 metros de altura sobre el nivel del mar. Esta pérdida de potencia es directamente proporcional también a una pérdida de tracción en las llantas (Rimpull).

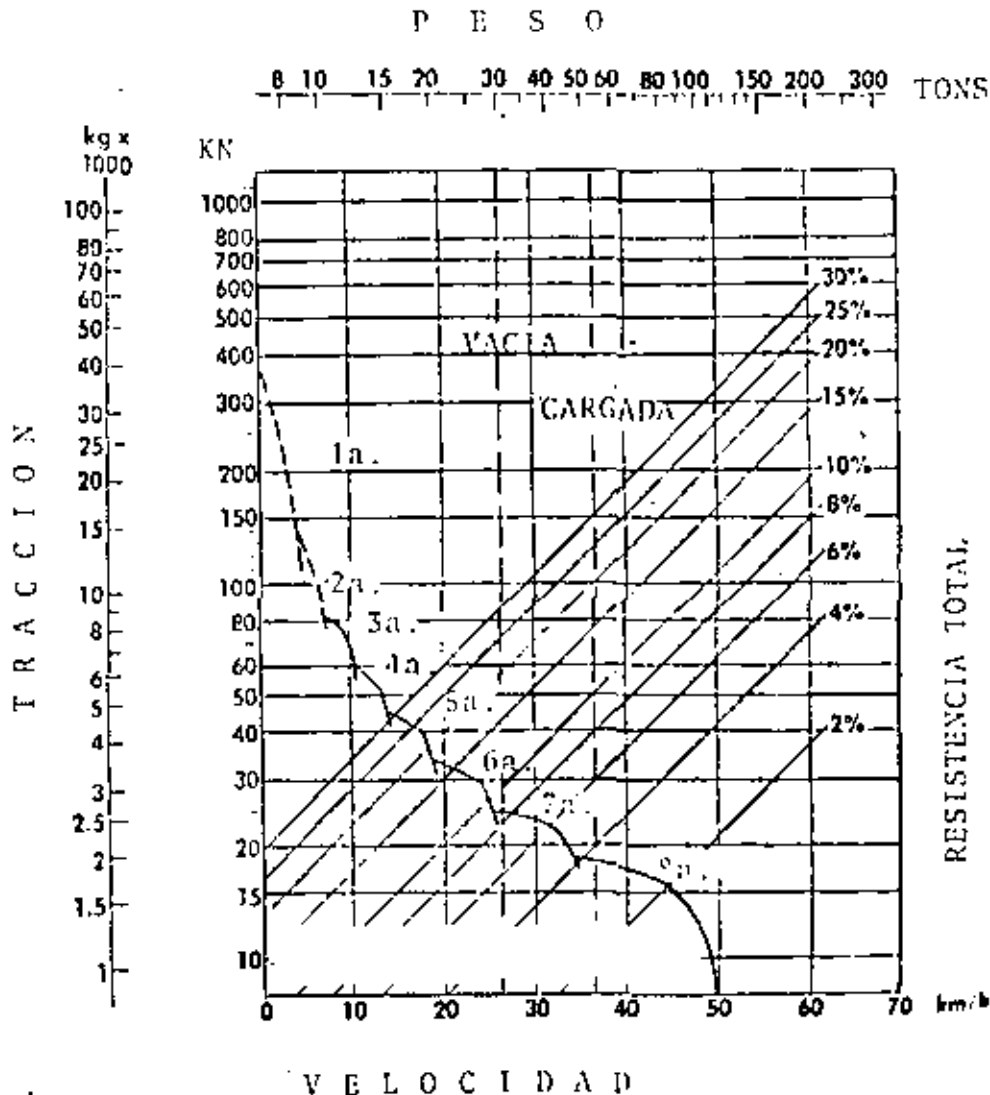
CURVA DE VELOCIDADES - RESISTENCIAS = FUERZA DE TRACCION (VRT)

Esta curva, como la que se muestra a continuación relaciona las tres variables anotadas.

En la parte inferior se marca la velocidad de tránsito de la máquina en Km/hora y millas/hora y que corresponden a las que trae de fábrica en su transmisión y que van desde la primera hasta la octava.

Del lado derecho la resistencia total, toda ella transformada a una pendiente que en este caso va desde el 2% hasta el 30%.

En la parte izquierda la Fuerza de Tracción que puede desarrollar la máquina en sus distintas velocidades marcada en Kg. x 1000 y KN.



El manejo de esta curva es como sigue:

Supongamos que la máquina tiene que vencer una resistencia total - equivalente a un 10% de pendiente y que conocemos el peso vacía, - pues además está marcado en la gráfica, y que llena tiene un peso - adicional de 21,800 Kg.

Tomando la línea inclinada del 10% llegamos hasta cortar la línea del peso vacía, de ahí se lleva una línea horizontal hacia la izquierda que nos marca una Fuerza de Tracción necesaria de 2,800 - Kg., pero además nos indica que esto lo puede lograr en la 6a. ve - locidad que es de aproximadamente 24 Km/hora.

Si se hace lo mismo, pero cortando la línea del peso de la máqui - na cargada, nos indica que requiere de una tracción de 4,900 kg., que se logra en la 4a. velocidad transitando a 13 Km/hora. Como - se verá más adelante estas velocidades son óptimas y deben afec - tarse de algún coeficiente.

CURVA DE OPTIMIZACION DE FRENAJE (OF).

Conviene aclarar que esta es llamada de varios modos; en los catá - logos en inglés se denomina "retarder curve" y en los editados en español le llaman "Rendimiento de los frenos", pero su uso se re - fiere fundamentalmente a la velocidad óptima a la que según el fa - bricante puede descender libre en pendiente, considerando su pe - so sin tener necesidad de abusar de los frenos y provocar su ca - lentamiento y desperfectos así como posibles accidentes.

Para manejar esta curva, debe conocerse también la resistencia to - tal, sólo que en este caso y para el uso de la misma debe restár - sele al % de pendiente el % de resistencia al rodamiento, ya que - ésta se opone al descenso libre del equipo. A ello se le llama - "pendiente efectiva" y sólo se usa cuando la resistencia total es negativa.

A continuación se muestra esta curva para la misma motoescropa - - CAT-621B, su manejo es similar a la curva anterior, sólo que no - aparece la Fuerza de Tracción que en este caso no nos interesa co - nocer.

EJEMPLO:

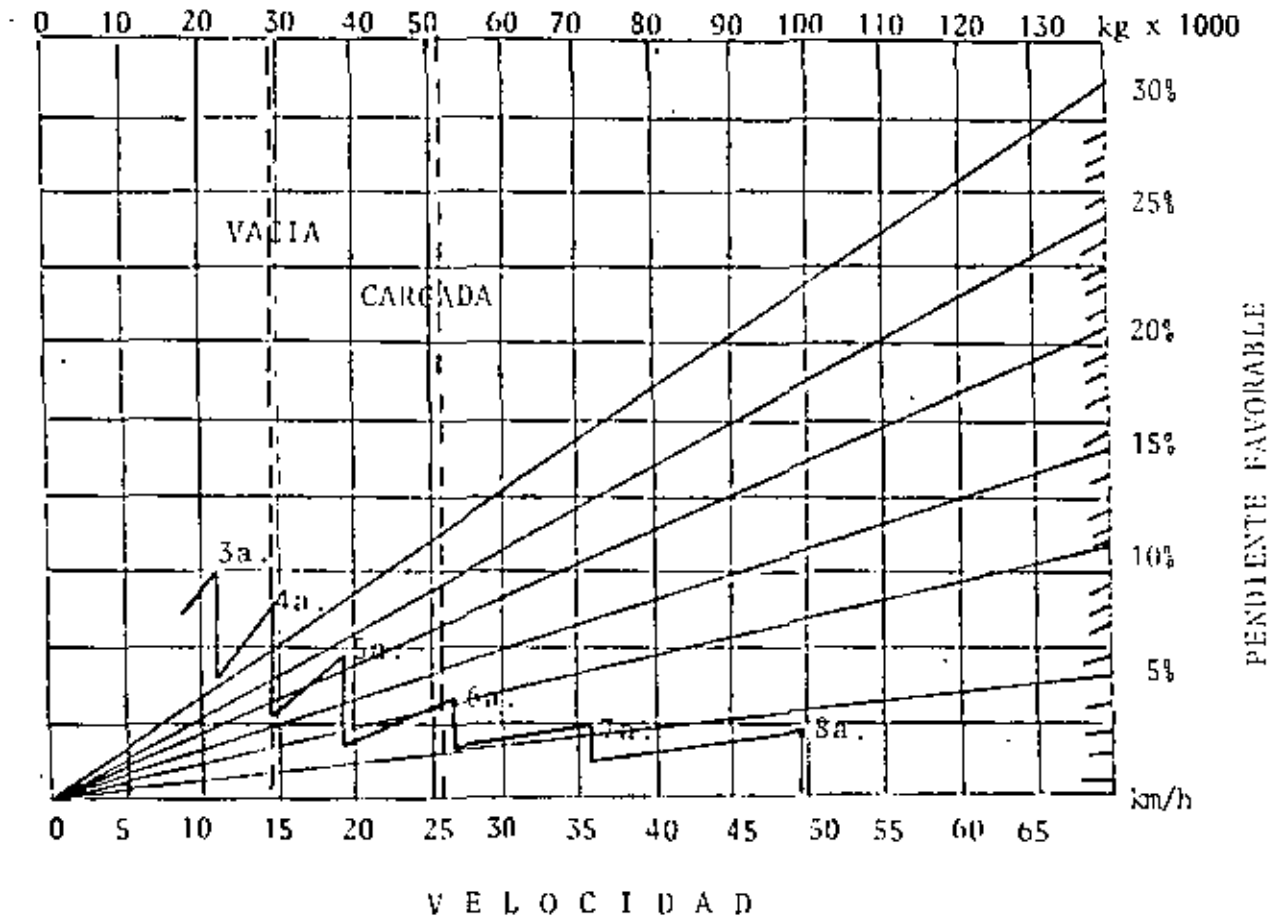
Supongamos una motoescropa cargada con un material que pesa - - 21,773 Kg. que descende por una pendiente del 15% en un camino - de clasificación 3a). Necesitamos conocer la velocidad para opti - mización del frenaje con el equipo vacío y cargado.

$$\text{Resistencia total } \hat{=} \text{ Pendiente real } - \text{ Resistencia al } \\ \text{pendiente efectiva} \quad \quad \quad \text{Rodamiento}$$

$$RT = - 15\% + 5\% = - 10\%$$

Entrando en la gráfica con la línea de 10% cruzamos la vertical - de la máquina cargada y hacia abajo nos marca que puede tramitar - en 6a. velocidad a 26 Km/hora.

P E S O



TRACCION. Un elemento importante a revisar en estas máquinas es la tracción efectiva que es la fuerza que realmente puede aplicar la llanta para el rodamiento y que se ve afectada tanto por el peso del equipo que soporta cada una de las llantas como por el coeficiente de tracción.

De esta manera la Fuerza de Tracción utilizable será igual a la Fuerza de Tracción aplicada a cada rueda multiplicada por el coeficiente de Fricción.

Este coeficiente es variable según se ve en el siguiente cuadro.

MATERIAL	COEFICIENTE DE FRICCIÓN PARA LLANTAS.
Concreto	0.90
Arcilla Seca	0.55
Arcilla húmeda	0.45
Arcilla seca con rodadas.	0.40
Arena seca	0.20
Arena húmeda	0.40
Rezaga	0.65
Revestimiento suelto	
Tierra firme.	0.55
Tierra suelta	0.45

La Fuerza de Tracción utilizable solo puede aplicarse a las llantas motrices que cargan aproximadamente el 54% del peso total cuando va cargada, y el 60% cuando va vacía en las motoescrapas y 50% siempre en los camiones de fuera de carretera.

EJEMPLO.

Calcular la Fuerza de Tracción utilizable por una motoescrapa que lleva un peso total de 45,400 Kg. para el caso de transitar en tierra firme y en tierra suelta.

$$\text{Peso sobre las ruedas motrices} = 45,400 \times 0.54 = 24,516 \text{ Kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{Coeficientes de Tracción. Tierra firme} &= 0.55 \\ \text{Tierra suelta} &= 0.45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fuerza de tracción utilizable en tierra firme} &= 24,516 \times 0.55 \\ &= 14,583 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

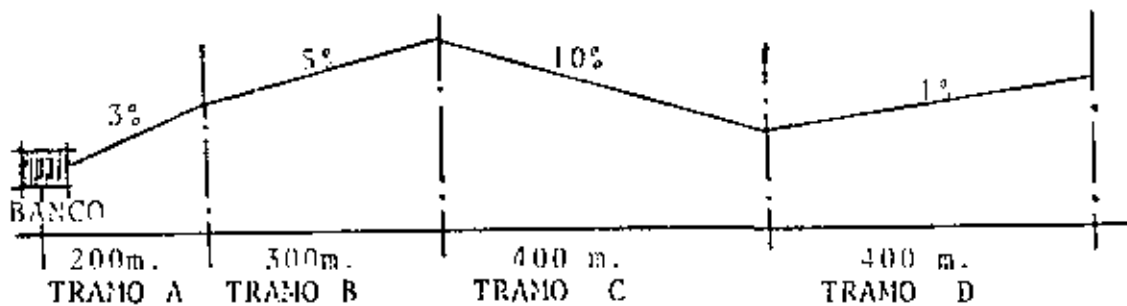
$$\begin{aligned} \text{Fuerza de tracción utilizable en tierra suelta} &= 24,516 \times 0.45 \\ &= 11,032 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Si la tracción requerida por la máquina fuera mayor que cualquiera de estas cantidades, estaría imposibilitada para moverse pues las llantas patinarían.

RENDIMIENTO CALCULADO. El sistema más adecuado para analizar el rendimiento de los equipos pesados de transporte es mediante el procedimiento de cálculo que solo utiliza las curvas de velocidades - Resistencias - Fuerza de Tracción (VRT) y la de optimización de frenaje (OF).

PROBLEMA: Se requiere realizar el movimiento como motoescrapas de 16 yd³ de 200,000 M³. mensuales (medidos en banco) de un material arcillo-arenosa con abundamiento del 20% y con un peso específico de 1,780 kg/m³. (3,000 lbs/yd³). Se trabajan dos turnos de 12 horas 25 días al mes.

La capacidad de las escrepas es de 16 yd³ (12.22 M³) y su peso vacía es de 29.120 Kg. La superficie de rodamiento es del tipo dos- (Firme, lisa sin estabilizar con flexionamiento regular). El trabajo se encuentra a 3,000 m.s.n.m. Calcular el No. de motoescrepas necesarias si la eficiencia del trabajo es del 75% (45 minutos efectivos x hora) y el perfil del camino es el siguiente:



ANALISIS DE LA RESISTENCIA TOTAL.

Rodamiento (30 Kg/Ton)

Pendiente (10 Kg/Ton %)

RESISTENCIA TOTAL EN KG/TON.

TRAMO	I D A			TRAMO	REGRESO		
	R	P	TOTAL		R	P	TOTAL
A	30	30	60	D	30	-10	20
B	30	50	80	C	30	+100	130
C	30	-100	-70	B	30	-50	-20
D	30	10	40	A	30	-30	0

RESISTENCIA TOTAL EN EQUIVALENTA A % DE PENDIENTE

TRAMO	IDA	TRAMO	REGRESO
A	6%	D	2%
B	8%	C	13%
C	-7%	B	-2%
D	4%	A	0%

RESISTENCIA TOTAL EN KGS. INCLUYENDO LA PERDIDA DE
POTENCIA POR ALTITUD (15%)

TRAMO	I D A	TRAMO	REGRESO
A	$60 \times 50.9 \times 1.15 = 3.512 \text{ Kg.}$	D	$20 \times 29.1 \times 1.15 = 669 \text{ Kg.}$
B	$80 \times 50.9 \times 1.15 = 4.682 \text{ Kg.}$	C	$130 \times 29.1 \times 1.15 = 4.350 \text{ Kg.}$
C	$-70 \times 50.9 \times 1.15 = -4.097 \text{ Kg.}$	B	$-20 \times 29.1 \times 1.15 = -669 \text{ Kg.}$
D	$40 \times 50.9 \times 1.15 = 2.341 \text{ Kg.}$	A	$0 \times 29.1 \times 1.15 = 0$

PESOS DE LA MAQUINA:

VACIA	29.120 Kg.
CARGADA $29.120 + 1780 \times 12.22$	50.920 Kg.

FUERZA DE TRACCION UTILIZABLE.

Coefficiente de Fricción = 0.45

Pérdida de potencia por altitud.

(1 % 100 mts. después de 1.500)

$$\frac{3000 - 1500}{100} \times 1\% = 15\%$$

Máquina vacía $29.120 \times 0.69 \times 0.45 \times 0.85 = 7685 \text{ Kg.}$

Máquina cargada $50.920 \times 0.54 \times 0.45 \times 0.85 = 10,517 \text{ Kg.}$

Comparando la fuerza de tracción utilizable contra la máxima resistencia observamos que el viaje de ida cargada de 10,517 Kg. y la resistencia máxima es de 4682 Kg. y de regreso disponemos de 7685 kg. y la máxima resistencia es de 4350 Kg. Esto quiere decir que la máquina puede transitar sin patinar.

Cálculo de las velocidades de traslado. De la curva VRT tomamos -- las resistencias en % (solamente las positivas).

En los tramos cuya pendiente es favorable, usamos la curva OF (*)

TRAMO	RESIS- TENCIA %	I D A VELOCIDAD	(+) VM	TRAMO	RESIS- TENCIA %	REGRESO (+) VELOCIDAD	VM
A	6	6a=25 K/H.	20 K/H	D	2	8a=50K/H	40K/H
B	8	5a=18 K/H	14.4 K/H	C	13	5a=18K/H	14.4K/H
C	(*) 7	7a=36 K/H	28.8 K/H	B	(*) 2	8a=49K/H	38.4K/H
D	4	7a=35 KH	28 K/H	A	0	81=48K/H	38.4 K/H

(4) Como estas son velocidades máximas sin considerar variaciones por aceleraciones y desaceleraciones, conviene multiplicarlas por 0.80

CALCULO DEL CICLO.

TRAMO	IDA	TRAMO	REGRESO
A	$.200 \times 60/20 = .6 \text{ min.}$	D	$.400 \times 60/40 = 0.60 \text{ min.}$
B	$.399 \times 60/14.4 = 1.25 \text{ min.}$	C	$.400 \times 60/14.4 = 1.66 \text{ min.}$
C	$.400 \times 60/28.8 = 0.83 \text{ min.}$	B	$.300 \times 60/38.4 = 0.47 \text{ min.}$
D	$.400 \times 60/28 = 0.85 \text{ min.}$	A	$.200 \times 60/38.4 = 0.31 \text{ min.}$
	TIEMPOS 3.53 min		3.04 min.

Ciclo Total = Tiempos fijos + Tiempo Ida y Tiempo Regreso
 $= 1.5 \text{ min} + 3.53 \text{ min.} + 3.04 \text{ min} = 8.07 \text{ min.}$

Número de viajes por turno de 12 horas.

$$N = \frac{12 \times 60}{8.07} = 89$$

Por razón de eficiencia (75%)

$$N = 89 \times 0.75 = 67 \text{ viajes}$$

Producción mensual medida en la motoescropa

$$P = 67 \text{ viajes/turno} \times 2 \text{ turnos} \times 25 \text{ días} \times 12.22 \text{ m}^3 \text{ capacidad} \\ = 40.937 \text{ M}^3 \text{ sueltos.}$$

Como el problema se refiere a material medido en banco y este se abunda en 20%, el volumen que nos interesa será:

$$P = \frac{40.937}{1.20} = 34.114 \text{ M}^3 \text{ medidos en banco.}$$

Finalmente el número de motoescropas requeridas para este trabajo será:

$$\frac{200,000}{34.114} = 5.86 = \underline{6 \text{ motoescropas}}$$

EMPUJADORES.

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

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

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

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

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

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

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

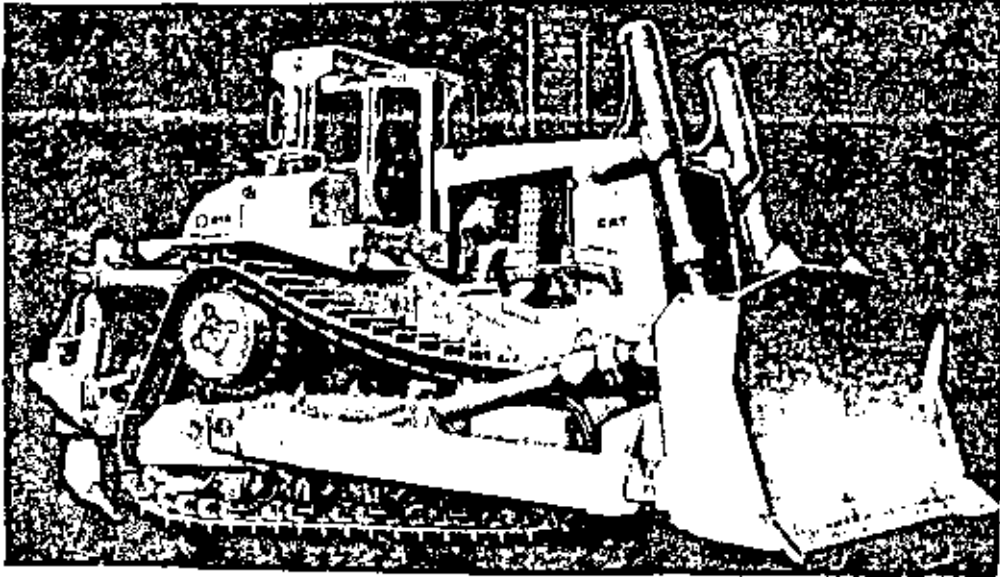
Estas máquinas han sido objeto de avances muy notables en su tecnología, pudiendo disponer actualmente de un tractor (Caterpillar-D10) que tiene una potencia de 700 HP. y está próximo a salir al mercado el modelo D555A de la fábrica Komatsu con una potencia de 1,000 HP.

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

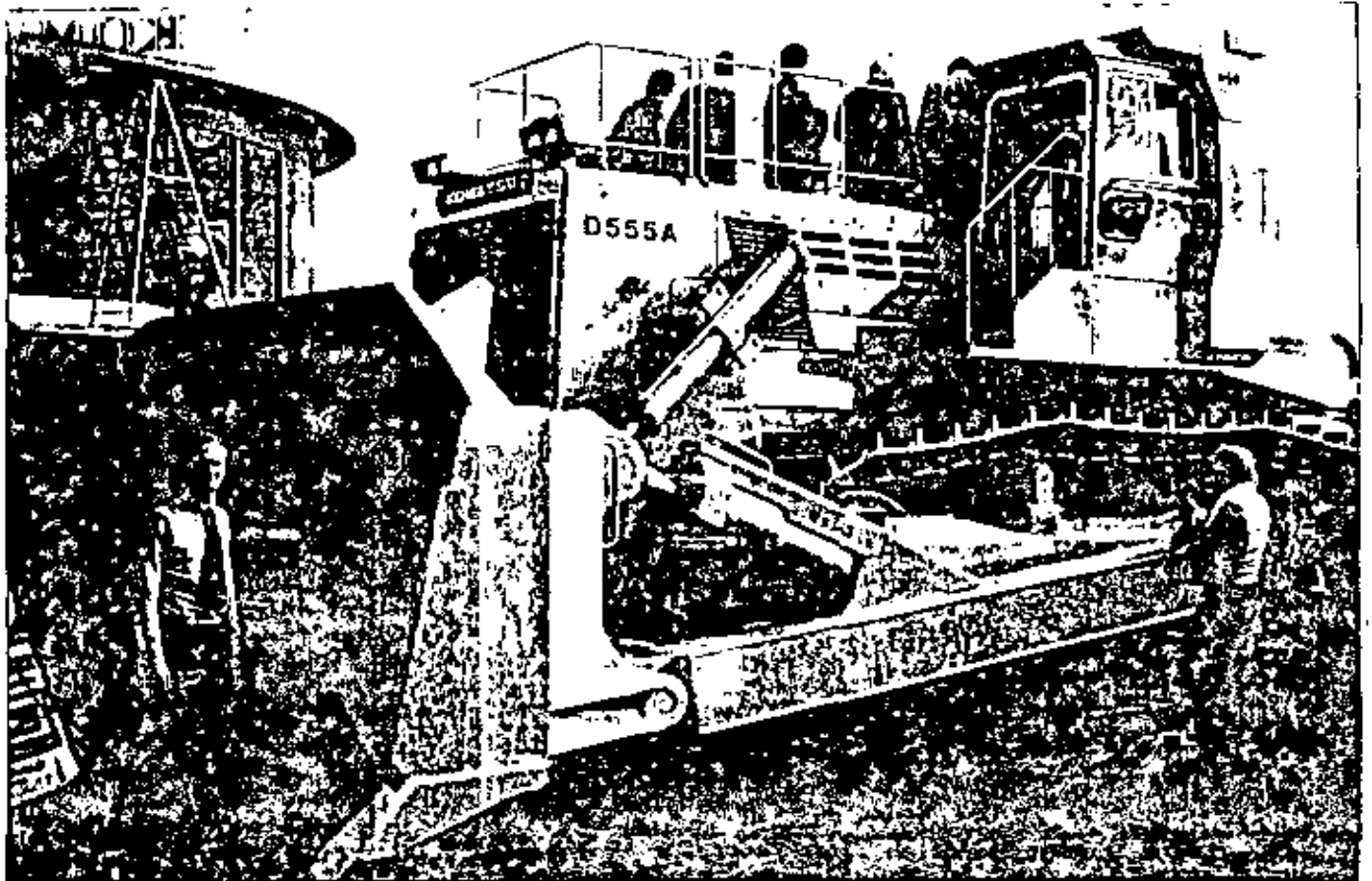
En las próximas páginas de estos apuntes, se podrá estudiar cuáles son y como son los tractores que existen en el mercado de México, sus principales aditamentos y las formas de poder estimar sus rendimientos.

LOS GIGANTES DE LA CONSTRUCCION.

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



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



PRODUCCION DE LOS TRACTORES EMPUJADORES
CON CUCHILLA.

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

$$\text{Producción real} = \frac{\text{(Producción máxima marcada en la curva)}}{\text{(Factores de corrección)}} \times$$

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.

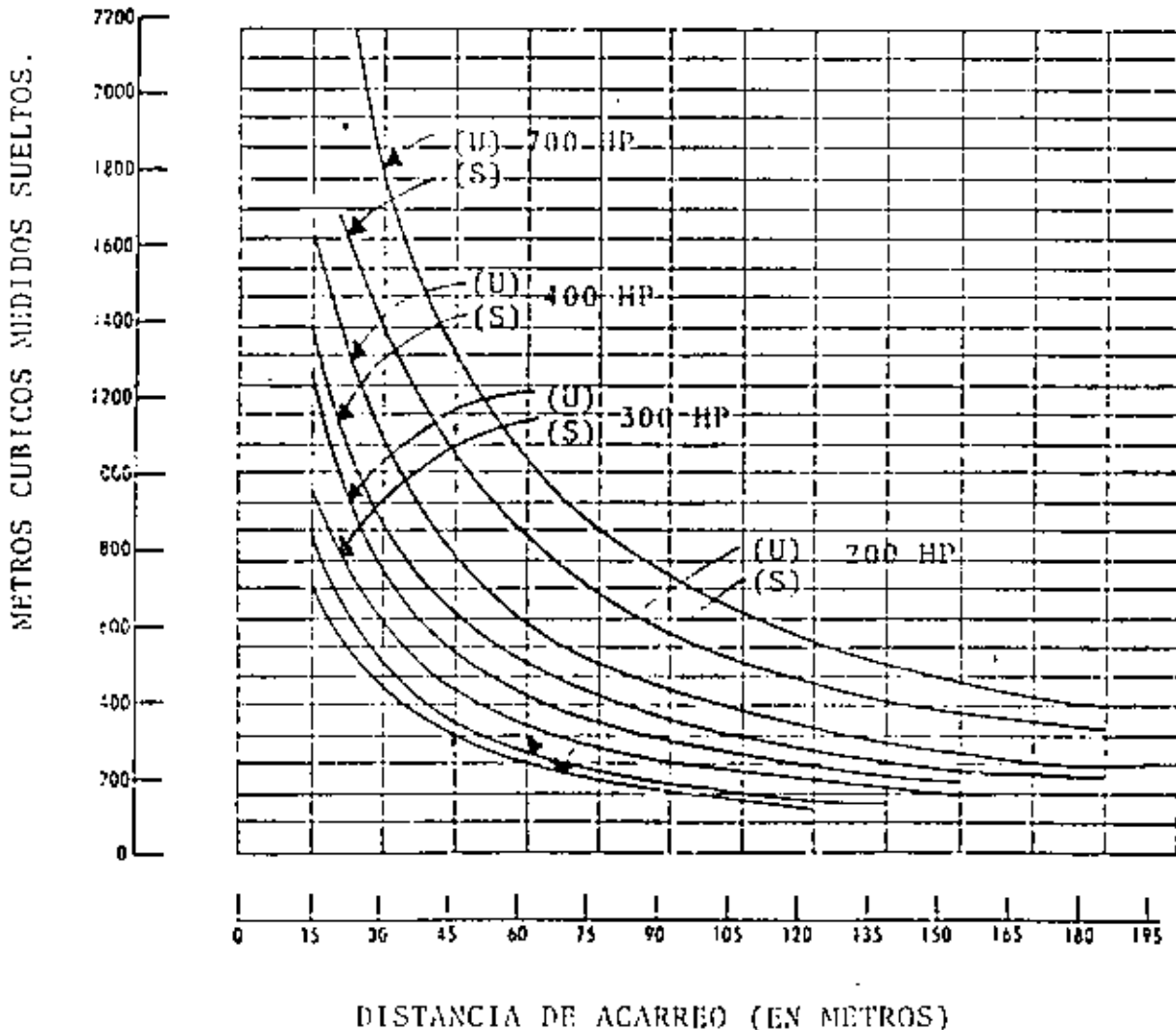
· Cuando exista poco coeficiente de tracción, las máquinas de rueda resultan seriamente afectadas y su producción de crece rápidamente. Como no existen reglas fijas que puedan predecir esta pérdida de producción, se utiliza una regla que dice, que la producción decrece 4% por cada 1% que decrece el coeficiente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

PRODUCCION DE TRACTORES EMPUJADORES SOBRE ORUGA.



FACTORES DE CORRECCION.

42

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-
---------------------------	------	-----

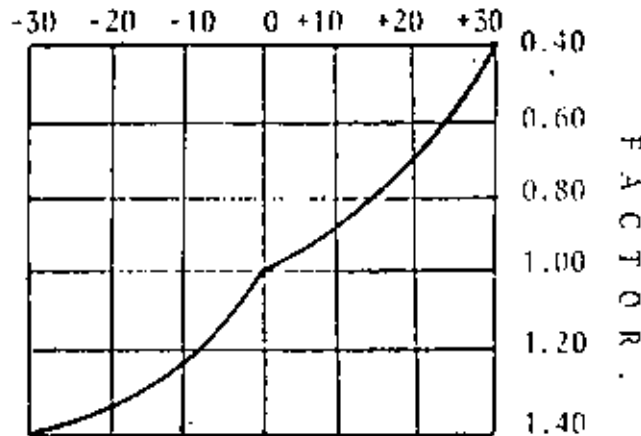
* CUCHILLA EMPUJADORA.

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.



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.

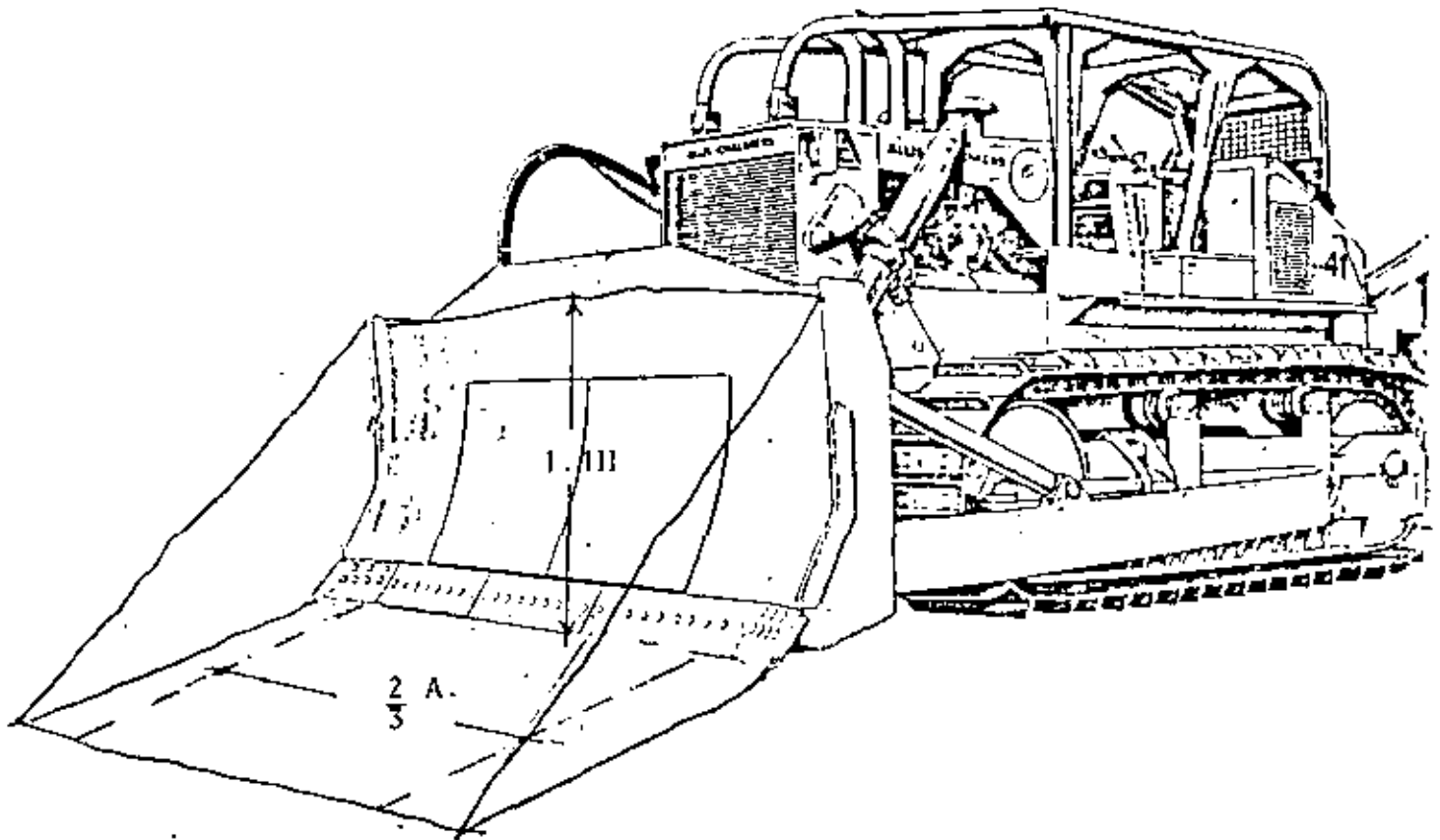
De la curva correspondiente obtenemos una producción teórica de 550 mts.³ por hora, medidos en estado suelto.

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 M ³ . X 0.80 X 1.19 X 0.81 X 0.75 X 0.84 = 267 M ³ /hora.	

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.

$$V = \frac{1.1 H + 1.6H}{2} \times \frac{2}{3} A. = 0.59 H^2 A$$



En teoría, el peso del material que le cabe a la cuchilla por su coeficiente de fricción que de 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. A = 4.24 m.

$$V = 0.59 H^2 A = 0.59 \times 1.52 \times 1.52 \times 4.24 = 5.77 \text{ M3.}$$

$$\text{Peso de la carga} = 1,550 \times 5.77 = 8,943 \text{ Kg.}$$

Coefficiente de fricción (F) = 1.25

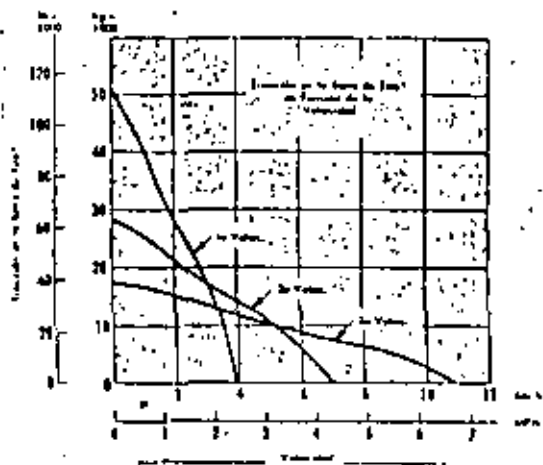
Coefficiente de fricción (f) = 0.40

Peso del tractor - 37,500 kg.

Peso carga x F = 8943 x 1.25 = 11,178 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 3 km/hora, sin embargo la velocidad cargado es realmente de 1.5 Km/hora ya que no es deseable trabajar al límite la fuerza de tracción sino aproximadamente al doble.

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

$$T = \frac{200 \times 60}{1500} = \frac{1200}{1500} = 0.8 \text{ min.}$$

Tiempos de maniobras 0.2 min.

Ciclo total = 1.00 minuto.

Esto quiere decir 60 ciclos por hora.

Producción = 60 X 5.77 M³. = 346 M³/Hora.

Cifra que coincide con la que se obtiene de las curvas de producción en el cruce de la curva 8U y la ordenada 100 M.

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

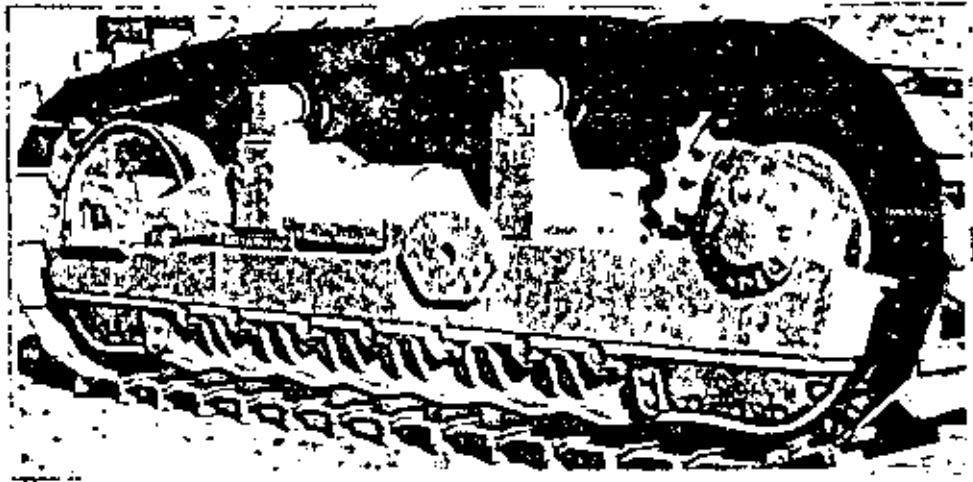
"A" GUARDA PROTECTORA DE LOS RODILLOS DEL TRANSITO.

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

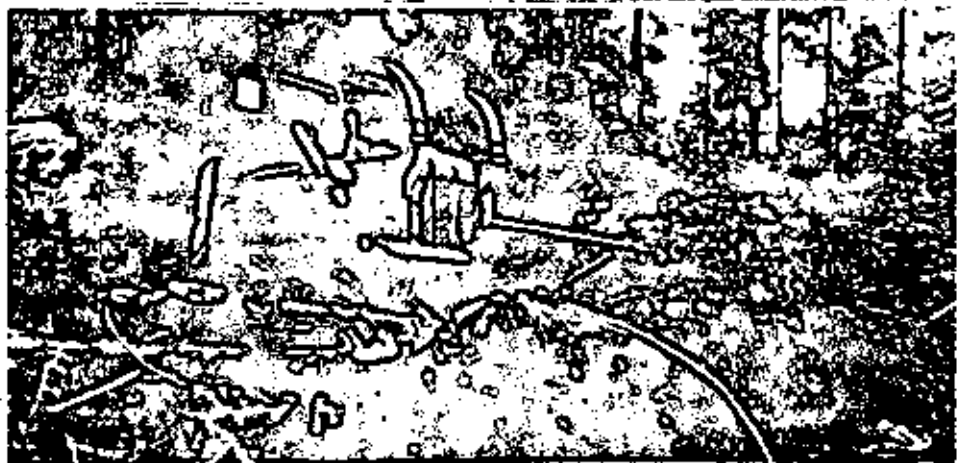
"C" REJILLA PROTECTORA PARA EL OPERADOR.

46

"D" PLANCHA DE ACERO PARA PROTECCION DEL MOTOR..



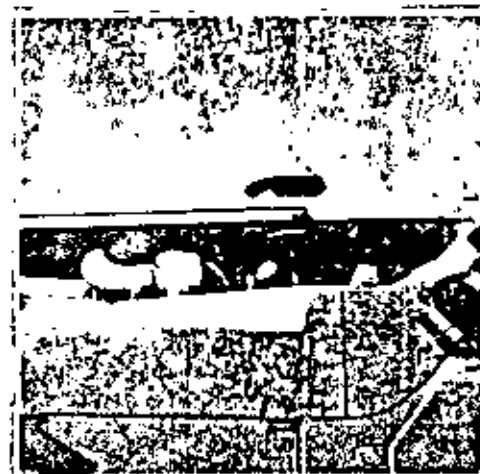
"A"



"B"



"C"



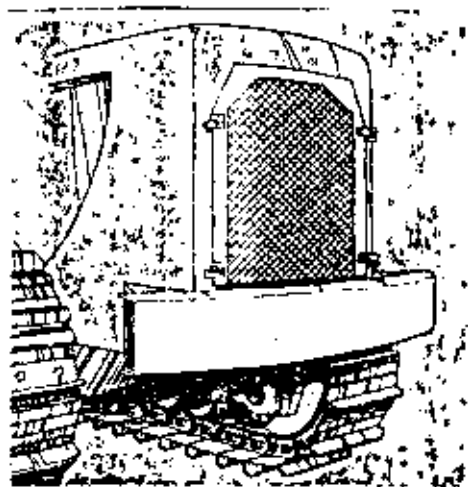
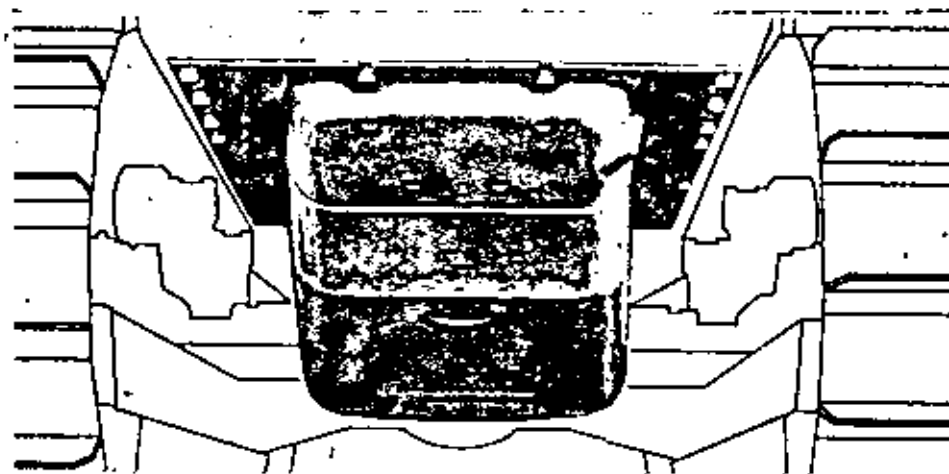
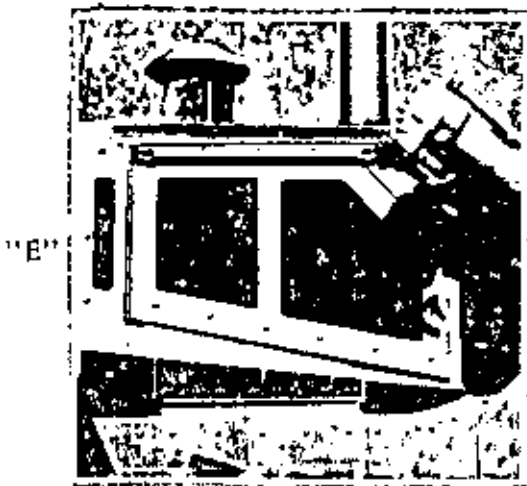
"D"

"E" - OTRO TIPO DE PROTECCION PARA MOTORES.

"F" - PROTECCION ESPECIAL PARA RADIADOR.

"G" - PROTECCION PARA EL CARTER CONTRA EL DAÑO PRODUCIDO POR TOCONES.

"H" - TAPA DELANTERA PARA PROTECCION DEL RADIADOR.





1. Sabana de tipo I



2. Sabana de tipo II

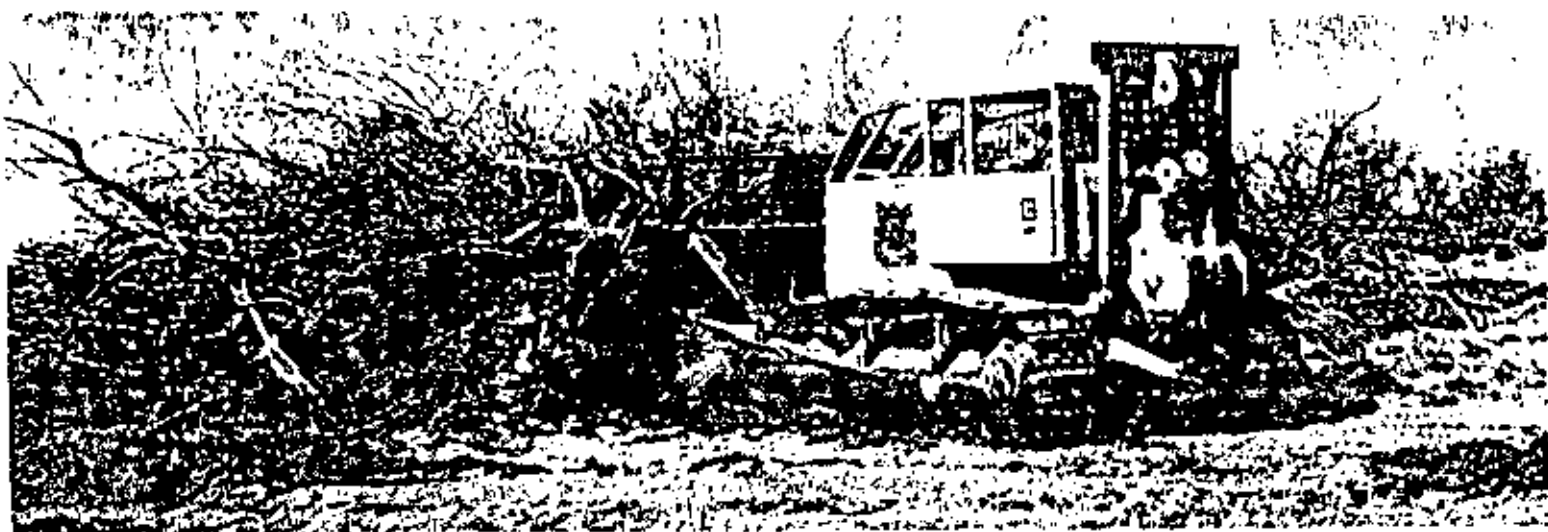


3. Bosques en Tierra Alta



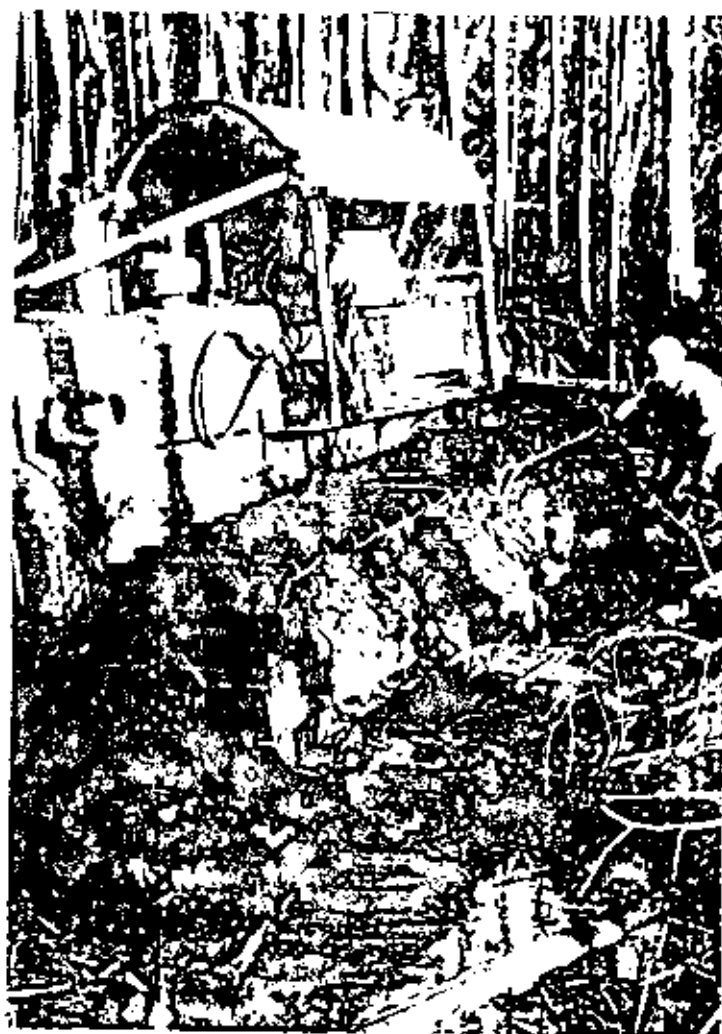
4. Selva Tropical

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

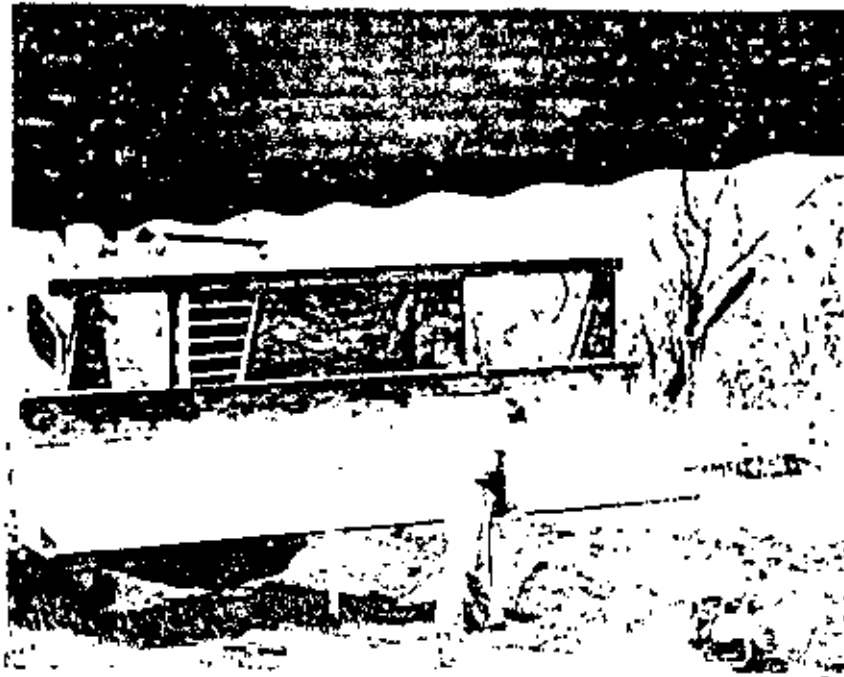


TRACTOR AMONTONANDO LA MALEZA PRODUCTO DEL DESMONTE.

49

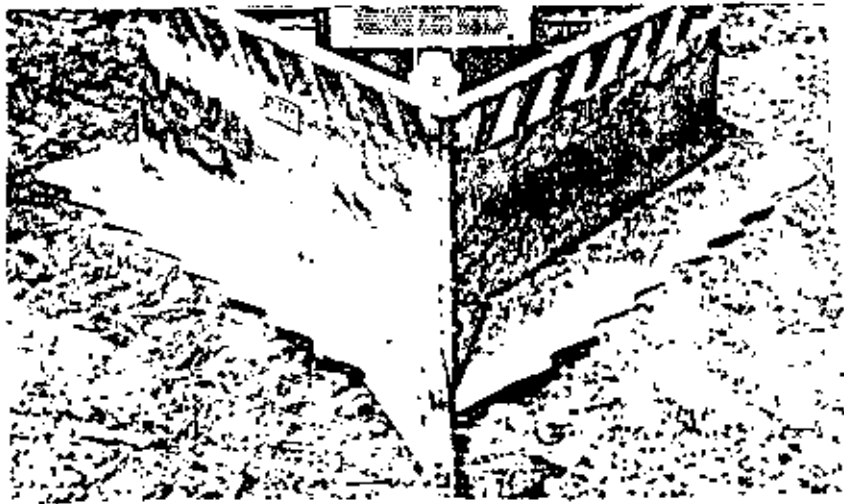


EN OCASIONES LOS TRACTORES EN LOS TRABAJOS DE DESMONTE,
TIENEN QUE ENFRENTARSE A CONDICIONES DIFÍCILES.

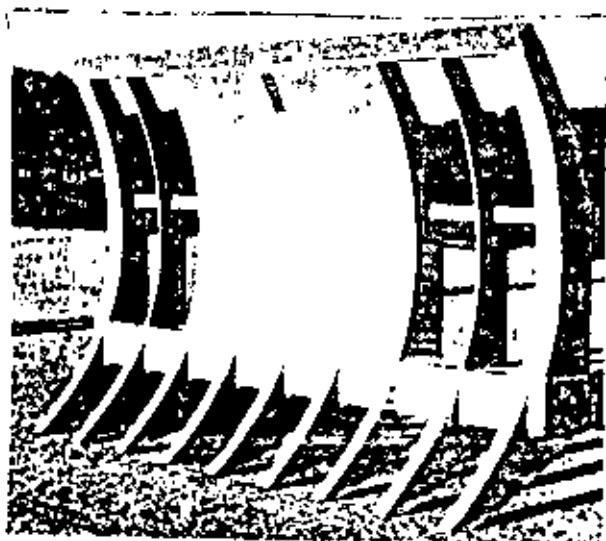


La hoja K/G está provista de una cuchilla de filo muy cortante que recibe la potencia y peso de un tractor de carriles. El ángulo de la hoja es de 30° en todos los modelos, y puede operarse ya sea mediante cable o fuerza hidráulica. Se fabrica de acero de aleación especial. Las cuchillas reemplazables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

TALADORA "V"

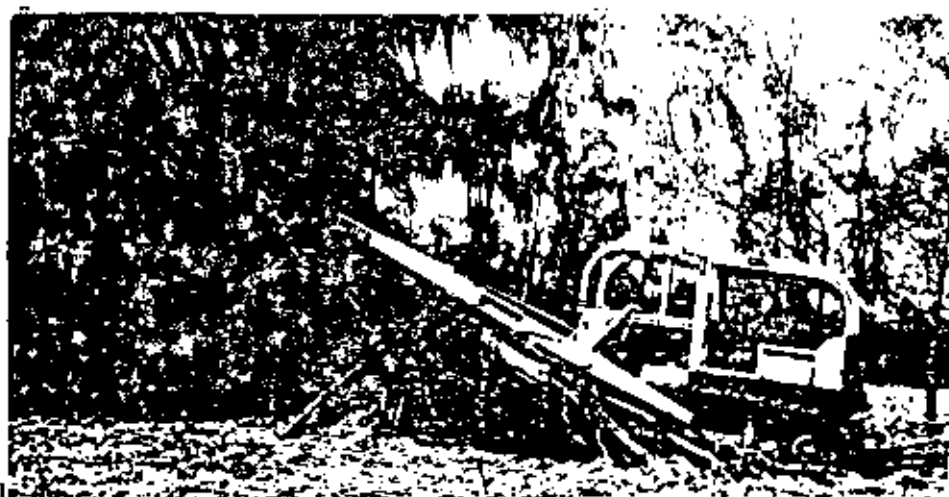


La taladora "V", está equipada con un "espolón" para servicio pesado, cuchillas dentadas, dispuestas en ángulo, y rejilla. Las hojas "V" se montan directamente en los muñones del tractor, y las hay disponibles para control de cable o hidráulico. La "V" está formada por dos secciones empernadas. La hoja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

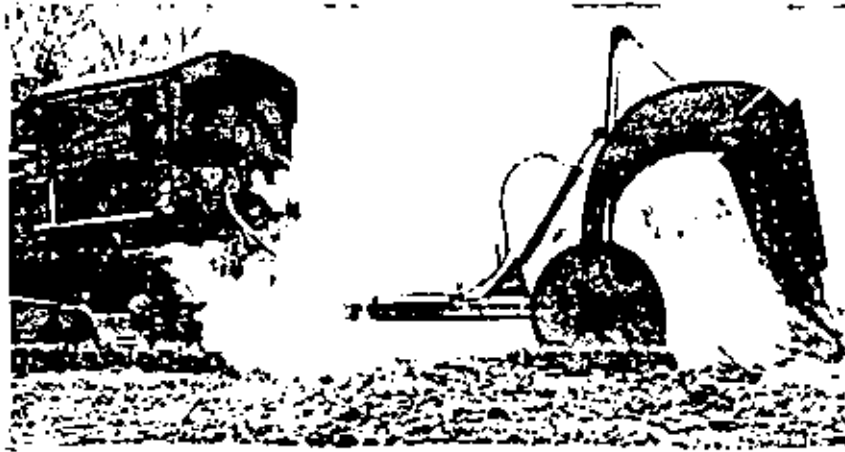


Se diseña para que resistan grandes cargas de choque en las condiciones más severas de desmonte. Los rastrillos de Uso Múltiple, tienen dientes de acero al carbono, con manganeso, equipados con puntas para desgaste reemplazables. Hay una plancha central de acero en el bastidor del rastrillo, con el fin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

EMPUJADOR DE ARBOLES.



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

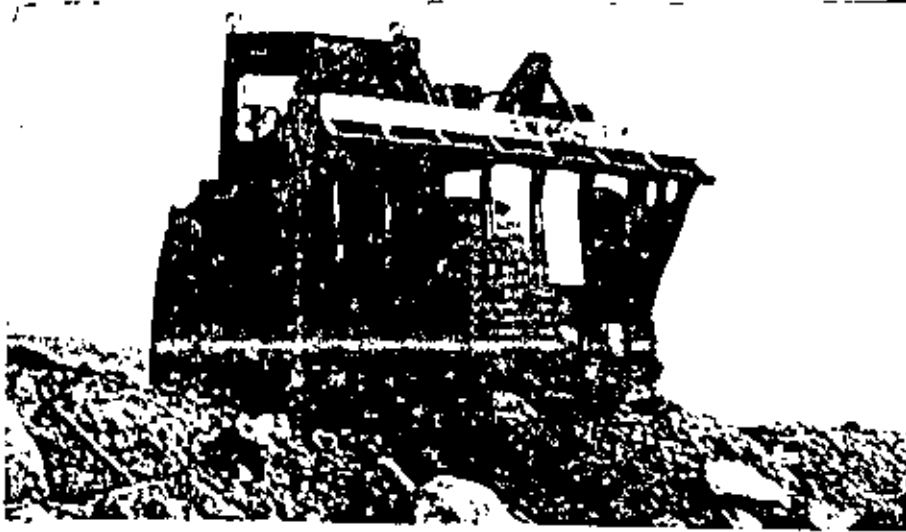


El rastrillo con ruedas para Raíces, de tipo de tracción, se diseñó específicamente para utilizarse después de la aradura de raíces, con el objeto de extraerlas. Deja una zona limpia y lista para utilizar la rastra de discos o efectuar operaciones agrícolas, tales como la resiembra de pasto en granjas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

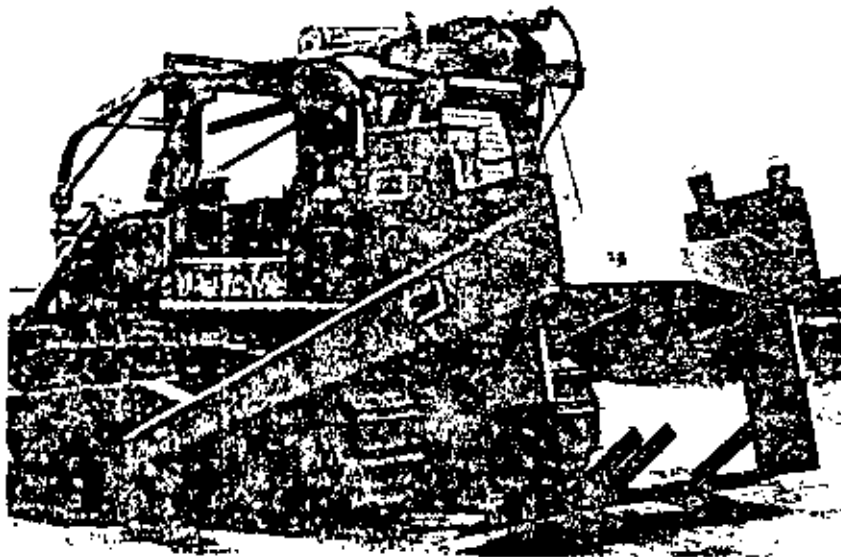
RASTRILLO BARREDOR.



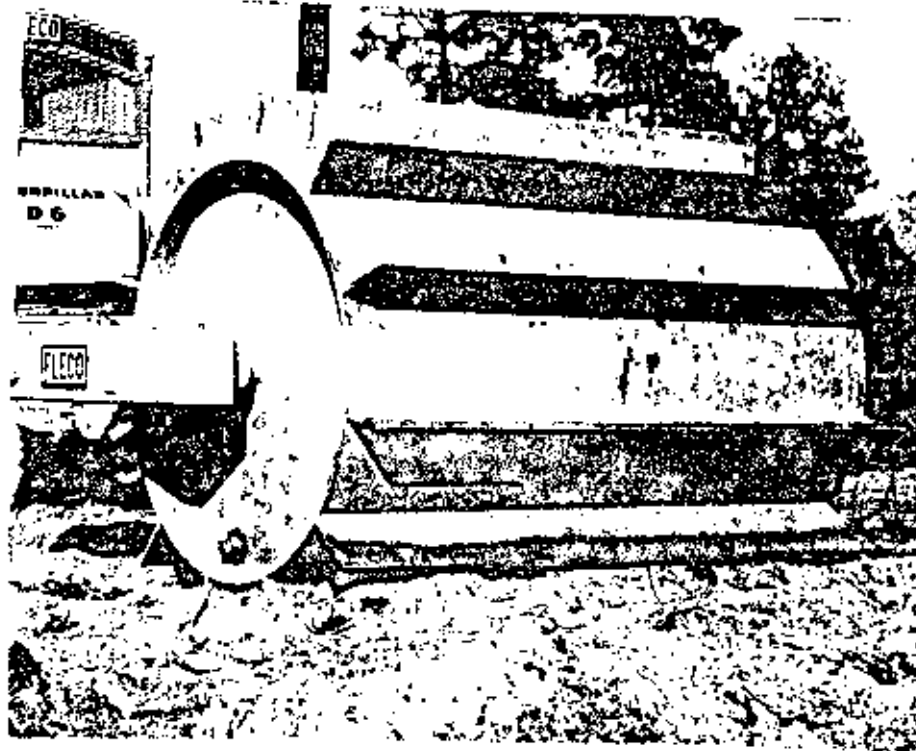
El Rastrillo (o Rastra) Barredor para tractor está provista de ruedas giratorias, las cuales peinan la capa superior de tierra y la limpian de desechos livianos. Asegurado a la barra de tiro de un tractor de carriles, puede limpiar el suelo a velocidades hasta de 8 Km/h.



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 RAÍCES. 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.

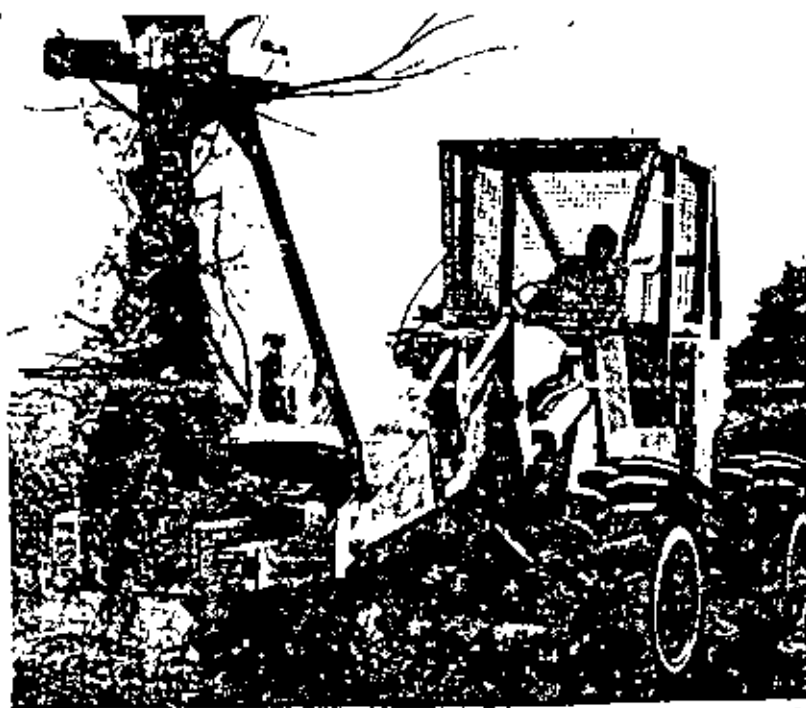


Los Rodillos Cortadores se hallan disponibles en modelos - simples, o en combinación de tres. El tambor del cortador, que generalmente se llena con agua para añadirle peso, tiene cuchillas soldadas que pueden penetrar de 15 a 25 cm. Los cortadores de varios tambores están provistos de conjuntos giratorios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

CADENAS DE ANCLA.



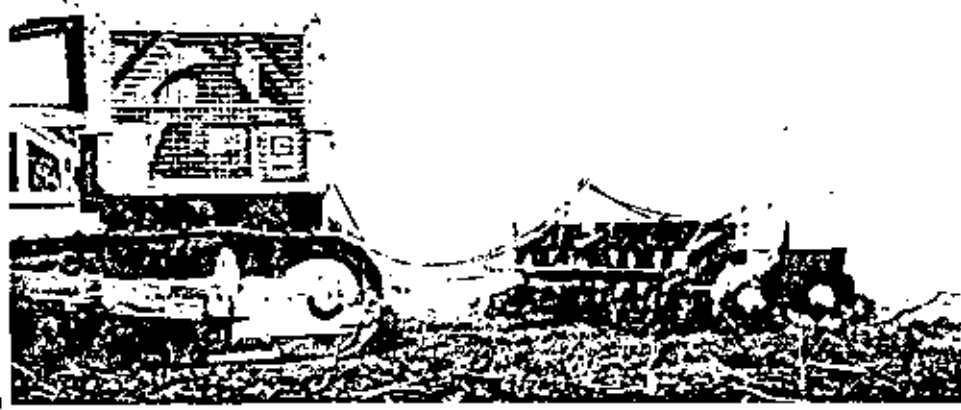
Dos tractores de carriles con cadena de ancla de 6.4 cm. (2.1/2 pulgadas) y longitud de 92 metros desmontan árboles y matorrales en tierras altas.



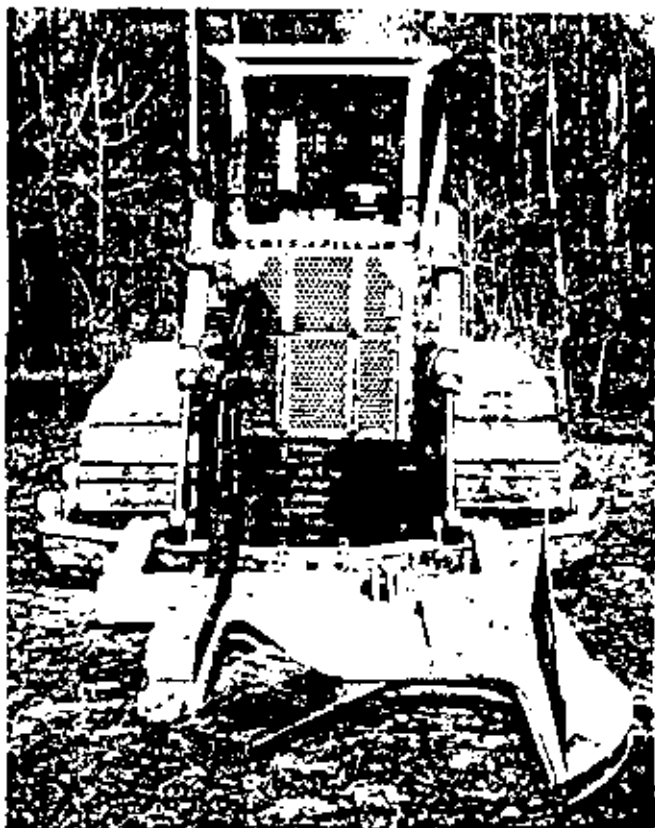
La Taladora con Gancho se diseñó para el derribo, arrastre y apilamiento. Incluye ventajas tales como la caída en línea recta, sin que virtualmente haya fracturas de la madera. Tala árboles hasta de 50 cm. de diámetro, y deja los tocones casi a ras de suelo. Hay modelos disponibles para utilizarse ya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

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

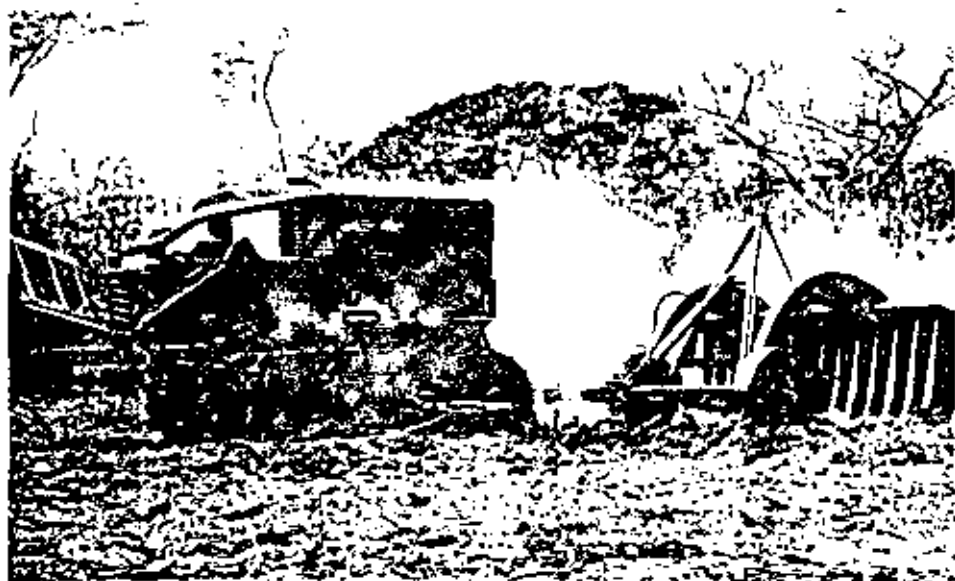
RASTRAS DE TIRO DESCENTRADO.



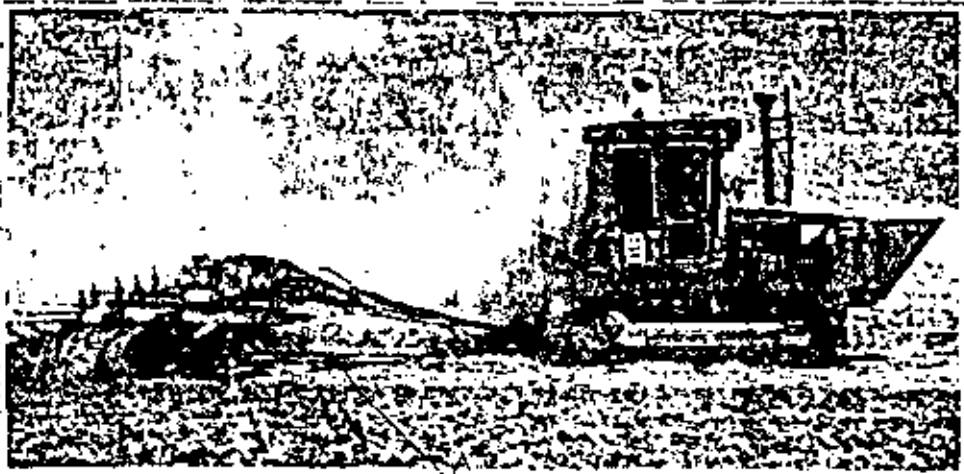
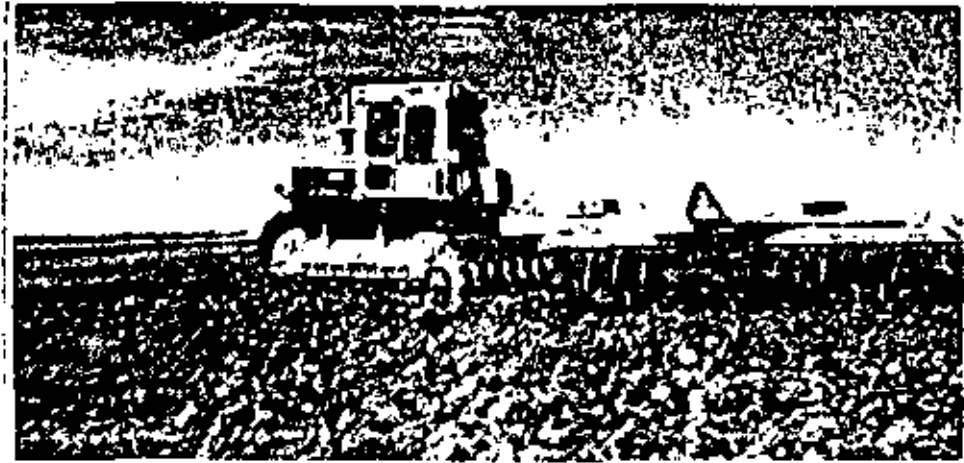
Esta rastra de tiro descentrado para servicio pesado desmonta la vegetación con tallos hasta de 5 cm. de diámetro.



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



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



TRACTORES DE ORUGA TRABAJANDO CON RASTRAS.



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

Tractores de Cadena Especificaciones

Especificaciones

MODELO	D3B		D4E		D5B		D6D		D7G		D8K		D9H		D10	
Potencia en el volante	88 kW	95 HP	96 kW	15 HP	78 kW	105 HP	134 kW	180 HP	149 kW	200 HP	274 kW	300 HP	307 kW	410 HP	527 kW	700 HP
Peso de operación (Trans. P. Suelto) (Trans. Directa)	6804 kg	14,940 lb	6636 kg	14,480 lb	11,700 kg	25,800 lb	14,200 kg	31,500 lb	20,800 kg	45,940 lb	32,570 kg	71,760 lb	42,865 kg	94,300 lb	87,772 kg	193,800 lb
Modelo de motor	3204		3304		3306		3308		3306		D342		D353		D348	
HMM indicadas del motor	2400		2000		1750		1900		2000		1320		1375		1800	
Núm. de cilindros	6		6		6		6		6		6		6		12	
Diámetro inferior	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"
Carreta	127 mm	5"	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"	203 mm	8"	203 mm	8"	164 mm	6.5"
Fin. netasa	5.2 L	378 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
Resortes muelles, a cada lado	5		5		5		5		5		2		2		6	
Largo de zano estándar	305 mm	12"	330 mm	13"	405 mm	16"	457 mm	18"	510 mm	20"	560 mm	22"	610 mm	24"	761 mm	30"
Largo de cable cadena desde el suelo	1.80 m	5.91 ft	1.61 m	5.3"	2.21 m	7.3"	2.76 m	9.1"	2.70 m	8.9"	3.15 m	10.4"	3.39 m	11.1"	3.91 m	12.8"
Área sobre el suelo (Adidas 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	3380 pulg ²	2.75 m ²	4210 pulg ²	3.51 m ²	5437 pulg ²	4.06 m ²	6338 pulg ²	5.58 m ²	8624 pulg ²
Entrenca de las cadenas	142 m	4.6"	152 m	5.0"	185 m	6.1"	186 m	6.2"	186 m	6.2"	213 m	7.0"	229 m	7.5"	289 m	9.5"
DIMENSIONES PRINCIPALES																
Altura sin las partes de arriba	1.70 m	5.7"	1.93 m	6.4"	1.99 m	6.4"	2.09 m	6.9"	2.15 m	7.1"	2.39 m	7.86"	2.34 m	7.7"	3.68 m	12.1"
Alt. incluída techo p. cabina ROPS	2.80 m	9.2"	2.69 m	8.8"	2.77 m	9.1"	2.87 m	9.5"	3.20 m	10.5"	3.40 m	11.2"	3.58 m	11.8"	4.57 m	15.0"
Largo total (con los pendientes) (sin la hoja)	3.80 m	12.5"	3.88 m	12.8"	4.60 m	15.1"	4.80 m	15.8"	5.29 m	17.4"	6.58 m	21.7"	7.24 m	23.8"	7.57 m	25.0"
Ancho entre raíllas estándar	2.75 m	9.1"	3.23 m	10.6"	3.83 m	12.6"	3.73 m	12.3"	4.19 m	13.8"	5.26 m	17.3"	5.61 m	18.5"	5.82 m	19.3"
Altura libre sobre el suelo	1.20 m	3.95"	1.54 m	5.1"	2.36 m	7.8"	2.38 m	7.8"	2.45 m	8.1"	2.79 m	9.2"	3.02 m	9.9"	3.61 m	11.8"
Altura libre sobre el suelo	305 mm	12"	257 mm	10"	277 mm	10.9"	310 mm	12.2"	347 mm	13.7"	434 mm	17.1"	467 mm	18.5"	701 mm	27.6"
Tipos y anchos de la hoja																
Recta			2.44 m	8.0"	3.15 m	10.4"	3.30 m	10.8"	3.46 m	11"	4.64 m	15.3"	4.39 m	14.5"	5.49 m	18"
De giro longitudinal			3.12 m	10.3"	3.63 m	11.9"	3.88 m	12.8"	4.27 m	14"	4.72 m	15.5"	4.68 m	15.4"	6.05 m	20"
Curvas									3.61 m	12.0"	4.24 m	13.9"	4.62 m	15.2"		
De giro lateral por balanza	2.41 m	7.9"														
Amortiguada																
Capac. tanque de combustible (litros/gal)	114 L	31 gal	242 L	64 gal	245 L	65 gal	235 L	63 gal	415 L	110 gal	640 L	170 gal	872 L	230 gal	1446 L	382 gal

* Peso de operación incluído tanques de combustible y sin el peso de las cadenas. Para otros valores de peso, consulte el manual de operación.
 ** Peso de operación D3B sólo. El peso de los componentes de la hoja no está incluido en el peso de operación estándar. Consulte el manual de operación.
 *** Altura libre sobre el suelo medida sin el techo de cabina ROPS. No incluye el peso de otros componentes de la máquina y sus accesorios.

CAT 54

TRACTOR Y DESARRADOR		D7G y No. 7		D8K y No. 8				D9H y No. 9				D10 y No. 10			
Tipo de desgarra		En paralelogramo		En paralelogramo ajustable				En paralelogramo ajustable				En paralelogramo ajustable			
				Un estajo		Multiestajo		Un estajo		Multiestajo		Un estajo		Multiestajo	
Dimensiones (trazo con desgarra)															
Largo desgarra (total)		5.54 m	18' 6"	6.48 m	21' 3"	6.38 m	20' 11"	7.32 m	24' 0"	6.66 m	22' 2"	8.16 m	26' 9"	7.39 m	24' 3"
Largo desgarra (abajo)		5.04 m	16' 5"	7.26 m	23' 10"	6.76 m	22' 2"	7.80 m	25' 7"	7.37 m	24' 2"	8.52 m	27' 11"	7.63 m	25' 0"
Ancho		2.57 m	8' 5"	2.79 m	9' 2"	2.76 m	9' 2"	3.00 m	9' 11"	3.00 m	9' 11"	3.06 m	10' 0"	3.06 m	10' 0"
Ancho		2.21 m	7' 3"	1.37 m	4' 6"	2.62 m	8' 7 1/2"	1.42 m	4' 8"	2.00 m	6' 10"	1.82 m	6' 0"	2.07 m	6' 8"
Sección (sin el suelo)		279x243 mm	11"x13 1/2"	432x463 mm	17"x18"	361x437 mm	15"x16 1/2"	432x483 mm	17"x19"	432x463 mm	17"x18"	ND		508x558 mm	20"x22"
Esp. entre el suelo y la laga (levante)		1.19 m	3' 11"	1.57 m	5' 1 1/2"	1.65 m	5' 5"	1.81 m	6' 0"	1.63 m	5' 4"	1.93 m	6' 4"	1.80 m	5' 11"
Esp. entre el suelo y la laga (abajo)		703 mm	2' 8"	306 mm	12"	381 mm	15"	223 mm	8' 7 1/2"	223 mm	8' 7 1/2"	330 mm	13"	213 mm	8' 4"
Vástago															
Diámetro máx.		704 mm	28"	122 mm	4' 8"	710 mm	28"	136 mm	5' 5 1/2"	979 mm	38 1/2"	177 mm	6' 10"	114 mm	4' 5"
No. de cavidades		3		1		3		1		3		1		3	
Esp. de cavidad de pivote		2		4 y 8"		2		4 y 6"		2		4		2	
Sección		76x228 mm	3"x9"	96x256 mm	3 1/2"x14"	76x230 mm	3"x13"	89x256 mm	3 1/2"x14"	76x230 mm	3"x13"	100x400 mm	4"x16"	100x400 mm	4"x16"
Esp. (centro a centro)		991 mm	39"	—		117 mm	4 1/2"	—		136 mm	5' 5"	ND		125 mm	4' 11"
Largo con la punta		1.30 m	4' 3"	2.10 m	6' 10 1/2"	1.57 m	5' 2"	2.10 m	6' 10 1/2"	1.75 m	5' 8"	2.08 m	6' 9"	2.10 m	6' 10"
Largo de la punta		356 mm	14"	323 mm	12' 7"	223 mm	14' 7"	223 mm	12' 7"	323 mm	14' 7"	378 mm	14' 8"	378 mm	14' 8"
Esp. libre sobre el suelo (desgarra en levante)		483 mm	19"	1.00 m	39' 5"	287 mm	11"	1.12 m	44"	876 mm	34 1/2"	980 mm	38"	584 mm	23"
Peso, vástago (incl. suelo)		2591 kg	5700 lb	1117 kg	24,600 lb	1527 kg	33,600 lb	5900 kg	13,000 lb	6293 kg	13,874 lb	8674 kg	19,106 lb	4873 kg	10,753 lb
Cada vástago adicional		791 kg	1,740 lb	—		919 kg	2,000 lb	—		363 kg	800 lb	—		763 kg	1,680 lb

*Vástago de desgarraamiento profundo disponible para los modelos D8K y D9H. El tractor D7G y D8K no tiene vástago de desgarraamiento profundo.
El tractor D9H y D10 no tiene vástago de desgarraamiento profundo. El tractor D10 tiene vástago de desgarraamiento profundo.
El tractor D9H y D10 tienen vástago de desgarraamiento profundo. El tractor D9H y D10 tienen vástago de desgarraamiento profundo.

RASTRILLOS DE APLICACION MULTIPLE FLECO

Modelo de tractor y hoja impulsora	D5B		D5C		D5D		D5E		D5F		D5G		D5H		D5H			
	35RPS	4A	4b	45RPS	5A	5S	55RPS	6A	6S	65RPS	7A	7S	75RPS	8A	8S	9A	9S	
Ancho del rastriero	m	2.11	2.36	2.36	2.74	3.12	2.85	3.20	3.58	3.05	3.40	3.75	3.35	3.68	3.43	3.43	3.77	3.77
	(pie)	(6'11")	(7'10")	(7'10")	(8'8")	(10'3")	(9'4")	(10'6")	(10'0")	(10'0")	(11'2")	(11'0")	(11'0")	(12'0")	(11'3")	(11'3")	(12'4")	(12'4")
Apertura en punta de los dientes	mm	280	286	296	254	279	241	305	276	286	305	305	305	305	305	343	343	343
	(pulg)	(11")	(10.5")	(10.5")	(10")	(11")	(9.5")	(12")	(10.5")	(10.5")	(12")	(12")	(12")	(12")	(12")	(13.5")	(13.5")	(13.5")
Penetración de los dientes	mm	380	380	380	480	408	406	584	476	408	533	508	508	711	508	508	533	533
	(pulg)	(15")	(15")	(15")	(19")	(16")	(16")	(23")	(18")	(16")	(21")	(20")	(20")	(28")	(20")	(20")	(21")	(21")
Peso total	kg	526	725	750	764	1420	1315	1395	1515	1748	1393	2060	2673	2052	2939	3084	4180	4766
	(lb)	(1180)	(1600)	(1650)	(1685)	(3125)	(2900)	(3065)	(3345)	(3860)	(3070)	(4550)	(5900)	(4525)	(6480)	(6800)	(9185)	(10,520)

RASTRILLO DE HOJA FLECO

Ancho del rastriero	D5B		D5C		D5D		D5E		D5F		D5G		D5H	
	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)
Ancho del rastriero	2.13	2.77	2.13	3.18	2.62	3.55	2.58	3.68	2.82	3.96	2.85	3.96	2.85	3.96
	(7'0")	(9'1")	(7'0")	(10'3")	(8'7")	(10'0")	(8'6")	(12'1")	(9'7")	(12'6")	(9'7")	(12'6")	(9'7")	(12'6")
Apertura en punta de los dientes	273	305	254	330	330	330	330	381	356	419	330	330	330	330
	(10.75")	(12")	(10")	(13")	(13")	(13")	(13")	(15")	(14")	(16.5")	(13")	(13")	(13")	(13")
Penetración de los dientes	330	381	381	381	406	457	457	559	533	559	533	533	533	533
	(13")	(15")	(15")	(15")	(16")	(18")	(18")	(22")	(21")	(22")	(21")	(21")	(21")	(21")
Peso total	227	331	313	578	526	721	662	1111	993	1261	1084	1084	1084	1084
	(500)	(730)	(690)	(1270)	(1160)	(1580)	(1460)	(2450)	(2190)	(2780)	(2380)	(2380)	(2380)	(2380)

RASTRILLO DE ROCAS Y RAICES FLECO

Ancho del rastriero	D5B		D5C		D5D		D5E		D5F		D5G		D5H	
	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)	m	(pie)
Ancho del rastriero	2.03	2.39	2.39	2.82	2.82	3.02	3.02	3.10	3.10	3.43	3.40	3.43	3.40	3.40
	(6'8")	(7'10")	(7'10")	(9'3")	(9'3")	(9'11")	(9'11")	(10'2")	(10'2")	(11'2")	(11'2")	(11'2")	(11'2")	(11'2")
Apertura en punta de los dientes	280	250	250	250	250	250	250	280	280	300	300	300	300	300
	(11")	(10")	(10")	(10")	(10")	(10")	(10")	(11")	(11")	(12")	(12")	(12")	(12")	(12")
Penetración de los dientes	361	483	483	584	584	533	533	711	711	711	711	711	711	711
	(15")	(19")	(19")	(23")	(23")	(21")	(21")	(28")	(28")	(28")	(28")	(28")	(28")	(28")
Altura total del rastriero para maizera	1.32	1.37	1.37	1.47	1.47	1.45	1.45	1.63	1.73	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
	(4'4")	(4'6")	(4'6")	(4'10")	(4'10")	(4'9")	(4'9")	(5'4")	(5'8")	(6'3")	(6'3")	(6'3")	(6'3")	(6'3")
Peso total	525	840	880	1230	1390	1200	1470	1690	1800	2670	8180	2670	8180	2670
	(1160)	(1860)	(1950)	(2710)	(3070)	(2640)	(3250)	(3720)	(3980)	(5880)	(18000)	(5880)	(18000)	(5880)

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 rastriero		Apertura 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	2790
D5BPS	MA-151-5LA	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1180	2600
	MA-151-5LR	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1640	3610
	MA-151-5LS	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1270	2800
D6C y D6D	MA-136-6A	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1320	2900
	MA-136A-6A	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1360	3000
	MA-136-6R	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1740	3825
	MA-136A-6R	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1780	3925
	MA-136-6S	9	3.43	11.25'	360	14.0"	1400	3100
D6CBPS	MA-151-6LA	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1420	3140
	MA-151-6LR	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1870	4120
	MA-151-6LS	9	3.81	12.5'	360	14.0"	1470	3240
D7E, D7F y D7G	MA-144-7R	9	3.66	12.0'	360	14.0"	2600	5750
	MA-144-7S	9	3.86	12.0'	360	14.0"	2450	5400
DBH y DBK	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

Desmonte de Tierras

Taladores y Empujadores de árboles

- Fleco
- Róme

TALADORES EN "Y" FLECO

Modelo del tractor	041 V14	016 V11	040 V11	070 V17	041 V17
Ancho de corte	2.46 m 8' 1"	3.65 m 12' 0"	3.05 m 10' 0"	3.39 m 11' 1"	3.96 m 13' 0"
Área de corte	1.04 m ² 11' 5"	1.12 m ² 12' 0"	1.12 m ² 12' 0"	1.24 m ² 13' 4"	1.20 m ² 13' 0"
Exposición del operador	810 mm 31"	790 mm 31"	790 mm 31"	840 mm 33"	1.22 m 4' 8"
Peso	1230 kg 2700 lb	2270 kg 5000 lb	2790 kg 6140 lb	3720 kg 8200 lb	5590 kg 12290 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES FLECO (Ancho completo, montado en la hoja topadora)

Modelo del tractor	041 V14	016 V11	040 V11	070 V17	041 V17
Altura máxima	no disponible	no disponible	no disponible	4.12 m 13' 6"	4.80 m 15' 7"
Altura mínima	no disponible	no disponible	no disponible	2.57 m 8' 5"	3.29 m 10' 8"
Peso	no disponible	no disponible	no disponible	2390 kg 5260 lb	3910 kg 8610 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES FLECO (Ancho parcial, montado en la hoja topadora)

Modelo del tractor	041 V14	016 V11	040 V11	070 V17	041 V17
Altura máxima	3.4 m 11' 2"	3.4 m 11' 2"	3.9 m 12' 8"	4.9 m 16' 0"	no disponible
Altura mínima	1.2 m 4' 0"	1.8 m 6' 0"	1.8 m 6' 0"	2.1 m 7' 0"	2.7 m 9' 0"
Peso	730 kg 1600 lb	970 kg 2100 lb	1300 kg 2860 lb	1360 kg 2990 lb	2920 kg 6450 lb

TALADORA DE ARBOLES EN "Y" RÓME

Modelo del tractor	070 V17	040 V11	041 V17
Ancho de corte	3.30 m 10' 8"	4.23 m 14' 0"	4.32 m 14' 2"
Área de corte	1.23 m ² 13' 4"	1.25 m ² 13' 5"	1.35 m ² 14' 6"
Peso	4200 kg 9250 lb	5960 kg 13070 lb	5960 kg 13070 lb

EMPUJADORA DE ARBOLES RÓME (Ancho total, montado en la hoja topadora)

Modelo del tractor	070 V17	040 V11
Altura máxima	4.68 m 15' 4"	5.16 m 17' 0"
Altura mínima	2.42 m 8' 0"	2.82 m 9' 3"
Peso	2360 kg 5180 lb	3570 kg 7860 lb

CINCHILLAS RÓME K10

Modelo del tractor	Factores empujadores tipo Rastillo "C" Completo				Factores empujadores con Rastillo "C" Róme							
	D60	D60	D70	D80	D60	D60	D70	D70	D80	D80	D90	D90
Modelo del tractor	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400	040-400
Ancho de corte	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m	3.40 m
Área de corte	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²	11.4 m ²
Peso	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg	1500 kg

040 = Para tractor sobre el suelo

Equipaje con efecto de tracción en Colgante

RASTRILLAS FLECO PARA CARGADORAS DE RUEDAS

Tipo de rastillo y modelo de cargadora de ruedas	410		420		430		440		550		660		880	
	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar
Ancho del rastillo	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"
Largo de flecha	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"
Alteza en punta de los dientes	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"
Peso del rastillo	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb
Altura de la base del rastillo en posición de trabajo	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"

RASTRILLO FLECO PARA CARGADORES DE CADENAS

Tipo de rastillo y modelo de cargadora de ruedas	810		810		810		810		810		810	
	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar	Rastillo para desmonte	Rastillo para apilar
Ancho del rastillo	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"	1.05 m 3' 5"
Largo de flecha	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"	4.98 m 16' 4"
Alteza en punta de los dientes	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"	378 mm 14 7/8"
Peso del rastillo	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb	1070 kg 2350 lb
Altura de la base del rastillo en posición de trabajo	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"	1.26 m 4' 1"

HOJAS CATERPILLAR

HOJAS BALDERSON

62

MODELOS	TIPOS DE HOJA											
	S	U	A	C	FS	PAT	LMU	LMB	HMB	SLFU	PAT	
D3R						*						
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					*					*		
B24C	*						*	*		*		
B25C					*					*		
B26C					*					*		

- S- Recta
- U- Universal
- A- Giro horizontal
- C- Amortiguadora
- FS- Esparcidora de rellenos
- PAT- Giro horizontal e inclinación con potencia.
- LMU- 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	F			
Materiales corrientes	E	G	F	F	G	G			
Materiales tenaces	G	F			F	F			
Apilamiento para cargadores	G	L	F			F			
Esparcir y mezcla del relleno	E	E	E			G			
Operac. final para nivelar	E	G	E			G			
Relleno en zanjas	G	E	E			E			
Abertura de zanjas	G	G	E			G	G		
Formación de banquetas	E	E	E			E			
Empuje de rocas	G	F		G	F	F			
TRABAJO 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 albertas	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									
Extracción de matorrales	E	F	G			F		E	E
Tala de árboles	E	F	F			F	E	E	
Amontonamiento	F	F	F			F	G		E

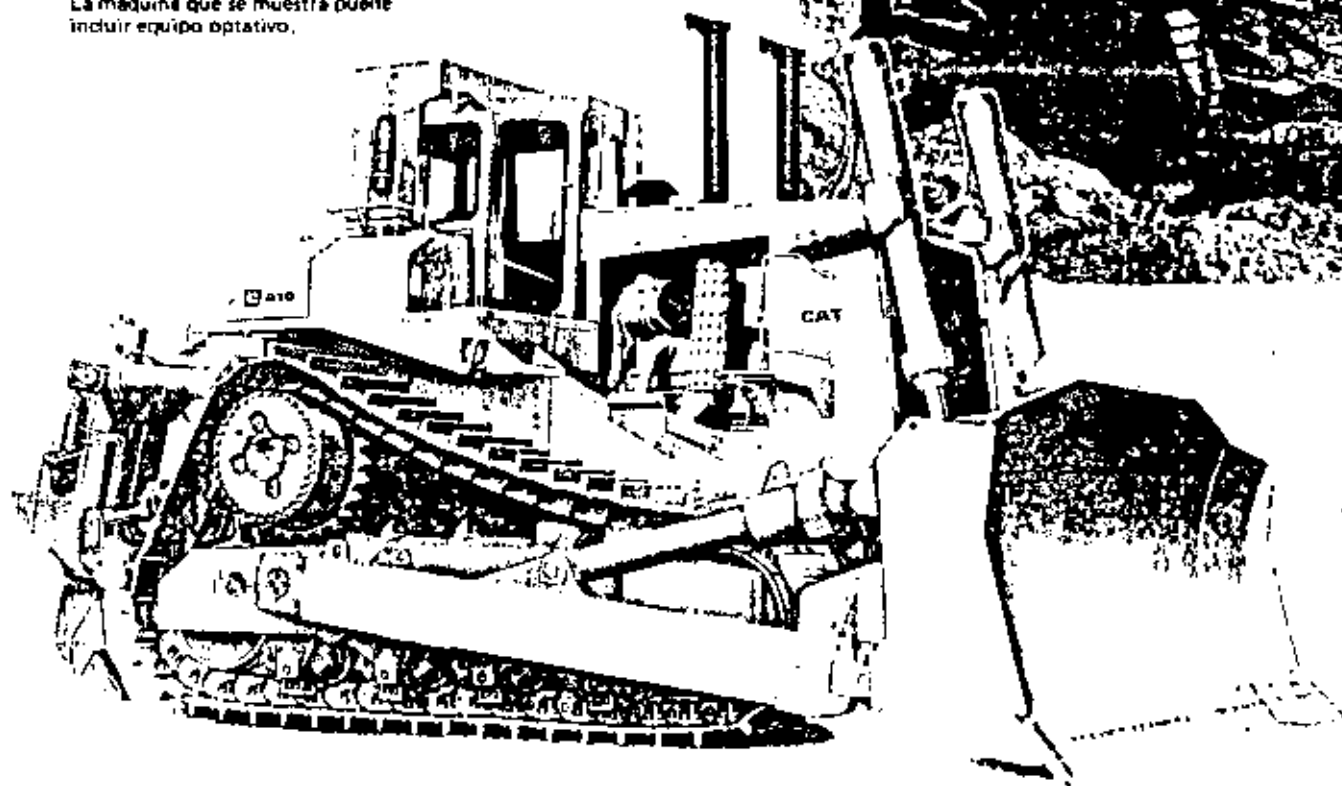


CATERPILLAR

Tractor de Cadenas D10

63

La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.



Características principales

- El Motor Diesel Caterpillar D34B 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 roscillos y traidores, mejora la tracción de la máquina y la comodidad del operador. Las Cadenas Selladas y Lubricadas, los rodillos y ruidles 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 reflectoras, obisagrada.
- 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 D34B, 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. Lumbrias 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 rocio 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

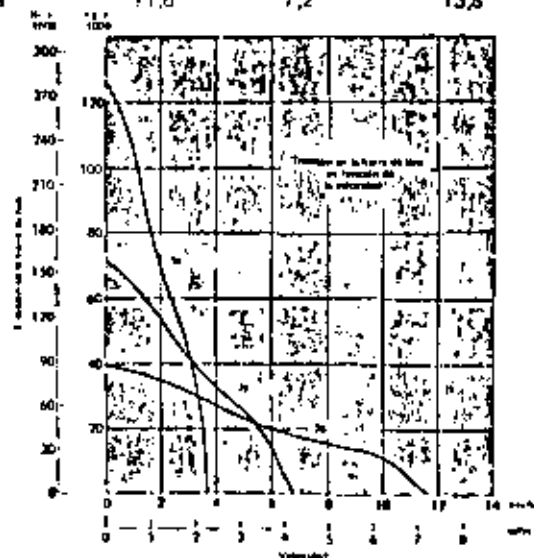
Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 533 mm (21") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga, sin restricciones.

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 engrían con aceite presurizado 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-Conc. Aros de ruedas motrices divididos en tres segmentos de 120° cada uno, empernales y reemplazables.

Bastidor de rodillos



Tubular, que resiste los esfuerzos torsionales. Rodillos y ruedas que de lubricación permanente y amortiguados por una serie de bogies que oscilan en conexiones de cartucho y pasador sellados y lubricados. La oscilación de los bogies se controla con cojines elásticos.

Bastidores de rodillos oscilantes unidos al tractor por eje pivote y barra compensadora fijada con pasadores. Grandes bujes pivotes en depósito de aceite. Pasadores de rótula entre bastidor y barra compensadora sellados y lubricados. Bují 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) B
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 los lugares de lubricación 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 guardiaguías de cadenas, y los aislaciones maestros de dos piezas, son estándar.

Peso 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 m² (8624 pulg²)
Altura de la garrá, (desde la cara inferior de
la zapata) 102 mm (4,0")



Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	1446	382
Sistema de enfriamiento	197	52
Sistemas de lubricación:		
Carter 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 entreje de 2892 mm (106")	Con entreje de 2896 mm (114")
Desembarque, con lubr., refriger., 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., refriger., 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.



Controles hidráulicos

El sistema completo consta de bomba, tanque con filtro, válvulas, tuberías, varillaje, y palancas de control. Las válvulas auxiliares hidráulicas facilitan las operaciones de los controles del despartador y de la hoja empujadora. Cuatro sistemas hidráulicos optativos, todos con válvulas externas, incluyen lo siguiente:

	kg	lb
Una válvula para la hoja 10C	213	470
Dos válvulas para la hoja 10S ó 10U e inclinación	249	550
Tres válvulas para la hoja 10C y despartador con inclinación hidráulica de los dientes	340	750
Cuatro válvulas para la hoja 10S ó 10U, inclinación y despartador con inclinación hidráulica de los dientes	363	800

Bomba de engranajes

Caudal a 6895 kPa (69 bar) (1000 lbf/pulg ²)	579 litros/min (153 gal/min)
Flujo del cilindro de inclinación	144 litros/min (38 gal/min)
RTM de la bomba a velocidad indicada del motor	1800
Ajuste de la válvula de alivio	
Hoja empujadora	17 237 kPa (172 bar) (2500 lbf/pulg ²)
Cilindro de inclinación	17 926 kPa (179 bar) (2600 lbf/pulg ²)
Despartador	17 237 kPa (172 bar) (2500 lbf/pulg ²)
Manija	Impulsada por el muelle auxiliar

Posiciones de la válvula de control:

Hoja empujadora	Levantar, bajar, libre
Despartador	Levantar, bajar, extender, retraer, fija
Cilindro de inclinación	Incl. a la der., fija, incl. a la izq.

Depósito:

Montaje	Guardabarros (montaje con aislación de goma)
Capacidad del tanque	178 litros (47 gal.)

Hojas empujadoras diseñadas para trabajos severos de empuje, recuperación de tierras y carga y empuje de tráiler. Cuchillas y cantoneras de acero DH-2, más duraderas. Más estabilidad por la conexión de tirante estabilizador que acerca la hoja al tractor. Cilindros de levantamiento montados en las esquinas superiores del protector del radiador para más ventaja mecánica. Una palanca controla los movimientos de la hoja, incluso la inclinación transversal.



Hojas empujadoras

Hoja	Ancho total (tractor con hoja empujadora)	Altura	Profundidad de acero	Despejo sobre el suelo	Inclinación transversal máxima	Peso	Peso total en arado de tractor con hoja empujadora
10S	5486 mm (18' 0")	2159 mm (85")	688 mm (27")	1499 mm (59")	813 mm (32")	12 630 kg (27 849 lb)	78 050 kg (172 100 lb)
10U	6004 mm (19' 8")	2231 mm (87 4")	711 mm (28")	1549 mm (61")	940 mm (37")	12 950 kg (28 554 lb)	78 370 kg (172 806 lb)
10C	3810 mm (12' 6")	1625 mm (60")	1170 mm (46")	600 mm (23 6")	No aplicable	9500 kg (20 946 lb)	74 920 kg (165 199 lb)

*Ancho, incluyendo las cantoneras.

**No incluye controles hidráulicos, pero las hojas 10S y 10U incluyen cilindro de inclinación.

***Incluye controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja (10U, ó 10C), refrigerante, lubricantes, tanque de combustible lleno, cabina ROPS con FOPS, y el operador.

La hoja 10C incluye un grupo de protección del cárter del motor compatible con el muñón de la hoja.

Dimensiones (en pulgadas)

D = Despejo sobre el suelo
 H = Altura
 W = Ancho total
 M = Manija



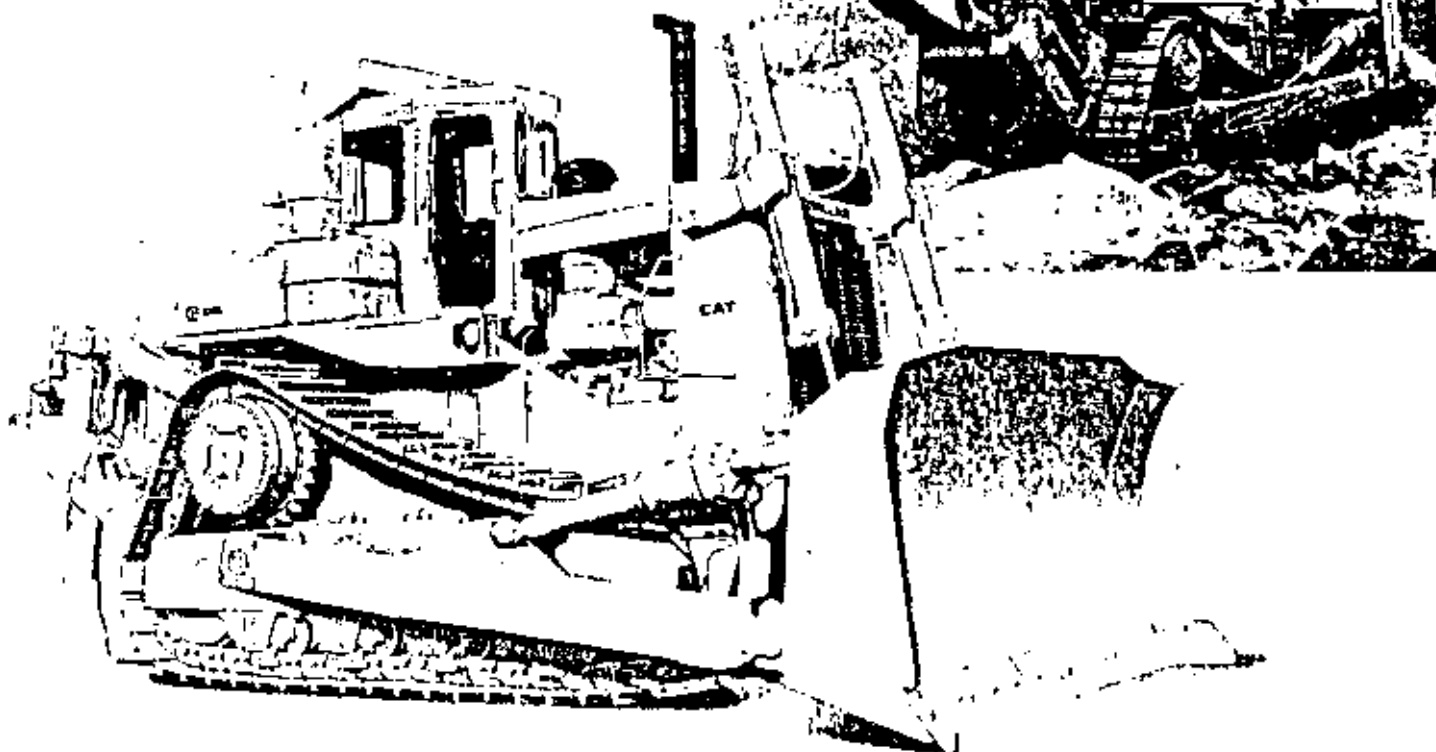
CATERPILLAR

Tractor de Cadenas

D9L

66

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 matriz 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 establon 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 anclaje, 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 659, con calibre de 137 mm (5,4" I, carrera de 152 mm (6,0") y cilindrada de 27,0 litros (1649 pulq³).

Sistema de combustible Caterpillar de inyección directa, con válvulas y bombas de inyección individual ajustables, 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 fibra oleación 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 altamente endurecidos. Lubricación a presión con aceite filtrado en filtro 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/silenciador de par está montado con aislación de goma al bastidor principal para amortiguar las vibraciones y los ruidos del vehículo.



Transmisión

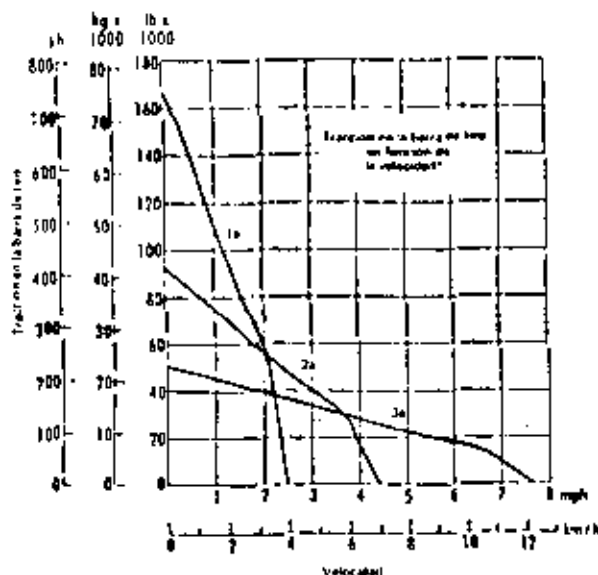
Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 432 mm (17") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modificación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga sin restricciones.

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 aún 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 engranan 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 freno 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 matrices 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 un eje de hojas. 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 políuretano, 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 apastadores 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 piq ²)
Altura de la barra, 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 compartimiento del eje pivote y del cojinete de retracción	138	36,5
Sistema hidráulico de los implementos		
Tanque solamente	83	22



Peso (aproximado)

De embrague, incluye lubricantes, refrigerante, 10% de combustible y	
ROPS con techo FOPS	41 094 kg (90 605 lb)
ROPS con cabina FOPS	41 525 kg (91.645 lb)

En orden de trabajo: incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, controles hidráulicos, Hoja 9S, 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 J1395 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.



Controles hidráulicos

El sistema completo consta de bomba, catalpa con filtro, válvulas, tuberías, varillas, inyector de aceite y palanca de control. Válvulas auxiliares hidráulicas facilitan las operaciones de control del desgranador y de la hoja empujadora. Cuatro sistemas hidráulicos optativos, todos con válvulas externas, incluyen lo siguiente:

	kg	lb
Una válvula, para la hoja 9C	454	1000
Dos válvulas, para la hoja 9S ó 9U e inclinación	490	1080
Tres válvulas, para la hoja 9C y desgarrador con inclinación hidráulica de los dientes	558	1230
Cuatro válvulas, para la hoja 9S ó 9U, inclinación y desgarrador con inclinación hidráulica de los dientes	581	1280

Bomba de jeringas, impulsada por el motor auxiliar

Capacidad 6895 kPa (100 bar)	
11000 l/min (290 gal/min)	310 litros/min (103 gal/min)
Flujo del cilindro de inclinación	117 litros/min (31 gal/min)
RPM de la bomba a velocidad indicada del motor	1800
Ajuste de la válvula de alivio:	
hoja empujadora	16 547 kPa (165 bar) (2400 lb/pulg ²)
Cilindro de inclinación	17 237 kPa (172 bar) (2500 lb/pulg ²)
Desgranador	16 547 kPa (165 bar) (2400 lb/pulg ²)

Posiciones de la válvula de control:

Hoja empujadora	Levantar, fija, bajar, libre
Desgranador	Levantar, bajar, extender, retraer, fija
Cilindro de inclinación	Incl. a la der., fija, incl. a la izq.

Depósito:

Montaje	Guardabarros (montaje con aislación de goma)
Capacidad del tanque	83 litros (22 gal.)

Las hojas empujadoras del D9 están diseñadas para trabajos severos de empuje con la hoja, recuperación de tierras y carga y empuje de trozas. Las cuchillas y cantoneras son de acero DH-2 para más durabilidad. La conexión mediante traste estabilizador acerca la hoja a las cadenas para mejor regulación y control. Los cilindros de levantamiento de la hoja se montan en las espigas superiores del protector del radiador para mejor visibilidad y más ventaja mecánica. Una sola palanca controla todos los movimientos de la hoja, incluso la inclinación transversal.



9S



9U



9C

Hojas empujadoras

Hoja	Capacidad según SAE J1285	Ancho total* (tractor con hoja empujadora)	Altura	Profundidad de excav.	Despejo sobre el suelo	Inclinación transversal máxima	Peso**	Peso total en orden de trabajo*** (tractor con hoja empujadora)
9S	15,1 m ³ (19,9 yd ³)	4,541 m (14'11")	1,968 m (78")	628 mm (24,7")	1,435 m (56,5")	1,163 m (45,8")	8324 kg (18.350 lb)	51 189 kg (112.850 lb)
9U	18,2 m ³ (23,9 yd ³)	4,972 m (16'4")	1,988 m (78")	628 mm (24,7")	1,435 m (56,5")	1,257 m (49,5")	8823 kg (19.460 lb)	51 688 kg (113.960 lb)
9C		3,315 m (10'11")	1,505 m (59")	1219 mm (48")	900 mm (35,4")	No aplicable	6396 kg (14.100 lb)	49 225 kg (108.820 lb)

* Ancho, incluyendo las cantoneras.

** No incluye controles hidráulicos, pero las hojas 9S y 9U incluyen cilindro de inclinación.

*** Incluye controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja (9U, 9S ó 9C), refrigerante, lubricantes, tanque de combustible lleno, culum HOPS con FOPS, el operador, y cubrimos de servicio con zapatas de 610 mm (24").

La hoja 9C incluye un grupo de protección del cárter del motor compatible con el muñón de la traza.

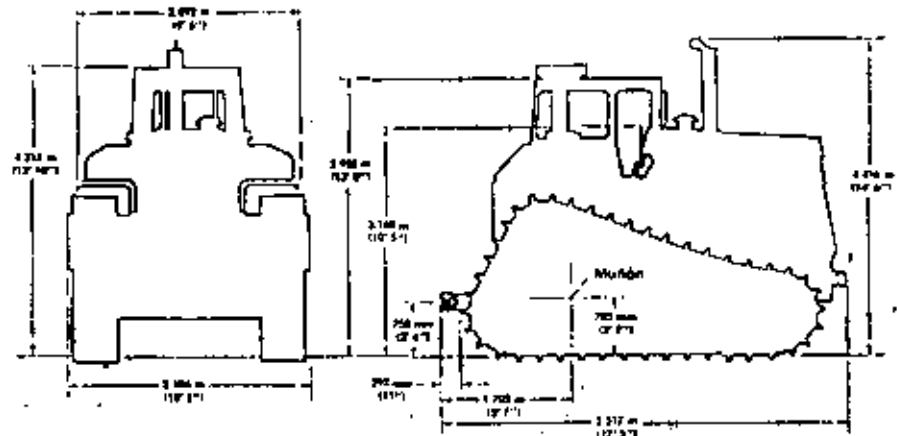


Dimensiones (aproximadas)

Despejo sobre el suelo, desde la cara inferior de las zapatas, según SAE J894 610 mm (24")

CON ESTOS ACE E BORNES ANADIDOS
A LA CONSTRUCCIÓN ORIGINAL
TRACTOR D9 (11000 l/min)

DESGRANADOR DE UN DIENTE	296 mm (11,7")
DESGRANADOR DE VARIOS DIENTES	287 mm (11,3")
HOLA - S	1426 mm (56,1")
HOLA - U	1600 mm (63,0")
HOLA - C	1296 mm (51,0")
RECIPIENTE DE BOMBA ANEXIONADO	338 mm (13,3")



ANCHO SOBRE EL MUÑÓN
ANCHO SOBRE LAS ZAPATAS
DE 610 mm (24")
DE 610 mm (24")

338 mm (13,3")
1426 mm (56,1")
1600 mm (63,0")

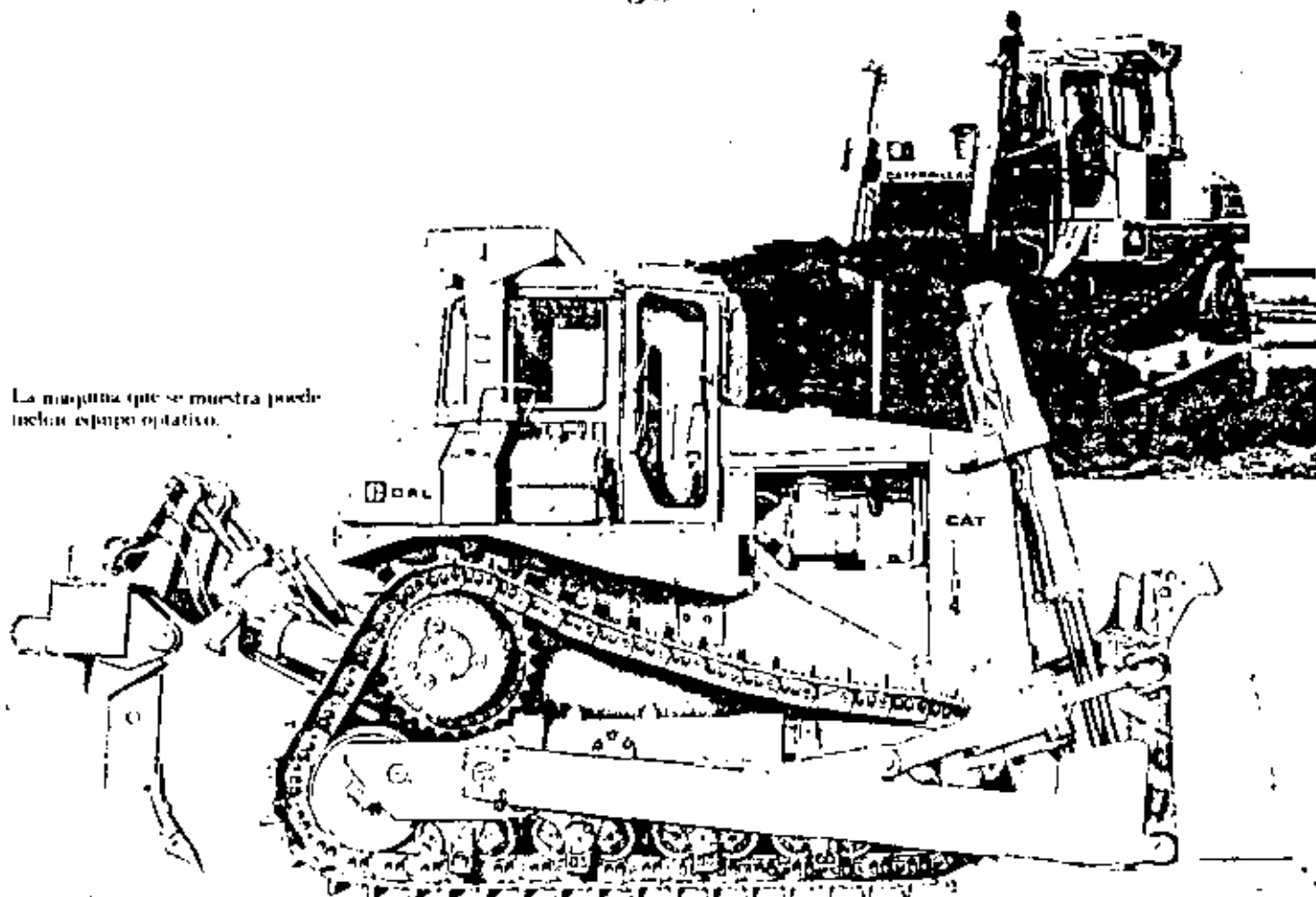


CATERPILLAR

Tractor de Cadenas D8L

63

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; no para 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 sistema maestro de dos piezas son estándar.
- El eje pivote y la barra compensadora asegurada con pasadores controlan la alineación y la oscilación de los bastidores de rodillos.
- El diseño modular de los componentes principales facilita las reparaciones y permite el intercambio de componentes y la prueba de los módulos antes de ser instalados.
- El tirante estabilizador de la hoja empujadora acerca la hoja a las cadenas logrando mejor control de los implementos y maniobrabilidad del tractor, con excelente equilibrio.
- El compartimiento del operador con aislación de goma tiene los controles de implementos y de la máquina montados en la consola, a fácil alcance. El asiento, orientado en ángulo, contribuye a la visibilidad hacia adelante y hacia atrás.
- El mantenimiento es sencillo, con menos puntos de engrase, y con ajustadores hidráulicos de cadenas, puntos de servicio agrupados y filtros reemplazables de aceite y combustible.
- Servicios CAT PLUS, a cargo del Distribuidor Caterpillar. Es el pro-



Motor Caterpillar

Preceñera en el volante a 1400 RPM 250 kW (335 hp)

La potencia neta en el volante del motor de la máquina, cuando funciona a 1400 RPM, según norma SAE, de temperatura de 21°C (69°F) y presión de 101,3 kPa (29,92" Hg), usando un combustible diesel de 15 unidades API a temperatura de 15,6°C (60°F) y después de hacer las deducciones por los siguientes equipos y condiciones: filtro de aire; bombas de agua, aceite lubricante y combustible, alto motor y silenciador. No se debe reducir la potencia indicada hasta una altura 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 (1000 polg³).

Sistema de combustible Caterpillar de inyección directa, con válvulas y bombas de inyección individuales, libres de ajuste. Cuñetes del turboalimentador enfriados por agua para mayor duración. Tambor de válvulas paralelos de los múltiples de admisión, con dos válvulas de admisión y dos de escape por cilindro. Válvulas revestidas de esteleta, con asientos de dión aleados de acero y rotadores de válvulas.

Pistones de aleación de aluminio, de forma elíptica y perfil cónico, con tres anillos de perfil de cuna, enfriados por riego de aceite. Cárter de aluminio reforzados con acero por el dorso y muñones del cigüeñal totalmente endurecidos. Lubricación a presión con aceite totalmente filtrado y entrado. 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 módulo del motor (visor de par) está montado con aislación de goma



Transmisión

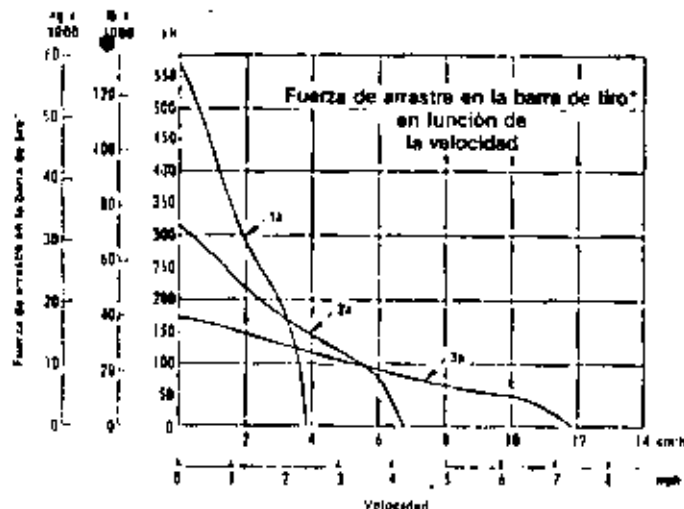
Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 432 mm (17") de diámetro y alta capacidad de par motor. El sistema de modulación especial permite hacer cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga sin restricciones.

Convertidor de par de una sola etapa con divisor del par de salida. Está conectado a la transmisión por doble junta universal y forma así una unidad, lo que facilita su atención.

La transmisión modular se conecta con la caja de los engranajes de transferencia y de la corona, que a su vez se conecta con la caja principal del tractor. Este módulo se cambia aun con desgarrador instalado.

Velocidades de marcha a las RPM indicadas del motor:

Marchas	Velocidad de avance		Velocidad de marcha atrás	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1a	3,1	2,1	3,8	3,0
2a	6,8	4,2	8,1	5,2
3a	11,9	7,3	11,8	9,2



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



Dirección y frenado

Embragues y frenos de dirección de varios discos, que se aplican mediante resortes y se desacoplan hidráulicamente. Se cambian con aceite presurizado y no requieren ajustes. Se puede atender cada conjunto como unidad sola.

Las palancas combinan el desacoplamiento del embrague principal y el frenado en un solo control para cada cadena. Se tira de la palanca un poco para desacoplar los embragues de dirección, y al máximo, para frenar la cadena.

Un solo pedal aplica los frenos en ambas ruedas 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 remodelar 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 sellas de anillos flotantes Duo Cone. Ruedas motrices con aros en tres segmentos empujables y reemplazables.

Bastidor de rodillos



De diseño tubular, que resiste los esfuerzos torsionales y de flexión. Los rodillos y muelles 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 pivote y una barra compensadora asegurada con pasadores. Los grandes bogies 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 hoga friction que no necesita mantenimiento. El mecanismo de retracción está completamente sellado y lubricado. Número de rodillos (a cada lado) 15



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 poluretano, un anillo expansor de goma y un anillo de crispaje. 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.

Peso	216 mm (8,5")
Número de zapatas (a cada lado)	15
Ancho de la zapata estándar	500 mm (22")
Longitud de la cadena sobre el suelo	1.213 m (100,5")
Superficie de contacto con el suelo con zapatas estándar	3.500 m ² (5065 pulg ²)
Altura de la garrá, desde la cara inferior de la zapata)	128 mm (3,1")



Datos para servicio

	Litros	(Gal. E.U.A.)
Tanque de combustible	753	199
Sistema de engranamiento	100	26,5
Sistema de lubricación:		
Carter del motor diesel	17	12,3
Compartimientos de la transmisión, corona y embragues de dirección		
Bujes convertidor de par)	167	44
Mandos finales (a cada lado)	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	(67.220 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		
líen, controles hidráulicos, Hoja RS,		
cadenas con zapatas de 500 mm (22"),		
techo ROPS-FOPS y el operador	37.305 kg	(82.243 lb)



Estructura ROPS

El techo ROPS-FOPS es estándar en E.U.A. solamente.) Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman a los conceptos ROPS, según las normas SAE J395, ISO 3171 y SAE J1010. 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.



Controles hidráulicos

El sistema completo consta de bomba, tanque con filtro, válvulas, tuberías, varillaje, distribuidor de aceite y palancas de control. Válvulas auxiliares hidráulicas facilitan las operaciones de control del desgarrador y de la hoja empujadora. Cuatro sistemas hidráulicos optativos, todos con válvulas externas, incluyen lo siguiente:

	kg	lb
Una válvula adicional, para la hoja SA	485	1070
Dos válvulas, para la hoja SS o SU o inclinación	534	1177
Tres válvulas, para las hojas SA, SS o SU y desgarrador con inclinación hidráulica de los dientes	613	1348
Cuatro válvulas, para la hoja SS o SU, inclinación y desgarrador con inclinación hidráulica de los dientes	128	1521
Dos válvulas, para la hoja SA y desgarrador	531	1177
Tres válvulas, para la hoja SS o SU, inclinación y desgarrador	613	1348

Las hojas empujadoras del DB están diseñadas para trabajos duros de empuje con la hoja, recuperación de tierras y carga y empuje de trillajes. Las cuchillas y cantoneras son de acero D11-2 para más durabilidad. La conexión mediante tirante estabilizador acerca la hoja a las cadenas para mejor estabilidad y control. Los cilindros de levantamiento de la hoja se montan en las espaldas superiores del protector del radiador, para aumentar visibilidad y eficiencia mecánica. Una sola palanca controla todos los movimientos de la hoja, incluso la inclinación transversal.



Hojas empujadoras

Hoja	Capacidad según SAE J1265	Ancho total* (tractor con hoja empujadora)	Altura	Profundidad de excav.	Despejo sobre el suelo	Inclinación transversal máxima	Peso**	Peso total En orden de trabajo*** (tractor con hoja empujadora)
SA	6,6 m ³ (8,6 yd ³)	1,851 m (15'11")	1,295 m (13')	533 mm (31")	1,210 m (18')	561 mm (31")	3912 kg (13'090 lb)	57'210 kg (53'135 lb)
SS	10,7 m ³ (14 yd ³)	1,172 m (13'8")	1,745 m (19,5')	613 mm (24")	1,288 m (15')	590 mm (33,5")	5517 kg (12'195 lb)	57'945 kg (52'243 lb)
SU	13,5 m ³ (17,7 yd ³)	1,503 m (14'9")	1,745 m (19,5')	613 mm (24")	1,288 m (15')	617 mm (36")	6112 kg (13'661 lb)	57'874 kg (53'205 lb)

* Incluyendo las cantoneras.

** No incluye controles hidráulicos, pero las hojas 8S y 8U incluyen cilindro de inclinación.

*** Incluye controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja (8U, 8S), refrigerante, lubricantes, tanque de combustible lleno, aceite, POPS, PCPS, el operador, cadenas con zapatas de 550 mm (22").

* Con la hoja 8A, la inclinación hidráulica es un accesorio.



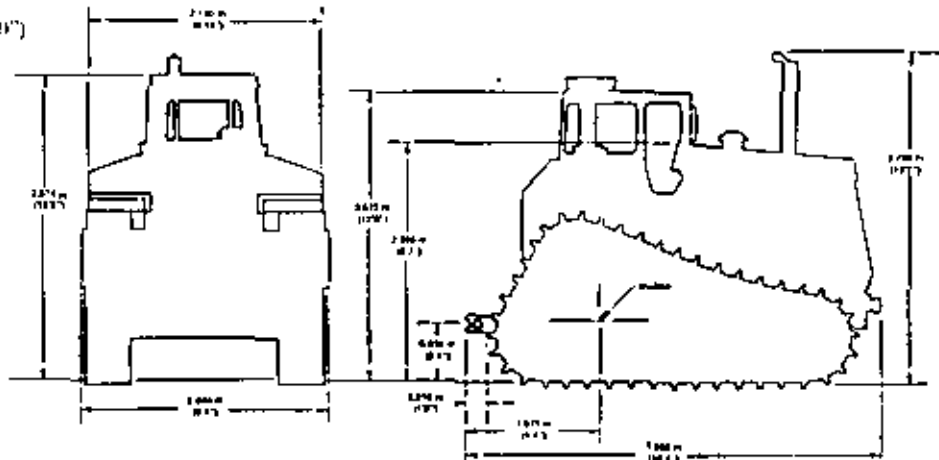
Dimensiones (aproximadas)

Despejo sobre el suelo, desde la cara inferior de las zapatas, según SAE J1234 485 mm (19,09")

CON ESTOS ACCESORIOS, ANADASE A LA LONGITUD BASES DEL TRACTOR DE 4.950 mm (19'7")

DESGARRADOR DE UN DIENTE	1.524 m (5')
DESGARRADOR DE VARIOS DIENTES	1.110 m (3'8")
HOJA S	1.277 m (4'2")
HOJA U	1.831 m (5'9")
HOJA A	1.891 m (5'9")

ANCHO SOBRE EL MANEJO 3.840 mm (12'7")
 ANCHO SOBRE LAS ZAPATAS
 DE 0.840 mm (27"); 2.759 mm (9'1")
 DE 0.710 mm (23"); 2.911 mm (9'7")
 ENTREPIE 2.200 mm (7'3")



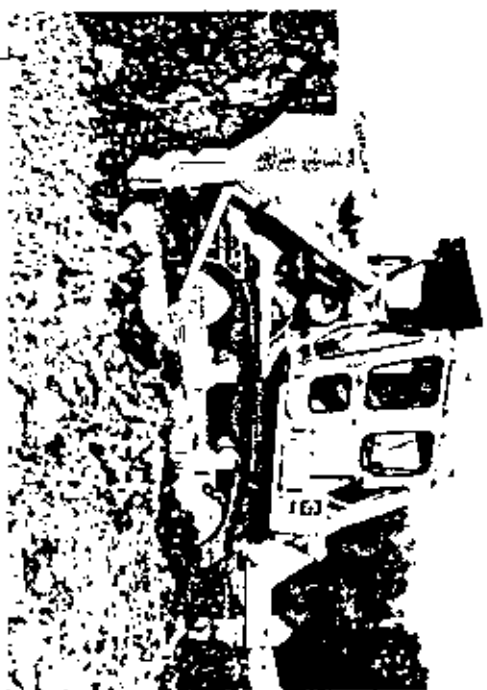


CATERPILLAR

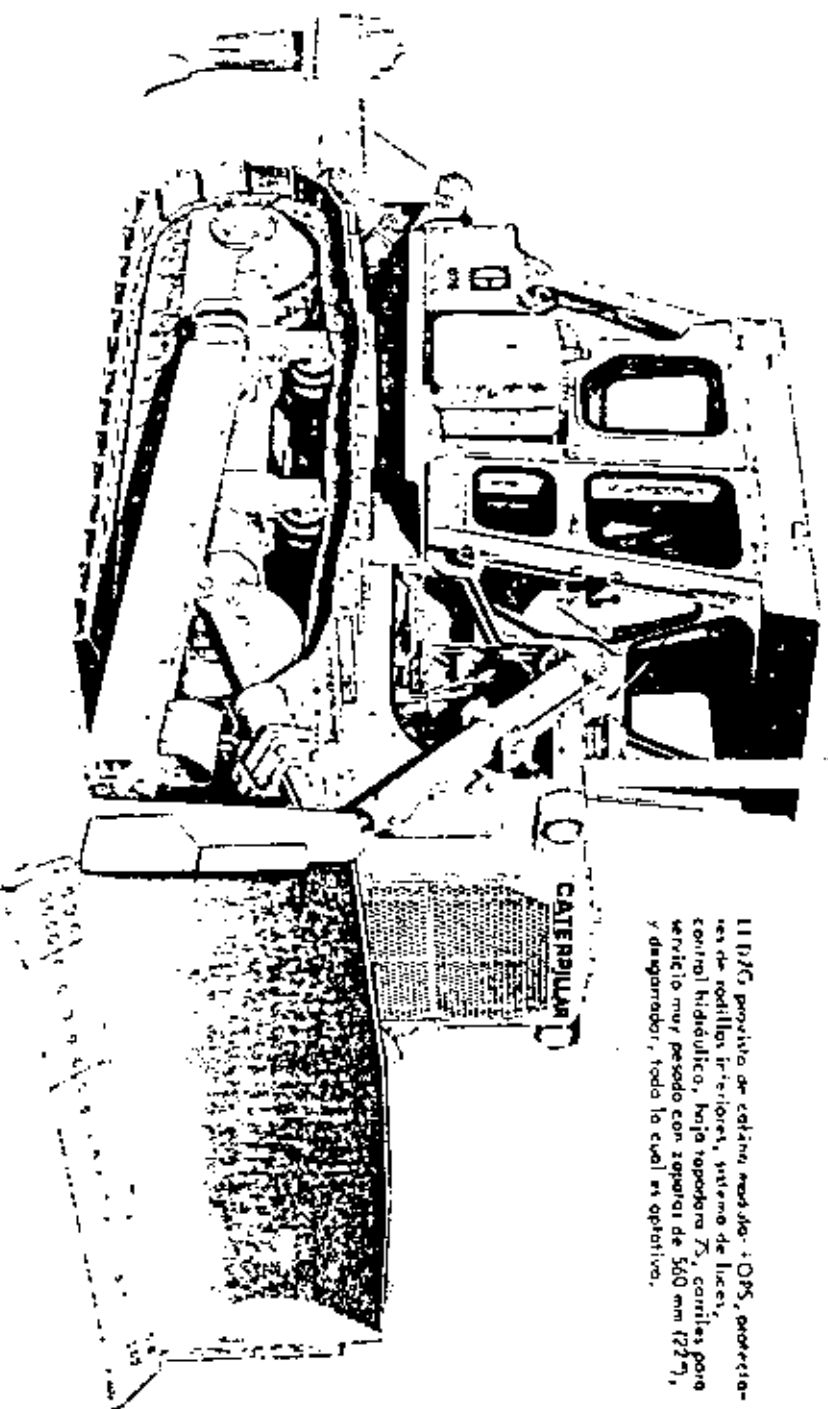
Tractor de Carriles
D7G

Características principales

- **MOTOR DIESEL 3006 CATERPILLAR TURBOALIMENTADO** con rendimiento 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 ajusta a todos los 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.
- **DIRECCION TOTAL MEDIANTE UNA PALANCA**. Con un solo control, se desconecta el embrague y se frena.
- **CONTROLES HIDRAULICOS AUXILIARES**. Reducen el esfuerzo en el uso de los palancas del desgarrador y para inclinar la hoja topadora.
- **SE SIEMPRE CONSERVACION** gracias a los ajustadores hidráulicos de corrientes, que son estándar, al sistema de combustible libre de agujeros, y a los filtros del motor, provisorios de roca.
- **CAT PLUS** a cargo de los distribuidores Caterpillar. Conlleva el sistema de respaldo de productos más extenso y completo en la industria.



El D7G, provisto de cabina modular + ODS, protección de rodillos inferiores, sistema de luces, control hidráulico, hoja topadora 75, corrientes por servicio muy pesado con separador de 560 mm (22"), y desgarrador, todo lo cual es optativo.



motor Caterpillar

Parámetro neto en el volante a 2100 RPM ... 201 hp (148 CV)



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 27° C (81° F), y 746 mm (29.38") Hg (0,965 bar), utilizando Fuel Oil de 35 unidades A. P. I. El equipo instalado en el motor incluye ventilador soplador, filtro de aire, silenciador, protector para la lluvia, bomba de agua, de lubricante y de combustible y alternador. El motor mantiene su potencia especificada en el volante hasta una altitud de 2300 m (7500').

Motor diesel Caterpillar, Modelo 3006, 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).

Lubrificación: Bombas individuales de inyección de combustible que no requieren ajustes, y válvulas de inyección que no se destruyen. Los volúmenes están revestidos de estellite, los orsenos son de duro oxidado aleación, y hoy voladores 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 cilindros se endurecen por "Hi-Electro". Se lubrica a presión, y el aceite filtrado en flujo continuo. El filtro de aire es seco, con un sistema primario y otro de seguridad.

Opción de dos sistemas de arranque eléctrico directo de 24 voltios: estándar y para bajas temperaturas. Ambos incluyen bujes incandescentes para prescribir las cámaras de precombustión.

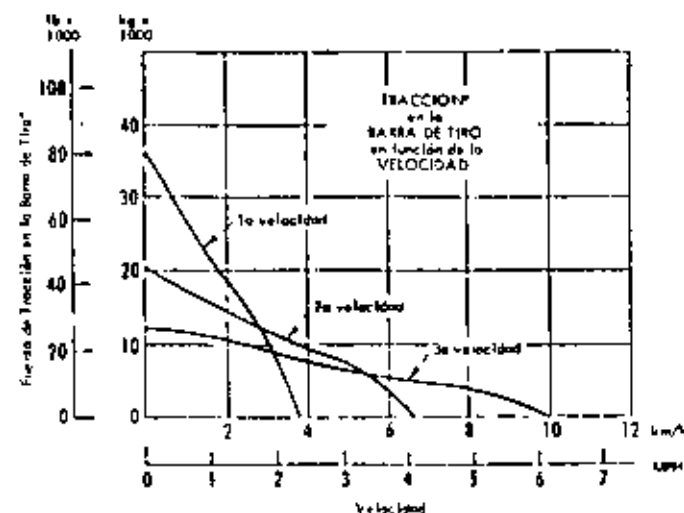


transmisión

SERVOTRANSMISIÓN

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 en plana cancha. El convertidor de par motor es de un 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 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)



*Depende de las condiciones del suelo y del peso del tractor equipado.

TRANSMISIÓN 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		Retroceso		Tracción en la Barra de Tiro*	
	km/h (MPH)	(MPH)	km/h (MPH)	(MPH)	Indicadas kg (lb)	Máxima 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 Oportiva

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, engrinados con aceite y de acción hidráulica, que no requieren ajustes. Frenos de brida tensora engrinados con aceite, que se operan mediante palanca y/o pedal, retroalimentados hidráulicamente para fácil empleo. Freno mecánico de autoalimentación. Conjuntos de empuje y freno que pueden operarse 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 ara de las ruedas dentadas se divide en segmentos reemplazables que se fijan con pernos.



bastidor de rodillos interiores

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 anillo 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 m ² (4270 pulg ²)
Altura de las garras desde la cara inferior de las zapatas	71 mm (2,8")



datos para servicio

	litros	(Gal de E. 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)	73	(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 la 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 apegan a los conceptos ROPS, según las normas J395 y J1046 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 3449 de la I.S.O.



controles hidráulicos

El sistema completo consta de la bomba, tanque, filtro, válvulas, tuberías, eslabonamiento y palancas de control. Los controles hidráulicos piloto eliminan la mayoría del esfuerzo en el manejo de las palancas de control del desgarrador y de inclinación de la hoja. Los seis sistemas hidráulicos optativos son de válvulas externas. Incluyen los siguiente:

- UNA VALVULA, para la Hoja 7A 422 kg (930 lb)
- DOS VALVULAS, para la Hoja 7S y 7U 485 kg (1070 lb)
- DOS VALVULAS, para la Hoja 7A y desgarrador 458 kg (1010 lb)
- DOS VALVULAS, para la Hoja 7A y el cilindro de inclinación 522 kg (1150 lb)
- TRES VALVULAS, para la Hoja 7S o 7U, y desgarrador 535 kg (1180 lb)
- TRES VALVULAS, para la Hoja 7A, desgarrador y cilindro de inclinación 571 kg (1260 lb)

BOMBA de tipo de paletas:

- Capacidad a 70 kg/cm² (69 bar) 227 litros/m. (60 gal/m)
- Caudal del cilindro de inclinación lateral 91 litros/m (24 gal/m)
- PPM a la velocidad indicado del motor 2080

Ajustes de las válvulas de seguridad:

- Hoja topadora 158 kg/cm² (2250 lb/pulg²) (155 bar)
- Desgarrador 158 kg/cm² (2250 lb/pulg²) (155 bar)
- Cilindro de incl. lateral 172 kg/cm² (2450 lb/pulg²) (169 bar)
- Propulsión Mando auxiliar, mediante engranajes

POSICIONES DE LAS VALVULAS DE CONTROL:

- Hoja topadora Ascenso, retención, descenso, libre
- Desgarrador Ascenso, retención, descenso
- Cilindro de incl. lateral... Incl. a la der., retención, incl. a la izq.

DEPOSITO:

- Montaje Guardafango
- Capacidad del tanque 91 litros (24 galones)

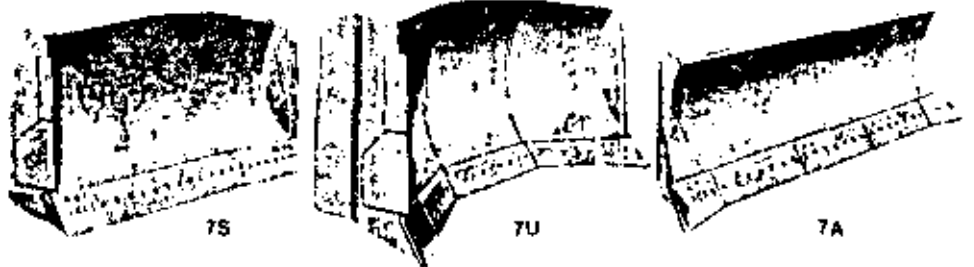
especificaciones de la hoja topadora

Hoja	Ancho Total (tractor con hoja)	Altura	Profundidad de Excavación	Espacio Libre sobre el Suelo	Inclinación Lateral Máxima	Peso (sin los controles hidráulicos)	Peso Total** de Operac. (tractor con hoja)
7S	3,66 m (12' 0")	1,27 m (4' 2")	0,45 m (17,6")	1,17 m (3' 10")	0,72 (28,4")	3475 kg (7660 lb)	20 094 kg (44 300 lb)
7U	3,81 (12' 6")	1,27 (4' 2")	0,45 m (17,6")	1,17 m (3' 10")	0,75 m (29,7")	3820 kg (8420 lb)	20 457 kg (45 100 lb)
7A, Recta	4,27 m* (14' 0")	0,97 m (3' 2")	0,48 m (18,9")	1,19 m (3' 11")	0,30 m (11,8")	3110 kg (6850 lb)	19 660 kg (43 300 lb)
Con giro de 25°	3,86 m (12' 8")	0,97 m (3' 2")	0,48 m (18,9")	1,45 m (4' 9")	0,30 m (11,8")	--	--

*La longitud con bastidor C sólo es de 3,12 m (10' 3").

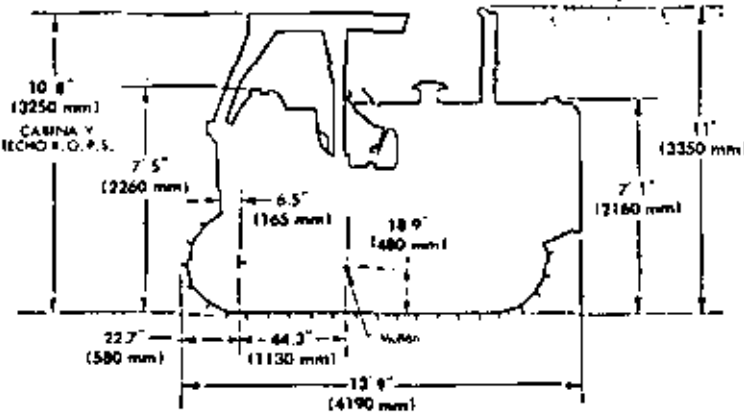
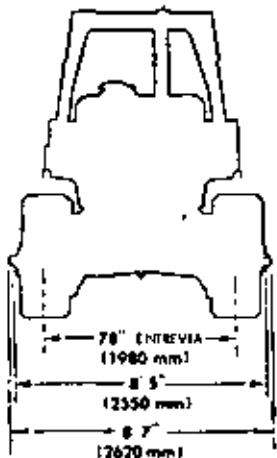
**Incluye los controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja (7S y 7U), lubricantes, refrigerante, el tanque llenado de combustible, techo POPS y el operador.

HOJAS TOPADORAS DE FABRICACION CAZAPILLAR. Son fuertes, con cuchillas y puntos de extremo del resistente acero DH-2. Los brazos de empuje de la hoja topadora se hallan conectados a una bomba central deslizante que absorbe los esfuerzos laterales en los brazos de empuje y en la hoja. Elija hoja 7S para distancias cortas, la 7U para distancias largas y menos derrame por los lados, y la 7A para empuje lateral.



dimensiones aproximadas

- Espacio libre sobre el suelo desde la cara inferior de las zapatas (según J894 de la S.A.L.) 347 mm (13,7")
- Altura de la barra de tiro desde la cara inferior 480 mm (18,9")



Con estos accesorios, añádate la siguiente al largo básico del tractor de 4,19 m (13' 9"):

Desgarrador -	1,65 m (5' 5")
Hoja S-1,	0,9 m (3' 0")
Hoja U-1,	0,57 m (1' 9")
Hoja A-1,	0,30 m (1' 0")
Hoja A a 25° de giro -	2,16 m (7' 1")
Sólo el Bast. -	0,89 m (2' 11")

**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.

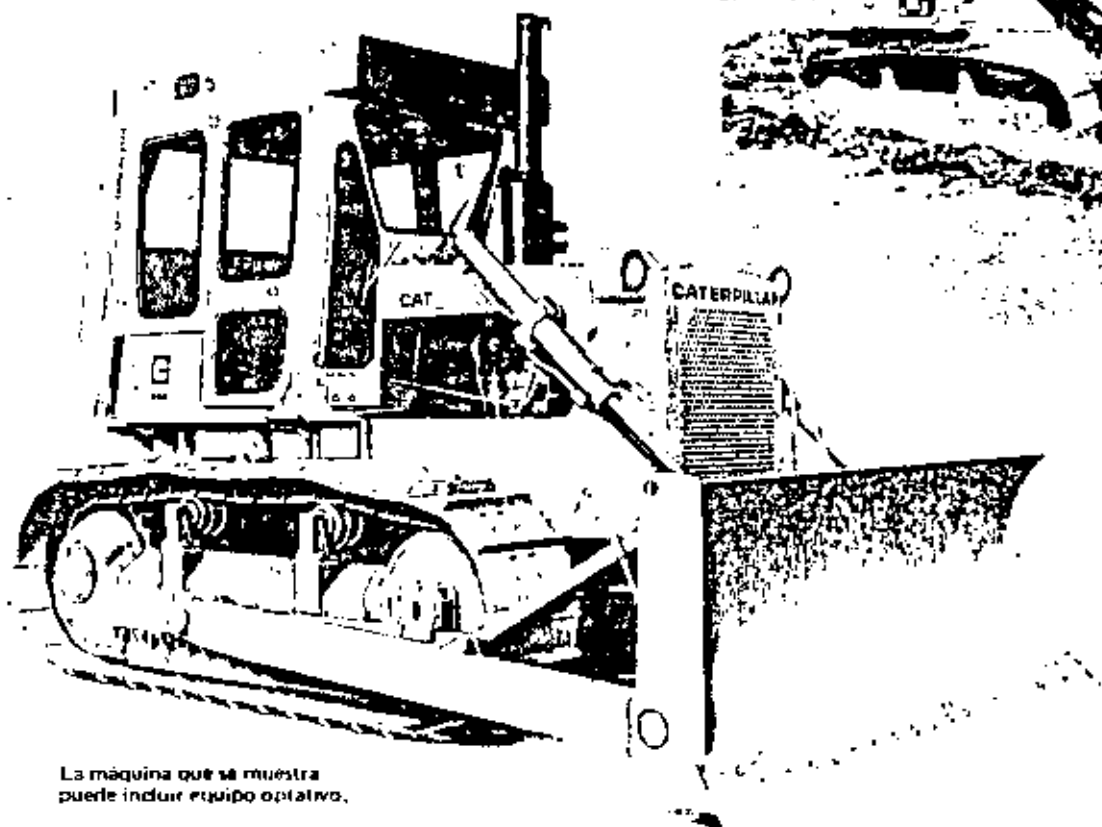
Cadenas Selladas y Lubricadas. Reducen considerablemente el desgaste entre pasadores y bujes y disminuyen los costos de mantenimiento.

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.

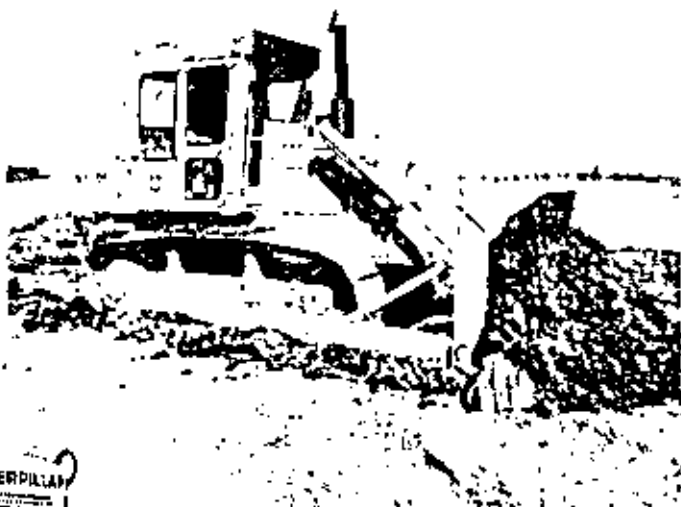


La máquina que se muestra puede incluir equipo optativo.

**Motor Caterpillar**

Potencia en el volante a 1900 RPM
Power Shift o 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 15,8°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 (4,75"), 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. Cigüeñales 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 optativo.



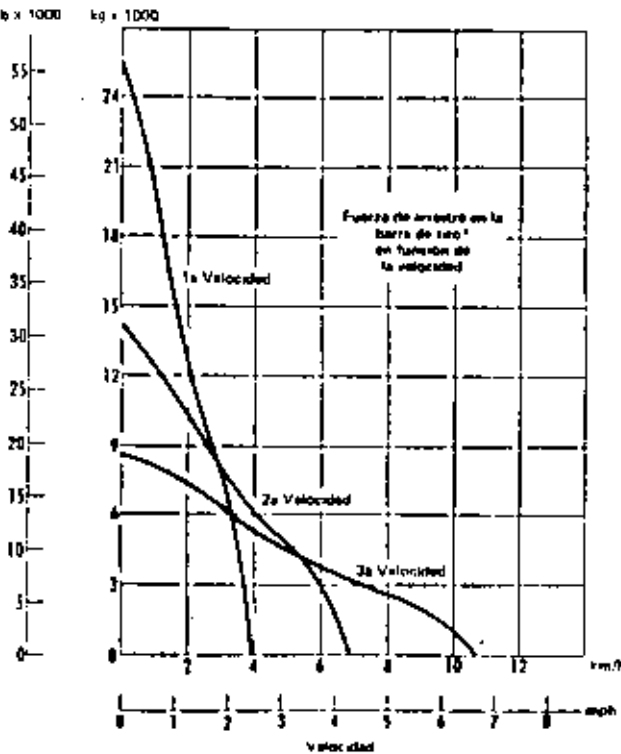
Transmisión

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



*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 circulado 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		Fuerza de arrastre en la barra de tiro en avance*		Fuerza de arrastre en la barra de tiro en avance*	
	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.



Sistema de dirección

Los embragues de varios discos enfriados con aceite y de acción hidráulica, no necesitan ajustes. Frenos de banda contráctil, 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 al 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 empuñables 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 guía tienen 2 posiciones ajustables.

- Número de rodillos (cada lado) 6
- Oscilación de las ruedas guía 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 m² (3348 pulg²)
- Altura de las garras (desde la cara inferior de las zapatas) 60 mm (2,36")



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)

	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.)



Datos para servicio

77

	Litros	(Gal. de F.U.A.)
Motor de combustible	219	78
Sistema de enfriamiento		
Transmisión Power Shift	38,8	10,25
Transmisión directa	36,9	9,75
Sistema de lubricación:		
Cáster del motor Diesel	27,4	7,25
Compartimento de la transmisión, corona y embragues de dirección (incluye convertidor de par o embrague en aceite):		
Transmisión Power Shift	93	24,5
Transmisión directa	98	26
Cada mando final	18,9	5



Pesos (aproximados)

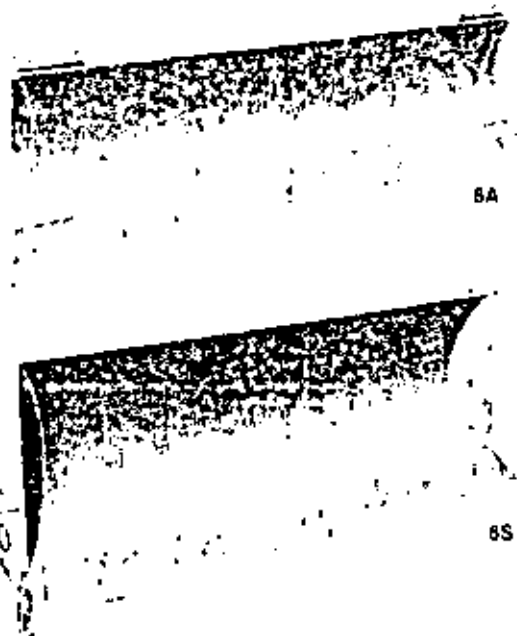
Peso en orden de trabajo incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, control hidráulico, hoja empujadora recta 6S, techo ROPS y el operador . . . 14 210 kg (31 500 lb)
 Peso de empaque incluye lubricantes, refrigerante y 10% de combustible . . . 11 820 kg (26 060 lb)



Estructura ROPS

(El techo ROPS es estándar en E.U.A.)

Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar como equipo opcional para esta máquina conforman a las normas ROPS, SAE J305, SAE J1040a e ISO 3471. También conforman a las normas FOPS (Estructura de protección en caso de caída de objetos): SAE J231 e ISO 3449.



En los tractores empujadores D6D, los funciones de levantamiento, la plega y inclinación horizontal de la hoja se efectúan con una sola palanca de control. Las hojas son de cercos en hoja múltiples, con vertederos de acero laminado, cuchillas y ranuras de acero D12. La hoja empujadora consta de la vertedera, hasta los 10° para la 6A, brazos de empuje para la 6S, tirantes, muelles, cilindros de levantamiento y soportes. Los controles hidráulicos se deben pedir por separado.

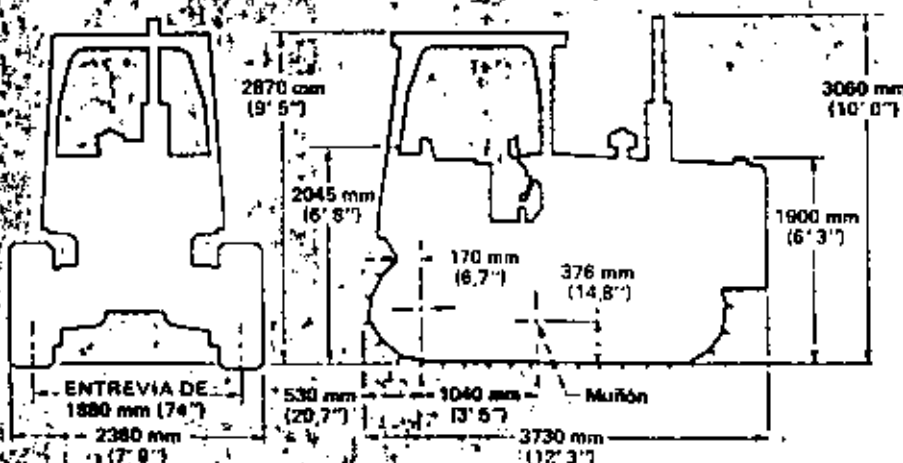
Hoja empujadora

Hoja	Ancho total del tractor con la hoja empujadora	Altura	Profundidad de la vertedera	Espacio libre sobre el suelo	Inclinación horizontal máxima	Peso en los controles hidráulicos
6S (recta)	3200 mm (10' 6")	1130 mm (44,4")	472 mm (18,6")	910 mm (36")	810 mm (32")	2130 kg (4700 lb)
6A, (orient.) derecha	3890 mm (12' 9")	910 mm (36")	444 mm (17,5")	910 mm (36")	330 mm (13")	2270 kg (5000 lb)
Orientada	3510 mm (11' 6")	910 mm (36")	444 mm (17,5")	1030 mm (40,6")	330 mm (13")	—



Dimensiones (aproximadas)

Espacio libre sobre el suelo desde la cara inferior de las zapatas (según SAE J894) . . . 310 mm (12,2")



CON ESTOS ACCESORIOS, ANADASE LO SIGUIENTE A LA LONGITUD BASICA DEL TRACTOR DE 3730 mm (12' 3")

Desgarrador	1070 mm (3' 6")
Hoja Recta S	1070 mm (3' 6")
Hoja Orient. A	1120 mm (3' 8")
Hoja Orient. A (Orientada)	1880 mm (6' 2")

ALTURA DE LA MAQUINA DESDE LAS PUNTAS DE LAS GARRAS CON LOS SIGUIENTES EQUIPOS:

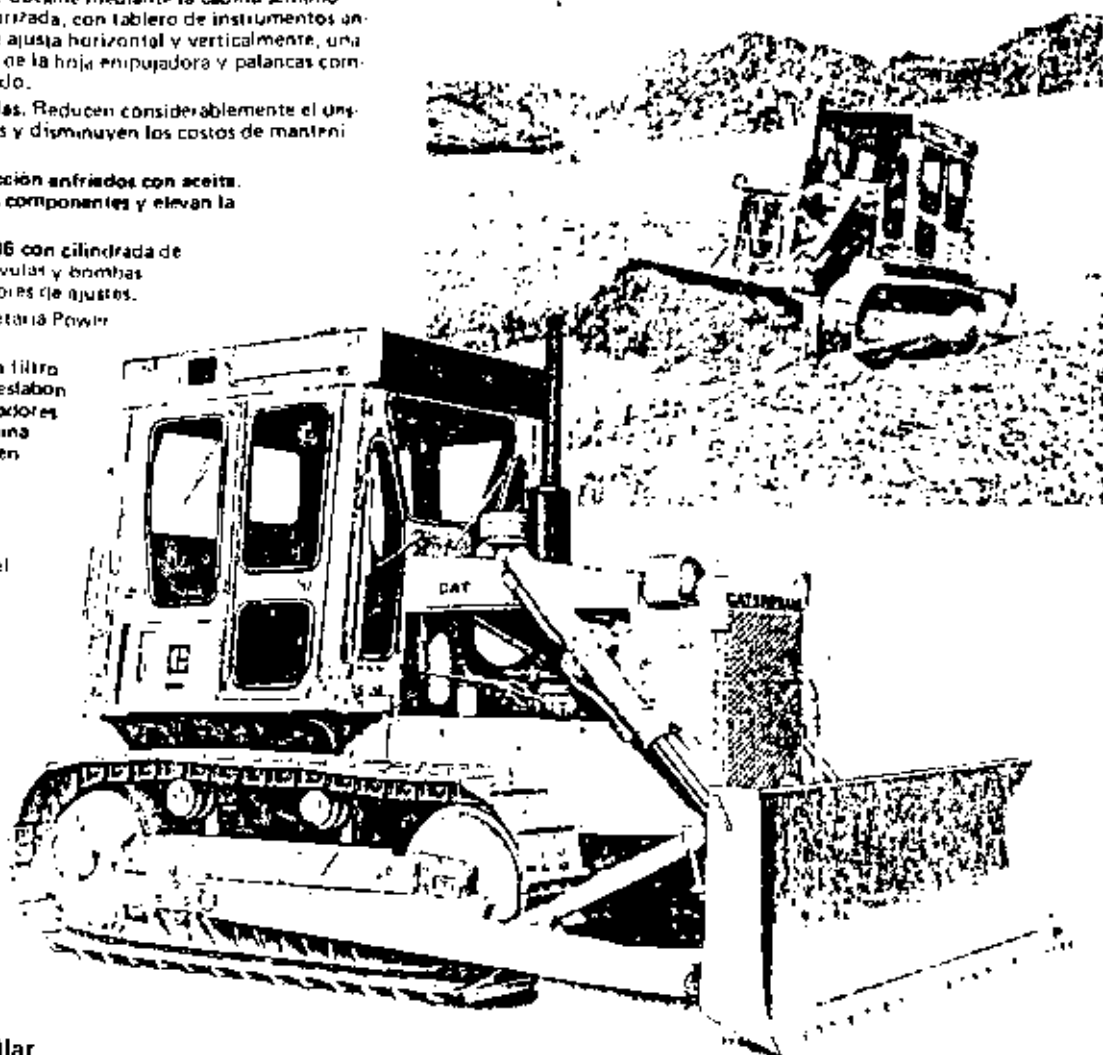
Techo ROPS*	2938 mm (9' 7,5")
Cables ROPS	3126 mm (10' 3")
Cables ROPS con coord. de aire	3150 mm (10' 4")

*Altura al nivel de escape 3110 mm (10' 2,5")



Características principales

- **Comodidad del operador.** Se obtiene mediante la cabina semimodular optativa 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 anfridos 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, eslabon 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 (86°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.

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.

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

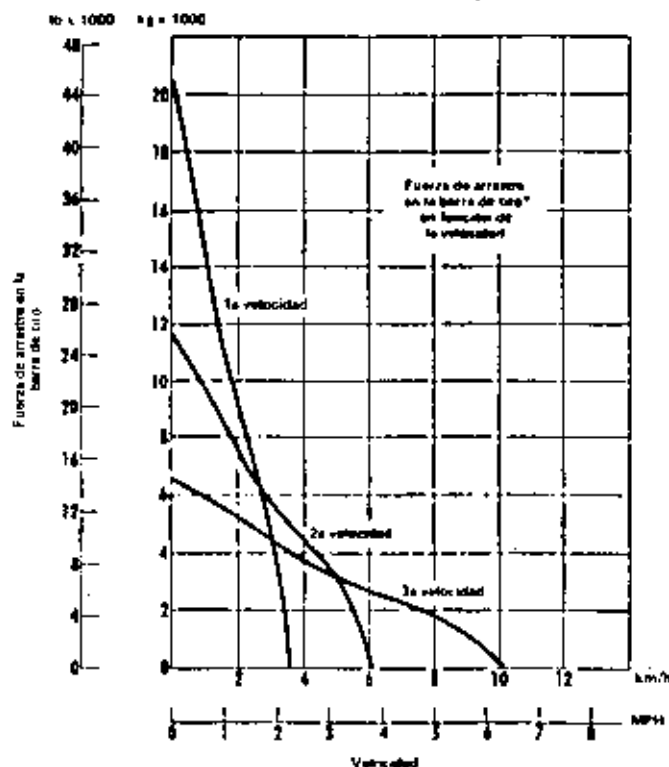
Power Shift:

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 convertidor de par.

Marchas	Avance		Retroseso	
	Km/h	MPH	Km/h	MPH
1a	3,5	2,2	4,2	2,6
2a	6,1	3,8	7,4	4,6
3a	10,1	6,3	12,2	7,6

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 el eje universal.

Velocidades de la transmisión directa y fuerzas de arrastre en la barra de tiro:

Marchas	Avance Km/h MPH	Marcha atrás Km/h MPH	Fuerza de arrastre en la barra de tiro en avance*			
			A rpm indic. Mx. bajo carga			
			kg	lb	kg	lb
1a	2,7 1,7	3,4 2,1	8770	19 340	11 130	24 530
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	2260	4950



Sistema de dirección

Los embragues de acción hidráulica de varios discos engranados 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, engranados 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 freno. 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 muchos flotantes Duo Cone. Huélas matrices con arcos divididos en segmentos empernables y reemplazables.



Bastidor de rodillos inferiores

De sección en caja reforzada. Rodillos superiores de montaje interno. Rodillos y ruedas guía de lubricación permanente. Número de rodillos (a cada lado) 6
Oscilación en la rueda guía 279 mm (11,0")



Cadenas Selladas y Lubricadas

En las Cadenas Selladas y Lubricadas el pasador está cubierto con una película de lubricante que reduce considerablemente el desgaste interno entre pasadores y bujes. Se evita la fuga del lubricante con una disposición de selladura que consiste en un sello de poliuretano, un anillo expansor de caucho y un anillo de tope. El estándar 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 (7000 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, válvula 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 desgranador 313 kg (690 lb)
Posiciones del desgranador: levantamiento, fija, bajada.

Tres válvulas (dos internas, una externa) para hoja empujadora, cilindro de inclinación horizontal y desgranador 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

HPM a la velocidad indicada del motor 1750 1750
Ajuste de la válvula de alivio 155 bar (2250 lb/pulg²)
Impulsión Conectada con engranajes desde la impulsión auxiliar

Tanque:

Montaje Parte trasera del motor
Capacidad del tanque 49,2 litros (13 gal.)



Estructura ROPS

(El techo ROPS es estándar en E.U.A. solamente). Las estructuras de protección en caso de vuelco ROPS que ofrece Caterpillar para esta máquina conforman a los conceptos ROPS, según las normas SAE J395, SAE J1040a e ISO 3471. También conforman a los conceptos FOPS (Estructura de protección contra la caída de objetos), según las normas SAE J231 e ISO 3449.



Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Consumo de combustible	246	65
Sistema de embalsamiento	14,1	3,7
Sistema de lubricación		
Carter del motor Diesel	22,4	5,9
Sistema hidráulico del tractor	7,6	2,0
Muchos litros (cada uno):		
Entrevía de 1520 mm (60")	9,0	2,38
Entrevía de 1880 mm (74")	11,4	3



Pesos (aproximados)

Peso de embarque (incluye lubricantes, refrigerante, techo ROPS y 5% de combustible):

Power Shift:

Entrevía de 1520 mm (60")	9480 kg (20 900 lb)
Entrevía de 1880 mm (74")	9620 kg (21 200 lb)

Transmisión directa:

Entrevía de 1520 mm (60")	9250 kg (20 400 lb)
Entrevía de 1880 mm (74")	9480 kg (20 900 lb)

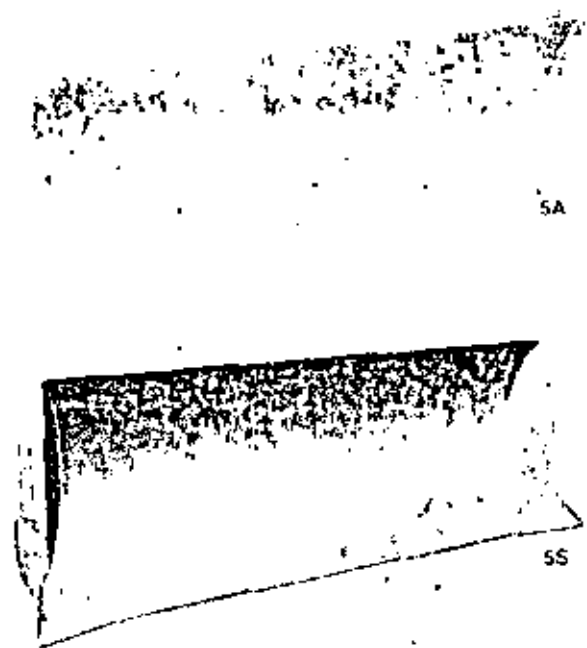
Peso en orden de trabajo (incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, controles hidráulicos, hoja empujadora 5S, techo ROPS y el operador):

Power Shift:

Entrevía de 1520 mm (60")	11 430 kg (25 200 lb)
Entrevía de 1880 mm (74")	11 700 kg (25 800 lb)

Transmisión directa:

Entrevía de 1520 mm (60")	11 203 kg (24 700 lb)
Entrevía de 1880 mm (74")	11 521 kg (25 400 lb)



En los tractores empujadores 5S, las funciones de levantamiento, batalla e inclinación horizontal de la hoja se efectúan con una sola palanca de control. Las hojas son de secciones en caja múltiples, con vertedera de acero teñido, cuchillas y cantoneras de acero DH2. La hoja completa consta de la vertedera, bastidor "C" para la 5A, brazos de empuje para la 5S, tirantes, muñones, cilindros de levantamiento y soportes. Los controles hidráulicos se deben pedir por separado.

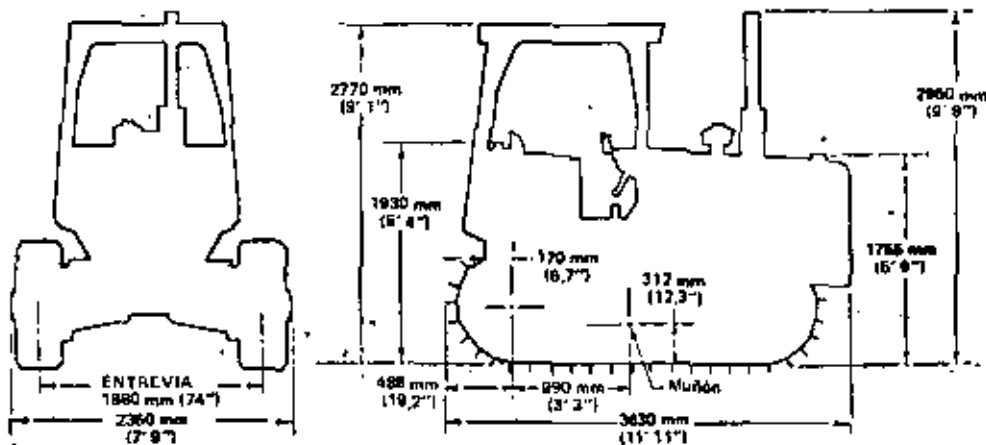
Características de la hoja empujadora

Hoja	Ancho total (tractor con hoja empujadora)	Altura	Profundidad de excavación	Espacio libre sobre el suelo	Inclinación horizontal máxima	Peso (sin los controles hidráulicos)
5S - entrevía de 1520 mm (60")	2640 mm (8'8")	965 mm (38")	505 mm (19,9")	870 mm (34,2")	1015 mm (40")	1360 kg (3000 lb)
Entrevía de 1880 mm (74")	3150 mm (10'4")	965 mm (38")	505 mm (19,9")	870 mm (34,2")	1005 mm (39,5")	1450 kg (3200 lb)
5A - entrevía de 1880 mm (74")						
Derecha	3630 mm (11'11")	855 mm (33,7")	550 mm (21,7")	820 mm (32,2")	280 mm (11,0")	1910 kg (4200 lb)
Orientada	3900 mm (12'10")	855 mm (33,7")	550 mm (21,7")	970 mm (38,2")	280 mm (11,0")	-



Dimensiones (aproximadas)

Espacio libre sobre el suelo desde la care inferior de las zapatas (SAE J894) 277 mm (10,9")



CON ESTOS ACCESORIOS AÑADASE LO SIGUIENTE A LA LONGITUD BÁSICA DEL TRACTOR DE 3630 mm (11'11")

DESCARRADOR	1082 mm (3'7")
HOJA RECTA "B"	965 mm (3'2")
HOJA ORIENT. "A"	940 mm (3'1")
HOJA ORIENT. "A" ORIENTADA	1876 mm (6'1")

ALTURA DE LA MÁQUINA DESDE LAS PUNTAS DE LAS GARRAS CON LOS SIGUIENTES ACCESORIOS:

TECHO ROPS	2819 mm (9'3")
CABINA ROPS	2097 mm (6'10")
CABINA ROPS CON ADONO DE AIRL	2029 mm (6'11")



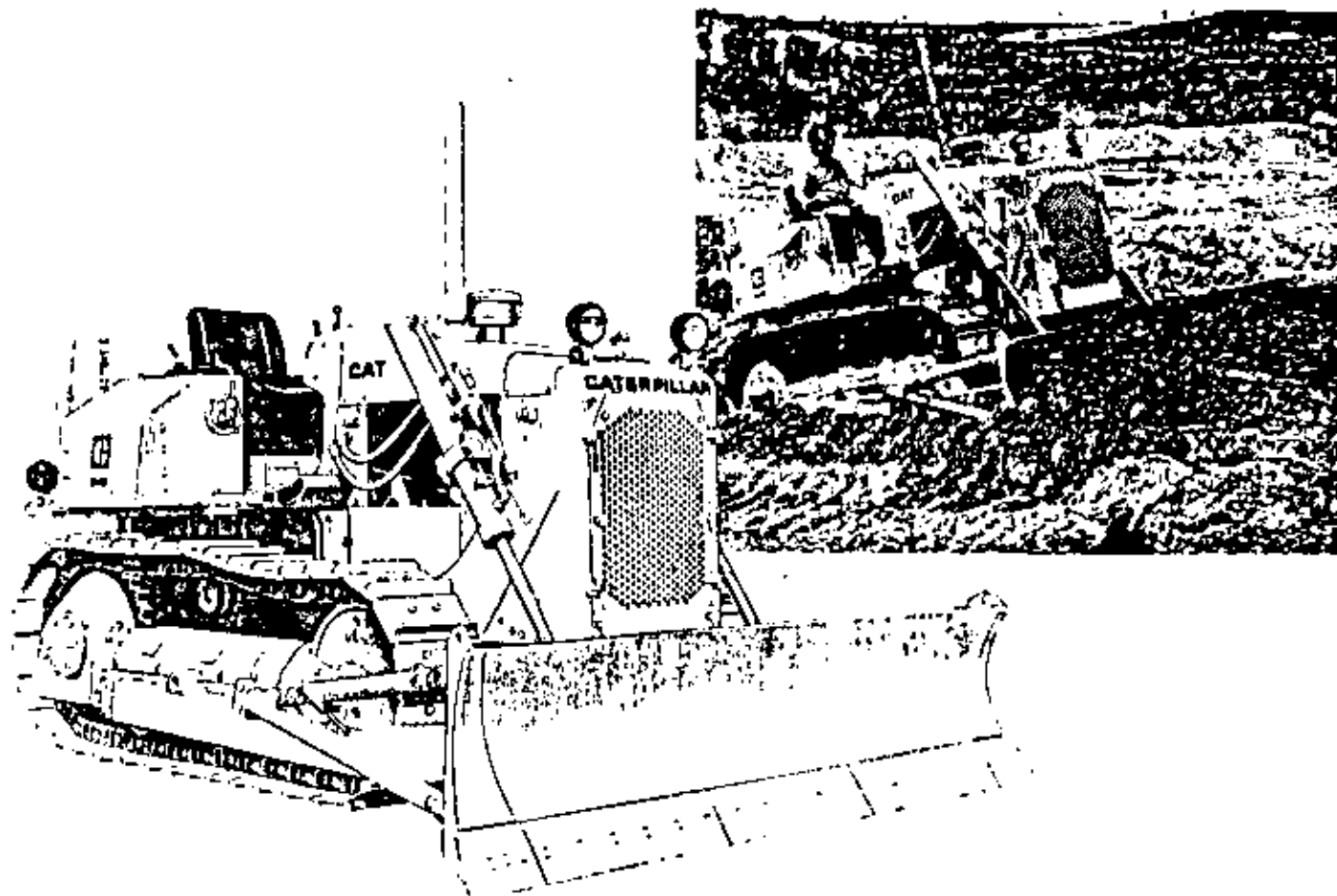
CATERPILLAR

D4E

Tractor de Cadenas

81

Fabricado en Brasil



Características principales

- **Comodidad del operador.** Se logra mediante la plataforma del operador entera, el tablero de instrumentos sin reflejos, el asiento ajustable y el montaje de las palancas de dirección en la consola.
- **Cadenas Selladas.** Reducen los costos de conservación.
- **Embragues y frenos de dirección engrasados con aceite.** Aumentan la vida útil de los componentes y mejoran la confiabilidad.
- **Motor Diesel Caterpillar, modelo 3304,** con bombas e inyectores individuales, libras de ajuste, y cilindrada de 7 litros.
- **Servotransmisión planetaria o transmisión directa.**
- **De fácil mantenimiento.** Con filtros enroscables de combustible y de aceite, y ajustadores hidráulicos de cadenas. La bayoneta y el tubo de llenado son de fácil acceso. Los embragues y frenos de dirección se desmontan como una sola unidad.
- **CAT PLUS,** a cargo del distribuidor Caterpillar. Es el programa de servicio más completo, antes y después de la venta.



Motor Caterpillar

Potencia en el volante:

Con servotransmisión	56 kW/75 hp a 2000 rpm
Con transmisión directa	56 kW/75 hp a 1900 rpm

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina cuando funciona en condiciones de temperatura y presión atmosférica indicadas en las normas SAE o sea a 29°C y 760 mm Hg (0,995 bar, con "fuel oil" de 35 unidades A.P.I. a 15,6°C. Los accesorios estándar del motor son: silenciador, ventilador soplador, filtro de aire, bomba de agua, de lubricante y de combustible, y alternador. El motor mantiene su potencia indicada hasta 1500 m de altitud en los modelos con transmisión directa y hasta 2300 m de altitud en los modelos con servotransmisión.

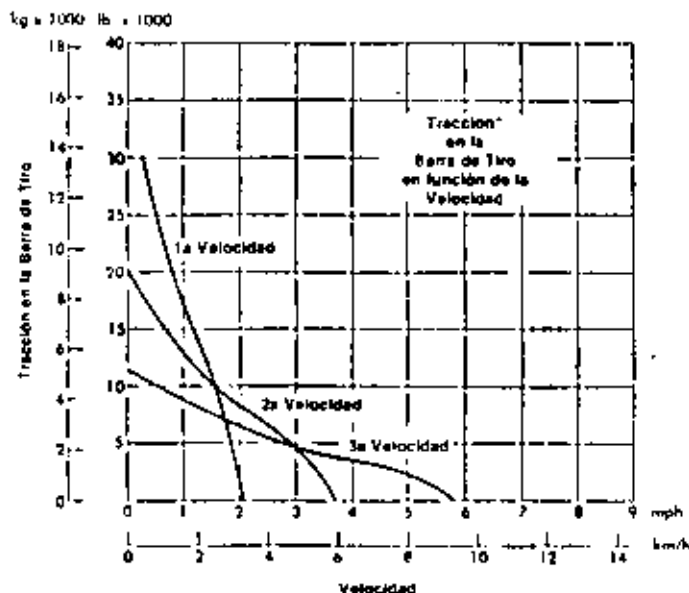
Motor Diesel Caterpillar, modelo 3304, de cuatro tiempos y cuatro cilindros, diámetro de 121 mm, carrera de 152 mm y cilindrada de 7 litros.

Sistema de inyección con cámaras de precombustión, con bombas e inyectores individuales, libras de ajuste. Pistones de aleación de aluminio de forma elíptica y perfil cónico, con 3 anillos. Cojinetes reforzados con acero por el dorso. Muñones del cigueñal endurecidos por "Hi-Electro". Lubricación a presión, con aceite enfriado y filtrado en flujo total. Filtro de aire seco, con elemento primario y secundario. Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios, con bujías incandescentes para precalentar las cámaras de precombustión.

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 a 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



Transmisión Directa:

Transmisión de engranajes deslizantes con cambios rápidos de sentido de marcha. Filtro imantado, lubricación por salpicadura y toma de fuerza directa disponible. El embrague del volante tiene dos placas revestidas de metal con enganche mecánico de sobrecentro. El embrague tiene lubricación continua y se enfría mediante aceite circulado a presión. Va conectado a la transmisión por dos juntas universales.

Velocidades y tracción en la barra de tiro:

Velocidades	Avance km/h	Retroceso km/h	Tracción en Avance* a RPM	
			Indicadas kg	Máxima en Sobrecarga kg
1a	2,7	3,4	6150	7480
2a	4,0	4,7	4150	5090
3a	5,5	6,6	2820	3490
4a	7,2	8,5	2030	2550
5a	9,5	11,1	1420	1810

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

sistema de dirección

Embragues de discos múltiples enfríos 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, enfríos 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	496 mm
Longitud de las cadenas sobre el suelo	1830 mm
Superficie de contacto con el suelo (con zapatas estándar)	1,45 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	136 litros/min
2000	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	
Montaje del depósito	en el tablero	
Capacidad del tanque	22,7 litros	



datos para servicio en litros

Tanque de combustible	214
Sistema de enfriamiento	30
Cárter del motor	19
Transmisión (servotransmisión)	40
(transmisión directa)	8,5
Embrague del volante (sólo transm. directa)	8,5
Caja del embrague de dirección y reforzador:	
(servotransmisión)	62,5
(transmisión directa)	68
Mandos finales (cada uno)	9,5
Tanque hidráulico	22,7



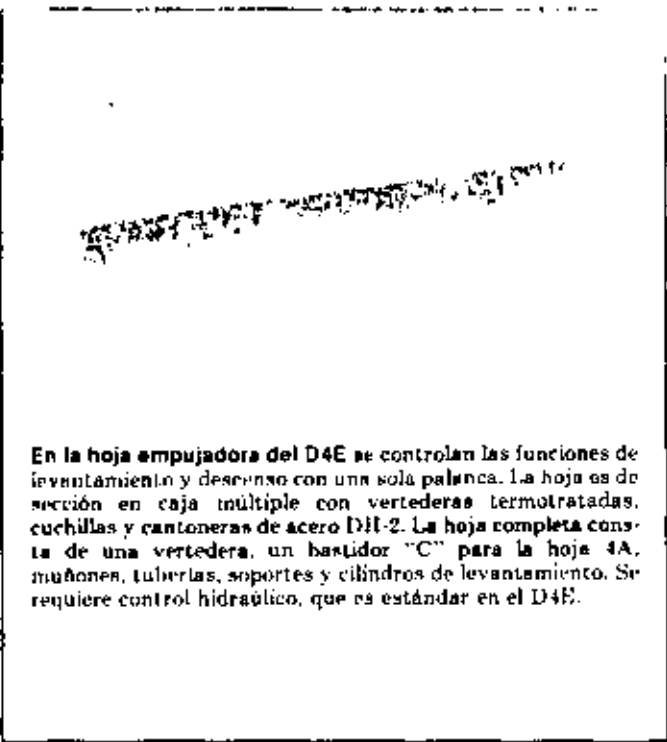
peso (aproximado)

Peso de embarque, con lubricantes, refrigerante, el 10% del combustible y hoja empujadora 4A.

Servotransmisión	9005 kg
Transmisión directa	8710 kg

Peso de operación, con lubricantes, refrigerante, 100% del combustible, hoja empujadora 4A y el operador.

Servotransmisión	9258 kg
Transmisión directa	8960 kg



En la hoja empujadora del D4E se controlan las funciones de levantamiento y descenso con una sola palanca. La hoja es de sección en caja múltiple con vertederas termotratadas, cuchillas y cantoneras de acero DH-2. La hoja completa consta de una vertedera, un bastidor "C" para la hoja 4A, muñones, tuberías, soportes y cilindros de levantamiento. Se requiere control hidráulico, que es estándar en el D4E.

Especificaciones de la Hoja Empujadora

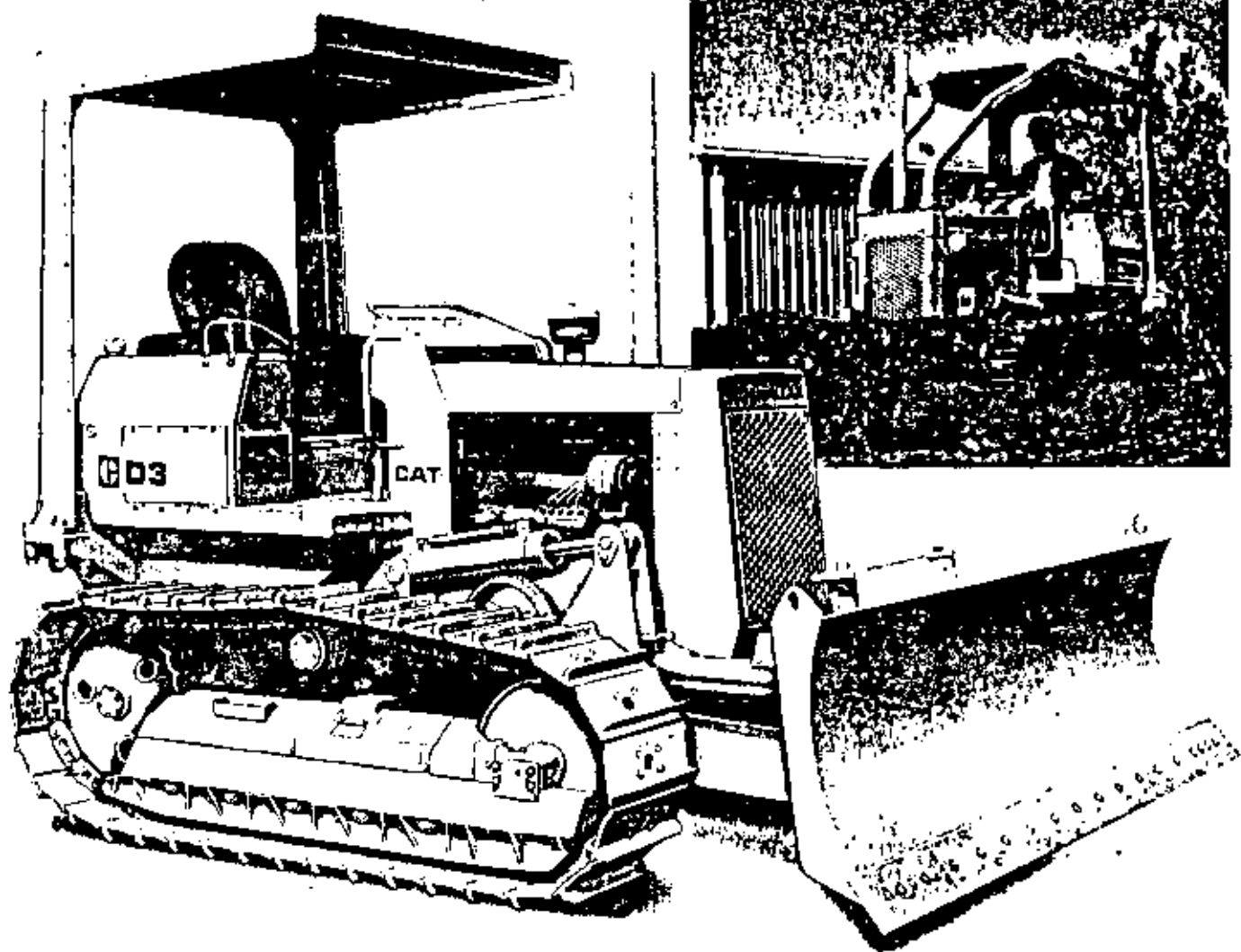
Hoja	Ancho Total (Tractor con Hoja Empujadora)	Altura	Profundidad de Excavación	Espacio Libre Sobre el Suelo	Peso
4A	3120 mm	710 mm	370 mm	810 mm	1200 kg

dimensiones (aproximadas)

Espacio libre sobre el suelo desde la care inferior de las zapatas (SAE J1064) 380 mm

CON ESTOS ACCESORIOS, ARLDASE LO SIGUIENTE A LA LONGITUD BÁSICA DEL TRACTOR DE 3200 mm:

DESGARRADOR	960 mm
HOJA "A"	880 mm
HOJA "A" Orientada	1300 mm



Se muestra el D3 con techo R.O.P.S., protección de rodillos inferiores y hoja empujadora, los cuales son optativos.

características principales

- **MOTOR DIESEL CAT** de 62 hp (46 kW) en el volante.
- **SERVOTRANSMISION DE DISEÑO PLANETARIO.** Suministra cambios sobre la marcha, con 3 velocidades de avance y 1 de retráceso.
- **DIRECCION A PEDAL.** Deja las manos libres para fácil operación de los controles de la servotransmisión y de la hoja empujadora.
- **CADENA SELLADA Y LUBRICADA...** reduce el desgaste interno de patadores y bujes, para costos más bajos de conservación del tren de rodaje.
- **LA ORIENTACION E INCLINACION A POTENCIA** de la hoja empujadora suministran la versatilidad requerida en trabajos auxiliares.
- **CAT PLUS...** a cargo del distribuidor Caterpillar. Constituye el sistema de respaldo al producto más extenso y completo en la industria.

15,6° C (60° F). El equipo del motor del vehículo incluye ventilador, filtro de aire, bombas de agua, de lubricante y de combustible, silenciador y alternador. El motor mantiene su potencia indicada en el volante hasta 2300 m (7500') de altitud.

Motor diesel Caterpillar, Modelo 3204, de cuatro tiempos y cuatro cilindros, con diámetro de 114 mm (4,5") y carrera de 127 mm (5"). Su cilindrada es de 5,2 litros (318 pulg³).

Sistema combustible de inyección directa con bombas de inyección y válvulas individuales, libres de ajustes.

Pistones de forma elíptica y cónico, de aluminio de aleación y diseño de dos anillos. Cojinetes reforzados con acero por el dorso. Muñones del cigüeñal tratados térmicamente. Lubricación a presión, con aceite filtrado y enfriado en flujo total. Filtro de aire seco, con elemento primario y dr seguridad.

Consumo el económico "fuel oil" No. 2 (Especificación ASTM D396), con un mínimo de 35 centavos. Pueden usarse, también, combustibles de calidad superior, pero no es necesario.

Sistema de arranque eléctrico directo de 12 voltios, con alternador de 40 A y grupo aislador de ayuda de éter para el arranque. (No se incluye el recipiente).



motor Caterpillar

Potencia en el volante a 2400 RPM 62 hp
Kilovatios 46 kW

(En el Sistema Internacional de Unidades, la potencia se mide en kilovatios.)

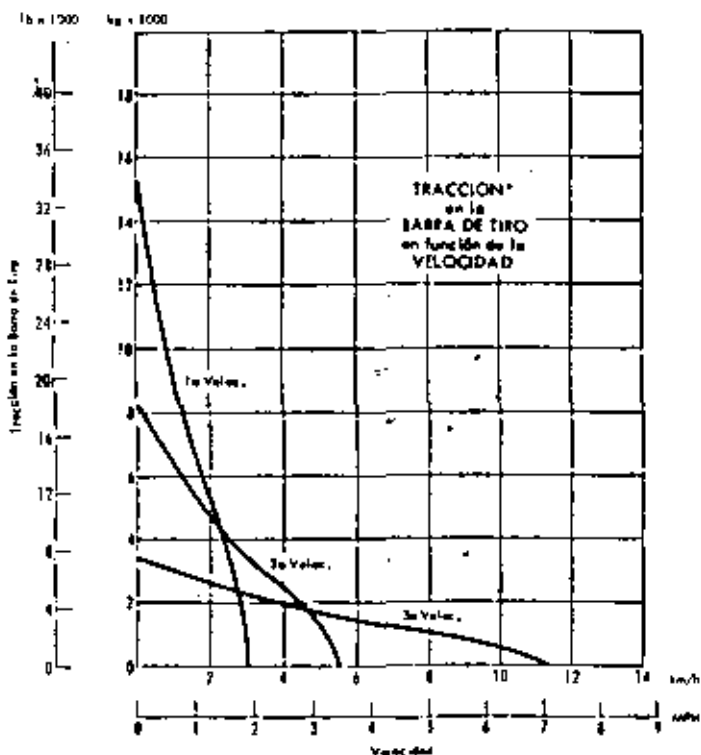
Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina, cuando funciona en las condiciones de temperatura y presión atmosféricas correspondientes a las normas de la S.A.E., o sea a 29° C (85° F), y 746 mm (29,38") Hg (0,925 bar), utilizando "fuel oil" de 35 unidades A.P.I. o



transmisión

Servotransmisión planetaria con tres velocidades de avance y una de retroceso. Tiene embragues en acrote de alta eficiencia de par motor. Se pueden hacer cambios con carga plena, tanto de velocidad como de sentido de marcha. Convertidor de par de una etapa, integrado con la servotransmisión.

VELOCIDADES:	1a	2a	3a
Avance, km/h	3,1	5,6	11,3
(MPH)	1,9	3,5	7,0
Retroceso, km/h		5,1	
(MPH)		3,2	



Cadena Sellada y Lubricada

La Cadena Sellada y Lubricada se suministra directamente a los propietarios, lo cual reduce enormemente el desgaste y el mantenimiento. Se retiene el lubricante mediante un sistema sellador que consta de un sello de poliuretano, un anillo expansor de caucho y un anillo de tapon. Son estándar el eslabón maestro de tipo dividida y los ajustadores hidráulicos de las cadenas.

Número de zapatas a cada lado	36
Longitud de las zapatas estándar	305 mm (12")
Longitud de cada cadena sobre el suelo	1824 mm (71,8")
Área de contacto con el suelo con zapatas de 305 mm (12")	1,11 m ² (1723 pulg ²)
Entravía	1470 mm (56")



sistemas hidráulicos

El sistema hidráulico completo consta de la bomba, tanque, filtro, válvulas, tuberías y varillaje. Los cuatro sistemas hidráulicos optativos incluyen:

- TRES VALVULAS Hoja de orientación e inclinación a potencia
- CUATRO VALVULAS Hoja y desparador de orientación e inclinación a potencia

BOMBA:

Caudal a 69 bar (1000 lb/pulg ²)	55 lit/min (14,5 gal/min)
RPM a la velocidad indicada del motor	2640
Ajuste a la válvula de seguridad	172 bar (2500 lb/pulg ²)
Propulsión (fuerza constante)	Desde el tren de engranajes de sincronización auxiliar

POSICIONES DE LA VALVULA DE CONTROL (de tipo de carril):

Cilindros de levantamiento	Subir, bajar, fija, libre
Cilindro de inclinación	Izquierda, derecha, fija
Cilindros de orientación	Izquierda, derecha, fija
Cilindro del desparador	Subir, fija, bajar

FILTRO De flujo total



datos para servicio

	litros	(Gal de U.A.)
Tanque de combustible	114	30
Sistema de enfriamiento	24,6	6,5
Carter	11,4	3
Transmisión	17	4,5
Mandos finales, cada uno	9,5	2,5
Sistema hidráulico (inclusiva el tanque)	57	15
Tanque hidráulico	30,3	8



sistema de dirección y frenos

La dirección y frenos se gobiernan con un pedal para cada cadena. El tercer pedal frena ambas cadenas, y se usa como freno de estacionamiento. Los embragues son de varias discos; se aplican con resorte y se sueltan hidráulicamente.



mandos finales

Los mandos finales son de reducción simple.



bastidor de rodillos inferiores

Construcción de sección en caja. Los rodillos y ruedas guía son de Lubricación Permanente.

Número de rodillos (cada lado)	5
--------------------------------	---



peso (aproximado)

Peso de embarque con 10% de combustible en el tanque, hoja y sistema hidráulico 5830 kg (12 860 lb)
De operación (incluye refrigerante, lubricantes, tanque lleno de combustible, operador, techo ROPS, hoja y sistema hidráulico) .. 6340 kg (13 960 lb)



estructura R.O.P.S.

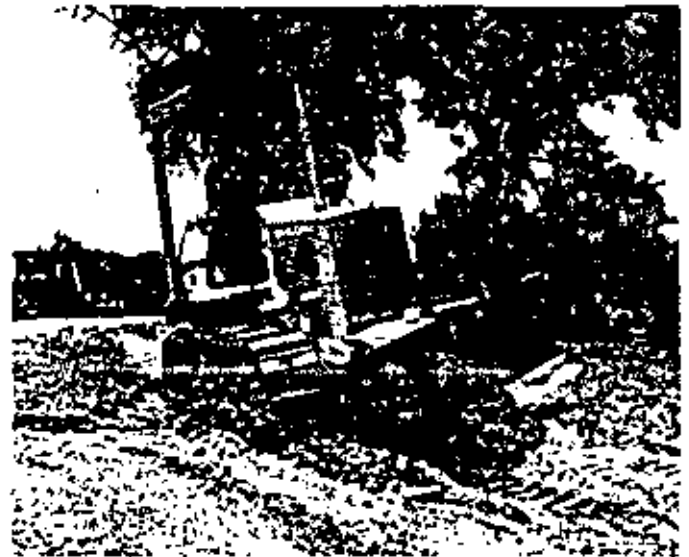
(El techo R.O.P.S. es optativo.)

La estructura para protección en caso de vuelco (R.O.P.S.) que ofrece Caterpillar para esta máquina se cife al criterio R.O.P.S.: SAE J395, SAE J1040a e ISO 3471. También se cife al criterio F.O.P.S. (Estructura para Protección contra la Caída de Objetos) SAE J231 e ISO 3449.



LA HOJA EMPUJADORA D3 es de diseño de construcción en caja múltiple, con vertedera de acero tratado térmicamente, y cuchillas y contorneas de acero DH2.

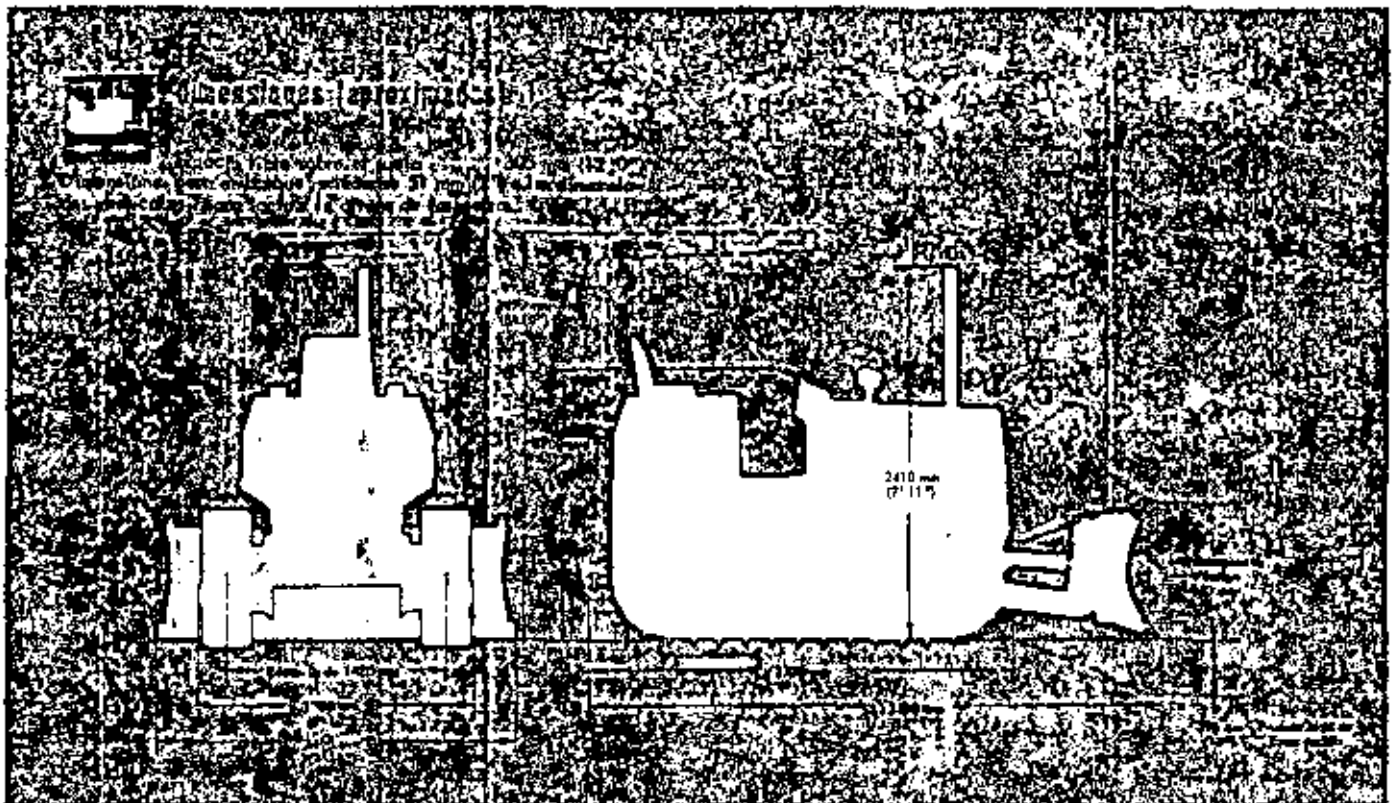
Una sola palanca controla los movimientos de ascenso, descenso e inclinación, con la orientación ajustada mecánicamente. La hoja completa consiste de vertedera, bastidor en "C", muñones, cilindros de levantamiento y soportes. Se requieren controles hidráulicos, pero no se incluyen con las hojas topadoras.

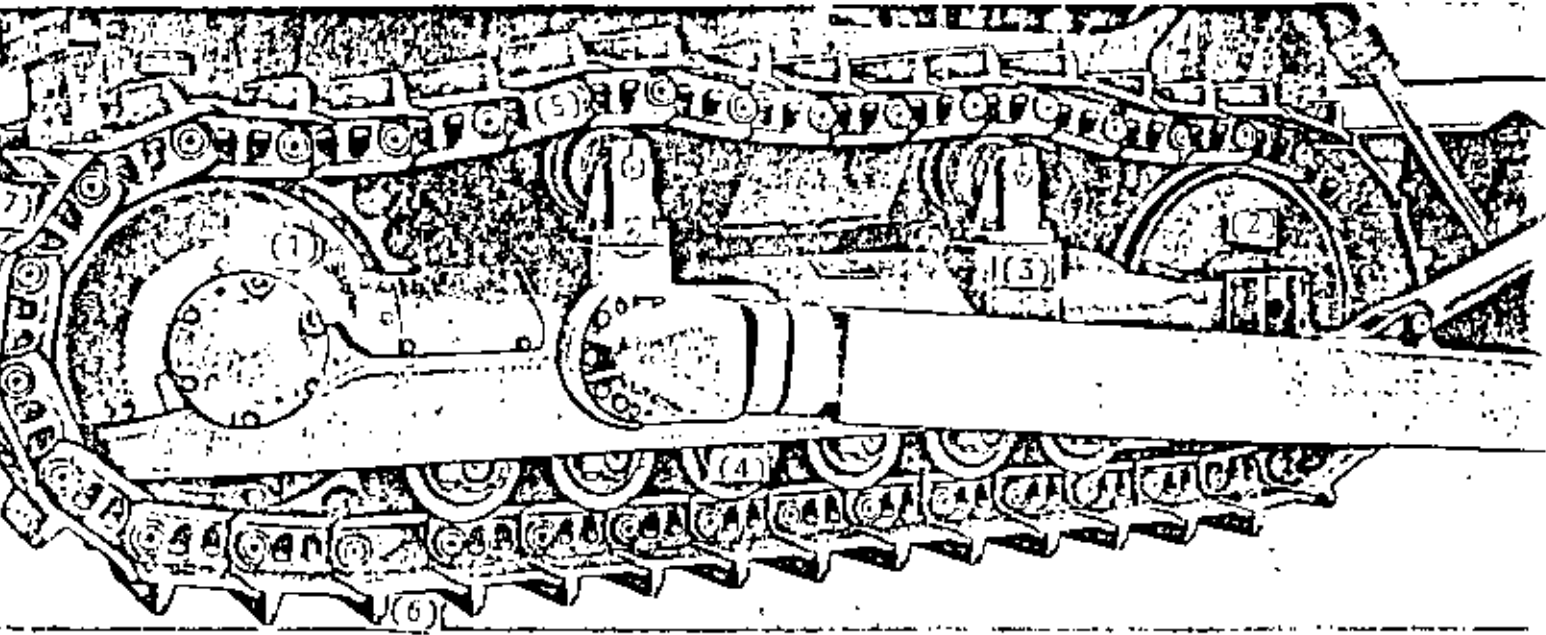


LA HOJA EMPUJADORA 3P DE ORIENTACION E INCLINACION A POSICION ES OPTATIVA, y hace más fácil la nivelación, el rellenado de zanjas, el esparcimiento y la conformación de terrenos. Se puede orientar a 25° a la izquierda o derecha. La inclinación es de 8 1/2°. Toda se gobierna con dos controles sencillos.

Especificaciones de la Hoja Empujadora

Hoja	Longitud Total (tractor con hoja empujadora)	Ancho Total (tractor con hoja empujadora)	Altura	Profundidad de Excavación	Espacio Libre sobre el Suelo	Máxima	Peso (sin los controles hidráulicos)
3P, recta	3680 mm (12' 1")	2410 mm (7' 11")	740 mm (29,2")	351 mm (13,8")	860 mm (33,8")	356 mm (14")	930 kg (2050 lb)
Orientada a 25° . . .	4170 mm (13' 8")	2240 mm (7' 4")	740 mm (29,2")	351 mm (13,8")	1090 mm (3' 7")	356 mm (14")	--



CUIDADO DE LOS TRANSITOS EN LOS TRACTORES.

- 1.- CATARINA.
- 2.- RUEDA GUIA.
- 3.- RODILLOS SUPERIORES.
- 4.- RODILLOS INFERIORES.
- 5.- ESLABON NORMAL DE LA CADENA.
- 6.- ESLABON DE AJUSTE DE LA CADENA.
- 7.- ZAPATA Y GARRA.

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.

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



RUEDA GUIA.

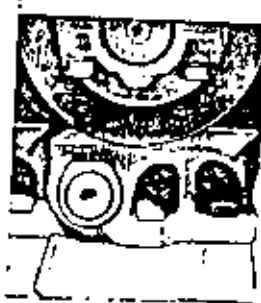
La Rueda Guía ó Rueda Tensora, permite el alineamiento y tensión adecuada de las cadenas.

RODILLOS SUPERIORES E INFERIORES.



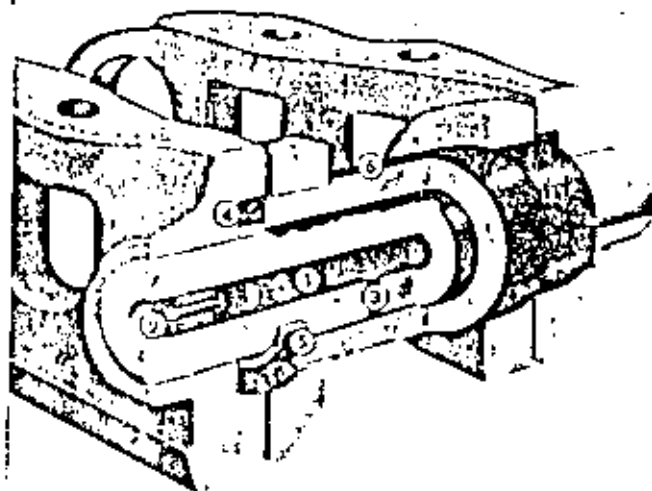
Los Rodillos Superiores e Inferiores se forjan con acero de endurecimiento profundo y son de lubricación permanente.

ESLABON NORMAL DE LA CADENA.



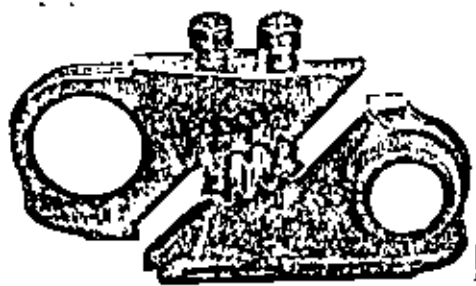
En las fotografías se muestran los eslabones que se utilizaban tradicionalmente.

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.



911

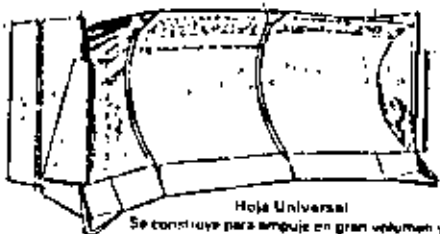
Hoja Recta

Trabaja mejor en el ampuje de gran volumen de tierra, y especialmente en pasadas de cortes e medianas.



Hoja Angulable

Gira 25° a cada lado, para formar camellones en trabajos iniciales y rebajas. La curvatura de la hoja imparte acción de volteo para que el empuje lateral sea suave y fácil.



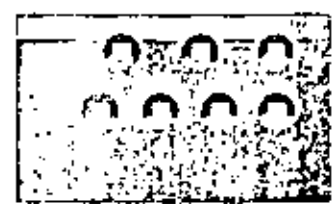
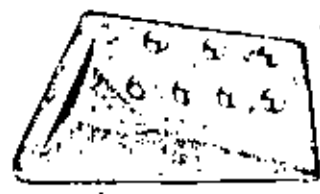
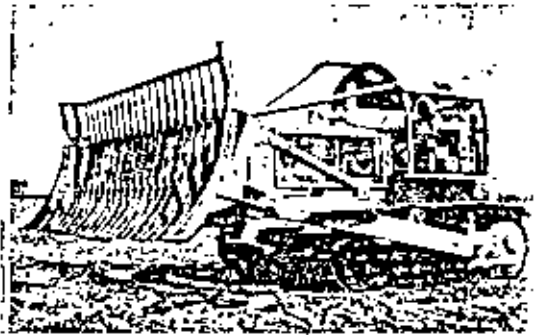
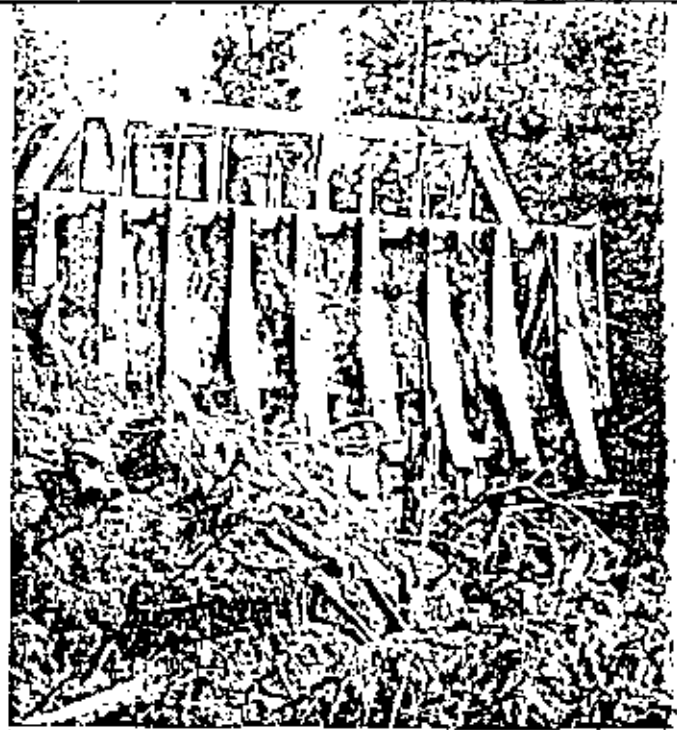
Hoja Universal

Se construye para empuje en gran volumen y a largas distancias. La curvatura en los lados de la hoja imparte a la tierra un movimiento hacia el centro, y disminuye el desahue lateral.



Hoja con Amortiguación

Para el D8. Tiene un mecanismo integrado que amortigua los choques en el empuje de mallas, a fin de hacer contacto hasta una velocidad relativa de 4.8 km/h (3 MPH). También puede utilizarse en trabajos de servicio general y de despeje.



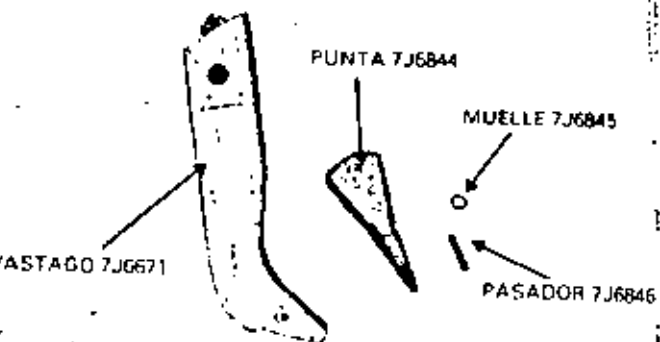
Hay puntas de extremo escopadas en caliente de 1-1/8" para el D8, de 1-3/8" para el D9, o de 1-5/8" para trabajos extremadamente duros y para condiciones muy abrasivas, las que se requiere gran tenacidad y penetración. Todas las puntas escopadas en caliente son de acero DH-2, y tienen la garantía respectiva.

Las puntas de extremo tripladas—operativas en casi todas las líneas trocadoras—son de gran tenacidad. Se fabrican para trabajos de condiciones extremadamente difíciles. Estas puntas tienen un diámetro grande y con tantas cargas de choque. Son de acero DH-2 totalmente endurecido, y se afilan al trabajar.

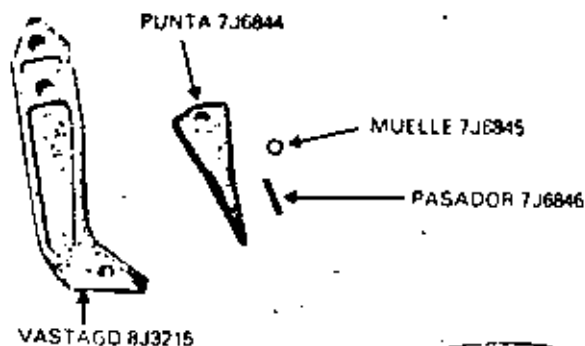
De acero DH-2 totalmente endurecido. Con fuerte protección económica a las esquinas en materiales de cargas bajas de choque y poco abrasión. Es la herramienta perfecta para trabajos de acabado o semiacabado con hoja mediana.

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

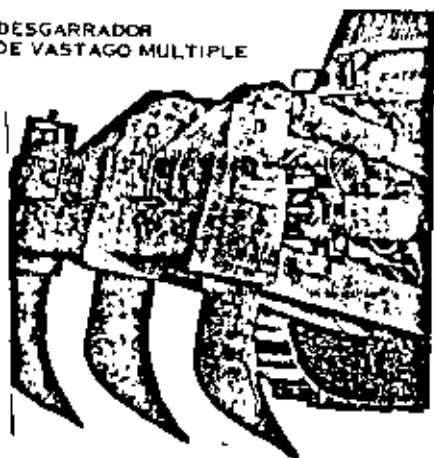
PUNTA DE DESGARRADOR 983



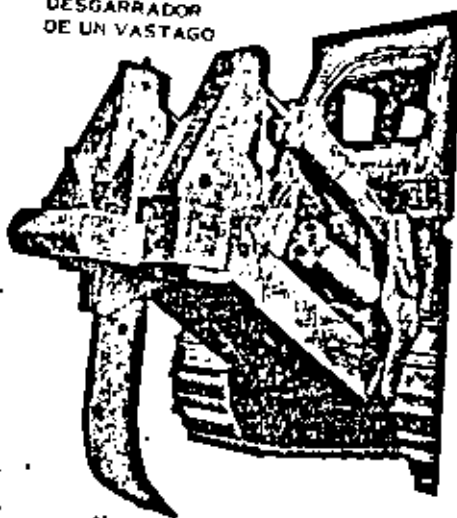
PUNTA 7J6844



DESGARRADOR DE VASTAGO MULTIPLE



DESGARRADOR DE UN VASTAGO

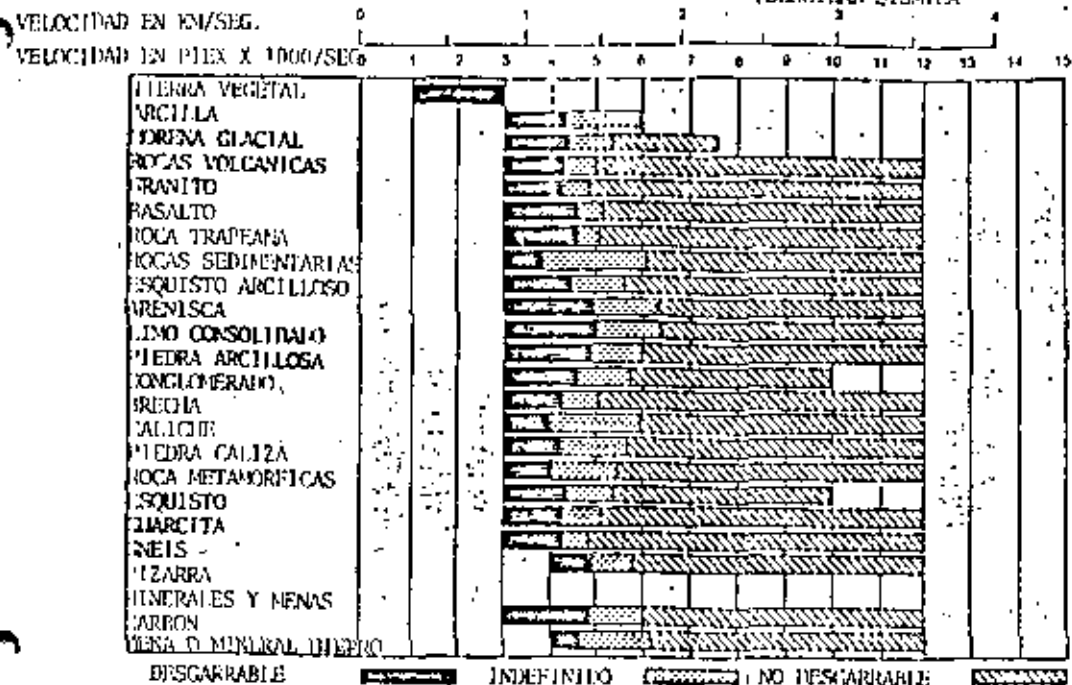


La clave para reducir los costos de operación por hora, es el operador y se deben seguir las siguientes reglas:

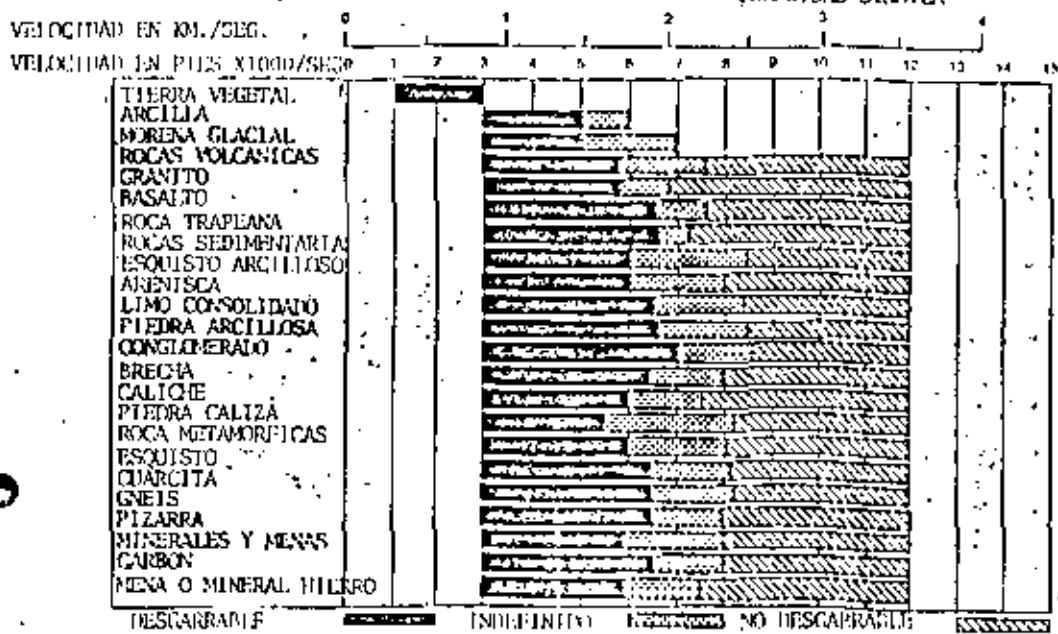
- Siempre se debe usar la primera velocidad.
Los tractores tienen más tracción en baja velocidad, además disminuye el desgaste del tren de rodaje.
- Las cargas de choque y los daños al desgarrador aumentan con la velocidad. Se debe desgarrar lentamente para reducir el desgaste y aumentar la duración del desgarrador.
- Siempre que sea posible, debe desgarrarse cuesta abajo, pues esto eleva la producción ya que el peso de la máquina se suma a la potencia y aumenta la tracción.
- Cuando haya capas laminares inclinadas, se debe comenzar a desgarrar en el extremo superficial ya que esto profundiza la punta en el suelo, mejora la penetración y sube la producción.
- Cuando se acarrean con motoescrepas materiales desgarrados, se deben manejar ambas máquinas en el mismo sentido. entonces se podrá usar el tractor del desgarrador para empujar motoescrepas en la carga, y reducir el desgaste de las cuchillas.
- No se debe retirar todo el material desgarrado; hay que dejar una capa de 10 a 15 cm (4" a 6") ya que esto mejora la tracción y reduce el desgaste de los tránsitos.
- Cuando el acarreo sea con motoescrepas, el desgarre debe hacerse a profundidad uniforme ya que el corte uniforme, reduce el desgaste en las máquinas de acarreo y facilita la carga.
- Halle el número de dientes según la producción, la facilidad al desgarrar y la potencia de la máquina.

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:

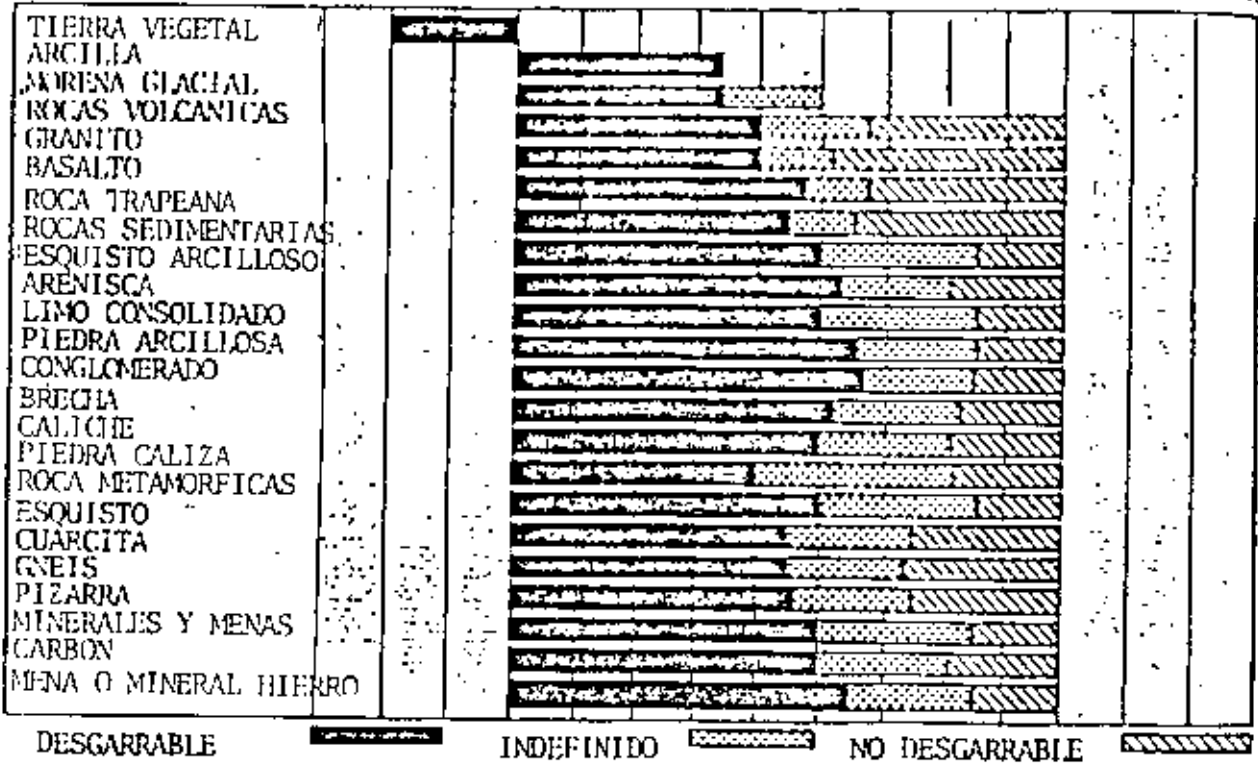
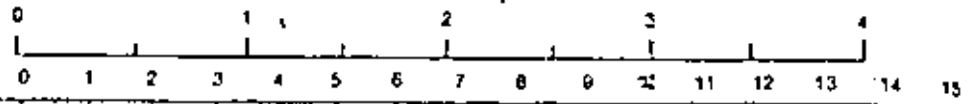
TRACTOR D7C 93 VELOCIDAD SISMICA



TRACTOR D8E VELOCIDAD SISMICA



VELOCIDAD EN KM/SEG.
VELOCIDAD EN PIES X1000/SEG



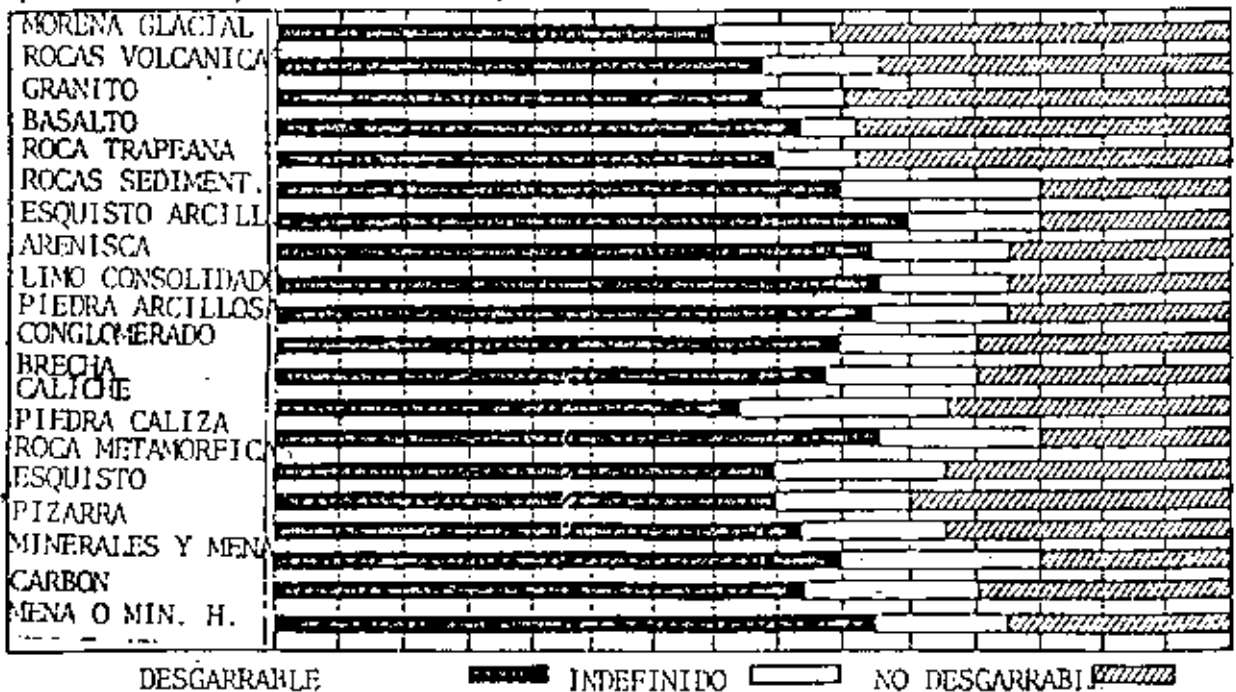
TRACTOR D10

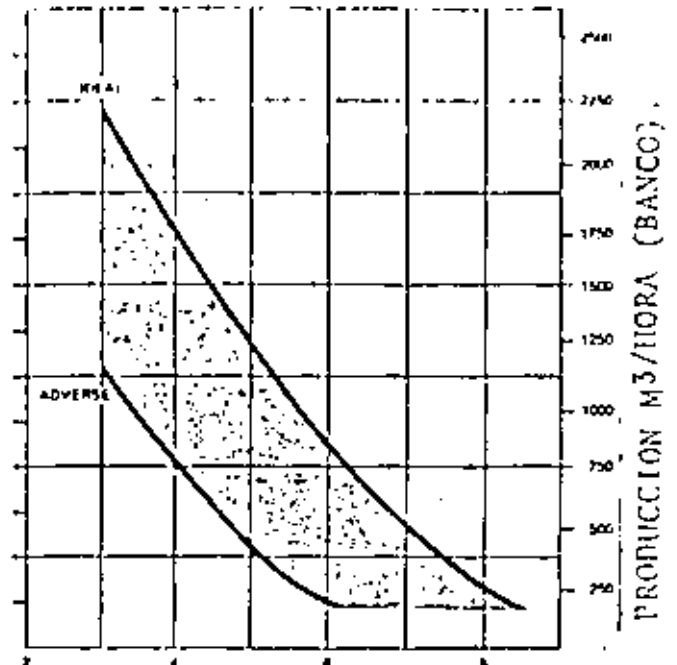
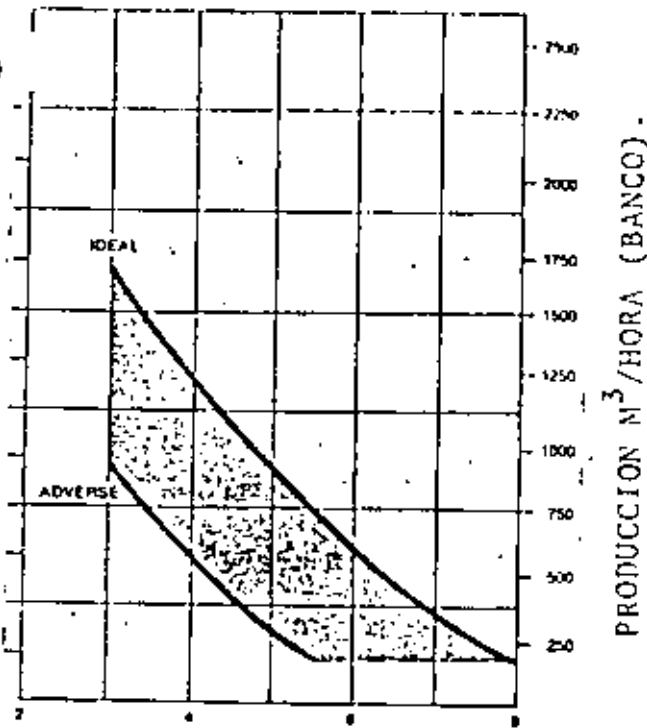
VELOCIDAD SISMICA

VELOCIDAD EN KM/SEG.



VELOCIDAD EN PIES X 1000/SEG



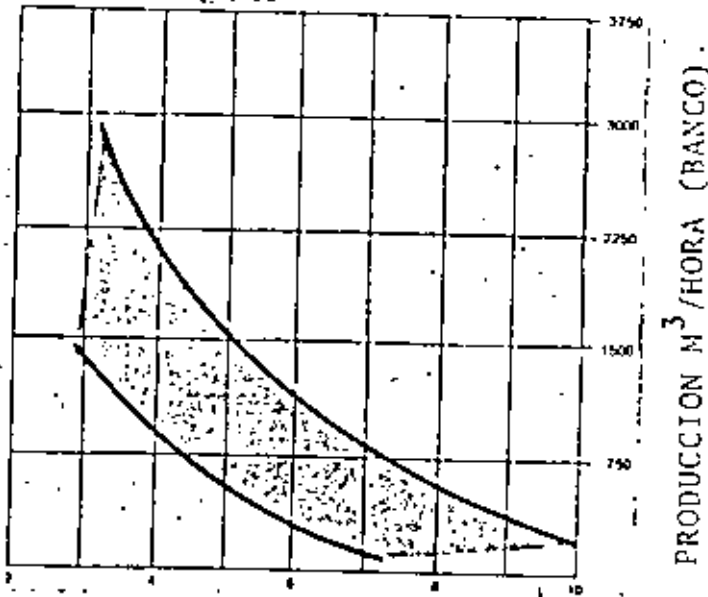


VELOCIDAD SISMICA (PIES X 1000/SEG.)

VELOCIDAD SISMICA (PIES X 1000/SEG.)

D 10 CON UN SOLO DIENTE

GRAFICAS PARA ESTIMAR LA PRODUCCION DE DESGARRADORES.



VELOCIDAD SISMICA (PIES X 1000/SEG.)

Características de estas gráficas:

- La máquina solamente desgarrar, 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.



CATERPILLAR

561D Tiendetubos

97

Características principales

- Potencia de 78 kW (105 hp) en el volante
- Transmisión planetaria Power Shift
- Capacidad de levantamiento de 18 100 kg (40.000 lb)
- Embragues de dirección y frenos enfriados por aceite
- Ruedas motrices de segmentos de aro empernables.



Transmisión

Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 311 mm (12.25") de diámetro y de alta capacidad de par. Una válvula especial permite cambios sin restricciones de velocidad y sentido de marcha a plena carga. Tres velocidades de avance y tres de marcha atrás. Convertidor de par de una sola etapa conectado directamente a la transmisión. Intercambiadores de calor de aceite-aire enfrían el aceite del convertidor de par.

Marcha	Velocidad de avance		Velocidad de retroceso	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	3,5	2,2	4,2	2,6
2	6,1	3,8	7,4	4,6
3	10,1	6,3	12,2	7,6



Dirección

Embragues de dirección de acción hidráulica con discos múltiples enfriados por aceite, que se conectan con resortes y se desconectan hidráulicamente. Los conjuntos de discos de bronce proveen alta capacidad de soporte de carga, larga vida útil y no requieren ajustes.

Frenos de banda contractil enfriados por aceite y reforzados hidráulicamente. Freno de estacionamiento mecánico. Los conjuntos de embrague y frenos se pueden atender como una sola unidad.



Tren de rodaje

La cadena sellada prolonga la vida útil de pasadores y bujes, y reduce el desgaste de los eslabones y rodillos. Rodillos inferiores, rodillos superiores y ruedas guía de lubricación permanente. Las ruedas motrices tienen segmentos de aro empernables.

Número de rodillos inferiores (cada lado)	6
Entrevía de las cadenas	1880 mm (74")
Ancho de zapata estándar	457 mm (18")
Ancho optativo	508 mm (20")
Longitud de la cadena sobre el suelo	2210 mm (87")
Superficie de contacto con el suelo (zapata estándar)	2,02 m ² (3132 pulg ²)
Espacio libre sobre el suelo desde la cara inferior de las zapatas (SAE J894)	396 mm (15,6")
Altura de la garrá desde la cara inferior de la zapata	57 mm (2,25")



Contrapesos

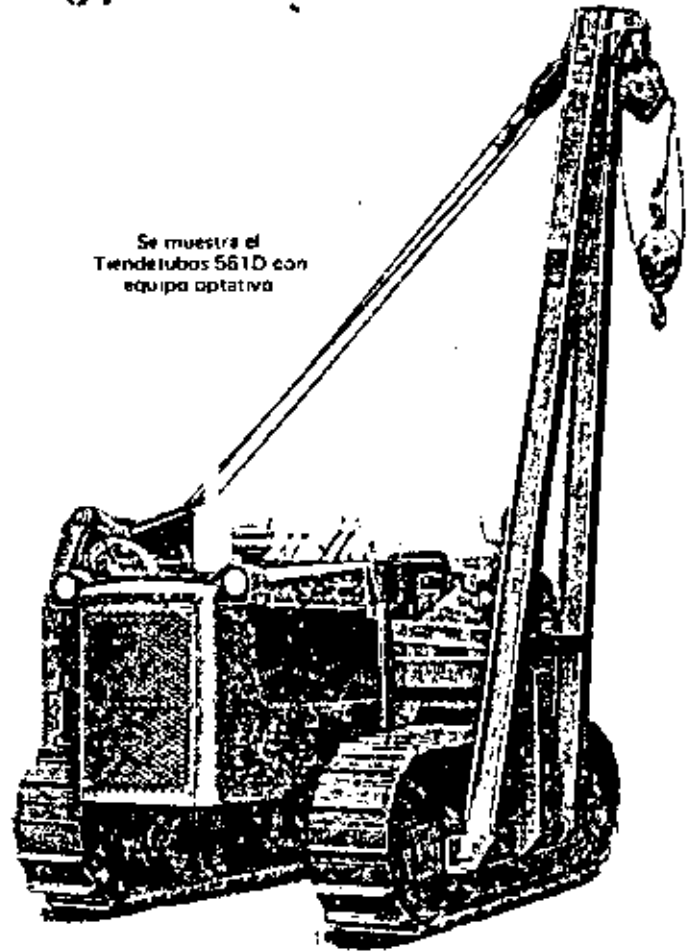
Hay disponibles dos tipos de instalaciones:

Ajustable 8 segmentos con peso total de 2450 kg (5400 lb)
 Peso total extensible 2994 kg (6600 lb)

Fijo 10 segmentos con peso total de 1134 kg (2500 lb)

Control totalmente hidráulico de la instalación ajustable. Ancho total mínimo para facilitar el manejo y el embarque.

Se muestra el
Tiendetubos 561D con
equipo optativo



Control de la pluma

Un trinquete de seguridad trava el tambor de la pluma. La trava evita que el tambor retroceda accidentalmente con el trinquete conectado.



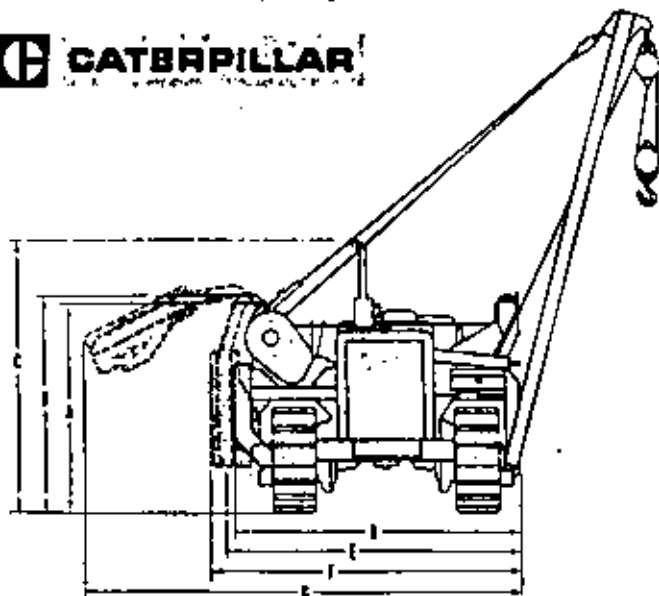
Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1750 RPM 78 kW (105 hp)
 (E) 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 estándar SAE, es decir a temperatura ambiente de 29°C (85°F) y presión de 99,5 kPa (29,38" Hg) y cuando se usa un combustible Diesel de 35 unidades API a 15,6°C (60°F). El equipo del motor de la máquina incluye ventilador, separador de agua, bombas de agua, lubricante y combustible. El motor mantiene la potencia total hasta una altitud de 1500 m (5000').

Motor Diesel Caterpillar 3306 de 4 tiempos, con 6 cilindros de 121 mm (4,75") de calibre, 152 mm (6,0") de carrera y 10,5 litros (638 pulg³) de cilindrada.

Sistema de combustible de cámaras de precombustión con bombas y válvulas de inyección individuales y libres de ajuste. Pistones de aleación de aluminio, de sección ligeramente elíptica y perfil cónico, con tres anillos. Cojinetes de aluminio con dorso de acero, y muñones del cigüeñal endurecidos por Hi-Electro. Lubricación a presión con aceite totalmente filtrado. 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. Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios para baja temperatura, optativo. Con ambos se incluyen las bujías incandescentes para calentar las cámaras de precombustión.



Dimensiones

- (A) Altura sin el contrapeso 2169 mm (7'1")
- (B) Altura desde el tope del bastidor del contrapeso 2286 mm (7'6")
- (C) Altura desde el tope del tubo de escape 2946 mm (9'8")
- (D) Ancho mínimo de embarque sin los contrapesos 2946 mm (9'8")
- (E) Ancho con contrapeso fijo 3023 mm (9'11")
- (F) Ancho con el contrapeso ajustable retraído 3200 mm (10'6")
- (G) Ancho con el contrapeso ajustable extendido 4343 mm (14'3")
- Longitud total 3835 mm (12'7")

Equipo tiendetubos

Potencia directa: Potencia continua a los malacates del tiendetubos, independiente del convertidor de par.
Transmisión del malacate: De engranajes deslizantes, fabricada por Caterpillar, 3 velocidades de levantamiento, 1 de descenso.

Tambores: De operación independiente o simultánea.

	Carga	Pluma
Díametro del tambor	216 mm (8,5")	216 mm (8,5")
Díametro del freno	457 mm (18")	363 mm (14,3")
Distancia entre las pestañas	305 mm (12")	127 mm (5")
Capacidad	115 m (510')	35 m (115')
Calibre del cable	16 mm (5/8")	16 mm (5/8")

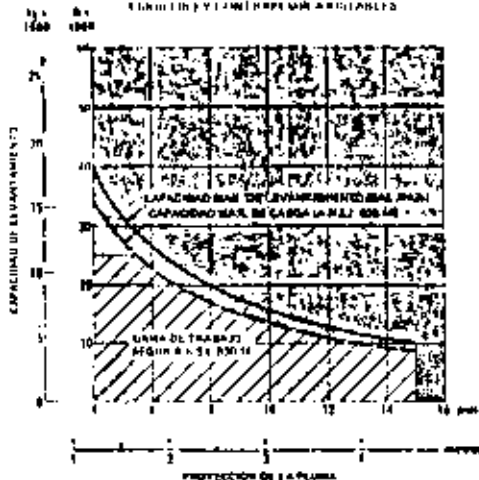
Velocidad del gancho (tambor desnudo):

	Cable de carga con poleas de 3 puntos		Cable de carga con poleas de 2 puntos	
	m/min	pies/min	m/min	pies/min
Levantamiento:				
Primera	11	36	16,5	54
Segunda	19,5	64	29,3	96
Tercera	80,5	264	120,7	396
Descenso	11,6	38	17,4	57

Embrague: De una sola placa, de 290 mm (11,4") de diámetro y de tipo fricción. Conectado por una cadena de rodillos a la transmisión del malacate.

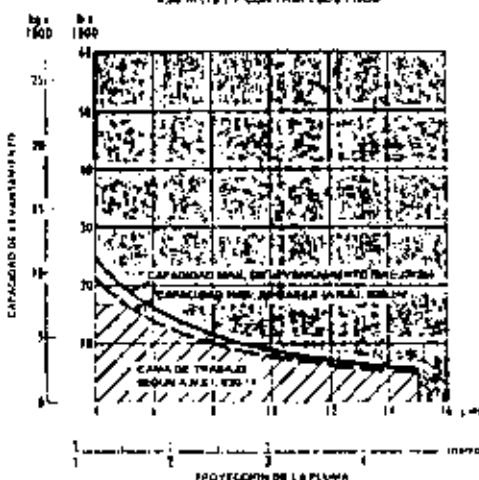
Pluma: Sección de viga en doble "T"
 Longitud estándar 4572 mm (15')
 Longitud optativa 5486 mm (18')

CAPACIDAD DE LEVANTAMIENTO CON PLUMA DE 15' (4,572 m) Y CONTRAPESOS AJUSTABLES



Sección de viga de 15'
 Cable de acero de 16 mm (5/8") de diámetro y conformado a la norma de 15' 50 y 132 400 lbs
 Cable de carga con poleas de 3 puntos
 Cable de la pluma con poleas de 3 puntos
 Peso de los contrapesos: 2904 kg y 6 600 lb

CAPACIDAD DE LEVANTAMIENTO CON PLUMA DE 14,30 m (47'0") Y CONTRAPESOS FIJOS



Sección de viga de 14,30 m
 Cable de acero de 16 mm (5/8") de diámetro y conformado a la norma de 15' 50 y 132 400 lbs
 Cable de carga con poleas de 3 puntos
 Cable de la pluma con poleas de 3 puntos
 Peso de los contrapesos: 1134 kg y 2500 lb

Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	246	65
Sistema de engranamiento	34	9
Carter del motor	27,4	7,25
Transmisión, embragues de dirección y frenos	77	20,5
Mandos finales (cada uno)	11,4	3

Pesos (aproximados)

	kg	lb
Sólo el chasis	9390	2070
Peso total:		
Sin contrapeso	12 700	28.000
Con contrapeso fijo	13 600	30.000
Con contrapeso ajustable	15 650	34.500



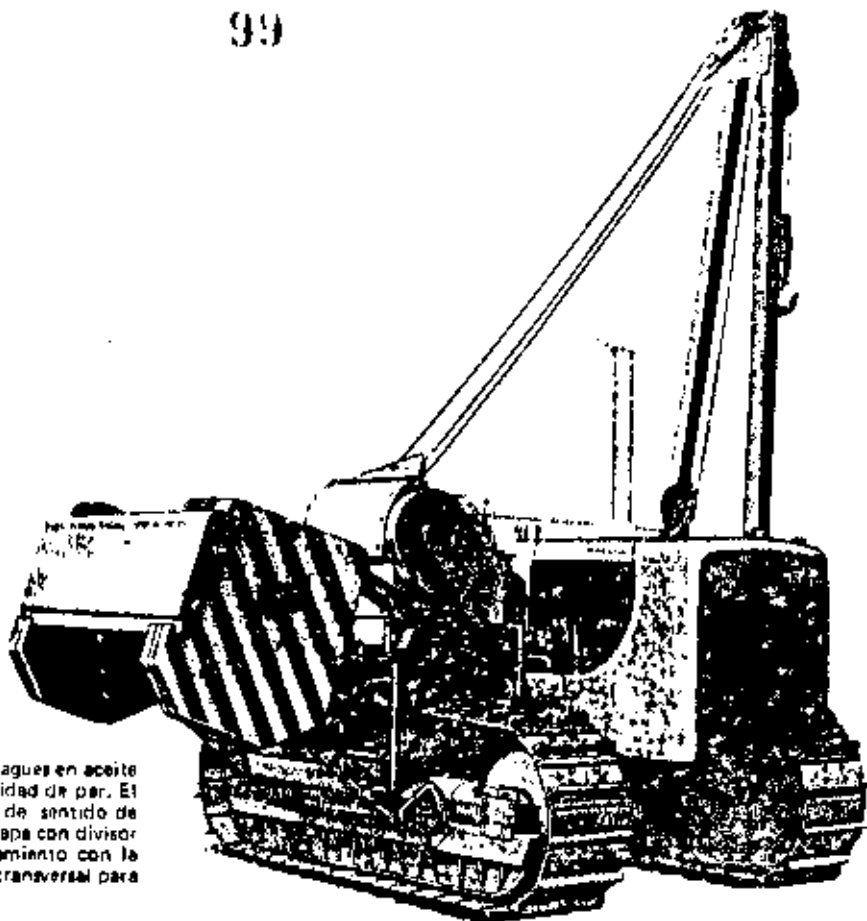
CATERPILLAR

571G Tiendetubos

Características principales

- Potencia de 149 kW (200 hp) en el volante.
- Capacidad de levantamiento de 27 500 kg (60.600 lb)
- Transmisión planetaria Power Shift
- Ruedas motrices con aro de segmentos empernables
- Cadenas selladas, con sellos de discos de metal a metal

99



Transmisión

Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 381 mm (15") de diámetro, y alta capacidad de par. El sistema de válvulas permite los cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga. Convertidor de par de una sola etapa con divisor de par de salida, que combina la suavidad de funcionamiento con la economía. Conectado a la transmisión por doble junta transversal para fácil remoción del conjunto.

Marcha	Velocidad de avance		Velocidad de retroceso	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	3,7	0-2,3	4,5	0-2,8
2	6,4	0-4,0	7,9	0-4,9
3	10,0	0-6,2	11,9	0-7,4



Dirección

Embragues de acción hidráulica y discos múltiples engriados por aceite que no necesitan ajuste. Frenos de banda contráctil engriados por aceite y con refuerzo hidráulico para operación más fácil. Freno de estacionamiento mecánico. Se pueden atender los conjuntos de embrague y freno como una sola unidad.



Tren de rodaje

La cadena sellada prolonga la vida útil de pasaflores y bujes, y reduce el desgaste de los eslabones y rodillos. Rodillos interiores, rodillos superiores, y ruedas guía de lubricación permanente. Las ruedas motrices tienen segmentos de aro empernables.

Número de rodillos inferiores (cada lado)	9
Entrevía de las cadenas	1980 mm (78")
Ancho de zapata estándar	560 mm (22")
Anchos optativos	510 y 610 mm (20" y 24")
Longitud de la cadena sobre el suelo	2720 mm (107")
Superficie de contacto sobre el suelo (con zapatas estándar)	3,04 m ² (4710 pulg ²)
Espacio libre sobre el suelo desde la cara inferior de la zapata	399 mm (15,75")
Altura (al las garras desde la cara inferior de las zapatas)	71 mm (2,81")



Contrapesos

De control totalmente hidráulico. El montaje alto del punto pivote del contrapeso proporciona excelente espacio libre lateral y debajo de la máquina. La disposición del montaje evita el corrimiento al retraerse. Ancho total mínimo para facilitar el manejo y el embarque.



Control de la pluma

Un trinquete de seguridad trava el tambor de la pluma. La trava evita que el tambor retroceda accidentalmente con el trinquete conectado. Un mecanismo de desconexión, de seguridad, evita que la pluma se doble.



Motor Caterpillar

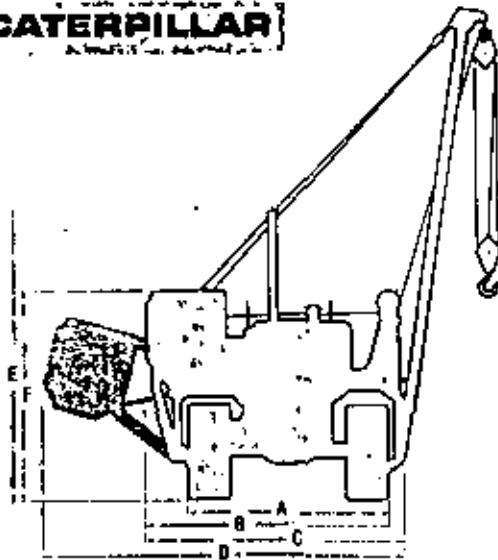
Potencia en el volante a 2000 RPM: 149 kW (200 HP) (El kilovatio (kW) es la Unidad de Potencia del Sistema Internacional.)

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina cuando opera en condiciones estándar SAE, es decir a temperatura ambiente de 29°C (85°F) y a presión de 99,5 kPa (29,38" Hg) y cuando se usa un combustible Diesel de 35 unidades API a 15,6°C (60°F). El equipo del motor de la máquina incluye ventilador, bombas de agua, lubricante y combustible. El motor mantiene la potencia total hasta una altitud de 2300 m (7500 pies).

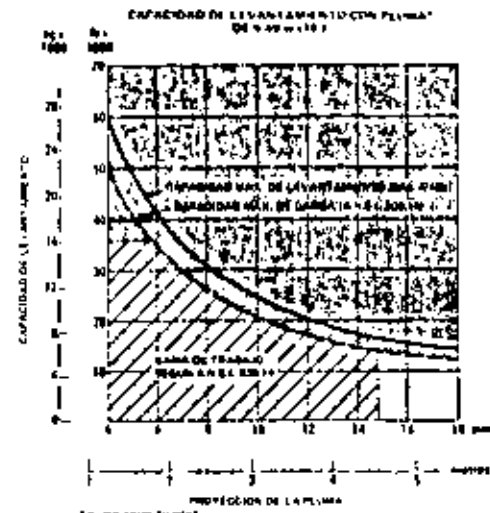
Motor Diesel Caterpillar 3306 de 4 tiempos, con seis cilindros de 121 mm (4,75") de calibre, 152 mm (6,0") de carrera y 10,5 litros (638 pulg³) de cilindrada.

Turboalimentado. Sistema de combustible con cámaras de precombustión y bombas de inyección individuales y fibres de ajuste. Válvulas revestidas de estelita con rotadores de válvulas y asientos de duro acero de aluación. Pistones de aleación de aluminio, de sección ligeramente elíptica y perfil cónico con tres anillos, engriados por rocío de aceite. Cojinetes de aluminio con dorso de acero; muñones de cigüeñal endurecidos por Hi-Flectro. Lubricación a presión con aceite totalmente filtrado y enfriado. Filtro de aire, de tipo seco, con exulsor de polvo automático.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios con alternador de 35 amperios, estándar. Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios para baja temperatura, optativo. Se incluyen con ambos las bujías incandescentes para calentar las cámaras de precombustión.



100



Equipo para la pluma*
 Cable de carga con peso de 3 puntos
 Cable de apoyo de 18 mm (0,71 pulgadas) de diámetro con resistencia a la tracción de 21 900 kg (48 300 lb)
 Cable de la pluma con 11 cables de 18 mm (0,71 pulgadas) de diámetro con resistencia a la tracción de 15 150 kg (33 400 lb)
 Peso de los contrapesos estándar de 635 kg (1400 lb)

Dimensiones

- (A) Ancho mínimo de embarque (sin los bastidores laterales) 2570 mm (8' 5")
- (B) Ancho de embarque (sin el bastidor izquierdo) 3020 mm (9' 11")
- (C) Ancho, con los contrapesos retraídos 3280 mm (10' 9")
- (D) Ancho, con los contrapesos extendidos 4570 mm (15')
- (E) Altura, sin la pluma 3350 mm (11')
- (F) Altura hasta el tope de los contrapesos 2720 mm (8' 4")
- Longitud total 4220 mm (14' 6")

Equipo tiendetubos

- Contrapesos ajustables, controlados hidráulicamente:
- Contrapeso y bastidor de levantamiento 1340 kg (2950 lb)
 - 5 segmentos de 600 kg (1330 lb) (cada uno) 3010 kg (6650 lb)
 - Peso total extensible 4350 kg (9600 lb)

Potencia directa: Potencia continua a los melacates del tiendetubos, independiente del convertidor de par.

Transmisión del melacate: De engranajes deslizantes, fabricada por Caterpillar. 3 velocidades de levantamiento, 1 de descenso.

Tambores: De operación independiente o simultánea.

	Carga	Pluma
Diámetro del tambor	216 mm (8,5")	216 mm (8,5")
Diámetro del freno	457 mm (18")	363 mm (14,3")
Distancia entre las pestañas	305 mm (12")	127 mm (5")
Capacidad con cable de carga de 19 mm (0,75") y cable de la pluma de 16 mm (0,62")	108 m (355')	35 m (115')

Velocidad del gancho (tambor desnudo):

	Cable de carga con poleas de 3 puntos	
	m/min	pies/min
Levantamiento:		
Primera	8,9	29,2
Segunda	15,4	50,2
Tercera	62,9	206,4
Descenso	8,8	29,0

Embrague: De dos placas de fricción con 290 mm (11,4") de diámetro, independiente del embrague principal y conectado por una cadena de rodillos a la transmisión del melacate.

Frenos: Pluma (diámetro x ancho) 363 x 89 mm (14,3" x 3,5"). Carga (diámetro x ancho), 457 x 127 mm (18" x 5").

Pluma: Longitud estándar 5490 mm (18')
 Longitud optativa 6100 mm (20')

Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	435	115
Sistema de enfriamiento	45,4	12
Control hidráulico de los contrapesos	6,6	1,75
Sistema de lubricación:		
Cárter	27,4	7,25
Transmisión, embragues de dirección y frenos	70	18,5
Manjlos finales (cada uno)	34,1	9

Pesos (proximados)

	kg	lb
Sólo el chasis	14 740	32.500
Equipo tiendetubos con contrapesos	7938	17.500
Peso total de embarque	22 680	50.000

Los materiales y las especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso.



CATERPILLAR

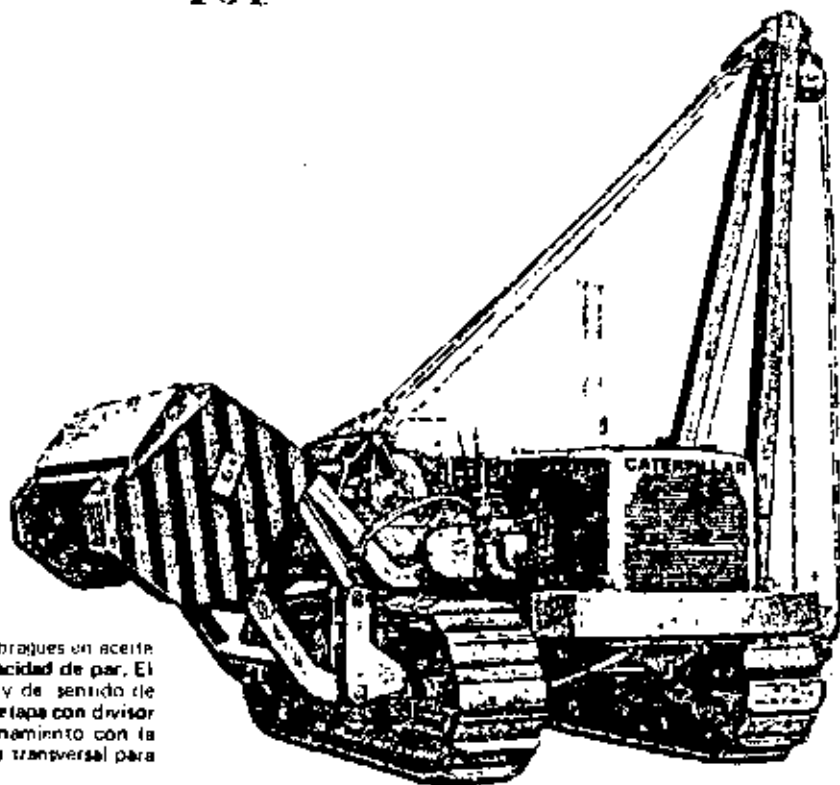
572G

Tiendetubos

Características principales

- Potencia de 149 kW (200 hp) en el volante.
- Capacidad de levantamiento de 40 800 kg (90.000 lb)
- Transmisión planetaria Power Shift
- Ruedas motrices con aro de segmentos empernables
- Cadenas selladas, con sellos de discos de metal a metal

101



Transmisión

Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 381 mm (15") de diámetro, y alta capacidad de par. El sistema de válvulas permite los cambios de velocidad y de sentido de marcha a plena carga. Convertidor de par de una sola etapa con divisor de par de salida, que combina la suavidad de funcionamiento con la economía. Conectado a la transmisión por doble junta transversal para fácil remoción del conjunto.

Marcha	Velocidad de avance		Velocidad de retroceso	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	3,7	0-2,3	4,5	0-2,8
2	6,4	0-4,0	7,9	0-4,9
3	10,0	0-6,2	11,9	0-7,4



Dirección

Embragues de acción hidráulica y discos múltiples engranados por aceite que no necesitan ajuste. Frenos de banda contráctil engranados por aceite y con refuerzo hidráulico para operación más fácil. Freno de estacionamiento mecánico. Se pueden atender los conjuntos de embrague y freno como una sola unidad.



Tren de rodaje

La cadena sellada prolonga la vida útil de pasadores y bujes, y reduce el desgaste de los eslabones y rodillos. Rodillos inferiores, rodillos superiores, y ruedas guía de lubricación permanente. Las ruedas motrices tienen segmentos de aro empernables.

Número de rodillos inferiores (cada lado)	6
Entrevía de las cadenas	2180 mm (86")
Ancho de zapata estándar	610 mm (24")
Ancho optativo	660 mm (26")
Longitud de la cadena sobre el suelo	2820 mm (111")
Superficie de contacto sobre el suelo (con zapatas estándar)	3,45 m ² (5345 pulg ²)
Espacio libre sobre el suelo desde la cara inferior de la zapata	483 mm (19")
Altura de las garras desde la cara inferior de las zapatas	71 mm (2,81")



Contrapesos

De control totalmente hidráulico. El montaje alto del punto pivote del contrapeso proporciona excelente espacio libre lateral y debajo de la máquina. La disposición del montaje evita el corrimiento al retroceso. Ancho total mínimo para facilitar el manejo y el embarque.



Control de la pluma

Un trinquete de seguridad trava el tambor de la pluma. La trava evita que el tambor retroceda accionadamente con el trinquete conectado. Un mecanismo de desconexión, de seguridad, evita que la pluma se doble.



Motor Caterpillar

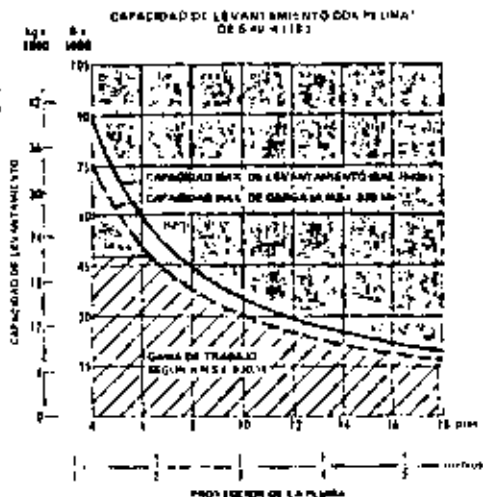
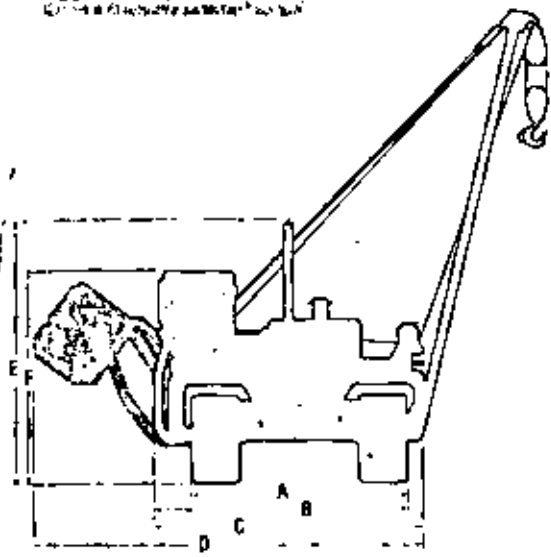
Potencia en el volante a 2000 RPM 149 kW (200 HP) (El kilovatio (kW) es la Unidad de Potencia del Sistema Internacional.)

Es la potencia neta en el volante del motor de la máquina cuando opera en condiciones estándar SAE, es decir a temperatura ambiente de 29°C (85°F) y a presión de 99,5 kPa (29,38" Hg) y cuando se usa un combustible Diesel de 35 unidades API a 15,6°C (60°F). El equipo del motor de la máquina incluye: ventilador, separador de agua, bombas de agua, lubricante y combustible. El motor mantiene la potencia total hasta una altitud de 2300 m (7500 pies).

Motor Diesel Caterpillar 3306 de 4 tiempos, con seis cilindros de 121 mm (4,76") de calibre, 152 mm (6,0") de carrera y 10,5 litros (638 pulg³) de cilindrada.

Turboalimentado. Sistema de combustible con cámaras de precombustión y bombas de inyección individuales y libres de ajuste. Válvulas revestidas de estelita con rotadores de válvulas y asientos de duro acero de aleación. Pistones de aleación de aluminio, de sección ligeramente elíptica y perfil cónico con tres anillos, engranados por racó de aceite. Cojinetes de aluminio con dorso de acero; muñones de cigueñal endurecidos por Hi-Electro. Lubricación a presión con aceite totalmente filtrado y entrado. Filtro de aire, de tipo seco, con expulsor de polvo automático.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios con alternador de 35 amperios, estándar. Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios para baja temperatura, optativo. Se incluyen con ambos los bujías incandescentes para calentar las cámaras de precombustión.



Equipo tiendetubos
 Capacidad de elevación: 11.4 toneladas y 25.000 lb
 Capacidad de 2 cables: 11.4 toneladas y 25.000 lb
 Capacidad de carga con polea de cuatro puntos: 11.4 toneladas y 25.000 lb
 Cable de la pluma: 19 mm (3/4") de diámetro
 Motor con el tipo de motor: 11.4 toneladas y 25.000 lb

Dimensiones

- (A) Ancho mínimo de embarque (sin los bastidores laterales) 2950 mm (9' 8")
- (B) Ancho de embarque (sin el bastidor izquierdo) 3380 mm (11' 1")
- (C) Ancho, con los contrapesos retraídos 3560 mm (11' 8")
- (D) Ancho, con los contrapesos extendidos 5050 mm (16' 7")
- (E) Altura, sin la pluma 3350 mm (11')
- (F) Altura hasta el tope de los contrapesos 2620 mm (8' 7")
- Longitud total 4930 mm (16' 2")

Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	435	115
Sistema de enfriamiento	45,4	12
Control hidráulico de los contrapesos	34,1	9
Sistema de lubricación:		
Carter	27,4	7,25
Transmisión, embragues de dirección y frenos	70	18,5
Mandos finales (cada uno)	34,1	9

Pesos (proximados)

	kg	lb
Sólo el chasis	16 500	36 500
Equipo tiendetubos con contrapesos	10 900	24 000
Peso total de embarque	27 400	60 500

Los materiales y las especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso.



Equipo tiendetubos

Contrapesos ajustables, controlados hidráulicamente:

- Contrapeso y bastidor de levantamiento 1610 kg (3560 lb)
- 8 segmentos de 600 kg (1.330 lb) (cada uno) 4830 kg (10.640 lb)
- Peso total extensible 6440 kg (14.200 lb)

Potencia directa: Potencia continua a los malacates del tiendetubos, independiente del convertidor de par.

Transmisión del malacate: De engranajes constante, fabricada por Caterpillar. 3 velocidades de levantamiento, 1 de descenso.

Tambores: De operación independiente o simultánea.

	Carga	Pluma
Diámetro del tambor	260 mm (10,5")	260 mm (10,5")
Diámetro del freno	560 mm (22")	560 mm (22")
Distancia entre las pestañas	356 mm (14")	178 mm (7")
Capacidad con cable de carga de 19 mm/0,75"	189 m (620')	78 m (255')

Velocidad del gancho (tambor desnudo):

	m/min	pies/min
Levantamiento:		
Primera	7,6	25
Segunda	15,1	49,7
Tercera	36,2	118,9
Descenso	16,3	53,4

Cable de carga con polea de cuatro puntos; cable de la pluma con polea de cuatro puntos.

Embrague: De dos plicas de fricción, con 290 mm (11,4") de diámetro, independiente del embrague principal.

Frenos: De 560 x 127 mm (22" x 5"). Intercambiables entre los tambores del cable de la pluma y del cable de carga, autotrabantes, y protegidos contra la intemperie.

Pluma: De sección en caja soldada. Longitud: 5490 mm (18')



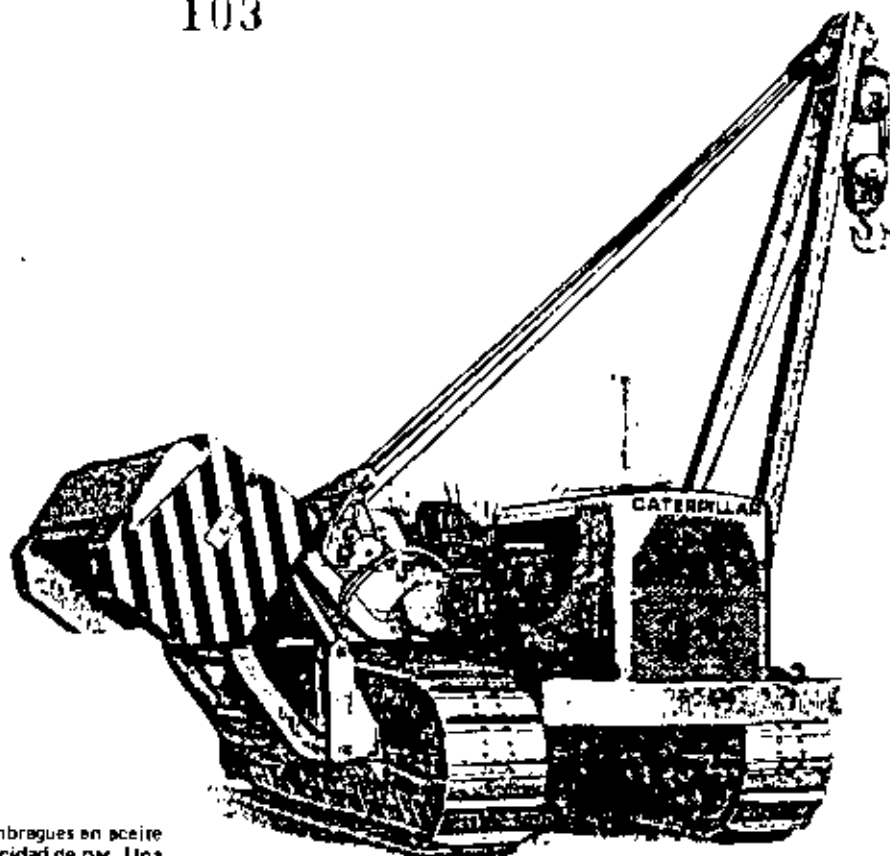
CATERPILLAR

583K Tiendatubos

Características principales

103

- Potencia de 224 kW (300 hp) en el volante
- Capacidad de levantamiento de 63 500 kg (140.000 lb)
- Transmisión planetaria Power Shift
- Ruedas motrices con aro de segmentos empernables
- Cadena sellada



Transmisión

Transmisión planetaria Power Shift con embragues en aceite de 530 mm (21") de diámetro y alta capacidad de par. Una válvula especial permite cambios sin restricciones de velocidad y sentido de marcha a plena carga.

Convertidor de par de una sola etapa con divisor de par de salida, que combina la suavidad de funcionamiento con la economía. Conectado a la transmisión por doble junta universal — construcción unitaria para facilitar el servicio.

Marcha	Velocidad de Avance*		Velocidad de retroceso	
	km/h	MPH	km/h	MPH
1	4,0	0-2,5	5,0	0-3,1
2	7,1	0-4,4	8,7	0-5,4
3	10,9	0-6,8	13,5	0-8,4



Contrapesos

De control totalmente hidráulico. El montaje alto del punto pivote del contrapeso proporciona excelente espacio libre lateral y debajo de la máquina. La disposición del montaje evita el corrimiento al retraerse. Ancho total mínimo para facilitar el manejo y el embarque.



Tren de rodaje

La cadena sellada prolonga la vida útil de pasadores y bujes, y reduce el desgaste de los eslabones y rodillos. Rodillos inferiores, rodillos superiores, y ruedas guía de lubricación permanente. Las ruedas motrices tienen segmentos de aro empernables.

Eslabones maestros de dos piezas	7
Número de rodillos inferiores (cada lado)	2290 mm (90")
Entrevía de las cadenas	42
Número de zapatas (cada lado)	710 mm (28")
Ancho de zapata estándar	760 mm (30")
Ancho optativo	3280 mm (129")
Longitud de la cadena sobre el suelo	4,65 m ² (7220 pulg ²)
Superficie de contacto con el suelo (con zapatas estándar)	530 mm (21")
Espacio libre sobre el suelo desde la cara inferior de las zapatas	78 mm (3,06")
Altura de la garrá desde la cara inferior de la zapata	



Control de la pluma

Un trinquete de seguridad trava el tambor de la pluma. La trava evita que el tambor retroceda accidentalmente con el trinquete conectado. Un mecanismo de desconexión, de seguridad, evita que la pluma se doble.



Motor Caterpillar

Potencia en el volante a 1330 RPM . . . 224 kW (300 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 estándar SAE, es decir a temperatura ambiente de 29°C (85°F) y presión de 99,5 kPa (29,38" Hg) y cuando se usa un combustible Diesel de 35 unidades API a 15,6°C (60°F). El equipo del motor de la máquina incluye: ventilador; bombas de agua, lubricante, y combustible. El motor mantiene la potencia indicada hasta una altitud de 2300 m (7500 pies).

Motor Diesel Caterpillar D342, de cuatro tiempos con seis cilindros de 146 mm (5,75") de calibre, 703 mm (27,7") de carrera, y 20,4 litros (1246 pulg³) de cilindrada.

Turboalimentado. Sistema de combustible con cámaras de precombustión, bombas y válvulas de inyección individuales y libras de ajustes. Válvulas revestidas de estelita con asientos de acero de aleación.

Pistones de aleación de aluminio, de sección ligeramente elíptica y perfil cónico, con tres anillos, enriados por rocío de aceite. Cojinetes de aluminio con dorso de acero; muñones del cigüeñal endurecidos por Hi-Electro. Lubricación a presión con aceite totalmente filtrado y enriado. Filtro de aire, de tipo seco, con expulsor de polvo automático.

Sistema de arranque eléctrico directo de 24 voltios. Alternador de 35 amperios.

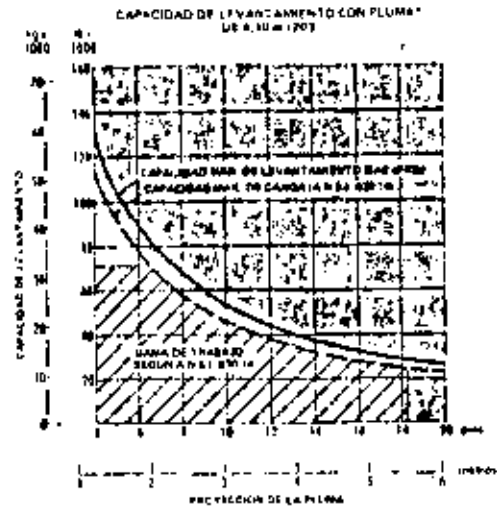
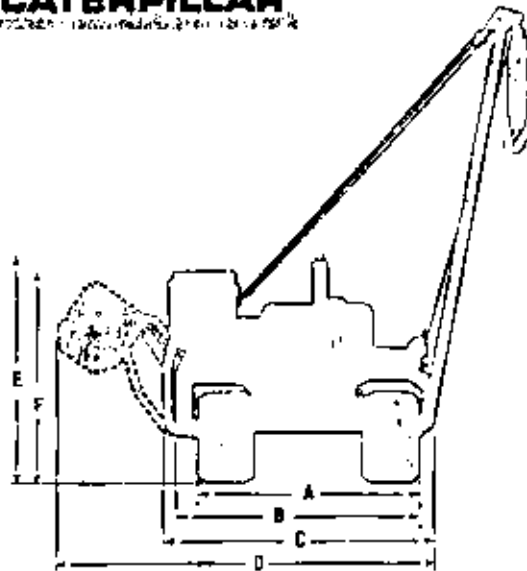


Figura tipo de cable*
 Cable de acero de 10 mm (3/4") de diámetro y con resistencia a la tracción de 21 580 kg (47 800 lb)
 Cable de carga con polea de 6 puntos
 Cable de la pluma con polea de 3 puntos
 Precio de los contrapesos = productos de 70 263 kg (155 670 lb)



Dimensiones

- (A) Ancho mínimo de embarque (sin los bastidores laterales) 3070 mm (10' 1")
- (B) Ancho de embarque (sin el bastidor izquierdo) 3430 mm (11' 3")
- (C) Ancho, con contrapesos retraídos 3660 mm (12")
- (D) Ancho, con contrapesos extendidos 5160 mm (16' 11")
- (E) Altura, sin la pluma 3120 mm (10' 3")
- (F) Altura hasta el tope de los contrapesos 2790 mm (9' 2")
- Longitud total 5660 mm (18' 7")



Datos para servicio

	Litros	(Gal. de E.U.A.)
Tanque de combustible	436	115
Sistema de enfriamiento	121	32
Control hidráulico de los contrapesos	37,9	10
Transmisión, embragues de dirección y frenos	117	31
Mandos finales (cada uno)	36	9,5
Cácter del motor diesel	33,1	8,75



Pesos (aproximados)

	kg	lb
Sólo el chasis	24 950	55 000
Equipo tiendetubos con contrapesos	15 650	34 500
Peso de embarque	40 600	89 500



Equipo tiendetubos

- Contrapesos ajustables, controlados hidráulicamente 1450 kg (3200 lb)
- Bastidor de los contrapesos 7840 kg (17 290 lb)
- Bastidor de levantamiento de los contrapesos 700 kg (1540 lb)
- Cilindros hidráulicos, eslabones de levantamiento, tornillería y herrajes 290 kg (640 lb)
- Peso total extensible 10 280 kg (22 670 lb)

Potencia directa: Potencia continua a los malacates del tiendetubos, independiente del convertidor de par.

Transmisión del malacate: De engranaje constante, construida por Caterpillar, 3 velocidades de levantamiento, 1 de descenso.

Tambores: De operación independiente o simultánea:

	Carga	Pluma
Diámetro del tambor	260 mm (10,25")	260 mm (10,25")
Diámetro de los frenos	560 mm (22")	560 mm (22")
Distancia entre las pestañas	356 mm (14")	178 mm (7")
Capacidad con cable de carga de 19 mm (75")	189 m (620')	78 m (255')

Velocidad del gancho (tambor desnudo):

	m/min	pie/min
Levantamiento:		
Primera	5,5	18,2
Segunda	11,0	36,2
Tercera	26,5	87,0
Descenso	11,9	39,0

Cable de carga con polea de cinco puntos; cable de carga con polea de seis puntos.

Embrague: De 290 mm (11,4") de diámetro con dos placas. De tipo fricción e independiente del embrague principal.

Frenos: De 560 mm x 127 mm (22" x 5"), intercambiables entre los tambores de la pluma y del cable de carga, autotrabantes y protegidos contra la intemperie.

Pluma: De sección en caja soldada. Longitud de 6100 mm (20').

Los materiales y especificaciones están sujetos a cambio sin previo aviso.

OPERA	HOJA
MAQUINA <u>COMPACTADOR</u>	
MARCA <u>CATERPILLAR</u>	
MODELO <u>815-B</u>	Nº SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion:	\$ <u>31,400,000</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
Valor inicial (Vo):	\$ <u>31,400,000</u>	Motor:	<u>Diesel 3306</u> de <u>170</u> HP
Valor rescate (Vr):	<u>10</u> % = \$ <u>3,140,000</u>	Factor operacion:	<u>0.8</u>
Tasa interes (i):	<u>65</u> %	Potencia operacion:	<u>136</u> HP op
Prima seguros (s):	<u>2</u> %	Coficiente almacenaje (k):	<u>0.01</u>
		Factor mantenimiento (O):	<u>0.80</u>

I. CARGOS FIJOS

a) Depreciacion:	$P = \frac{V_o - V_r}{V_e} = \frac{31,400 - 3,140}{10,000} = \$ 2,826.00/h.e.$
b) Inversion:	$I = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{(31,400 + 3,140) \cdot 0.65}{4,000} = 5,612.75/h.e.$
c) Seguros:	$S = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{(31,400 + 3,140) \cdot 0.02}{4,000} = 172.70/h.e.$
d) Almacenaje:	$A = KD = 2,826.00 \times 0.01 = 28.26/h.e.$
e) Mantenimiento:	$M = OD = 2,826.00 \times 0.80 = 2,260.80/h.e.$
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ <u>10,900.51/h.</u>	

II. CONSUMOS.

a) Combustible:	$E = e P_o$
Diesel:	$E = 0.20 \times 136 \text{ HP op.} \times \$ 14.00/h. = \$ 380.80/h.e.$
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ /h. =$
b) Otras fuentes de energia:	_____
c) Lubricantes $L = a P_o$	
Capacidad aceite:	$C =$ _____ litros
Cambios aceite:	$I =$ _____ horas
$a = C/I + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP op.} = 0.53 \text{ l/h. (Munich CAT)} = 106.00/h.e.$	
$L = 0.53 \text{ l/h.} \times \$ 200.00 /h. =$	
d) Llantas: $LI = \frac{V_l}{H_v}$ (valor llantas)	
Hv (vida economica)	
Vida economica: Hv = _____ horas	
LI = \$ _____ /horas	
SUMA CONSUMOS POR HORA \$ <u>386.80/h.e.</u>	

III. OPERACION.

Salarios: S	
operador:	\$ <u>1,500.00</u>
Sol/turno-prom:	\$ _____
Horas/turno-prom: (H)	
H = 8 horas $\times 0.75$ (facto. rendimiento) = <u>6</u> horas	
Operacion = $O = \frac{S}{H} = \frac{1,500.00}{6} = \$ 250.00/h.e.$	
SUMA OPERACION POR HORA \$ <u>250.00/h.</u>	

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 11,637.31/h.

108

OBRA _____ HOJA _____
 MAQUINA CAMION VOLTEO
 MARCA FORD
 MODELO F-600 (643) N° SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 2,300,000.00

Equipo adicional
menos llantas _____ 150,000.00

Valor inicial (Va): \$ 2,150,000.00

Valor rescate (Vr): 10% = \$ 215,000.00

Tasa interes (i): 6% %

Primo seguros (s): 2% %

Fecha colocacion: Junio 1983Vida economica (Ve): 5 añosHoras por año (Ha): 2,000 hr/añoMotor: Gasolina de 150 HPFactor operacion: 0.8Potencia operacion: 120 HP opCoeficiente almacenaje (K): 0.03Factor mantenimiento (Q): 1.00

I. CARGOS FIJOS

a) Depreciacion: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{2,150 - 215}{10,000} = \$ 193.50/h.e.$ b) Inversion: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(2,150 + 215)}{4,000} \cdot 0.65 = 384.31/h.e.$ c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(2,150 + 215)}{4,000} \cdot 0.02 = 11.82/h.e.$ d) Almacenaje: $A = KD = 193.50 \cdot 0.03 = 5.80/h.e.$ e) Mantenimiento: $M = QD = 193.50 \cdot 1.00 = 193.50/h.e.$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 788.93/h.e.

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e Pc$ Diesel: $E = 0.20 \times 120 \text{ HP op.} \times \$ \text{ /lt.} = \$$ Gasolina: $E = 0.24 \times 120 \text{ HP op.} \times \$ 2.10 \text{ /lt.} = 691.20/h.e.$

b) Otras fuentes de energia: _____

c) Lubricantes: $L = a Pe$ Capacidad carter: $C = 7$ litrosCambios aceite: $I = 100$ horas $a = C/I + \frac{0.0035}{0.0030} = 120 \text{ HP op.} = 0.49 \text{ lt/hr.} = 73.50/h.e.$ $L = 0.49 \text{ lt/hr} \times \$ 150 \text{ /lt.}$ d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv} \cdot (\text{valor llantas})$

Hv (vida economica)

Vida economica: $Hv = 2000$ horas $Ll = \frac{\$ 150,000}{2000 \text{ horas}} = 75.00/h.e.$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 839.70/h.e.

III. OPERACION.

Salarios: S

operador: \$ 1,500.00

Sal/turno-prom: \$

Horas/turno-prom: (H)

 $H = 8 \text{ horas} \cdot 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$ $\therefore \text{Operacion} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 1,500.00}{6 \text{ horas}} = \$ 250.00$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 250.00/h.e.

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$ 1,878.63/h.e.

OERA _____ HOJA _____
 MAQUINA CARGADOR FRONTAL _____
 MARCA CATERPILLAR _____
 MODELO 955L _____ Nº SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisición: \$ 20'700,000.00
 Equipo adicional: _____
 Valor inicial (V₀): \$ 20'700,000.00
 Valor rescate (V_r): 10 % = \$ 2'070,000.00
 Tasa interés (i): 65 %
 Prima seguros (s): 2 %

Fecha cotización: Junio 1983
 Vida económica (V_e): 5 años
 Horas por año (H_a): 2,000 hr/año
 Motor: Diesel 3304 del 30 HP
 Factor operación: 0.80
 Potencia operación: 104 HP op
 Coeficiente almacenaje (K): 0.01
 Factor mantenimiento (Q): 0.180

I.- CARGOS FIJOS

a) Depreciación: $D = \frac{V_0 - V_r}{V_e} = \frac{20'700 - 2'070}{10,000.00} = \$ 2,277.00/h.e.$
 b) Inversión: $I = \frac{V_0 + V_r}{2 H_a} = \frac{(20'700 + 2'070) 0.65}{2 \times 2000} = 3,700.12/h.e.$
 c) Seguros: $S = \frac{V_0 + V_r}{2 H_a} = \frac{(20'700 + 2'070) 0.02}{4,000} = 113.85/h.e.$
 d) Almacenaje: $A = K D = 2,277.00 \times 0.01 = 22.77/h.e.$
 e) Mantenimiento: $M = Q D = 2,277.00 \times 0.180 = 1,821.60/h.e.$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 7,935.34/h.e.

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = e P_c
 Diesel: E = 0.20 x 130 HP. op. x \$14.00 /ll. = \$ 364.00/h.e.
 Gasolina: E = 0.24 x _____ HP op. x \$ _____ /ll. = _____

b) Otras fuentes de energía: _____
 c) Lubricantes L = a P_e
 Capacidad cárter: C = _____ litros
 Cambios aceite: t = _____ horas
 $a = C/t = \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HR op} = 0.31 \text{ ll/hr. (manual Cat) } 68.00/h.e.$
 $L = 0.31 \text{ ll/hr} \times \$200.00 /ll.$

d) Llantas: L_l = $\frac{V_l (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida económica})}$
 Vida económica: H_v = _____ horas
 $L_l = \frac{\$}{\text{horas}}$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 432.00/h.e.

III.- OPERACION.

Salarios: S
 operador: \$ 1,500.00
 Sal/luma - prom. \$ _____
 Horas / turno - prom. (H)
 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$
 $\therefore \text{Operacion} = O = \frac{S}{H} = \frac{1,500.00}{6} = \$ 250.00$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 250.00/h.e.

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA \$ 8,617.34/h.e.

OBRA _____ HOJA _____
 MAQUINA EXPUALOR
 MARCA CATERPILLAR
 MODELO D-10 Nº SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 129'000,000.00
 Equipo adicional _____
 Fecha cotizacion: Junio 1983
 Vida economica (Ve): 5 años
 Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
 Motor: Diesel 11-348 de 700 HP
 Valor inicial (Va): \$ 129'000,000.00
 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 12'900,000.00
 Tasa interes (i): 65 %
 Prima seguros (s): 2 %
 Factor operacion: 0.80
 Potencia operacion: 500 HP op
 Coeficiente almacenaje (K): 0.01
 Factor mantenimiento (C): 0.80

I.- CARGOS FIJOS

a) Depreciacion: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{129'000 - 12'900}{5} = \$ 11,610.00/h.e.$
 b) Inversion: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(129'000 + 12'900) 0.65}{2 \cdot 2000} = 23,058.75/h.e.$
 c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(129'000 + 12'900) 0.02}{4000} = 709.50/h.e.$
 d) Almacenaje: $A = KD = 11,610.00 \times 0.01 = 116.10/h.e.$
 e) Mantenimiento: $M = CD = 11,610.00 \times 0.80 = 9,288.00/h.e.$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 44,782.35/h.

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e Pc$
 Diesel: $E = 0.20 \times 500 \text{ HP op.} \times \$ 14.00/lt. = \$ 1,568.00/h.e.$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HR op.} \times \$ \text{ /lt.} = \text{ /lt.}$
 b) Otras fuentes de energia: _____
 c) Lubricantes: $L = a Pc$
 Capacidad carter: $C = \text{ litros}$
 Cambios aceite: $I = \text{ horas}$
 $a = C/I + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times \text{HP op} = L 20 \text{ lt/hr. (Manual CAT) } 200.00/h.e.$
 $L = 1.50 \text{ lt/hr} \times \$ 200.00/lt.$
 d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv} \text{ (valor llantas)}$
 $Hv \text{ (vida economica)}$
 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)
 $H = R \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = \text{ horas}$
 Operacion = $O = \frac{S}{H} = \frac{2,500.00}{\text{horas}} = \$ 316.00$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 316.00/h.

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

OBRA _____ HOJA _____
 MAQUINA EMPALMADOR
 MARCA CATERPILLAR
 MODELO D 9 H N° SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 78'250,000.00 Fecha cotizacion: Julio 1983
 Equipo adicional _____ Vida economica (Ve): 5 años
 Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
 Motor: Diesel-D353 de 410 HP
 Valor inicial (Va): \$ 78'250,000.00 Factor operacion: 0.8
 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 7'825,000.00 Potencia operacion: 328 HP op
 Tasa interes (i): 0.5 % Coeficiente almacenaje (K): 0.01
 Prima seguros (s): _____ Factor mantenimiento (Q): 0.80

I. CARGOS FIJOS

a) Depreciacion: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{78'250 - 7'825}{10,000} = \$ 7,042.50/h.e.$
 b) Inversion: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(78'250 + 7'825) \cdot 0.65}{4,000}$
 c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(78'250 + 7'825) \cdot 1.2}{4,000} = 13,987.18/h.e.$
 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.e.

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = a Pc$
 Diesel: $E = 0.20 \times 328 \text{ HP op.} = \$ 14.00/h.e. = \$ 918.40/h.e.$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ /lt.$
 b) Otras fuentes de energia: _____
 c) Lubricantes $L = a Pa$
 Capacidad carter: $C = \text{litros}$
 Cambios aceite: $t = \text{horas}$
 $a = C/t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.0030 \end{cases} \times \text{HP op.} = 0.68 \text{ ll./hr. (Manual CAT) } = 135.00/h.e.$
 $\therefore L = 0.68 \text{ ll./hr} \times \$ 200.00/lt.$
 d) Llantas: $Li = \frac{VH}{Hv}$ (valor llantas)
 Hv (vida economica)
 Vida economica: $Hv = \text{horas}$
 $\therefore Li = \$ \text{horas}$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 1,054.40/h.e.

III. OPERACION.

Salarios: S
 operador: \$ 2,500.00
 Sal/lumo - prom. \$
 Horas / turno - prom. (H)
 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$
 $\therefore \text{Operacion} = O = \frac{S}{H} = \frac{2,500.00}{6} = \$ 416.66$

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 adquisicion: \$ 35'000,000.00 Fecha cotizacion: Junio 1983
 Equipo adicional _____ Vida economico (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 operacion: 0.80
 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 3'500,000.00 Potencia operacion: 160 HP op
 Tasa interes (i): 65 % Coeficiente almacenaje (K): 0.01
 Prima seguros (s): 2 % Factor mantenimiento (Q): 0.80

I.- CARGOS FIJOS

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

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 12,150.25/h.

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e Pc$
 Diesel: $E = 0.20 \times 160 \text{ HP op.} \times \$ 14.00/lt. = \$ 448.00/h.e.$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ \text{ /lt.} =$
 b) Otras fuentes de energia: _____
 c) Lubricantes $L = a Pa$
 Capacidad carteri: $C =$ _____ litros
 Cambios aceite: $I =$ _____ horas
 $a = C/I + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP op} = 0.45 \text{ lt/hr. (Manual CAT)}$
 $\therefore L = 0.45 \text{ lt/hr} \times \$ 200. \text{ /lt.} = 90.00/h.e.$
 d) Llantas: $Ll = \frac{Yil}{Hy}$ (valor llantas)
 Hy (vida economica)
 Vida economica: $Hy =$ _____ horas
 $\therefore Ll = \$ \text{ /horas}$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 538.00/h.

III.- OPERACION.

Salarios: S operador: \$ 2,000.00
 Sal/lumo - prom: \$ _____
 Horas /lumo - prom: (H)
 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$
 $\therefore \text{Operacion} = O = \frac{S}{H} = \$ \frac{2,000.00}{6} = \$ 333.33/h.e.$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 333.33/h

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

OTRA _____ HOJA _____
 MAQUINA EMPUNADOR
 MARCA CATERPILLAR
 MODELO D-8K N° SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 47'500,000.00
 Equipo adicional _____

Fecha cotizacion: Junio 1983

Vida economica (Ve): 5 años

Horas por año (Ha): 2,000 hr/año

Motor: Diésel D-342 de 300 HP

Valor inicial (Va): \$ 47'500,000.00

Factor operacion: 0.8

Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 4'750,000.00

Potencia operacion: 240 HP op

Tasa interes (i): 65 %

Coefficiente almacenaje (K): 0.01

Prima Seguros (s): 2 %

Factor mantenimiento (C): 0.80

I- CARGOS FIJOS

a) Depreciacion: $D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$ = $\frac{47'500 - 4'750}{10,000}$ = \$ 4,275.00/h.e.

b) Inversion: $I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a}$ = $\frac{(47'500 + 4'750) \cdot 0.65}{2 \cdot 2000}$ = 8,490.62/h.e.

c) Seguros: $S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \cdot s$ = $\frac{(47'500 + 4'750) \cdot 0.02}{2 \cdot 2000}$ = 261.25/h.e.

d) Almacenaje: $A = KD$ = 4,275.00 x 0.01 = 42.75/h.e.

e) Mantenimiento: $M = CD$ = 4,275.00 x 0.80 = 3,420.00/h.e.

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 16,489.62

II- CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e \cdot P_o$
 Diesel: $E = 0.20 \times 240 \text{ HP op.} \times \$14.00 / \text{lt.}$ = \$ 672.00/h.e.

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

b) Otras fuentes de energia: _____ =

c) Lubricantes $L = a \cdot P_o$

Capacidad aceite: $C =$ _____ litros

Cambios aceite: $t =$ _____ horas

$a = \frac{C}{t} + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP op.} = 0.52 \text{ lt/hr. (Manual CAT)} 114.00/h.e.$

$\therefore L = 0.52 \text{ lt/hr} \times \$ 200 \text{ /lt.}$

d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{H_v}$ (valor llantas)

H_v (vida economica)

Vida economica: $H_v =$ _____ horas

$\therefore Ll = \$ \text{ /horas}$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 786.00/h.e.

III- OPERACION.

Salarios: \$
 operador: \$ 2,000.00

Sal/turno - prom: \$ _____

Horas/turno - prom. (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$

$\therefore \text{Operacion} = O = \frac{S}{H} = \frac{2,000.00}{6} = \$ 333.33/h.e.$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 333.33/h.e.

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$ 17,608.95/h.e.

OBRA _____ HOJA _____
 MAQUINA MOTOSCREPA
 MARCA CATERPILLAR
 MODELO 621 B (20 H.P. = 15 M.S.) N° SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 442,000.00.00
 Equipo adicional: 212,000.00.00

Fecha colocacion: Junio 1983Vida economica (Ve): 5 añosHoras por año (Ha): 2,000 hr/añoMotor: Diesel 3406 de 330 HPFactor operacion: 0.8Potencia operacion: 264 HP opCoeficiente almacenaje (K): 0.01Factor mantenimiento (Q): 0.80

Valor inicial (Va): \$ 424,000.00.00

Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 42,400.00.00Tasa interes (i): 65 %Prima seguros (s): 2 %

I. CARGOS FIJOS

a) Depreciacion: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{424,000 - 42,400}{10,000} = \$ 3,816.00/h.e.$

b) Inversion: $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(424,000 + 42,400) \cdot 0.65}{4,000} = 7,579.00/h.e.$

c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{(424,000 + 42,400) \cdot 0.02}{4,000} = 233.20/h.e.$

d) Almacenaje: $A = KD = 3,816.00 \times 0.01 = 38.16/h.e.$

e) Mantenimiento: $M = QD = 3,816.00 \times 0.80 = 3,052.80/h.e.$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 14,719.16/h.e.

II. CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e \cdot Pc$

Diesel: $E = 0.20 \times 264 \text{ HP op.} \times \$ 14.00 / \text{lt.} = \$ 739.20/h.e.$

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

b) Otras fuentes de energia:

c) Lubricantes: $L = a \cdot Pa$ Capacidad corter: $C =$ litrosCambios aceite: $I =$ horas

$a = C/I + \frac{100025}{100030} \times \text{HP op} = 0.35 \text{ lt/hr. (Manual CAT) } 70.00/h.e.$

$\therefore L = 0.35 \text{ lt/hr} \times \$ 200 / \text{lt}$

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

Hv (vida economica)

Vida economica: $Hv =$ horas

$\therefore Ll = \frac{\$ 212,000}{3,000 \text{ horas}} = 733.33/h.e.$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 1,542.53/h.e.

III. OPERACION.

Salarios: S

operador: \$ 2,000.00

Sal/turno - prom. \$

Horas/turno - prom. (H)

$H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$

$\therefore \text{Operacion} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 2,000.00}{6 \text{ horas}} = \$ 333.33$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 333.33

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$ 16,595.02

OBRA _____ HOJA _____
 MAQUINA MOTOCONFORMADORA
 MARCA CATERPILLAR
 MODELO 120-B N° SERIE _____

DATOS GENERALES:

Precio adquisicion: \$ 14'500,000
 Equipo adicional Menos llantas \$ 1'200,000
 Valor inicial (Va): \$ 13'300,000
 Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 1'330,000
 Tasa interes (i): 65 %
 Prima seguros (s): 2 %

Fecha cotizacion: Junio 1983
 Vida economica (Ve): 5 años
 Horas por año (Ha): 2,000 hr/año
 Motor: Diesel 3306 de 125 HP
 Factor operacion: 0.80
 Potencia operacion: 100 HP op
 Coeficiente almacenaje (K): 0.01
 Factor mantenimiento (Q): 0.80

I.- CARGOS FIJOS

a) Depreciacion: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{13'300 - 1'330}{5} = \$ 2,377.37/h.e.$
 b) Inversion: $I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{(13'300 + 1'330) \cdot 0.65}{4,000} = 2,377.37/h.e.$
 c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{(13'300 + 1'330) \cdot 0.02}{4,000} = 73.15/h.e.$
 d) Almacenaje: $A = KD = 1,197.00 \times 0.01 = 11.97/h.e.$
 e) Mantenimiento: $M = QD = 1,197.00 \times 0.80 = 957.60/h.e.$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 4,617.09/h.e.

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: $E = e P_c$
 Diesel: $E = 0.20 \times 100 \text{ HP op.} \times \$14.00 / \text{lt.} = \$ 280.00/h.e.$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ / \text{lt.} =$
 b) Otras fuentes de energia: _____
 c) Lubricantes: $L = a P_e$
 Capacidad carter: $C =$ _____ litros
 Combics aceite: $I =$ _____ horas
 $a = C/I + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{HP op.} \times 0.28 \text{ lt./hr. (Manual CAT)} = 56.00/h.e.$
 $\therefore L = 0.28 \text{ lt./hr} \times \$200.00 / \text{lt.}$
 d) Llantas: $L = \frac{V_{ll}}{H_v}$ (valor llantas)
 Vida economica: $H_v = 3,000$ horas
 $\therefore L = \frac{1'200,000}{3,000} = 400.00/h.e.$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 736.00/h.e.

III.- OPERACION.

Salarios: \$ 1,500.00
 operador: \$ _____
 Sal/turno - prom.: \$ _____
 Horas/turno - prom.: (H) _____
 $H = 8 \text{ horas} \cdot 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ horas}$
 $\therefore \text{Operacion} = O = \frac{S}{H} = \frac{1,500.00}{6} = \$ 250.00/h.e.$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 250.00/h.e.

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA

\$5,603.09/h.e

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

DISTANCIA DE ACARREO 60 MTS. HOJA RECTA(S)

Producción teórica graficada por CAT.

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

Factores de corrección:

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

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

Producciones reales:

D7G	240 x 0.579 = 139 M3/h.
D8K	325 x 0.579 = 188 M3/h.
D9H	525 x 0.579 = 304 M3/h.
D10	850 x 0.579 = 492 M3/h.

COSTOS.-	D7G	\$ 13,021.58/ 139 = \$ 93.68/m3.
	D8K	\$ 17,608.95/ 188 = \$ 93.66/m3.
	D9H	\$ 28,635.53/ 304 = \$ 94.19/m3.
	D10	\$ 46,973.01/ 492 = \$ 95.47/m3.

COMPARACION DE COSTO POR CABALLO DE FUERZA.

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

Formación de bordos o terraplenes semicompactados con material producto de banco de préstamo, hecho con motoescropa.

ESPECIFICACIONES.- El precio unitario estipulado para este concepto, comprende las operaciones necesarias para formar los terraplenes en obras de caminos, aeropistas, ferrocarriles, sistemas de riego y en otras obras similares donde pueda ejecutarse el trabajo con motoescropas y sea suficiente una semicompactación en el paso del equipo.

Estas operaciones consistirán en desprender, llevar hasta su sitio y tender este material en el terreno donde se colocarán los bordos por medio de motoescropa. Comprenderán además, la semicompactación de este material, colocado en capas de espesor no mayor de 30 cms., con el tránsito de la motoescropa.

EQUIPO.

Motoescropa Cat Modelo 621-B..... \$ 16,595.02/h.c.
Tractor D-8K \$ 17,508.95/h.e.

Cargo por tractor, considerando para poder establecer comparativos de precios, un número ilimitado de motoescropas. De no ser así en un caso real, el cargo deberá prorratearse entre el número de motoescropas operando en la obra.

$$\frac{\$ 16,595.02 \times \text{tiempo de carga (1.5 min)}}{60 \text{ Min./hora}} = \$ 414.87/\text{máquina}$$

$$\frac{\$ 415.87/\text{máquina}}{15 \text{ M}^3. \text{ capacidad} \times 0.9} = \$ 17.65/\text{m}^3. \quad \$ 30.73$$

TABLA DE COSTOS.

DISTANCIA DE ACARREO	CARGO POR TRACTOR	CARGO POR MOTOESCROPA \$17,608.95 Producción/horaria.	COSTO TOTAL
100	\$ 30.63/m ³ .	\$ 53.36/m ³ .	\$ 84.09/m ³ .
200	30.73/m ³ .	\$ 63.11/m ³ .	\$ 93.84/m ³ .
300	30.73/m ³ .	\$ 72.76/m ³ .	\$ 103.49/m ³ .
400	30.73/m ³ .	\$ 82.67/m ³ .	\$ 113.40/m ³ .
500	30.73/m ³ .	\$ 92.67/m ³ .	\$ 123.10/m ³ .
600	30.73/m ³ .	\$ 102.37/m ³ .	\$ 133.10/m ³ .
700	30.73/m ³ .	\$ 112.15/m ³ .	\$ 142.88/m ³ .
800	30.73/m ³ .	\$ 122.28/m ³ .	\$ 153.01/m ³ .
900	30.73/m ³ .	\$ 132.39/m ³ .	\$ 163.12/m ³ .

1000	\$ 30.73/m3.	\$ 142.00/m3.	\$ 172.73/m3.
1100	30.73/m3.	\$ 151.80/m3.	\$ 182.53/m3.
1200	30.73/m3.	\$ 161.55/m3.	\$ 192.28/m3.
1300	30.73/m3.	\$ 170.96/m3.	\$ 201.69/m3.
1400	30.73/m3.	\$ 181.53/m3.	\$ 212.26/m3.
1500	30.73/m3.	\$ 191.40/m3.	\$ 222.13/m3.

CONCEPTO. Formación de bordos o terraplenes semicompactados, - con material producto de bancos de préstamo, transportado en - camión de volteo, con acarreo no mayor de 1.0 (un) Km.

ESPECIFICACIONES.- El precio unitario estipulado para este concepto, comprende las operaciones necesarias para formar los terraplenes de cualquier tipo de obra, donde deban por su distancia ser acarreados en camiones de volteo y su compactación sea suficiente con el paso del equipo.

Estas operaciones consistirán, en la excavación del material, - su carga a los camiones y transporte, el depósito y tendido -- de este material sobre el terreno en que se colocarán los bordos, o sobre la corona del terraplén que se construyó con el material disponible; la semicompactación del material, colocado en capas de espesor no mayor que 30 cm., con el tránsito -- del equipo de transporte y del tractor.

EQUIPO.

Cargador frontal 955L (2.25 Yd3.) (1.70 M3.) ...	\$ 8,617.34/h.e.
Tractor D-8	\$ 17,608.95/h.e.
Camión Ford F-600 de volteo de 6 M3.(operando)..	\$ 1,878.63/h.e.

Para efectos de comparación de precios supondremos

- Que los tractores tienen suficiente volumen para estar plenamente ocupados.
- Que el volumen por cargar y acarrear también hace que el cargador y camiones no tengan tiempos muertos.

Rendimiento de tractor aflojando el banco de préstamo.

Distancia 60 mts. hoja recta(s).

Producción teórica 425 m3/hora.

Factores de corrección:

Operador bueno	0.75
Materia.- Sacado con cilindro de inclinación lateral.	0.80
Eficiencia 50 min./hora.	0.84
Pendiente favorable 15%	1.18

120

Producción real:

$$= 425 \times 0.75 \times 0.80 \times 0.84 \times 1.18 = 252 \text{ M3/hora sueltos.}$$

Producción medida en el terraplén = $252 \times 0.9 = 227 \text{ M3/hora}$

Rendimiento de tractor esparciendo el material que amontonan los camiones de volteo en el terraplén.

Distancia 40 mts. hoja recta(s).

Producción teórica 500 m³/hora.

Factores de corrección.

Operador bueno	0.75
Material suelto y amontonado.	1.20
Eficiencia 50 min/hora.	0.84
Trabajo a nivel.	1.00

Producción real:

$$= 500 \times 0.75 \times 1.20 \times 0.84 \times 1.00 = 378 \text{ m3/hora sueltos.}$$

Producción medida en el terraplén = $372 \times 0.9 = 340 \text{ M3/hora.}$

Cálculo del volumen horario del cargador y del tiempo de carga de camión de 6 m³. = 5.4 m³. medidos en terraplén.

Factor de llenado del cucharón del cargador 0.9

Capacidad real 1.70 m³. x 0.9 = 1.53 m³.

Tiempo de carga diversos tamaños de partículas	0.05 min.
Tiempo de maniobras	0.22 min.
Tiempo de tránsito.	0.00 min.
Tiempo de descarga camión volteo.	<u>0.06 min.</u>
	0.33 min.

$$\text{No. de ciclos por hora} = \frac{60}{0.33} = 181$$

Producción = 181 ciclos/hora x 1.53 M³ = 277 m³/hora.

Medido en terraplén = $277 \times 0.9 = 249 \text{ m3/hora.}$

$$\text{Tiempo de carga del camión} = \frac{5.40 \times 0.33}{2.53} = 1.16 \text{ min.}$$

Tiempo de descarga. 0.34 min.

Total. 2.50 min.

Cargo por tractor aflojando material

$$\frac{\$ 17,608.95/\text{h.e.}}{227 \text{ m}^3/\text{hora.}} = \$ 77.57/\text{m}^3.$$

Cargo por tractor esparciendo material

$$\frac{\$ 17,608.95/\text{h.e.}}{340 \text{ M}^3/\text{hora.}} = \$ 51.79/\text{m}^3.$$

Cargo por cargador frontal

$$\frac{\$ 8,617.34/\text{h.e.}}{249 \text{ m}^3/\text{hora.}} = \frac{\$ 34.60/\text{m}^3.}{\$ 163.96/\text{m}^3.}$$

T A B L A D E C O S T O S .

DISTANCIA ACARREO.	CARGO POR TRACTORES Y CARGADOR	CARGO POR CAMION \$1,878.63/PROD. HORARIA	COSTO TOTAL
100	\$ 163.96/m ³ .	\$ 10.43/m ³ .	\$ 174.39/m ³ .
200	163.96/m ³ .	12.20/m ³ .	176.16/m ³ .
300	163.96/m ³ .	13.90/m ³ .	177.86/m ³ .
400	163.96/m ³ .	15.65/m ³ .	179.61/m ³ .
500	163.96/m ³ .	17.40/m ³ .	181.36/m ³ .
600	163.96/m ³ .	19.16/m ³ .	183.12/m ³ .
700	163.96/m ³ .	20.87/m ³ .	184.83/m ³ .
800	163.96/m ³ .	22.63/m ³ .	186.59/m ³ .
900	163.96/m ³ .	24.40/m ³ .	188.36/m ³ .
1000	163.96/m ³ .	36.09/m ³ .	190.05/m ³ .
1100	163.96/m ³ .	28.04/m ³ .	192.00/m ³ .
1200	163.96/m ³ .	29.82/m ³ .	193.78/m ³ .
1300	163.96/m ³ .	31.31/m ³ .	195.27/m ³ .
1400	163.96/m ³ .	33.54/m ³ .	197.50/m ³ .
1500	163.96/m ³ .	34.78/m ³ .	198.74/m ³ .

" CAMION VOLTEO "

T A B L A D E T I E M P O S .

DISTANCIA DE ACARREO	TIEMPOS FIJOS DE CARGA Y DESCARGA	TIEMPO DE IDA CARGADO 30 K/H DISTANCIA X 60	TIEMPO REGRESO VACIO 60 Km/h DISTANCIA X 60	TIEMPO DEL CICLO	PRODUCCION HORARIA DE MATERIAL COMPACTADO 5.40 M3. X 60
		30	60		TIEMPO DEL CICLO
100	1.5 min.	0.20 min.	0.10 min.	1.80 min.	180 m3/hora.
200	1.5 min.	0.40 min.	0.20 min.	2.10 min.	154 m3/hora.
300	1.5 min.	0.60 min.	0.30 min.	2.40 min.	235 m3/hora.
400	1.5 min.	0.80 min.	0.40 min.	2.70 min.	120 m3/hora.
500	1.5 min.	1.00 min.	0.50 min.	3.00 min.	108 m3/hora.
600	1.5 min.	1.20 min.	0.60 min.	3.30 min.	98 m3/hora.
700	1.5 min.	1.40 min.	0.70 min.	3.60 min.	90 m3/hora.
800	1.5 min.	1.60 min.	0.80 min.	3.90 min.	83 m3/hora.
900	1.5 min.	1.80 min.	0.90 min.	4.20 min.	77 m3/hora.
1000	1.5 min.	2.00 min.	1.00 min.	4.50 min.	72 m3/hora.
1100	1.5 min.	2.20 min.	1.10 min.	4.80 min.	67 m3/hora.
1200	1.5 min.	2.40 min.	1.20 min.	5.10 min.	63 m3/hora.
1300	1.5 min.	2.60 min.	1.30 min.	5.40 min.	60 m3/hora.
1400	1.5 min.	2.80 min.	1.40 min.	5.70 min.	56 m3/hora.
1500	1.5 min.	3.00 min.	1.50 min.	6.00 min.	54 m3/hora.

T A B L A D E T I E M P O S .

DISTANCIA DE ACARREO.	TIEMPOS FIJOS - CARGA Y DESCARGA	TIEMPO VIAJE	TIEMPO VIAJE	TIEMPO CICLO	PRODUCCION HORARIA
		CARGADA (20Km/h) DISTANCIA X 60	VACIA (40 Km/h) DISTANCIA X 60		MATERIAL COMPACTO- CAPACIDAD CAJA X - 0.9 X 60.
		20	40		TIEMPO CICLO.
100 M.	2.0 min.	0.30 min.	0.15 min.	2.45 min.	330 m3/hora.
200 M.	2.0 min.	0.60 min.	0.30 min.	2.90 min.	279 m3/hora.
300 M.	2.0 min.	0.90 min.	0.45 min.	3.35 min.	242 m3/hora.
400 M.	2.0 min.	1.20 min.	0.60 min.	3.80 min.	213 m3/hora.
500 M.	2.0 min.	1.50 min.	0.75 min.	4.25 min.	190 m3/hora.
600 M.	2.0 min.	1.80 min.	0.90 min.	4.70 min.	172 m3/hora.
700 M.	2.0 min.	2.10 min.	1.05 min.	5.15 min.	157 m3/hora.
800 M.	2.0 min.	2.40 min.	1.20 min.	5.60 min.	144 m3/hora.
900 M.	2.0 min.	2.70 min.	1.25 min.	6.05 min.	133 m3/hora.
1000 M.	2.0 min.	3.00 min.	1.50 min.	6.50 min.	124 m3/hora.
1100 M.	2.0 min.	3.30 min.	1.65 min.	6.95 min.	116 m3/hora.
1200 M.	2.0 min.	2.50 min.	1.80 min.	7.40 min.	109 m3/hora.
1300 M.	2.0 min.	3.90 min.	1.95 min.	7.84 min.	103 m3/hora.
1400 M.	2.0 min.	4.20 min.	2.10 min.	8.30 min.	97 m3/hora.
1500 M.	2.0 min.	4.50 min.	2.25 min.	8.75 min.	92 m3/hora.

Es de gran tamaño y de líneas diferentes a las usuales a fin de crear una nueva configuración del valor, pero antes de alcanzar tal nivel, el Tractor D-10 pasó por miles de horas de estudios y pruebas, por ejemplo, para hallar la resistencia de las nuevas piezas del tren de rodaje, uno de los tractores experimentales, trabajó por largo tiempo en una charca de cieno arenoso, otro batió con la hoja unas rocas muy duras para medir la resistencia de las nuevas piezas del tren de rodaje, uno de los tractores experimentales, trabajó por largo tiempo en una charca de cieno arenoso, otro batió con la hoja unas rocas muy duras para medir la resistencia de las puntas a la acción de desgaste y a los impactos, fué una prueba tan severa, que derritió el acero. Se causó la inclinación lateral de una máquina de prueba a fin de confirmar su lubricación constante y estabilidad, a otra se le hizo dar vuelcos cuesta abajo, para asegurarse de la protección de la cabina, se efectuaron muchas otras pruebas, pero los modelos guías de producción que veremos ahora, fueron sometidos a las pruebas más demoledoras, el primer piloto de producción D-10 en la línea de montaje, están instalando la transmisión y la corona cada componente es un módulo comprobado, completo e independiente fácil de instalar y desmontar si es necesario, -- luego viene el mando final, el embrague y el freno de dirección, son también módulos independientes, puede sacarse el mando final por separado o los tres componentes juntos, el rayador inclinable facilita la instalación del motor V12K de doble turbo alimentador y es muy útil además para suministrar servicio a los sistemas de enfriamiento de doble núcleo. El tren de rodaje con suspensión elástica antes de instalarlo, los rodillos y ruedas guías de lubricación permanente penden de placas que oscilan en el bastidor de rodillos, después veremos esto en acción, el sistema de placas de suspensión asegura buen reparto de carga entre los rodillos, las ruedas guías y las almohadillas de cuacho como reduce las cargas de choque a una fracción de lo usual, se utilizan piezas del tamaño requerido.

Un carril sellado y lubricado, se instala en la rueda motriz, -- como las dos van a más altura sobre el bastidor de rodillos, dura más el tren de fuerza y puede haber una línea central común entre los mandos finales, embragues de dirección y frenos.

El primer D-10 emerge en la industria pesada de movimiento de tierras, este y muchos otros se someterán a nuevas pruebas en obras de los clientes para aceptarse o desecharse, y ahora Caterpillar presenta, la nueva configuración del valor, la prueba más dura para un tractor, es el desgarramiento de roca, destinado a la construcción de una carretera, este tractor piloto D-10 se eligió para desgarrar rocas calizas arenosas de gran dureza-excluyeron la voladura, a causa de un túnel cercano del ferrocarril y un D-9H tuvo dificultades con esta dura capa metamórfica pero no el D-10, la capacidad para desgarrar, depende en parte del peso, potencia y fuerza de tracción de 86,000 Kgs. con equipo, 700 HP. en el volante y un tren de rodaje el que mayor área de las cadenas toca el suelo, fué fácil para el D-10 fragmentar tan duras rocas, adviertan que debido a la suspensión se flexionan las cadenas, los rodillos hacen mejor contacto en los rieles, mayor área de las cadenas toca el suelo y es mejor la tracción, estabilidad y marcha, además la elevación de las ruedas motrices resguarda el tren de fuerza de las cargas del choque del suelo, de los impactos de la hoja o el desgarrador y de las cargas de torsión en el bastidor, mientras tanto, otro D-10 desgarraba y retiraba el material de la sobrecapa en una mina de uranio, a veces las rocas eran tan duras, que otro tractor de la categoría del D-10 en tamaño tenía serias dificultades, El Vice presidente Charles Jamilton Jr., lo expone así, una tarde hicimos competir a un D-10 con otro tractor de especificaciones comparables, decidimos que el D-10 era algo más potente en casi todos tiraba de dos desgarradores, mientras que el otro a menudo, sólo podía trabajar con uno aunque ambos desgarraban a profundidad similar, como puede verse, el D-10 tiene grán espacio libre sobre el suelo, no obstante su tamaño es realmente maniobrable por lo menos tan maniobrable como un D-9H, aunque tiene más peso y más potencia que un D-9H sólo es ligeramente más largo, el exclusivo tirante estabilizador, mejora la maniobrabilidad, el equilibrio y el control pues mantiene unos 70 cms. más cerca la hoja recta de 12,700 kgs., con dicho tirante, los cilindros de levantamiento de la hoja, hacen más presión vertical hacia abajo para mayor rendimiento al excavar, mejora también el control de las cargas en los cortes laterales de los bancos ó al extra-

er piedras grandes, el empuje de traillas durante la carga de tractores traillas 651K en una mina de uranio, fué otra labor asignada a un D-10 piloto, este D-10 un modelo de entrevía angosta, estaba equipado con hoja amortiguadora 10-C en la misma obra dos tractores D9-H en Tandem, empujaban dos traillas de 24,4 m³. a ras con material arenoso un sólo D-10 probó ser más eficiente que dos D9, por lo siguiente, primero, con un sólo tractor empujador no se perdía tiempo en alinearlos con la trailla, segundo, el operador del D-10, veía mejor el interior de la caja, tercero, se empleaba sólo un tractor y el operador en vez de dos, el factor decisivo del valor real en toda máquina, es su productividad, en una mina de carbón a cielo abierto, se comparó el D-10 con el D9-H en la tarea de recoger montones de desechos en una cuesta del 15%, un grupo de analistas en producción de Caterpillar, trabajaron con los Ingenieros de la Mina y el personal fijó los puntos de referencia y registró las elevaciones.

El pozo de cada máquina tenía un ancho de tres hojas y 46 metros de longitud, comienza el estudio, ambos tenían hoja en U, la altura y el ancho de las hojas, era de 1,80 por 4,80 mts. la del D-9 y de 2.14 por 6.05 mts. la hoja del D-10, era un material excelente para comparar el rendimiento, arena arcillosa húmeda bien consolidada y sobre todo de consistencia uniforme, el estudio duró mas de una hora la cuesta empinada tuvo importancia en el estudio sobre todo en el regreso, las cuestas influyen en la tracción estabilidad y eficiencia en el tren de fuerza o sea en el rendimiento, debido a las condiciones de marcha, el operador del D9H, decidió regresar en segunda velocidad como el operador del D-10 lo hizo en tercera ya no varió segundo por ciclo, al finalizar el estudio, los ingenieros de la mina midieron y registraron los volúmenes excavados, gracias a la cuesta favorable cada tractor tuvo buen rendimiento, en total el D9H movió 582 M³. en banco en 60 minutos por hora y el D-10 movió 1,018 m³. en banco o sea 75% más, en otras palabras el D-10 produjo tanto como el D9 más 3/4 de otro, uno de los trabajos más duros que efectué con la hoja el D-10 fué en otra mina de carbón a cielo abierto donde extrajo la sobrecapa de la roca de voladura, fué un triunfo de la potencia, fuerza bruta y flexibilidad-

del tren de rodaje del D-10.

Sin duda alguna, tenemos ante nosotros un nuevo nivel de productividad, una nueva magnitud en fuerza de tracción, un nuevo estándar de durabilidad, en breve, una nueva forma de valor para trabajos pesados de movimientos de tierras.

Ni los jugadores confían tan sólo en la suerte, tratan de mejorar sus ventajas, lo mismo ocurre con un buen contratista, sabe que la mala elección de máquinas y la indebida conservación elevan el riesgo, las normas incorrectas de operación y el mal trato del equipo convierten en un juego de azar, toda obra, la mayoría de los contratistas saben que el abuso del equipo y el descuido en el manejo aseguran el fracaso, pero suelen ser ciertos detalles en el uso del equipo los que deciden el fracaso o el éxito, la persona a quien se atribuye suerte, es en realidad los que siguen los mejores métodos, hay muchas formas de perder dinero en una obra, aún si el equipo está moviendo gran cantidad de tierra, el costo es siempre un factor decisivo, se desperdicia dinero aún si parece alta la producción, vamos a examinar algunos de esos pequeños detalles que nos impiden sacar el mejor provecho de las traillas una de las formas de sacar el mayor provecho de las traillas, es en la carga, comparemos en el trabajo las cargas normales y las colmadas es un trabajo real, observen el reloj, la trailla obtiene una carga indicada en 22 segundos y ahora veremos una trailla diferente y de posibilidades diferentes, el operador se propone conseguir una carga colmada y parece buena idea, recoger más en cada ciclo pero es realmente así? se invierten 43 segundos en llenar esta trailla es casi el doble con que resultado, recoger como 1 M3 más parte de lo cual se derramará en el camino vale la pena?

Con ayuda de la fotografía, a intervalos de tiempo vamos a condensar una hora en algunos minutos observen que la máquina marcada con rojo conduce dos yardas más o 1,5 mts.3 más en cada viaje, en cambio la máquina marcada con verde invierte menos tiempo en el corte y recoge menos tierra, comparemos ahora la producción en una hora 444 yardas contra 525 yardas es decir 339 M3. en la trailla sobre cargada y 401 m3. en la otra, multiplique esto por las ocho horas de trabajo y verán que no es ventajoso recoger un poco más de carga, es un error suponer que una caja sobrecargada en cada viaje, asegura siempre más producción y eficiencia además una trailla sobrecargada trabaja un poco más con peso adicional, la sobrecarga disminuye bastante la duración de los neumáticos, cuando las traillas esperan en el corte, usualmente no hay suficientes empujadores se ve que es

necesario aquí más de uno, veamos los resultados en la producción el contratista tiene una flota de cuatro traillas, cada una con una carga útil de casi 17 M3. con cuatro traillas que invierta en cinco minutos por ciclo, el posible rendimiento de la flota es de cuarenta y ocho cargas por hora o sean 816 M3. Si el ciclo del empujador para cargar 17 m3. por trailla es un minuto y medio, su rendimiento es de 40 traillas por hora lo cual es una producción de solo 680 M3. por escasez de empujadores, la flota mueve 136 m3. menos por hora, añadamos otro empujador, esto elimina el tiempo de espera de las traillas y además hace que se puedan cargar 17 m3. en menos tiempo, veamos lo que ocurre con los costos, los costos por hora de las cuatro traillas son constantes, dos empujadores cuestan el doble, es mayor el costo total por hora, pero si dividimos el costo por la producción total, el costo por m3. es menor con dos empujadores, los cálculos son en dólares pero la eficiencia no tiene fronteras en pesos mexicanos, la economía es también evidente lo que cuenta es lo que se ahorra en el costo por unidad de tierra movida sea cual sea la unidad monetaria hemos utilizado costos arbitrarios de posesión y operación, es claro que varían de un lugar a otro; en concreto es ventajoso que la flota esté bien coordinada pues minimiza el tiempo de entrega el planeamiento cuidadoso de una obra, para sacar el mejor provecho de las traillas eleva la eficiencia y las ganancias, suele ser provechoso el empuje en tandems o materiales duros malos, ahorra tiempo hasta en condiciones medias, usualmente si no se puede cargar una trailla en 30 a 50 segundos, hay aglomeración en el corte y mayor costo por m3. con potencia de empuje adecuada se reduce el tiempo de carga y sube la producción.

Las traillas no deben agruparse ni esperar en el corte ni en parte alguna, cuando ocurra esto halle la causa tal como la escasez de empujadores según hemos visto ó máquinas que estorban en el corte, si las traillas que llegan tienen que esperar a que se retire un compactador o motoniveladora, baja la eficiencia, las máquinas auxiliares no deben cerrar el paso a las traillas que llegan, las traillas cargadas deben tener el derecho

de tránsito el polvo y las congestiones en el camino de acarreo, - motivan también demoras, los buenos caminos regados para reducir - el polvo, son más seguros y más baratos a la larga, las traillas - cargadas o de regreso, no deben tener que detenerse ni esperar en - ningún punto del ciclo, el empuje incompleto, baja la producción y - si es frecuente eleva los costos, este empujador retrocedió antes - de tiempo, si hubiera continuado hasta que la trailla ganase velo - cidad debido a su propio impulso y suelo firme, no se hubiera inte - rrumpido el ciclo de carga y la producción habría sido mayor lo me - jor es hacer el corte a una profundidad que conserve vivo el mate - rial y mantener igual velocidad de carga y el corte parejo, un cor - te profundo, reduce la velocidad de carga las ruedas patinan dema - siado y se forma un escalón al extremo del corte, halle la profun - didad adecuada del corte después de la primera o segunda carga y - trate de mantenerla, mantenga baja la compuerta en suelos sueltos - y arenosos para retener el material y más alta si el suelo es húme - do o se fragmenta en lajas.

La conservación adecuada del corte ahorra tiempo y dinero, por - ejemplo, al levantar gradualmente la cuchilla al final de la carga - contribuye a que la superficie se mantenga pareja, un corte esca - broso es dañino pues disminuye el rendimiento de la próxima trai - lla.

Es importante la producción alta, pero es costoso hacer retroceder - el empujador a gran velocidad, casi dobla el desgaste de los bujes - y ruedas dentadas de un tractor, por supuesto si hay traillas esp - rando, tal vez valga la pena el desgaste adicional.

Asímismo, si un empujador tiene mucho tiempo de espera, debe usar - se para despejar e igualar en la zona del corte manteniendo pareja - y despejada la zona del corte aumenta la eficiencia y las ganan - cias.

El desgarrar materiales duros o rocosos, eleva también la produc - ción de las traillas, las traillas cargan mejor el material desg - rrado y los neumáticos y cuchillas se gastan menos, se reduce el - tiempo del ciclo y el servicio rutinario.

La debida ubicación en el corte eleva la producción, la trilla de -

de situarse según la ubicación del empujador, lo ideal es que la trailla se sitúe a unos dos metros adelante del empujador.

se pierde tiempo si el empujador tiene que ir en pos de la trailla o maniobrar demasiado, cuando no hay capataz en el corte, los que manejan las traillas deben seguir las señales del operador del empujador.

Todo buen operador trata de evitar los patinazos, no siempre es fácil advertir los patinazos, algunos dejan una franja a través de las ruedas según se muestra, de este modo el capataz nota hasta los menores patinazos en terrenos abrasivos, los patinazos acortan la duración de los neumáticos duran más los neumáticos si las traillas se cargan con la transmisión en neutro.

Los neumáticos, tienen el mayor costo de operación en una trailla se elevan la eficiencia y las ganancias evitando los patinazos.

Un camino en mal estado, reduce la eficiencia y hace perder dinero uno desigual, aumenta el tiempo del ciclo en varios segundos así es como la motoniveladora se paga por sí misma, con pasadas regulares mantiene parejo el camino para más seguridad y velocidad de las traillas, retirando las piedras del camino los neumáticos duran más el enganche amortiguado en las traillas, aumenta la comodidad de marcha y las velocidades utilizables aunque se puede usar un camino escabroso suben los costos de reparación la buena conservación de los caminos contribuye a mejorar la producción aún si los enganches son amortiguados, las congestiones del tránsito en ambos sentidos reduce la eficiencia, el camino debe ser bastante ancho para que pasen las máquinas con seguridad sin desaselerar cada vez que una máquina se detiene o espera bajan la producción y las ganancias, lo mejor es planear una obra de modo que las traillas de retorno utilicen otro camino pero a veces no es posible, si hay un solo camino, se contribuye a eliminar las congestiones evitando los puntos angostos, curvas mal trazadas, etc.,

El polvo es peligroso y también una causa de congestión que disminuye la eficiencia, a menudo es un problema que puede motivar que cuando los operadores tienen que reducir la velocidad porque no pueden ver baja la producción y peor aún es peligroso no pueden evitarse ciertas curvas cerradas pero un abanderado puede dirigir el tránsito, cuando sea posible debe usarse un camino ancho o dos rutas separadas de acarreo y retorno y evitar las curvas, los cami

nos anchos y con buena visibilidad son las rutas más cortas, más rápidas y más seguras, en caminos bien tratados y con buena conservación las máquinas invierten menos tiempo y suben las ganancias. Es antieconómico utilizar una trailla como motoniveladora, sin embargo, algunos tratan de nivelar así el camino de acarreo no sólo se invierte más tiempo sino que se pierde dinero en cada minuto de que esta costosa máquina trabaja en algo que no debe hacer, las máquinas se diseñan para ciertos trabajos, la buena elección de máquinas y su empleo contribuyen a la eficiencia total, la conservación de caminos debe hacerse con máquinas para tal objeto y sale mejor.

A los motocompactadores se debe en gran parte la eliminación de pérdidas de tiempo en el relleno, con estas máquinas modernas, las traillas ya no tienen que esperar a que les dejen campo libre si un relleno se mantiene bien las traillas no deben atrasarse y si ocurre un motocompactador las ayuda a que retornen al trabajo las demoras en el relleno son a menudo las que motivan más demoras en obras como esta, como tales demoras solo duran algunos segundos -- aquí un minuto o dos allá es difícil advertirlas más aún evitarlas es vital para la eficiencia total esparcir bien el relleno en capas adecuadas, si el compactador apizona las capas con facilidad no -- habrá congestiones, con un buen plan y máquinas adecuadas el relleno no presenta problemas sólo hemos citado algunas de las formas de ganar o perder dinero con traillas una por una tal vez parezcan sin importancia, pero la combinación y repetición constituye una gran diferencia, el mantener alta eficiencia con traillas, requiere un plan acertado buena supervisión y operadores cuidadosos, se requiere vigilancia para sacar el mayor provecho de las traillas las recompensas son mejor producción más ingresos y trabajo más fácil y seguro.

OPERACION DE ESCREPAS CON TRACTOR DE RUEDAS.

Deténgase, no inicie la jornada así, antes de partir en una de estas máquinas para el trabajo, ya sea una trailla corriente, auto-cargadora o de empuje y giro, un operador profesional la revisa -- primero, sabe que va a poner en marcha una máquina de gran peso y comprueba que no haya nada irregular que cause un accidente o paralización, pídmole a este operador, un profesional en realidad -- que vuelva a comenzar pero correctamente, antes de subir a la cabina invierte algunos minutos en revisar, examina los neumáticos, ve si hay daño estructural o desgaste, examina el fluido hidráulico - en el indicador visual, el aceite del motor y en el filtro de aire hay suficiente combustible y agua y fluido en la transmisión y diferencial, examine la rejilla del radiador y vea también si hay fugas, al subir o bajar dé cara a la máquina, estudie bien las señales de advertencia e instrucción, antes del arranque vea si está - en neutro la transmisión y puesto el seguro y freno en posición de estacionar, ponga los controles de la trailla en retención, neutralice el enganche amortiguador y encienda el interruptor general, oprima el acelerador más allá del tope y ponga el interruptor en arranque, si hace frío pongalo en calor por el tiempo indicado y luego en arranque, nunca ponga el interruptor en calor con el motor en marcha y caliente, con el tiempo se daña el motor, hágalo funcionar en vacío hasta que la presión del lubricante sea normal, si no es así, o si baja, pare el motor e investigue, mientras se calienta el motor, vea la lectura de los indicadores para ver si es normal antes de partir, cíñase el cinturón para más seguridad, con la palanca en estacionamiento deje que suba la presión de aire y que los frenos se suelten del todo, al apagarse la luz, quédese en emergencia tres segundos al menos para agotar el aire de emergencia antes de pasar a desconexión, si los frenos no se sueltan - pase la palanca a emergencia y oprima el botón de anulación de aire, cuando la presión sea de 54 Kg. o más, suelte el botón de anulación de aire y mueva el freno a la posición de descansar, además de los pedales corrientes para frenar, hay a veces una palanca a cada lado de la columna de dirección, la izquierda frena cada una-

de las ruedas delanteras para facilitar el manejo tal como en - suelo blando, la otra es de retardación, es para desacelerar la máquina en cuestas o curvas gires de modo lento y con tiempo, - si no hay suficiente presión de aire se enciende la luz de alarma y suena un aviso, si no funciona el freno de servicio, pase la palanca del freno a emergencia, una fuente separada de aire activa el sistema de frenar a fin de detener la máquina estacione la máquina y trate de hallar que anda mal, sobre todo espere a que la presión de aire sea normal antes de soltar el freno y mover la máquina.

Un buen operador comprueba si trabaja bien el sistema hidráulico sobre todo en la dirección, y en cada control de la trailla, eso ayuda a calentar el fluido y duran más el cilindro y la bomba.

Al hacer cambios, recuerde que el retroceso, primera y segunda son con convertidor y se eligen a mano para el resto la transmisión baja automáticamente a baja o a alta según se refiera entre segunda y la velocidad elegida, no cambie a baja con el motor en marcha veloz pues podría dañarse si las revoluciones por minuto bajan a 1,500 o menos el cambio será automático para mantener la velocidad y evitar el cambio automático tal como en cuestas o - - curvas oprima el pedal de retención, no cambie de marcha se puede usar también dicho pedal para mantener la velocidad en el relleno y si no hay buena tracción en el relleno, pise el pedal de retención de la transmisión y el de traba del diferencial, al - - trabar el diferencial, es igual el giro de ambas ruedas propulsoras en un patinazo súbito en suelo resbaladizo, detenga primero la máquina y luego use el pedal de traba antes de proseguir sin embargo, es mejor conectar el diferencial de antemano, nunca oprima el pedal de traba del diferencial, mientras una rueda patina o al usar el control de freno de una rueda en tales casos, el diferencial trabado sufre severos esfuerzos y puede dañarse, a veces las traillas rebotan en marcha veloz, el enganche amortiguador suavisa los rebotes para seguridad de viaje, al entrar en el corte, desconecte el enganche amortiguador, para mejor control de la cuchilla; al manejar una trailla, el operador profesional-

debe considerar siempre la seguridad, tanto la propia como la de otros, además de conseguir eficiencia en el corte, en el camino de acarreo y en el relleno, veamos por eso algunos métodos de operación tanto buenos como malos, al entrar en el corte neutralice el enganche amortiguador y acerquese por la izquierda al tractor empujador para ver mejor, el tractor debe situarse en ángulo a la línea de corte a fin de reducir las maniobras de la trailla; para cargar use el pedal de retención de la transmisión y el de traba del diferencial, si al llegar al corte, otra trailla está siendo cargada -- sitúe cerca su máquina para que el tractor haga contacto pronto.

Lo mejor es parar junto a la línea de corte a fin de reducir el tiempo de regreso y maniobras del tractor.

Si están cargando otra trailla al lado de la suya, evite desviaciones hasta el paso de la otra mantenga su propia senda, la profundidad del corte afecta la eficiencia, el operador sin práctica, tiende a profundizar y demorar la carga causa patinazos y deja el suelo escabroso, las juntas de guía ayudan a graduar la profundidad, halle su altura relativa, le ayudará a decidir la profundidad al iniciar un corte, la altura de la compuerta es otro factor de eficiencia, si está muy baja se acumula la tierra al frente de la capa y al ponerla muy alta se cae la tierra.

En el ciclo de carga, evite que patinen las ruedas propulsoras sobre todo en rocas, es fácil engañarse pues podría haber hasta 20% de patinazos antes de notarlo y un 5% aumentaría el desgaste 40% sobre lo normal, así en casos extremos mantenga la transmisión en neutro y el empujador haga el trabajo.

Pero en buen terreno, ponga la transmisión en segunda, al aumentar la carga suba la velocidad del motor para ayudar al empujador, sin embargo el operador puede prescindir de tal ayuda con la transmisión conectada la coordinación es un problema para algunos, en tal caso, es mejor que el empujador lo haga, por otra parte no es ventajoso tratar de obtener cargas completas como se ve el no consigue gran cosa en el tiempo adicional, eleva el tiempo del ciclo de la trailla, el del empujador y el de espera de la otra máquina, está produciendo patinazos y es sobrecargando su trailla y si la carga parece buena, no lo es su producción por hora.

Una vez cargada, levante con suavidad la caja y quedará un corte --

liso, suelte el pedal de retención de la transmisión y el de trabadel diferencial y con este el enganche amortiguador, ponga el control de la compuerta en posición libre, para que la compuerta se mueva con la caja, en el camino mantenga la caja baja para más estabilidad, si otra máquina levanta polvo en el camino de acarreo, pare la máquina o baje de velocidad para seguridad.

Si el camión regador va camino adelante no lo siga de cerca, en suelo mojado, es fácil perder el control de una máquina tan grande.

En mancha rápida, como al bajar cuestas no trate de reducir la velocidad con un cambio manual a baja, causa exceso de velocidad en el motor a veces con resultados muy malos, si el hubiese usado el retardador para descelerar el motor, la transmisión hubiera cambiado a baja automáticamente, por eso nunca fuerce cambios a baja con el motor a velocidad alta, para gran eficiencia del motor en descenso use el retardador para que mantenga su velocidad entre 1,800 y 2,100 revoluciones por minuto, con el retardador los frenos duran más y los de servicio se calientan menos a fin de usarlos en paradas de emergencia, al acercarse al relleno use otra vez el retardador para descelerar, la transmisión cambiará automáticamente a baja para ajustarse a la velocidad de recorrido, si desca desconecte el enganche amortiguador, use el pedal de retención para mantener la trailla a una velocidad fija de descarga, tal como tercera, baje la caja a la altura de descarga, levante la compuerta y active el inyector resulta una carga delicada y uniforme fácil de esparcir y compactar, en este caso el operador trató de vaciar demasiado en un punto, lo cual dificulta el esparcimiento con el compactador, al dejar el relleno cierre la compuerta, retorne el inyector a la posición de carga y conecte el enganche amortiguador, si vacía la carga cerca del borde de un declive abrupto, trate de levantar un tanto el borde exterior para que el peso de la trailla se cargue adentro, cuando deje el relleno mantenga la caja baja si bien la trailla está vacía y cuando estacione la máquina al final de la jornada, tome las siguientes precauciones:

Baje la palanca del enganche amortiguador y ponga la palanca del freno en estacionamiento apoye la caja en el suelo, haga funcionar el motor por unos cinco minutos con carga ligera para enfriamiento gradual, levante el acelerador más allá del tope para hacer parar el motor, ponga en desconexión el interruptor general y saque la -

la llave, finalmente purgue el agua de los tanques de aire del tractor y la trailla y cierre las válvulas antes de retirarse y con esto termina la jornada.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

REEMPLAZO ECONOMICO DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ

SEPTIEMBRE, 1983

posibilidades, deberá enfocarse hacia la determinación de un punto de equilibrio, donde los costos acumulados sean mínimos ó donde el rendimiento de la inversión sea máxima tomando en consideración la influencia que tienen todos los factores que intervienen durante la vida económica de la maquinaria.

COSTOS

Si, como hemos señalado, un procedimiento para la determinación del tiempo óptimo de reemplazo está en función de los costos que se van teniendo a lo largo de la vida útil del equipo, será fundamental implementar un mecanismo mediante el cual podamos tener la 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: las bitácoras del equipo, el tener formatos estandarizados y fáciles de llenar, adecuados a cada uno de los niveles que manejan la información, desde su inicio hasta los niveles gerenciales y de dirección, son algunos de los elementos que coadyuvarán a tener un registro completo y fidedigno de los costos, asociados a cada una de las máquinas ó grupos de máquinas que la empresa posee.

Una vez integrado el banco de información con los datos de las máquinas, podemos aplicar los métodos que se ejemplificarán más adelante y tener con ello un punto de referencia más

concreto que oriente nuestra toma de decisión en relación con el reemplazo de equipo.

Los costos que se generan en obra, conviene clasificarlos de la siguiente manera:

- 2.1 Operación
- 2.2 Consumos
- 2.3 Mantenimiento menor
- 2.4 Rentas
- 2.5 Llantas
- 2.6 Taller mecánico

2.1 Operación.- Es el costo total derivado de las erogaciones que se hacen por concepto de pago de salarios al personal encargado de la operación de las máquinas. Se determina en base a la listas de raya, identificando a los operadores y ayudantes directamente encargados de cada máquina.

2.2 Consumos.- Son las erogaciones realizadas por concepto de combustibles, lubricantes, filtros y elementos de desgaste de sustitución frecuente como son cuchillas, gabilanes, tornillos, tuercas, etc. Se determina en base al reporte de cargos que acumula mensualmente el almacén en función de los vales de salida.

2.3 Mantenimiento Menor.- Son los costos ocasionados por materiales, refacciones, mano de obra y equipo auxiliar, 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 durante su vida útil, y que no están considerados en el punto anterior. Se determinan en la misma forma que los consumos, teniendo

cuidado en la formulación de los vales, para asociar los con la máquina correcta y evitar errores en los cargos.

- 2.4 Rentas.- Son los costos derivados de los conceptos de depreciación, inversión, obsolescencia y reposición del equipo, más los correspondientes al mantenimiento mayor o correctivo, expresados como porcentaje de la depreciación. Se determinan en base a los cargos por rentas estimadas en las oficinas centrales, a las horas de trabajo reportadas para cada equipo mayor y en base al equipo menor y vehículos existentes en obras, según inventario físico.
- 2.5 Llantas.- Es el costo debido a la disminución del valor original de las llantas como consecuencia del uso, más los cargos por las refacciones, materiales y equipo auxiliar necesario para hacer las reparaciones de las llantas (cámaras, válvulas, corbatas, birlos). Se determina de acuerdo al reporte de horas trabajadas mensualmente por cada equipo mayor, agregándosele los costos de operación, que se reciben como cargos en las pólizas del almacén que contabiliza los vales de salida correspondientes.
- 2.6 Taller Mecánico.- Los costos originados por éste concepto, conviene desglosarlos en: mano de obra, equipo auxiliar y herramientas y mantenimiento.

El costo de mano de obra incluye el personal que trabaja en el taller de maquinaria y cuyo sueldo no puede cargarse directamente a ninguna máquina. Se determina en la misma forma que el costo de operación, y no incluye gastos generales como son salarios de ingenieros mecánicos y auxiliares de maquinaria.

El segundo grupo, incluye los costos originados por rentas - de equipo auxiliar, refacciones, materiales, combustibles y lubricantes necesarios para mantener en condiciones de trabajo el equipo auxiliar y vehículos al servicio del taller mecánico, más la amortización de la herramienta al servicio - del taller.

Finalmente, debemos tomar en cuenta el costo de los materiales diversos que no pueden cargarse a las máquinas y que son para el servicio del taller. Se obtienen directamente de -- los reportes de consumos utilizados por el taller de la obra.

Ante la dificultad de asignar con toda exactitud el costo del taller mecánico a cada una de las máquinas que atiende, debe buscarse la manera de prorratearlo; una manera de hacerlo es la siguiente: tomando como base de prorrateo el porcentaje - del personal del taller mecánico que se encuentra al servicio de equipo menor y vehículos, se divide el costo total en dos partes: una correspondiente a todo el equipo menor y vehículos, y la restante a todo el equipo mayor. El costo aplicable a su vez al equipo mayor se prorratea entre cada máquina tomando como base su costo horario; esto es, se divide el costo horario de cada máquina entre la suma de los costos horarios de todas las máquinas mayores para obtener el factor de prorrateo. Este factor se multiplica en cada caso por el costo aplicable al equipo mayor, obteniendo el costo mensual que por concepto de taller mecánico le corresponde a cada máquina. En forma similar, se debe asignar la parte proporcional que corresponde al equipo menor.

Los costos anteriormente descritos, tratados a nivel obra, - se integran en la empresa para los efectos de análisis de -- reemplazo de equipo, de la siguiente manera:

COSTOS A NIVEL DE OBRA

COSTOS A NIVEL DE EMPRESA

OPERACION

CONSUMOS

MANTENIMIENTO MENOR

LLANTAS

TALLER MECANICO

MANTENIMIENTO MAYOR

RENTAS

DEPRECIACION

COSTO DE CAPITAL

INNOVACIONES TECNOLOGICAS

EQUIPO IMPRODUCTIVO PARADO

MANTENIMIENTO TOTAL

DEPRECIACION

INVERSION

OBSOLESCENCIA

MAQUINA PARADA

- 8

METODOS UTILIZADOS

EN EL REEMPLAZO DE EQUIPO

Se presentan a continuación los métodos de análisis frecuentemente utilizados, haciendo usos de ejemplos de aplicación; en ellos, por simplificar, utilizaremos exclusivamente los costos de depreciación y mantenimiento; involucrando, posteriormente, los factores restantes: inversión, obsolescencia y máquina parada.

METODO DE COMPARACION SIMPLE

Se utiliza en el caso, muy particular, que se presenta cuando nos enfrentamos a la alternativa de invertir una cantidad importante en mantenimiento correctivo para que una máquina siga trabajando, o venderla y adquirir una nueva que ejecute el trabajo.

Se ilustra a través del siguiente ejemplo:

DURACION DEL TRABAJO POR EJECUTAR	1 año
MAQUINA USADA	
Costos del mantenimiento mayor	\$ 200,000
Mantenimiento preventivo mensual	50,000
Valor de rescate actual	210,000
Valor de rescate al final del trabajo	130,000
MAQUINA NUEVA	
Valor de adquisición	\$ 800,000
Mantenimiento preventivo mensual	35,000
Valor de rescate al final del trabajo	400,000

SOLUCION

ALTERNATIVA DE CONSERVAR LA MAQUINA USADA

$$\begin{aligned} \text{COSTO MAQUINA USADA} &= 200,000 + 50,000 \times 12 - 130,000 \\ &= 200,000 + 600,000 - 130,000 = 670,000 \end{aligned}$$

ALTERNATIVA DE COMPRAR MAQUINA NUEVA

$$\begin{aligned} \text{COSTO MAQUINA NUEVA} &= (800,000 - 210,000) + 35,000 \times 12 - 400,000 \\ &= 590,000 + 420,000 - 400,000 = 610,000 \end{aligned}$$

La alternativa de comprar una máquina nueva tiene costo menor y por lo tanto es la económicamente más adecuada; sin embargo, debemos observar que la diferencia entre una y otra alternativas es realmente poca, por lo que quizá fuesen otros factores, inherentes a la situación económica y políticas de la empresa ó del propietario, los que determinarán la decisión final.

METODO DE LOS COSTOS PROMEDIOS ACUMULADOS

Supongamos que somos propietarios de un camión que costó \$800,000.00 y deseamos determinar el tiempo óptimo de reposición; o sea, al cabo de cuantos años habremos de venderlo para comprar uno nuevo.

Para encontrar la solución al problema consideraremos únicamente, como ya lo habíamos señalado, los costos de depreciación y mantenimiento.

Fijemos primeramente, como ritmo de depreciación, la consideración del que el camión pierde cada año la mitad de su valor, hasta llegar al quinto año en que se presenta un valor de rescate que permanecerá constante para cualquier momento subsecuente en que decidamos venderlo, inclusive como chatarra.

De acuerdo a lo anterior, la depreciación de nuestro camión en función del valor de rescate es:

AÑO	Vr	D = Va - Vr
0	800,000	0
1	400,000	400,000
2	200,000	200,000
3	100,000	100,000
4	50,000	50,000
5	25,000	25,000
6	25,000	0

Por otra parte, necesitamos determinar los costos de mantenimiento esperados. Es aquí donde debemos utilizar los datos estadísticos correspondientes a los camiones que la empresa haya tenido anteriormente. En nuestro caso, de los reportes de utilización de camiones similares, obtenemos los siguientes costos de mantenimiento.

AÑO	COSTO DE MANTENIMIENTO
1	130,000
2	160,000
3	187,000
4	240,000
5	307,000
6	373,000
7	450,000
8	530,000

Con la información anterior, preparamos la tabla 1, (valores en miles de pesos).

AÑO	DEPRECIACION	MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL ANUAL	COSTO ACUMULADO	COSTO ANUAL MEDIO
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)+(3)	(5)	(6)=(5) ÷ (1)
1	400	130	530	530	530
2	200	160	360	890	445
3	100	187	287	1,177	392
4	50	240	290	1,467	367
5	25	307	332	1,799	360
6	0	373	373	2,172	362
7	0	450	450	2,622	275
8	0	540	540	3,162	395

TABLA 1

Observando la tabla 1, vemos que el costo anual medio mínimo se presenta en el quinto año; la política óptima de reemplazo en estas condiciones será reemplazar nuestro camión cada cinco años.

No debemos referirnos al costo total mínimo (columna 4) para decidir sobre el reemplazo, ya que este valor corresponde exclusivamente al tercer año, y no toma en consideración la "historia completa" del camión.

Es interesante observar que en la solución del problema, estamos suponiendo que el costo de adquisición de un camión nuevo es constante en cualquier momento; si esto fuera cierto, en realidad nuestra política óptima de reemplazo estaría determinada por la combinación costo de adquisición-reventa-

-costo de utilización; esto es, en el ejemplo: si compramos un camión con dos años de uso pagaríamos por él \$200,000.00 y lo podríamos vender al final de este mismo año en - - - - \$100,000.00, teniendo un costo de mantenimiento de - - - - \$187,000.00. El costo anual sería.

$(200,000 - 100,000) + 187,000 = \$287,000.00$ valor que, además de ser el mínimo de la columna 4, es inferior a los - - \$360,000.00, obtenidos en la columna 6.

Lo recomendable sería comprar camiones usados de dos años -- y venderlos después de un año de utilización.

Una segunda posibilidad, es la de estudiar, además del momento óptimo de reemplazo, la alternativa de reemplazar por otra máquina de diferentes características a la que se posee; ilustramos lo anterior a través del siguiente ejemplo.

Supongamos que un contratista tiene la necesidad de estar -- utilizando continuamente, camiones de 10 toneladas de capacidad.

Los camiones tipo "A" que actualmente posee, tienen un costo de \$35,000 dls. cada uno y un año de uso.

Sus registros de trabajos anteriores le indican, que el mantenimiento y operación anuales son de \$16,000 para el primer -- año, incrementándose después en \$2,000 por cada año subsecuente.

Un nuevo tipo de camiones "B", cuestan \$39,000 y sus costos de operación y mantenimiento son también de \$16,000 para el primer año, pero debido a mejoras tecnológicas, el incremento posterior es de \$1,200 por año.

Si los camiones se deprecian de acuerdo al criterio de cargos decrecientes; (recuerdese que, según el criterio de cargos decrecientes, el equipo se deprecia cada año el 40% de su valor remanente), planteemos las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuándo deben ser reemplazados los camiones tipo "A"?
2. ¿Qué tipo de camión debemos utilizar en el reemplazo?

La información requerida para resolver el problema, está -- contenida en las tablas 2 y 3, que muestran los costos anuales medios acumulados para los camiones tipo "A" y tipo "B" respectivamente.

- 15

CAMIONES TIPO "A" (1 AÑO DE USO)

AÑO	AÑOS A PARTIR DEL PRIMERO	DEPRECIACION	RENTA Y OPERACION	COSTO ANUAL	COSTO ACUMULADO	COSTO ANUAL MEDIO
1	- -	- - - -	- - - - -	- - - -	- - - -	- -
2	1	8,400	18,000	26,400	26,400	26,400
3	2	5,040	20,000	25,040	51,440	25,720
4	3	3,024	22,000	25,024	76,464	25,488
5	4	1,814	24,000	25,814	102,278	25,570
6	5	1,089	26,000	27,089	129,367	25,873
7	6	653	28,000	28,653	158,020	26,337

TABLA 2

CAMIONES TIPO "B"

AÑO	DEPRECIACION	MANTENIMIENTO Y OPERACION	COSTO ANUAL	COSTO ACUMULADO	COSTO ANUAL MEDIO
1	15,600	16,000	31,600	31,600	31,600
2	9,360	17,200	26,560	58,160	29,080
3	5,616	18,400	24,016	82,176	27,392
4	3,370	19,600	22,970	105,146	26,286
5	2,022	20,800	22,822	127,968	25,594
6	1,213	22,000	23,213	151,181	25,197
7	728	23,200	23,928	175,109	25,016
8	436	24,400	24,836	199,945	24,993
9	262	25,600	25,862	225,807	25,090

TABLA 3

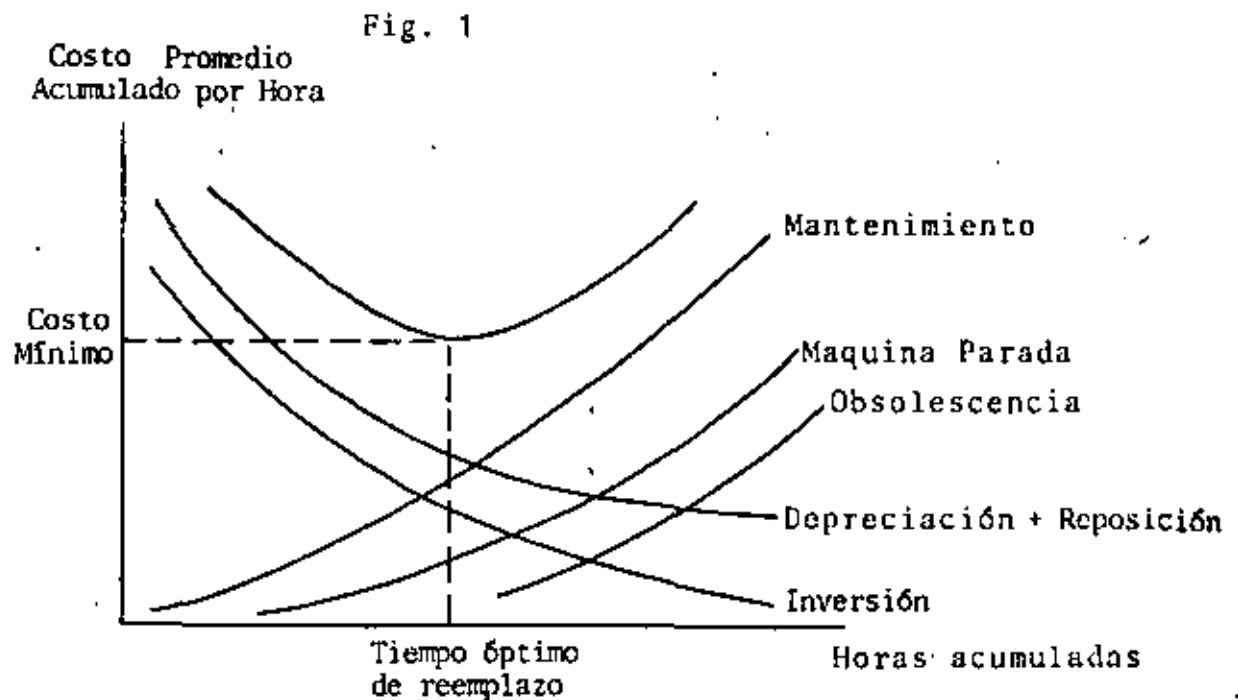
Del análisis de las tablas 2 y 3 y según las consideraciones que hasta aquí se han expuesto, se desprende que lo más conveniente es reemplazar los camiones tipo "A" a la edad de 4 años, empleando para el reemplazo los camiones tipo "B".

COSTO PROMEDIO ACUMULADO POR HORA

Para finalizar con la aplicación de este método, veamos un ejemplo donde intervengan tres factores adicionales que hasta ahora no se han considerado: costo de inversión, máquina parada y obsolescencia, realizando además el análisis por hora acumulativa trabajada. En resumen, consideraremos cinco factores por separado y su influencia en el costo acumulativo por hora:

1. Costo de depreciación y reposición
2. Costo de inversión
3. Costo de mantenimiento y reparación
4. Costo de máquina parada
5. Costo de obsolescencia

El 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. (fig. 1).



En el ejemplo a desarrollar, vamos a suponer una máquina con precio original de \$200,000 dólares y 2000 horas efectivas de trabajo al año.

Antes de iniciar el análisis recordemos que tanto costo como horas son acumulativas, esto es, si el costo acumulativo por hora fuera de \$11.65 dólares en el cuarto año no significa solamente las horas acumuladas durante el cuarto año han costado \$11.65, sino que todas las horas acumuladas durante el primero, segundo, tercero y cuarto años, han costado dicha cantidad por hora.

1. Costo de depreciación y reposición

El costo de depreciación es la pérdida debida a la baja del valor actual de una máquina causada por el uso y por su antigüedad. Es simplemente la diferencia entre el precio inicial de compra y el precio de reventa o canje (fig. 2).

El costo de reposición a su vez, es el resultado del aumento en precio de la nueva maquinaria.

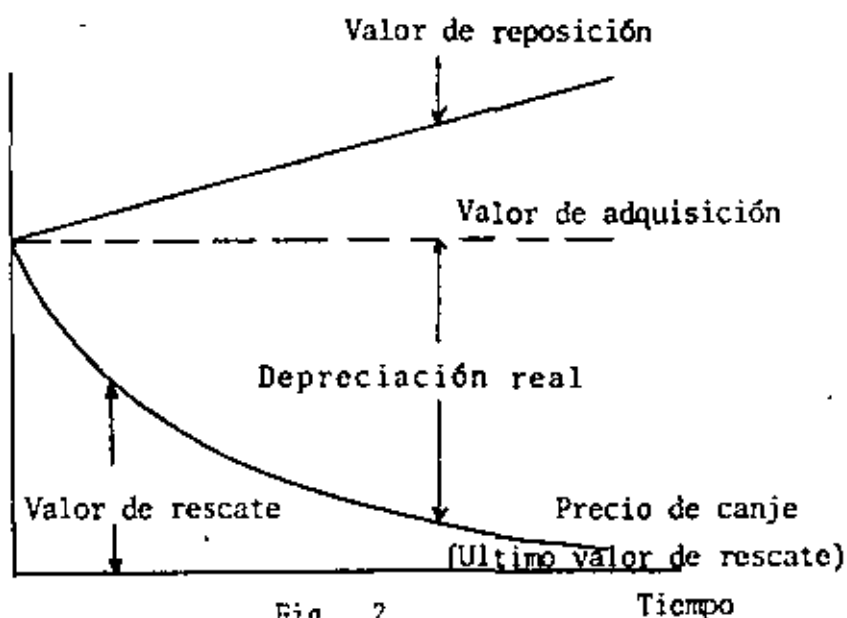


Fig. 2

Examinando el índice de precios de venta de equipo pesado de construcción, podemos determinar el porcentaje aproximado de incremento anual por este concepto, y extrapolar el resultado (en el ejemplo se tomó el 15% de incremento anual).

El cálculo correspondiente a la obtención del costo de depreciación y reposición se muestra en la tabla 4.

En el primer renglón se muestra el ritmo de depreciación seleccionado (depreciación real), expresado como un porcentaje del valor de adquisición; este porcentaje aplicado a una máquina con valor de \$200,000 dólares, nos da los valores que aparecen en el segundo renglón.

Sobre la base de un 15% de incremento anual en los costos de reposición del equipo, obtenemos, a partir de los \$200,000.00 actuales, el costo de reposición esperado en los próximos 8 años (renglón 3).

El costo de depreciación más reposición, será simplemente la diferencia de ordenadas entre el costo de reposición y el costo de depreciación, quedando el resultado en el renglón 4, ya acumulado. Este resultado se divide entre las horas acumuladas del renglón 5. obteniéndose el costo de reposición y depreciación por hora acumulada (renglón 6).

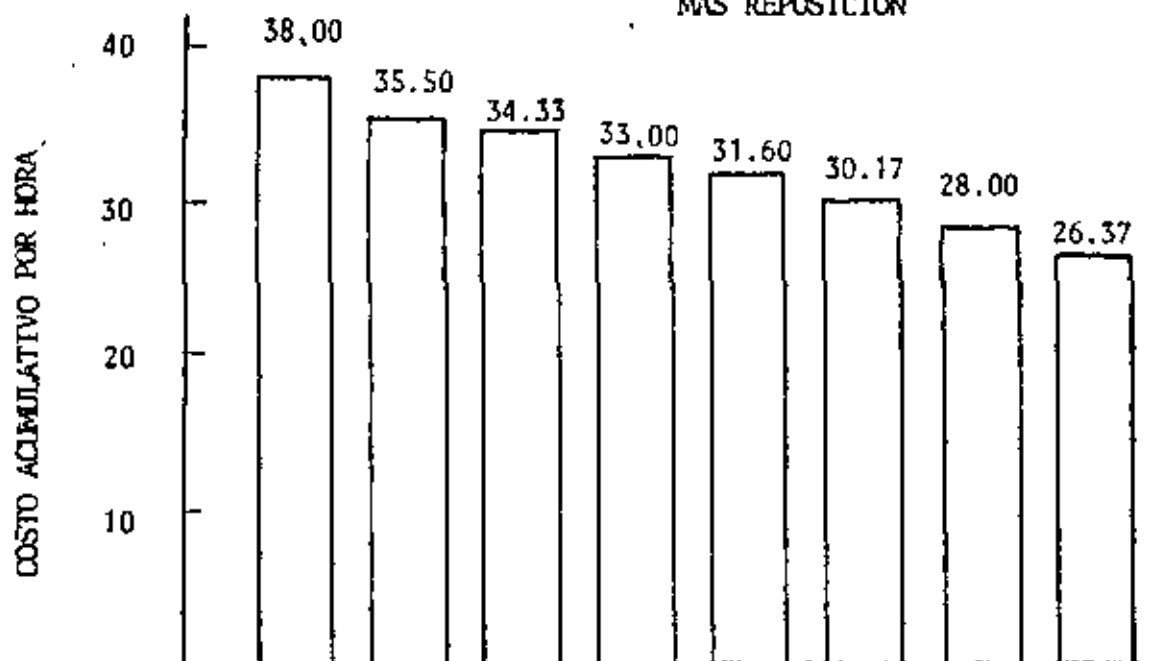
Graficando los resultados observamos que si los únicos costos a considerar fueran los de depreciación y reposición, la política a seguir sería retener indefinidamente la máquina - (fig. 3).

COSTO DE DEPRECIACION Y REPOSICION

(200,000 COSTO ORIGINAL DE LA MAQUINA, 2000 HORAS DE TRABAJO ANUALES)

CONCEPTO	A N O							
	1	2	3	4	5	6	7	8
VALOR DE RESCATE (% DEL PRECIO -- ORIGINAL)	7%	5%	4%	3%	2%	1%	1%	1%
VALOR DE RESCATE DE UNA MAQUINA DE \$2 000,000 DLS.	\$154,000	\$118,000	\$ 84,000	\$ 56,000	\$ 34,000	\$ 18,000	\$ 18,000	\$ 18,000
COSTO DE REPOSICION (15% AUMENTO POR AÑO)	\$230,000	\$260,000	\$290,000	\$320,000	\$350,000	\$380,000	\$410,000	\$440,000
COSTO DE DEPRECIACION + REPOSICION (ACUMULADA)	\$ 76,000	\$142,000	\$206,000	\$264,000	\$316,000	\$362,000	\$392,000	\$422,000
HORAS DE TRABAJO ACUMULADAS	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000	14 000	16 000
COSTO DE DEPRECIACION Y REPOSICION POR HORA ACUMULADA	\$ 38.00	\$ 35.50	\$ 34.33	\$ 33.00	\$ 31.60	\$ 30.17	\$ 28.00	\$ 26.37

TABLA 4.

Fig. 3. COSTO DE DEPRECIACION
MAS REPOSICION

2. Costo de Inversión

Se interpreta como el costo del capital; es el cargo equivalente a los intereses que ocasiona el capital invertido en la compra de equipo.

Se calcula como el promedio del valor de adquisición más el valor de rescate, multiplicado por la tasa de interés considerada, entre el número de horas acumuladas.

$$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i$$

Los cálculos correspondientes a este concepto, se muestran en la tabla 5.

En el primero y segundo renglones, se han obtenido los valores de la inversión al principio y al final de cada año respectivamente, a partir del ritmo de depreciación considerado.

Con estos valores calculamos la inversión promedio para cada año.

Sobre este valor, se consideró en el ejemplo una tasa de interés del 36% dando por resultado los valores del renglón 4.

Finalmente, este costo de inversión se acumula y se divide entre las horas acumulativas de trabajo, para obtener el costo por inversión por hora acumulada (renglón 7).

Graficando los resultados (fig.4) observamos que el costo de inversión por hora acumulativa disminuye a medida que la máquina envejece, lo que aconseja también, retener indefinidamente la máquina.

C O S T O D E I N V E R S I O N

CONCEPTO	A Ñ O							
	1	2	3	4	5	6	7	8
INVERSIÓN AL PRINCIPIO DE AÑO	\$200,000	\$154,000	\$118,000	\$ 84,000	\$ 56,000	\$ 34,000	\$ 18,000	\$ 18,000
INVERSIÓN AL FIN DE AÑO	154,000	118,000	84,000	56,000	34,000	18,000	18,000	18,000
PROMEDIO ANUAL DE INVERSIÓN	127,000	136,000	101,000	70,000	45,000	26,000	18,000	18,000
COSTO DE INVERSIÓN (36%)	63,720	48,960	36,360	25,200	16,200	9,360	6,480	6,480
COSTO ACUMULATIVO DE LA INVERSIÓN	63,720	112,680	149,040	174,240	190,440	199,800	206,280	212,760
HORAS ACUMULATIVAS DE TRABAJO	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000
COSTO DE LA INVERSIÓN POR HORA ACUMULADA	31.86	28.17	24.84	21.78	19.04	16.65	14.73	13.30

TABLA 5

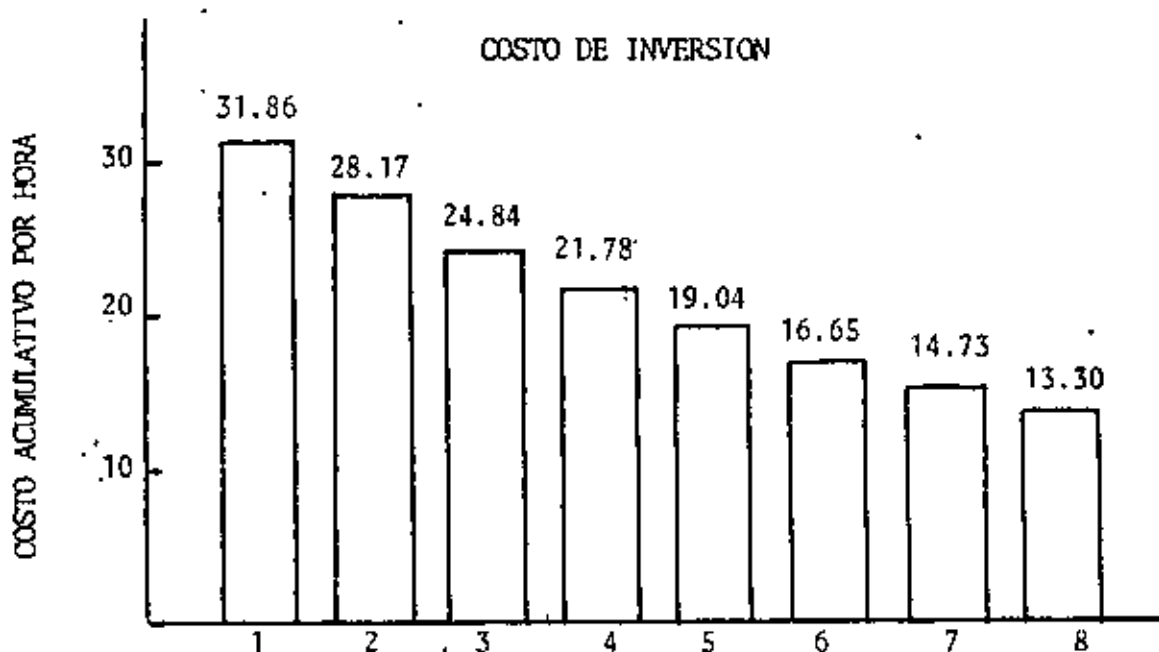


Fig. 4.

3. Costos de Mantenimiento y Reparaciones

Constituyen uno de los costos más significativos, corresponden a las erogaciones realizadas para mantener la maquinaria en condiciones de trabajo.

A falta de información, podemos calcularlas aprovechando la estadística basada en promedios de cientos de máquinas; sin embargo, lo más conveniente es que cada propietario lleve -- sus propios registros de costos.

Los datos correspondientes a nuestro ejemplo se muestran en la tabla 6, en el renglón 1.

Estos valores se acumulan (renglón 2) y se dividen entre las horas acumulativas de trabajo (renglón 3), para obtener el costo de mantenimiento y reparación por hora acumulada.

Considerando los porcentajes de disponibilidad descritos -- (renglón 1), se calculan las horas que tendríamos la necesidad de utilizar una máquina sustituto.

El costo de máquina parada, se calcula multiplicando las horas no trabajadas, por el costo de rentar una hora un equipo similar equivalente (renglón 4).

Estos costos se acumulan y se dividen entre las horas acumuladas, obteniendo el costo por hora acumulativa por concepto de máquina parada (renglón 7).

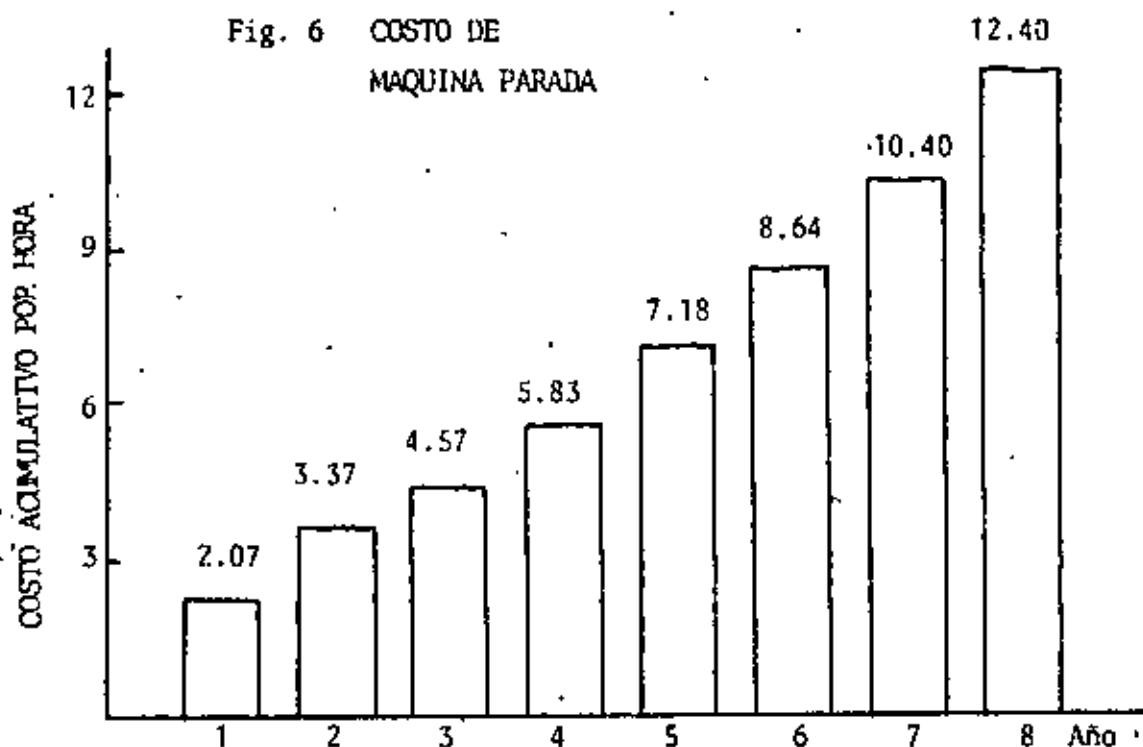
Al graficar los resultados, observamos que la recomendación sería cambiar la máquina cada año, si solamente tomásemos en cuenta este concepto (fig. 6).

COSTO POR MAQUINARIA PARADA

CONCEPTO	AÑO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
DISPONIBILIDAD	97%	94%	92%	90%	88%	86%	83%	80%
HORAS QUE SE DEBEN RECORRER	60	120	160	200	240	280	340	400
COSTO POR CADA HORA	\$ 69.00	\$ 78.00	\$ 87.00	\$ 96.00	\$105.00	\$114.00	\$123.00	\$132.00
COSTO DE TIEMPO PERDIDO	4,140	9,360	13,920	19,200	25,200	31,920	41,820	52,800
COSTO ACUMULATIVO DE TIEMPO PERDIDO	4,140	13,500	27,420	46,620	71,820	103,740	145,560	198,360
HORAS ACUMULATIVAS DE TRABAJO	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000
COSTO ACUMULATIVO POR HORA DE TIEMPO PERDIDO	2.07	3.37	4.57	5.83	7.18	8.64	10.40	12.40

TABLA 8.

Fig. 6 COSTO DE
MAQUINA PARADA



5. Costo por obsolescencia

Se considera en este factor, el efecto que producen las innovaciones tecnológicas; con el consecuente incremento en la capacidad de producción que pueden tener los equipos con mejoras de diseño.

La capacidad productiva del equipo, aumenta en términos generales en un promedio del 5% anual. Este aumento no es necesariamente una curva suave, sino que puede aumentar bruscamente con la introducción de un nuevo modelo.

Basándonos en lo anterior vamos a considerar que se introduce solamente un nuevo modelo del equipo en cuestión cada tres años, con un 15% de aumento en el potencial productivo.

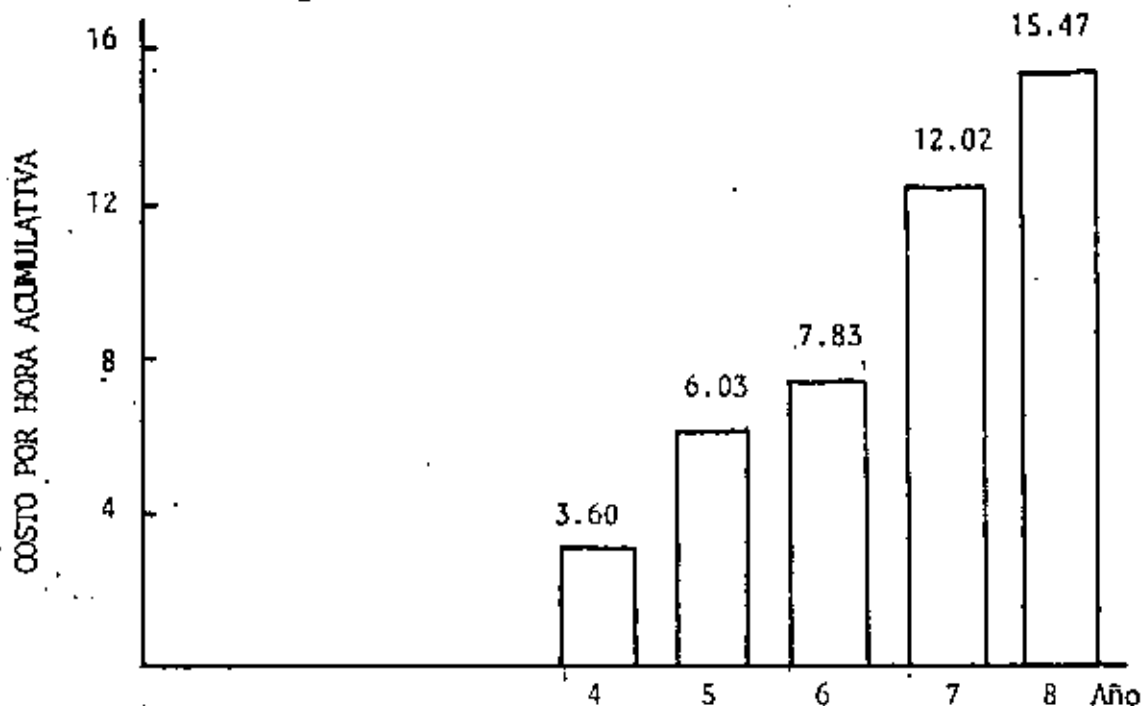
Las horas adicionales de operación requeridas con el equipo obsoleto para producir lo mismo que la máquina nueva, es lo que se considera como costo de obsolescencia (tabla 9).

Los efectos adversos del equipo anticuado, son determinantes, como lo muestra la figura 7, que aconseja reemplazar el equipo año con año.

COSTO DE OBSOLESCENCIA

CONCEPTO	AÑO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
INCREMENTO DE LA PRODUCCION				151	151	151	301	301
HORAS QUE NECESITA PARA IGUALAR LA PRODUCCION DE UNA MAQUINA ULTIMO MODELO				300	300	300	600	600
COSTO POR HORA				\$96.00	\$105.00	\$114.00	\$123.00	\$132.00
COSTO DE OBSOLESCENCIA POR AÑO				28,800	31,500	34,200	73,800	79,200
COSTO ACUMULATIVO DE OBSOLESCENCIA				28,800	60,300	94,500	168,300	247,500
HORAS DE TRABAJO ACUMULADAS				8,000	10,000	12,000	14,000	16,000
COSTO DE OBSOLESCENCIA POR HORA ACUMULATIVA				3.60	6.03	7.87	12.02	15.47

Fig. 7 COSTO POR OBSOLESCENCIA



S U M A R I O

Analizando el ejemplo, encontramos que algunos factores favorecen retener la máquina, mientras otros aconsejan reemplazarla cada año.

La tabla 10, muestra el resumen correspondiente a cada uno de los factores involucrados, mismos que se han graficado en la figura 8.

Del análisis de la gráfica, y el resumen correspondiente, se concluye que la máquina deberá ser reemplazada al final del tercer año. Esto no significa sino una guía en la política a seguir, pues habrá casos en que cambiar la máquina cada dos años sea más provechoso para la Empresa y otros en los que este plazo pueda extenderse en más de tres.

S U M A R I O

FACTORES	AÑO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
COSTO DE DEPRECIACION Y REPOSICION	\$38.00	\$35.50	\$34.33	\$33.00	\$31.60	\$30.17	\$28.00	\$26.37
COSTOS DE INVERSION	31.86	28.17	24.84	21.78	19.04	16.65	14.73	13.30
COSTOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	10.00	12.50	14.17	16.25	19.00	21.67	24.29	26.88
COSTO POR TIEMPO PARADO DE LA MAQUINA	2.07	3.37	4.57	5.83	7.18	8.64	10.40	12.40
COSTOS DE OBSOLESCENCIA				3.60	6.03	7.87	12.02	15.47
TOTALES, COSTO ACUMULATIVO POR HORA	81.93	79.54	77.91	80.46	82.85	85.00	89.44	94.42

TABLA 10.

SUMARIO

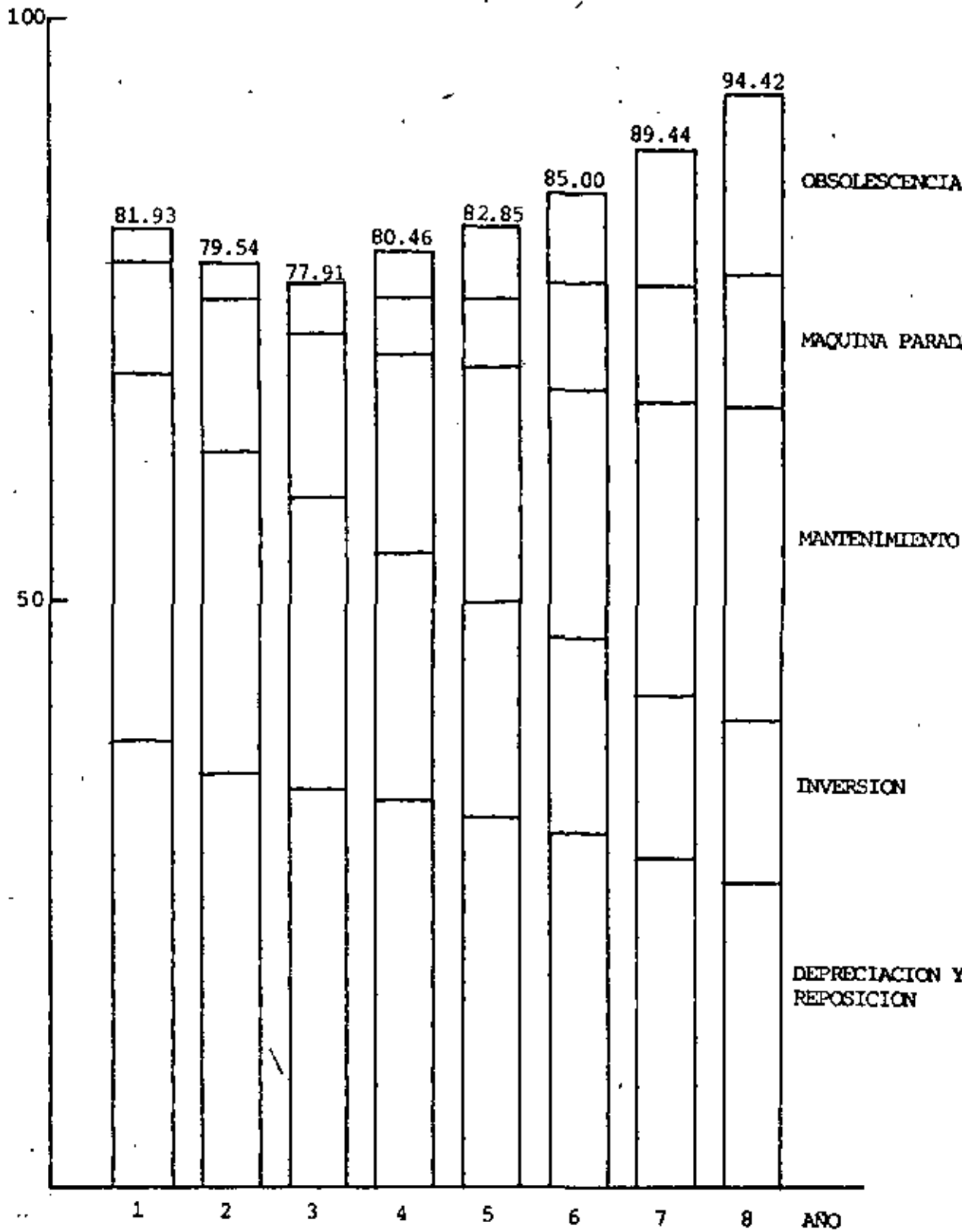


Fig. 8.

AÑO DE REPOSICION	HORAS ACUMULADAS	COSTO ACUMULATIVO POR HORA	DIFERENCIA	PERDIDA
1er. AÑO	2,000 Hrs	81.93	4.02	\$ 8,040
2o. AÑO	4,000 Hrs.	79.54	1.63	6,520
3er. AÑO	6,000 Hrs.	77.91	AÑO MAS ECONOMICO PARA REPONER LA MAQUINA	
4o. AÑO	8,000 Hrs.	80.46	2.55	20,400
5o. AÑO	10,000 Hrs.	82.85	4.94	49,400
6o. AÑO	12,000 Hrs.	85.00	7.09	85,080
7o. AÑO	14,000 Hrs.	89.44	11.53	161,420
8o. AÑO	16,000 Hrs.	94.42	16.51	264,160

TABLA 11.

La tabla 11, muestra las pérdidas que ocasionaría el cambiar la máquina antes o después del año de reposición.

La diferencia en costo por hora de un año a otro puede parecer pequeña, pero debemos recordar que los costos obtenidos son acumulativos, y que se acumulan 2000 horas por cada año de operación; así que por ejemplo, los \$2.55 dls. por hora que se pierden al reemplazar un año más tarde máquina, en -- realidad significa una pérdida de \$2.55 dls. por 8000 horas acumuladas, que nos dan \$20,400 dls. de pérdida.

Asimismo, es posible incurrir en pérdidas si se reemplaza -- demasiado pronto, debido al efecto compuesto de los costos acumulativos por hora. Es importante hacer notar, que en -- términos generales, el propietario de una máquina se verá -- afectado con pérdidas mayores si cambia su máquina años más tarde que años antes. En conclusión, éstas pérdidas se pueden evitar, llevando un registro de los costos de cada máqui -- na y aplicando los efectos de todos los factores ya descri -- tos, correctamente.

MAXIMO RENDIMIENTO DE LA INVERSION

Es importante analizar, basados en los costos promedios acumulados, para qué año se obtiene el rendimiento máximo del capital invertido en Equipo.

Si, en el ejemplo visto anteriormente, fijamos un ingreso promedio de \$100.00 dls. por hora efectiva de trabajo, el rendimiento de la inversión para cada año quedaría determinado por:

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(\text{ingreso horario} - \text{costo acumulado}) \text{ horas acumuladas}}{\text{inversión promedio anual} \times \text{número de años acumulados}}$$

Esto es:

Para el 1er año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 81,93)2000}{\frac{200\ 000 + 154\ 000}{2} \cdot 1} = 0.2042$$

Para el 2º año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 79.54)4000}{\frac{200,000 + 119,000}{2}} = 0.2573$$

Para el 3er. año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 77.91)6000}{\frac{200,000 + 84,000}{2}} = 0.3111$$

Para el 4º. año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 80.46)8000}{\frac{200,000 + 56,000}{2}} = 0.3053$$

Para el 5º. año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 82.85)10,000}{\frac{200,000 + 34,000}{2}} = 0.2932$$

Para el 6º. año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 85.00)12,000}{\frac{200,000 + 18,000}{2}} = 0.2752$$

Para el 7º. año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 89.44) 14,000}{\frac{200,000 + 18,000}{2}} = 0.1938$$

Finalmente, para el 8º. año

$$\text{Rend. inv.} = \frac{(100 - 94.42)16,000}{\frac{200,000 + 18,000}{2}} = 0.1024$$

Como se ve, el rendimiento máximo de la inversión se obtiene también para el 3er. año, que sería el año en el cual nos resultará más económico reemplazar el equipo.

En general, este criterio prevalece sobre el anterior ya que, al fin de cuentas, no tan solo nos interesará trabajar a costo mínimo, sino obtener el máximo beneficio de la inversión realizada.

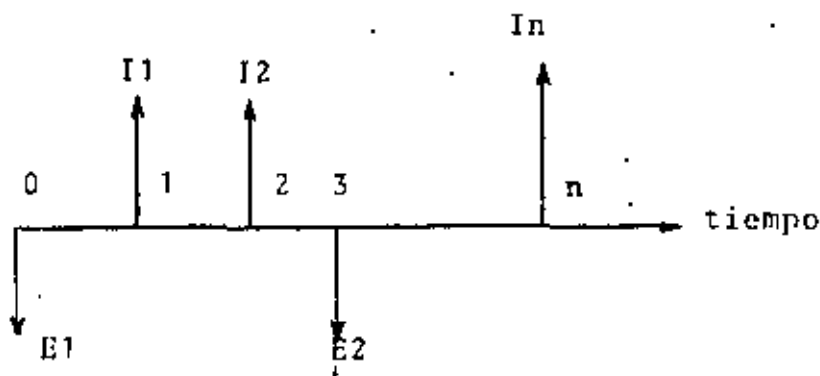
-37

METODO DEL VALOR ACTUALIZADO

En los ejemplos anteriores, hemos omitido tomar en cuenta el tiempo en que se gasta el dinero; lo cual no es correcto si pensamos que en algunas ocasiones habremos de pedirlo prestado y en otras nos abstendremos de utilizarlo en otro campo de actividad económica; en ambos casos, es necesario considerar un interés que represente "el costo del dinero".

Con el propósito de aplicar el método del valor actualizado al problema de reemplazo de equipo, desarrollemos primeramente las fórmulas que nos permitan actualizar las cantidades que intervienen, ya sea como ingresos o egresos, durante la vida útil del equipo de construcción que estamos analizando.

Es recomendable utilizar, en éste tipo de análisis, un diagrama E-R (egresos y recuperaciones) sobre el cual se señale el flujo de efectivos de una inversión propuesta, siguiendo la convención de asignar signo positivo o flecha ascendente a los ingresos, y signo negativo o flecha descendente a los egresos, (esta consideración en algunos casos puede, por comodidad, invertirse) según se indica.

DIAGRAMA E-R

Atendiendo a lo anterior, podemos plantear la siguiente interrogante. ¿Cuál será el valor futuro "F" de una cantidad -- presente "C", al final de "n" períodos, a interés compuesto "i" ?



El valor cronológico de C, será:

$$\text{Para el primer año} \quad C_1 = C + iC = C (1 + i)$$

$$\text{Para el segundo año} \quad C_2 = C_1 + i C_1 = C (1+i) + iC (1+i)$$

$$= C + iC + iC + i^2C$$

$$= C (1+2i + i^2) = C (1 + i)^2$$

Por inducción, al final del enésimo período

$$C_n = C(1 + i)^n \quad , \quad \text{Si } C_n = F$$

$$F = C (1 + i)^n \quad (1)$$

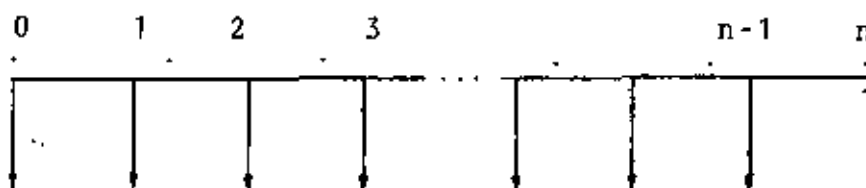
el factor $(1 + i)^n$ recibe el nombre de factor de valor futuro pago simple, y es el factor por el cual se multiplica un pago simple para obtener su monto capitalizado a una fecha futura específica.

Si de la ecuación 1, despejamos C:

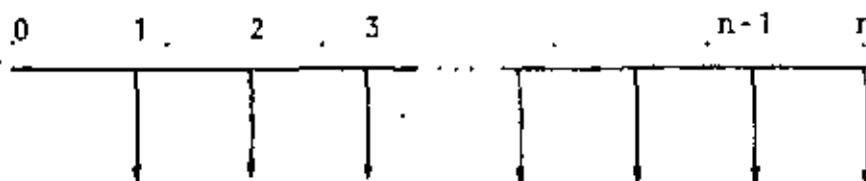
$$C = F \frac{1}{(1 + i)^n} \quad (2)$$

El factor $\frac{1}{(1 + i)^n}$ recibe el nombre de factor de valor presente pago simple, y es el factor por el cual hay que multiplicar un pago futuro para obtener su valor actual. Obsérvese que, para tasas de interés mayores que cero, el valor presente siempre será menor que el valor futuro.

En algunos casos, es frecuente considerar lo que se conoce como serie uniforme de pagos; esto es, pagos de la misma magnitud que se realizan regularmente, ya sea el principio, o al final de cada uno de los períodos considerados:



SERIE UNIFORME DE PAGOS AL PRINCIPIO DE PERIODO



SERIE UNIFORME DE PAGOS AL FINAL DE PERIODO

Como veremos adelante, los gastos debido a mantenimiento y operación de la maquinaria, que en realidad se efectúan de manera irregular, pueden considerarse para efectos del estudio que nos ocupa, como realizados al final de cada período. El valor actual de una serie uniforme de pagos de final de período es, de acuerdo con la ecuación 2:

$$VA = X \frac{1}{(1+i)} + X \frac{1}{(1+i)^2} + X \frac{1}{(1+i)^n}$$

Si llamamos $f = \frac{1}{1+i}$

$$VA = X f + X f^2 + X f^3 + \dots + X f^n \quad (3)$$

Dividiendo la ecuación (3) entre f

$$\frac{VA}{f} = X + X f + X f^2 + \dots + X f^{n-1} \quad (4)$$

Restando (4) - (3)

$$\frac{VA}{f} - VA = X - X f^n$$

$$VA \left(\frac{1}{f} - 1 \right) = X (1 - f^n)$$

$$VA \left(\frac{1-f}{f} \right) = X (1-f^n)$$

$$VA = X \frac{f (1-f^n)}{1-f} \quad (5)$$

El factor $\frac{f (1-f^n)}{1-f}$, se llama factor de valor actual serie

uniforme, y es el factor por el cual habrá de multiplicarse la serie uniforme de pagos para obtener su valor presente.

Aplicando las consideraciones anteriores al problema de reemplazo de equipo, tenemos que si un equipo nuevo nos cuesta C y sus costos totales de utilización al cabo de $1, 2, 3, \dots, n$ años es M_i , el costo total acumulado es:

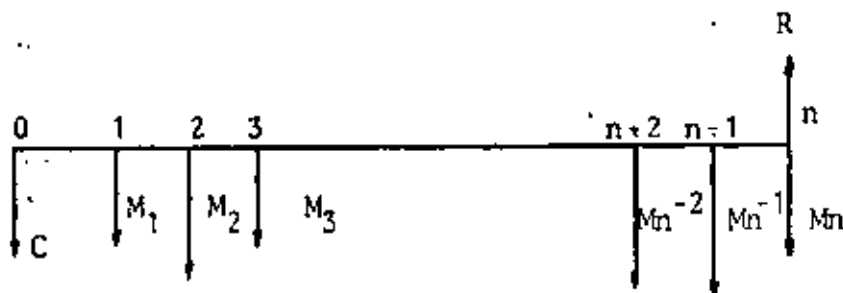
$$C + M_1 \quad \text{para el primer año}$$

$$C + M_1 + M_2 \quad \text{para el segundo año}$$

$$C + M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n \quad \text{para el año } n$$

Si el equipo se vende al cabo de " n " años, obtendremos por él un valor de rescate al que designaremos con R .

Representando lo anterior gráficamente



El valor actualizado de estas cantidades es:

$$VA = C + M_1 f^1 + M_2 f^2 + \dots + M_n f^n - R f^n, \text{ o sea}$$

$$VA = C + \sum_{k=1}^n M_k f^k - R f^n$$

Por otra parte, una vez actualizado el costo total acumulado, el costo medio anual no se puede calcular como en el primer ejemplo, es decir, no se puede dividir el costo total acumulado entre el número de años, pues esto equivaldría a considerar las mismas condiciones para todos los años, situación contraria al principio de actualización que estamos involu-

crando.

Dado que los costos erogados no se efectúan regularmente durante todos los años, sino de una manera irregular, el costo anual medio está dado en realidad por una cantidad X que habría que erogar durante n años para financiar este cargo VA, todo ello al final de cada periodo.

Esta cantidad X, será igual, según la fórmula (5) desarrollada anteriormente a:

$$X = VA \cdot \frac{1 - f}{f (1 - f^n)}$$

$$\text{Siendo } VA = C + \sum_{k=1}^n M_k f^k - R f^n$$

El valor mínimo de éste cargo anual X es el que nos dará la selección conveniente del año económico de reemplazo.

Una manera práctica de aplicar lo anterior, es tabulando los valores involucrados, lo cual se presenta en la tabla 12, en la cual se ha considerado un interés del 10%. Al analizar los resultados, vemos que aún cuando los datos del ejemplo son semejantes al primer caso presentado en estas notas, el año económico de reemplazo se corre del quinto al sexto. Esto se explica si nos referimos a la figura 1, ya que al aplicar el valor actual del dinero las curvas de depreciación y mantenimiento cambian desplazando el punto de costo mínimo hacia la derecha. Ver también tabla 13 y figura 9.

Extrapolando este razonamiento; si aumentamos la tasa de interés, encontraremos que el año económico de reemplazo o sea la vida económica del equipo, se va alargando. Esto explica entre otras cosas, la situación que se está dando actualmente: "Conservar casi indefinidamente la maquinaria de construcción".

METODO DE VALOR ACTUALIZADO

AÑO	C	R	M	f^k	Rf^n	$f^k M$	ΣM^k	VP	$1-f$	$1-f^n$	$f(1-f^n)$	X
1	800	400	130	0.9091	364	118	118	554	0.0909	0.0909	0.0826	610
2	800	200	160	0.8264	165	132	250	885	0.0909	0.1736	0.1578	510
3	800	100	187	0.7513	75	140	390	1115	0.0909	0.2487	0.2261	448
4	800	50	240	0.6830	34	164	554	1320	0.0909	0.3170	0.2882	416
5	800	25	307	0.6209	15	191	745	1530	0.0909	0.3791	0.3446	403
6	800	25	373	0.5645	14	211	956	1742	0.0909	0.4355	0.3959	400
7	800	25	450	0.5132	13	231	1187	1974	0.0909	0.4868	0.4425	406
8	800	25	540	0.4665	12	247	1434	2222	0.0909	0.5335	0.4850	416

TABLA 12.

	i=20%	i=30%	i=40%
AÑO	X	X	X
1	691	769	850
2	576	644	715
3	507	569	634
4	470	529	590
5	453	509	569
6	445	499	558
7	446	497	553.7
8	452	498	553.4

TABLA 13.

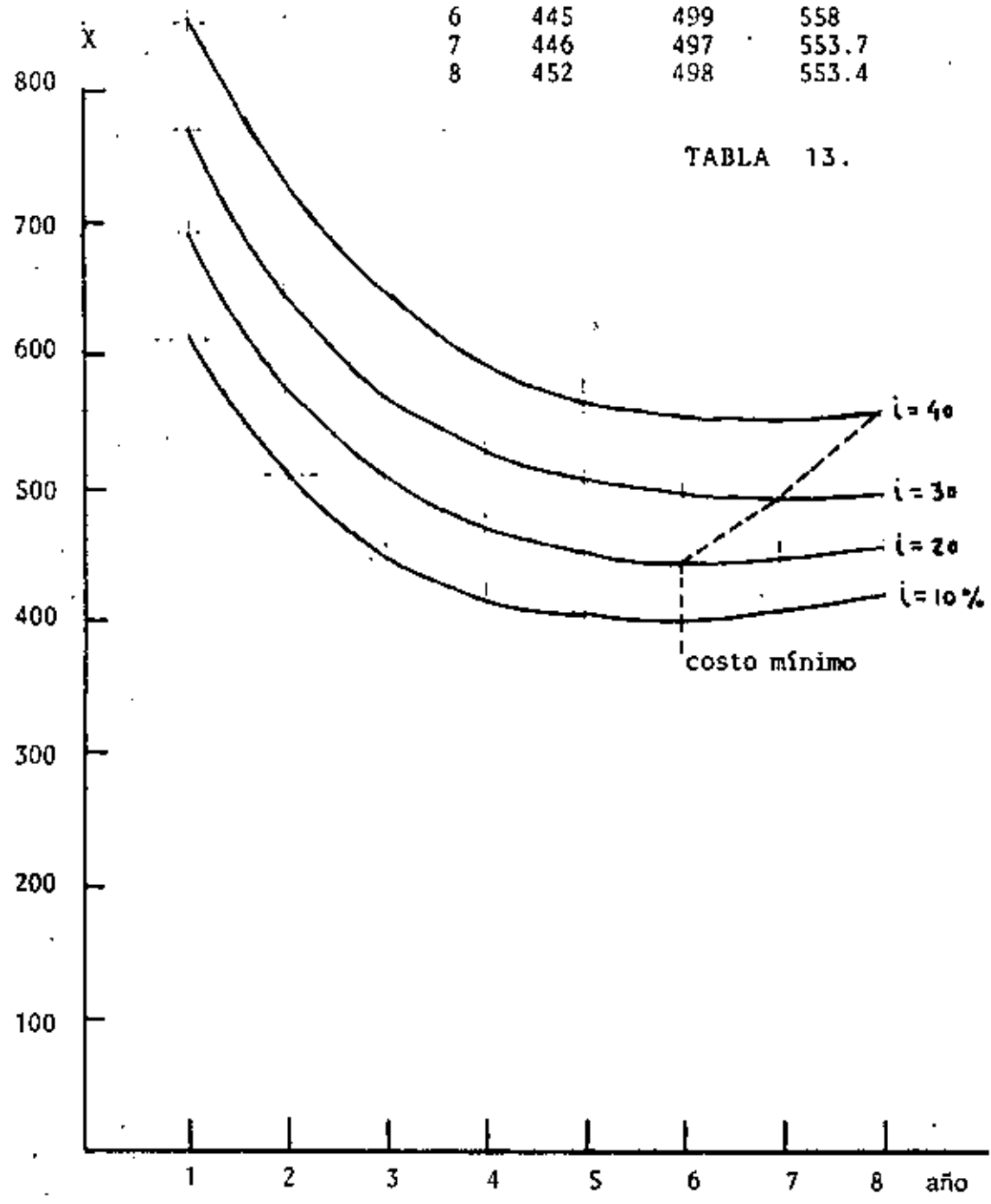


Fig. 9.

COSTOS PROMEDIOS ACUMULADOS
(valor actualizado)

PROBLEMA No. 1

ANALISIS DEL EQUIPO MAS CONVENIENTE PARA REALIZAR UN MOVIMIENTO DE TIERRAS.

MOVIMIENTO DE 1 000 000 m³ DE UN BANCO A UN TIRADERO

DATOS:

MATERIAL	LIMO ARENOSO SECO
PESO VOLUMETRICO	1600 kg/m ³
ALTITUD S.N.M.	2000 mts
LONGITUD DE ACARREO	704 METROS (4% PENDIENTE FAVORABLE)
CALIDAD DEL CAMINO	REVESTIDO
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	1.25 6 SU RECIPROCO 0.80

ALTERNATIVAS:

- 1.- MOTOESCREPAS CON TRACTOR COMO EMPUJADOR
- 2.- MOTOESCREPAS PUSH-PULL
- 3.- CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS

COSTOS HORARIOS (VER ANALISIS APARTE)

MOTOESCREPA TEREX TS-14	\$ 1,517.20/HORA
MOTOESCREPA TEREX TS-14 C/PUSH-PULL	\$ 1,617.51/HORA
TRACTOR D-8K	\$ 1,278.52/HORA
CARGADOR 3 1/2 yd ³	\$ 821.05/HORA
TARIFA FLETEROS	\$ 8.00/m ³ 1er. KM.
	\$ 4.00/m ³ KM

SUBSECUENTES

LA EMPRESA CUENTA CON 4 MOTOESCREPAS TEREX TS-14 Y UN TRACTOR D-8K, AMORTIZADOS 75% - EN BUENAS CONDICIONES.

ADITAMENTOS PUSH-PULL Y CARGADORES, DEBERAN ADQUIRIRSE.

ALTERNATIVA 1.- MOTOESCREPAS Y TRACTOR EMPUJADOR

MOTOESCREPAS TEREX TS-14 Y TRACTOR CAT D-8K

CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA COLMADA 15 m^3

CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA COLMADA REFERIDA A BANCO = $15 \times 0.8 = 12 \text{ m}^3$

PESO DE LA MAQUINA VACIA 24.1 TON

PESO DE LA MAQUINA CARGADA $24.1 + 1.600 \times 12 = 43.3 \text{ TON}$

COSTO HORA MAQUINA \$ 1,517.20

A.- RESISTENCIA AL RODAMIENTO = 15 Kg/POR CADA TONELADA DE MAQUINA POR CADA 2.5 cm. DE PENETRACION

PENETRACION EN CAMINOS REVESTIDOS = 5 cm.

$$15 \times \frac{5}{2.5} = 30 \text{ KG/TON-M.}$$

AGREGANDO 20 KG/TON M. POR DEFORMACIONES DE LLANTAS, FRICCIONES INTERNAS, ETC. SE TIENE:

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:

$$50 - 40 = 10 \text{ KG/TON.M.}$$

D.- RESISTENCIA TOTAL DE REGRESO

$$50 + 40 = 90 \text{ KG/TON.M.}$$

E.- RESISTENCIA TOTAL DE LA MAQUINA:

$$\text{MAQUINA CARGADA} = 0.010 \times 43.3 = 0.4 \text{ TON}$$

$$\text{MAQUINA VACIA} = 0.090 \times 24.1 = 2.2 \text{ TON}$$

F.- CORRECCION POR ALTITUD

(1% POR CADA 100 METROS ADICIONALES A 1500 M.S.N.M.)

$$\frac{(200 - 1500) \times 1\%}{100} = 5\%$$

POR TANTO, HABRA QUE MULTIPLICAR LAS RESISTENCIAS TOTALES,
POR 1.05

$$\text{MAQUINA CARGADA} = 0.4 \times 1.05 = 0.4 \text{ TON.}$$

$$\text{MAQUINA VACIA} = 2.2 \times 1.05 = 2.3 \text{ TON.}$$

CON ESTOS DATOS, SE ENTRA A LA GRAFICA PROPORCIONADA POR EL
FABRICANTE, LA CUAL SE ANEXA.

G.- VELOCIDADES:

$$\text{MAQUINA CARGADA} = 23 \text{ MI/H} = 37 \text{ KM/H (6a)}$$

$$\text{MAQUINA VACIA} = 16 \text{ MI/H} = 26 \text{ KM/H (5a)}$$

H.- VELOCIDADES MEDIAS = 0.65 X VELOCIDAD

$$\text{MAQUINA CARGADA} = 25 \text{ KM/H}$$

$$\text{MAQUINA VACIA} = 17 \text{ KM/H}$$

I.- TIEMPOS

$$\text{MAQUINA CARGADA (TIEMPO IDA)} = \frac{0.704 \times 60}{25} = 1.69 \text{ MIN}$$

$$\text{MAQUINA VACIA (TIEMPO REGRESO)} = \frac{0.704 \times 60}{17} = 2.48 \text{ MIN}$$

$$\text{TIEMPO FIJO} = 1.30 \text{ MIN}$$

$$\text{TOTAL} = 5.47 \text{ MIN}$$

J.- PRODUCCION

$$\text{TIEMPO DEL CICLO} = 5.47 \text{ MIN}$$

$$\text{NUMERO DE VIAJES POR HORA} = \frac{60}{5.47} = 10.97 = 11.0$$

$$\text{CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA MATERIAL EN BANCO} = 12 \text{ m}^3$$

$$\text{PRODUCCION} = 11.0 \times 12 = 132 \text{ m}^3/\text{HORA}$$

K.- COSTO

A).- POR CONCEPTO DE MOTOESCREPAS

$$\text{COSTO MOTOESCREPA POR HORA} = \$1,517.20$$

$$\text{COEFICIENTE DE EFICIENCIA} = 0.75$$

$$\text{COSTO} = \frac{1,517.20}{132 \times 0.75} = 15.32$$

B).- POR CONCEPTO DE TRACTOR EMPUJADOR

CONSIDEREMOS 4 ESCREPAS TRABAJANDO:

$$\text{VIAJES POR ESCREPA} = 11.0/\text{HORA}$$

$$\text{PRODUCCION DEL TRACTOR} = 4 \times 11.0 \times 12 = 528 \text{ m}^3/\text{HORA}$$

$$\text{COSTO TRACTOR POR HORA} = 1,278.52/\text{HORA}$$

$$\text{COEFICIENTE DE EFICIENCIA} = 0.75$$

$$\text{COSTO} = \frac{\$ 1,278.52}{528 \times 0.75} = \frac{1,278.52}{396} = \$ 3.23$$

c).- COSTO TOTAL

COSTO MOTOESCREPA = \$ 15.32

COSTO TRACTOR = \$ 3.23

COSTO TOTAL \$ 18.55

ALTERNATIVA 2. MOTOESCREPAS PUSH-PULL

MOTOESCREPAS TEREX TS-14 PUSH-PULL

COSTO HORARIO DE LA MAQUINA = \$1,617.51

DADO QUE LAS CARACTERISTICAS DE LAS MOTOESCREPAS SON IGUALES A LAS CALCULADAS PARA LA ALTERNATIVA (1), SOLO ANALIZAREMOS LA PRODUCCION Y EL COSTO.

A.- PRODUCCION:

TIEMPO TOTAL DE CICLO

TIEMPO FIJO 1.60 MIN.

TIEMPO IDA 1.69 MIN. (VER ALTERNATIVA 1)

TIEMPO REGRESO 2.48 MIN. (VER ALTERNATIVA 1)

5.77 MIN.

NUMERO DE VIAJES POR HORA = $\frac{60}{5.77} = 10.4$

CAPACIDAD DE LA MOTOESCREPA CON MATERIAL EN BANCO = 12 m³

PRODUCCION = 10.4 X 12 = 124.8 m³/HORA

B.- COSTO:

CONSIDERAREMOS UN COEFICIENTE DE EFICIENCIA = 0.75

$$\text{COSTO} = \frac{\$ 1,617.51}{124.8 \times 0.75} = 17.28$$

ALTERNATIVA 3.- CARGADOR FRONTAL Y CAMIONES ALQUILADOS

CARGADOR FRONTAL MICHIGAN CON CUCHARON DE 3 1/2 YD³

COSTO HORARIO DEL CARGADOR \$ 821.05

TARIFAS DE CAMIONES ALQUILADOS

DE 6 m³ DE CAPACIDAD \$ 8.00 per. Km.

A.- PRODUCCION DEL CARGADOR:

CAPACIDAD DEL CUCHARON = 3.5 YD³ X 0.76 M³/YD³ = 2.7 M³

FACTOR DE LLENADO = 0.85

VOLUMEN POR CICLO = 0.85 X 2.7 = 2.3 M³/CICLO MATERIAL SUELTO

TIEMPO DEL CICLO BASICO 0.50 MIN.

MATERIAL EN BANCO + 0.04

CAMIONES ALQUILADOS + 0.04

0.58 MIN.

CICLOS POR HORA = $\frac{60}{0.58} = 103.4$

PRODUCCION = 103.4 X 2.3 X 0.75 EFIC. = 178.4 M³/H MATERIAL
SUELTO

B.- COSTO DE LA CARGA:

SE NECESITAN: $\frac{6.0 \text{ M}^3}{2.3} = 2.61 = 3$ CICLOS PARA CARGAR UN CAMION

FACTOR = $\frac{2.3 \times 3}{6.0} = 1.15$

COSTO = $\frac{\$821.05/\text{H}}{178.4 \text{ M}^3/\text{H}} \times 1.15 = \$5.29/\text{M}^3$ MATERIAL SUELTO

COSTO = $5.29 \times 1.25 = \$6.61/\text{M}^3$ MATERIAL DE BANCO

C.- COSTO ACARREO:

1er. KILOMETRO \$8.00

COSTO ACARREO = $\$8.00/\text{M}^3 \times 1.25 = 10.00/\text{M}^3$ MATERIAL EN BANCO

D.- COSTO CARGA MAS ACARREO:

COSTO CARGA	\$ 6.61/M ³
COSTO ACARREO	\$ 10.00/M ³
COSTO TOTAL	<u>\$ 16.61/M³</u>

EN RESUMEN SE TIENE:

ALTERNATIVA 1 (MOTOESCREPAS Y TRACTOR)	\$ 18.55
ALTERNATIVA 2 (MOTOESCREPA PUSH-PULL)	\$ 17.28
ALTERNATIVA 3 (CARGADOR Y CAMIONES ALQUILADOS)	\$ 16.61

AHORA ANALICEMOS LAS NECESIDADES DE EQUIPO

ALTERNATIVA 1.- MOTOESCROPAS Y TRACTOR

TIEMPO DE CARGA DE UNA MOTOESCROPA	0.6 MIN
TIEMPO REGRESO DEL TRACTOR Y ACOMODO	0.5 MIN
	<hr/>
	1.1 MIN

CICLO DE LAS MOTOESCROPAS = 5.47 MIN

No. DE MOTOESCROPAS NECESARIAS = $\frac{5.47}{1.1} \times 0.75 \text{ EFIC.} = 3.73$

CONSIDERAREMOS 4, QUE SON CON LAS QUE CUENTA LA EMPRESA:

PRODUCCION = $4 \times 132 \text{ M}^3/\text{H} \times 8 \text{ H/TURNO} \times 2 \text{ TURNOS/DIA}$
 $\times 0.75 \text{ EFIC.}$
 = $6336 \text{ M}^3/\text{DIA}$

TIEMPO DE EJECUCION = $\frac{1\ 000\ 000 \text{ M}^3}{6336 \text{ M}^3/\text{DIA} \times 25 \text{ DIAS/MES}}$ 6.31 MESES

ALTERNATIVA 2.- MOTOESCROPAS PUSH-PULL

DADO QUE YA SE DEFINIO EMPLEAR LAS 4 MOTOESCROPAS CON QUE CUENTA LA EMPRESA, VEAMOS EL TIEMPO DE EJECUCION:

PRODUCCION = $4 \times 124.8 \times 8 \times 2 \times 0.75 = 5990 \text{ M}^3/\text{DIA}$

TIEMPO DE EJECUCION = $\frac{1\ 000\ 000}{5990 \times 25} = 6.68 \text{ MESES}$

ALTERNATIVA 3.- CARGADORES Y CAMIONES ALQUILADOS

1.- CICLO DE UN CAMION:

$$\text{CARGA} \quad \frac{6 \text{ M}^3}{178.4 \text{ M}^3/\text{H}} = 0.034 = 2.02 \text{ MIN}$$

$$\text{IDA} \quad \frac{0.704 \times 60}{15 \text{ KM/H}} = 2.82 \text{ MIN}$$

$$\text{REGRESO} \quad \frac{0.704 \times 60}{30 \text{ KM/H}} = 1.48 \text{ MIN}$$

$$\text{DESCARGA Y ACOMODOS} \quad \frac{0.50 \text{ MIN}}{6.75 \text{ MIN}}$$

NUMERO DE VIAJES POR HORA:

$$\frac{60}{6.75} \times 0.75 \text{ EFIC.} = 6.67 \text{ VIAJES}$$

$$\text{PRODUCCION} = 6.67 \times 6 \text{ M}^3 = 40.02 \text{ M}^3/\text{HORA MATERIAL SUELTO}$$

$$\text{No. DE CAMIONES:} \quad \frac{178.4}{40.02} = 4.46 = 5 \text{ CAMIONES}$$

ES DECIR, UN CARGADOR PUEDE ALIMENTAR A 5 CAMIONES

$$\text{FACTOR DE ESPERA} = \frac{5.00}{4.46} = 1.12$$

$$\text{PRODUCCION} = \frac{40.02 \text{ M}^3/\text{HORA} \times 5 \times 16 \text{ HS/DIA}}{1.25 \text{ ABUND.} \times 1.12} = 2286.8 \text{ M}^3/\text{DIA}$$

TIEMPO DE EJECUCION = $\frac{1\ 000\ 000}{2286.8 \times 25}$ = 17.5 MESES

PARA ESTAR EN IGUALDAD DE CONDICIONES SERAN NECESARIOS:

$\frac{17.5}{\frac{(6.31 + 6.68)}{2}}$ = 2.7 CONJUNTOS DE CARGADOR Y 5 CAMIONES

CONSIDERAREMOS 3 CARGADORES Y 15 CAMIONES

RENTABILIDAD DE LA INVERSION:

PRECIO UNITARIO QUE PODRIA DARSE:

COSTO	\$ 16.61/M ³
INDIRECTOS	\$ 4.15/M ³
	<u>20.76/M³</u>
UTILIDAD 10%	\$ 2.08/M ³
PRECIO UNITARIO	\$ 22.84/M ³

ALTERNATIVA 1.- MOTOESCROPAS Y TRACTOR

ESTE EQUIPO ES PROPIEDAD DE LA EMPRESA

INVERSION EQUIPO:

A).- MOTOESCROPAS $\frac{4 \times 5'895,424.08 \times 0.25}{2}$ = \$2'947,712.04

B).- TRACTOR $\frac{1 \times 5'101,634.00 \times 0.25}{2}$ = \$ 637,704.25

INVERSION EN ESTIMACION OBRA (1.5 MESES)

$$1.5 \times \frac{1\,000\,000\text{ M}^3}{6.31} \times \$22.48/\text{M}^3 = \$ 5'343,898.57$$

INVERSION \$ 8'929,314.86

UTILIDAD ESPERADA = 22.84 - (18.55 + 4.15) = 0.14

RENDIMIENTO INVERSION = $\frac{0.14 \times 1\,000\,000}{8'929,314,86} = 0.0157$

ALTERNATIVA 2.- MOTOESCREPAS PUSH-PULL

EN ESTE CASO ES NECESARIO ADQUIRIR LOS ADITAMENTOS PUSH-PULL.

INVERSION EQUIPO:

A).- MOTOESCREPAS $\frac{4 \times 5'895,424.08 \times 0.25}{2} = \$2'947,712.04$

B).- ADITAMENTOS PUSH-PULL $\frac{4 \times 442,156.72 \times 0.875}{2} = \$1'547,548.52$

INVERSION EN ESTIMACIONES DE OBRA (1.5 MESES)

1.5 X $\frac{1\,000\,000 \times 22.84/\text{M}^3}{6.68 \text{ MESES}} = \$ 5'128,742.51$

INVERSION = \$9'624,003.07

UTILIDAD ESPERADA = 22.84 - (17.28 + 4.15) = \$1.41/M³

RENDIMIENTO INVERSION = $\frac{\$ 1.41 \times 1\,000\,000}{9'624,003.07}$ = 0.1465

ALTERNATIVA 3.- CARGADORES Y CAMIONES ALQUILADOS

EN ESTE CASO ES NECESARIO ADQUIRIR 3 CARGADORES

INVERSION EQUIPO:

CARGADORES 3 X 3'038,760.00 X 0.875 = \$ 7'976,745.00

INVERSION EN ESTIMACIONES (1.5 MESES)

$1.5 \times \frac{1\,000\,000\ M^3 \times 22.84}{5.83\ MESES} = \underline{\$ 5'876,500.86}$

INVERSION \$13'853,245.86

UTILIDAD ESPERADA = \$2.08/M³

RENDIMIENTO INVERSION = $\frac{2.08 \times 1\,000\,000}{13'853,245.86}$ = 0.1505

AL PRESENTARLE ESTOS DATOS AL GERENTE, ESTE OBSERVA QUE AUN CUANDO EL CARGADOR ES UNA INVERSION MAS RENTABLE, SE ENFRENTA CON EL PROBLEMA DE QUE AL TERMINAR LA OBRA, TENDRA UNAS MAQUINAS QUE NO SABE SI PODRA USAR.

ANTE ESTO, SE INCLINA POR LA SOLUCION DEL EMPLEO DE MOTOESCROPAS CON PUSH-PULL.

EL SUPERINTENDENTE TRATA DE PROFUNDIZAR EN EL PROBLEMA Y SE ENCUENTRA QUE CON LOS DATOS HISTORICOS DE LA EMPRESA PUEDE DEFINIR LAS SIGUIENTES PROBABILIDADES:

- 1.- LA PROBABILIDAD DE SEGUIR EMPLEANDO LOS CARGADORES ES DE 40%.
- 2.- EN CASO DE TENER QUE VENDERLOS, DE LOS MISMOS DATOS HISTORICOS DEDUCE QUE:
 - A).- TIENE 40% DE PROBABILIDAD DE VENDER LOS CARGADORES EN 70% DE SU VALOR.
 - B).- TIENE 60% DE PROBABILIDAD DE VENDERLOS EN EL 50% DE SU VALOR.

CON ESTOS DATOS SE PUEDE DEFINIR EL VALOR ESPERADO DE LA VENTA PROBABLE DE LOS CARGADORES, QUE ES DE:

$$0.40 \times 0.70 + 0.60 \times 0.50 = 0.58$$

LA DEPRECIACION DE LOS CARGADORES DURANTE EL TRABAJO POR EJECUTAR SERIA:

$$\frac{\$ 258.81/H}{178.4M^3/H} \times 1.15 \times 1.25 = \$2.08/M^3$$

$$\frac{2.08 \times 1\,000\,000}{3 \times 3'038,760.00} = 0.23$$

ENTONCES LA DEPRECIACION ESPERADA SERIA:

$$(1.00 - 0.58) \times 0.60 + 0.23 \times 0.4 = 0.34$$

LA DEPRECIACION ESPERADA QUE DEBERA CARGARLE SERIA DE:

$$3 \times 3'038,760.00 \times 0.34 = 3'099,535.20$$

1/10

AHORA BIEN, LA DEPRECIACION QUE SE TIENE CONSIDERADA ES DE:

$$2.08 \times 1\,000\,000 = 2\,080,000.00.$$

POR LO TANTO, EL COSTO POR ESTE CONCEPTO SE INCREMENTARA EN:

$$\frac{3\,099,535.20 - 2\,080,000.00}{1\,000\,000} = \$1.01/M^3$$

POR LO CUAL, EL COSTO DE UTILIZAR LOS CARGADORES Y CAMIONES ALQUILADOS SERIA DE:

$$\$ 16.61 + 1.01 = 17.62/M^3$$

COMO PUEDE APRECIARSE, ESTE ULTIMO COSTO ES SUPERIOR AL DE \$17.28/M³ DE LAS MOTOESCREPAS CON PUSH-PULL Y POR LO TANTO LA DECISION QUE TOMO EL GERENTE ES CORRECTA.

EL SUPERINTENDENTE QUERIENDO IR MAS A FONDO SE PLANTEA LA NECESIDAD DE ESTUDIAR UNA CUARTA ALTERNATIVA QUE SERIA LA DE EJECUTAR EL TRABAJO, CON CARGADORES Y CAMIONES PROPIOS, ADQUIRIENDO PARA ELLO EL EQUIPO NECESARIO.

ALTERNATIVA 4.- CARGADOR FRONTAL Y CAMIONES DE VOLTEO PROPIOS.

CARGADOR FRONTAL MICHIGAN CON CUCHARON DE 3 1/2 YD ³	
CAMIONES FORD F-600 DE 6 M ³	
COSTO HORARIO DEL CARGADOR	\$ 821.05
COSTO HORARIO DEL CAMION	\$ 230.74

- 1.- PRODUCCION DEL CARGADOR
- CAPACIDAD DEL CUCHARON = 3.5 YD³ X 0.76 M³/YD³ = 2.7 M³
- FACTOR DE LLENADO = 0.85
- VOLUMEN POR CICLO = 0.85 X 2.7 = 2.30 M³ MAT. SUELTO

TIEMPO DEL CICLO BASICO = 0.5 MIN
 MATERIAL EN BANCO = 0.04 MIN

POSESION COMUN DE CARGADOR Y

CAMIONES = -0.04 MIN

TOTAL = 0.50 MIN

CICLOS POR HORA: $\frac{60 \text{ MIN./HORA}}{0.50 \text{ MIN/CICLO}} = 120 \text{ CICLOS/HORA}$

PRODUCCION = $2.30 \text{ M}^3/\text{CICLO} \times 120 \text{ CICLOS/HORA} \times 0.75 \text{ EFIC.}$
 = $207 \text{ M}^3/\text{HORA}$ DE MATERIAL SUELTO

2.- COSTO DE LA CARGA A CAMIONES SERIA:

COSTO = $\frac{\$ 821.05/\text{HORA}}{207 \text{ M}^3/\text{HORA}} \times 1.25 \text{ ABUND.} = 4.96/\text{M}^3$

3.- ACARREO CON CAMIONES DE 6 M^3

VELOCIDAD CARGADO 15 KM/H

•VELOCIDAD DE VACIO 25 KM/H

TIEMPO DE IDA = $\frac{704 \times 60}{15000} = 2.82 \text{ MIN}$

TIEMPO DE REGRESO = $\frac{704 \times 60}{25000} = 1.69 \text{ MIN}$

TOTAL = 4.51 MIN

PARA CARGAR UN CAMION DE 6 M^3 , SON NECESARIOS 3 CICLOS DEL CARGADOR:

$$\frac{6}{2.30} = 2.6 \approx 3$$

TIEMPO DEL CICLO = 0.50 MIN.

TIEMPO DE CARGA DE UN CAMION DE $6 \text{ M}^3 = 0.50 \times 3 = 1.5 \text{ MIN.}$

TIEMPO DEL CICLO DEL CAMION:

TIEMPO DE CARGA 1.50 MIN.

TIEMPO DE ACARREO 4.51 MIN.

TIEMPO DE DESCARGA 0.50 MIN.

TOTAL 6.51 MIN.

NUMERO DE VIAJES POR HORA:

$$\frac{60 \text{ MIN./HORA} \times 0.75 \text{ EFIC.}}{6.51} = 6.91 \text{ VIAJES}$$

PRODUCCION DEL CAMION: $6.91 \times 6 \text{ M}^3 = 41.46 \text{ M}^3/\text{HORA MAT. SUELTO}$

$$\text{COSTO POR } \text{M}^3 = \frac{230.74 \times 1.25 \text{ ABUND.}}{41.46} = 6.96/\text{M}^3$$

4.- NUMERO DE CAMIONES NECESARIOS:

PRODUCCION DEL CARGADOR = $207 \text{ M}^3/\text{HORA DE MATERIAL SUELTO}$

$$\frac{207}{41.46} = 4.99 \approx 5 \text{ CAMIONES}$$

$$\text{FACTOR DE ESPERA} = \frac{5}{4.99} = 1.00$$

$$\text{COSTO DE ACARREO} = \$ 6.96 \times 1.00 = \$ 6.96$$

5.- CORRECCION DEL COSTO DE CARGA:

SON NECESARIOS 3 CICLOS DE CARGADOR PARA CARGAR UN CAMION DE 6 M³.

$$3 \times 2.3 \text{ M}^3/\text{CICLO} = 6.9$$

$$\text{FACTOR DE CORRECCION} = \frac{6.9}{6.9} = 1.15$$

$$\text{COSTO REAL DE CARGA} = \$ 4.96 \times 1.15 = \$ 5.70/\text{M}^3$$

6.- COSTO TOTAL CARGA Y ACARREO.

A).- COSTO CARGA	5.70/M ³
B).- COSTO ACARREO	6.96/M ³
COSTO TOTAL	<u>\$12.66/M³</u>

EL TIEMPO DE EJECUCION DEL TRABAJO SERIA:

$$\frac{41.46 \text{ M}^3/\text{HORA} \times 5 \text{ CAMIONES} \times 16 \text{ HS}/\text{DIA}}{1.25 \times 1.00} = 2653 \text{ M}^3/\text{DIA}$$

$$\frac{1 \ 000 \ 000}{2653 \times 25} = 15.08 \text{ MESES}$$

SERAN NECESARIOS 2 CARGADORES Y 10 CAMIONES PARA EJECUTAR EL TRABAJO EN 7.54 MESES.

LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION SERA DE:

INVERSION EQUIPO:

A) CARGADORES	2 X 3'038,760.00 X 0.875 = \$ 5'317,830.00
B) CAMIONES	10 X 436,420.45 X 0.875 = \$ 3'818,678.94

INVERSION ESTIMACIONES DE OBRA (1.5 MESES)

$$1.5 \times \frac{1\,000\,000\text{ M}^3 \times 22.84}{7.54} = \$ 3'029,177.72$$

$$\underline{\hspace{10em}} \\ \$12'165,686.66$$

$$\text{UTILIDAD ESPERADA} = 22.84 - (12.66 + 4.15) = \$6.03/\text{M}^3$$

$$\text{REDITO DE INVERSION} = \frac{6.03 \times 1\,000\,000}{12'165,686.66} = 0.4956$$

SIN EMBARGO, HAY QUE CONSIDERAR, COMO EN EL CASO DE LOS CARGADORES, QUE LA DEPRECIACION ESPERADA SERA SUPERIOR A LA DEPRECIACION LINEAL.

LA DEPRECIACION DEL CARGADOR SERA:

$$\frac{258.81/\text{H} \times 1.25 \times 1.15}{207} = \$ 1.80/\text{M}^3$$

$$\frac{1.80 \times 1\,000\,000}{2 \times 3'038,760.00} = 0.30$$

TENIENDO EN CUENTA LAS PROBABILIDADES MENCIONADAS ANTERIORMENTE, SE TIENE QUE LA DEPRECIACION ESPERADA DEBERA SER:

$$(1.00 - 0.58) 0.60 + 0.30 \times 0.4 = 0.372$$

LA DEPRECIACION QUE DEBERA CARGARSE DEBERA SER DE:

$$0.372 \times 2 \times 3'038,760 = 2'260,837.44$$

POR LO TANTO EL COSTO DE CARGA DEBERA INCREMENTARSE EN:

$$\frac{2'260,837.44 - 1'800,000.00}{1\ 000\ 000} = \$ 0.46/M^3$$

LA DEPRECIACION DE LOS CAMIONES SERA:

$$\frac{\$37.17/H \times 1.25 \times 1.00}{41.46} = \$ 1.12/M^3$$

$$\frac{1.12 \times 1\ 000\ 000}{10 \times 436,420.45} = 0.26$$

CONSIDERANDO LAS MISMAS PROBABILIDADES DE LOS CARGADORES:

$$(1.00 - 0.58) \times 0.60 + 0.26 \times 0.4 = 0.356$$

LA DEPRECIACION QUE DEBERA CARGARSE DEBERA SER DE:

$$0.356 \times 10 \times 436,420.45 = 1'553,656.80$$

POR LO TANTO EL COSTO DE ACARREO DEBERA INCREMENTARSE EN:

$$\frac{1'553.656.80 - 1'120,000.00}{1\ 000\ 000} = \$ 0.43/M^3$$

EL COSTO REAL DE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS CON CARGADOR Y CAMIONES PROPIOS SERA DE:

$$12.66 + 0.46 + 0.43 = \$ 13.55/M^3$$

CON LO CUAL EL RENDIMIENTO DE LA INVERSION SERA:

- $22.84 - (13.55 + 4.15) = \$ 5.14/M^3 = \text{(utilidad esperada)}$

$$= \frac{5.14 \times 1\,000\,000}{12'165,686.66} = 0.4225$$

SI TENGO EL CRITERIO DE FIJAR SIMPLEMENTE LA UTILIDAD COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO TENDRIA LA POSIBILIDAD DE DAR COMO P.U. EN UN CONCURSO.

$$(13.55 + 4.15) 1.10 = 19.47$$

LA RENTABILIDAD SERIA

$$\frac{1.77 \times 1\,000\,000}{12'165,686.66} = 0.1455$$

ES PUES CONVENIENTE ANALIZAR SIEMPRE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION Y OTRO CRITERIO PARECIDO EN LUGAR DE CONSIDERAR LA UTILIDAD COMO UN SIMPLE PORCENTAJE DE LOS COSTOS.



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

MÓVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

SOLUCION AL PRIMER TALLER

ING. CARLOS MARTINEZ

SEPTIEMBRE, 1983

RESUMEN DE DATOS

TERRAPLEN	VOLUMEN SUELTO		DISTANCIA	PENDIENTE
(0)	$\frac{51,200 - 50,000}{0.77}$	= 1558	140 m.	+ 2%
(1)	$\frac{40,300 - 35,300}{0.77}$	= 6494	140 m.	- 3%
(2)	$\frac{49,500 - 40,300}{0.77}$	= 11,948	290 m.	- 3%
(3)	$\frac{40,300 - 37,100}{0.77}$	= 4156	220 m.	+ 2%
(4)	$\frac{44,100 - 40,300}{0.77}$	= 4935	180 m.	- 5%
(5)	$\frac{9,000 - 3,000}{0.77}$	= 7792	210 m.	- 6%
(A)	$\frac{50,000 - 40,300}{0.77}$	= 12597	50 m.	- 2%
(B)	$\frac{40,300 - 9,000}{0.77}$	= 40,649	520 m.	- 5%

VOLUMEN

TOTAL = 90,129 M3 SUELTOS.

I.- Peso de la máquina vacía = 24 toneladas

Peso de la máquina cargada = 24 + 15 m³ X 1.26 Ton/m³.

P. Maq. cargada = 42.9 Ton.

II.- Resistencia al rodamiento

Camino sin revestir = 7.5cm de penetración

$$15 \times \frac{7.5}{2.5} = 45 \text{ Kg por tonelada.}$$

Fricciones internas = 20 Kg por tonelada

Resistencia al Rodamiento = 45 + 20

$$RR = 65 \text{ Kg X Ton.}$$

III.- Resistencia por pendiente

10 Kg por tonelada por 1%

<u>TRAMO</u>	<u>IDA</u>	<u>REGRESO</u>
(0)	+ 2 x 10 = 20	- 2 x 10 = - 20
(1)	- 3 x 10 = -30	+ 3 x 10 = 30
(2)	- 3 x 10 = -30	+ 3 x 10 = 30
(3)	+ 2 x 10 = 20	- 2 x 10 = 20
(4)	- 5 x 10 = -50	5 x 10 = 50
(5)	- 6 x 10 = -60	+ 6 x 10 = 60
(A)	- 2 x 10 = -20	+ 2 x 10 = 20
(B)	- 5 x 10 = -50	+ 5 x 10 = 50

IV.- RESISTENCIA TOTAL (R.R ± R.P) P.T.

TRAMO	IDA CARGADA	REGRESO VACIA
(0)	$(65 + 20) 42.9 = 3646.5$	$(65 - 20) 24 = 1080$
1	$(65 - 30) 42.9 = 1501.5$	$(65 + 30) 24 = 2280$
2	$(65 - 30) 42.9 = 1501.5$	$(65 + 30) 24 = 2280$
3	$(65 + 20) 42.9 = 3646.5$	$(65 - 20) 24 = 1080$
4	$(65 - 50) 42.9 = 643.5$	$(65 + 50) 24 = 2760$
5	$(65 - 60) 42.9 = 212.5$	$(65 + 60) 24 = 3000$
(A)	$(65 - 20) 42.9 = 1930.5$	$(65 + 20) 24 = 2040$
(B)	$(65 - 50) 42.9 = 643.5$	$(65 + 50) 24 = 2760$

V.- CORRECCION POR ALTITUD

NO HAY POR SER MENOR DE 1,500

VI.- VELOCIDAD NOMINAL X FACTOR VEL = VEL MEDIA

TRAMO	IDA CARGADA	REGRESO VACIA
(0)	$14 \times 0.65 = 9.1$	$37 \times 0.65 = 24.0$
(1)	$37 \times 0.65 = 24.0$	$26 \times 0.65 = 16.9$
(2)	$37 \times 0.65 = 24.0$	$26 \times 0.65 = 16.9$
(3)	$14 \times 0.65 = 9.1$	$37 \times 0.65 = 24.0$
(4)	$37 \times 0.65 = 24.0$	$20 \times 0.65 = 13.0$
(5)	$37 \times 0.65 = 24.0$	$18 \times 0.65 = 11.7$
(A)	$28 \times 0.65 = 18.2$	$27 \times 0.65 = 17.6$
(B)	$37 \times 0.65 = 24.0$	$20 \times 0.65 = 13.0$

VII.- TIEMPO DE ACARREO.-

TRAMO	DISTANCIA	I D A		R E G R E S O	
		VEL.	TIEMPO	VEL.	TIEMPO
(0)	140 m	9.1	0.92	24	0.35
(1)	140	24	0.35	16.9	0.50
(2)	290	24	0.72	16.9	1.03
(3)	220	9.1	1.45	24.0	0.55
(4)	180	24	0.45	13.0	0.83
(5)	210	24	0.52	11.7	1.07
(A)	*200	18	0.67	17.6	0.68
(B)	520	24	1.30	13.0	2.40

VIII.- TIEMPOS DE CICLO.-

TRAMO	DISTANCIA	T I E M P O S			
		FIJO	IDA	REGRESO	T O T A L
(0)	140	1.5	0.92	0.35	2.77
(1)	140	1.5	0.35	0.50	2.35
(2)	290	1.5	0.72	1.03	3.25
(3)	220	1.5	1.45	0.55	3.50
(4)	180	1.5	0.45	0.83	2.78
(5)	210	1.5	0.52	1.07	3.09
(A)	200	1.5	0.67	0.68	2.85
(B)	520	1.5	1.30	2.40	5.20

TRACTOR—MOTOESCREPAS.

Se utiliza tractor D8 con placa amortiguadora hasta para una velocidad de 8 Km/hr. y prácticamente no tiene pérdida durante el acomodo para empuje.

Las maniobras, impulso y retorno las realiza según datos observados en:

1.6 min.	Buena Eficiencia
2.4 min.	Regular Eficiencia

Tomaremos para nuestro ejemplo un ciclo del tractor igual a 2.3 min.

TRAMO	CICLO MOTOESCREPA	CICLO TRACTOR	DIF.	NUMERO MOTOESCREPAS
(0)	2.77	2.3	0.47	1.2
(1)	2.35	2.3	0.05	<u>1.0</u>
(2)	3.25	2.3	0.95	1.4
(3)	3.50	2.3	1.20	<u>1.5</u>
(4)	2.78	2.3	0.48	1.2
(5)	3.09	2.3	0.79	1.3
(A)	2.85	2.3	0.55	1.2
(B)	5.20	2.3	0.60	2.2

X.- ANALISIS DE CICLOS OPTIMO Y MAS DESFAVORABLE.

COSTO HORARIO

TRACTOR -----	\$6424.97/HR.
MOTOESCREPA -----	\$7250.26/HR.

DADOS LOS COSTOS HORARIOS ANALIZADOS RESULTA MÁS CONVENIENTE TENER TIEMPOS DE ESPERA DE TRACTOR QUE DE MOTOESCREPA.

EN ESTAS CONDICIONES EL CICLO CORRESPONDIENTE AL TRAMO (3) ES EL QUE TENDRÁ MAYOR TIEMPO DE ESPERA DE TRACTOR Y POR LO TANTO EL MÁS DESFAVORABLE.

POR LO QUE RESPECTA AL CICLO CORRESPONDIENTE AL TRAMO (1), ES EL QUE PRÁCTICAMENTE NO TIENE TIEMPOS DE ESPERA O DEMORAS, POR LO TANTO ES EL ÓPTIMO.

XI.- EQUIPO NECESARIO PARA TERMINAR EN 90 DIAS

TIEMPO DISPONIBLE = 90 DIAS X 8 HORAS = 720 HRS.

TRAMO	TIEMPO DE CICLO (MIN)	RENDIMIENTO $M^3/HR.$	DURACION (HRS.)
(0)	2.77	$(15 \times 45) / 2.77 = 244$	$1,558 / 244 = 6.4$
(1)	2.35	$(15 \times 45) / 2.35 = 287$	$6,494 / 287 = 22.6$
(2)	3.25	$(15 \times 45) / 3.25 = 207$	$11,948 / 207 = 57.7$
(3)	3.50	$(15 \times 45) / 3.50 = 193$	$4,156 / 193 = 21.5$
(4)	2.78	$(15 \times 45) / 2.78 = 243$	$4,935 / 243 = 20.3$
(5)	3.09	$(15 \times 45) / 3.09 = 218$	$7,792 / 218 = 35.7$
(A)	2.85	$(15 \times 45) / 2.85 = 237$	$12,597 / 237 = 53.1$
(B)	5.20	$(15 \times 45) / 5.20 = 130$	$40,649 / 130 = 312.7$

$$\Sigma \frac{x_i}{B} = 219.88 M^3/HR$$

$$T O T A L = 530 HRS. < 720$$

$$\frac{90129}{219.88} = 410 HRS \neq 530$$

$$Rend. REAL = 170 M^3/HR$$

EQUIPO: UNA MOTOESCREPA Y UN TRACTOR
SON SUFICIENTES.



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

TECNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
APLICADAS A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

ING. ROBERTO LEÓN RENDÓN

SEPTIEMBRE, 1983

TECNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS APLICADAS A LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.

I. 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 - 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.

Por otro lado, si tenemos presente que un 75% a 85% de todas las actividades de una obra consisten en el manejo y - movimiento de materiales, y que observadores de la explotación de estas técnicas sostienen que los ahorros derivados de estos estudios se estiman conservadamente en 8 a 10 veces el costo de su aplicación, puede concluirse que - es indispensable aplicar estas técnicas en la industria de la construcción.

II. EL ELEMENTO HUMANO

El éxito de la aplicación de las técnicas de análisis de - tiempos y movimientos en la industria de la construcción, - depende en gran parte de la colaboración que presta el personal, por lo que es aconsejable involucrarlo en su aplicación, motivarlo lo más posible y hacerlo participe en la toma de decisiones, incrementando con esto su interés en aumentar la productividad.

Por lo anterior se comprende que es de sumo interés no desanimarlo, ni que pierda su iniciativa e imaginación.

Se recomienda para lograr involucrar al personal en la aplicación de estas técnicas, las reuniones informales en grupo, dirigidas por el encargado de estos estudios, acompañadas - de exhibiciones de material fotográfico, procurando la participación espontánea y sincera de los asistentes y tratando de explotar la máxima: "Hágalo usted mismo". Los principales beneficios derivados de reuniones de este tipo son:

1. La creatividad e inventiva, generadas a través de la - emulación mutua, la aportación de la experiencia de los participantes y la crítica constructiva.
2. La "psicología de la participación": la gente se considera como autora del nuevo método desarrollado, lo que conduce a una mayor cooperación y entusiasmo de los que intervinieron en la aplicación del nuevo plan de trabajo.

El principal obstáculo que se interpone en la realización - de algún cambio es el problema humano ya que, en general, - la gente es renuente al cambio. La principal causa de esto es el temor a la pérdida del prestigio, al fracaso, etc. -- La mejor forma de superarlo es el buen conocimiento y entendimiento de las cosas.

Es común el uso ineficiente de la mano de obra. Esto se debe a la mala o nula comunicación que se tiene con los obreros: las órdenes no son claras y específicas, ni tampoco -- se les indica la mejor manera de hacer las cosas.

Para tratar de descubrir una mejor manera de realizar las - cosas se necesita además de tener una mente abierta al cam-

bio, en espíritu de creatividad y una posición contraria al conformismo, al tradicionalismo, a la timidez y a la suficiencia. Es necesario tener presente que no se deben cambiar las formas de realización de las cosas sólo por cambiarlas, sino por mejorarlas.

Es aconsejable que este tipo de estudios sean realizados directamente por ingenieros jóvenes, porque:

1. Aunque generalmente tienen poca experiencia, tienen la mente abierta al cambio y deseos de considerar y valorar las ideas y sugerencias nuevas.

2. Como los estudios son siempre supervisados por superintendente de obra y el departamento de costos, es una excelente oportunidad para el ingeniero joven el tener a la mano un acervo de experiencia de problemas de obra, de costos de procedimientos de construcción, etc.

III. PASOS PARA PODER DESARROLLAR ESTAS TECNICAS

1. Registro de cómo se lleva a cabo el ciclo que se está estudiando, enmarcado dentro de las condiciones generales de la obra. Este registro se puede realizar mediante:

- a) Observación visual
- b) Estudios con cronómetro
- c) Película con fotografías tomadas a intervalos iguales (time-lapse-photograph)
- d) Tomas con televisión (video-tape)

2. Analizar cada detalle del ciclo estudiado usando:

- a) Deliberación analítica
- b) Diagrama de flujo de proceso
- c) Estudios de balance de cuadrillas
- d) Cartillas de procesamiento

3. "Descubrimiento" de nuevos métodos de ejecución, con ayuda de las siguientes herramientas:

- a) Hacer las seis preguntas básicas para cada detalle:

¿QUÉ se propone (objetivo)
 ¿POR QUÉ se hace de esa manera
 ¿CUÁNDO es el mejor momento de realizarla
 ¿DÓNDE es el mejor lugar para hacerla
 ¿CÓMO es la mejor manera de realizarla
 ¿QUIÉN es el más calificado para llevarla a cabo

b) Realizar e intentar donde se lleva a cabo la obra, los recursos usados, herramienta, equipo y materiales, el flujo de los materiales y las condiciones de seguridad.

c) Discusiones 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 cuando 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, como 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 1a. observación y la 50a.

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 --

VII. CONCLUSIONES

Se piensa que las técnicas de análisis de tiempos y movimientos tienen un gran valor en el medio de la construcción, no sólo por su carácter formativo, sino también por los resultados que pueden obtenerse a través de su aplicación.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Parker W. Henry, Oglesby H. Clarkson, Methods Improvement for Construction Managers Mc Graw-Hill B.C. 1972.
- 2.- Parker W. Henry, "Methods Improvement Techniques for - Construction and Public Works Managers", Stanford University Department of Civil Engineering, Technical Report N. 51 1965
- 3.- Mave J. Henry. "Construction Personnel Management", Journal of the Construction Division ASCE. Enero 1968
- 4.- Mc. Nally E. Harold "Labor Productivity in the Construction Industry", Journal of the Construction Division ASCE. Sept. 57
- 5.- Schader R. Charles. "Motivation of Construction Craftsmen", Journal of the Construction Division ASCE. September 1972.
- 6.- Reynaud B.C. "The Site as the Workshop of the Industry" Building Technology and Management, Diciembre 1971
- 7.- Gillham M. John. "A Contractor's view of factor affecting Site productivity", Building Technology and Management, Abril-1972
- 8.- Sprinkle E. Howard. "Analysis of Time-Lapse Construction Films", Journal of Construction Division ASCE. Septiembre-1972.
- 9.- Penjahl W. John. "Photographic Analysis for Construction Operations", Journal of the Construction Division ASCE Mayo-1960
10. Shihama Akiyuki. "Video Time Study", Industrial Engineering, Febrero-1975
11. Halpin W. Daniel, R. W. Woodhead, Design of Construction and Process Operation. J. Wiley and Sons. - 1976

analizar la eficiencia o rendimiento de los recursos usados)

Es importante tratar de tener siempre las cuadrillas balanceadas, porque al cambiar ciertas condiciones (entregas de material, nuevos o más elementos disponibles, más eficiencia individual de algunos trabajadores, etc.) éstas se pueden desbalancear

Es necesario, al construir las barras, identificar el 1 de cada tipo de actividad o tiempo ocioso con un determinado calor o escudado. Figuras 1 y 2

2) Diagrama de flujo

Para su elaboración se usa la simbología convenida por la ASME (American Society of Mechanical Engineers) que aparece a continuación:

<u>Símbolos Usados</u>	<u>Nombre</u>	<u>Resultados</u>	
○	Operación	Producción	Generalmente las más
⇒	Transporte	Movimientos	costosas en construcción
□	Inspección	Verificación	
D	Retardos	Interferencia, almacenamiento provisional	
△	Almacenamiento		

Los métodos mencionados son más útiles cuando se aplican simultáneamente y sin olvidar las 6 preguntas a las que antes hicimos alusión:

¿Qué, por qué, cuándo, cómo, dónde y quién?

Para ilustrar los métodos de análisis descritos se muestra un ejemplo que consiste en el habilitado de madera para su uso en un túnel, propuesto por el Prof. Henry W. Parker (2) Fig. 1 y 2

VI. MODELOS DINAMICOS

Es posible también analizar actividades cíclicas de construcción, utilizando las herramientas que nos proporciona la Ingeniería de Sistemas, como puede ser la simulación de modelos dinámicos en los que se utilizan los principios de la Teoría de Colas.

Como ejemplo interesante del empleo de estas técnicas vale la pena mencionar el estudio que se realizó para la construcción del "Peachtree Center Plaza Hotel" cuya estructura de concreto, la más alta del mundo destinada a hotel, se levanta en Atlanta, Georgia.

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 tienen 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 colaboradores del sistema

1) 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

Está en desarrollo el equipo para su aplicación a la construcción.

Es recomendable que no se re-use 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. MÉTODOS DE ANÁLISIS

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) Balace de cuadrillas (Crow blanc chart)

Es un conjunto de barras verticales que parten de un mismo eje horizontal, construidas a escala y expresadas en del 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

Figura 1 METODO ORIGINAL

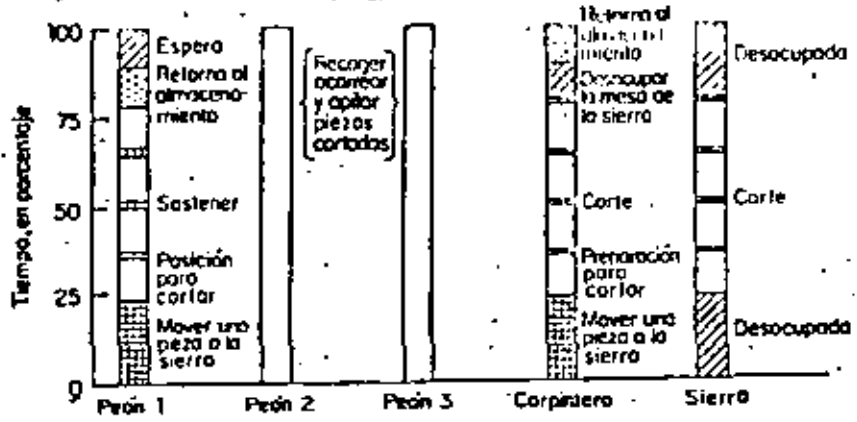


Diagrama de balance de recursos

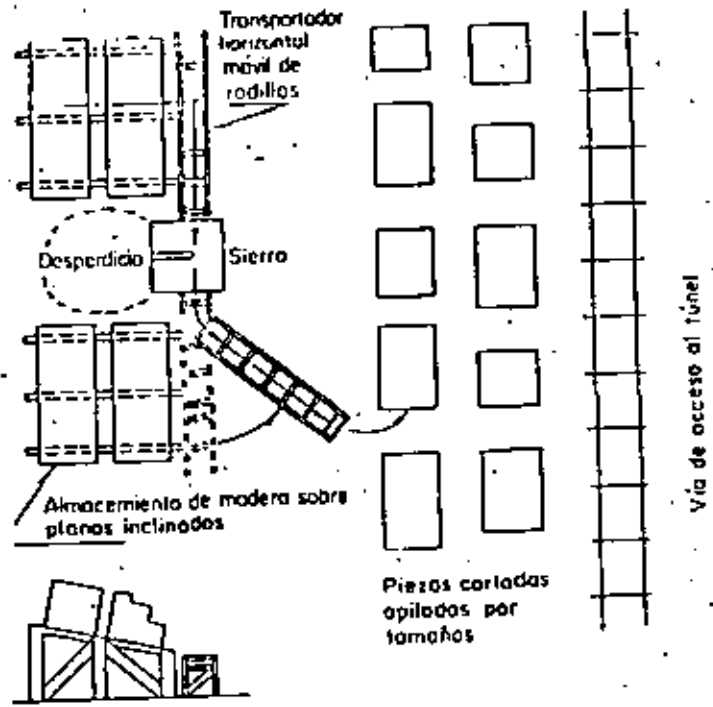


Diagrama de flujo

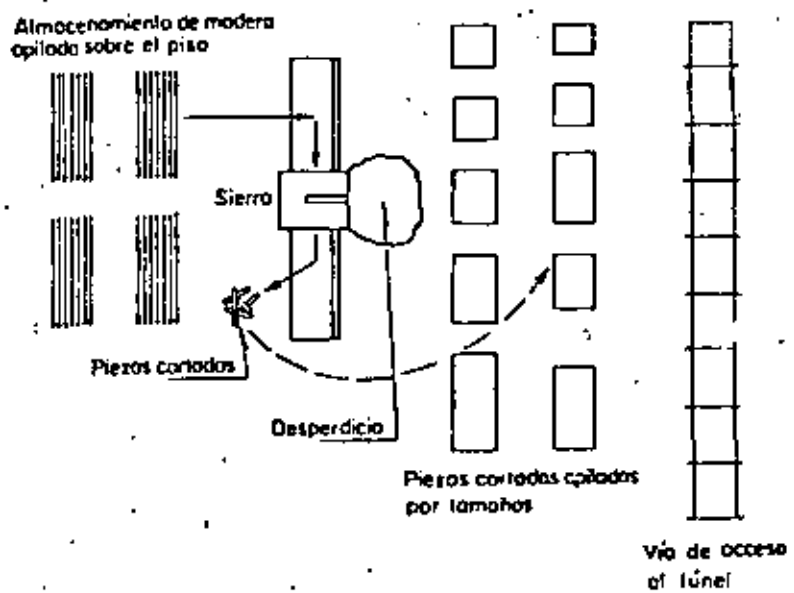


Diagrama de flujo

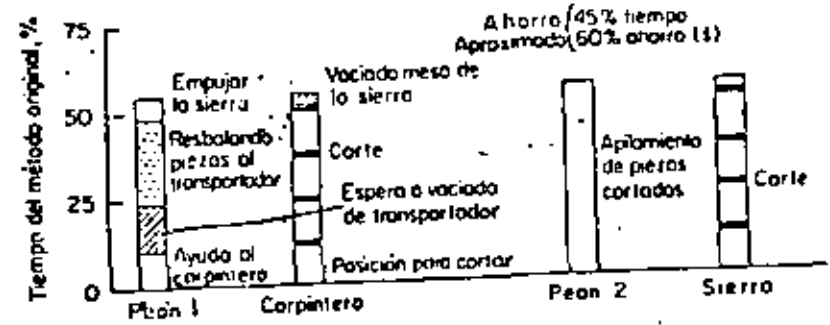
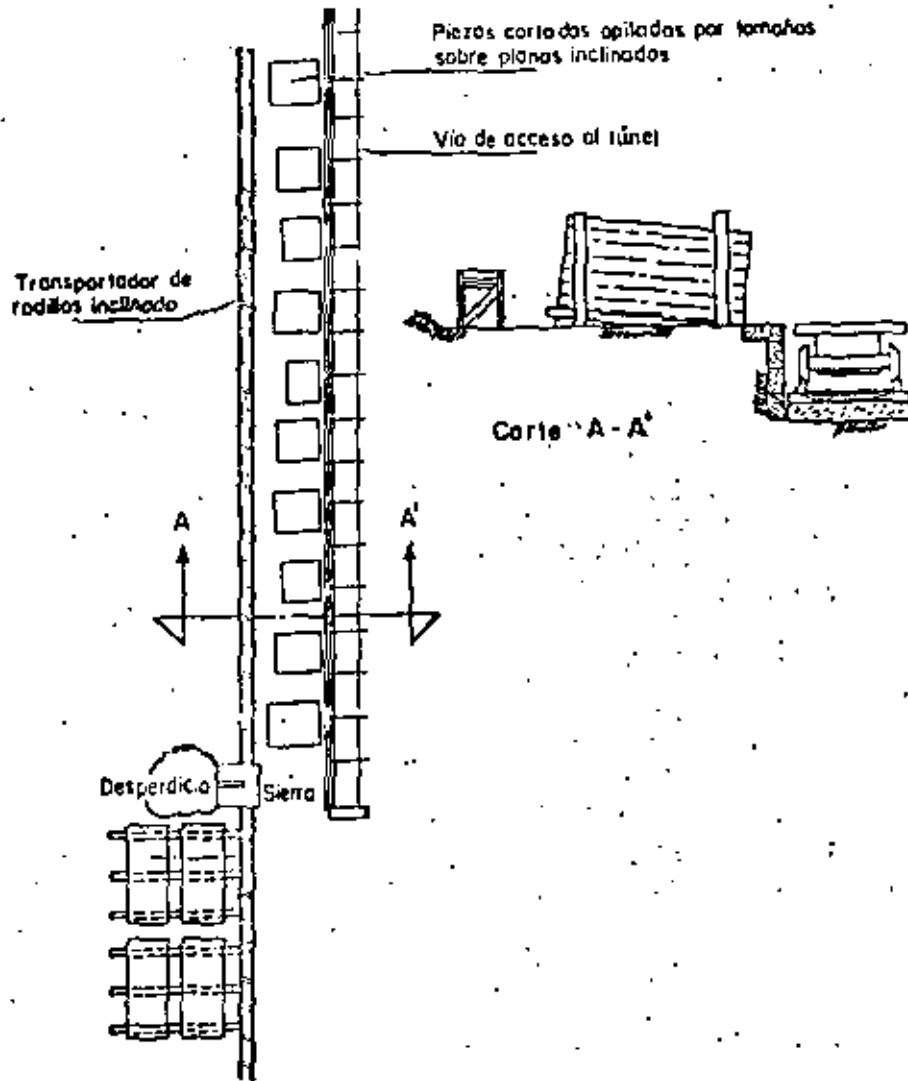


Diagrama de balance de recursos

Ahorro (45% tiempo Aproximado) (50% ahorro (1))





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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

CONTROL

ING. JOSE CARREÑO ROMANI

INDICE

	PAGINA
1. INSTRUCCIONES	2
2. EL CONTROL	3
3. CONTROL DE CANTIDADES	14
4. CONTROL DE COSTOS	17
5. CONTROL PRESUPUESTAL	19
6. CORRECCION DE DESVIACIONES	22
7. REQUISITOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS	22

INSTRUCCIONES

La primera parte de estos apuntes utiliza el sistema denominado EDUCACION PROGRAMADA. Póngase el lector a leer las siguientes instrucciones para obtener el mejor aprovechamiento:

- 1) Cubriendo la columna de la derecha con la tira que se anexa, lea cada uno de los temas.
- 2) Escriba la respuesta en el espacio marcado o en una hoja — por separado, cuando así se requiera. (Es esencial que no se concrete usted a pensar la respuesta, DEBE ESCRIBIRLA).
- 3) Revise su respuesta, moviendo la tira hacia abajo, descubriendo la respuesta correcta en la columna de la derecha.
- 4) Si su respuesta es correcta pase al siguiente tema.
- 5) Si su respuesta no es correcta, lea el tema nuevamente y trate de comprender por qué está usted equivocado.

PROCEDIMIENTO

Cada tema deberá ser resuelto en orden, NO ALTERE EL ORDEN, a menos que así se le indique. Si tiene dificultad en un determinado punto debe regresar al lugar donde este punto apareció por primera vez y revisar los temas relacionados con él.

CONVENCIONES

- _____ = Escriba la palabra solicitada.
- _____ = Anote la letra que se requiere.
- ... (si/no) = Subraye o circule la alternativa correcta.
- _____ = Escriba las palabras que se requieren.
- () = Ponga el número correcto.

1.- GENERALIDADES.

1.- Control es el proceso que determinará que también se está llevando a cabo una actividad valorizándola y si es necesario aplicando las medidas correctivas apropiadas, de manera que la ejecución esté de acuerdo con lo planeado.

(sin respuesta)

2.- La comparación entre lo planeado y lo ejecutado es lo que constituye la base del control y la determinación del estándar o patrón que es la esencia de dicha comparación, es el primer paso a seguir.

control

3.- El control es pues, un proceso que requiere de la determinación del estándar en primer lugar y después de la comparación el estándar planeado y el trabajo ejecutado y por último el de llevar a cabo la acción correctiva en caso necesario.

proceso estándar

4.- La identificación de los objetivos que se realiza en la función de la norma el primer paso del control que consiste en la

planeación determinación estándares

5.- Entonces la definición de la cantidad de trabajo a realizar en una jornada, es lo que constituye la determinación de un patrón para la valuación del desempeño del trabajador. La definición de un modelo de comportamiento o acción es lo que constituye un estándar (sí/no)

estándar

6.- La valorización de lo ejecutado y lo planeado, sería una etapa de la comparación entre el estándar y lo que se está realizando. En caso de que exista una diferencia entre lo planeado y lo ejecutado es cuando se debe tomar la acción correctiva

planeado ejecutado acción correctiva

7.- Principio de Control.- Para que un control sea efectivo debe cubrir y regular el funcionamiento planeado. Es decir se debe buscar y lograr que la actividad se esté realizando de acuerdo con lo planeado

control

planeado

8.- Se analizarán en seguida los diferentes tipos de monedas, patrones o como los hemos llamado que son más usados: Cantidad, Calidad, Uso del tiempo y Costo.

estándares

9.- La determinación del volumen medio esperado de producción, de acuerdo a la actuación de los empleados más eficientes es lo que define un estándar de

cantidad

10.- El especificar las sumas de dinero a gastar en la adquisición de materias primas o publicidad es lo que implica un

estándar de costo

11.- El establecimiento de un programa a seguir en la realización de ciertas actividades constituye la implantación de un estándar de

uso del tiempo

12.- Por último, el definir las tolerancias que se pueden especificar en la realización de las actividades que permiten lograr los objetivos organizacionales es lo que define un estándar de

calidad

13.- Para poder comparar los resultados obtenidos se cuenta con los estándares de

cantidad, calidad, uso del tiempo, costo objetivos

y que nos indican si podremos o no lograr, por ese medio, los objetivos de la empresa.

14.- El establecimiento de puntos estratégicos de control nos permite el lograr una mejor comparación entre el estándar del plan y lo que se está realizando. Cuando surgen diferencias en la comparación se dice que existe una excepción.

comparación

15.- El control administrativo es más fácil concentrando la atención sobre las excepciones o variaciones entre lo planeado y lo

ejecutado o realizado

es lo que nos dice el Principio de Excepción. Se puede decir que donde el Principio de Excepción es válido, debemos colocar un punto de control.

excepción estratégico

- 29.- Los reportes especiales de control son el -
cuarto dispositivo de _____ . Estos
_____ son
los que investigan casos particulares en un tiem-
po y lugar definido.
- 30.- De acuerdo a lo anterior estos reportes se
realizan en forma (continua/no continua) _____
_____ y por el hecho de referirse a
situaciones particulares donde se presume existe
alguna desviación, constituyen una aplicación di-
recta del Principio de _____ .
- 31.- Cuando se realizan investigaciones periód-
cas, sobre actividades generales se está utilizan-
do el dispositivo de _____
_____ de control. En cambio in-
vestigaciones acerca de los procedimientos, un
cuestionario de un área específica de trabajo se
usan para elaborar _____ .
- 32.- El último dispositivo de control mencionado
es el de la _____ interna. Así por
ejemplo cuando el control de adiestramiento del
personal revisa las operaciones de las unidades
subsidiarias se está llevando a cabo una _____ .
- 33.- Los cinco _____
son: presupuesto, informes estadísticos de con-
trol, análisis del punto no pérdida-no ganancia,
reportes especiales de control y auditoría inter-
na.
- 34.- Los dos dispositivos que tienen que ver con
los análisis monetarios, costos y flujo de fondos
son: _____ y el _____ .
- 35.- El dispositivo que se utiliza en forma no -
continua y que está relacionado con el Principio
de Excepción es el de _____
_____ de control.
- 36.- Los dispositivos que se realizan en áreas -
específicas y en forma más o menos periódica son la
_____ y los _____
_____ de control.
- control, repor-
tes especiales
- no continua
- excepción
- informes es-
tadísticos
- reportes
especiales
- auditoría
- auditoría
interna
- dispositivos
de control
- presupuesto,
análisis del punto
no pérdida-no ge-
nancia
- reportes
especiales
- auditoría interna,
informes estadís-
- 37.- Para que en toda empresa no se pierda la -
continuidad en el flujo de las actividades es necesa-
rio que se utilicen como forma de control, los
_____ antes mencionados. _____ dispositivos
- 2.- SISTEMAS DE CONTROL Y CONTROL DE
LA ACTUACION HUMANA
- 38.- Los sistemas de control son aquellos que se
utilizan para determinar si los objetivos y metas
de la organización definidos en la función _____
_____ se están ejecutando correcta-
mente. Dichos sistemas se auxilian de los _____
_____ de control para cumplir su
cometido. _____ dispositivos
- 39.- El control centralizado es el _____
de control que se lleva a cabo en áreas específi-
cas de una empresa. Así el control de presupuestos
los departamentales a cargo del staff de finanzas
es lo que constituiría un _____
_____ control cen-
tralizado.
- 40.- El control personal es el que incluye el che-
queo y correcciones que realiza un supervisor a
un trabajador o grupo de ellos. Así el sistema -
de control que se realiza en áreas más específi-
cas y es de primera línea primordialmente es el
de control _____ . _____ personal
- 41.- Los sistemas de _____
_____ y control _____ son -
los que se deben ejercer de acuerdo a las teorías
clásicas de la Administración. Es lógico pensar
que los casos así obtenidos fluyen hasta (los nive-
les superiores/los niveles más bajos) _____
_____ los niveles
superiores.
- 42.- El tercer sistema es el auto-control. El in-
dividuo que instituye cambios en sus propios mé-
todos de trabajo con el fin de lograr mayor éxito
está practicando el _____ . _____ auto-control

43.- La supervisión realizada por los niveles altos de la empresa sobre áreas extremas de trabajo es lo que implica un _____.

El perfeccionamiento del individuo sujeta a un supervisor que cheque su trabajo contribuye la meta a alcanzar del _____.

El deseo de superación personal, la automotivación y la iniciativa del individuo para perfeccionar sus métodos de trabajo son consecuencia del _____.

44.- Desde el punto de vista de la Teoría y (unidad anterior) el sistema de control mejor es el _____ Según la Teoría X que establece que el hombre es incapaz de lograr nada por sí mismo, sería necesario el uso de los controles _____ y _____.

45.- Porque fomente el sentido de responsabilidad y brinde una cierta libertad en la elección de los métodos de trabajo y estrategias a seguir el sistema de control ideal sería el _____.

CONSECUENCIA DE LA APLICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

46.- El éxito de los _____ de control se basa, en que sean aceptados por los individuos a quienes se aplica. Por desgracia los estudios del comportamiento humano han demostrado que el hombre generalmente (acepta/rechaza) _____ los sistemas de control.

47.- Los sistemas de control producen en el hombre un rechazo que se traduce en un incumplimiento del deber. El _____ o resistencia a dichos sistemas se debe generalmente a las siguientes causas:

- 1) El control tiende a romper la imagen propia de la persona.
- 2) El no aceptar los objetivos de la empresa.
- 3) La creencia de que los estándares exigidos son demasiado altos.

control centralizado

control personal

auto-control

auto-control

centralizado personal

auto-control

sistemas

rechazo

rechazo

4) No gustarle que se asigne el control a determinados grupos de la organización.

48.- El hecho de que la mayoría de los reportes o informes de control, muestran sólo las deficiencias en la actuación de la persona, hacen que sean (aceptados/rechazados) _____ ya que tienden a _____ la imagen de la propia persona.

49.- Ahora suponiendo que el individuo acepta el control como un medio para conseguir sus deficiencias es necesario, además, que los objetivos de los sistemas de control le hagan sentir que vale la pena. _____.

50.- Así otra de las razones por las que se rechazan los sistemas de control es porque existe incompatibilidad entre los _____ de la persona y los de la organización.

51.- Si un empleado siente que lo que le están exigiendo es demasiado para sus aptitudes o habilidades, puede deberse a que los _____ son muy altos y por ello (admite/no admite) _____ que se le controle.

52.- Por ejemplo la fijación de volúmenes de ventas a un vendedor basadas en su desempeño anterior es más fácilmente (aceptada/rechazada) _____ que si se aplica un volumen estándar sin tener en cuenta la experiencia.

53.- Se establece que un individuo rechaza los _____ de control cuando no le gusta, que para tal efecto, hayan asignado a un determinado _____ Es de esperarse que un control ejercido por los mismos compañeros su (acepta/rechaza) _____ en tanto que un control proveniente de un staff de "altura" sea aceptado/rechazado) _____.

54.- Se han visto hasta ahora, las razones por las que se _____ un sistema de control, que trae como consecuencia un incumplimiento del deber. Un individuo no cumple con su _____ Arca la percepción del peligro.

rechazados romper

(sin respuesta)

objetivos

estándares

no admite

aceptada

sistemas

grupo

acepta

rechazado

rechaza

deber

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 superior y subordinado, 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 se resaca la _____ y con ella la falta de _____ del deber.

subordinados
percepción del peligro
cumplimiento

58.- Se puede concluir que los sistemas de control tienden a promover y a acentuar 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 _____ o patrón para evaluar el trabajo. Entonces el éxito del control consiste en la determinación del nivel del estándar apropiado, ni muy alto porque puede ser irrealizable y por otro lado 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 actitudes 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 capítulo 59, se logra con éxito de _____ a la causa y ello se logra cuando el individuo logra la _____ de los metas u objetivos.

dedicación
percepción

63.- Mayor será la _____ 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.- Teniendo en mente estas ideas, se puede en el 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 las _____ deberá 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.- Ésto puede parecer engorroso y lento, pero su éxito en la convicción de que el tiempo empleado en lograr la identificación de los objetivos, actividades propias de la función _____ equivale compensado de sobra con el tiempo que se ahorrará en la solución de problemas posteriores.

planeación

68.- Así definidos en forma concreta 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) _____ posarse dedicarse por entero a la causa.

fácil

69.- El sistema orgánico de control basado en lo antes expuesto tendría una aplicación (igual/muy distinta) a los sistemas convencionales, ya que si se ha logrado el grado la entera el logro de los _____, lo primero, para realizar un _____, afectivo, será proporcionar ayuda a los subsistemas (departamentos) en su esfuerzo por alcanzar los niveles acordados en común.

70.- La función de las unidades administrativas en el sistema _____ será la de proporcionar a cada uno de los niveles de la empresa la información relativa a su funcionamiento para que pueda utilizarla a este fin.

71.- Así cada subsistema tendrá que dar cuenta de sus actividades al sistema inmediato superior, periódicamente indicando el desarrollo alcanzado, la exposición de los problemas encontrados y de los planes para resolverlos. Esto elimina la utilización de grupos especiales de control que nacieron (más caro/más barato) el control.

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 obtener un cumplimiento pasivo, sino en capacitar a todas las secciones a lograr los _____ propuestos.

73.- Así el sistema _____, motiva al empleado a corregir sus errores y a ejercer sobre el mismo un control de sus movimientos. El auto-control es la mejor manera de responsabilizar al individuo y lograr el _____ de su saber y su mayor _____ a través de alcanzar los objetivos de la empresa.

74.- El _____-control desarrollado en base al estudio de situaciones particulares, producidos, a su vez de las necesidades e incitaciones del individuo y que se ejerce por medio de informes de los sistemas al sistema superior, a base de _____ y _____ es lo que constituye el _____ de control.

muy distinta

dedicación
objetivos
control

orgánico de
control

más caro

objetivos

orgánico de
control

auto

cumplimiento
dedicación

auto

sistema orgánico

CONTROL DE CANTIDADES

El control de las cantidades es muy usual en la industria de la Construcción. Conocida desde la planeación la cantidad de una obra de terminada por unidad de tiempo (hora, día, mes) que se requiere producir es muy fácil utilizar esa cantidad planeada como estándar. A medida que se desarrolla la obra pueden irse afinando los estándares.

En el proceso de planeación se determina primero un estándar ideal o teórico, esto es la cantidad de obra que puede 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 ven controlando las cantidades por lapsos cortos con el control concable 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 agricultura el jefe de la planta recibe un informe de producción por turno, el superintendente de maquinación recibirá un informe condensado de producción semanal y el superintendente general este mismo informe pero mensual. Esto sucede desde luego si no hay desviaciones significativas. Si las hay el sistema de control debe ser capaz de alertar hasta un nivel que pueda tomar las decisiones que corrigen aquellas fallas del proceso que estaban provocando una falta de producción respecto a los estándares.

Esto se hace en diferentes formas. El superintendente de maquinación puede por ejemplo decirle al jefe de la planta que debe avisarle si la producción de cualquier turno de 2 hrs. es inferior en 10% al estándar por turno. El superintendente general podrá enterarse si la producción semanal es 10% inferior al estándar semanal. Esto desde luego facilita la operación organizada de control.

Es muy común que al reporte de control se lo añada una serie de datos estadísticos que sirven para tomar decisiones en caso de que exista alguna desviación.

Siendo el ejemplo de la planta de agregados el reporte debería contener aquellos datos que permiten ubicar las causas de alguna posible desviación. Por ejemplo el número de horas paradas de la máquina por cualquier causa indicando dichas causas o no, demoras causadas por deficiencias en el suministro, deficiencias en el almacenamiento, fallas en el personal, etc.

Si todos estos datos se llevan a lo largo del trabajo esto permitirá que además de llevar el control y facilitarse las decisiones se pueda revisar periódicamente las causas de las demoras para poder, por ejemplo, replantear el proceso o 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 en función de la experiencia acumulada si por parte indicado.

En realidad el control es un proceso de normalización, estas es, un sistema que toma muestras, las compara con el estándar y en caso de desviaciones significativas actúa sobre el proceso de producción para representarlo a la producción pichessa.

El reporte de control permite pues a los diferentes funcionarios que manejan el proceso tomar decisiones. Estas decisiones son de diferente tipo y podríamos dividir las 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 descompone 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 defectuoso
- 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 conlleva una decisión preventiva si se toma antes de que esta causa de demoras 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 durante los días grandes 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 insumos que se van utilizando en la obra.

El conjunto de estas cuentas se denomina catálogo de cuentas de costos, y pueden dividirse en 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 estriado, 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 insumo, así pues cada una de estas cuentas podría llevar las siguientes sub cuentas:

- a) Obra de Mano
- b) Materiales
- c) Maquinaria
- d) Acarreo
- e) Desajustes

El control de costos compara las cantidades erogadas por cada una de las cuentas y sub cuentas con las supuestas 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 manuales 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 máquina 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 hacer que el costo real sea igual o menor 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 desparan 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 dé 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 computaciones electrónicas, en general el uso de computadores está restringido a aquellas áreas de trabajo en donde se tenga una máquina, carcasa, ya que la transmisión de datos máchua por teléfono o radio 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 requieran 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 idóneo de contabilidad y costos de la empresa.

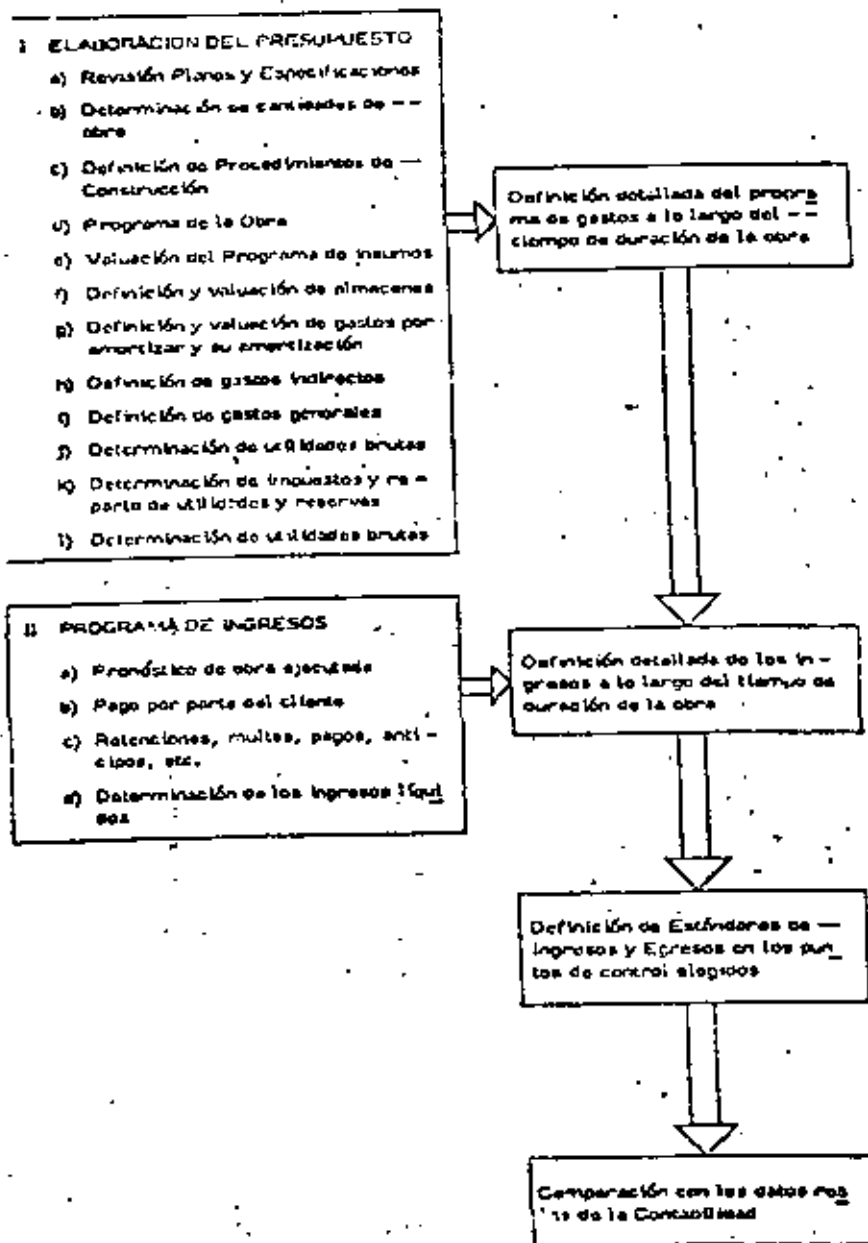
En general puede decirse que un sistema integrado de control presupuestal en una empresa de construcción tiene limitaciones e inconvenientes que algunas veces anulan a las invaluables ventajas que tiene el sistema.

Entre los inconvenientes que presenta pueden mencionarse:

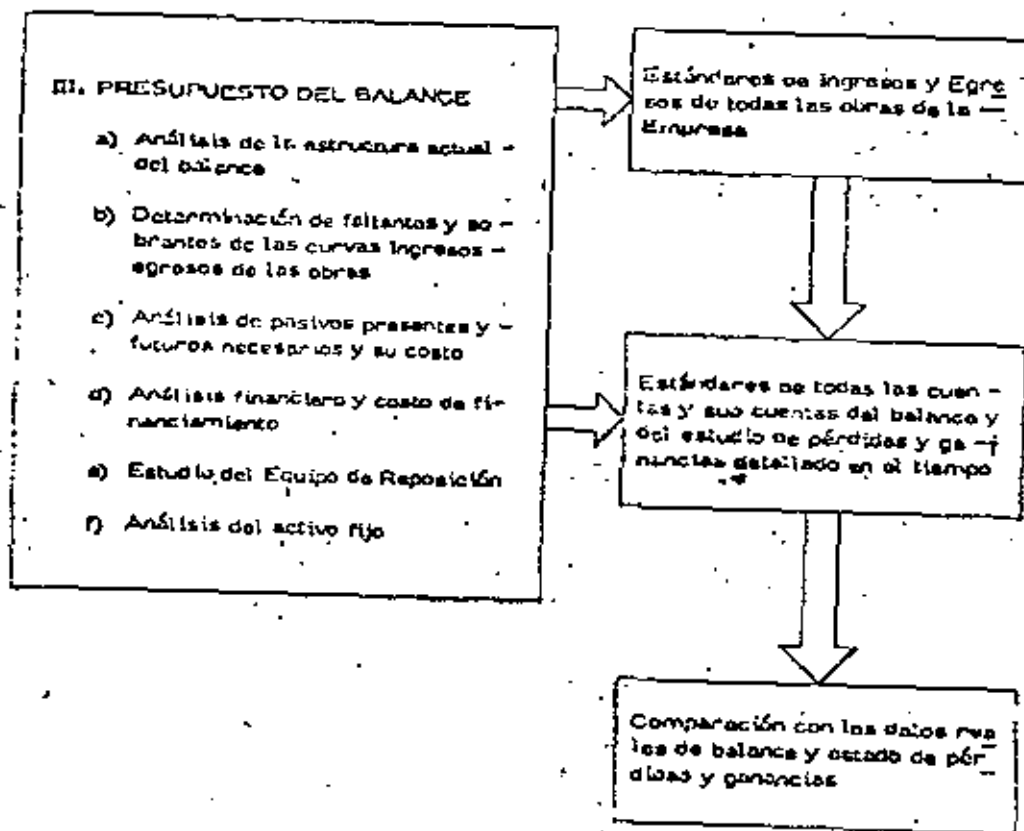
- Los presupuestos deben modificarse continuamente debido a las variaciones en programas y volúmenes que tienen la mayor parte de las obras de construcción en nuestro país.
- Al implantar el sistema no se deben esperar resultados completos a corto plazo.
- Existen obstáculos psicológicos importantes, 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 en obras de construcción puede definirse como el siguiente:



El control presupuestal a nivel de empresa podría esquematizarse así:



Como en los casos anteriores desviaciones significativas originan de inmediato orientaciones 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 los 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 éstos generalmente revela 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 radicalmente 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

procedimientos de control especiales, y lo mismo puede decirse de los centros de producción en serie. Por lo tanto, los cálculos de cuentas de costos y los sistemas de información correspondientes tienen que diseñarse para las necesidades de cada empresa y las características de cada tipo de obras.

- 2.7 Los controles deben indicar rápidamente las desviaciones. Ya se hizo notar anteriormente la importancia del "tiempo de respuesta" de un sistema de control. Los sistemas de contabilidad tradicionales generalmente tienen un tiempo de respuesta excesivamente largo; debido a que tienen que satisfacer diversos requisitos legales, además de servir para el control financiero de la empresa, deben ser meticulosamente exactos y registrar únicamente transacciones completamente terminadas y ordenadamente documentadas. Por lo tanto, su funcionamiento es lento y un tanto inflexible. El control de los costos requiere el establecimiento de un sistema de información más ágil y flexible, que permita conocer rápidamente las desviaciones de los planes y apreciar con igual rapidez los efectos de las medidas correctivas. El procesamiento electrónico de datos constituye una valiosa herramienta para lograr sistemas de control de respuesta rápida. Es importante, sin embargo, que exista una fuente de datos común para el sistema contable y el de control de costos, de tal manera que exista armonía y complementariedad entre ellos.
- 3. Los controles deben mirar hacia adelante. A este respecto debe tenerse presente que los sistemas contables están generalmente orientados al pasado, es decir, tienen el carácter de registros de las transacciones realizadas en el pasado. Por lo tanto, se concluye como en el punto anterior, que es necesario establecer sistemas de control de costos orientados al futuro o lo que es lo mismo, capaces de predecir las consecuencias de las desviaciones de los planes. Los sistemas de programación y control de obras por redes de actividades constituyen instrumentos idóneos para proyectar hacia el futuro el efecto de las desviaciones presentes.
- 4. Los controles deben señalar las excepciones en los puntos estratégicos. Se hace referencia aquí al principio de control por excepción, según el cual el ejecutivo debe concentrar su atención en los casos de excepción, es decir, en aquellos en que la realidad se aparta de las normas o planes establecidos. Los sistemas de programación por redes críticas, al señalar claramente la secuencia de actividades cuyo cumplimiento es crítico para la consecución de la meta pre-fijada, facilitan la identificación de los puntos críticos. Para poder apreciar las desviaciones significativas en los costos, es indispensable que los presupuestos-

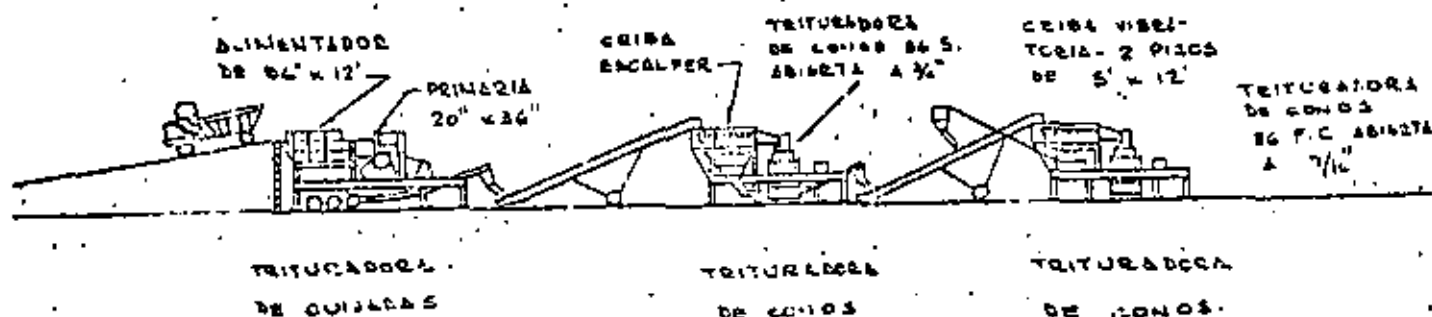
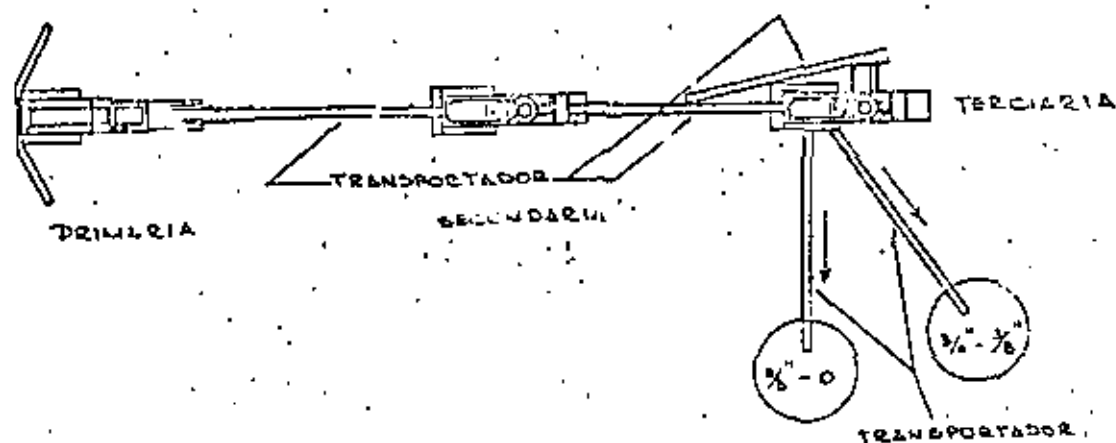
y estimados de costo sean enteramente congruentes con el programa de obra aprobado y se elaboren mediante un análisis de las frecuencias de ocurrencias por realizar. Podrá así advertirse fácilmente cuándo el costo se aparta en forma inconveniente del presupuesto y de los estándares pre-fijados.

- 5. Los controles deben ser objetivos. Es necesario subrayar aquí nuevamente la importancia de basar el control de costos en un buen estimado de costo. Sin él, la apreciación que pueda hacerse respecto a los costos observados en la obra se convierte en un proceso totalmente subjetivo y de escasa significación. Cuando el estimado de costo se integra con el programa de obra, de tal manera que se fija un costo directo para cada actividad, el control de costos adquiere máxima objetividad y oportunidad.
- 6. Los controles deben ser flexibles. Con frecuencia, diversas circunstancias fuera de control del ejecutivo hacen que se tenga que cambiar los planes. Los sistemas de control de costos deben poder adaptarse fácilmente a estos cambios sin perder su validez y utilidad. Sucede en ocasiones que al elaborar un programa por CPM, se origina darle un carácter estático e inflexible, que lo hace obsoleto rápidamente, debido a que no se ha previsto su frecuente revisión y actualización, de acuerdo con los cambios propuestos por las circunstancias. Los estimados de costo deben mantenerse consecuentemente actualizados para que siempre reflejen en forma realista las metas alcanzables.
- 7. Los controles deben reflejar el modelo de organización. En una buena organización las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidos. Es indispensable que los sistemas de control prueben a cada ejecutivo de una información congruente con sus responsabilidades. Se infiere la necesidad de establecer reportes de costos adecuados a cada nivel administrativo. Así por ejemplo, el reporte que recibe el responsable de una fase de la obra será más detallado y más específico que el que recibe el superintendente general de la misma, y el que éste reciba, más detallado y más general que el que se da al gerente de la empresa constructora.
- 8. Los controles deben ser sencillos. Deben distinguirse claramente el volumen de información y el valor de la información. Un mayor número de datos no significa necesariamente mejor información; por el contrario, en muchas ocasiones el exceso de información provoca incertidumbre, indecisión o incapacidad para interpretar adecuadamente la gran cantidad de datos que se reciben. Por lo tanto, hay que establecer un equilibrio adecuado

de entre la cantidad de datos que conviene generar y el costo de procesamiento y distribuirlos para convertirlas en información utilizable. En general sólo debe proporcionarse la información indispensable para que cada ejecutivo pueda tomar las decisiones que le competen.

9. Los controles deben ser comprensibles. Los reportes de costos deben tener siempre una interpretación fácil y presentarse en forma inmediatamente utilizable. Resulta de poca utilidad los datos de costos que el ejecutivo deba todavía procesar y analizar para que alcancen significado.
10. Los controles deben incluir una acción correctiva. Ya se expresó anteriormente que si no hay acción correctiva no existe control. Por lo tanto, los informes de costos deben presentarse de tal manera que se puedan apreciar claramente las causas de las desviaciones, los responsables de las mismas y las medidas que pueden adoptarse para corregirlas.

INSTALACION PORTATIL



2,

PRODUCCION REAL ESPERADA

80 TON. CORTAS.

$$\begin{aligned} 80 \text{ Ton. C.} &= 0.454 \times 2000 \times 80 \\ &= 81720 \text{ kg} \\ &= 81.72 \text{ ton.} \end{aligned}$$

a) HORARIA :

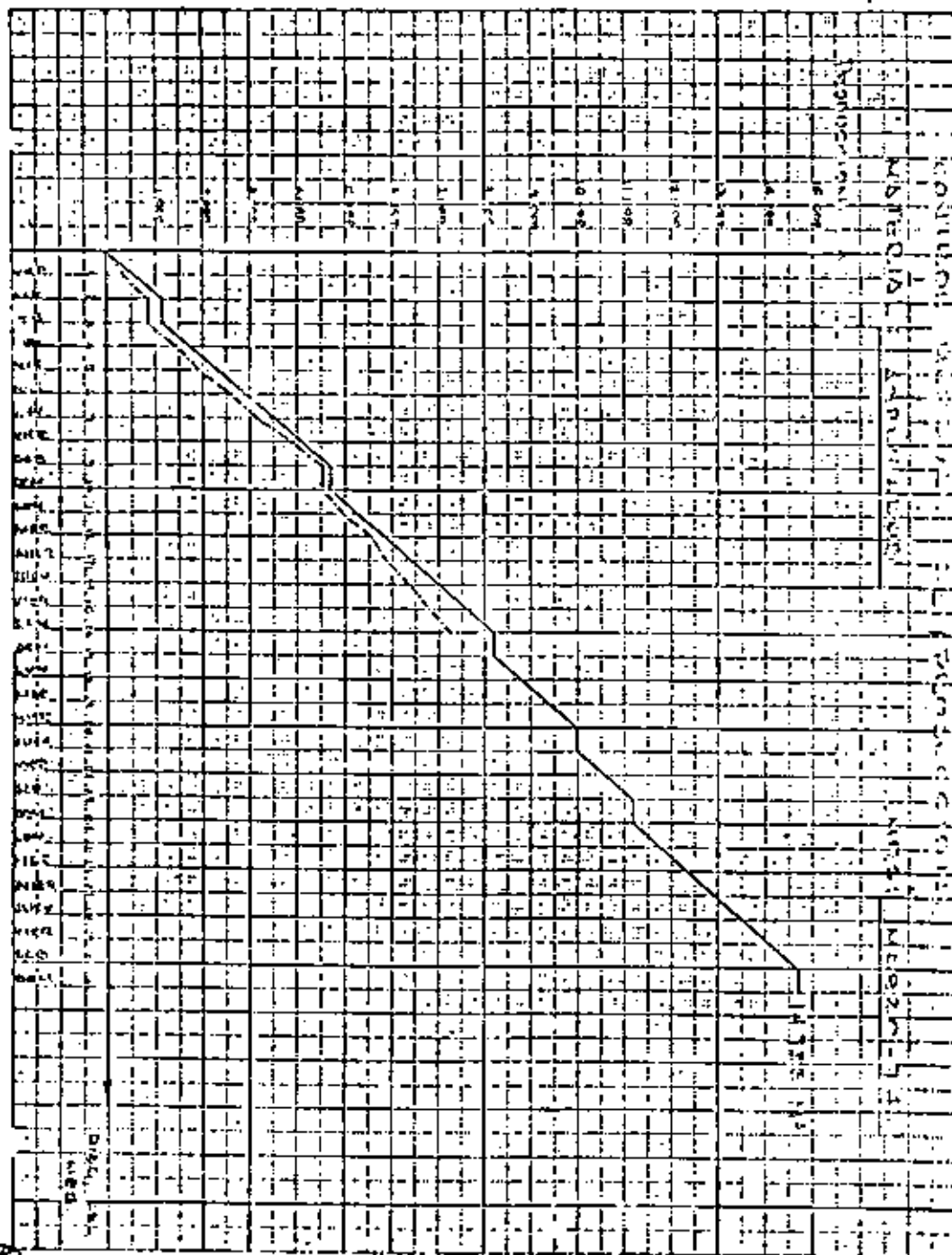
$$P_h = \frac{81.72 \text{ ton/cor.}}{1.5 \text{ ton/m}^3} \times 0.70 = 38 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

b) MENSUAL :

$$\begin{aligned} P_m &= 38 \frac{\text{M}^3}{\text{Hr}} \times 15.5 \frac{\text{Hr}}{\text{Día}} \times 25 \frac{\text{Día}}{\text{Mes}} \\ &= 14725 \text{ M}^3/\text{mes} \end{aligned}$$

c) DIARIA :

$$P_d = \frac{14725 \text{ M}^3/\text{mes}}{25 \text{ Día/mes}} = 589 \text{ M}^3/\text{día}$$



INFORME DIARIO DE PRODUCCION DE AGREGADOS

OBRA : 28

FECHA: VIER.-13-III-74

TIEMPO TEORICO OPERACION : 15:20 HRS.

TIEMPO REAL DE OPERACION : 7:20 HRS.

NUMERO DE DEMORAS : 8

EFICIENCIA : 47.5 %

PRODUCCION REAL : 400 M³

CAUSA DE DEMORAS	HORAS PERDIDAS	% EFIC. PERDIDA
FALTA DE MATERIAL	0:30	3.9 %
PIEDRAS ATORADAS	2:00	12.9
REPARACION PLANTA LUZ	1:10	7.5
REPARACION TRIPLE	1:30	9.7
SOLDANDO MALLA	1:10	7.8
FALTA ENERGIA ELECT.	0:35	3.7
REPARACION CRIBA	0:40	4.3
FALTA DE MATERIAL	0:35	3.7
TOTAL	8:10	52.8 %

(29)

INFORME DE PRODUCCION SEMANAL

(30)

OBRA : 28

PERIODO DEL : 11-III-74 AL 16-III-74

PRODUCCION ESPERADA : 2554 M³

PRODUCCION OBTENIDA : 2400 M³

EFICIENCIA : 51.2 %

DIAS	PRODUCCION EN M ³	% EFICIENCIA
LUNES	600 M ³	59.0 %
MARTES	525	62.0
MIERCOLES	800	55.5
JUEVES	425	50.2
VIERNES	400	47.4
SABADO	450	53.1
TOTAL	2400 M ³	51.2 %

CAUSA DE DEMORAS	% HRS. PERDIDAS
FALTA DE MATERIAL	2.1
PIEDRAS ATORADAS	23.1
REPARACION PLANTA DE LUZ	5.2
REPARACION TRIPLE	6.1
SOLDANDO MALLA	5.2
FALTA ENERGIA ELECT	1.4
REPARACION CRIBA	1.8
REPARACION VIBRADOR	3.5
REPARACION MOTOR	0.4
	41.8



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

MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACIONES Y TERRACERIAS

COMPLEMENTO A LOS APUNTES DEL ING. VICENTE SAISO SEMPERE

SEPTIEMBRE, 1983

①

~~El 80% de los activos de las empresas constructoras~~ lo consti-
tuyen las ~~máquinas y equipos~~, ya sean pesados o ligeros y por
tanto representan el renglón más importante en inversiones --
que tienen las constructoras. Es ilógico que esa inversión, --
que además es el pilar de la producción de la empresa no cuen-
te con el personal seleccionado y capacitado para que se en-
cargue de su operación y mantenimiento.

La mayoría de las empresas de construcción no se preocupan --
por cuidar su equipo sino hasta que ya tienen entre sus manos
15 ó 20 máquinas y una inversión que sobrepasa los \$ 20 millo-
nes de pesos. Entonces se dan cuenta que tienen una inver-
sión altísima y que nunca han cuidado su productividad y mante-
nimiento. Para ello deciden que lo mejor es contratar a una
persona, de preferencia ingeniero mecánico, que tenga experien-
cia en éste trabajo y al cual le van a confiar la labor de --
que en corto plazo haga que toda esa maquinaria quede en per-
fectas condiciones, sin tomar en cuenta que:

1. ~~Hay muy poco personal especializado~~ en ese campo y por --
tanto será difícil encontrarlo.
2. Que las ~~máquinas~~ que le quieren entregar a esa persona ~~no~~
~~tienen historia escrita~~ de los cuidados, reparaciones y --
uso, y que por tanto no será posible en poco tiempo enta-
rarse de cual es el comportamiento que se puede esperar --
de ellos.
3. Que esa persona ~~no puede cambiar la mentalidad de todo el~~
personal de la empresa que por años ha descuidado las má-
quinas y que por tanto la solución del problema no se re-
duce a contratar un ingeniero, sino que deberán estructu-
rarse un conjunto de políticas que permitan que permitan-
que la acción con la maquinaria sea positiva.
4. Que al crear el ~~departamento de Maquinaria~~, automáticamen-
te se generan ~~problemas de autoridad~~ con los superinten-
dentes de obra que deberán preverse, y que solo con un --
programa bien estructurado, su difusión adecuada y el con-
vencimiento a los superintendentes para que actúen apoyan-
do la nueva estructura, podrán obtener resultados positi-
vos.

En México todos los problemas relacionados con la organización de las empresas tienen como primer obstáculo el escaso interés de los empresarios en mejorar sus sistemas de organización, que se apoyan en la tesis simplista de que si en la forma en que trabajan les ha ido bien no hay necesidad de sofisticar y complicar a la empresa, sin darse cuenta de que los resultados que han obtenido podrían haber sido mejores si hubieran implementado sistemas de trabajo, selección y capacitación adecuados a las necesidades de la empresa.

PLAN PARA SELECCIONAR Y CAPACITAR AL PERSONAL DE MAQUINARIA

Lo más importante, antes de querer implantar sistemas de selección y capacitación, es llevar a cabo una campaña de sensibilización y motivación entre los ejecutivos, ya sean gerentes ó superintendentes que se verán involucrados en la aplicación del sistema. Por otra parte debe hacerse la presentación del plan sin entrar en aspectos concretos con el fin de que los responsables puedan intervenir en su elaboración, pues al tener el plan ideas suyas pondrán más interés en que resulte satisfactorio.

Por lo general (~~y aquí un ejemplo de Bufete Industrial, que tiene una organización profesional en todos sus niveles~~), en las ~~Obras el amo y señor es el Superintendente y en~~ la mayoría de las ocasiones sus conocimientos mecánicos dejan mucho que desear, pues su profesión, la ingeniería civil en la mayoría de los casos, no le dá conocimientos en el área mecánica.

Sin embargo, él es el que toma las ~~decisiones en todos los aspectos de la obra, sean administrativos de producción o de mecánicas~~. Si éste Superintendente no cuenta con el ~~respaldo de un intendente de maquinaria competente y a un nivel dentro de la obra adecuado~~, sus decisiones serán siempre influidas por los residentes de frente. Esto quiere decir que, si el ~~intendente de maquinaria opina que una máquina debe pararse de inmediato, y el residente de frente desea a toda costa seguirla trabajando~~, por lo general decidirá que la máquina trabaje, porque al no tener conocimientos mecánicos suficientes, los argumentos de producción le parecerán más convincentes.

Esto nos lleva a la necesidad de que, para poder aplicar un sistema de selección y capacitación, ~~debemos empezar por capacitar a los responsables de llevarlo a la práctica, pues si no fracasaremos, como ya dijimos antes.~~

La capacitación de gerentes y superintendentes no tendrá como objetivo el que aprendan a reparar el equipo, sino que separar las decisiones adecuadas a su nivel y a las políticas que la empresa considera más convenientes.

La mayoría de las empresas constructoras establecen como política general que los talleres de campo se dediquen exclusivamente a labores de mantenimiento preventivo y de intercambio de piezas o componentes dañados. Esto es lógico, pues por lo general los talleres en las obras no cuentan con instalaciones herméticas que aislen del polvo, enemigo número uno de las máquinas, y por tanto una reparación en campo corre riesgos de que el polvo se infiltre entre las piezas, provocando daños a corto plazo; tampoco se cuenta por lo general en estos talleres con la herramienta, el equipo de medición y los manuales de servicio que permitan garantizar la calidad y la duración de la reparación, lo que acarrea que una reparación hecha en el campo sin contar con estos elementos no se puede asegurar que dure el tiempo que debería. Por ejemplo, el overhaul de un motor, que hecho en un taller con todos los elementos, deberá durar 6000 horas, si se hace en el campo es muy posible que a las 300 ó 500 horas tenga problemas, lo que hace que el costo de la reparación se eleve a 20 veces sobre lo debido.

Por tanto la obra debe estar organizada para dar el mantenimiento preventivo y hacer el cambio de las piezas o componentes que se dañen, sea por accidente o porque llegaron al término de su vida normal.

Para ello el superintendente deberá saber con certeza que es mantenimiento, que es intercambio y que es reparación y cuáles son los trabajos mecánicos que no se deben llevar a cabo en la obra. En todo caso, debe solicitar la intervención del Taller Central para decidir que se debe hacer cuando hay duda. Es muy frecuente que en la obra se sobrevalore la capacidad técnica de los elementos con que se cuenta y se desarrollen trabajos mecánicos que son antieconómicos y hasta contraproducentes.

Si la Intendencia de Maquinaria de la Obra actuara con firmeza en los aspectos de mantenimiento y supervisión de operación, se lograría una mejoría notable en la productividad y disponibilidad de los equipos. Si las cuadrillas de mantenimiento en sus revisiones diarias vigilaran que todos los manómetros y medidores de la máquina funcionen bien; que los tapones de gasolina, agua y aceite se limpien y estén en buenas condiciones; que los niveles de aceite se chequeen antes de cada turno; que los operadores reporten las fugas o fallas que detecten, etc.; los problemas con las máquinas disminuirían mucho y si a eso aunamos el control por escrito de todas las intervenciones de los mecánicos en cada máquina para contar con su historia, pues entonces la disponibilidad de los equipos se incrementaría notablemente.

Alguien puede decir, todo esto se ve muy fácil, pero a la hora de ponerlo en práctica es muy difícil, porque no se cuenta con el personal idóneo. El que diga esto tiene razón, si partimos de la base del elemento humano con que contamos y los sistemas arcaicos de contratación que usamos, pero si cambiamos esto los resultados serán espectaculares.

~~Para seleccionar al personal tanto mecánico como de operación~~ deberemos tomar en cuenta los siguientes factores que son los que mayor influencia tienen en la problemática del equipo:

1) La maquinaria de construcción tiene una ~~tecnología compleja y sofisticada~~ y por tanto debe hacerse cargo de ella personal con una ~~escolaridad~~ y conocimientos acordes a complejidad

2) La ~~productividad~~, combinada con el ~~cuidado de la máquina~~ solo pueden lograrse con ~~personal capacitado y responsable~~.

3) La ~~mínima escolaridad~~ que debiera requerirse, pues es la que permitirá la comprensión de los problemas es ~~la secundaria~~ ~~tanto para mecánicos como operadores~~ y la ~~preparatoria~~ ~~para sobrestantes y otros niveles similares~~.

4) Por lo general el personal que tiene estos niveles de escolaridad, ~~no se interesa en estos trabajos~~ debido a que tienen un ~~bajo prestigio social~~ y ~~sobre todo~~ porque desconoce las posibilidades de ingresos que se pueden lograr.

Por ello es tarea inaplazable el llevar a cabo una campaña permanente para prestigiar socialmente estos trabajos y pugnar por contratar a las personas que tengan la escolaridad adecuada.

Para seleccionar al personal deberán además hacerse exámenes previos por escrito y luego pruebas en el trabajo con la supervisión del Intendente de Maquinaria, que deberá poder vetar operadores cuando vea que su forma de trabajar es nociva al equipo.

En cuanto a la capacitación, lo ideal es formular programas sencillos que, se puedan exponer previamente al inicio del trabajo y que sean recalcados durante el trabajo mismo por un instructor, que les mostrará las formas de trabajo, de usar las herramientas y equipos y supervisará el trabajo individual.

En una obra con maquinaria no debe escatimarse un sueldo y por ello es que se recomienda ~~que las constructoras tengan~~ ~~instructores en el trabajo~~, que según la magnitud de las

obras puede estar ~~de planta en una, o servir a varias obras de~~ la empresa.

Así mismo ~~deberá haber un supervisor que certifique~~ la operación de las maquinas y de los talleres de las obras y valore la calidad de trabajo de todos.

El personal mecánico y obrero deberá estar participando en -- cursos de capacitación en la empresa o fuera, así como todo -- el demás personal.

Se considera que hay ~~3 niveles de trabajo, el obrero, el téc-~~ nico y el especialista:

- 1° El ~~obrero~~ deberá tener ~~de 100 a 150 horas~~ al año de cursos de capacitación o actualizaciones.
- 2° El ~~técnico, como ingenieros o administradores,~~ tendrá hasta ~~15%~~ de su tiempo de trabajo ocupado en cursos.
- 3° El ~~especialista~~ puede llegar a tener ~~hasta el 80% de su~~ tiempo en estudio, porque cuando se le necesite resolverá problemas de gran envergadura.

Como se verá la labor que tenemos por delante no es fácil, -- pues implica entre otras cosas hacer cambios en las estructuras de trabajo y dedicar tiempo a promover entre personas que actualmente no se interesan en la maquinaria, el que cambien su actitud mental, esto puede ser una tarea que rendirá frutos a largo plazo, pero para México y para la Industria de la Construcción el tomar cartas en el asunto es ya inaplazable, -- pues si no el déficit de personal calificado crecerá en la medida en que crezca la industria.

De inmediato las medidas más adecuadas serán las de tener supervisores e instructores y el tratar que en el área de maquinaria el personal tenga como mínimo la primaria terminada, -- que aunque este nivel de escolaridad no es el ideal por lo que nos es un nivel mejor que los que en la actualidad tenemos.

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

(6)

Tratar de exponer ó explicar todo lo concerniente a "MANTENIMIENTO" en un resúmen como el presente es tarea muy difícil, y temeraria, quizás hasta imposible por los grandes alcances que el tema tiene y las derivaciones que de él emanan.

Por lo tanto, al tratar éste tópicó, lo haremos concretamente sobre el "Mantenimiento de la Maquinaria y Equipo de Construcción" en todos sus aspectos. (Maquinaria Mayor, Menor y Vehículos, Etc.).- Tratando de lograr interesar a todos los que en forma directa o indirecta se ven involucrados en las múltiples actividades de la Maquinaria y Equipos de Construcción - en LA IMPORTANCIA ACTUAL DEL MANTENIMIENTO.

Al fijar nuestra atención en la Maquinaria, nos daremos cuenta de ciertos "Síntomas de degradación" de sus componentes y de los factores que incrementan la importancia y necesidad del Mantenimiento. En consecuencia de lo anterior, al conocer los factores que se deban controlar, éstos se convierten en los OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.

Es importante anticipar que el Mantenimiento tiene un COSTO que se debe analizar buscando el equilibrio con los COSTOS DE OPERACION. Esto quiere decir que el Mantenimiento, requiere CONTROL Y PLANEACION, con diferentes técnicas de aplicación y programación.

Otra consecuencia del Mantenimiento es la instalación, operación y Administración de Talleres de reparación y reconstrucción, así como las instalaciones de apoyo necesarias como las de lubricación, almacenes, etc. En fin, sería muy largo discutir o tan solo mencionar todas las operaciones ligadas con éste tema, tales como la medición del tiempo, y la eficiencia del mantenimiento, control de trabajos, clasificaciones, motivaciones y reportes; por lo tanto esperamos que quienes asisten a éste curso puedan posteriormente motivados por las dudas o curiosidad que de éste se desprendan, puedan hacer un estudio más concienzudo de los diferentes aspectos que el Mantenimiento involucra.

Agregaremos por último, que las actividades del Mantenimiento son "dinámicas"; es decir que están en constante cambio, por lo que es posible que alguna ó algunas de las cosas que en el

1. GENERALIDADES

2

Con la introducción de la Maquinaria Pesada dentro de los métodos modernos de Construcción, ha sido necesario catalogar ciertas actividades involucradas íntimamente al uso y aprovechamiento del equipo; éstas actividades se conocen generalmente como:

MANTENIMIENTO:

Se denomina mantenimiento, a aquella serie de actividades que dirigida por una persona o grupo de personas, tiene como fin lograr y asegurar el aprovechamiento más ventajoso de las máquinas y equipo que otros elementos de una organización necesitan para el desempeño de sus funciones y obtener la óptima recuperación de la inversión. Esta inversión puede ser maquinaria, materiales o mano de obra.

Visto el mantenimiento como se definió anteriormente, se entiende que debe ser una función integral o parte muy importante de cualquier organización pues maneja una fase de las operaciones de dicha organización.

El campo de acción de las actividades de mantenimiento difiere en la práctica para cada tipo de actividad y de empresa y es influenciado por el tamaño de la empresa y la política de la misma.

No obstante, es posible agrupar las principales actividades y clasificarlas en la siguiente forma:

- A. Funciones primarias, que son la justificación misma del mantenimiento y
- B. Funciones secundarias, que son aquellas que por conveniencia, experiencias anteriores, ó porque no hay otra división lógica dentro de la empresa, se delegar también en el departamento de servicio o mantenimiento.

Para los fines que nos ocupan analizaremos únicamente las funciones primarias que podemos agrupar en la siguiente forma:

FUNCIONES PRIMARIAS:

~~1. Mantenimiento del equipo y maquinaria de la empresa.~~

- a) ~~Mantenimiento preventivo~~
- b) Mantenimiento predictivo
- c) Mantenimiento correctivo.- Reparaciones menores y reparaciones mayores.
- d) Mantenimiento por conjuntos o componentes.

2. Lubricación e inspección del equipo
3. Servicios de generación y distribución
4. Reforma al equipo existente
5. Nuevas instalaciones de equipos

C. Administración de servicio

- a) Control de equipo
- b) Recuperación
- c) Control de personal, etc.
- d) Programas

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

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

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

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

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

La característica principal de éste tipo de mantenimiento es-

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

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

Este mantenimiento predictivo nos proporciona: el Programa de Mantenimiento Preventivo; pronóstico de cambios y reposiciones; datos para el reemplazo económico. Esto significa pues que con el Mantenimiento Predictivo de aplicarse adecuadamente se han acabado los siguientes problemas:

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

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

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

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

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

MANTENIMIENTO POR CONJUNTOS O COMPONENTES.

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

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

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

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

Los componentes de principal movimiento son:

Motores Diesel

Transmisiones hidraulicas (automáticos y semi-automáticos)

Embragues de dirección

Motores de arranque (marchas)

Alternadores y Generadores, etc.

Objetivos de un Sistema de Mantenimiento.

Ya mencionamos que de las ventajas fundamentales del mantenimiento es aumentar la productividad, y es así el objetivo básico de la planeación del mantenimiento es decir maximizar la productividad, lo cual nos hace pensar en la relación producción-costos.

De modo que un sistema de mantenimiento orientado hacia este objetivo tratará de maximizar producción y minimizar costo.

MANTENIMIENTO EN GENERAL

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

MANTENIMIENTO POR CONJUNTOS.

Mantenimiento de Rutina

Servicios Periódicos de Mantenimiento

100, 200, 500
1000, 4000 Hrs

Inspecciones físicas del equipo

Servicios de lubricación y engrase

Análisis Estadístico

Pruebas de Diagnóstico

Pruebas de Campo

Equipos de diagnóstico

Análisis de Laboratorio

Análisis de Desgaste de metales

Programa de Reparaciones Mayores.

ADIESTRAMIENTO

Métodos

Métodos de Mantenimiento Predictivo.

Ya mencionamos que para el Mantenimiento Predictivo se disponen de los siguientes métodos:

- Análisis Estadístico
- Análisis Físico
- Análisis de Laboratorio y Diagnóstico de Campo.

ANALISIS ESTADISTICO. Este consiste en recopilar toda la información posible sobre el equipo e instalaciones que vamos a proteger. En nuestro caso queremos pensar en máquinas mayores para la construcción.

Si damos a la máquina-tractor la identificación como un sistema, mientras que sus diferentes conjuntos como motor, transmisión, mandos finales la identificación como subsistemas; es posible controlar y predecir estadísticamente la vida útil de cada uno de éstos conjuntos y se tratará de determinar las -- probabilidades de falla.

	<u>Vida Promedio Nueva</u>	<u>Vida Promedio después de Mantenimiento Mayor.</u>
Motor	6000	5000
Transmisión	6000	5000
Tránsito	3000*	3000
Mandos finales	6000	5000

* Reconstrucción Cadenas, Zapatas y rodillos.

Hemos tomado estos cuatro conjuntos básicos del tractor como ejemplo de las partes que requieren más atención del mantenimiento y se ha encontrado que en el caso del motor se tiene una vida promedio desde nueva de 6000 hrs. de trabajo; tiempo en que se realiza el cambio de éste conjunto o se procede a su reparación. Después de su reparación la vida promedio de éste motor es sobre 5000-hrs., tiempo en que nuevamente debe programarse su mantenimiento mayor ó reemplazo del conjunto.

Estas horas promedio en lo que se refiere al motor, transmisión y mandos finales son datos puramente estadísticos; lo cual nos obliga a hacer una reparación ó cambio de conjunto --

como parte del Mantenimiento Preventivo.

Pero no existe la seguridad de que en realidad ésta reparación o reemplazo sea necesaria en ese tiempo para cada máquina; es decir no sabemos el desgaste interno de sus piezas; posteriormente veremos que ya existe un sistema de análisis de laboratorio el cual eficazmente nos ayudará a predecir el tiempo -- exacto de reemplazo ó reparación.

En el caso del subsistema tránsito se ha encontrado que la vida promedio desde nuevo de éste conjunto es sobre 3000 hrs. - Algunos reacondicionan después de las 3000 hrs. los tránsitos cambiando bujes, pernos y zapatas, y reconstruyendo las cadenas, y rodillos; los cuales después de reconstruídos tienen - en conjunto una vida promedio de 2500 hrs.

ANALISIS FISICO. Este análisis nos ayuda a controlar la velocidad de desgaste de piezas y/o conjuntos mediante la medición directa de los mismos y así poder pronosticar su durabilidad. Así por ejemplo en nuestro caso podemos realizar - esas mediciones directamente sobre los conjuntos de tránsitos y llantas del equipo móvil.

ANALISIS DE LABORATORIOS Y DIAGNOSTICOS DE CAMPO. Ya mencionamos para el caso de análisis estadísticos que es posible -- formar la estadística y probabilidades de desgaste y establecer vidas útiles promedios de piezas y conjuntos, sin embargo al llegarse el tiempo estadísticamente aceptado, no contamos con la certeza de que sea indispensable en ese momento realizar la reparación o cambio del conjunto.

Oportunamente algunos fabricantes de equipo pesado para la -- construcción han ideado un SERVICIO DE MUESTREO PERIODICO DEL LUBRICANTE, con el fin de preveer y minimizar las fallas de - motores, transmisiones y mandos finales.

Así, gracias a éste exámen del interior de la máquina se podrán corregir las irregularidades antes de que se conviertan en problemas graves.

Algunas de las ventajas del muestreo periodico del lubricante son las siguientes:

1. Al obtener datos MAS EXACTOS sobre la condición del equipo se podrá decidir si deben comenzar una nueva obra con las máquinas en el estado en que se hallan.

2. Advierte cualquier deficiencia en el mantenimiento. Es decir se puede estar haciendo algo erróneo en lo que tiene que ver con los cambios y el tipo de lubricantes a usar en el mencionado conjunto y consiguientemente, hacer las mejoras necesarias al sistema.
3. Eleva la vida útil de los componentes, pues percibe los primeros indicios de desgaste excesivo. De modo que podemos programar un cambio inmediatamente y evitar paros en el servicio de la máquina; en caso contrario, aunque el análisis estadístico nos indique que ya es el tiempo de reparación pero el análisis de muestreo no detecta desgaste de consideración, entonces el componente sigue funcionando.
4. Se pueden planear los períodos de inactividad basada en datos que revela la tasa de desgaste. Este a su vez tiene las siguientes ventajas:
 - a) Mayor disponibilidad de las máquinas y reducción de costos de posesión y operación.
 - b) Los costos de operación se mantienen bajos debido a que se pueden hacer las reparaciones antes de que hayan serios desperfectos.

Brevemente indicaremos la forma en que se efectúa el muestreo periódico del lubricante:

Cada pieza móvil de una máquina tiene un índice normal de desgaste, a medida que se desgastan los componentes, las partículas microscópicas de metal que no retienen los filtros se mezclan con el lubricante. La medición de la cantidad relativa de éstas partículas microscópicas revela el índice de desgaste de la máquina. La cantidad relativa de éstas partículas provenientes del desgaste es posible medirlas mediante un espectrofotómetro de absorción atómica, el cual se basa en el principio de que los átomos de cada elemento absorben luz tan sólo de una longitud de onda específica. El instrumento se regula para que emita y detecte luz de la longitud de onda de cada uno de los cinco elementos que se estudian: cobre, aluminio, hierro y silicio.

Se sitúa un quemador entre la fuente de luz y el dispositivo-detector y, mediante un tubo, se somete la muestra a la acción de la llama y se produce la separación de los átomos.

(15)

Los átomos libres pasan al rayo de luz, y entonces se mide la luz que absorben. La cantidad de luz que absorben es proporcional al número de átomos en la llama, y esto depende, a su vez de la cantidad de cada uno de los elementos en la muestra del lubricante.

El hierro generalmente revela desgaste en la bomba del lubricante, en el cigueñal y en las cámaras de los cilindros.

El cromo muestra el desgaste de los anillos, de los pistones, de los cojinetes y en algunos motores, de los vástagos de las válvulas.

El cobre indica el desgaste de los cojinetes de empuje, la entrada del agua de los enfriadores y el desgaste de la transmisión, y de los discos de la dirección.

El aluminio indica el desgaste de los pistones ó de los cojinetes.

El silicio evalúa la entrada de tierra.

Dentro de los diagnósticos de campo uno de los más confiables es la prueba de gota. Esta prueba es una forma práctica para determinar el comportamiento de operación de un motor de combustión interna y también de establecer el período de cambio del aceite con el fin de obtener el rendimiento del mismo. Es decir tener un aceite y mantenerlo sin perder sus características propias como lubricante.

Esta prueba consiste sencillamente en obtener una muestra, -- después de equis horas de operación a partir del último cambio de aceite, se saca la bayoneta de medición y se deja caer una gota del aceite en el centro del papel especial.

Siempre se debe sacar la muestra con el motor operando, ó inmediatamente después que se haya parado. Es muy importante -- que al depositar la gota de aceite en el papel especial, éste esté sostenido por los extremos, sin ningún objeto de apoyo -- en la cara inferior, lo cual evitaría la absorción correcta -- de la gota.

Con ésta muestra podemos observar cuatro aspectos:

1. Si hay detergente en el aceite.

(16)

2. Acumulación de contaminantes en el aceite
3. Dilución por combustible
4. El estado mecánico del motor.

La base de la evaluación de este tipo de prueba es la comparación de los resultados obtenidos en las pruebas anteriores -- del mismo tipo de aceite, y del mismo motor, contra los resultados de la prueba que se está efectuando.

Entre dos pruebas consecutivas que difieren grandemente entre sí, son aviso de que la operación es anormal y las causas de ésta deberán investigarse y corregirse de inmediato para evitar problemas posteriores.

Es difícil tratar de establecer una guía fija para las manchas de aceite obtenidas por la prueba de gota, ya que cada tipo de motor tiene características propias, aún dentro de la misma marca. Influyen también grandemente las condiciones -- del motor, el tipo de trabajo que está efectuando y los hábitos del operador.

Ventajas que se obtienen con la prueba de gota:

1. Una de las ventajas es que el Departamento de Mantenimiento puede llevar un registro de cada motor, así comparando la última prueba con pruebas anteriores, se puede determinar el estado mecánico en que se encuentra el motor pudiendo planear la revisión y/o reparación de los mecanismos con toda oportunidad.
2. Otra ventaja es establecer el control de períodos de cambio de aceite, cualesquiera que sean las condiciones de trabajo de la máquina.
3. También se determina si hay dilución en el aceite -- que se está utilizando para poder investigar las causas y corregirlas de inmediato.

GUIA PARA PROGRAMAR REPARACIONES MAYORES (HORAS-HOROMETRO)

	Vida Util	(1) Motor	(2) Tránsito	(3) Mandos Finales*	(4) Trans. Hid. ó Hidrósta- ticas.	(5) Dif.	(6) Mec. Lev. y Viraje	(7) Otros	Nombre del Mecanismo.
Tractores de Orugas	12000 hrs.	6000	3000	6000	6000			6000	Sist. Hidráulic
Tractores Ruedas	12000 "	6000		6000	6000	6000			
Cargadores de Orugas	14000 "	6000	3500	6000	6000			6000	Sist. Hidráulic
Cargador S/Neumáticos	14000 "	6000		6000	6000	6000		6000	Sist. Hidráulic
Aplanadoras Estáticas	16000 "	7000			7000				
Compactadores Vibratorios	12000 "	6000			6000				
Motocofmadoras	14000 "	7000			7000			7000	Tándem
Grúas sobre Ruedas	14000 "	7000		7000	7000	7000	7000	7000	Sist. Hidráulic
Excavadoras de Orugas	12000 "	6000	6000				6000	6000	Sist. Hidráulic
Camiones Volteo Pesado	15000 "	5000		5000	5000	5000		5000	Sist. Hidráulic
Motocscrapas autopropulsadas	15000	5000		5000	5000	5000		5000	Sist. Hidráulic
Plantas Eléctricas	16000	8000						8000	Generador
Compresores Rotatorios	14000	7000						7000	Unidad Comp.
Compresores Reciprocantes	16000	8000						8000	Unidad Comp.

NOTA: Estas recomendaciones se hicieron considerando un uso normal del equipo, en condiciones extremas, la duración de los componentes se reducirá hasta en un 25%.

III.- TALLERES

I INTRODUCCION

(18)

Anteriormente se consideraba que el Taller era el lugar - en donde se llevaba a cabo un mantenimiento rudimentario - y las reparaciones obligadas por paro de maquinaria, era un mal inevitable al cuál había que hacerle frente de la manera menos costosa posible.

Por lo anterior, para escoger un Taller se seleccionaba - cualquier tipo de bodega, la que medio se adaptaba para - protegerse de las inclemencias del tiempo. En ella se - contaba con escasas herramientas de mano, por lo que los - mecánicos siempre tenían que recurrir a su ingenio para - poder llevar a cabo los trabajos más variados.

A medida que los adelantos técnicos han avanzado, mecanizando en forma notoria los trabajos de construcción y permitiendo mayor volumen de obra, también han mejorado los programas de servicio por parte de los proveedores y como consecuencia natural, la mayoría de las empresas constructoras se han dado cuenta de la importancia que tiene el - conservar sus equipos en condiciones de trabajo el mayor tiempo posible, mediante un eficaz mantenimiento preventivo y reparaciones oportunas.

Las empresas constructoras actualmente están concientes - de que sus equipos necesitan atención ininterrumpida desde el momento de su adquisición. Se puede decir que están obligadas a disponer de instalaciones y sobre todo de talleres apropiados y previamente estudiados, que resuelvan en cualquier circunstancia los problemas de maquinaria en forma efectiva.

Para la reparación de la maquinaria, las empresas constructoras normalmente se apoyan en tres tipos de talleres

Talleres Centrales
Talleres de Campo
Talleres Externos (Ajenos a la Empresa)

TALLERES DE CAMPO

Podemos decir que existen dos tipos, que son:

Talleres móviles
Talleres Semipermanentes.

TALLERES MOVILES

(19)

Descripción.- Este tipo de talleres, son de gran ayuda en la conservación y mantenimiento del equipo.

Básicamente consiste en una adaptación de un vehículo a las necesidades propias de cada empresa, debe de estar dotado de las herramientas adecuadas e incluso llegar a disponer de --- equipos propios de un taller semi-permanente, puesto que de otra forma resultaría difícil transportarlos al sitio de operación de la máquina.

A continuación mencionamos los componentes de éstas unidades:

- 1 Vehículo
- 1 Planta luz 5 KVA
- 1 Equipo de oxiacetileno
- 1 Tornillo banco
- 1 Juego de autocle - 1-1/4 a 2-3/8 entrada 3/4
- 1 Juego de autocle - 3/8 a 1-1/4 - 1/2
- 1 Esmeril
- 1 Juego extractores mecánicos
- 1 Taladro
- 1 Tablero de presiones (manómetro y vacuómetro)
- 1 Estretoscopio
- 1 Compresómetro
- 1 Juego de llaves de impacto
- 1 Garrucha
- 1 Banco de trabajo.

VENTAJAS DEL TALLER MOVIL

Elimina el inconveniente de trasladar el equipo averiado al taller más cercano.

Ahorro en tiempo y gastos de fletes, desplazamiento de personal, refacciones, etc.

La ejecución de su mantenimiento en el mismo lugar de operación es posible con su empleo.

Su instalación requiere del empleo de un vehículo de uso común como camión ó camioneta.

Puede operar a grandes y cortas distancias según sean las condiciones existentes.

Su uso es recomendable para todo tipo de equipos, pero en especial al montado sobre orugas.

Pueden ser empleados en varias ocasiones y obras.

TALLERES SEMIPERMANENTES

Descripción.- Son locales fijos que se adaptan con anticipa-

ción, de manera que no se podrá desalojar antes de terminar - cierta etapa constructiva ó profijada de antemano.

Una vez terminada ésta, el taller semipermanente podrá trasladarse a otra obra u otro frente de trabajo en donde proporcione atención a los equipos que lo requieran. Entre mayor - sea la maquinaria pesada que requiera atención, mejor equipado deberá estar, llegando a un momento que sean autosuficientes para poder resolver los problemas ó reparaciones que se - presenten.

También deberemos separarlo por áreas, siendo las siguientes:

Lavado
 Reparaciones Diesel
 Reparaciones Gasolina Soldadura
 Electricidad
 Soldadura
 Engrase
 Pintura

Este tipo de talleres debe ser montado en donde se considere el centro geográfico, por así decirlo, de los diferentes - -- frentes de trabajo de la obra.

APLICACION DEL TALLER SEMIPERMANENTE.

Será en la concentración de los equipos en la realización de trabajo tales como presas, minas, bancos de materiales, plantas de producción, etc. Mientras la movilidad influye en las obras en que los equipos se puedan desplazar con facilidad, ó bien de equipos montados sobre neumáticos.

Su labor se puede resumir en dos aspectos:

- a) Se puede dedicar a efectuar todo tipo de reparaciones a los equipos, ó bien reacondicionar los equipos.
- b) El mantenimiento en sí de los equipos que nos recomienda el fabricante de los equipos en los períodos que por su experiencia ellos recomiendan.

En éste tipo de taller, cuando se dispone de un número considerable de equipo en donde la Gerencia de una empresa demuestra si está ó no dando todo su apoyo a la conservación y mantenimiento de sus máquinas.

TALLERES EXTERNOS

(21)

Son todos aquellos talleres que existen en México y que no -- pertenecen a la Empresa.

Es importante conocerlos puesto que estos talleres auxilian a la empresa para reparar todo aquello que en los talleres propios no es posible atacar, ya sea por carecer de equipo para hacerlo ó por no tener suficiente capacidad en determinado momento.

También son utilizados para efectuar trabajos cuya realiza---ción no es costeable se lleve a cabo en los talleres de la empresa.

Existen talleres especializados en reparar ciertas marcas de máquinas (Caterpillar, G.M., etc.), taller donde reparar in--distintamente cualquier máquina ó conjunto y aquellos que se dedican exclusivamente a algún tipo de reparación (motores, -marchas, etc.).

IV.- CONTROL DE MANTENIMIENTO EN OBRA

El control de mantenimiento que se efectúa a la maquinaria y equipo de construcción en obra, tiene tanta ó más importancia que el mismo mantenimiento.

Tiene como objetivo, optimizar los recursos utilizados para llevar a cabo la función propia al mantenimiento; es decir, que dichos recursos no sean malgastados. Teniendo en cuenta que se puede estar gastando por arriba o por debajo del nivel óptimo.

Siendo el mantenimiento indispensable para conservar en condiciones óptimas de trabajo a todas y cada una de las máquinas que se encuentran en Obra, se debe proceder a estudiar cómo coordinar la producción con los períodos en que debe parar cada máquina.

Lo anterior se basa principalmente en el programa de la obra a ejecutar; programa que sirve a su vez para elaborar uno que relaciona el trabajo a realizar en cada área de la obra con el equipo adecuado para ejecutar dicho trabajo, este se denomina "Programa de Utilización" (Ver anexo de Formas de Control).

Este programa es afinado por el departamento de Maquinaria -- llegando a ser el Programa maestro de utilización. (Es el mismo programa de utilización, pero adecuado al equipo requerido en la obra).

Maquinaria se encarga de surtir el equipo programado en la fecha prevista; cuando exista algún cambio en los programas y se requiera otra máquina, se utilizará la forma "Solicitud de Equipo"

Para efectos de control, cualquier envío de maquinaria irá -- acompañado con la Forma de Envío, de Control de Calidad, de Avalúo de Llantas, y al ser recibida se formula la de Recepción de Equipo.

Todas éstas formas se envían a la obra destinataria, quedando se copia en la obra consignataria. (Obra ú Oficina Matriz, según sea el caso).

Cada máquina debe llegar a obra con sus documentos:

1. Bitácora de Mantenimiento, Catálogo de Partes y Manuales de Operación.

En caso de ser zona libre ó fronteriza:

(23)

2. Factura ó Pedimento Aduanal.

El control de Mantenimiento empieza al conocerse el plan general de la obra. Un paso importante constituye el tener el -- programa Maestro de Utilización, pero esto nada significa si no conocemos o sabemos a qué y a cuál equipo se le debe dar -- mantenimiento.

Cuando se conocen las condiciones de arribo a obra de una máquina, se pueden planear eficazmente los servicios y cambios de los elementos de desgaste, prevenir el mantenimiento correctivo menor, que según experiencia, sea necesario y programar el mantenimiento correctivo mayor que será efectuado en el Taller Central.

Este mantenimiento correctivo mayor es programado y discutido con Oficina Matríz para su aprobación (Programa de Reparaciones Mayores). La obra se encargará de utilizar bien la máquina hasta la fecha programada de su reparación mayor. Cualquiera adelante a ésta fecha se considerará como responsabilidad de Obra.

Cuando se acerque la fecha de una reparación mayor, será solicitada a oficina matríz por medio de la forma correspondiente La solicitud es tomada como una confirmación del envío a Taller Central de dicha máquina y será liquidada (uso de la reserva de mantenimiento).

Los conceptos que deben ser controlados exhaustivamente por Obra son el Mantenimiento Correctivo Menor (Taller Mecánico) y el Mantenimiento Preventivo. Dado que las reparaciones mayores son efectuadas en el Taller central no es tan importante su control por Obra.

Los conceptos anteriores, Taller Mecánico y Mantenimiento Preventivo, nos proporcionan la seguridad y continuidad en la -- producción de cada máquina.

Es importante hacer incapié sobre el punto de optimizar los -- esfuerzos, ya que si no se le dan importancia debida a estos conceptos, la obra puede sufrir de "Máquinas Paradas" y su -- costo respectivo.

Todos los costos en que se incurren son controlados en un -- "Cuaderno Mensual de Maquinaria" (Se anexa el Índice de dicho cuaderno).

CUADERNO MENSUAL DE MAQUINARIA C.P.CONTENIDOI. PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO

- a) Solicitudes
- b) Rentas

II. REPORTE DE HORAS

- a) Trabajadas
- b) Reparación
- c) Ociosas

III ANALISIS DE COSTOS HORARIOS DEL EQUIPO

NOTA: Favor de pasar los siguientes datos en el costo del taller.

- a) Operación (Obra de mano)*
- b) Consumos *
- c) Herramientas
- d) Equipo Auxiliar

IV INVENTARIOS FISICOS DE MAQUINARIAV REPARACIONES MAYORES : (CUADERNO RESUMEN)*

- a) Programas
- b) Solicitudes
- c) Liquidaciones

VI REPORTES DE LABORATORIO, ANALISIS DE ACEITE *VII ALMACEN DE REFACCIONES *

- a) Saldos Mensuales
- b) Pedidos pendientes
- c) Inventarios (cada 6 meses: Sep., Marzo, Septiembre)

VIII CONTROLES DE CALIDAD *

(25)

- a) Equipo enviado
- b) Equipo recibido

IX INFORMACION TECNICA FALTANTE *

- a) Catálogos y Manuales
- b) Bitácoras
- c) Varios

* Conceptos que son usados para controlar el manteni-
miento.

Fase importante es el mantenimiento preventivo, el cual tiene su mejor representación por las Camionetas de Mantenimiento.- Estas camionetas están equipadas con todo lo necesario para realizar un ajuste en el campo: herramienta, compresor de aire y planta de generación de energía eléctrica.

Se tienen además otros apoyos tales como el taller móvil, que es lo mismo que una camioneta de mantenimiento, pero con el espacio suficiente para reparar sobre el camión, ya que generalmente se utiliza un camión de plataforma para adaptarlo como taller móvil; y como las camionetas de engrase y lubricación las que efectúan su trabajo en el sitio en que se encuentra la máquina.

El Mantenimiento Predictivo resulta tan interesante o más que el preventivo, ya que se lleva a cabo con una tecnología más desarrollada.

Se tienen dos métodos para la realización de éste tipo de trabajo; el primero es el LABORATORIO DE DIAGNOSTICO en el cual se analizan los elementos en suspensión en los aceites lubricantes, mediante un Espectro-Fotómetro de absorción atómica, -- siendo necesarias las pruebas de dilución de combustible y -- agua y la viscosidad del aceite.

Por estas pruebas es posible predecir el grado de desgaste de una pieza determinada del conjunto al cual se analizó el aceite lubricante.

El otro renglón, lo forma el personal, el equipo y las camionetas de diagnóstico. El equipo está compuesto por una serie de aparatos montados en una camioneta con la que se va al lugar donde se encuentra trabajando una máquina y ahí mismo se le analizan sus presiones, temperaturas y otros factores que indican el estado general de la máquina.

Este tipo de gentes (Ingenieros y Mecánicos) elaboran un programa de atención a todas las obras y cuando se encuentran en la obra programada, en una fecha dada se juntan con los Ingenieros de obra para programar, máquina por máquina, la atención a ésta obra.

Cada máquina es analizada en su turno y se elabora un reporte de dicho análisis el cual, sirve para confirmar el estado físico y mecánico en que se encuentra cada máquina. Este reporte será información importante para los coordinadores de maquinaria, para los ingenieros de obra y para afirmar o desmentir el chequeo que se lleva a cabo por medio del análisis del aceite por el Laboratorio de Diagnóstico

Se anexan a continuación las formas utilizadas en el sistema del Control del Mantenimiento; además, ejemplos de Manuales - de Operación, de Mantenimiento y de Catálogo de Partes.

Se anexa también una serie de diagramas que explican el funcionamiento del sistema siendo:

- | | |
|----------------|--|
| Diagrama No. 1 | Programación del Mantenimiento . |
| 2 | Control del Mantenimiento; Conceptos y-Relaciones |
| 3 | Formación del Cuaderno Mensual de Maqui-
naria. |
| 4 | Laboratorio de Diagnóstico |
| 5 | Diagnóstico por Aparatos-Camionetas |
| 6 | Las formas y sus relaciones. |

Las bitácoras de mantenimiento son cuadernos o libros de registro donde se anotan todos aquellos datos o información importante por cada máquina, cuyo objetivo es conocer las características, (Marca, Modelo, Serie, Tipo, Capacidad, Dimensiones, etc.) Servicios Efectuados, Incidentes de Operación o Mantenimiento, Síntomas, Horas Trabajadas, Tiempos de Ocio, Tiempos de Reparación y Observaciones Diversas.

La hoja de control de servicios, cubre la operación de un año como mínimo y nos sirve para registrar diariamente la lectura del horómetro y el tipo de servicio realizado.

La hoja de Control General de Horas por máquina por mes, muestra en sus columnas el nombre de la obra el mes, la lectura del Horómetro Inicial y Final, las horas trabajadas durante el mes, las acumuladas en obra y el total de las horas trabajadas.

Se incluyen Hojas para Servicios de Mantenimiento cada 100, 500, 1000..... etc./Horas y en cada uno de los períodos señalados, se consignan las operaciones de revisión, ajuste por efectuar a cada mecanismo de la máquina.

Generalmente son las mismas operaciones que recomiendan los fabricantes pero algunos las modifican o adicionan con la información o estadísticas que posean experimentalmente. Por último se incluye una forma de Control Mensual que nos muestra en sus columnas las horas trabajadas por turno, horas totales y tiempos improductivos o perdidos, ya sea por reparaciones o en ocio por diferentes causas, que se anotarán en la columna de observaciones.

Todos los registros mencionados tienen como finalidad el control del mantenimiento, operación del equipo, calidad de fabricación de máquina, calidad de mano de obra y modificaciones necesarias, que podemos denominar como Objetivo Técnico. Además proporcionan datos sobre costo de mano de obra, materiales y refacciones involucradas en las distintas operaciones de mantenimiento que sirve para evaluar la ventaja o desventaja del sistema empleado, así como para estudios de rentabilidad, Costos de Operación, o Reposición del Equipo, esto último podemos llamarlo el Objetivo Económico. Existen cartas de mantenimiento ("Bitácoras"), para algunas máquinas que son proporcionadas por el mismo fabricante; desgraciadamente, la mayoría están en Inglés o en el idioma del fabricante.

" B I T Á C O R A "

D E

M A N T E N I M I E N T O

(30) 40

por tal razón es necesario que la Gerencia de Maquinaria de la Empresa, en combinación con el fabricante o distribuidor de maquinaria correspondiente, elabore las Bitácoras de Mantenimiento adecuadas a su maquinaria, medio y tipo de control que necesite.

A continuación se da un ejemplo de una Bitácora de tipo general que se adapta a la mayoría de las máquinas de construcción. Para casos especiales, es mejor diseñar o utilizar cartas de mantenimiento específicas para el tipo de maquinaria en uso, (Tractores de Oruga, Motoescrapas, Malacates, Locomotoras, etc).

Algunas sugerencias especiales hemos de hacer referente a las Bitácoras de Mantenimiento.

- 1.- Deben poseer información actual y verdadera.
- 2.- Debe haber un responsable de la actualización uso y conservación de las mismas.
- 3.- Deben acompañar, siempre a cualquier máquina.

(Ver Anexo "Bitacora")

INSTRUCTIVO PARA LA APLICACION DE LAS
CARTAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1.- "Reporte del operador" (forma MP 1); Este reporte debe contener el informe acerca del estado físico de la máquina y lectura de norómetro, datos indispensables para la realización del mantenimiento preventivo.

2.- "Control de Servicios" (forma MP2); El secretario encargado del Departamento de Mantenimiento Preventivo, en la obra deberá vaciar diariamente en esta hoja de Control, las lecturas de horómetros que contiene el "Reporte del Operador"

Con base en esta hoja de Control, el secretario deberá formular el "Programa de Mantenimiento Preventivo" (forma MP 3), mismo que entregará al jefe de Maquinaria y al Jefe de Servicio, para su ejecución.

3.- "Programa Diario de Mantenimiento Preventivo" (forma MP 3); Como se dijo anteriormente esta hoja la formulará el secretario quien se encargará de ver con el Jefe de Servicio, que se lleve a cabo de acuerdo con la Carta de Mantenimiento correspondiente, la cual deberá ser llenada y firmada por el Jefe de Servicio y Vo. Bo. del Ing. de Mantenimiento correspondiente.

4.- "Carta de Mantenimiento" (El número de la forma varía de acuerdo con los tipos de máquinas a que corresponde).

En estas cartas se especifican todas las operaciones que es necesario realizar para darle a la máquina el Servicio que le corresponde.

A la derecha de cada hoja aparecen cuadros que deberán llenarse con la clave siguiente:

Servicio Ejecutado

Servicio NO Ejecutado (Anotaciones al Reverso)

El reverso de cada carta se deberá llenar con anotaciones importantes referidas al servicio efectuado, como por ejemplo: Medida de compresión del motor en los diferentes cilindros, piezas o partes que requieren cambio o ajuste o reparación, servicio que no se ejecutó y motivo o causa por lo que no se hizo, etc.

5.- "Control Mensual" (forma MP 4). Esta hoja deberá de llenarla el Secretario y prácticamente servirá como auxiliar en el mantenimiento. 33

SERVICIO DIARIO

(34)

A.- Revisar Reporte del Operador

B.- Motor

- 1.- Revisar nivel de Aceite del Motor
- 2.- Localizar fugas de aceite y corregir
- 3.- Revisar temperatura de operación
- 4.- Revisar tensión de las bandas.

C.- Convertidor de Par y Transmisión

- 1.- Revisar nivel de Aceite
- 2.- Localizar fugas y corregir
- 3.- Revisar temperatura y presión de operación

D.- Sistema de Enfriamiento

- 1.- Revisar mangueras y accesorios
- 2.- Revisar nivel de agua
- 3.- Revisar radiador y ventilador

E.- Sistema de Combustible

- 1.- Drenar tanque de combustible
- 2.- Drenar filtros
- 3.- Revisar y corregir fugas en el sistema

F.- Sistema de Aire

- 1.- Limpiar filtro de aire
- 2.- Checar abrasaderas y apretar si se requiere
- 3.- Revisar fugas de aire en el Sistema
- 4.- Checar indicador (vacuometro)

G.- Sistema Eléctrico

- 1.- Revisar nivel de agua en baterías.
- 2.- Revisar funcionamiento del sistema generador, indicadores, luces, alambrado, motor de arranque, etc.

H.- Sistema Hidráulico

- 1.- Revisar nivel de aceite
- 2.- Revisar fugas en el sistema
- 3.- Checar su funcionamiento.

I.- Motor Auxiliar (Los que traigan)

(35)

- 1.- Revisar nivel de aceite
- 2.- Limpiar el purificador de aire
- 3.- Checar funcionamiento

J.- Mandos Finales y Carriles

- 1.- Revisar nivel de aceite
- 2.- Revisar fugas de aceite
- 3.- Revisar templado de las cadenas
- 4.- Revisar muelle estabilizadora.

SERVICIO DE 100 HRS.

(36)

- A.- Revisar Reportes de Operación () () () ()
- B.- Motor
- 1.- Cambiar filtros y aceite () () () ()
 - 2.- Corregir fugas () () () ()
 - 3.- Lubrique baleros del ventilador () () () ()
- C.- Convertidor de par y Transmisión:
- 1.- Checar nivel de aceite () () () ()
 - 2.- Cambiar filtros y aceite a las 300 Hrs. () () () ()
 - 3.- Revisar tapón magnético (ver si tiene rebaba) () () () ()
- D.- Sistemas de Aire
- 1.- Revisar condiciones de elementos () () () ()
 - 2.- Limpiar elementos () () () ()
 - 3.- Revisar mangueras y abrazaderas () () () ()
 - 4.- Checar funcionamiento del indicador () () () ()
- E.- Sistema de Combustible
- 1.- Cambiar elementos de combustible () () () ()
 - 2.- Localizar y corregir fugas () () () ()
 - 3.- Drenar tanque de combustible () () () ()
- F.- Sistema de Enfriamiento
- 1.- Revisar nivel de agua () () () ()
 - 2.- Checar el anticorrosivo (si se usa) () () () ()
 - 3.- Revisar y localizar fugas de agua en: radiador, mangueras y bomba () () () ()
 - 4.- Checar tensión de las bandas () () () ()
- G.- Sistema eléctrico
- 1.- Checar nivel de agua en las baterías () () () ()
 - 2.- Lavar y engrasar terminales () () () ()
 - 3.- Revisar generadores o alternador () () () ()
 - 4.- Checar funcionamiento del motor de arranque, (en caso de tener de este tipo) () () () ()

H.- Motor Auxiliar

(37)

- | | |
|-------------------------------|-----------------|
| 1.- Cambio de aceite y filtro | () () () () |
| 2.- Limpiar filtro de aire | () () () () |
| 3.- Drenar tanque de gasolina | () () () () |

I.- Sistema Hidráulico

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| 1.- Revisar nivel de aceite | () () () () |
| 2.- Revisar fugas y corregir | () () () () |
| 3.- Checar funcionamiento | () () () () |

J.- Tránsitos

- | | |
|--|-----------------|
| 1.- Checar templado de las cadenas | () () () () |
| 2.- Inspeccionar desgastes anormales | () () () () |
| 3.- Revisar nivel de aceites de mandos finales | () () () () |

K.- Varios

- | | |
|---|-----------------|
| 1.- Apretar tornillería suelta | () () () () |
| 2.- Lubricación general de la máquina | () () () () |
| 3.- Revisar y ajustar si es necesario embragues direccionales | () () () () |
| 4.- Revisar y limpiar respiraderos de mandos finales. | () () () () |

(38)

SERVICIO DE 500 HRS.

- 1.- Revisar reporte del operador ()
- 2.- Lavar la unidad ()
- 3.- Cambiar agua del radiador, localizar y corregir fugas en: radiador, bomba de agua, mangueras, etc. ()
- 4.- Lubricar baleros y soportes de ventiladores, revisar tensión de bandas y estado de las mismas reemplazarlas de ser necesario. ()
- 5.- Cambiar elementos de filtros de aire, revisar mangueras y apretar abrazaderas del sistema; ()
- 6.- Cambiar elementos de filtro de combustible, lavar tapones de los tanques, localizar y corregir fugas del mismo. ()
- 7.- Cambiar aceites y elementos de filtros del motor ()
- 8.- Revisar nivel de agua en la batería, limpiar y engrasar terminales, revisar tensión de bandas del alternado o generador, baleros de los mismos, revisar funcionamiento de motor de arranque. ()
- 9.- Revisar y drenar aceite del convertidor de tensión lavar filtros magnético y metálico del mismo. ()
- 10.- Cambiar aceite de la transmisión y elemento de filtro del mismo, lavar respiradero, cedazo y tapones. ()
- 11.- Revisar tornillería, sellos y mangueras de la transmisión. ()
- 12.- Cambiar aceite de la toma de fuerza, revisar ajuste de la misma, lubricar palancas. ()
- 13.- Revisar embragues direccionales si son de plástico cambiarlos ()
- 14.- Revisar aceite y elemento de filtro de mandos finales, reemplazar si es necesario ()
- 15.- Revisar y corregir ajuste de frenos de ser necesario ()

(39)

- 16.- Revisar ajuste de embrague de la dirección ()
- 17.- Revisar puente estabilizador, muelle y tacones ()
- 18.- Revisar tornillos tensor del tránsito, ajuste de bandas del mismo; ajustar baleros de las catarinas de tránsito ()
- 19.- Efectuar revisión general del tránsito, elaborar programa de reparación ()
- 20.- Apretar tornillería y tolvas sueltas ()
- 21.- Limpiar purificador de aire del motor auxiliar ()
- 22.- Revisar ajuste del embrague del motor auxiliar ()
- 23.- Calibrar bujías y platinos del motor auxiliar ()

(40)

SERVICIO DE 1000 HRS.

- 1.- Revisar reporte del operador ()
- 2.- Lavar la unidad ()
- 3.- Cambiar agua de radiador, revisar el sistema en cuanto a fugas en: panel, bomba y mangueras. ()
- 4.- Lubricar baleros y soportes de ventiladores, revisar tensión de bandas y estado de las mismas - reemplazarlas de ser necesario. ()
- 5.- Cambiar elementos de filtro de aire, revisar mangueras y apretar abrazaderas. ()
- 6.- Cambiar elementos de filtro de combustible, lavar tanque y tapones del mismo, localizar y corregir fugas del sistema ()
- 7.- Cambiar aceite y elementos de filtro en motor, localizar y corregir fugas en el sistema ()
- 8.- Revisar nivel de agua, medir densidad limpiar y engrasar terminales de batería, revisar tensión de bandas de generador o alternador, cambiar bujes o baleros de los mismos, revisar funcionamiento del motor de arranque ()
- 9.- Efectuar afinación al motor, apretar cabezas y calibrar válvulas, revisar soplador o turbocargador. ()
- 10.- Cambiar aceite a la transmisión, lavar respiradero, cedazo y tacones. ()
- 11.- Revisar tornillería, sellos y mangueras de transmisión ()
- 12.- Cambiar aceite de la toma de fuerza ()
- 13.- Revisar cruceta de la toma de fuerza, ajuste de la misma lubricar palancas. ()
- 14.- Lavar tanque del hidráulico y caldera del mismo, cambiar aceite del sistema y sellos del filtro hidráulico ()

(41)

- 15.- Revisar luces y tablero de instrumentos, localizar cables y conexiones sueltas, reemplazar cables en mal estado. ()
- 16.- Revisar embragues direccionales, cambiar de ser necesario. ()
- 17.- Cambiar aceite y filtro de mandos finales. ()
- 18.- Revisar y corregir de ser necesario ajuste de frenos. ()
- 19.- Revisar ajuste del embrague de la dirección. ()
- 20.- Revisar físicamente puente estabilizador, muelle y tacones ()
- 21.- Revisar tornillo tensor del tránsito, ajustar baleros de las catarinas, revisar ajuste de las bandas del tránsito, formular informe del mismo. ()
- 22.- Revisar chasis, localizando y soldando fracturas, revisar equipo bulldozer y reparar lo necesario. ()
- 23.- Apretar tornillería y tolvas sueltas. ()
- 24.- Limpiar purificador de aire del motor auxiliar, revisar ajuste del embrague, ajustar y calibrar bujías y platinos en el mismo. ()

VI.- OTRAS FORMAS DE CONTROL.

(42)

A) De Operaciones

Un sistema de mantenimiento no es completo si no comprende un método para su control y evaluación.

Así es posible pensar en el Control de Operaciones con la ayuda de:

REPORTE DEL OPERADOR. Este reporte realizado diariamente, debe incluir: las horas trabajadas, los tiempos perdidos, - indicando sus causas; fallas presentadas, trabajo realizado y el frente de trabajo en que esté operando el equipo, indicándose el comportamiento de la máquina ante la adversidad de materiales que puedan hallarse.

Este reporte del operador a menudo se pasa por alto, no tanto en el hecho de que éste sea llenado, sino en que alguna observación que esta persona esté haciendo, no se le dé la atención que se merezca y entonces pierde su valor como detector de los problemas del equipo, ya que el operador mismo, quién al estar en contacto directo con la máquina puede escuchar ruidos anormales que deben ser analizados cuidadosamente por el Departamento de Mantenimiento y corregir lo mal.

REPORTE DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PROGRAMACION DE SERVICIOS. Este reporte incluye el Programa de Servicio-Semanal, es decir, el programa en el que van fijadas las fechas ó tiempos previstos de iniciación y de terminación de actividades ó trabajo.

REPORTE DIARIO DE TRABAJO DEL PERSONAL MECANICO. Indica los tiempos normales y tiempos extras dedicados a una ó varias máquinas durante el día.

REPORTE DE CONSUMO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO. Es la información que controla el personal de mantenimiento y que tiene que ver con lubricantes, combustibles, filtros, partes de desgaste, etc., indicando la máquina que haya consumido éstos.

B) De Costos.

La mayor partida de gastos de operación del equipo de mo-

Costo Total de Mantenimiento

(43)

$$\% \frac{\text{Costo de Mantenimiento del Equipo}}{\text{Costo de Reposición del Equipo}} \times 100$$

Este índice es indispensable para efectos de determinar el tiempo de reposición del equipo.

vimiento de tierra es el costo de mantenimiento y reparaciones.

Durante un período de ocho años se puede gastar una cantidad equivalente al 100% del precio de compra para mantener éste equipo; bajo condiciones severas, esta suma se puede llegar a gastar en sólo tres o cuatro años.

Sin embargo los costos para una máquina en particular pueden mostrar un patrón irregular. Este es el resultado de reparaciones mayores o reparaciones costosas de conjuntos tales como: carriles, motores y transmisiones, lo que ocasiona altos costos en el año en que ocurre. Por ésta razón es importante que los usuarios de maquinaria lleven un registro completo de los costos de cada máquina en particular.

Este control de costos es el elemento básico para operar cerca del nivel óptimo del mantenimiento.

Para llevar un buen control de costos es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Unificación de Criterios. Con esto queremos decir que se necesita definir claramente los conceptos de los costos para poder clasificarlos; a menudo se confunde lo que puede ser un material de consumo con una refacción ó un material simplemente, ejemplo: Filtros, soldaduras, estopa.

El usuario será responsable de definir el criterio.

2. Diseño del sistema contable adecuado al tamaño de la obra. Esto fundamentalmente se aplica al diseño de los reportes ó formas para la integración de los costos, incluyendo los conceptos anteriores.
3. Reportes de Costos a diferentes niveles. El Departamento de Mantenimiento es quién llevará el Control de Costos por máquina, esta información deberá reportarse: Al Departamento de Maquinaria para sus juicios y evaluación del equipo, así como también poder realizar los reemplazos de una manera más tecnificada; al Departamento de Planeación de obras civiles para que éste pueda incluir los resultados de los costos horarios de las máquinas y proceder a los cálculos de costos de producción y considerar ésta información real para los presupuestos de la construcción de obras futuras.

Por último también debe enviarse estos reportes a la Gerencia, para que en función de la política de la compañía sea ésta quien haga los juicios finales en cuanto a la efectividad de los sistemas, tanto de mantenimiento como de utilización del equipo.

c) De Resultados.

Ya decíamos que un sistema de mantenimiento no es completo si no comprende un método para su evaluación; existen métodos empíricos y métodos racionales para la evaluación de un sistema: los primeros se basan en la observación del objetivo inmediato y los segundos en el objetivo básico.

Métodos Empíricos.

Estos métodos son recomendables, pues aquí lo más importante es revisar periódicamente el trabajo de mantenimiento para determinar el tiempo muerto del equipo, instalaciones, etc., comparándolo con el tiempo de utilización en ese período. Se puede agregar el costo de la mano de obra, el costo de materiales, el costo del tiempo muerto del personal de mantenimiento, el porcentaje del trabajo de emergencias en relación con el total.

El registro de los datos tales como tiempo muerto del equipo, tiempo de utilización, tiempo muerto del personal de los diversos departamentos, por causa de mantenimiento, etc., puede hacerse mediante TABLAS ó CUADROS, mediante GRÁFICAS ó ambas cosas.

La técnica más eficaz para aplicar los métodos empíricos consiste en llevar el registro de lo indicado anteriormente en forma gráfica, las cuales, analizadas, permiten observar las tendencias y proporcionan información valiosa para la toma de decisiones.

La presentación gráfica tiene la ventaja, sobre la presentación en forma de cuadros, de la objetividad; los hechos o características importantes se advierten con mayor facilidad.

La evaluación del sistema de mantenimiento se hace por comparación es decir tomando como patrón determinado período del tiempo del pasado y midiendo con él los sucesivos períodos.

Cuando durante un período ciertas características del sistema de mantenimiento mejoran mientras que otras empeoran, como sucede generalmente, es necesario establecer un criterio para determinar si al final de cuentas el mantenimiento mejoró ó empeoró; dicho criterio debe ser económico, de carácter estimativo normalmente.

Métodos Racionales.

Este método es el comúnmente llamado Método de Índices; y a continuación daremos algunos de los cuales pueden ser representativos, indicando que algunas empresas han desarrollado sus propios índices:

Eficiencia Administrativa de Mantenimiento.

* $\frac{\text{Horas-Hombre Extra}}{\text{Horas-Hombre Total}} \times 100$

Este índice fácilmente nos detecta la cantidad de tiempo-extra que estamos empleando en el mantenimiento.

Cobertura de Mantenimiento Preventivo

* $\frac{\text{Horas empleadas en Mantenimiento Preventivo}}{\text{Horas totales de trabajo de la máquina}} \times 100$

Este nos informa el tiempo llevado en realizar el mantenimiento preventivo en relación con las horas de producción del equipo

Efectividad de Mantenimiento

* $\frac{\text{Horas-Hombre en Mantenimiento Correctivo}}{\text{Horas-Hombre en Mantenimiento Preventivo}} \times 100$

Este índice refleja la cantidad de tiempo invertido en emergencias, en relación con el total de mantenimiento programado.

Costo de Mantenimiento Correctivo

* $\frac{\text{Costo de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Costo total de Mantenimiento (Predictivo + Preventivo + Correctivo)}} \times 100$

Aquí se observa lo que cuestan las emergencias en relación con el costo de mantenimiento.

(47),

VII.- PLANTILLAS BASICAS DE PERSONAL

Se entiende por plantilla básica de personal aquella compuesta por un grupo mínimo de personas cuya actividad y capacidad individual permita que la empresa logre sus objetivos primordiales.

Se entiende además que este personal sirve de base para conseguir y entrenar personal adicional de acuerdo con los requerimientos de trabajo.

En el caso de mantenimiento debemos contar con personal básico de:

1. Supervisión y control
2. Operadores de maquinaria
3. Mecánicos de taller. (Especialidades según se requiera).
4. Lubricación
5. Electricistas corriente continua y alterna
6. Soldadores
7. Mecánicos de campo (Mantenimiento Preventivo)

CLASIFICACIONES:

Es costumbre clasificar al personal calificado de mantenimiento de maquinaria de acuerdo a su especialidad, en la siguiente forma:

1. Superintendente de maquinaria o jefe de maquinaria
2. Intendente, sobrestante de maquinaria o supervisor
3. Mecánico "A" ó Universal
4. Mecánico "B" ó Especializado
5. Mecánico "C"
6. Ayudantes
7. Operador Universal en operador maestro
8. Operador de máquina específica
9. Ayudante.

DEFINICIONES:

1. El Superintendente de maquinaria es generalmente un Ingeniero Mecánico experimentado, cuyas funciones básicas son
 - a) Supervisión de mantenimiento y operación del equipo.
 - b) Administración de mantenimiento
 - c) Planeación de mantenimiento e instalaciones

- (48)
- d) Selección de personal
 - e) Capacitación del personal

2. Sobrestante ó Supervisor.- Es el contacto entre los operadores y mecánicos, así como con Sobrestantes de construcción y el Superintendente de maquinaria en obra.

Dirige, supervisa y auxilia en las reparaciones y mantenimiento del equipo generalmente es un mecánico especializado, con mucha experiencia, dotes administrativos y de liderazgo con el personal.

De la buena selección y preparación que se haga con ésta persona depende en mucho la eficiencia del equipo en una obra. Debe ser un técnico mecánico con conocimiento en motores diesel, eléctricos, neumáticos, transmisiones hidráulicas e hidrostáticas, plantas de trituración y asfalto, etc. Así como en operación básica de equipo pesado.

No debe ser reacio a programar su trabajo y debe saber elaborar informes y reportes al Superintendente.

3. Mecánico "A".- Un trabajador o empleado clasificado como "A", es aquella persona que está altamente capacitada y experimentada en el mantenimiento, reparación y reconstrucción de la mayoría de los equipos de construcción o que cuando menos es especialista en mantenimiento, reparación de equipo de construcción y quien no necesita inmediata supervisión para el funcionamiento exitoso de sus deberes. Generalmente es una persona con más de 15 años de experiencia en el ramo y cuando menos 5 años en el campo, con la empresa actual.
4. Mecánico "B".- Es un mecánico diestro en el mantenimiento, reparación y reconstrucción de la mayoría de los equipos de construcción pero no en forma tan satisfactoria como el de clase "A". Generalmente no necesita supervisión en los trabajos de campo y cuenta con más de 5 años de entrenamiento y práctica en el campo.
5. Mecánico "C".- Es un mecánico técnicamente capaz pero que necesita mucha supervisión por su falta de experiencia.
6. Ayudante.- Puede ser un estudiante de alguna especialidad a fin, o recién egresado de una escuela técnica. Como su nombre lo indica ayudará en todas las labores de lim-

pieza, desensamble, suministro de piezas y armado a los mecánicos experimentados que así lo requieran.

NOTA: En las especialidades de electricidad, soldadura equipos neumáticos, gasolina, etc.

Se puede usar el mismo criterio de calificación.

CURSO DE EQUIPO DE CONSTRUCCION

(50)

" D I S C U L P A S "

Ing. José R. Lozano

Desde que se comenzó a utilizar equipo para la construcción, se ha establecido que la correcta conservación de ese equipo marca la diferencia entre el éxito y el fracaso de una empresa. Ésta premisa es particularmente cierta en ésta época, en que los precios de los equipos y sus refacciones se elevan día con día en forma y proporciones que nunca llegamos a imaginar en efecto, en el año de 1972 un tractor Caterpillar D8H equipado con cuchilla recta y desgarrador de un diente valía \$ 990,000.00 mientras que al 20 de diciembre del año pasado se nos cotizó un tractor D8K con los mismos equipos en \$ 3'788,000.00; es decir que en algo menos de cinco años el valor de la máquina aumentó en un trescientos por ciento.

Se me dirá, especialmente si entra el auditorio se encuentra algún vendedor de maquinaria, que no estoy haciendo una comparación correcta ya que no se trata de dos máquinas iguales, puesto que el tractor D8K tiene 30 caballos de fuerza más que el D8H, pesa una tonelada y media más y está equipado con carriles lubricados; sin embargo, la diferencia en potencia y productividad de la máquina nueva no es suficiente para compensar las grandes diferencias en costo de operación pues además de la diferencia en precio, de cinco años a la fecha el salario mínimo y por consiguiente los salarios de los operadores, han aumentado en un 160% y el precio de combustibles, lubricantes y en general todo el material de consumo y refacciones há aumentado también muy considerablemente de manera que para que las mejoras de los nuevos modelos llegaran a compensar esas alzas en los costos de operación, sería necesario que dichos modelos fueran dos o más veces más eficientes que los modelos de hace cinco años, cosa que desde luego sabemos que no sucede; así pues, para desempeñar un determinado trabajo necesitamos ahora desembolsar dos ó tres veces más que hace cinco años.

No tenemos a la vista nada que nos haga pensar en un cambio de ésta situación; por el contrario, la grave escasez de energéticos y la carencia de materias primas que el mundo está padeciendo no puede dejar otra alternativa que nuevos y mayores aumentos en los precios y en consecuencia no tenemos otro camino que el tratar de compensar tales alzas sacando mayor provecho de nuestros actuales equipos buscando que se conserven en perfecto estado de trabajo por más tiempo, con menos paralizaciones, menor consumo de refacciones y menos desperdicios que tanto inciden en los costos.

En términos generales y como promedio podemos pensar que en la mayoría de los trabajos de construcción pesada, por cada peso de obra estimada, de ochenta a ochenta y cinco centavos se hicieron con equipo y solamente de quince a veinte centavos se hicieron con mano de obra y materiales de construcción. Ante todas estas consideraciones nos preguntamos: ¿A quién corresponde vigilar que a las máquinas se les dé el debido mantenimiento y se operen en forma correcta para aumentar su rendimiento, disminuir paralizaciones, incrementar el tiempo de vida útil y conseguir costos de operación más bajos?

Indiscutiblemente que es en el Superintendente de la obra en quien recae la total responsabilidad de ese cuidado y mantenimiento puesto que si es el equipo la herramienta que le permite ejecutar del 80 al 85% de su trabajo, también debe ser el equipo quien absorba la mayoría de sus cuidados y atenciones, sin embargo, harto frecuente es encontrarnos con Superintendentes "de oficina" que no salen al campo y que si alguna vez lo hacen es tan solo para observar el avance de alguna cuadrilla de albañiles ejecutando obras secundarias que no le representarán nada en los resultados de la obra. ¿Cuál puede ser la causa de que nuestros Superintendentes actúan en una forma tan absurda...? Simplemente el desconocimiento total del equipo que tienen en las manos, no lo conocen, no lo entienden y por consiguiente jamás se acercan a él y procuran evitarlo dejando su manejo y cuidado en manos del sobrestante, mecánicos y engrasadores que no solamente abandonan su mantenimiento sino que incluso lo operan en forma incorrecta acelerando su destrucción.

Esó sí, es denominador común de todos esos Superintendentes -pretender justificarse a base de muy usadas y sabidas "Disculpas".

Si preguntamos la razón por la que una máquina está trabajando tirando el agua del radiador se nos responde de inmediato: "La vamos a arreglar el domingo." tengo establecido el sistema de hacer los servicios de mantenimiento los domingos por que así no se pierde tiempo de trabajo... obviamente ese Superintendente es un iluso si piensa de veras que su mecánico, después de haber trabajado toda la semana va a poder ejecutar las debidas labores de mantenimiento a toda una flotilla de máquinas en la mañana del domingo y auxiliado solamente por dos o tres ayudantes ignorantes y las más de las veces crudos y desvelados, naturalmente que no puede ni siquiera cambiarles aceite y filtros mucho menos corregir fallas que en la mayoría de las veces ni siquiera le reportan, así que aquella máquina que vimos tirando el agua del radiador habrá de seguir

igual no por unos días como el Superintendente supuso sino por varias semanas, al estar roto el radiador el sistema de enfriamiento no puede trabajar a mayor presión que la atmosférica, en consecuencia el agua hervirá y se convertirá en vapor que se aloja en las partes altas de las cámaras de enfriamiento formando trampas hidráulicas que impiden la correcta circulación del refrigerante y dando lugar a puntos calientes que acaban por provocar la rotura de las cabezas, es entonces cuando forzosamente habrá que parar la máquina y arreglarla con todo el disgusto del Superintendente que nos dirá indignado "Todas las máquinas que me mandan son viejas y se descomponen a cada rato..."

Otras veces las máquinas resultan muy aguantadoras y duran mucho tiempo trabajando en adversas condiciones sin "tronarse", el operador se acostumbra a esa situación y simplemente se limita a estar reponiendo el agua perdida, "cuando se acuerda" y lo hace utilizando del agua disponible, el charco más cercano aguas sucias, cargadas de sales atacan las camisas y paredes de las cámaras de enfriamiento, además las burbujas de aire contenido en el refrigerante golpean las partes atacadas desprendiendo las costras de óxido hasta la perforación total de la camisa o paredes del block... la reparación es todo un ajuste completo de motor que además de lo muy costoso mantendrá paralizada la máquina quizás por mucho tiempo pues es muy probable que el distribuidor local no tenga todas las piezas requeridas y se necesite importarlas.

Si observamos que la rueda guía o la catarina de un tractor se están gastando incorrectamente y preguntamos al Superintendente la causa por la que no ha ordenado que se corrija el desalineamiento de los carriles de la máquina nos contestará: "No hemos podido revisar la máquina porque ha habido muchísimo trabajo" es necesario terminar tal parte para cerrar la estimación... pasa el tiempo, se terminan las obras que se requerían y se ejecutan muchas otras sin que nadie se vuelva a acordar del estado en que estaba trabajando aquella máquina hasta que llega el momento en que se revienta un eslabón de la cadena y la máquina se desbanda... entonces nos damos cuenta de que al trabajar la máquina desalineada se provocaron fricciones extraordinarias y desgastes imprevistos que dieron por resultado la total destrucción de cadena, rodillos, guía y catarina... algo que también habrá de encender la furia del Superintendente al enterarse del costo de reposición de tales piezas tal vez cercano al medio millón de pesos.

Si preguntamos la causa por la que no se ha repuesto la tolva protectora del tornillo tensor de un tractor se nos dirá que-

Como ya se está acabando la obra ya se cortó el personal y por eso no ha sido posible hacer esa tolva... es casi seguro que esta disculpa provenga de la misma persona que meses antes, cuando la obra estaba en plena actividad nos argumento la anterior... cuando la obra está en ebullición no queremos parar las máquinas ni un solo minuto para atenderlas y cuando ya ha llegado la calma o ya se cortó al personal o ya no hay dinero y lo único cierto es que a las máquinas nunca se las atiende porque el Superintendente no entiende que toda máquina debe ser objeto de determinadas atenciones mínimas y jamás está dispuesto a proporcionárselas; si en ese tornillo tensor llega a acuñarse alguna piedra que impida su libre movimiento es muy probable que tengamos que padecer la rotura de la cadena, de la rueda guía o de los mecanismos del mando final, lo que dará pie para que el Superintendente vuelva a trinar contra las máquinas "viejas" que le han mandado. (54)

Por qué no se han mandado apretar los tornillos de las zapatas de esa máquina?... es que "mi obra es muy chica y no aguanta tener un mecánico que la atienda"... le voy a pedir al operador que él apriete esos tornillos, ... pero el operador ni tiene la herramienta necesaria ni tiene idea de cómo y qué tanto debe de apretar esos tornillos que vuelven a aflojarse abocardando los agujeros de la cadena y de la zapata e inutilizándolas... Nada hay más falso que ésta disculpa "mi obra es muy chica"... si se decidió enviar equipo a una obra es porque resulta más económico ejecutar el trabajo con máquinas que a mano y el costo de operación de una máquina incluye, desde luego, su mantenimiento o sea los salarios del personal encargado de ejecutarlo y los materiales de consumo y refacciones requeridos... bien triste será la actuación de un Superintendente que pretenda obtener utilidades a base de negar el mantenimiento a su equipo, no obtendrá tales utilidades y si en cambio se acabará torpemente el equipo que se puso a su cuidado.

Se observan en la obra máquinas trabajando ~~sin el tapón del depósito de combustible y al preguntar la causa se nos informa "apenas se perdió en el turno de anoche"~~ y si dos semanas después volvemos a la obra todavía encontramos esa máquina trabajando sin tapón porque el Superintendente considera que no es necesario gastar dinero en algo cuya carencia no impide que la máquina trabaje... no entiende que la falta de ese tapón puede dar lugar a que entre polvo y contamine el combustible, provocando fallas y descomposturas del sistema de inyección muchísimo más costosas que el tapón cuyo costo se pretendió economizar.

Enseñar desde las aulas a los futuros Superintendentes habrá de redondear y complementar la magnífica labor de la comisión de Capacitación y se traducirá en un aumento notable de la productividad y desde luego de la remuneración y bienestar de todo el personal ligado al equipo. (55)

"No lo arreglamos porque sólo iba a trabajar un par de días". sin embargo el trabajo se alargó más de lo previsto y ahora nos damos cuenta de que el no haber colocado a tiempo un diénte del bote de un cargador frontal provocó la caída de otros-dientes y la total destrucción del labio y adaptadores, una - intervención a tiempo hubiera costado bien poco dinero y se - hubiera realizado en cinco minutos el no haberlo hecho requere-rá ahora de mucho tiempo y alto costo para rehacer totalmen-te el bote.

"La máquina está sucia porque no nos han surtido estopas pero siempre se le hacen los servicios de mantenimiento indicados" desgraciadamente este razonamiento es totalmente falso, no es posible que una máquina que a la distancia se ve sucia esté - siendo atendida; una máquina no se ensucia de un día para - otro, primero, estando originalmente limpia, aparece una pri-mera fuga, si hay mantenimiento, el encargado de llevarlo a - cabo corregirá la causa de la fuga y limpiará la parte sucia, labor que le demandará quizás quince minutos o media hora pe-ro si no hay mantenimiento, si nadie ve la falla, a la vuelta de ocho días toda la máquina estará totalmente sucia y ni si-quiera será fácil distinguir por donde está la fuga.

Al observar una motoescropa trabajando con un llanta sensible-mente baja preguntamos si se han verificado presiones encon-trando que el operador no tiene medidor de aire y el Superinten-dente nos explica: "esos medidores son muy caros y no se - les puede dar a todo mundo... en el almacén tenemos uno"... - efectivamente, el costo de ese medidor de presión de aire os-cila entre ciento cincuenta y doscientos pesos, cifra que al-Superintendente le parece muy elevada mas no así los cincuen-ta y ocho mil pesos que vale una llanta de esa medida y que - se destruirá al rodarse baja, el total desconocimiento del -- equipo que está manejando hace que ese Superintendente actúe-en forma tan absurda.

Las máquinas estacionarias constituyen un problema todavía ma-yor que aquellas que se desplazan debido a que el Superinten-dente considera que las primeras pueden ser operadas por cual-quier persona; no se mueven; no hay por consiguiente peligro-de colisiones o vuelcos, no es posible atropellar a nadie y - en consecuencia el operador no necesita experiencia ni conoci-miento: no tiene que hacer nada... solo vigilar la máquina".. y manda como operador de compresor a una persona totalmente - ignorante y como nadie se preocupa por darle instrucciones de talladas de lo que tiene que hacer y atender simplemente lo - encontramos junto a la máquina en calidad de "velador"... por

supuesto que esa persona no se dará cuenta de ninguna falla de la máquina y como además a ésta se le han desconectado los dispositivos de seguridad porque: dan mucha lata"... cuando -- menos lo esperemos habremos de enfrentarnos a una seria des--compostura que el Superintendente achacará a que "ya las má--quinas están muy trabajadas"...

4. Todos los que nos encontramos en contacto con el equipo escuchamos constantemente éstas y muchas otras "Disculpas" que -- nuestros Superintendentes nos ofrecen tratando de justificar el abandono en que tienen las máquinas a su cargo, sin embar--go su actitud, si no se justifica, cuando menos si se explica ya que nunca nadie les ha hablado de lo que es una máquina, -- cómo funciona, cuáles sus ventajas y limitaciones, cuales las condiciones en que son más eficientes y cuales las hacen in--costeables, que cuidados requieren y como pueden variar los -- costos al aumentar o disminuir las paralizaciones; al cambiar el coeficiente de eficiencia en la operación y al variar el -- tiempo de vida útil de una máquina.

La gran mayoría de los equipos que utilizamos en la construc--ción son de importación y en consecuencia la adquisición tanto de la máquina como de sus refacciones repercute, adversamen--te en nuestra balanza, por ello es obligatorio que a toda cos--ta tratemos de aumentar la productividad de esos equipos y pa--ra lograrlo no creo que exista otro camino que la capacitación del personal encargado de operar y conservar esos equipos.

Ya se ha dado el primer paso, la Cámara Nacional de la Indus--tria de la Construcción con la Asociación Mexicana de Distri--buidores de Maquinaria, A.C., han iniciado conjuntamente un -- programa de capacitación para mecánicos y operadores de maqui--naria de construcción a través de la "Comisión de Capacita--ción para Operación y Mantenimiento de Maquinaria" mediante -- dicho programa hábilmente dirigido por el Sr. Ing. Vicente -- Saisó Sempere, se espera mejorar notablemente el promedio de -- conocimientos del personal de maquinaria en todos los niveles pero dado que mientras que el Superintendente de construcción no esté convencido de la necesidad de atender sus máquinas po--co podrán hacer los mecánicos y demás personal a sus órdenes, quiero decir, que en el Décimo Primer Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción, solicité, que dentro de sus con--clusiones finales se incluyera el solicitar y obtener de las -- Autoridades Universitarias que en los planes de estudio de -- las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica se in--cluya, como materia obligatoria, la "operación y Mantenimien--to del Equipo de Construcción".

10. Eduardo Corona Cerecero
U A de Grro.
Av. Primer Congreso de Anahúac
227 41
11. Miguel Cruz Hernández
Ingeniería y Pavimento Electrónico, S.A.
San Lorenzo 153-6° Piso
Col. del Valle
B. Juárez.
México, D.F.
559 17 23
Lago Chapala 230
Agua Azul
Nezahualcoyotl
Edo. de Méx.
12. J. Francisco Charles Lona
SARH
Subdirección Regional
Centro Sur
25 Poniente No. 118
Esq. 3 Sur
Puebla, Pue.
40 08 48
5 de Mayo 1007
Puebla, Pue.
46 44 94
13. Mario E. Chávez y del Portillo
Constructora Metro, S.A.
Altadena 23
Nápoles
B. Juárez
México, D.F.
523 08 44
Lago Citalco 96-24
Anahúac
M. Hgo.
11320 México, D.F.
396 05 04
14. Jaime Cohen Hop
Servicios en Cemento y Concreto
Margaritas 235
La Florida
Naucalpan, Edo. de México
393 58 44
15. Gerardo A. de la Paz Zúñiga
Construcciones Integrales
Mecanoeléctricas, S.A. de C.V.
Pajaritos, Ver.
91921 80581
El Plan No. 4
Nva. Tecoteno
Minatitlán, Ver.
91922 40672
16. Carlos Domínguez Rogel
DEPFI
Monedita de Oro 97
B. Juárez
México, D.F.
7 92 41 09
17. Jorge A. Elquezabal Gómez
Ings. y Arqs., S.A.
Minería 145
Escandón
México, D.F.
5160460
Marte 82
Fracc. Arcos de la Hda.
Cuautitlán Izcalli
Edo. de Méx.
20636
18. Alejandro Espinosa Orozco
POACSA
Tonalá 239
Roma
México, D.F.
584 47 77
Galeana 508
Toluca
México

19. avid Flores Carrasco
Central de Construcciones en Ingenierfa, S.A.
Av. Juárez No. 157-105
Tabacalera
México, D.F.
591 13 00
- Dr. Erazo 120-18
Doctores
Cuauhtémoc
México, D.F.
20. Octavio Gallegos Hernández
SARH
Vallarta 1-6096
Tabacalera
Cuauhtémoc
México, D.F.
546 01 03
- Colina de la Paz 189
Residencial Boulevares
México, D.F.
560 47 83
21. Antonio Garamendi
Dir. Gral. de Intercambio
Académico
UNAM
22. Carlos de L. García Acevedo
SARH
Ac. Colón y Reforma 503 C
México, YUCATAN.
52144
- Calle 43 # 529-A x 64
Sta. Ana
Mérida, Yuc.
385 41
23. Fidel Gireau Leal
Dir. Gral. de Obras
UNAM
Av. Rev. 2045
México, D.F.
6551344 Ext. 2142
- Cerro del Chiquihuite
Campastre Churubusco
Coyoacán
México, D.F.
544 41 42
24. Adrián J. Glz. Badillo
Constructora y Urbanizadora CUR, S.A.
Saltillo 19-302
Hipódromo Condesa
06100 México, D.F.
553 00 11
- Cumbres de Acutzingo 97-302
Narvarte
B. Juárez
03020 México, D.F.
579 65 75
25. José A. Glz. Hdz.
Const. , Conducciones y Pav. S.A.
Minería 145
Escandón
México, D.F.
- Carceles 234-3
Fracc. Cond. del Sur
A. Obregón
01430 México, D.F.
651 66 18
26. José G. Gtz. Gallegos
Ings. y Arqs., S.A.
Minería 145
- Marte 82
Fracc. Arcos de la Hda.
Cuautitlán Izcalli,
Edo. de Méx.
27. Alvaro Hdz. Blanquet
SARH
Av. Juárez y Niños Héroe s 255 Sur
Torreón, Coah.
27000 México
7 74 65
- Av. Juárez Ote. 2351
Torreón, Coah.
28. Fco. Hdz. Cuevas
Esc. de Ings. de la Universidad
Autónoma de Gro.
Av. Ire. Congreso de Anahúac s/n
Chilpancingo, Gro.
- José Inocente Lugo 27
Cuauhtémoc Sur
Chilpancingo, Gro.

38. Ricardo Padilla Martín
COPROLA, S.A.
Presa de las Pilas 34-101
Irrigación
M. Hidalgo
México, D.F.
557 85 17
- Galeana 101-B Casa 4
San Angel
A.Obregón
01060 México, D.F.
548 09 68
39. Teofilo Palacios Zapata
Const. Apolo, S.A.
B. Franklin 222-501
Escandón
México, D.F.
516 64 46
- Edif. F 16 Ent. 4 Depto.2
U.L. de Plateros
A.Obregón
México, D.F.
593 22 24
40. Blas Peña Pérez
Ingenieros y Contratistas, S.A.
Darwin 102
Anzures
M.Hgo.
México, D.F.
533 18 00
- Calle la Finca 24
Fracc. Villas de la Hda.
Atizapán, Edo. de Méx.
41. Jaime Pérez Mata
Calle 15 No.230
Industrial Aviación
S.L.Potosí, S.L.P.
383 53
- SARH
Mariano Otero 600 A
San Luis Potosí, S.L.P.
2 47 26
42. Luis A. Reyes Vázquez
SCT
Dir.Gral. de Conserv. de O.P.
Insurgentes Sur 664
Nápoles
B.Juárez
México, D.F.
- Atlamaya No. 8.
San Angel Inn
A.Obregón
01760 México, D.F.
683 31 03
43. Abel H. Robles Monteverde
SARH
Norberto Aguirre P. y Juárez
Hermosillo, Son.
220 48
- Roberto Romero 118
Los Rosales
Hermosillo, Son.
2 00 60
44. Gerardo Ramírez Espinosa
COVITUR
Estación del Metro Zapata
Universidad 800
México, D.F.
688 44 15
- Mérida 109
Col. Roma
Cuauhtémoc
México, D.F.
525 52 70
45. José E. de J. Rodríguez y Acosta
SARH
Av.Colón 503 C
Mérida, Yuc.
5 21 44
- Calle 36 A No.464 M
Jesús Carranza
Mérida, Yuc.

46. Mariano Rodríguez Elizalde
S.C.T.
47. Mariano Ruiz Alvarez
SARH
Constituyentes 29
Querétaro, Gro.
256 57
Ejército Republicano 75
Querétaro, Gro.
287 40
48. Víctor M. Ruiz Coutiño
ICA
Div. Const. Pesada
49. César A. Saldaña Angeles
ICA, S.A.
P.H. Caracol, Gro.
Comonfort 8
Iguala, Gro.
25642
50. José A. Sánchez Ibarra
SCT
51. Mariano Tirado Navarro
Tirado Estu. y Const., S.A. de C.V.
Mar Adriático 28
Popotla
M. Hgo.
399 99 50
Mar del Japón 26 Bis
Popotla
M. Hgo.
11400 México, D.F.
527 04 38
52. Jesús H. Stringel Flores
Ingenieros y Contratistas, S.A.
Darwin 103-3er. Piso
Anzures
México, D.F.
533 18 00
Cuauhtémoc 1357-104
México 3310, D.F.
688 46 51
53. José C. Valdes Juárez
Construc. Cond. y Pav., S.A.
Minería 145
Escandón
México, D.F.
Fte. de Pirámides 146
Lomas de Tecamachalco
México, D.F.
589 00 93
54. Jaime Valencia Cuéllar
Dir. Gral. de Caminos
Rurales
S.C.T.
Dr. Vértiz 1243
Vpertz Narvarte
B. Juárez
México, D.F.
536 39 94
Emiliano Zapata 174 F 101
Sn. Lázaro
V. Carranza
México, D.F.
522 33 43
55. Carlos Vila Serrano
Cía. Constructora Independiente, S.A.
Tintoreto 92-5°
Nápoles
Cuauhtémoc
03100 México, D.F.
563 25 25
Porfirio Díaz 105 A 101
Nochebuena
Cuauhtémoc
México, D.F.
563 15 62

Francisco J. Villafranca M.
Cuauhtémoc 1138
Vértiz Narvarte
México, D.F.
536 39 94

Tepoxteco 49
Manzana 539
Cda. Azteca
Ecatepec, Edo. de Méx.

Hugo A. Villegas Borunda
Constructora TAO, S.A.
Jesús Sansón Flores 64-2
Fracc. Camelinas
Morelia, Mich.
4 28 88

José J. Viramonetes Medina
S.C.T.
Dir. Gral. de Carrt. Fed.
Gral. Zepeda 8
Ameca Jalisco
8 02 70

Sierra Mojada 1213
Col. Independencia
Guadalajara, Jal.
38 46 21

Juan Jesús Zamudio Martínez
Quintana Echegoyen Construcciones
Río Tiber 40-701
Cuauhtémoc
M. Hgo.
06500 México, D.F.
528 76 38

Fuente de Trevi 24
Casas Palenque
Fracc. Ftes. del Valle
Tultitlán, México.