

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

" A R A G O N "



SELECCION DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JUAN BAUTISTA RAMOS GARCIA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Co. V 118

Sist 29494



SELECCION DE MANUSCRITOS PARA LA
COMISION

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
LIBRERIA NACIONAL
CARACAS

MADRE

Por tus años de intensa lucha
por tus años de intensas angustias
por tus años de intensos desvelos
para que llegará a formarme no sólo
como un ser humano recto sino como
profesional
las gracias te doy y espero algún día
corresponderte como tu lo mereces.

PADRE

Por haber creado
en mi el espíritu
de lucha contra la adversidad
y conquistar siempre el triunfo

A MIS HERMANOS

Por la confianza
que siempre me han
demostrado
a ellos gracias también.

A MI ESPOSA

Que es el ser más lindo del mundo
a ti te doy las gracias
por tus desvelos,
por tus angustias,
por tus motivaciones,
a ti te pido que me sigas impulsando
para que obtenga el éxito no solo en
la profesión sino también en la vida.

A MIS SUEGROS

Les agradezco la confianza
que siempre han tenido hacia mi
y sobre todo el impulso espiritual
que he recibido de ellos.

A MIS TIOS

Dario y Virginia

por el apoyo espiritual

que siempre me han demostrado

Agradezco los consejos
que siempre me proporcionaron
mis padrinos Lupita y Andrés
para seguir por el camino
recto y honorable

Manifiesto mi agradecimiento
a mis compañeros de generación
por la amistad desinteresada
que siempre me mostraron
y con la cual pase los mejores
años de mi vida.

Al Ingeniero Juan Antonio Gómez Velázquez

le estoy profundamente agradecido por su
valioso colaboración en este trabajo,
ya que sin las experiencias aportadas
no hubiese sido posible concluirlo.

Al Gran Maestro y Amigo

G r a c i a s .

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON
DIRECCION



JUAN BAUTISTA RAMOS GARCIA
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 20 de abril del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JUAN ANTONIO GOMEZ VELAZQUEZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "SELECCION DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para reiterar a usted las bondades de mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Edo. de Méx., mayo 19 de 1983.
EL DIRECTOR



LIC. SERGIO ROSAS ROMERO

c.c.p. Coordinación de Ingeniería.
Unidad Académica.
Departamento de Servicios Escolares.
Director de Tesis.

RD-404411a

I N D I C E

T E M A	PAGINA
INTRODUCCION	1
I.- SELECCION DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION	3
I.1 Identificación del equipo para la construcción	3
I.1.1 Identificación funcional del equipo	3
I.1.2 Identificación del trabajo del equipo	5
I.2 Factores de selección del equipo	6
I.2.1 Trabajo u operación específica	6
I.2.2 Requisitos de las especificaciones	7
I.2.3 Movilidad requerida por el equipo	8
I.2.4 Condiciones atmosféricas	9
I.2.5 Tiempo programado para realizar el trabajo	9
I.2.6 Balanceo del equipo interdependiente	10
I.2.7 Versatilidad y adaptabilidad del equipo	11
I.2.8 Efectividad del operador	11
I.2.9 Producción	11
I.2.10 Condiciones de la tierra	11
I.2.11 Condiciones y servicio de refacciones	18
I.3 Costos de adquisición y operación del equipo	18
I.3.1 Costos de operación del equipo	18
I.3.2 Costos de propiedad del equipo	20
I.3.3 Compra de maquinaria	23
I.3.4 Vida económica	26
I.4 Mantenimiento	29
I.4.1 Mantenimiento predictivo	31
I.4.2 Mantenimiento preventivo	32
I.4.3 Mantenimiento correctivo	33
I.4.4 Análisis para determinar la reconstrucción o cambio de un equipo	33

II.-	COMPONENTES BASICOS DE LOS EQUIPOS DE CONSTRUCCION	37
II.1	Principios básicos de las especificaciones	37
II.2	Sistema de dirección	38
II.3	Sistema de mandos y controles	38
II.4	Neumáticos	38
II.5	Tren de rodaje	40
II.5.1	Orugas	40
II.5.2	Zapatas	42
II.5.3	Componentes de la zapata	45
II.6	Accesorios	45
II.6.1	Cucharones	46
II.6.2	Desgarrador o escarificador	46
II.6.3	Cuchillas	48
III.-	COMPRESORES	
III.1	Importancia de los compresores	50
III.2	Compresores de aire	50
III.2.1	Factores que influyen en la selección	51
III.2.2	Aplicaciones	51
III.3	Tipos de compresores	54
III.3.1	Compresores de aire recíprocante	54
III.3.2	Compresores de aire rotatorios	58
III.4	Herramientas neumáticas	62
III.5	Herramientas para demolición y excavación	62
III.5.1	Martillos neumáticos	62
III.5.2	Rompe pavimentos	63
III.6	Herramienta para perforación	64
III.7	Hincadores de tablestacas	64
III.8	Perforadora sobre orugas	65
III.9	Perforadora de percusión	65
III.10	Precios Unitarios	68

IV.-	EQUIPOS DE TRITURACION	
IV.1	Tipos de quebradora	89
IV.2	Quebradora de quijada	90
IV.3	Quebradora giratoria	92
IV.4	Quebradora cónica o de reducción	95
IV.5	Molinos de martillos	96
IV.6	Trituradora de impacto	100
IV.7	Trituradora de impacto para roca dura	100
IV.8	Quebradoras de rodillos	101
IV.9	Molino de barras y bolas	107
IV.10	Clasificación de piedra triturada	109
IV.11	Alimentadores	109
IV.12	Montones de alimentación	111
IV.13	Harneado de agregados	111
IV.13.1	Harneros giratorios	112
IV.13.2	Harneros vibratorios	112
IV.14	Plantas móviles de trituración y harneado	114
V.-	EQUIPO PARA PERFORACION Y PILOTEO	
V.1	Selección del equipo de perforación	115
V.2	Selección del trazo para la perforación	115
V.3	Análisis de proyecto	116
V.4	Pilotes	116
V.5	Hincado de pilotes bajo agua	118
V.6	Martinetes	118
V.6.1	Martinete de caída	121
V.6.2	Martinete de vapor de simple acción	121
V.6.3	Martinete de vapor de doble acción	122
V.6.4	Martinete de acción diferencias	122
V.6.5	Martinetes diesel	122
VI.-	EQUIPO DE MANEJO Y ELEVACION DE MATERIALES	
VI.1	Plumas portátiles e hidráulicas	124
VI.2	Grúas torre	125
VI.3	Transportador de cangilones	130
VI.4	Transportadores de banda	132

T E M A	PAGINA
VII.- RENDIMIENTO	134
VII.1 Clasificación	135
VII.2 Conceptos	135
VII.2.1 Factor de abundamiento	135
VII.2.2 Tiempo de un ciclo	137
VII.2.3 Factor de eficiencia de cucharón	137
VII.2.4 Eficiencia de la máquina	137
VII.3 Rendimientos (fórmulas)	137
VII.3.1 Fórmula general	138
VII.3.2 Angledozer, bulldozer y tractor	138
VII.3.3 Excavadoras	139
VII.3.4 Escarificador	139
VII.3.5 Escrepa	139
VII.3.6 Cargadores	139
VII.3.7 Transporte	140
VII.3.8 Revolvedoras	140
VII.3.9 Motoconformadora	140
VII.3.10 Compactadores	140
Conclusiones y recomendaciones	142
Bibliografía	143

INTRODUCCION.

En los últimos 35 años ha surgido una gran revolución en la industria de la maquinaria para la construcción. Ya que la validez de desarrollo y la extensa variedad de tipos, formas de equipo para las diferentes obras, como pueden ser perforación, movimiento de tierra, elevación de material, compactación etc, no permiten ver con claridad el equipo óptimo para una obra en cuestión. Es por ésto que surge el interes de describir una selección de equipo, tratando de que sea lo más general posible de manera que el presente trabajo se pueda aplicar a cualquier caso de selección de maquinaria.

Para ésto se procede a identificar el equipo en función de la obra a realizar, el tipo de material que se va a trabajar, se toman en cuenta factores y las especificaciones del lugar como son salarios, clima, localización, etc.

Posteriormente se hace un análisis de factibilidad de compra, renta u otras opciones del equipo y el tipo de mantenimiento a aplicar para que éste de lo máximo de sí.

En los siguientes capítulos se habla de los principales componentes del equipo en general, así como de equipo específico entre los que se encuentran

Compresores, trituradoras, piloteadoras y perforadoras; donde se mencionan algunas variantes de éstas con ventajas y desventajas.

Finalmente se hace un análisis de rendimientos donde se describen fórmulas generales para la estimación de éstos.

I. SELECCION DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION

La maquinaria que se utiliza en la construcción es una fuerza vital para las operaciones modernas y especialmente en la construcción pesada. En un proyecto dado que se planea la inversión y la productividad del equipo, la cual regirá la cantidad de trabajo a desarrollar. Por lo que es necesario tener un conocimiento selectivo del equipo y lograr así un producto final satisfactorio de acuerdo a los planes, especificaciones y al costo más bajo posible.

I.1 Identificación del equipo para construcción

Para la identificación del equipo, que se utiliza en la construcción, se analizará desde dos puntos de vista: el funcional y el de trabajo

I.1.1 Identificación funcional del equipo

Este tipo de identificación consiste en clasificar el equipo según la finalidad con la que fué construido, es decir si un equipo se diseñó para transportar material, su identificación funcional será transporte de material.

Para una amplia y precisa comprensión se hace la clasificación siguiente:

- a) Unidades Motrices
- b) Unidades de tracción o movedores primarios
- c) Equipo de aire comprimido
- d) Equipo de compactación
- e) Unidades de transporte y elevación de material
- f) Unidades de instalación de elementos en el terreno
- g) Equipo de procesamiento de material
- h) Unidades de excavación.

Partiendo de esta clasificación, se tratará ahora de describir cada una de estas por separado.

I.1.1.a. Unidades Motrices

Las unidades motrices son aquellas que generan energía de movimiento, la cual es aprovechada para desarrollar un trabajo, además de que estas unidades pueden ser; motores de combustión interna, que operan con gasolina o diesel, motores eléctricos, etc.

I.1.1.b. Unidades de tracción o movedores primarios.

Que a la vez podemos dividir las en:

1. Unidades de tracción en equipos móviles autopropulsables
Ejemplo: un neumático, una banda de oruga etc.
2. Unidades de tracción en equipo estacionario o fijo como podrían ser; las bandas de transmisión, cadenas etc.
3. Unidades de tracción en equipos móviles no autopropulsables
Un ejemplo sería: una escrepa que necesita ser tirada por un tractor para poder desplazarse.
4. Movimiento primario en tuberías y mangueras, ejemplo; gatos hidráulicos, frenos de aire etc.

I.1.2. Identificación de trabajo del equipo

Esta forma de identificación es apropiada porque la selección de equipo se basa primordialmente en los trabajos de construcción en los que ha de utilizarse.

Los aspectos específicos de una operación, deben conocerse antes de seleccionar un equipo, el ingeniero debe poseer una idea de la operación y sus características para planear en función del trabajo, los métodos y el equipo.

Una desventaja de esta clasificación consiste en la tendencia a pensar en un equipo dado sólo en relación con un tipo de operación por ejemplo, un cargador frontal, el cual además de servir para trabajar en operaciones de terracería, puede ser utilizado además en otro tipo de operación como la descarga sobre camiones etc.

Según los conjuntos de operación de construcción, que trabajan con material en un estado natural y en el procesamiento e instalación de éste para productos terminados, se hace la siguiente clasificación.

Operación con material en estado natural

1. Compresores y bombas que trabajan con aire y fluidos
2. Equipo para movimiento de tierras
3. Equipo de transporte y arrastre
4. Equipo para perforación y corte.

Operación con productos de construcción terminados

1. Equipo para piloteado y montaje
2. Equipo de manejo y elevación de materiales
3. Equipo para la producción de material asfáltico y pavimentación.
4. Equipo para producción de concreto
5. Equipo para producción de agregados

La clasificación anterior se sugiere cuando se presenten casos de campo real.

I.2 Factores de Selección del equipo

Los factores considerados de mayor interés al seleccionar un equipo son: costo y facilidad de conservación, es decir, se escoge aquel que pueda hacer el trabajo eficiente al menor tiempo posible, (los correspondientes a mantenimiento, serán tratados, en capítulos posteriores).

Existen otras consideraciones, tal vez dependientes de los anteriores, pero importantes en la selección de equipo, los cuales son:

1. Trabajo u operación específica a realizar
2. Requisitos de la especificación
3. Movilidad requerida por el equipo
4. Influencia de las condiciones atmosféricas
5. Tiempo programado para realizar el trabajo
6. Balanceo del equipo interdependiente
7. Versatilidad y adaptación del equipo
8. Efectividad del operador
9. Productividad
10. Condiciones de la tierra
11. Condiciones de servicio y refacciones.

La óptima solución en la selección de equipo para condiciones de campos reales será la relación de varios de estos factores. Para mayor comprensión se analizará cada uno de los relacionados, al hacer esto, se supondrá que al analizar uno, los demás permanecerán subordinados en cuanto a su efecto.

I.2.1 Trabajo u operación específica a realizar.

Que comprende el conocimiento de tres aspectos elementales como son:

1. El trabajo físico a efectuar, es decir al realizar la operación
2. La disponibilidad de espacio para trabajar
3. Los requisitos y disponibilidad de potencia.

Analizando el primero, veremos que para el trabajo físico a efectuar, (al realizar la operación), habrá características de diseño de un equipo y que

estas tendrán ciertas indicaciones respecto a los trabajos para los que puede usarse. Por ejemplo si hay que excavar una trinchera de 4.5 m de profundidad, no se dispondrá de una excavadora de trinchera del tipo de rueda, ya que este equipo tiene un límite de excavación de 2.40 m de profundidad.

La disponibilidad de espacio para trabajar deberá de ser tomada en cuenta por el planeador de la construcción, razón por la que se recomienda conozca, variedad de posibles equipos y de las especificaciones de éstos por ejemplo: si tenemos un espacio de trabajo con una altura limitada y se necesita una operación de carga, cabría la posibilidad de una pluma telescópica o hidráulica u otro tipo pero tenemos que el espacio de giro es corto, entonces se recurrirá a un sistema transportador de trayectoria recta hasta su entrega.

Por último analizaremos los requisitos y disponibilidades de potencia. Si el trabajo se localiza en un lugar lejano, tomando en cuenta que tipo de maquinaria convendría llevar ya que debido a los altos costos de transporte, no es posible llevar algunos tipos de equipo.

1.2.2 Requisitos de las especificaciones

Para evitar la obtención de un producto terminado indeseable, es necesario especificar pasos intermedios o equipo intermedio. Por ejemplo, la densidad y capacidad de carga de un relleno de tierra, no son propiedades a verificar, sólo cuando ya esta terminado este tipo de trabajo. Si no se tiene cuidado de estas propiedades a medida que se construye, existirá la posibilidad de no tener homogeneidad en el relleno.

Otra especificación deficiente, es aquella que indica a menudo el tipo o tamaño determinado de un equipo para realizar una operación cuando tal restricción no sea necesaria, por ejemplo: en un contrato se especifica el tipo de maquinaria para la excavación de trincheras de tuberías (que consiste en una excavadora de escalera), sin embargo un contratista experimentado, podrá utilizar otra variedad de estos equipos que realice la misma operación pero más económicamente.

1.2.3 Movilidad requerida por el equipo

Se enfoca desde dos puntos de vista:

1. El movimiento necesario del equipo con respecto a los materiales para la operación dada.
2. El movimiento planeado entre dos operaciones existentes en un proyecto dado o bien, entre dos proyectos.

La importancia de los movimientos del equipo, dependen del tiempo necesario para realizar cada movimiento y de la frecuencia de los mismos.

El equipo pesado que deba moverse por lo menos una vez a la semana se recomienda sea de auto-propulsión. El equipo más ligero, montado en sus propios ejes de rodamiento puede moverse por tiro o arrastre con un vehículo que se tenga disponible en el proyecto.

En rutas largas de superficies preparadas o duras, deberá utilizarse vehículos montados sobre neumáticos y en rutas cortas de superficie aspera, se utilizará vehículos montados sobre orugas. Si el equipo se usa en una posición y sus movimientos son de poca relevancia, menos del 2% de su tiempo de trabajo en desplazamientos, es más económico tenerlos montados sobre una base temporal y de bajo costo.

Los movimientos realizados durante una operación o entre operaciones son costosos. Por lo tanto el gasto total efectuado durante cada movimiento comprende la suma de todos los componentes del costo de propiedad, el costo del operador y los demás gastos en operación de los equipos que sean utilizados para el movimiento.

$$C_m = \frac{dCM}{60 Q_m V}$$

C_m = Costo por unidad de producción (\$)

d = Distancia media del movimiento (M) metros

V = Velocidad media durante el movimiento (M/min)

Q_m = Número de unidades de producción terminados entre movimiento

CM = Gasto total (\$/hora).

1.2.4 Influencia de las condiciones atmosféricas.

Las condiciones atmosféricas que deben considerarse son: temperatura, humedad, viento y la presión del aire ya que todos afectan al funcionamiento del equipo y la habilidad del operador para trabajar en forma eficiente

1.2.5. Tiempo programado para realizar el trabajo.

La selección del equipo depende directamente de las siguientes consideraciones del tiempo:

1. El tiempo permitido por el contrato de construcción
2. La sincronización necesaria y económica de las operaciones secuenciales.
3. El efecto relativo del costo administrativo en la economía de la operación.
4. La variación de las tarifas de renta del equipo con respeto al tiempo que toma a éstos realizar la operación.

Por lo que es necesario programar una ruta crítica, en función del tiempo, personal, equipo y requerimientos del proyecto.

Hay en general, tres maneras en que se determina el plazo de ejecución de un trabajo de construcción. El contrato que puede fijar, una fecha de terminación, un cierto número de días calendario, o un cierto número de días hábiles de trabajo. Si se especifica el número de días, sólo deben cargarse al contratista los días hábiles.

La productividad media ya determinada en días, debe considerar las tolerancias ya sea debido a reparaciones del equipo por falta de material, esto implica una reducción prevista en la productividad y una fuerte penalización financiera por lo que es necesario incluir un factor de contingencia (tc) y determinar la producción media necesaria (qa) de la siguiente manera:

$$q_a = \frac{Q}{H_{aw} D_{tc}}$$

donde:

- Q = número de unidades
 Haw = tiempo medio de trabajo (Hr/día)
 Dc = Días Hábiles trabajados
 Tc = factor de contingencia

1.2.6. Balanceo del equipo interdependiente

Los equipos que trabajan juntos, deben de cumplir con un balance en cuanto a tamaño y producción y así lograr una operación económica.

Se logrará un balance real de productividad si se cumple con:

$$q_p^1 = Nq_p^2$$

donde:

- q_p^1 = productividad óptima del cargador
 q_p^2 = productividad óptima de una cantidad de acarreo
 N = número de unidades de acarreo

Como la operación la efectúan un número completo de N. unidades la igualdad anterior raras veces es válida, por lo que el ingeniero selecciona el número de unidades a usar en base a:

$$N_1 = \frac{q_p^1}{q_p^2} \qquad N_2 = \frac{q_p^1}{q_p^2}$$

Por lo que es necesario determinar cual de las dos expresiones es la mejor.

Ejemplo: Si la producción óptima del cargador $q_p^1 = 160 \text{ m}^3/\text{hora}$ y la de unidades de acarreo $q_p^2 = 45 \text{ m}^3/\text{hora}$, entonces $N = 3.55$ unidades teóricamente, por lo que se tendrá que decidir por tres o cuatro unidades para un balance razonable, por lo que se opta $N_1 = 4$ y $N_2 = 3$.

1.2.7 Versatilidad y Adaptabilidad del equipo

Un equipo versátil es aquel que está diseñado para lograr varios propósitos y que sirve en una gran variedad de funciones; el ejemplo más común entre los equipos de construcción, es el tractor ya que puede utilizarse como unidad de movimiento primario, como empujador, como excavador de hoja frontal, como rasgador, etc. Otro buen ejemplo es el equipo básico para la pala motorizada, la draga de arrastre, la draga de cucharón de almeja y la grúa móvil.

1.2.8. Efectividad del operador

Las cualidades deseables de un buen operador, deben ser: pericia, conocimiento del equipo y su manejo así como llevar a cabo un mantenimiento correctivo y preventivo.

1.2.9 Producción

La producción diaria o por hora es muy importante para el contratista a fin de seleccionar la capacidad y tamaño de la máquina, ya que incide en los costos directos principalmente.

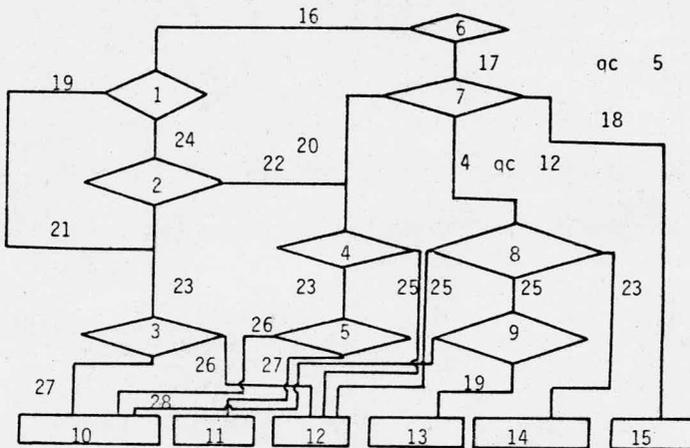
1.2.10 Condiciones de la tierra

Es necesario tener un estudio del suelo donde operarán las máquinas con la finalidad de seleccionar correctamente los accesorios de desgarramiento, así como, determinar el grado de tránsito de las máquinas.

El diagrama general de flujo para seleccionar la máquina apropiada para un trabajo de movimiento de tierras, considerando el tipo de suelo se muestra en la lámina I.1.

Factor de abundamiento

El factor abundamiento es el porcentaje de metros cúbicos en el banco respecto a los metros cúbicos sueltos. (Ver Capítulo VII.2.1.)



- | | |
|---|-------------|
| 1. Desgarrador, Rípper | 23. Grande |
| 2. Tamaño de roca rota | 24. Ripeo |
| 3. Distancia de acarreo | 25. Pequeña |
| 4. Área de Operación | 26. Corta |
| 5. Distancia de acarreo | 27. Larga |
| 6. Suelo | 28. Posible |
| 7. Circulación | |
| 8. Área de Operación distancia de acarreo | |
| 9. Construcción de camino de acceso | |
| 10. Cargador, camión fuera de carretera | |
| 11. Motoescrepa | |
| 12. Bulldozer | |
| 13. Escrepas remolcadas | |
| 14. Excavadora más transportador de banda | |
| 15. Para pantano | |
| 16. Roca | |
| 17. Tierra | |
| 18. Tractor tipo pantano | |
| 19. Imposible | |
| 20. Tipo de llantas | |
| 21. Explosivos | |
| 22. Pequeños | |

qc = índice de cono, muestra la naturaleza del suelo en la prueba de penetración del cono.

El factor de abundamiento se encuentra dividiendo el volumen de un M^3 en el banco, entre el volumen de un M^3 suelto, más el porcentaje de abundamiento es decir:

$$\text{Factor de abundamiento} = \frac{1}{1 + \%}$$

Factores comunes de abundamiento

<u>Material</u>	<u>Factor</u>
Arena o grava	De 5 a 15%
Tierra vegetal	De 10 a 25%
Tierra común	De 20 a 25%
Arcilla con arena o grava	De 25 a 55%
Arcilla seca, terrosa con roca	De 35 a 70%
Arcilla ligera húmeda	De 30 a 60%
Roca dura (dinamitada)	De 50 a 100%
En arena	111% de los M^3 . en el banco
En tierra común	125% de los M^3 . en el banco
En arcilla	143% de los M^3 . en el banco
En roca dinamitada	167% de los M^3 . en el banco

Selección por el tipo de roca

La posibilidad de escarificar depende no sólo del tipo de roca sino también del grado de descomposición o fracturación, dirección de la fracturación etc. (Ver lámina I.2)

Como regla general se debe tener en mente lo siguiente al determinar la posibilidad de escarificar las rocas:

- a) Las rocas sedimentarias, como por ejemplo: areniscas, piedra caliza, pizarra, etc., pueden ser escarificadas fácilmente. La característica más notable de estas rocas es la estratificación. Están formadas por laminaciones que forman capas, que difieren en el espesor. Cuanto más delgadas sean las laminaciones, más fácil será el escarificado de la roca.

SELECCION DE ACUERDO AL TIPO DE TIERRA

MAQUINA	TIPO DE MATERIAL				
	ARENOSO	ARCILLA	GRAVA ARENA	ROCA SUAVE	ROCA
Tractor (con desgarrador)	.	0	.	.	.
Tractor para pantano	.	.	0	x	x
Excavadora Hidráulica	.	.	.	0	0
Cargador frontal de orugas	.	0	.	.	.
Cargador frontal de llantas	.	0	.	0	0
Motoescropa	.	0	.	x	x
Camión fuera de carretera	.	x	.	.	.

Efectivo

0 Cierta dificultad

x Problemático

- b) Las rocas ígneas tales como: granito, basalto, andesita, etc. no poseen ni laminaciones ni planos de clivajes, lo que hace que estas rocas sean más difíciles de escarificar.
- c) Las rocas metamórficas tales como: esquistos, cuarcita etc., varían en la posibilidad de escarificar con el grado de laminación o de clivaje.

Determinación de la posibilidad de desgarrar por tipo de roca, en el lugar de trabajo:

Se utiliza una prueba para la determinación de onda sísmica, que mide las velocidades de traslación de las ondas sísmicas a través de diferentes clases de materiales superficiales, es posible determinar el grado de consolidación, el espesor de las capas superficiales, profundidad de dureza, grado de fracturación, etc.

Selección de acuerdo a la distancia de acarreo

La distancia de acarreo y la condición del camino donde transitará la máquina, son factores determinantes para la selección apropiada de la máquina.

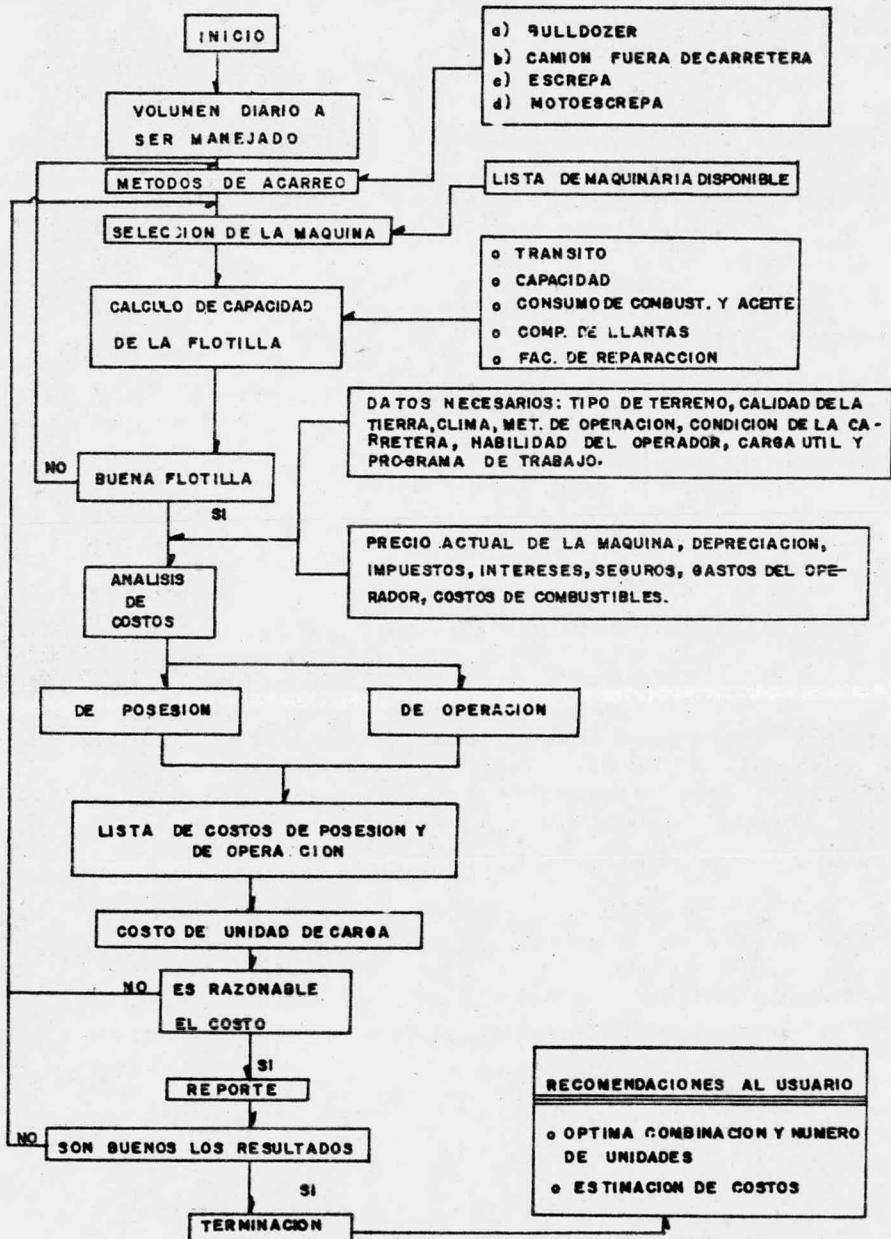
A continuación se muestra la selección del tipo de máquina de acuerdo a la distancia de acarreo.

Bulldozer de	0 a 100 metros
Cargador con llantas de	10 a 120 metros
Escrepa de	70 a 480 metros
Motoescrepa de	200 a 2000 metros
Camión de	80 mts. en adelante

Selección de acuerdo al Sistema OFR.

Las siglas Servicio OFR corresponden a OPTIMUM FLEET RECOMMENDATION (Recomendación de Optimas Flotillas de máquinas), son flotillas combinadas de varias máquinas conforme a la utilidad de cada una de ellas. Se recomienda la flotilla óptima para la obra como una sola unidad de operación.

(Ver Lámina I.3).



El criterio de evaluación general para la optimización, se basa en el costo de construcción por volumen unitario de trabajo (tonelada o metro cúbico)

Datos necesarios para usar el Sistema OFR

Información General

1. Localización del Proyecto
2. Tipo de Proyecto
3. Tiempo para terminar el Proyecto

Programa de Trabajo

1. Días de trabajo por días calendario
2. Horas por turno
3. Turnos por día
4. Días por semana.

Condiciones del lugar de trabajo.

1. Temperatura (máxima) (mínima) en grados centígrados
2. Días de lluvia durante el año
3. Altitud respecto al nivel del mar
4. Condiciones de polvo, pesadas u ordinarias, mensual o depende de la estación del año.
5. Condiciones del viento, fuerte u ordinario, mensual o debido a la estación del año.
6. Inclinação promedio del terreno
7. Distancia promedio de empuje de material
8. Distancia promedio de desgarramiento.

Datos de Costos

1. Tipo de moneda usada
2. Impuestos locales de las máquinas
3. Impuesto de importación
4. Impuesto de venta.

5. Gastos del operador por hora o por mes
6. Precio de la máquina en el lugar de trabajo, modelo accesorios.
7. Precio del combustible en litros
8. Precio de aceites
9. Interés, Seguro
10. Período de depreciación.

1.2.11 Condiciones de Servicio y Refacciones

Es uno de los puntos más importantes para la selección y compra del equipo, los distribuidores de maquinaria deben dar garantía de buenas instalaciones para servicio y una amplia cantidad de refacciones de uso más común, así como Manuales de Operación, Mantenimiento y Partes, en idiomas accesibles a mecánicos y operadores.

I.3 Costos de adquisición y operación del equipo

El costo abarca la inversión original o el costo de renta así como, el de operación y conservación del equipo en buenas condiciones de trabajo. En razón de lo anterior se mencionará en que consiste: costos de operación del equipo y costos de propiedad del equipo.

I.3.1. Costos de operación del equipo

Estos equipos son los necesarios para energizar y hacer posible el uso continuo y efectivo del equipo, tales como:

1. Costo por concepto de operador
2. Costo de combustible
3. Costo de aceites lubricantes
4. Costo de reparaciones y ajustes menores
5. Costo de reparaciones y cambio de neumáticos

1. Costo por concepto de operador

Este cargo se deriva de los salarios y bonificaciones que se pagan al operador de la máquina y a los ayudantes y peones que intervienen en

la operación de la maquinaria y se representa por:

$$Op = \frac{S}{H}$$

donde:

Op = cargo honorario por operación

H = Horas efectivas, dentro del turno de operación de la máquina

S = Salario por turno de personal que opera la máquina, e involucra todas las prestaciones del salario base.

2. Costo Combustible

Este es el gasto derivado del consumo necesario de: gasolina, diesel, o electricidad, según el caso, para que las máquinas puedan desempeñar su trabajo y esta representado por:

$$Ec = Cpc$$

donde:

C = cantidad de combustible consumido por hora efectiva de trabajo

Pc = Precio del combustible por litro

3. Costo de aceites y lubricantes

Está representada por:

$$CL = APL$$

donde:

A = representa la cantidad de aceite en litros, necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo a las condiciones medias de operación. Se determina por la capacidad del recipiente, en los tiempos entre cambios sucesivos de aceite, la potencia del motor el factor de operación de la máquina y un coeficiente fijado por la experiencia; así como de consumos diarios que se presenten.

PL = Precio de los aceites

Y se deriva de las erogaciones por consumo y cambios de periodos de aceite realizados en la máquina.

4. Costo de reparaciones y ajustes menores

Son los que se derivan de reparaciones que se hacen en campo. Se distinguen por su rápida ejecución que no afecta en forma considerable el tiempo de la jornada de trabajo de los operadores y del equipo.

5. Costos de reparación y sustitución de neumáticos

Este se representa por:

$$LL = V/H$$

donde:

LL = cargo de horario por llantas en hora efectiva de trabajo

V = valor de adquisición de las llantas

H = vida económica de las llantas en horas

para una mejor comprensión, ver la forma

1.3.2 Costos de propiedad del equipo

Estos costos son considerados por el dueño del equipo para evaluar y proteger su inversión. En primer término se tiene el costo original del equipo que está formado por todo lo que es necesario gastar para tenerlo listo para trabajar. Esta base es utilizada y aceptada para el cálculo del costo inicial de la inversión.

Los componentes del costo de propiedad del equipo son los que siguen:

1. Las reparaciones mayores o generales. El cargo que hace el propietario del equipo por este concepto asciende a menudo, a un valor comprendido entre el 50% y el 100% del costo original del equipo.

Depreciación. Es el resultado de la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso y desajuste durante el tiempo de su vida económica. El método que se emplea para determinarlo es el lineal, en función de las horas que se tomen como vida económica. De esta resulta:

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

CONSTRUCTORA: _____ _____ OBRA: _____	Máquina: _____ Modelo: _____ Datos Adic: _____	Hoja No: _____ Calculo: _____ Reviso: _____ Fecha: _____
---	--	---

DATOS GENERALES.

Precio adquisición: \$ _____ Equipo adicional: _____ Valor inicial (Vo): \$ _____ Valor rescate (Vr): _____%=\$ _____ Tasa interes (i): _____% Prima seguros(s): _____%	Fecha cotización: _____ Vida económica (Ve): _____ años Horas por año (Ha): _____ hr./año Motor: _____ de _____ H.P. Factor operación: _____ Potencia operación: _____ H.P.o.p. Coeficiente almacenaje (K): _____ Factor mantenimiento (Q): _____
--	--

I- CARGOS FIJOS.

- a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \text{_____} = \$$
- b) Inversión: $I = \frac{Vo + Vr}{2Ha} = \text{_____} =$
- c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2Ha} s = \text{_____} =$
- d) Almacenaje: $A = KD = \text{_____} =$
- e) Mantenimiento: $M = QD = \text{_____} =$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ _____

II- CONSUMOS.

- a) Combustible: $E = e Pc$
 Diesel: $E = 0.20 \times \text{_____ H.P. op.} \times \$ \text{_____ /lt.} = \$$
 Gasolina: $E = 0.24 \times \text{_____ H.P. op.} \times \$ \text{_____ /lt.} =$
- b) Otros fuentes de energía: _____ =
- c) Lubricantes: $L = a Pe$
 Capacidad carter: $C = \text{_____ litros}$
 Cambios aceite: $t = \text{_____ horas}$
 $c = C/t + \frac{0.0035}{0.0030} \times \text{_____ H.P. op.} = \text{_____ lt/hr.}$
 $\therefore L = \text{_____ lt/hr.} \times \$ \text{_____ /lt.}$
- d) Llantas: $Ll = \frac{VII \text{ (valor llantas)}}{Hv \text{ (vida económica)}}$
 Vida económica $Hv = \text{_____ horas}$
 $\therefore Ll = \$ \text{_____} =$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ _____

III- OPERACION

Salarios: S
 Operador: \$ _____

 Sal/turno-prom: \$ _____
 Horas/turno-prom: (H)
 $H = 8 \text{ horas} \times \text{_____ (factor rendimiento)} = \text{_____ horas}$
 $\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \$ \text{_____} =$

SUMA OPERACION POR HORA \$ _____

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ _____

donde:

Va = Valor inicial de la máquina

Vr = Valor rescate

Ve = Vida económica de la maquinaria en horas

2. Interés. Es el cargo a pagar por el propietario por el dinero, obtenido en préstamo o en producto (equipo), obteniendo por la inversión de dinero. Si no hubiera utilizado el dinero para comprar el equipo, podría haberlo invertido en acciones o bonos que le rindieran intereses.

Como éste resulta de los intereses del capital invertido, se deduce el cargo por inversión y se estima de la siguiente forma:

$$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} i$$

donde:

i = Tasa de interés anual

Ha = Número de horas efectivas trabajadas por equipo en un año

3. Impuestos. Son los costos que cargan los gobiernos, federal, estatales o locales, por poseer el equipo y varía de 1% a 5% del valor de la inversión media anual del equipo para cualquier año.
4. Almacenamiento. Es el costo por guardar el equipo en un lugar seguro, protegido durante el tiempo en que no está siendo utilizado y está representado por:

$$A = KaD$$

donde:

Ka = Coeficiente estimado de los costos que resulten y se relacionen con la depreciación.

D = Depreciación

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

5. El seguro. Es el costo por la prima a pagar por el seguro necesario para proteger al propietario contra pérdida financiera o daños sufridos por el equipo y será del 1% al 3% del valor del equipo.

Y está representada por:

$$S = \frac{Va + Vr}{2 Ha} s$$

donde:

- s = Prima anual expresa como fracción
 S = Cargo anual por seguro

1.3.3. COMPRA DE MAQUINARIA

Después de hecha la selección del equipo y definido el proveedor que la va a surtir debe iniciarse una serie de trámites para cumplir con los requisitos legales y fiscales que requiere la adquisición de cualquier bien y documentar la operación en tal forma que esta ofrezca todas las garantías del caso.

Los pasos a seguir para llevar a cabo finalmente la adquisición podemos agruparlos de la siguiente manera.

1. Trámites Previos
 - 1.A. Cotización
 - 1.B. Pedido
 - 1.C. Permiso de importación
2. Métodos de Adquisición
 - 2.A. Compra de contado
 - 2.B. Compra a plazos
 - 2.C. Compra con anticipo y orden de fabricación
 - 2.D. Arrendamiento financiero
 - 2.E. Renta con opción a compra
 - 2.F. Compra con opción a renta.

3. Renta

1.3.3.1 Trámites Previos

1.3.3.1.A. Cotización

La cotización es la oferta que nos hace el vendedor después de haberle suministrado los datos básicos ya sea verbalmente o por escrito, en renglones independientes, la cuchilla empujadora (bulldozer), el escarificador (ripper) si esa fue nuestra solicitud.

1.3.3.1.B. Pedido

El pedido es el documento que confirma nuestra solicitud y que compromete tanto al comprador como al vendedor a llevar a cabo la operación de acuerdo con las condiciones que en este mismo pedido se describen.

1.3.3.1.C. Permiso de importación

Si la máquina se adquiere directamente del fabricante y desde luego si es una máquina fabricada en el extranjero, será necesario obtener un permiso de importación ante la Dirección General de Comercio de la Secretaría de Comercio

1.3.3.2. Métodos de adquisición

1.3.3.2.A. Compra de contado

Después de los trámites previos, habiendo decidido el adquirente efectuar la compra de contado, únicamente deberá recabar la factura correspondiente que debe contener todas las especificaciones indicadas en el pedido y desde luego el valor de la misma. En algunos casos en la misma factura aparece la forma de pago.

Este documento es el de mayor importancia al adquirir un equipo ya que es el único que demuestra que el bien es de nuestra propiedad y también es el documento que tendremos que endosar en el caso de que el propietario en su oportunidad decidiera venderla.

1.3.3.2.B. Compra a Plazos.

Quando se adquiere un equipo a plazos generalmente se conviene en un pago como anticipo entre el 20% y 30%, y el resto quedará documentado de acuerdo con lo pactado con el proveedor, por lo regular, títulos de crédito que pueden ser letras o pagares.

En este tipo de operación, cuando se finiquite el pago, el proveedor deberá entregar la factura correspondiente.

1.3.3.2.C. Compra con anticipo y orden de fabricación.

En algunos casos, cuando la fábrica no cuenta con existencias, es requisito para surtir el pedido, que previamente se formule un programa de fabricación para lo cual algunos proveedores exigen que se entregue el anticipo pactado para poder formular el programa y ordenar la fabricación.

1.3.3.2.D. Arrendamiento Financiero.

El arrendamiento financiero consiste, en que una institución de crédito especializada, supla los fondos necesarios para efectuar la operación pagando directamente al proveedor y celebrando con el comprador un contrato de arrendamiento.

1.3.3.2.E. Renta con opción a compra.

Otra modalidad es la llamada renta con opción a compra. Este tipo de operación permite al comprador hacer uso del equipo durante varios meses a través de una renta mientras decide adquirirlo.

1.3.3.2.F. Compra con opción a renta.

En el sistema de compra con opción a renta, el vendedor concede al comprador la opción de restringir el contrato al cumplirse determinado número de meses siguientes a la fecha de su celebración, dejando en algunos casos en beneficio del vendedor los pagos realizados o un porcentaje de ellos y convirtiéndose la operación a partir de ese momento en una operación de renta pura.

1.3.3.3. Renta Pura

En caso de que la situación financiera de la empresa o las condiciones del programa de obras o las proyecciones de la misma empresa no aconsejen la adquisición de un equipo, puede optarse por la renta del mismo.

1.3.4. Vida Económica.

El concepto de vida económica de la maquinaria se maneja continuamente en la industria, sin embargo en pocas ocasiones se comprende su trascendencia y la gran influencia que tiene en los resultados económicos de las personas morales o físicas que sean dueños del equipo.

Los plazos que frecuentemente se establecen para la duración de la vida económica son hasta cierto punto, arbitrarios y apoyados casi siempre en experiencias ajenas a los dueños de los bienes de producción, como son: catálogos de fabricantes, libros o folletos publicados por alguna entidad que ha tenido el cuidado de recopilar información de fuentes apegadas a la realidad del uso del equipo y crear con ésto, índices estadísticos.

Una de las causas más frecuentes de no establecer el periodo de vida económica en forma realista, es la falta de control y de información del poseedor de la maquinaria, pues de contar con los datos suficientes se tendrían estadísticas para imponer el criterio propio o no tener que apoyarse en valores numéricos que representan grandes promedios.

Los valores de vida económica se presentan generalmente en años y horas efectivas y con estas unidades se emplean para integrar los costos horarios del equipo a precios unitarios de diversos conceptos de trabajo.

Afortunadamente siempre existe la posibilidad de corregir desviaciones e iniciar la recopilación de datos; de modo que en el futuro se puede contar con valores que nos ofrezcan seguridad en su aplicación, los cuales con los avances tecnológicos de la época actual y mediante un análisis cuidadoso, puedan arrojar cifras que permitan determinar la vida económica de la máquina, especialmente la de construcción, con un grado de aproximación razonable.

Siendo el equipo de valor dentro del balance de una empresa siempre debe manejarse con todas las características de una inversión, sobre todo en la actualidad en que los precios de adquisición son tan elevados.

Dado el ritmo inflacionario actual cualquier método de evaluación que se utilice como el beneficio costo, tasa de rendimiento, etc., conviene actualizarlo a valores presentes para acercarnos más a la realidad.

La Ley de Obras Públicas define vida económica como el tiempo en el cual la máquina produce trabajo en forma económica, siempre que se le proporcione el mantenimiento adecuado.

James Douglas la define: "como el plazo que maximiza utilidades durante su uso". "Es el plazo en que la operación de la máquina produce las mayores utilidades".

En síntesis las definiciones que giran en torno a la llamada vida económica de las máquinas, señalan que es un periodo durante el cual se deben obtener los máximos beneficios durante su operación, pues el equipo puede continuar trabajando por más tiempo, pero las utilidades tenderán a disminuir.

A este nuevo plazo se le conoce con el nombre de vida útil, de modo que la fecha de terminación de la vida económica puede ser elástica en función de la política de ganancia que fije el dueño. (Lámina I.4).

Deberá tenerse la precaución de no exagerar el uso de las máquinas dentro del rango señalado, pues no interesa solamente tener beneficios sino las máximas utilidades, por lo que el aspecto interesante de este planteamiento es establecer el punto crítico máximo que represente el límite conveniente para sustituir los equipos o si fuera conveniente reconstruirlos.

No significa lo anterior que se debe reducir el plazo de la vida económica, sino establecerse dentro de un rango tolerable, para que oportunamente se tomen las decisiones que procedan. Quizá, inclusive, fuera más conveniente pasarse razonablemente del plazo económico y no adelantarse a él.

Después de una correcta planeación, los equipos deben adquirirse para producir trabajo en determinadas condiciones, por lo que los valores de vida

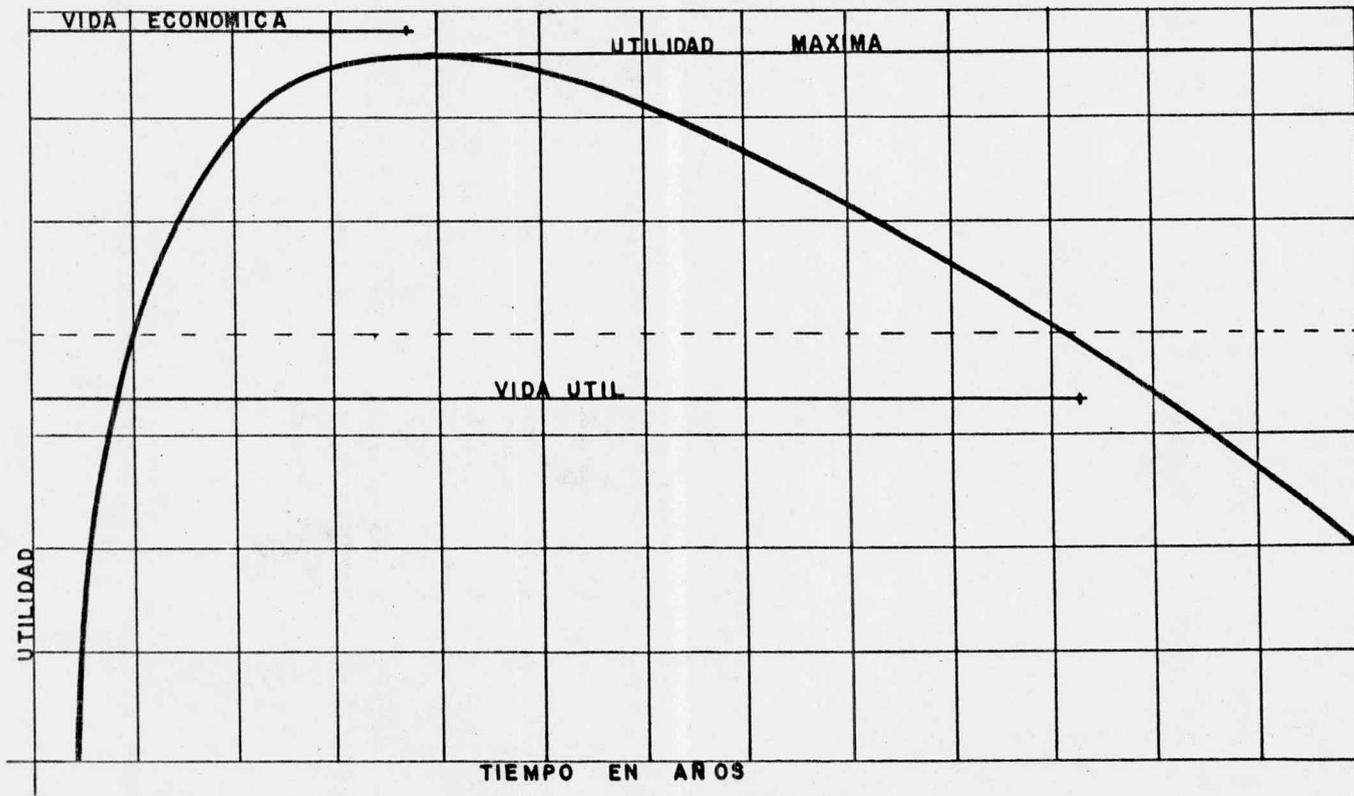


Lámina I.4

económica pueden variar atendiendo a la modalidad del proyecto. También incluyen en otros factores como son el adecuado mantenimiento, la correcta operación, el aumento en los precios de adquisición, la devaluación de la moneda, los avances tecnológicos y el sistema de depreciación que se adopte.

Sin considerar las condiciones de mercado los factores de tipo técnico que inciden en los costos horarios de las máquinas son fundamentalmente la depreciación y los cargos por mantenimiento. Si tuviéramos la información correcta y suficiente para relacionar estos costos con los beneficios, se observaría que a través del tiempo los costos de utilización irían aumentando para sostener los mismos beneficios y por lo tanto disminuirían las utilidades.

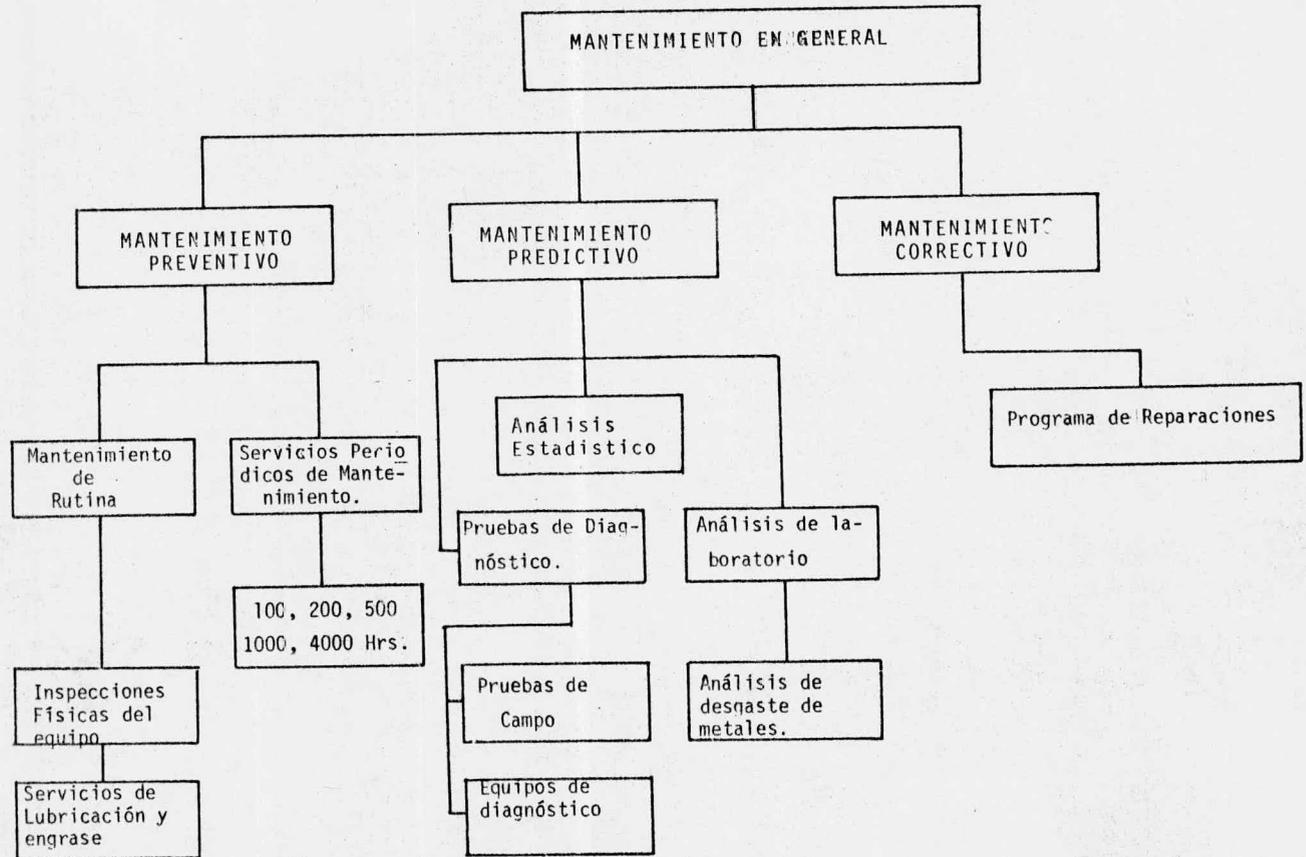
Considerando la depreciación como una disminución en el valor original del equipo por el trabajo realizado a través del tiempo, se comprende que es una forma de recuperar la inversión.

El objeto de la depreciación es ir rescatando el capital invertido para que al final de esta recuperación podamos restituir el equipo, que ya se trabajó y que debe cambiarse. Con este fondo se va creando una reserva de amortización que servirá para reemplazo, sin embargo siempre existirá una diferencia entre el fondo de amortización y el valor de la nueva máquina que está en continuo ascenso.

I.4 Mantenimiento

El mantenimiento, tiene un costo que se debe analizar buscando el equilibrio con los costos de operación.

Se denomina mantenimiento, a aquella serie de actividades que dirigida por una persona o grupo de ellas, tiene como fin lograr y asegurar el aprovechamiento más ventajoso de las máquinas y equipos, que otros elementos de una organización, necesitan para el desempeño de sus funciones y obtener la óptima recuperación de la inversión que se hizo en maquinaria, materiales o mano de obra (Ver lámina I.5).



Para obtener un mantenimiento óptimo se subdivide de la siguiente manera:

Mantenimiento del equipo y maquinaria de la empresa

- a) Mantenimiento predictivo
- b) Mantenimiento preventivo
- c) Mantenimiento correctivo. Reparaciones menores y mayores.

I.4.1. Mantenimiento predictivo

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

Se basa en el análisis estadístico de vidas útiles, de piezas y conjuntos; el análisis físico de piezas de desgaste; el análisis de laboratorio y diagnóstico de campo. Este análisis se hace según lo registrado en la bitácora del operador.

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 siguiente 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, engranes, motores, transmisiones, etc.
- c) Suspender el servicio fuera del programa por fallas imprevistas.

Métodos de Mantenimiento Predictivo.

Para el Mantenimiento Predictivo se disponen de los siguientes métodos:

- Análisis Estadístico
- Análisis Físico
- Análisis de Laboratorio y Diagnóstico de Campo.

Análisis Estadístico

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.

Análisis Físico

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 realizar esas mediciones directamente sobre conjuntos de tránsito y llantas del equipo móvil.

Análisis de Laboratorios y Diagnóstico 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 de conjunto.

I.4.2. 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.

I.4.3. Mantenimiento Correctivo

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

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

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

Métodos de Mantenimiento Correctivo (Reparaciones Mayores)

Programa tentativo de reparaciones mayores. De acuerdo a los análisis estadísticos, físicos y de laboratorio en los casos que sean posibles, se harán programas de reparaciones mayores por cada máquina, que cubran cuando menos periodos de un año de trabajo, a la duración de la obra, cuando fuera por menos tiempo.

I.4.4. Análisis para determinar la reconstrucción o cambio de un equipo

- La maquinaria se deprecia en 5 años o sea se le da una vida útil de 10,000 horas y se supone que trabaja normalmente 2,000 anuales (Ver lámina I.4)
- El mantenimiento normal que se debe dar a cada máquina corresponde al 100% de la depreciación o sea al 20% anual al igual que la depreciación.
- Una reparación mayor en promedio se deberá hacer a las 5,000 horas
 → de trabajo o sea cuando la máquina tiene un valor en libros del 50%

De lo anterior podemos deducir que el costo de la reparación mayor no podrá ser mayor del 50% del costo inicial de la máquina, ya que si excediera de este importe el valor de la maquinaria sería de más de 100% y en este caso convendría más que adquirir una máquina nueva.

* Es el valor adquisición que la Oficina Administrativa asigna al equipo.

TIPO DE HOJA	Factor Hoja (a)
HOJA ANGULABLE	1 - 0.81
HOJA RECTA	1 - 0.81
HOJA "U"	1 - 0.87

Tabla No. 1 para encontrar el factor de hoja

Tipo de Transmisión de la Máquina	Tiempo necesario para hacer cambios de velocidades (2)
MANDO DIRECTO	0.10 min.
MANDO DIRECTO	0.20 min.
MANDO CON SERVO TRANSMISION	0.05

Tabla No. 2 para encontrar el Valor de (Z)

Condiciones de Operación	Excelente	Bueno	Normal	Poco Deficiente	Deficiente
Excelente	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
Bueno	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Normal	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54
Poco Deficiente	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Deficiente	0.52	0.50	0.47	0.42	0.32

Tabla No. 3 para encontrar el factor (E) Eficiencia de Trabajo.

	km/hr.	mts/min.	km/hr.	mts/min.	
	1.0	16.7	0.1	1.7	
	2.0	33.3	0.2	3.3	
3.7 Km/Hr.	3.0	50.0 +	0.3	5.0	(1333 + 33) = 1366 m/min
	4.0	66.7	0.4	6.7	
	5.0	83.3	0.5	8.3	
	6.0	100.0	0.6	10.0	
	7.0	116.0	0.7	11.7	(504 + 11.7) = 61.7 m/min
8.2 Km/Hr.	8.0	133.3 +	0.8	13.3	
	9.0	150.0	0.9	15.0	
	10.0	166.7			

Tabla No. 4 para convertir kilómetros por hora a metros por minuto.

TIPO DE TIERRAS	FACTORES DE CONVERSION DE VOLUMEN DE TIERRA		
	CONDICION INICIAL DE LA TIERRA		
	SUELTA	EN BANCO (NATURAL)	COMPACTADA
ARENA	1.0	0.90	0.86
BARRO ARENOSO	1.0	0.80	0.72
BARRO	1.0	0.70	0.63
TIERRA CON GRAVA	1.0	0.85	0.91
GRAVA	1.0	0.88	0.91
GRAVAS SOLIDAS Y ROBUSTAS	1.0	0.70	0.91
CALIZAS ARENISCA Y OTRAS ROCAS SUAVES	1.0	0.61	0.74
GRANITO BASALTOS Y OTRAS ROCAS DURAS	1.0	0.59	0.77
ROCAS TRITURADAS	1.0	0.57	0.80
ROCAS GRANDES DINAMITADA	1.0	0.51	0.72

Tabla No. 5 para encontrar el factor de Conversión de volúmen de tierra.

II. COMPONENTES BASICOS DE LOS EQUIPOS DE CONSTRUCCION

II.1 Principios básicos de las especificaciones

Cuando un ingeniero, técnico u otra persona interesada en un determinado tipo de máquina y que requiera realizar una evaluación, necesita recurrir a las especificaciones del fabricante.

Del mayor conocimiento de las especificaciones, así como de los servicios que ofrece el fabricante, dependerá la óptima selección. Para una mejor comprensión de las especificaciones básicas de los equipos de construcción es necesario mencionar algunos componentes mecánicos del equipo.

II.1.1 Componentes

Los componentes básicos son aquellos elementos que dan movimiento y fuerza al equipo.

II.2. Sistema de Dirección

El sistema de dirección de los vehículos para movimiento de tierra es muy importante, debido a que el tamaño y peso, así como las condiciones del terreno falso o irregular, dificultan el control de la dirección.

II.3. Sistemas de mandos y controles

Son sistemas hidráulicos que ofrecen mayor velocidad, conveniencia y confiabilidad.

II.4. Neumáticos

A continuación se presenta una clasificación de dichos neumáticos.

- a) Compactadores. El neumático liso (C-1)* se usa principalmente en pavimentos asfaltados, materiales de base y aplicaciones de compactación de lotes de estacionamiento. El neumático acanalado (C-2)* se usa generalmente para compactar; podría decirse que se trata de cubiertas no abrasivas, ni direccionales para reducir las alteraciones del suelo.
- b) Máquinas para movimiento de tierra. La selección de las bandas o superficies deben regirse por el trabajo que hay que efectuar. Se puede elegir entre la E-1* y la E-7*. Cuando lo primordial sea la duración de la banda.

Tracción. E-1 y E-2, es más intenso y los tacos amplios y separados donde la orientación de las bandas le proporciona un autodespeje, aunque presente menos desgaste.

Mayor capacidad térmica o calorífica. E-6 ha reducido la banda de rodamiento para eliminar el calor.

* Datos proporcionados por Caterpillar

Capacidad térmica máxima. Neumáticos radiales y cerco de acero.
 Flotación, E-7*, neumáticos radiales - amplia pisada - Flexible
 para la presión del suelo.

- c) Motoniveladoras. Tracción (G-2)*, los neumáticos que más aceptación tienen las motoniveladoras a causa de su traccionabilidad. Para una mayor flotación hay que tomar en consideración al neumático de base más ancha.

Estrías. (G-1)*, neumáticos para uso delantero que permiten eliminar las fluctuaciones cuando las ruedas delanteras se ladean por el peso de cargas laterales (normales en las maquinas ABC). Los neumáticos de flotación se utilizan también en la área (E-7)*.

Roca. (G-3)*, estos neumáticos se adaptan al trabajo en rocas escarpadas o terraplenes, cuando haya la posibilidad de pinchazos, rozaduras o cortes.

- d) Cargadores y Explanadoras con rueda. La selección para estos vehículos depende sobre todo de las exigencias en cuanto a la tracción y la flotación, así como de la resistencia al deterioro y a los cortes. El equipamiento de fábrica de la mayor parte de estas cargadoras y explanadoras consta de neumáticos de base amplia, pudiendo optar por neumáticos y llantas de mayores dimensiones.

Si las maquinas se utilizan en materiales blandos y adhesivos, los neumáticos de tracción (L-2)* resultarán los indicados. Por ejemplo, los siguientes neumáticos; el tipo de tracción L-2*, el de roca L-3*, el neumático de banda profunda L-4* y el extraprofundo L-5*, existe una diferencia radical en cuanto al grosor de las bandas que van desde 1 1/2" a 3 3/4", si se imprime una mayor profundidad a la banda, se obtendrá un uso mucho mayor.

En otras palabras, result. una buena adquisición porque utilizarán la misma configuración básica del neumático, pero añadiendo más superficie de rodura.

II.5 Tren de rodaje.

Es aquel conjunto de elementos y mecanismos necesarios para que la máquina se desplace.

Su importancia reviste en el costo, de operación, ya que con un buen cuidado de trabajo y mantenimiento se logran grandes ahorros en comparación con los neumáticos, los cuales tienden a tronarse muy fácilmente en las zonas rocosas. (Ver lámina II.1)

II.5.1 Orugas

- a) Bastidor de la oruga. Esta compuesto de placas de acero soldadas de manera que integran una estructura rígida, la cual ha sido diseñada particularmente para resistir los fuertes golpes a que se ve sometida cuando está funcionando el tractor.

El bastidor tiene un tirante diagonal cuya extremidad interior gira conectada con el eje de la catarina a la altura de la parte inferior central de la caja de la dirección, está soldada al lado interior vertical del bastidor de la oruga de modo que el tirante diagonal hace que la armazón conserve la debida relación geométrica con el chasis del tractor y permite que la armazón oscile alrededor del eje de la catarina, gracias a este arreglo, la rueda guía puede moverse de arriba abajo. (Ver lámina II.1)

- b) Rodillos inferiores. Estan acomodados en la parte inferior del bastidor su principal función es soportar el peso total de la máquina, distribuyendo a las zapatas, estos rodillos giran en los rieles formados por los eslabones de las zapatas. (Ver lámina II.1)

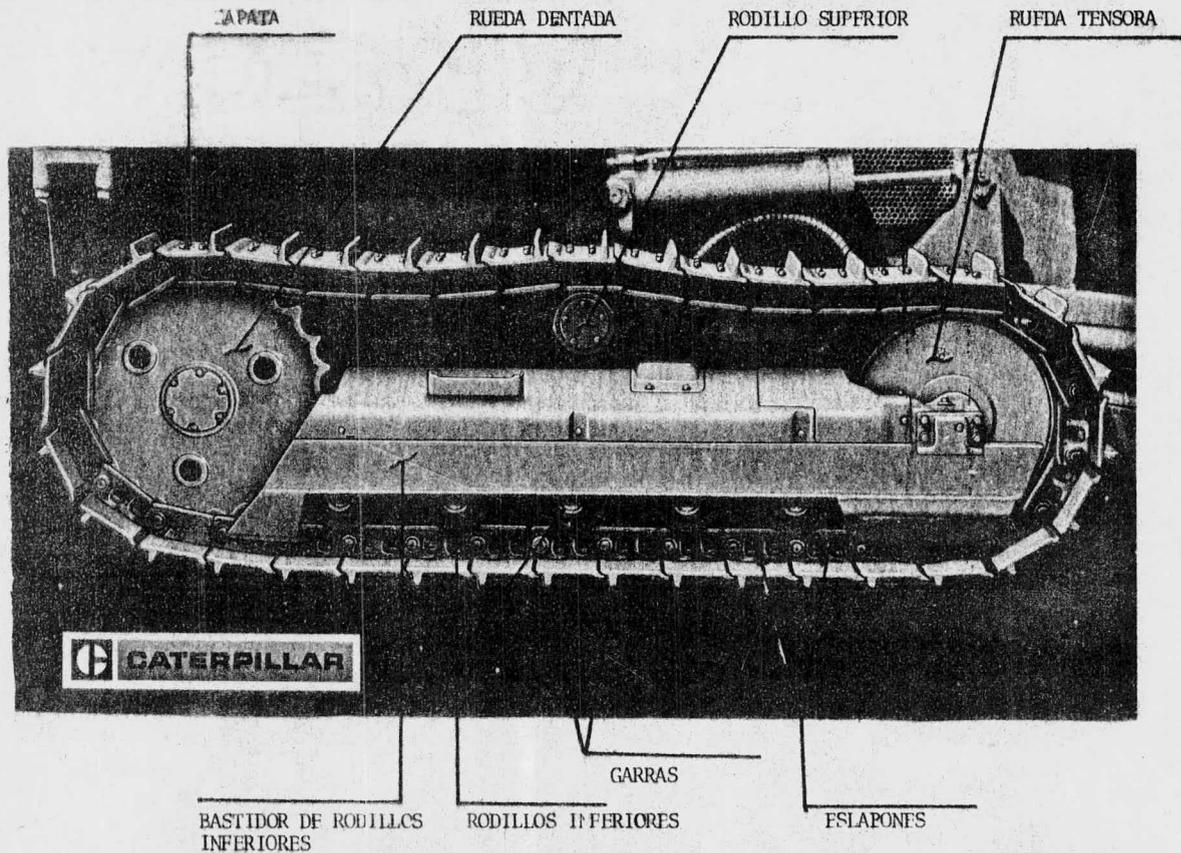


Lámina II.1

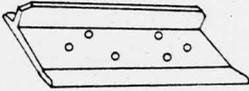
COMPONENTES BASICOS DEL TREN DE RODAJE

II.5.2. Las zapatas

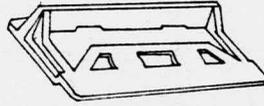
Consiste en una placa plana de acero, su grueso depende de la aplicación. Las zapatas tienen una superposición en un lado, esta superposición cubre el borde recto, en el otro lado de la zapata anterior, tienen dos ranuras que sirven de espacio para los eslabones, también cuatro agujeros de pernos para montar la zapata a los eslabones. La zapata tiene un extremo saliente llamado garra, estas garras tienen diferente altura y anchura dependiendo de la aplicación de la misma, el propósito de las garras es penetrar en el suelo y dar a la máquina más tracción (Ver lámina II.2)

A continuación se describen las características de las zapatas más comerciales que Komatsu, Caterpillar y otras empresas dedicadas a la renta y venta de la maquinaria utilizan en sus equipos de construcción:

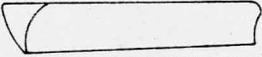
- a) Zapata de una garra: La garra tiene un perfil afilado para mayor penetración y tracción; su aplicación es en suelo común, excluyendo terrenos rocosos. (Ver lámina II.2)
- b) Zapata para rocas: Reforzada para resistir trabajos pesados, resistente a la ruptura y al doblado. Se provén guardas de tornillos para prevenir que se rompan las cabezas de éstos; su aplicación es en terrenos rocosos, excluyendo suelos altamente abrasivos como piedra de arena. (Ver lámina II.2)
- c) Zapata de garra triple. Tiene tres garras de igual altura para una alta resistencia contra virajes frecuentes y facilita mayor comodidad durante el manejo cuando se compara con la zapata de garra doble, su aplicación es en terrenos duros, en cargadores frontales sobre orugas. (Ver lámina II.2)
- d) Zapata para pantano. Tiene una sección transversal en forma de arco circular, dando suficiente área de contacto, para una buena flotación, la garra no es afilada, lo que previene restablecimientos hacia un lado, ya que sus extremos tienen forma de arco circular; es particularmente apropiada para pantanos. (Ver lámina II.2)



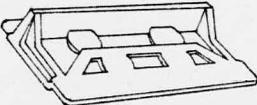
ZAPATA DE UNA GARRA



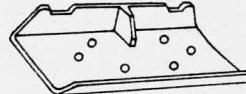
ZAPATA PARA ESCORIA



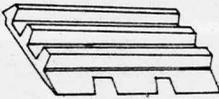
ZAPATA PARA PANTANO



ZAPATA PARA ROCAS



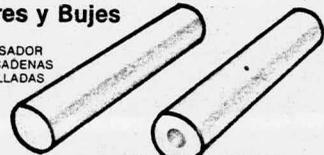
ZAPATA PARA NIEVE



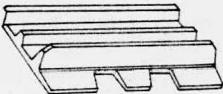
ZAPATA DE GARRA SEMI DOBLE

Pasadores y Bujes

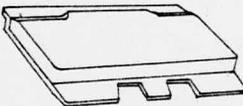
PASADOR
DE CADENAS
SELLADAS



PASADOR
DE CADENAS
SELLADAS Y LUBRICADAS



ZAPATA DE GARRA TRIPLE



ZAPATA PLANA

- e) Zapata plana. No tiene garras, las cabezas de los tornillos de las zapatas están debajo de la superficie de la placa, permitiendo que se opere sin dañar la carretera, la superficie, donde se trabaje; se usa en carreteras pavimentadas u operaciones bajo techo (Ver lámina II.2)
- f) Zapatas para escoria. Está fabricada con acero de poco manganeso para prevenir el desgaste debido al calor; su aplicación es para escoria cuya temperatura exceda de 450°C. (Ver lámina II.2)
- g) Zapata para nieve. Tiene salientes y una garra especialmente diseñada para impedir el deslizamiento lateral, tiene un orificio en el centro para evitar la caída de la oruga y proteger el tren de rodaje de daños. Tal como su nombre lo dice su uso es exclusivo para zonas de nieve. (Ver lámina II.2)
- h) Zapata de garra semi-doble. Esta zapata tiene dos garras de diferentes alturas para facilitar la alta tracción y resistencia contra virajes frecuentes; su uso es para operaciones de carga y excavación en cargadores frontales de orugas.

La garra tiene un grosor grande, lo cual le provee una alta resistencia contra doblados bajo carga pesada. (Ver lámina II.2)

Las zapatas* mencionadas se surten en diferentes anchos como sigue:

zapata sencilla	anchura 56 cm.
zapata para terrenos rocosos	anchura 56 cm.
zapata sencilla	anchura 61 cm.
zapata sencilla	anchura 66 cm
zapata sencilla	anchura 71 cm
zapata sencilla	anchura 76 cm
zapata para terrenos rocosos	anchura 56 cm
zapata para escoria	anchura 56 cm

* Datos proporcionados por Dina-Komatsu

II.5.3. Las principales partes de la zapata son las siguientes:

- a) El eslabón. El conjunto del eslabón debe soportar el peso de la máquina y está sujeto a frecuentes cargas de impacto debido a que pasa sobre rocas, cuando el conjunto de la oruga pasa a través de terreno disperejo.
- b) Tornillo y tuercas; los tornillos llegan a soportar 112 Kg/mm^2 o más de esfuerzo a la tensión, están fabricados con una aleación de acero y boro; sujetos a tratamiento de endurecimiento para soportar altas fuerzas de apriete, las tuercas están hechas de acero al carbón con un tratamiento de endurecimiento.

Pernos y Bujes: el perno y buje son armados a presión dentro de los eslabones para formar un grupo sólido donde no existe movimiento entre sus piezas (Ver Lámina II.2)

- c) Ruedas tensoras y rodillos

Los rodillos superiores, son aquellos elementos que sostienen el peso de la porción superior del carril.

Las ruedas tensoras son las que dan soporte delantero, se encuentran montadas en muelle para absorber las sobrecargas de los carriles (Ver lámina II.1)

- d) Guarda de los rodillos del bastidor

Su principal función es proteger a los rodillos de daños ocasionados por fragmentos de roca del material donde esté trabajando el tractor, también previene a la oruga de ondulaciones o de que llegue a desalinearse de los rodillos inferiores. Esta guarda es un equipo estandard en tractores grandes. (Ver lámina II.1)

II.6 Accesorios

Los accesorios, son elementos que nos otorgan una gran ayuda en la construcción, ya sea para levantar cargas o para homogeneizar un suelo, así como romper

los grumos o con la compactación que un suelo posea. Entre los accesorios elementales se encuentran los siguientes: (Ver lámina II.3)

II.6.1. Chucharones

- a) Cucharón de almeja. Se utiliza en excavaciones profundas, si es necesario, se pueden implementar conexiones o rotadores con el fin de que trabaje alrededor de obstrucciones (Ver lámina II.3)
- b) Cucharón de retroexcavadora, existe una gran variedad de tamaño y capacidades según la máquina. Facilita la excavación alrededor de tuberías transversales u otras obstrucciones que se puedan encontrar al realizar la zanja, asimismo, posee una gran retención de la carga. (Ver lámina II.3)
- c) Cucharón de descarga frontal. Tiene gran capacidad y es muy eficaz para trabajos continuos de carga de camiones proporcionando gran rendimiento y duración. (Ver lámina II.3)
- d) Cucharón de descarga por el fondo. Sus características de descarga gradual y mayor altura de descarga permiten depositar la carga con mayor cantidad y precisión, produciendo menos deterioro en las cajas de los camiones, reduciendo además el derrame de material. (Ver lámina II.3)
- e) Cucharón para excavaciones másivas. Se utiliza generalmente en trabajos grandes de excavación, carga de camiones o manejo de materiales de baja densidad (Ver lámina II.3)
- f) Cucharón de rocas este tipo de cucharón permite excavar y cargar rocas y otros materiales duros, son resistentes a la abrasión ya que tienen más acero en la cuchilla y en los adaptadores de los dientes.

II.6.2. Desgarrador o escarificador

- a) Desgarrador paralelogramo tipo fijo. Este accesorio se usa para



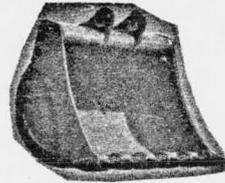
CUCHARON DE ALMEJA



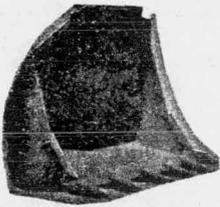
CUCHARON DE ROCAS



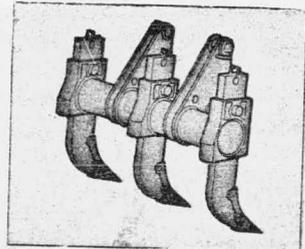
CUCHARON DE RETROEXCAVADORA



CUCHARON PARA EXCAVACIONES
MÁSIVAS



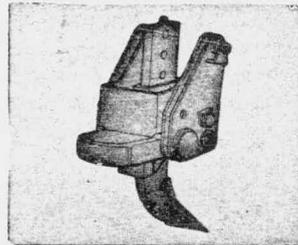
CUCHARON DE DESCARGA FRONTAL



ESCARIFICADOR PARALFLOJADO
DE TIPO FIJO Y VARIABLE



CUCHARON DE DESCARGA POR EL FONDO



ESCARIFICADOR GIGANTE

romper suelos duros o pavimentados, así como para voltear rocas.
 Peso de accesorio 5530 kg (con 3 vástagos)
 Profundidad de excavación 92 cm. (Ver lámina II.3)

b) Desgarrador paralelogramo tipo variable*. Este desgarrador está provisto de tres vástagos y además de un mecanismo hidráulico el cual ajusta el ángulo y profundidades de excavación.
 Peso del accesorio 5 990 kg. (Con tres vástagos). Profundidad de excavación 85.5 cm (Ver lámina II.3)

c) Desgarrador gigante (ángulo de excavación tipo fijo)*
 Este desgarrador está provisto de un sólo vástago el cual puede llevar a cabo excavaciones más profundas. El uso combinado de este accesorio con un plato de empuje proveerá mayor fuerza de excavación.

Peso del accesorio 4 440 kg, Profundidad de excavación 138 cm,
 (Ver lámina II.3)

d) Desgarrador gigante*(ángulo de excavación* tipo variable)
 Este desgarrador está provisto de un sólo vástago el cual tiene una gran profundidad de excavación. El ángulo y profundidad puede ajustarse fácilmente por medio del mecanismo hidráulico.
 Peso del accesorio 5 240 kg, Profundidad de excavación 125 cm.
 (Ver lámina II.3).

II.6.3 Cuchillas

- a) Cuchilla angulable*. Es una hoja que puede formar un ángulo hacia la derecha e izquierda de 25° mediante un ajuste manual de la longitud de los tirantes. Se usa para movimiento de tierra.
- b) Cuchilla recta inclinable*. Es una hoja que puede variar su inclinación mediante un dispositivo hidráulico en uno de los brazos que soportan la hoja es para operaciones de excavación de zanjas, eliminación de árboles y donde se necesite mayor producción.

* Datos proporcionados por Caterpillar.

- c) Cuchilla recta* Es una hoja fija al marco sujeta por dos brazos, esta hoja es agresiva en la penetración al piso obteniendo una mayor carga en la hoja, es ideal para operaciones de excavación.

- d) Cuchilla "U"* Es una hoja con una capacidad muy grande y particularmente se usa para mover grandes volúmenes de material a distancias de acarreo largas, generalmente trabaja en la construcción de carreteras.

* Datos proporcionados por Cartepillar.

III. COMPRESORES

III.1 Importancia de los Compresores

En este capítulo se describe la importancia que tienen los compresores de aire, tanto los de tipo reciprocante como los de tipo rotatorio en la construcción, ya que por medio de ellos se pueden accionar las herramientas y maquinaria de trabajo.

Los rompepavimentos, los martillos neumáticos, los hincadores de tablaestacas y las perforadoras de percusión, son de vital importancia en el campo de la construcción ya que con ellos es más fácil el acceso al trabajo, pero no hay que olvidar que todo este equipo es accionado por medio de los compresores recíprocos o rotatorios.

III.2 Compresores de aire.

Es la maquinaria que se encarga de absorber el aire de la atmósfera y por medio de un proceso mecánico comprimirlo y almacenarlo para posteriormente enviarlo a diversos equipos y herramientas.

Los compresores existen del tipo portátil y estacionario los cuales van fijos a una plataforma o chasis y éstos apoyados a su vez en ruedas.

III.2.1 Factores que influyen en la selección.

Los compresores son usados, en la construcción para proporcionar potencia neumática a gran variedad de herramientas de mano como martinetes, pulidoras, taladros, etc.

1. La presión necesaria para cada equipo neumático está dada en Kg/cm^2 .
2. Requerimientos de aire que demandará el equipo en metros cúbicos por minuto.
3. Longitudes y sistema de tuberías así como mangueras del compresor y colocación estratégica para la alimentación de los equipos.
4. La presión admisible del compresor para generar la presión deseada.
5. Requerimiento de la precisión en el recipiente del compresor para proporcionar la presión requerida en el equipo.
6. Equipo y herramienta que solicita el aire comprimido en el compresor (Ver tabla III.1)
7. El tamaño ideal del compresor para que de aquí se adapte al comercial.
8. El análisis de un factor de diversidad que dependerá del número de máquinas a alimentar.
9. El regulador de presión necesaria en el compresor tomando en cuenta la pérdida de presiones.
10. El tamaño del compresor comercial que cumpla con las necesidades y la economía.

III.2.2 Los compresores son aplicables en la construcción para el accionamiento de diferentes necesidades y equipos como son los siguientes:

1. Herramientas de mano (Ver lámina III.1 y fig III.2)
 - 1a. Corte de materiales con sierra circular o de cadena



G2415

Esmeril vertical de 1.5 HP. Muy recomendada en trabajos de desbaste y lijados hasta de 7" ϕ . ligera con sólo 216 kg de peso, lo que permite trabajarlo en cualquier posición y desarrollar un buen trabajo en corto tiempo.



G2421

Esmeril vertical de 2.3 HP de potencia para cortes de desbastes medios y revoluciones muy adecuadas para estas operaciones 6000 rpm y hasta un diámetro de 9", el cual trae consigo su propio equipo de seguridad.



G2405

Pulidor ligero 1.5 kg de peso para trabajos de abrillantado o pulido. Sus bajas revoluciones (2000 rpm), evitan "quemar" las partes a pulir con un diámetro de 7" para trabajo con borlas o lijas.



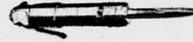
G2400

Lijadora orbital, con control de orbital o concéntrico, dependiendo del trabajo. Bajo consumo de aire, 16 pies cúbicos por minuto y una velocidad de 110,000 rpm.



P2521

Martillo cincelador para operaciones de corte de carrocerías con 3.240 golpes por



P2510

Martillo recto de cincelar, rápido 3.780 golpes por minuto para todo trabajo de limpieza en cualquier posición y limpieza inmediata por contar con válvula de soplado al frente y observar fácilmente el trabajo también para cincel de zanco exagonal de 1/2"



P2505

Pluma grabadora. Debido a su alta velocidad, 10.980 golpes por minuto y punta de carbono de tungsteno, permite mascar o grabar todo tipo de piezas para identificación, muy ligera con sólo 0.12 kgs.

ATLAS COPCO

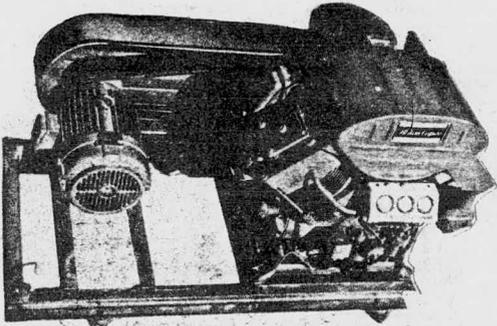


FIGURA III.1

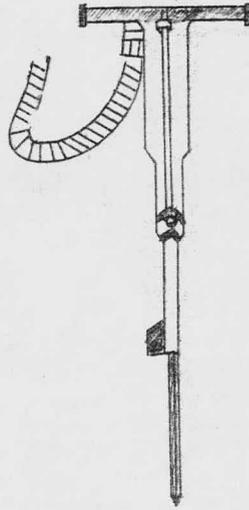


FIGURA III.4

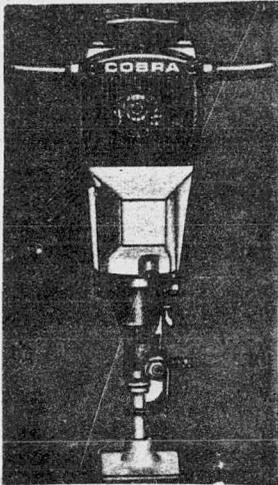
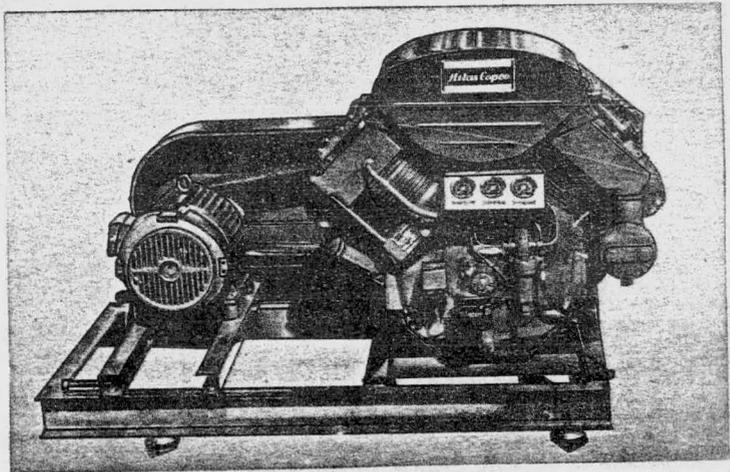


FIGURA III.2

FIGURA III.3



- 1b. Barrenadores de material triturable
- 1c. Rompedores de material triturable
- 1d. Acabado de materiales

2. Perforación de túneles (Ver lámina III.2 y III.3)
 - 2a. Perforación de barrenos en roca
 - 2b. Soplar fragmentos de roca de los barrenos perforadores
 - 2c. Soplar el explosivo remanente y humos de la atmósfera del túnel.
 - 2d. Potencia aerodinámica para el movimiento de gastos que son utilizados para mover equipo o fijarlo.

3. Para el lanzamiento de materiales, mezclas, y atomizaciones de pintura, revestimiento etc. (Ver lámina III.4)

4. Transporte de fluidos y materiales a través de tuberías

5. Accionamiento por aire de bombas centrífugas

6. Accionamiento aerodinámico de tambores frenos de malacate

III.3 Tipos de compresores

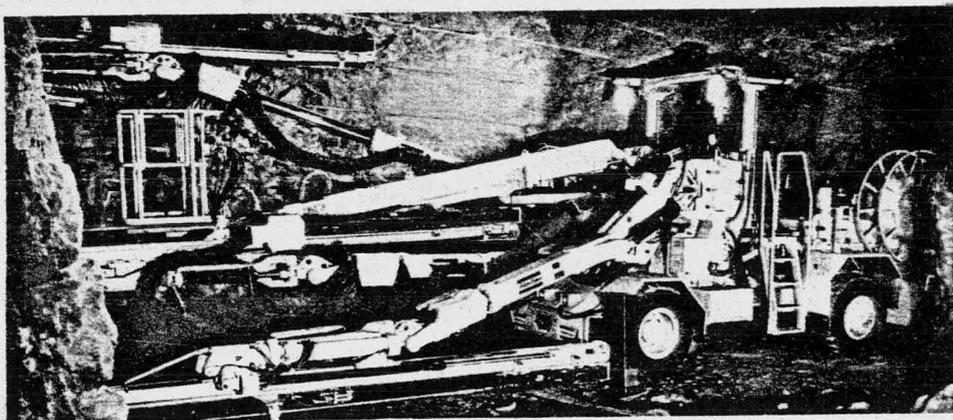
Los compresores de aire son de dos tipos: de desplazamiento positivo y de tipo dinámico. Los primeros que son más utilizados en la construcción, confinan sucesivamente volúmenes de aire comprimido en un tanque cerrado. Que son de dos tipos reciprocantes y rotatorios.

El compresor de tipo dinámico trabaja con el funcionamiento de aspas o impulsores rotatorios a altas velocidades e imparten velocidad o presión al aire, estos últimos son utilizados en los campos petroleros, productos químicos etc.

III.3.1 Compresores de aire reciprocante

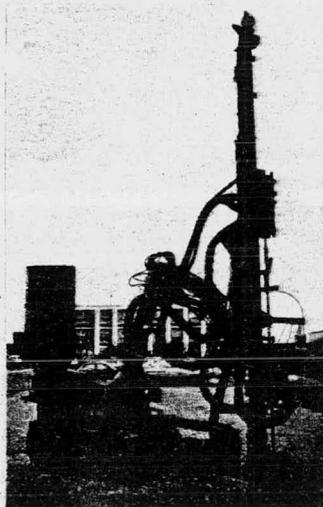
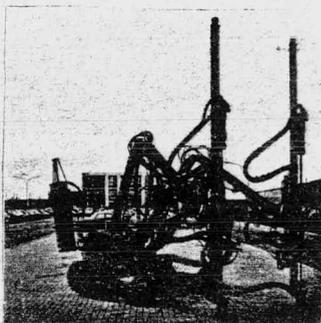
En éstos, la compresión de aire se produce por el movimiento reciprocante, hacia adelante y hacia atrás del pistón del compresor, cumpliendo con un ciclo de compresión, que se efectúa por medio de válvulas "Check" que

PEFORADORA DE TUNEL FREÑTERA MONTADA SOBRE RUEDAS

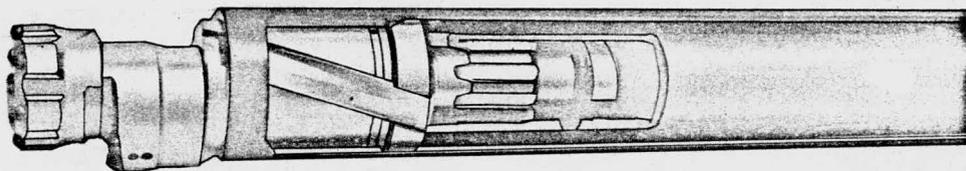


VAGONES SOBRE ORUGAS:

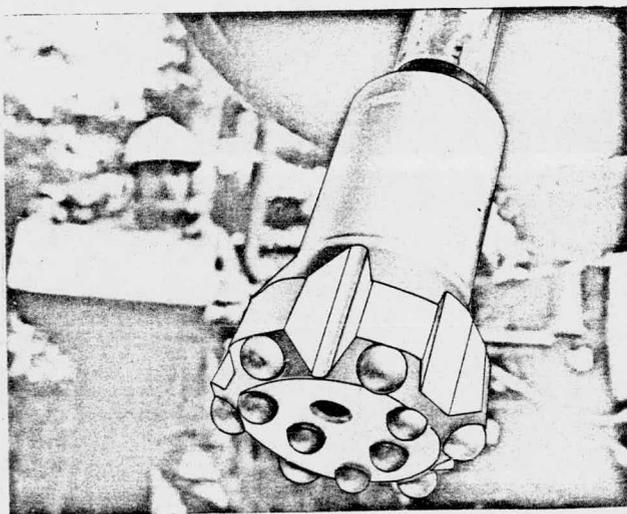
ROC 301- Peforador ligero de bancos para diferentes tipos de martillos perforador de roca, incluyendo el martillo DTH, modelo COP4.



ROC 302- Peforador de bancos bajos con dos brazos hidráulicos y martillos de roca.



AQUI SE MUESTRA UNA BROCA CON UN ESCARIEDOR EXCENTRICO EN EL QUE PERFORA UN BARRENO MAS GRANDE QUE EL DIAMETRO EXTERNO DE LOS TUBOS DE REVESTIMIENTO.



EQUIPO PARA PERFORAR MONTADO EN ORUGAS CON BROCA DE BOTONES SANDVIK COROMANT (ACEROS DE BARRENACION).

LAMINA (III.3)



LA ILUSTRACION SE MUESTRA UNA EXCAVACION CON UNA FLOTILLA DE
EQUIPOS PERFORADORES SOBRE ORUGAS ROC 601, ALTAMENTE MECANIZADOS

LAMINA (III.4)

permiten el paso del aire en una s3la direcci3n entrando aire al cilindro para luego cerrarse la correspondiente entrada y al mismo tiempo abrirse la de salida al tanque para ser comprimido y conducido el aire por el pist3n hacia el tanque de almacenamiento.

En la l3mina III.5 se muestra un compresor de aire del tipo reciprocante de dos etapas del TIPO 40.

III.3.2 Compresores rotatorios

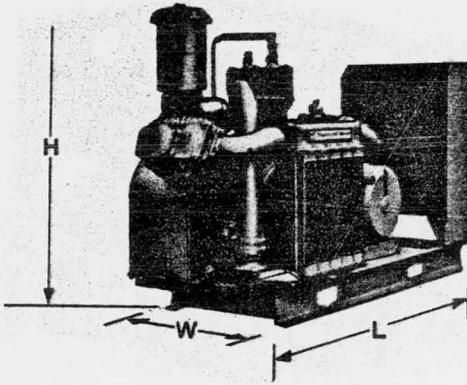
Estos funcionan con un impulsor rotatorio que obliga el paso del aire a trav3s de una c3mara curvada de confinamiento para comprimirlo y posteriormente almacenarlo. Tienen los mismos usos en la construcci3n que el compresor reciprocante a diferencia de que el rotatorio trabaja a m3s velocidad y por lo tanto requiere de m3s potencia para una misma entrega de metros c3bicos de aire por minuto (Ver l3mina III. 6 y Fig III.5)

El compresor rotatorio es creado con la finalidad de superar a los compresores reciprocantes lo cual fue factible cuando se logr3 comprimir el aire a 8.75 Kg/cm^2 , casi igual que los reciprocantes pero con vol3menes de aire mucho mayores debido a que se accionan con motores que desarrollan hasta 700 HP.

Sin embargo la eficiencia del compresor rotatorio de aspas es menor. El compresor rotatorio de tornillo comprime a m3s de 8.7 Kg/cm^2 , genera grandes vol3menes de aire y su eficiencia es m3s alta que la de los compresores reciprocantes.

III.3.2.1 Aplicaciones de los compresores rotatorios

Los compresores rotativos se utilizan para la mayor3a de las unidades rompedoras, perforadoras, bombas, vagones sobre orugas y otros equipos de construcci3n. Se emplean para todas aquellas operaciones en obras de carreteras, t3neles, canteras, explotaciones a cielo abierto, edificaci3n y otras obras de ingenier3a (Ver L3mina III.2)



Modelo	HP motor	Tamaño de los cilindros (pulg.) D = dobles	Desplazamiento		Entrega Efectiva *		RPM	Dimensiones (m)			Peso Kg.
			PCM	m ³ /min.	100 psi	125 psi		L	W	H	
40 BH	40	7 ½ y 7 ½ y 6 ¼ x 5	222	6.28	180	179	870	1.30	.85	1.30	1090
40 BHX	50	7 ½ y 7 ½ y 6 ¼ x 5	248	7.02	201	199	970	1.30	.85	1.30	1110
75 BH	75	7 ½ y 7 ½ y 6 ¼ x 5D	444	12.57	360	358	870	1.94	1.18	1.75	1770
75 BHX	100	7 ½ y 7 ½ y 6 ¼ x 5D	495	14.02	402	399	970	1.94	1.18	1.75	1840
100 B	100	8 y 8 y 6 ¼ x 5 ½ D	566	16.03	464	460	885	1.94	1.18	1.75	2010

* pies³/min de aire libre para las presiones de descarga indicadas, al nivel del mar.

También se ofrecen unidades de alta presión hasta 250 lb/pig² (17.6 Kg/cm²)

COMPRESOR "T-40"

LAMINA (III.5)



Sistema de carga y descarga

- 6. Conjunto de descarga.
- 7. Válvula de regulación.
- 8. Regulador de velocidad.
- 9. Válvula de carga.

Flujo de aire

Flujo de aceite

Mezcla aire/aceite antes de separación

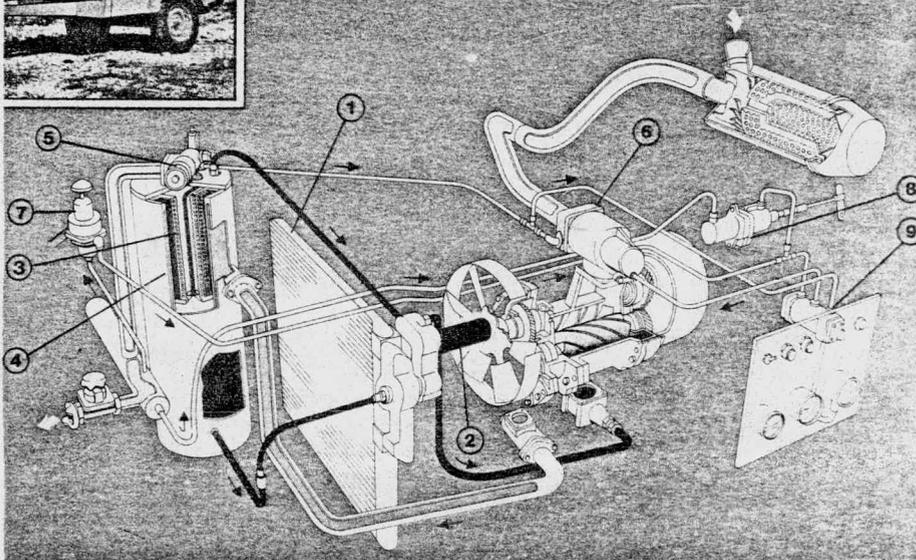
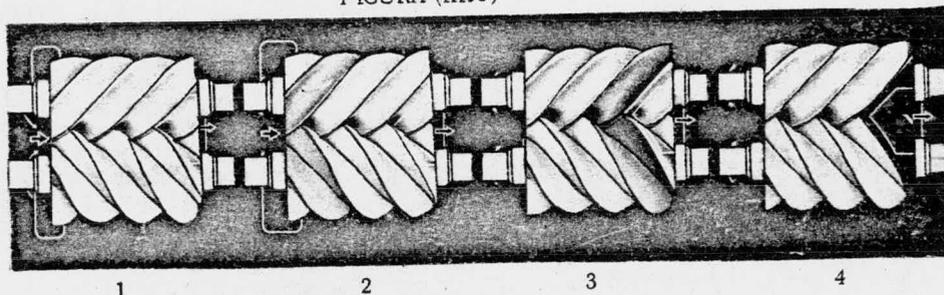
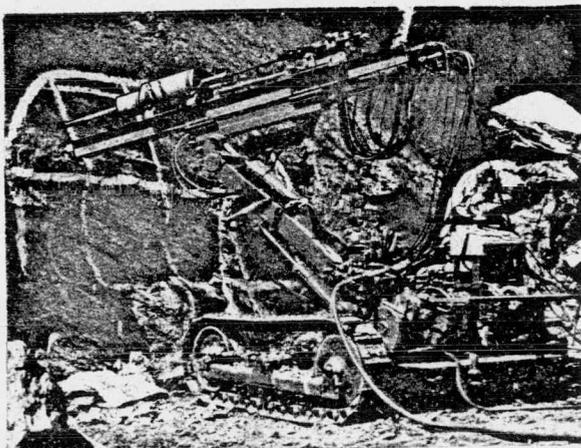


FIGURA (III.5)



1. Se aspira el aire al espacio lobular a través de la lumbrera abierta de entrada
2. Al girar los rotors cierran la lumbrera de entrada y comienza la compresión de aire atrapado
3. La acción rotativa produce una compresión suave y progresiva, hasta llegar al borde de la lumbrera de salida
4. Sale el aire comprimido y vuelve a cerrarse la lumbrera de salida lista para el próximo ciclo de compresión.



AQUI SE OBSERVA UN ROMPEDOR DE ROCA EN ACCION, ESTE EQUIPO TRABAJA POR MEDIO DE UN COMPRESOR ROTATORIO

FIGURA (III.6)

- Las cifras de consumo de aire son máximas, es decir, incluyen la rotación y máximo barrido de aire.
- En las cifras de consumo de aire no se incluye el equipo colector de polvo.
- Para la perforación con martillo en el fondo de roca homogénea.

III.4 Herramientas Neumáticas

Para la selección del compresor adecuado es necesario conocer la gran variedad de dispositivos y herramientas que funcionan con aire comprimido, la potencia del aire comprimido genera ventajas importantes como son:

1. Simplicidad del mecanismo que permite tener herramientas ligeras
2. Variaciones instantáneas de la carga y reversibilidad
3. Herramientas que no tienen sobrecalentamiento al trabajar
4. Oportunidad de usar la herramienta en tiempo lluvioso o húmedo, sin peligro de sufrir una descarga o choque eléctrico.
5. Un mecanismo que necesita el mínimo de atención y de mantenimiento

III.5 Herramientas para demolición y excavación

La gran variedad de herramientas para demolición y excavación, son accionadas por aire las cuales nos sirven para remover materiales como: asfalto, arcilla, mampostería, metales, madera, materiales térreos etc., mediante el impacto aplicado por medio de una herramienta en forma de cuña o punta de acero, como pueden ser desde pistolas cinceladoras hasta grandes rompedoras de pavimento.

III.5.1. Martillos Neumáticos

Como se dijo anteriormente, en el tema de "Herramientas Neumáticas", el martillo neumático es una herramienta de operación manual, utilizado principalmente en la barrenación de agujeros. Por esta razón se les llama con frecuencia perforadoras de mano. Se clasifican de acuerdo con su peso: una unidad completa de martillo consiste en un taladro con una barra

de acero y una broca.

A medida que el aire comprimido fluye causa el movimiento recíprocante del compresor mediante un pistón, a una velocidad hasta de 2,200 golpes por minuto, proporcionando el efecto de golpe al martillo. Una parte de aire fluye a través de un agujero de la broca, para sacar los detritos del orificio y enfriar a ésta. Para taladros húmedos se utiliza agua en vez de aire.

En la fig. III.2 se muestra un ejemplo de un martillo neumático accionado por medio de un compresor recíprocante para desarrollar su trabajo.

III.5.2 Rompepavimentos

Este equipo es accionado directamente del émbolo recíprocante impulsado hacia adelante y hacia atrás por el aire comprimido. Se dividen o clasifican en tres categorías de acuerdo a su peso, ya que los hay ligeros, medianos y pesados.

En la figura III.3 se muestra el rompepavimento de la serie "COBRA" 148.

Este tipo de máquina se utiliza para demoler asfalto, perforar barrenos en el suelo, piedra o concreto. Asimismo, quebrar rocas, también se utiliza para apisonar puesto que tiene varios accesorios que se le pueden adaptar. También es útil para perforar en pequeños trabajos de voladura, concreto armado, aberturas en ladrillos o paredes de concreto y obtener muestras de suelo, etc.

Este tipo de máquina se lubrica automáticamente por el aceite en el combustible y no requiere lubricación adicional.

DIMENSIONES Y PESOS

Zanco de la herramienta	22 X 108 mm (7/8" X 4 1/4")
Peso	24 Kg (53 libras)
Máquina (longitud)	736.6 mm (29 pulg)
Ancho (máximo)	482.6 mm (19 pulg)
Caja (longitud)	32 cm aprox.

Ancho	80 cm aprox.
Alto	53 cm aprox.

M O T O R

Desplazamiento	185 cc (11.3 cm ³)
Velocidad del cigueñal	2 500 a 2 700 R/min
Carburador	Tipo diafragma (Tillotson)
Sistema de ignición	Tipo Thyristor
Mezcla de combustible	1.20 (5%) de 2 tiempos de aceite / 90-100 octanos
Volumen del tanque	1.5.1. (0.33 imp. gal) (0.40 u.s. gal)
Consumo de combustible	1.411/H (0.31 impo. gal) (0.37 u.s. gal)

III.6 Herramienta para perforación

Estas herramientas se usan para perforar barrenos en materiales triturables en madera, roca etc. este equipo es accionado por compresores reciprocantes y rotatorios, el tamaño varia desde un taladro de mano hasta herramientas que son manipuladas por dos hombres de aquí se derivan muchas como la perforadora de túnel frentera, perforadora sencilla etc.

III.7 Hincadores de tablaestacas

Esta maquinaria consiste en una serie de martillos, accionados por un compresor reciprocante, como ejemplos ilustrativos podemos decir que para obras en donde se introducen largas hincas, se utilizan los martillos mecánicos accionados por vapor o aire comprimido. Estos tienen cierta semejanza con una sonda o perforadora de vapor y lo pueden manejar dos o tres hombres, sin ninguna instalación especial.

Los de tamaño mayor; van provistos de una cabeza especial para ajustar a los tablones. Estos martillos se manejan con cabría o se llevan en un bastidor semejante al de los martinetes hincapilotes. Ordinariamente se emplean los de "caída libre", pero no tiene tantas ventajas como los

"mecánicos de movimientos alternativos" porque los golpes estropean los tabloneros o tabla-estacas, mientras que los golpes frecuentes y ligeros del martillo mecánico tienden a mantener las tablestacas y el material adyacente en movimiento y realizan el trabajo con menos daños para el tablestacado. Recientemente se ha empezado a emplear el "martillo submarino", que puede trabajar debajo del agua. La aspiración del martillo se lleva a la superficie por medio de una manguera, y son movidos por vapor o con aire comprimido y pueden conseguirse con él importantes ventajas y economía; a continuación se describen algunas de estas ventajas: (Ver lámina III.7)

1. Se pueden usar pilotes más cortos.
2. Se reduce la pérdida debido al exceso cortado
3. Se evita el empleo de equipo adicional
4. El hincado no se perturba por las crecidas y descensos de aguas o mareas.
5. Se simplifica el trabajo bajo del agua para cortar las cabezas al nivel conveniente.

III.8 Perforadora sobre orugas

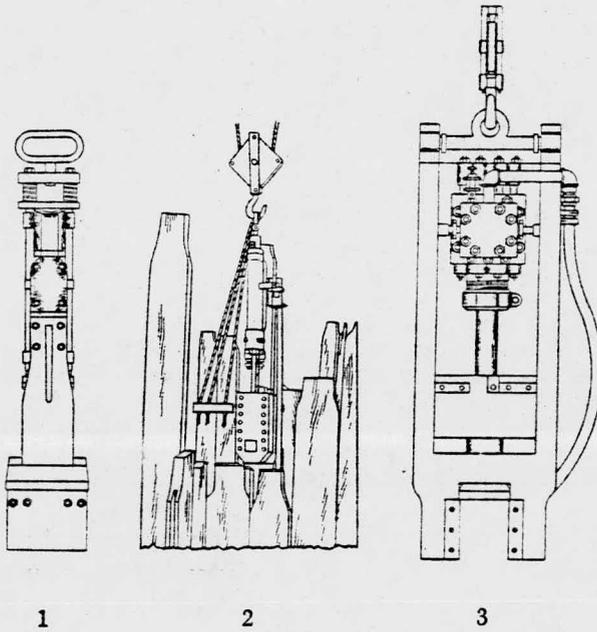
Estas máquinas las constituyen una perforadora pesada, una guía, un brazo neumático, como soporte un bastidor transversal, que montado en un par de orugas que tienen tracción propia que puede ser oscilante o rígida manteniéndolas por medio de un movimiento hidráulico en contacto con el terreno.

Equipo con el cual se pueden usar varias barras de perforación en diferentes direcciones y posiciones sin que se desestabilice la máquina, en general todos los movimientos de estas máquinas son desarrollados a base de aire comprimido (figura III.6). Su aplicación en lugares difíciles con protuberancias para la perforación de barrenos, taludes, bancos de roca etc. es ideal a su sistema de orugas.

III.9 Perforadoras de Percusión

El uso más común del aire comprimido, es en la perforación de barrenos para

3 TIPOS DE MARTILLOS O HINCADORES DE TABLESTACAS



1. Martillo pequeño para hincar tablestacas
2. Martillo mecánico actuando sobre varias tablestacas
3. Martillo mecánico de gran tamaño para hincar tablestacas

voladuras en materiales rocosos. Las perforadoras de roca llamadas a veces "rock drill", utilizan un émbolo reciprocante, accionado por el aire comprimido en el interior de un cilindro, que produce un golpeteo rápido. Una barra estriada alojada en el cilindro da origen a una rotación parcial de acero de perforación en cada carrera de retorno ascendente, lo cual produce la acción de rotación. Las perforadoras se sostienen a mano, como ocurre con las pistolas de perforación de pozos y las de perforación de barreras ya que son lo suficientemente ligeras para ser manipuladas por un hombre.

Otras, como para túneles o frenteras montadas, se instalan en tripiés, barras cruzadas o sobre ruedas. A la perforadora de túnel frentera montada sobre ruedas, se les conoce como de vagoneta. Este tipo tiene gran movilidad y su largo alcance de 1.80 mts., permite avanzar la perforación considerablemente antes de cambiar barras de longitud (Ver lámina III.2)

Las perforadoras de roca son diseñadas para iniciar y dar barrenos de precisión en terrenos accidentados. Estas maquinas son una variante de las antiguas vagonetas de perforación, montadas en orugas y propulsión propia. Todos los movimientos y ajustes de posiciones para perforación, son realizados por potencia neumática o potencia hidráulica.

Cualquier posición de la pluma-mástil de 1.80 a 4.25 mts de largo, para diferentes ángulos de perforación, se logra mediante uno o más pistones hidráulicos. La pluma-mástil permite hacer barrenos horizontales desde 1.50 m hasta 4.50 mts arriba del terreno.

Las unidades del tipo de vagoneta de perforación, con propulsión propia cuestan de dos a tres veces lo que una unidad perforadora para túnel, de tamaño comparable, pero deben acusar un ahorro considerable en tiempo y mano de obra.

Otro tipo de perforadora especial es la montada en camión, con el mástil de perforación montada en la parte posterior. Tal unidad no puede llegar a los lugares inaccesibles a los que llega una perforadora montada en orugas, pero de 6.0 a 7.5 mts. de longitud, hasta una profundidad de 30 mts o mayor y una inclinación máxima de 35° medida desde la vertical. Las presiones de

alimentación pueden variar desde unas cuantas decenas de gramos hasta más de 13.500 Kgs., pudiendo variar la velocidad de perforación de 0 a 100 rpm. Esto permite que el operador seleccione a voluntad la velocidad y alimentación óptimas para la roca que tiene que barrenar (Ver figura III.4).

III.10 Precio Unitario

El precio unitario de un equipo, es un punto muy importante para determinar si es conveniente utilizarlo u optar por otro.

Por ésto se pensó en un programa de computadora y así ahorrar tiempo en el cálculo de éste.

Se hace la aclaración de que en los siguiente capítulos se hace dicho análisis con el mismo programa.

Donde:

PA = Precio	\$	V
EA = Precio de Equipo adicional	\$	V
EL = Precio de llantas	\$	Juego
G = Precio de Gasolina	\$	LT
DI = Precio de Diesel	\$	LT
ELC = Precio de Electricidad	\$	KW
A _C = Precio de aceite	\$	LT
VR = Valor de Rescate	%	
TI = Tasa de Interés	%	
AK = Factor Almacenamiento	%	
Q = Factor Mantenimiento	%	
SI = Factor Seguro	%	
FO = Factor de Operación		
FC = Factor de Consumo		(Gasolina 0.10 Fe 0.23 Diesel Fc = 0.10 años
VE = Vida económica de la máquina		LT
CC = Cap. del cárter		Horas
VLL = Hbras por vida (llantas)		Horas
HA = Hbras por año (máquina)		

HP = Potencia	por caballos HP
OP = Salarios del operador	\$ por Hora
AY = Salarios de ayudantes	\$ por Hora
RED = Rendimiento	U (unidades)

5

C O M P R E S O R C H I C A G O (-OCT-1981)									
1170526.50	00000.00	15522.09	00.00	1.75	00.00				34.00
20.00	25.00	5.00	100.0	3.00	85.00	20.00			
5.0	16.0	4000.	1500.	140.					
105.25	0.00	0.00	0.00	93.00					
RETROEXCAVADORA 225 CATERPILLAR (OCT 1981)									
2661000.00	00.00	0.00	0.0	1.75	0.00				34.00
20.00	25.00	3.00	100.0	2.00	100.00	20.00			
5.0	11.	4000.	2000.	135.					
237.00	105.25	0.00	0.00	201.00					
CAMION 777 CATERPILLAR 1 KM (SS-OCT-1981)									
3853380.00	0.00	51763.39	3.00	0.0	0.00				34.00
20.00	25.000	5.00	100.0	3.00	85.00	22.70			
5.	30.	2000.	2000.	870.					
99.00	00.00	0.00	0.00	320.00					
TRACTOR DE RUEDAS 814 CATERPILLAR (OCT-1982)									
12900000.00	0.00	65483.0	0.00	6.00	0.00				117.30
20.00	38.00	5.00	80.00	3.00	80.00	20.00			
5.	11.	0000.	2000.	170.					
225.00	0.	0.0	0.0	200.00					
RETROEXCAVADORA 245 CATERPILLAR (OCT-1982)									
9000000.00	0.0	0.0	0.00	6.00	0.00				90.00
20.00	38.00	5.0	80.00	3.	80.0	20.00			
5.	15.	000.	2000.	325.					
225.38	0.0	0.0	0.0	356.00					

DDF DGCCH

AOS/V5 REV 01.40
AOS/V5 XLPT REV 01.40

C234567

```
OPEN(3,FILE='ENTRA',PAD='YES',STATUS='OLD',BLANK='ZERO')
OPEN(4,FILE='SAL',CARRIAGECONTROL='FORTRAN',STATUS='FRESH')
DIMENSION TITULO(20)
C 1A LECTURA LEE EL NUMERO DE PAGINAS T2
  READ(3,550)KN
550 FORMAT(I2)
C LEE KN VECES DATOS DE NUEVAS MAQUINAS 20A4
  DO 132 I=1,KN
C 2A LECTURA LEE EL NOMBRE DE LA MAQUINA
  READ(3,5) (TITULO(I),I=1,20)
5 FORMAT(20A4)
C 3ER LECTURA PA=PRECIO DE ADQUISICION,EA=PRECIO DEL EQUIPO ADICION
C AL,EL=PRECIO DE LLANTAS,G=PRECIO DE LA GASOLINA,DI=PRECIO DEL DIES
C EL,ELC=PRECIO DE ELECTRICIDAD,AC=PRECIO DE ACEITE
C PA,EA,EL,G,DI,ELC,AC "2515.2,110.2,357.2,110.2" RESPECTIVAMENTE
  READ(3,10) PA,EA,EL,G,DI,ELC,AC
C 4A LECTURA VR=VALOR DE RESCATE, TI=TASA DE INTERES ACTUAL, AK=FACTOR
C TOR DE ALMACENAMIENTO, S=AMORTAMIENTO, SI=FACTOR DE SEGURO, FO=FACTOR
C TOR DE OPERACION, FC=FACTOR DE CONSUMO
C VR, TI, AK, S, SI, FO, FC "757.2" RESPECTIVAMENTE
  READ(3,20) VR, TI, AK, S, SI, FO, FC
C 5A LECTURA VE=VIDA ECONOMICA EN AÑOS DE LA MAQUINA, CO=CAP. DEL
C CARTER, VLL=VIDA ECONOMICA EN HORAS DE LAS LLANTAS, HA=HORAS QUE
C MO MAXIMO SE DEBEA USAR LA MAQUINA EN UN AÑO, HP=CAJALLOS DE FUER
C ZA DEL MOTOR
C VE, CO, VLL, HA, HP "25.0,257.0,25.0" RESPECTIVAMENTE
  READ(3,30) VE, CO, VLL, HA, HP
```

C
C
C

```
6A LECTURA OP=SUMARIO DEL OPERADOR, AY=SALARIO DEL AYUDANTE, RESAL=
RIO DEL RELEVU, PED=RENDIMIENTO DE LA MAQUINA
OP,AY,P,RED "4F10.2" RESPECTIVAMENTE
READ(3,40)OP,AY,P,RED
10 FORMAT(F15.2,F15.2,F10.2,F7.2,F7.2,F7.2,F10.2)
20 FORMAT(7F7.2)
30 FORMAT(2F5.0,2F7.0,F5.0)
40 FORMAT(4F10.2)
HPR=FC*HP/100.
VA=PA+FA-EL
VR1=VA*VR/100.
D=(VA-VR1)/(VE*HA)
AI=((VA+VR1)*TI/(2*HA))/100.
S=AI*SI/TI
A=D*AK/100.
AM=U*D/100.
C=HPR*FC*G/100.
C1=HPR*FC*DI/100.
C2=FC*ELC/100.
RL=(CC/100.0+0.003*HPR)*AC
F=0.35*BL
IF(VLL.EQ.0)GO TO 1
RL1=EL/VLL*1.15
GO TO 2
1 RL1=0
2 O=OP+AY+P
COH=O+AI+S+A+AY+C+C1+C2+BL+F+RL1+O
IF(RED.EQ.0)GO TO 3
PU=COH/RED
GO TO 4
3 PU=0
4 ABC=O+AI+S+A+AM
ACR=C+C1+CP+RL+F+RL1
RCA=ABC+ACR+O
WRITE(4,39)(BTITULO(I),I=1,20)

39 FORMAT(1H1,10X,5(" "),20A4,5(" "),//)
WRITE(4,42)FA,FA,EL
42 FORMAT(//,5X,"PRECIO DE ADQUISICION $ ",T33,F15.2,//,5X,"EQUIPO
ADICIONAL $ ",T33,F15.2,//,5X,"LLANTAS $ ",T33,F15.2)
WRITE(4,43)HA,VLL,VE,CC
43 FORMAT(5//,5X,"HORAS POR AÑO (MAQUINA) $ ",T30,F7.0,9X,"HORAS POR A
ÑO (LLANTAS) $ ",T69,F7.0,//,5X,"VIDA ECONOMICA (AÑO) $ ",T32,F5.0
*,9X," CAP. DEL CARTER $ ",T71,F5.0)
WRITE(4,44)AK,0,SI,HP
44 FORMAT(//,5X,"ALMACENAJE (%)",T30,F7.2,9X,"MANTENIMIENTO (%)
*",T71,F7.2,//,5X,"SEGUROS (%) ",T30,F7.2,9X,"MOTOR (HP) $ ",
*T72,F5.0)
WRITE(4,45)
WRITE(4,50)HPR,D,AI,S,A,AM
WRITE(4,55)A+C
WRITE(4,57)
WRITE(4,60)C,C1,C2,BL,F,RL1
WRITE(4,62)O+R
WRITE(4,65)O
WRITE(4,68)RCA
WRITE(4,70)PU
WRITE(4,61)
61 FORMAT(//,5X," * DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE ")
50 FORMAT(7//,5X,"EL FACTOR DE OPERACION REAL ES=",T50,F12.4,///
*,5X,"DEFRECIACION=",T50,F12.4,///,5X,"LA INVERSION ES=",T50,F12.
*,4,///,5X,"RECURSOS=",T50,F12.4,///,5X,"ALMACENAJE ES=",T50,F12.4,
*,///,5X,"MANTENIMIENTO=",T50,F12.4)
60 FOR A(1/2//),5X,"CONSUMO DE GASOLINA ES=" T35,F15.2,///,5X,"CONSUMO
```

```
*U DE DIESEL=#",T55,F15.4,///,5X,"CONSUMO DE ENERGIA=#",T55,F15.4,/  
*///,5X,"ACEITE=#",T55,F15.4,///,5X,"FILTRO=#",T55,F15.4,///,5X,  
*"LLANTAS=#",T55,F15.4)  
65 FORMAT(5(/),5X,"OPERACION=#",T50,F15.4,///,20(" * "))  
55 FORMAT(5(/),5X,"SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA=#",T50,F15.4,///,20  
*(" * "))  
62 FORMAT(5(/),5X,"SUVA CONSUMOS POR HORA=#",T50,F15.2,///,20(" * ")  
*)  
68 FORMAT(5(/),5X,"COSTO DIRECTO HORA=MAQUINA=#",5X,F15.2,///,20(" * *")  
**")  
45 FORMAT(8(/),40X,"CARGOS FIJOS")  
57 FORMAT(7(/),40X,"CONSUMOS")  
70 FORMAT(///,40X,"EL PRECIO UNITARIO ES="F10.2)  
832 CONTINUE  
STOP  
END
```

CONSUMOS

CONSUMO DE GASOLINA ES=S	.0000
CONSUMO DE DIESEL=S	41.6500
CONSUMO DE ENERGIA=S	.0000
ACEITE =S	17.5760
FILTRO =S	6.1523
LLANTAS =S	4.4626
SUMA CONSUMOS POR HORA =S	69.84

OPERACIONES =S 105.2500

COSTO DIRECTO POR HORA = AGUINA =S 557.01

EL PRECIO UNITARIO ES= 5.90

3 DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE

***** RETROEXCAVADORA 225 CATERPILLAR (OCT 1981)

PRECIO DE ADQUISICION=\$ &	2681000.00		
EQUIPO ADICIONAL =S &	.00		
LLANTAS=\$ &	.00		
HORAS POR AÑO (AQUINA) &	2000.	HORAS POR AÑO (LLANTAS) &	4000.
VIDA ECONOMICA (AÑO) &	5.	CAP. DEL CARTER &	11.
ALMACENAJE (%)	3.00	MANTENIMIENTO (%)	100.00
SEGUROS (%)	2.00	MOTOR (HP) &	135.

CARGOS FIJOS

EL FACTOR DE OPERACION REAL ES=S	135.0000
DEPRECIACION=S	214.4800
LA INVERSION ES=S	201.0750
SEGUROS=S	16.0860
ALMACENAJE ES=S	6.4344
MANTENIMIENTO=S	214.4800
SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA =S	652.5562

* * * * *

CONSUMOS

CONSUMO DE GASOLINA ES=	.0000
CONSUMO DE DIESEL=	47.2500
CONSUMO DE KEROSENO=	.0000
ACRILICO =	17.5100
FILTRO =	6.1285
LLANTAS ES	.0000
SUMA CONSUMOS POR HORA ES	70.89

* * * * *

CAPACIDAD = 342.2500

* * * * *

PRECIO UNIDAD MAQUINA ES 1065.69

* * * * *

EL PRECIO UNITARIO ES= 5.30

8 DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE

CAMION 777 CATERPILLAR 1 KM

(55-OCT-1981)

PRECIO DE ADQUISICIONES \$ 3853380.00

EQUIPO ADICIONAL \$ \$.00

LLANTAS \$ \$ 51763.39

HORAS POR AÑO (MÁQUINAS) \$ 2000. HORAS POR AÑO (LLANTAS) \$ 2000.

VIDA ECONOMICA (AÑO) \$ 5. CAP. DEL CARTER \$ 30.

ALMACENAJE (%) 5.00 MANTENIMIENTO (%) 100.00

SEGUROS (%) 3.00 MOTOR (HP) \$ 870.

CARGOS FIJOS

EL FACTOR DE OPERACION REAL ES \$ 739.5000

DEPRECIACION \$ 304.1294

LA INVERSION ES \$ 285.1213

SEGUROS \$ 34.2146

ALMACENAJE ES \$ 15.2065

MANTENIMIENTO \$ 304.1294

SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA \$ 942.8013

* * * * *

CONSUMOS

CONSUMO DE GASOLINA ES=	503.5994
CONSUMO DE DIESEL=	.0000
CONSUMO DE ENERGIA=	.0000
ACEITE =	85.6290
FILTRO =	29.9702
LLANTAS =	29.7639

SUMA CONSUMOS POR HORA = 648.96

* * * * *

OPERACION = 99.0000

* * * * *

COSTO DIRECTO POR HORA-MANUINA = 1690.76

* * * * *

EL PRECIO UNITARIO ES= 5.22

3. DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE

PRECIO DE ADQUISICION=\$ & 12900000.00

EQUIPO ADICIONAL \$ & .00

LLANTAS=\$ & 65483.00

HORAS POR AÑO (MAQUINA) & 2000. HORAS POR AÑO (LLANTAS) & 0

VIDA ECONOMICA (AÑO) & 5. CAP. DEL CARTER & 11.

ALMACENAJE (%) 5.00 MANTENIMIENTO (%) 10.00

SEGUROS (%) 3.00 MOTOR (HP) & 170.

CARGOS FIJOS

EL FACTOR DE OPERACION REAL ES=\$ 136.0000

DEPRECIACION=\$ 1026.7615

LA INVERSION ES=\$ 1463.1350

SEGUROS=\$ 115.5107

ALMACENAJE ES=\$ 51.3381

MANTENIMIENTOS 821.4094

SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA \$ 3475.1546

* * * * *

CONSUMOS

CONSUMO DE GASOLINA ES=S	.0000
CONSUMO DE DIESEL=S	163.2000
CONSUMO DE ENERGIA=S	.0000
ACEITE =S	60.7614
FILTRO =S	21.2665
LLANTAS =S	.0000

SUMA CONSUMOS POR HORA =S 245.23

* * * * *

OPERACION =S 225.0000

* * * * *

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA =S 3948.38

* * * * *

EL PRECIO UNITARIO ES= 19.74

3 DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE

PRECIO DE ADQUISICIONES \$ 9000000.00
 EQUIPO ADICIONAL \$ 2 .00
 LLANTAS \$ 2 .00

HORAS POR AÑO (MÁQUINA) \$	2000.	HORAS POR AÑO (LLANTAS) \$	0
VIDA ECONOMICA (AÑO) \$	5.	CAP. DEL CARTER \$	15.
ALMACENAJE (%)	5.00	MANTENIMIENTO (%)	80.00
SEGUROS (%)	3.00	MOTOR (HP) \$	325.

CARGOS FIJOS

EL FACTOR DE DEPRECIACION REAL ES \$ 250.0000
 DEPRECIACIONES 720.0000
 LA IMPRESION \$ 1026.0000
 SEGUROS 81.0000
 ALMACENAJE 36.0000
 MANTENIMIENTO 576.0000
 EL COSTO DE LOS GASTOS POR HORA \$ 2439.0000

* * * * *

CONSUMOS

CONSUMO DE GASOLINA ES=S	.0000
CONSUMO DE DIESEL=S	312.0000
CONSUMO DE ENERGIA=S	.0000
ACEITE =S	23.7000
FILTRO =S	29.2950
LLANTAS =S	.0000
SUMA CONSUMOS POR HORA =S	424.99

* * * * *

OPERACION =S 225.3300

* * * * *

COSTO DIRECTO HORA-MASQUINA =S 3088.37

* * * * *

EL PRECIO UNITARIO ES= .68

8 DATOS PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE

IV. EQUIPOS DE TRITURACION

IV.1 Tipos de Quebradoras

Las quebradoras o trituradoras pueden clasificarse de acuerdo con la etapa de trituración que llevan a cabo. Una trituradora primaria recibe la piedra directamente de la cantera y produce la inicial reducción en tamaño y con esta producción se alimenta a la secundaria, que reduce aún más el tamaño. Esta actividad se repite con los diferentes tipos de estos equipos hasta lograr la granulometría necesaria.

Aún cuando no existe ninguna clasificación rígida de las quebradoras, la siguiente es representativa de los usos comunes de este tipo de máquinas.

1. Trituradoras Primarias

- a) De quijada
- b) Giratoria
- c) Molinos de martillos
- d) De impacto.

2. Trituradoras Secundarias

- a) Cónicas Giroesferas
- b) De rodillos
- c) Molinos de martillos

3. Trituradoras Terciarias

- a) De rodillos
- b) Molinos de barras
- c) Molinos de Bolas

A medida que la piedra pasa a través de una quebradora, sufre una reducción en tamaño que puede expresarse como una relación de reducción lo cual significa la proporción de la distancia entre las caras móviles y fijas en la parte superior dividida entre la distancia del fondo de la quebradora; por tanto, si la distancia entre las dos caras de una quebradora de quijada en la parte superior es de 16" y el fondo es de 4", la relación de reducción será de 4".

La relación de reducción para una quebradora de rodillos, es: la dimensión del mayor tamaño de piedra que pueda ser mordida por los rodillos, dividida entre el ajuste de los rodillos, que es la menor distancia entre las caras de los mismos.

IV.2 Quebradoras de Quijada

Esta máquina es muy popular como trituradora primaria. Trabaja permitiendo que la piedra caiga hacia las quijadas, una de las cuales es fija mientras que la otra es móvil, la distancia entre las quijadas disminuye a medida que la piedra viaja hacia abajo por el efecto de la gravedad y de la quijada móvil, hasta el final pasa a través de la abertura inferior. La quijada móvil es capaz de ejercer una presión suficientemente alta para triturar la roca más dura.

El tipo Blake, ilustrado en la figura IV.1, es una doble articulación. La quijada móvil está suspendida de una flecha montada sobre baleros en el

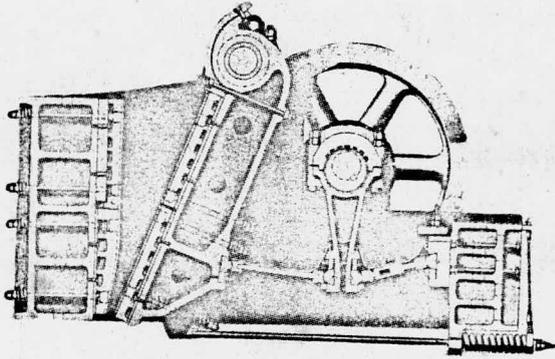


FIG. IV.1 QUEBRADORA DE QUIJADA TIPO BLACKE

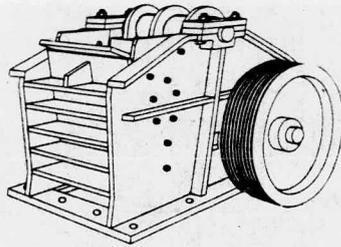


FIG. IV. 2 QUEBRADORA DE QUIJADA

marco de la quebradora. la operación de triturado se efectúa haciendo girar una flecha excéntrica, que hace subir y bajar la biela que mueve las dos articulaciones ejerciendo una alta presión cerca de la parte inferior de la quijada oscilante, cerrando parcialmente la abertura entre las dos quijadas. Esta operación se repite al girar la flecha excéntrica.

Cuando se hace girar la flecha excéntrica de la quebradora de una sola articulación, ilustrada en la figura IV.2. le da a la quijada móvil un movimiento vertical y horizontal. Este tipo de quebradora se utiliza con frecuencia en las plantas trituradoras portátiles debido a su tamaño compacto, al peso que es ligero, y su construcción razonablemente sólida. La capacidad de la quebradora de una sola articulación usualmente es menor que la de la unidad tipo Blake.

Cuando se utiliza la quebradora de quijada como trituradora primaria, el tamaño puede determinarse a partir de la capacidad de cucharón de la pala mecánica, como se indica en la Tabla IV.1 en cuyo caso la capacidad de la quebradora puede ser de importancia secundaria.

Una quebradora de quijada debe tener una abertura superior cuando menos de 2" más que el tamaño máximo de la piedra con que se vaya alimentar.

La Tabla IV.1, proporciona las capacidades representativas de varios tamaños de quebradoras de quijada. Como el ajuste puede estar basado ya sea en la posición abierta o cerrada de la parte inferior de la quijada oscilante, las tablas de capacidades deben de especificar cuál de los dos ajustes es el que se aplica. La posición cerrada es generalmente, la más usada y es la base de los valores que se dan en la Tabla IV.1 La Capacidad está dada en Ton. por hora, para una piedra de 100 Lb de peso por pié cúbico al estar siendo triturada.

IV.3 Quebradora Giratoria

La unidad de la quebradora consiste en un pesado marco de fierro colado o de acero, con una chumacera para una flecha excéntrica y engranes motrices en la parte inferior de la misma. (Ver figura IV.3)

Tamaño de quebradora pulg.	rpm max	hp max	AJUSTE CERRADO DE LA ABERTURA DE DESCARGA, PULG											
			1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	8		
10X16	300	15	11	16	20									
10X20	300	20	14	20	25	34								
15X24	275	30		27	34	42	50							
15X30	275	40		33	43	53	62							
18X36	250	60		46	61	77	93	125						
24X36	250	75			77	95	114	150						
30X42	200	100				125	150	200	250	300				
36X42	175	115				140	160	200	250	300				
36X48	160	125				150	175	225	275	325	375			
42X48	150	150				165	190	250	300	350	400	450		
48X60	120	180					220	280	340	400	450	500		
56X72	95	250						315	380	450	515	580		

TABLA IV.1

* Los primeros dos dígitos indican el ancho de la abertura de alimentación, mientras que los segundos dos dígitos indican el ancho de las placas de las quijadas.

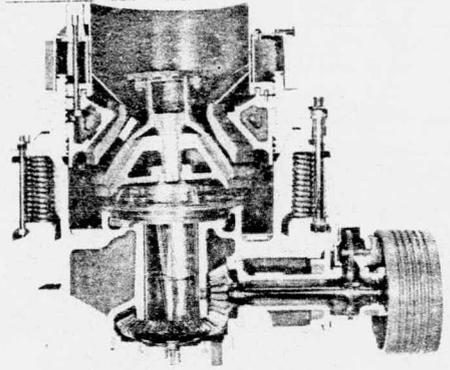


FIG. IV.3 QUEBRADORA GIRATORIA

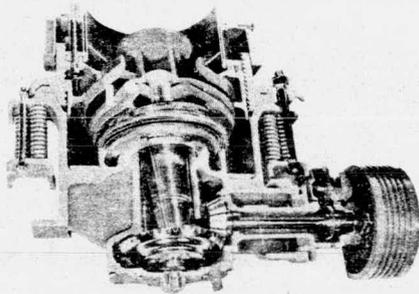


FIG IV. 4 QUEBRADORA CONICA

El miembro triturante incluye una cabeza de triturado montada sobre un eje vertical. la cabeza y el eje están suspendidos de la araña en la parte superior del marco, que está construido de manera que pueda ajustarse ligeramente al eje vertical. El apoyo excéntrico en la parte inferior ocasiona el giro del eje y de la cabeza trituradora, haciendo variar así la amplitud del espacio entre las concavidades y ésta. A medida que la piedra que se alimenta en la parte superior de la cámara triturante, se mueve hacia abajo, sufre una reducción en tamaño hasta que finalmente pasa a través de la abertura provista en la parte inferior de la cámara.

La relación de reducción para las quebradoras giratorias, por lo general varía de 5.5. a 7.5, con un valor promedio de 6.5 para tamaños hasta 42 pulgadas.

Si una quebradora giratoria se utiliza como trituradora primaria, el tamaño que se seleccione puede estar regido por el tamaño de la piedra de la cantera o estar controlado por la capacidad deseada. Cuando se utiliza esta máquina como trituradora secundaria, la capacidad estará gobernada por el tamaño que se seleccione. La capacidad de una quebradora giratoria puede incrementarse aumentando la velocidad de la máquina dentro de los límites razonables.

La tabla IV.2 proporciona las capacidades representativas de las quebradoras giratorias, expresadas en Ton. por hora, basadas en una alimentación continua de piedra con un peso de 100 Lb. por pié cúbico. Las quebradoras que presentan concavidades rectas generalmente se utilizan como trituradoras primarias mientras que aquellas que presentan concavidades antiatascentes se emplean como secundarias.

IV. 4 Quebradoras Cónicas o de reducción. Giroesferas

Se utilizan como trituradoras secundarias y terciarias; son capaces de producir grandes cantidades de piedra uniforme.

Las quebradoras cónicas difieren de las giratorias en los siguientes aspectos:

1. Tienen un cono más corto.

TAMAÑO DE LA QUEBRADORA, PULG.	VELOCIDAD DE LA CON-TRAFLECHA RPM	POTENCIA APROXIMADA REQUERIDA, Hp	AJUSTE ABIERTO DE LA QUEBRADORA, PULG											
			1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	4	4 1/2	5	
					CONCAVIDADES RECTAS									
8	450	15-25	30	36	41	47								
10	400	25-40		40	50	60								
13	375	50-75				85	100	120	133					
16	350	80-100							160	185	210			
20	330	75-125								200	230	255		
30	325	125-175									310	350	390	
42	300	200-275												500
54	250	225-300												
					CONCAVIDADES RECTAS MODIFICADAS									
8	450	15-25	35	40	45									
10	400	25-40		54	60	65								
13	375	50-75					95	112	130					
16	350	60-100							150	172	195			
20	330	75-125								182	200	220		

TABLA IV. 2

2. Tienen una abertura de entrada más pequeña
3. Giran a velocidades más altas, de 430 a 580 rpm
4. Producen una piedra de tamaño más uniforme con un tamaño máximo igual al ajuste cerrado.

En la figura IV.4 se muestra un corte de la quebradora cónica fabricada comunmente con acero al manganeso y montada sobre el eje vertical. La otra superficie es la concavidad que está unida a la parte superior del marco de la quebradora. La parte inferior del eje está colocado sobre un Bushing excéntrico para producir el efecto de reducción a medida que gira el eje.

La cámara de trituración es la que limita el volumen de las piedras que pueden alimentar a la quebradora. La magnitud del excéntrico y el ajuste de la abertura de descarga pueden variarse dentro de límites razonables. Debido a la alta velocidad de rotación, todas las partículas que pasen a través de la quebradora serán reducidas a tamaños no mayores que el ajuste cerrado que debe usarse para designar el tamaño de la abertura de descarga.

La Tabla IV.3 proporciona las capacidades representativas de las quebradoras cónicas Symons Estandar, expresadas en ton. de piedra por hora para un material con un peso de 100 Lb por pié cúbico al ser triturado.

IV.5 Molinos de martillos.

El molino de martillos, es la quebradora de impacto más usada y puede utilizarse ya sea para la trituración primaria o secundaria. Las partes básicas de esta unidad incluyen un marco, un eje horizontal que se extiende a través del marco, varios brazos, y martillos conectados a un carrete que está montado sobre el eje, una o más placas angulares de acero al manganeso o de algún otro acero duro y una serie de barras de criba, cuyos espaciamientos pueden hacerse variar para regular el ancho de las aberturas para que fluya la piedra triturada.

Estas partes están ilustradas en el corte de la quebradora que se muestra en la figura IV.5.

Tamaño de la quebradora, pulg	Velocidad a plena carga, rpm	Potencia requerida, hp	Tamaño de la abertura de alimentación pulg.	Ajuste de descarga, min pulg	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	2
2	575	25-30	2 1/4	1/4	15	20	25	30	35					
			3 1/4	3/8		20	25	30	35	40	45	50	60	
3	580	50-50	3 7/8	3/8		35	40	55	70	75				
			3 1/8	1/2			40	55	70	75	80	85	90	95
4	485	75-100	5	3/8		60	80	100	120	135	150			
			7 3/8	3/4					120	135	150	170	177	185
4 4/4	485	125-150	4 1/2	1/2			100	125	140	150				
			7 3/8	5/8				125	140	150	160	175		
			9 1/2	3/4					140	150	160	175	185	190
5 1/2	435	150-200	7 1/8	5/8				160	200	235	275			
			8 5/8	7/8						235	275	300	340	375
			9 7/8	1							275	300	340	375
7	435	250-300	10	3/4					330	390	450	560	600	
			11 1/2	1							450	560	600	800
			13 1/2	1 1/4								560	600	800

TABLA IV.3.. CAPACIDADES DE LAS QUEBRADORAS CONICAS EN TON/HORA.

Tamaño de la abertura de alimentación, pulg	Tamaño de la alimentación, pulg	Velocidad de la fle cha rpm	Potencia requerida, hp	Ancho de las aberturas entre las barras de criba, pulg						
				1/8	3/16	1/4	3/8	1/2	1	1 1/4
6 1/4 X 9	3	1,800	15-20	2 1/2	3 1/2	5	8	10		
12 X 15	3	1,500	50-60	9	13	17	23	29	36	39
15 X 25	6	900	100-125	18	25	31	40	47	65	70
15 X 37	6	900	150-200	27	37	47	60	71	97	105
15 X 49	6	900	200-250	36	50	63	80	95	130	140

TABLA IV.4 CAPACIDADES DE LOS MOLINOS DE MARTILLO EN Ton/Hora.

Tamaño del modelo	Tamaño max. de alimenta ción	Circuito cerrado m nimo	Capacidad	Velocidad max, del motor.	Potencia recomendada	Pesos aproxi. (con motor electrico)
	mm	mm	TPH	rpm.	Pot. eléc- en. HP.	Kg
66	50	3	75-125	1950	150	6000
74	75	10	125-175	1400	250	8182
82	75	10	250-300	1200	400	11000
92	125	19	250-300	1080	400	13,320
120	150	25	250-400	1080	450	14,595

TABLA IV.5 CAPACIDAD DE LAS TRITURADORAS DE IMPACTO EN TON/ Hora.

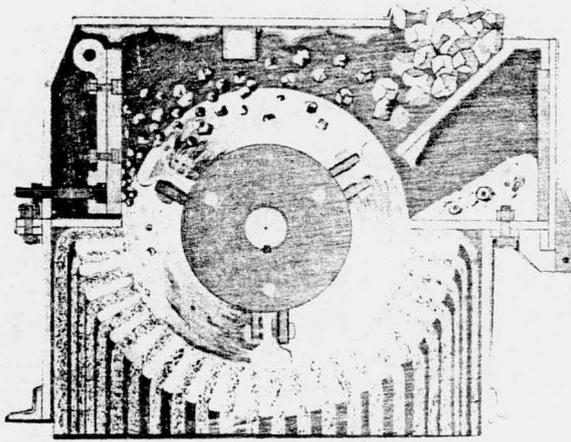


FIG. IV. 5 QUEBRADORA DE MARTILLOS

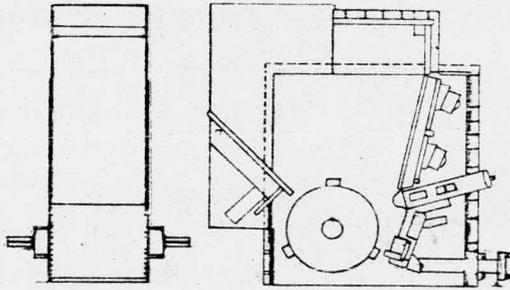


FIG. IV. 6 CORTE DE UNA TRITURADORA DE MARTILLOS

A medida que se alimenta la piedra por triturar al molino, los martillos, giran a alta velocidad golpeando las partículas, rompiéndolas y empujándolas contra las placas angulares, que reducen todavía más su tamaño.

La producción de un molino de martillos puede designarse por la distancia de la abertura de alimentación. Esta dependerá con el tipo de unidad, con la clase de piedra que se triture, con el diámetro del material que se alimenta al molino, y con la velocidad de la flecha o eje. La tabla IV.4 proporciona las capacidades representativas de los molinos de martillos, expresadas en toneladas de piedra por hora para un material con un peso de 100 Lb. por ft³ al ser triturado.

IV.6 Trituradora de impacto

También para la trituración primaria se utilizan las trituradoras de impacto, éstas constan de un rotor con martillos, parrilla de impacto y una cubierta de blindaje de acero al manganeso.

Su funcionamiento, es que al caer la piedra de determinado tamaño en la tolva, entra por una banda o directamente por la alimentación de la trituradora, el rotor que gira alrededor de 400 a 900 rpm con una potencia de 200 a 1000 H.P. según el caso necesario, hace girar el rotor interior que contiene martillos impulsores, éstos mandan la partícula al blindaje y hacia la parrilla de impacto. El cual con el impacto que sufre se tritura y la mayor parte pasa a través de la parrilla de impacto para la 2a. fase de trituración y la que se queda en el interior se vuelve a triturar con el continuo movimiento de rotor. En la figura IV.6 se muestra un corte de la trituradora de impacto.

Su capacidad de estas quebradoras dependen de la abertura de trituración que se necesite, a mayor abertura mayor capacidad de producción en Ton. por hora

IV.7 Trituradora de impacto para roca dura

Este tipo de trituradora puede quebrar las siguientes piedras, gravas, basalto, dolomita, pedernal, mineral de oro, materiales neutralizados entre otros, se utiliza en trituración secundaria y terciaria.

En la figura IV.7, se ilustra un corte de la trituradora de Impacto Spokane Mod. 120, la cual funciona de la siguiente manera: el material se envía por el tubo de alimentación al centro del conjunto de la mesa impulsora giratoria y es distribuido uniformemente por la fuerza centrífuga. La rotación del conjunto impulsor y las zapatas del impulsor exactamente distanciadas y colocadas a un ángulo preciso, aceleran las partículas alimentadas hacia afuera y adelante arrojándolas con exactitud en ángulo recto contra los bloques de impacto fijos. Estos están situados a suficiente distancia de la mesa giratoria para que los cuerpos choquen libremente. El producto que se obtiene en fragmentos cúbicos se descarga entonces por gravedad. La graduación de salida viene regulada dentro de ciertos límites, por la velocidad de la mesa impulsora, la configuración (Número de zapatas impulsoras) y las características del material de alimentación.

A continuación se presenta una gráfica del grado que tienen algunos materiales en cuanto a abrasión (Ver gráfica IV.1.)

En la tabla IV.5. se especifica la capacidad de una trituradora de impacto para roca dura. en ton por hora.

- NOTAS:
- (1) El modelo designa el diámetro nominal de la cuba en pulgadas. Todos los modelos pueden obtenerse con opción de impulsión por motor eléctrico o diesel.
 - (2) El tamaño de alimentación indicado es la abertura cuadrada de paso de la criba. (fragmentos cúbicos)
 - (3) Las cifras indicadas corresponden a toneladas por hora. (TPH) que pasan la trituración y se incluyen para calcular las áreas de criba (una ton de EE.UU equivale a 0.907 ton métricas).

IV.8 Quebradoras de rodillos

Las quebradoras de rodillos se utilizan para producir reducciones adicionales en los tamaños de la piedra una vez que se ha sometido la producción de una cantera a una o más etapas anteriores de trituración. Una quebradora de rodillos de acero duro, montado cada uno sobre su eje horizontal diferente.

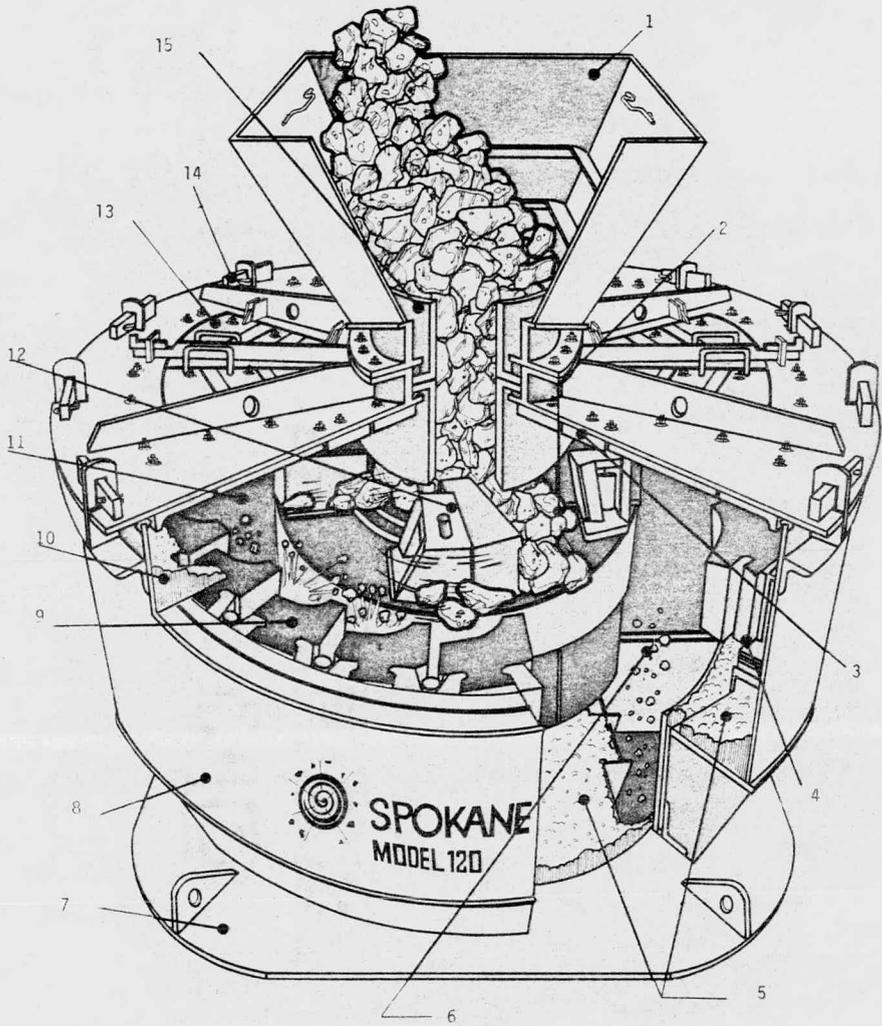


FIG. IV 7 TRITURADORA DE IMPACTO

Descripción

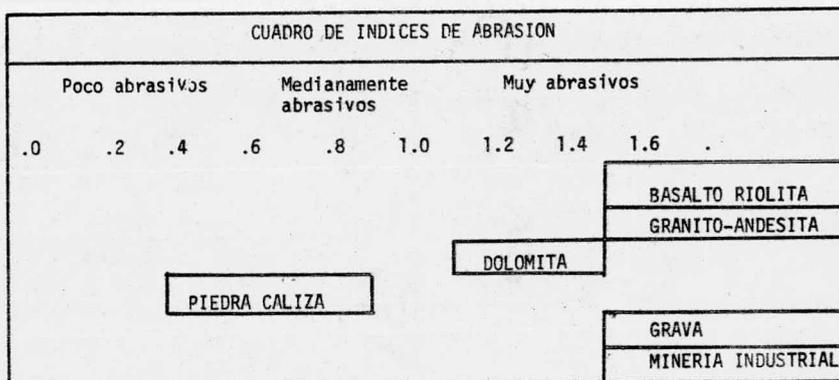
- 1.- Caja de alimentación especial para trituradora con protección de superposición de rocas.
- 2.- La graduación se controla variando la velocidad de la mesa impulsora y su configuración (número de zapatas)
- 3.- Forros de la tapa de base de segmentos.
- 4.- Aro de bloques de impacto ajustable verticalmente para alargar al máximo la vida de las piezas de desgaste.
- 5.- La superposición de materiales elimina los forros
- 6.- Descarga por gravedad
- 7.- Construcción modular, los pernos de la cuba van fijos en el sub-bastidor
- 8.- Construcción modular, los pernos de la cuba van fijos en el sub-bastidor
- 9.- Bloques de impacto ensamblados con cola de milano
- 10.- Los anaqueles de mate elimina los forros
- 11.- La óptima separación entre la zapata y el bloque del impacto elimina la trituración por frotamiento o cizallamiento
- 12.- Zapata impulsora de cambio rápido con conexión de pasar.
- 13.- Grandes compuertas de inspección
- 14.- Tapa fijada con cierres de cuña
- 15.- Tubos de alimentación simétricos

FIG. IV 7 (CONTINUACION)

Tamaño de la quebradora pulg *	Velocidad rpm	Potencia requerida, hp	ANCHO DE LA ABERTURA ENTRE RODILLOS, PULG						
			1/4	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2
16 X 16	120	15-30	15	30	40	55	85	115	140
24 X 16	80	20-35	15	30	40	55	85	115	140
30 X 18	60	50-70	15	30	45	65	95	125	155
30 X 22	60	60-100	20	40	55	75	115	155	190
40 X 20	50	60-100	20	35	50	70	105	135	175
40 X 24	50	60-100	20	40	60	85	125	165	210
54 X 24	41	125-150	24	48	71	95	144	192	240

TABLA IV 6 CAPACIDAD DE LA QUEBRADORA DE RODILLOS EN TON/HORA

* Los primeros dígitos indican los diámetros de los rodillos y los últimos dígitos indican el ancho de los rodillos.



GRAFICA IV.1

La mayoría de las quebradoras están construidas de tal manera que cada uno de los rodillos sea impulsado independientemente por medio de una polea de banda plana o por una banda en V.

Uno de los rodillos está montado sobre un marco deslizante para permitir un ajuste en el ancho de la abertura de descarga entre los dos rodillos. El rodillo móvil está cargado con resortes para proporcionar una seguridad contra daños ocasionados por pedazos de fierro o algún otro metal no triturable que pueda pasar a través de la máquina. La figura IV.8 ilustra una quebradora de rodillos.

El tamaño máximo del material que pueda alimentarse a una quebradora, es directamente proporcional al diámetro de los rodillos. Si la alimentación contiene piedras demasiado grandes, los rodillos no podrán morderlas para jalarlas después a través de la quebradora. El ángulo de trituración se muestra en la figura IV.9. que es constante para rodillos lisos, es de $16^{\circ}45'$.

El tamaño máximo de las partículas que pueden ser trituradas se determina como sigue:

R = radio de los rodillos

B = ángulo de trituración

$D = R \cos B = 0.975 R$

A = tamaño máximo de la alimentación

C = Ajuste de los rodillos = tamaño del producto terminado.

$X = \sqrt{R-D}$

$= R - 0.957\% = 0.425R$

$A = 2X + C = 0.85 + C$

EJEMPLO: Determinar el tamaño máximo de la piedra que puede alimentar a una quebradora de rodillos lisos de 40" de diámetro, cuando el ajuste de los rodillos sea de 1".

$A = 0.85 \times 20 + 1$

$= 2.7$ pulgadas

La tabla IV.6, proporciona las capacidades representativas de las quebradoras

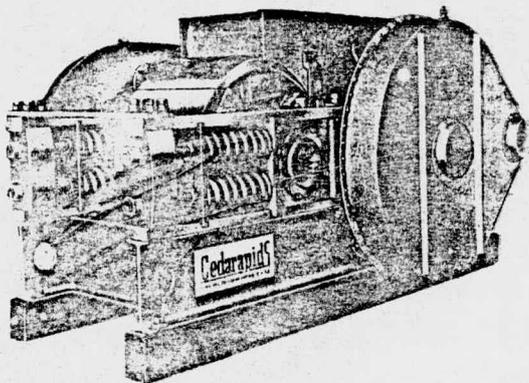


FIG. IV. 8 QUEBRADORA DE RODILLOS

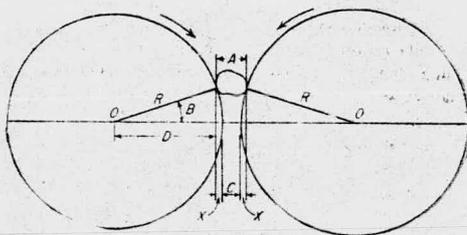


FIG. IV. 9 ESQUEMA DESCRIPTIVO DE UNA QUEBRADORA DE RODILLOS

de rodillos lisos, expresadas en toneladas de piedra por hora para un material de 100 LB. de peso por pié cúbico al ser triturado. Estas capacidades deben utilizarse sólo como guía al estimar la probable producción de una quebradora. La capacidad real puede ser mayor o menor que los valores dados.

Si la quebradora de rodillos está produciendo agregado terminado, la relación de reducción no deberá ser mayor de 4:1. Sin embargo, si se emplea la quebradora de rodillos para preparar la alimentación de otras quebradoras más finas, la relación de otra quebradora más fina, la relación de reducción puede ser hasta de 7:1.

IV.9 Molinos de Barras y Bolas

Estos molinos se emplean para producir agregado fino, a partir de piedra que no ha sido triturada a tamaños adecuados por otra clase de equipos de trituración. No es poco común que las especificaciones para concretos requieran el empleo de agregados homogéneos, independientemente de su tamaño. Si se utiliza la piedra triturada como agregado grueso, la arena manufacturada a partir de la misma piedra llenará las especificaciones.

Un molino de barras es un cascarón de acero, forrado en el interior con una dura superficie de mineral para evitar el desgaste, equipado con un soporte adecuado o con una chumacera en cada uno de sus extremos, con un engrane motriz en uno de los extremos, trabaja con su eje en posición horizontal. Está cargado con barras de acero, cuyas longitudes son ligeramente inferiores a las del molino. La piedra triturada, que se alimenta a través de una tolva en uno de los extremos, fluye a la descarga en el otro extremo. A medida que gira lentamente el molino, la piedra está sujeta constantemente al impacto de las barras de movimiento, que producen la molienda deseada.

Los molinos pueden operarse en seco o con agua. El tamaño de un molino de barras está especificado por el diámetro y la longitud del cascarón por ejemplo, de 8 por 12 pies, respectivamente. La figura IV.10 muestra un corte de molino de barras.

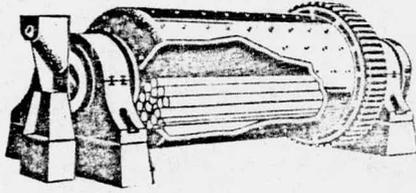


FIG. IV. 10 CORTE DE UN MOLINO DE BARRAS

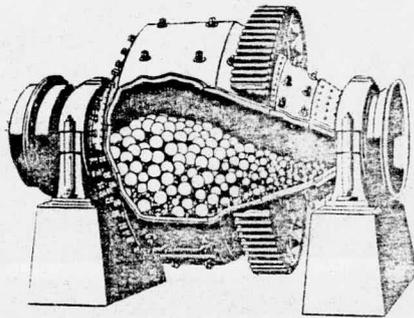


FIG. IV. 11 CORTE DE UN MOLINO DE BOLAS

Un molino de Bolas, que utiliza bolas de acero en vez de barras suministra el impacto necesario para moler la piedra, produciendo agregados finos con tamaños de grano menores que los producidos por los molinos de barras. La figura IV.11 muestra un corte de un molino de bolas.

IV.10 Clasificación de Piedra Triturada

El término clasificación, como se emplea, se refiere a una operación de selección que se lleva a cabo para quitar de la masa principal de piedra que va a procesar, aquella piedra que es demasiado grande para entrar por la abertura de la quebradora o demasiado pequeña para usarse sin triturarla posteriormente. La clasificación puede llevarse a cabo antes de la trituración primaria y es una buena práctica el clasificar toda la piedra triturada después de cada operación de reducción sucesiva.

La clasificación del material antes de la trituración primaria, tiene dos objetivos:

- 1) Empleo de una criba consistente en un número de barras ampliamente espaciadas que evite la entrada de piedras demasiado grandes que obstaculicen la abertura de la trituradora.
- 2) Remover la tierra, lodo, u otras impurezas que no sean aceptables en el producto terminado y que por lo tanto deban separarse de la piedra. En la Fig. IV.12 se ilustra un criba de barras comercial.

Es práctico y económico seleccionar la piedra después de cada una de las etapas de reducción. Esta piedra puede transportarse por medio de harneros graduados en donde se recogerán para ser almacenada adecuadamente. Cualquier cantidad de piedra que se retire antes de entrar a la quebradora, reducirá la carga total de la misma y permitirá el empleo de una quebradora más pequeña o un aumento en la producción de la planta.

IV.11. Alimentadores

La capacidad de una quebradora aumentará si la piedra es depositada a una

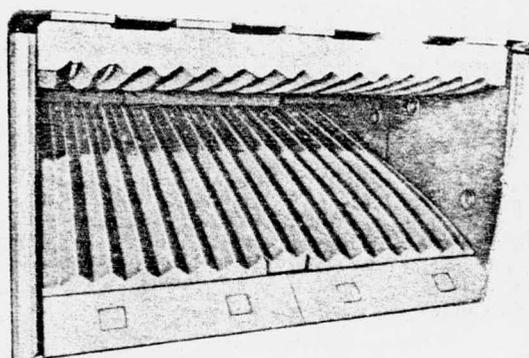


FIG. IV. 12 CRIBA DE BARRAS

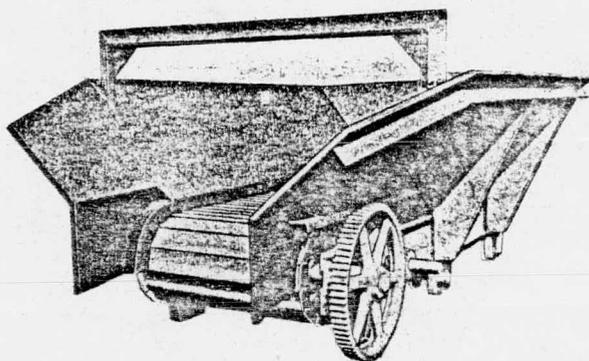


FIG. IV . 13 ALIMENTADOR DE EMBUDO

velocidad uniforme, una sobrealimentación produce un abastecimiento insuficiente. Un alimentador de embudo, como el ilustrado en la figura IV.13 es adecuado para las trituradoras primarias.

IV.12 Montones de alimentación

Una planta de triturado puede incluir varios tipos y tamaños de quebradoras cada una seguida probablemente de un juego de cribas o harneros y una banda transportadora para acarrear la piedra a la siguiente operación o triturado o al lugar de almacenamiento. Una planta puede diseñarse para proporcionar el almacenamiento provisional de la piedra entre las sucesivas etapas de triturado. Este plan tiene la ventaja de eliminar o reducir el efecto de abundamiento que con frecuencia existe cuando el triturado, el horneado, y las operaciones de manejo se efectúan en línea. La piedra provisionalmente almacenada que se apila en montones de alimentación delante de la quebradora puede utilizarse para mantener cuando menor una parte de la quebradora en operación. Dentro de los límites razonables, hacer un montón de alimentación adelante de una quebradora permite la alimentación uniforme de la misma a una velocidad satisfactoria, independiente de la producción de los equipos cercanos a la quebradora. El uso de montones de alimentación ha permitido que algunas plantas aumenten su producción de un 10 a un 20%.

Entre los argumentos contra los montones de alimentación están los siguientes:

1. Requieren un área adicional para el almacenamiento
2. Requieren la construcción de tolvas de almacenamiento o túneles
3. Aumenta la cantidad de piedra por manejar.

IV.13. Harneado del agregado

El harneado de la piedra triturada es necesario para poder separar los diferentes tamaños. La mayoría de las especificaciones que rigen el empleo de agregados estipulan que se combinarán los diferentes tamaños para producir la mezcla. Los responsables de la preparación de las especificaciones se dan cuenta que la trituración y el harneado no pueden hacerse con precisión, y permiten tolerancias en la distribución de los tamaños. La

tolerancia puede estar indicada por una declaración que estipule que la cantidad de agregado que pase a través de una malla de una pulgada y se retenga en la malla de 1/4" será no menor de 30 ni mayor de 40 por ciento de la cantidad total de agregado.

IV.13.1 Harneros giratorios

Los harneros giratorios tienen varias ventajas sobre otros tipos especialmente cuando se emplean para lavar y harnear arena y grava. La acción de operación es lenta y simple y los costos de mantenimiento y reparación bajos. Si el agregado que se va a lavar contiene limos o arcillas, puede instalarse un lavador, cerca del extremo de entrada del harnero a fin de que el material pueda ser lavado por el agua. Al mismo tiempo pueden rociarse chorros de agua sobre el agregado a medida que avanza sobre el harnero.

El agregado, se separa por tamaños y se almacena provisionalmente en lastolvas colocadas debajo del harnero.

IV.13.2. Harneros Vibratorios

El harnero vibratorio es la criba más empleada para la producción de agregados. En la figura IV.14 y IV.15 se muestra el tipo de unidad con varias cubiertas. El marco de acero puede estar diseñado para permitir la instalación de una o más cribas, una arriba de otra. A cada criba se le denomina cubierta. La vibración se obtiene por medio de una flecha excéntrica, una flecha con contrapeso o con electroimanes conectados al marco del harnero.

La unidad se instala con una ligera pendiente del extremo de entrada al de descarga, que en combinación con las vibraciones ocasionan el flujo del agregado sobre la superficie de la criba. La mayor parte de las partículas más pequeñas de los orificios de la criba caen a través de ella, en tanto que las partículas mayores se deslizarán sobre la criba hasta el extremo de descarga. Para la unidad de varias cubiertas el tamaño de los orificios será progresivamente menores para cada una de las cubiertas inferiores.

Una criba no dejará pasar todo el material cuyo tamaño sea igual o menor que las dimensiones de los orificios de la malla. Una parte de material

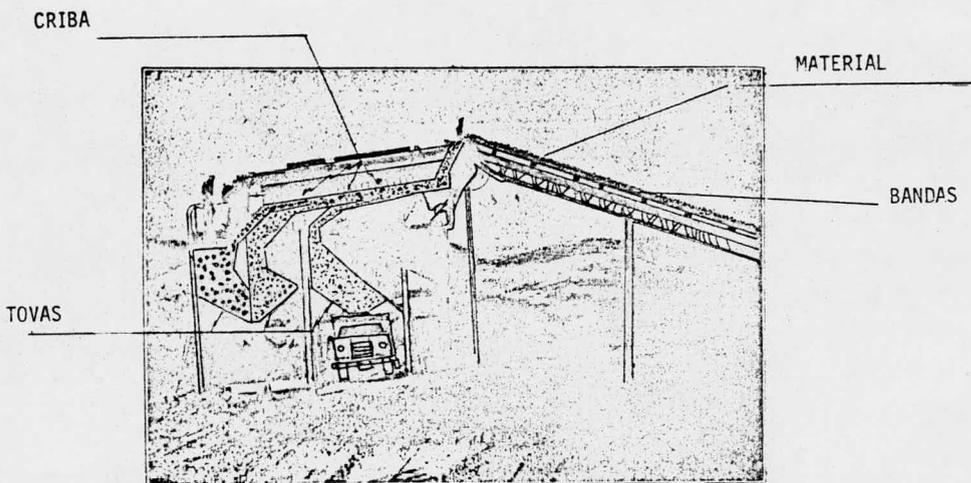


FIG. IV. 14 HARNERO GIRATORIO

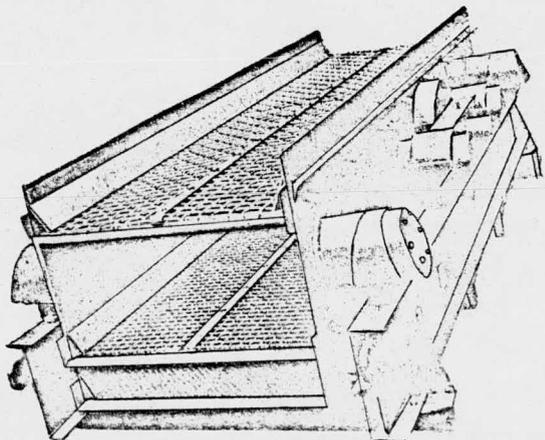


FIG. IV. 15 HARNERO VIBRATORIO

puede retenerse o salir por el extremo de descarga de la criba. La eficiencia de un harnero se define como la relación de la cantidad de material que pasa a través de una malla, dividida entre la cantidad total que es lo suficientemente pequeño para pasar, expresándose la relación como porcentaje. La eficiencia más alta se logra con un harnero de una sola cubierta y por lo general es del 90 al 95 por ciento. A medida que se instalan más cubiertas, la eficiencia de éstas irá disminuyendo, siendo del 85 por ciento para la segunda, y del 75 por ciento para la tercera, aproximadamente.

IV.1.14 Planta móviles de trituración y harneado

En la industria de la construcción se emplean muchos tipos y tamaños de plantas móviles de trituración y harneado. Cuando existe un depósito de piedra satisfactorio cercano al sitio de la obra, con frecuencia será más económico instalar una planta móvil y producir la piedra triturada en vez de comprarla.

La piedra de la cantera alimenta a la planta por medio del transportador de banda. Esta máquina en particular está diseñada para permitir que el producto de la cantera pase sobre una malla de cubierta inferior, que retira el material de tamaño menor al de la malla, reduciendo así la carga de la quebradora primaria. La piedra demasiado grande de esta malla se alimenta a una quebradora de quijada, de ahí a una malla de cubierta superior, de donde se separan los tamaños de especificación. La piedra demasiado grande se alimenta a una quebradora de rodillo. Las plantas móviles emplean una quebradora de quijada para la trituración primaria y una quebradora de rodillos para la trituración secundaria. Pueden hacerse cambios en los tamaños de especificación moviendo los ajustes de las quebradoras y cambiando el tamaño de las mallas.

V. EQUIPO PARA PERFORACION Y PILOTEO

V.1. Selección del equipo de perforación

Para la selección del equipo de perforación hay que tomar en cuenta diferentes factores y sobre todo el objetivo a alcanzar, como pueden ser; perforación para recibir cargas de explosivos, para la inyección de lechada etc. Todo esto dentro de los límites prácticos del equipo y con economía. Entre los diferentes factores para la selección pueden mencionarse los siguientes; la naturaleza del terreno, profundidad requerida de los agujeros, dureza de la roca, grietas o fracturas de formación rocosa, tamaño de la obra, requerimientos de la obra, disponibilidad de agua, si los agujeros son para dinamitado, explotación etc. Tamaño de los corazones necesarios para un análisis.

V.2 Selección del trazo para la perforación.

La selección se llevará a cabo, dependiendo del tipo y tamaño del taladro, clase de la roca, tamaño máximo de pedacería permisible profundidad de agujeros y otros factores.

Para la producción del agregado el trazo de perforación deberá estudiarse, viendo que los barrenos que se taladren puedan producir piedras con un tamaño manejable por la maquinaria que la va a transportar ya sean, palas mecánicas, excavadoras y cargadores. Asimismo al entrar a la quebradora pase por la abertura máxima sin necesidad de volver a dinamitar.

Sin embargo existe el caso que el costo del exceso de perforación y explosivos para producir un tamaño ideal es alto y va en contra de los intereses de la economía, por lo que a veces es necesario producir roca más grande que por ende tiene mayor capacidad de explosivos se puede lograr un mayor espaciamiento de agujeros y reduciendo así el costo de perforación. Cuando haya operaciones de dinamitado y perforación hay que tomar en cuenta tres factores importantes:

1. M^3 de roca por metro lineal de agujero
2. El número de Kg. de explosivo por metro lineal de agujero
3. El número de Kg. de explosivo por m^3 de roca

Estos valores se estiman con perforaciones experimentales pero se aconseja que después de realizar perforación y dinamitado en el campo, se hagan ajustes modificando valores para obtener resultados más reales.

V.3. Análisis de un proyecto

Para el análisis de un proyecto de perforación se debe poseer amplios conocimientos sobre la selección del equipo. Por lo que es necesario dar datos de la roca como son: clase de roca, tamaño máximo permisible de la roca fraccionada, cantidad de roca a dinamitar por hora y profundidad de los agujeros.

Corresponderá a quién seleccione la maquinaria, determinar el espaciamiento y el tamaño de los agujeros para obtener con ello la producción óptima y al más bajo costo.

V.4. Pilotes

El pilote es un elemento que forma parte de la cimentación y que se encarga de transmitir las cargas de la estructura a un estrato más resistente. Los

pilotes pueden clasificarse según los materiales con que se fabrican y forma del pilote etc.

La clasificación que se basa en los materiales con que son fabricados los pilotes dependerá del método de construcción y del método de hincado, por lo que se llega a la siguiente clasificación:

- | | | | |
|------|-------------|------|---------------------------|
| a) | Madera | | |
| a.1. | No tratada | a.2. | Tratada con preservadores |
| b | Concreto | | |
| b.1. | Precolado | b.2. | Colado insitu |
| c) | Acero | | |
| c.1. | Sección "H" | c.2. | Tubo |
| d) | Mixto | | |

Existen varios factores que hay que tomar en cuenta ya que tienen una influencia primordial en la selección del pilote. Estos factores son: Tipo, tamaño y peso de la estructura, propiedades y características del suelo, profundidad del estrato resistente, las posibilidades de diferentes profundidades de estrato de apoyo, disponibilidad de materiales para el pilote, cantidad de pilotes, tipo de hincado, costos comparativos de la zona, durabilidad requerida tipo de estructuras adyacentes a la obra, profundidad del nivel freático etc.

Hay que tener cuidado en el factor de diferentes profundidades de apoyo ya que si se decide por los pilotes precolados existirá la posibilidad de aumentarlos o cortarlos según el caso. Si se ha decidido por los de concreto, se recomienda sean colados insitu.

Los pilotes pueden hincarse de dos formas: por presión y percusión esta última la más común por la gran variedad de martinetes. Además se pueden hacer con o sin previa perforación llenándose pilotes de chiflón estos últimos tienen como característica un hueco por donde circula agua, con la finalidad de disminuir un poco la fricción entre éste y el suelo.

Los pilotes con perforación previa se hacen primeramente con un círculo circunscrito sobre el cual se va a hincar el pilote.

Cuando existen profundidades grandes se meten por tramos soldándose la

Terminación del tramo anterior con el inicio de la parte posterior.

Existen cinco puntos muy importantes en el hincado de pilotes éstos son:

1. Evitar bufamiento para no tener posteriormente, grandes asentamientos.
2. Al excavar el terreno evitar asentamientos diferenciales excavando simetricamente o sea del centro a los lados o viceversa y nunca empezar de un sólo lado.
3. Se debe de tener cuidado con las colindancias
4. Escoger el procedimiento constructivo adecuado
5. Controlar el nivel freático para no disminuir la carga admisible del suelo.

V.5 Hincado de pilotes bajo el agua

Si es necesario hincar pilotes bajo el agua, pueden emplearse dos métodos. Cuando la unidad de hincado es un martinete de caída, un martinete de vapor del tipo abierto o un martinete diesel, se hincan el pilote hasta que la cabeza apenas sobresalga la superficie del agua. Después se coloca un seguidor sobre la cabeza del pilote. El seguidor puede ser de madera o de acero y lo suficientemente fuerte para transmitir la energía del martinete al pilote (Ver lámina V.1.)

Cuando la unidad de hincado es un martinete de vapor del tipo cerrado, el hincado puede proseguir debajo de la superficie del agua, sin que haya necesidad de poner un seguidor. Es necesario instalar una manguera de escape hasta la superficie del agua para la salida del vapor. También es necesario suministrar aire comprimido a la parte inferior de la funda del martinete para evitar la entrada del agua a la funda.

V.6 Martinetes

La función primordial de un martinete es proporcionar energía de golpe a un pilote para su hincado. Estos se seleccionan dependiendo del tipo, por sus características, tamaño (Ver lámina V.2)

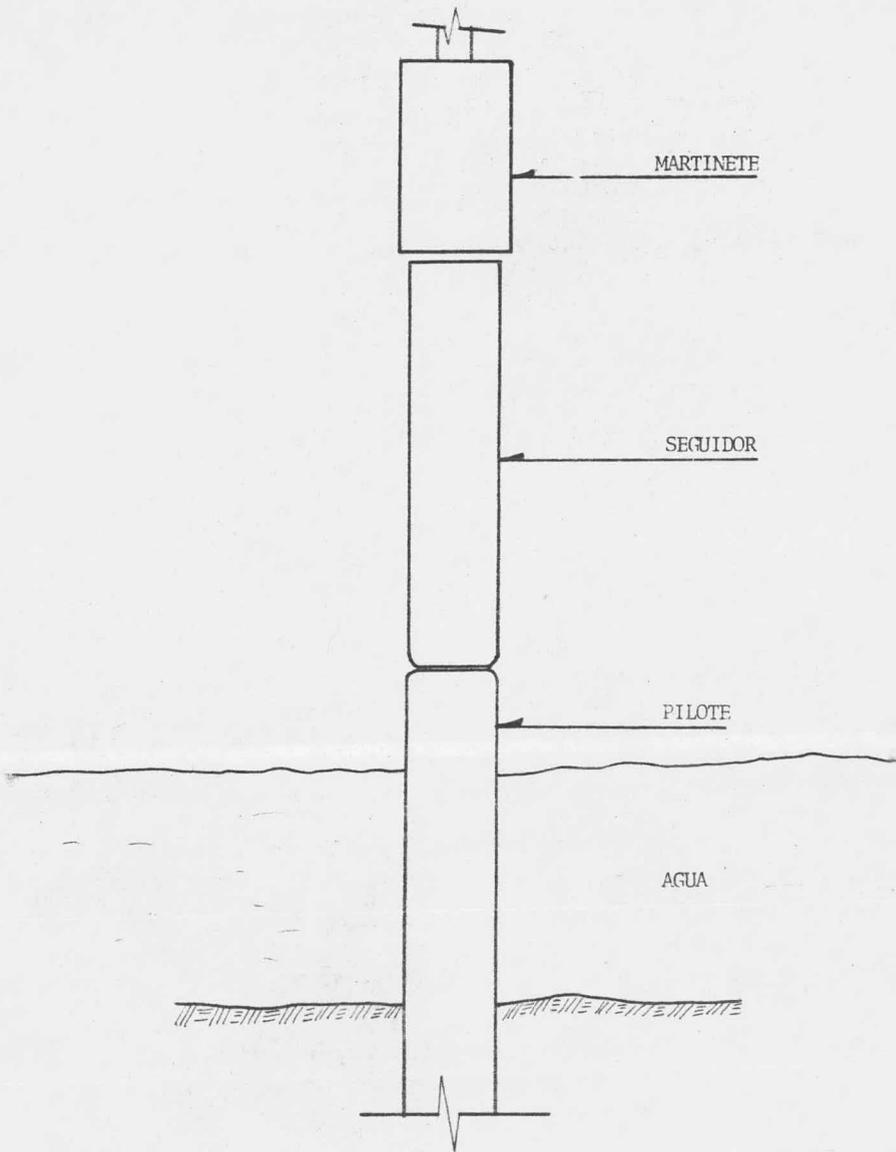
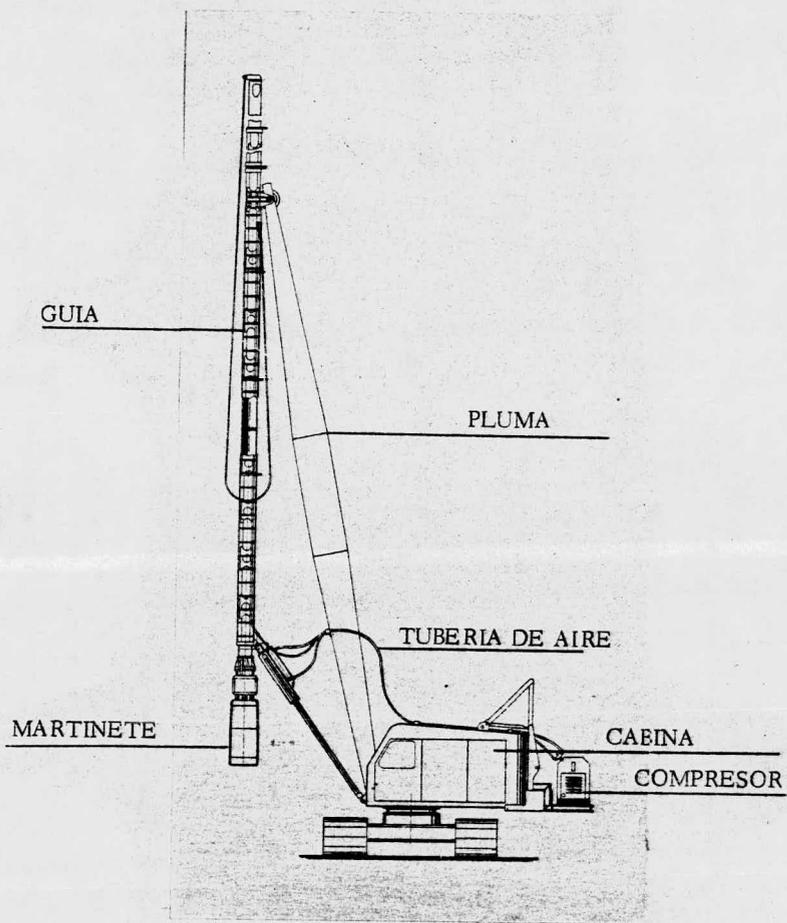


Lámina V.1



LAMINA V-2

Los más comunes son los martinetes de caída, de vapor de simple acción, de vapor doble acción, de vapor de acción diferencial y los de diesel.

El tamaño del martinete se designa por su peso y en función de la energía teórica de golpe "Kilogramo-metro" se designan los demás materiales.

V.6.1. Martinetes de caída.

Consta de una masa de metal la cual es guiada y levantada por un cable, para posteriormente ser soltada sobre la cabeza de un pilote. Los martinetes caen por medio de un tropezón o aflojando la banda de fricción del malacate, siendo más recomendable el primero ya que no sufre pérdidas de fricción entre el cable y el tambor, para el funcionamiento de éste es necesario una guía que mantenga al pilote en posición a fin de dirigir el movimiento del martinete para proporcionar un golpe sólido.

Los martinetes de caída estandar más comunes varían de 0.5 a 1.5 Ton. con una altura de caída de 1.5 a 6 metros y 4 a 8 golpes por minuto.

La pequeña inversión en el equipo, simplicidad en la operación, habilidad para regular la energía de golpe variando la altura de caída son algunas de las ventajas de estos martinetes. Teniendo como desventajas baja velocidad de hincado, peligro de dañar el pilote, así como la posibilidad de dañar construcciones adyacentes por la vibración y no poder hacerse el hincado de pilotes bajo del agua.

V.6.2. Martinete de vapor de simple acción.

Este tipo cae libremente sobre el pilote y se levanta con aire comprimido o vapor, cuya presión se aplica a un pistón, el cual al llegar a la parte superior de la carrera libera al vapor dejando caer libremente al martinete. Este tipo de martinete puede dar 50 golpes por minuto, entregando la misma energía de golpe que el correspondiente a uno de caída.

Ventajas: Nos proporciona un número de golpes mayor por minuto, reduce el incremento de fricción superficial, la reducción en la velocidad del ariete reduce el peligro de dañar el pilote, los tipos de martinetes encerrados pueden hincar pilotes bajo el agua.

Entre sus desventajas: encontramos, mayor inversión en el equipo, son más complicados y requieren de mayor rendimiento del equipo, así como una cuadrilla mayor de operadores y requiere de más tiempo para el montaje.

V.6.3 Martinetes de vapor de doble acción

Estos martinetes a diferencia del anterior consiste en el levante de pistón, al término de su carrera máxima, no libera el vapor sino que lo proporciona en la parte superior del martinete proporcionando mayor energía de golpe llevando como ventajas el doble de golpes por minuto, reducción del tiempo de hincado, reducción de fricción superficial y que el hincado se puede llevar a cabo sin guías.

V.6.4 Martinete de acción diferencial

Este tipo de martinete tiene las ventajas de los dos anteriores y además ahorra del 25% al 35% de vapor debido a una modificación en su mecanismo que consiste en acelerar el ariete en su carrera ascendente, teniendo como desventajas las mismas que el martinete de vapor de doble acción.

V.6.5 Martinetes diesel

Un martinete diesel es una unidad de hincado que se contiene en si misma y que no requiere de una caldera de vapor o un compresor de aire. En este aspecto es más sencillo que uno de vapor. La unidad completa consiste en un cilindro vertical, un pistón o ariete, un yunque tanques de combustible, y aceite lubricante, bomba de combustible, inyectores y un lubricador mecánico. Existen varios tamaños.

Una vez que se coloca el martinete sobre un pilote, se levantan el pistón y el ariete y se dejan caer para comenzar la operación de la unidad. A medida que el ariete se acerca al final de su carrera descendente se engancha una bomba de combustible operada por medio de un cigueñal que inyecta el combustible a la cámara de combustión situada entre el ariete y el yunque.

La continuación de la carrera descendente del pesado ariete comprime el aire y el combustible a la temperatura de ignición. La explosión resultante

empuja al pilote hacia abajo y al ariete hacia arriba. La energía por golpe, que controla el operador puede hacerse variar desde cero hasta la potencia total.

VI. EQUIPO DE MANEJO Y ELEVACION DE MATERIALES

VI.1 Plumas Portátiles Hidráulicas

Este tipo de maquinaria consiste en dos elementos básicos: La Pluma y el Camión, la pluma se sujeta a una plataforma plana la cual está integrada en el camión. Generalmente son utilizadas para material sólido. Trabajando el equipo como una grúa.

Existe en el mercado dos clases de plumas:

- a) Pluma de uniones múltiples o de carga. La cual es usada para el desplazamiento horizontal ofreciendo un mínimo de cambio vertical para los materiales que maneja.
- b) Pluma de gran levante. Es usada para movimientos verticales mediante un arreglo telescópico. Consiste en una sección básica de la que se extienden secciones cada vez más delgadas. Una de las desventajas de este tipo consiste en su reducida flexibilidad de alcance horizontal.

Es menester hacer notar que las plumas portátiles son eficientes siempre y cuando se utilicen para fines de manejo del material y no para fines de montaje ni para cargas únicas muy pesadas. (Ver figura VI.1)

La operación de las plumas se obtiene mediante cilindros hidráulicos. El extremo de la pluma puede tener una horquilla de cuello de garza para el levantamiento de material. La pluma ejerce un giro sobre el plano horizontal, esta rotación varía de 200 a 360° para las de tipo hidráulico y eléctricas respectivamente.

Su capacidad de carga es variable, así como la longitud de la pluma. (Ver tabla VI.1)

Generalmente se utilizan para el manejo de secciones de tuberías de diámetro relativamente grande, secciones de acero para carreteras, piezas fundidas para obras de drenaje y armaduras para edificios pequeños.

Otro tipo de grúa es aquel que está montado sobre orugas, y posee las mismas características que las grúas montadas en camión. Variando únicamente la plataforma de soporte (Ver figura VI.2)

Las grúas locomotivas son un tipo más de grúas portátiles estas se desplazan por medio de rieles de ferrocarril sus aplicaciones son similares a las anteriores sus características principales se muestran en la Tabla VI.2 Combina su traslado suave con su capacidad de acoplamiento a otros carros.

Su sistema es hidráulico y de giro suave.

El sistema de tránsito es hidráulico o eléctrico. Asimismo, las funciones de la grúa son accionadas por dispositivos hidráulicos.

VI.2 Grúas Torre

Todos los equipos de elevación y de manejo de materiales están constituidas por los siguientes componentes básicos:

- a) Pluma y miembro principal de soporte

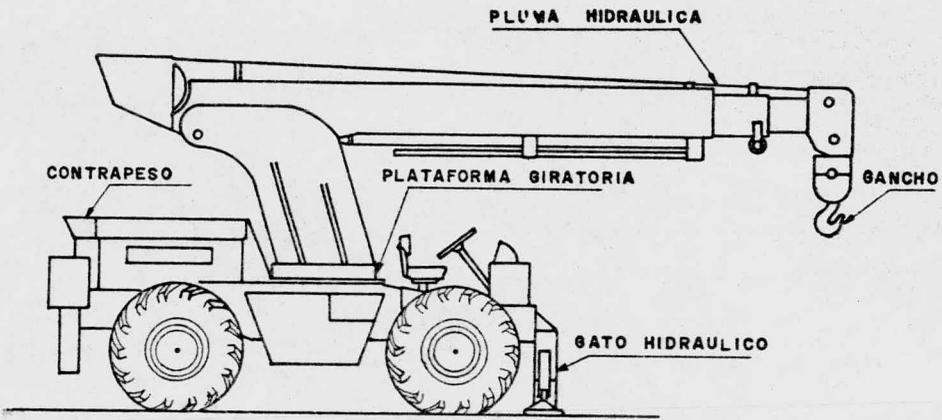


FIGURA VI.1 GRUA MOVIL HIDRAULICA

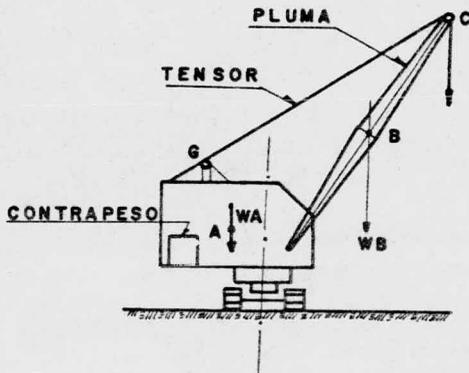


FIG. VI.2 GRUA DE ORUGAS

MODELO	MAXIMA CAPACIDAD TON.	MAXIMA PLUMA M	MAXIMA PLUMA CON AGUILON M
5470	59	52	70
5530	68	52	70
7460	82	61	76
7530	113	67	91
8460	150	85	110
9530	200	107	137

TABLA VI.1

MODELO	CAPACIDAD MAXIMA
5030 DH	36.3
830 DH	39
840 DH/DEN	54.4
850 DH/DEH	104.4
855 DH/DEH	104.4
9070 DE	136.1

TABLA VI .2.

- b) Cables y herramientas que sirven para levantar las cargas.

Las grúas se utilizan para fines de estabilidad, el miembro vertical o mástil, la armazón estructural y cables de retenida están sujetos a soportes sólidos situados fuera del lugar que ocupa la grúa.

El cable de acero usado para los trabajos de elevación, es de hilos torcidos de acero mejorado el cual debe de ser flexible. Siendo la selección del equipo determinada por los siguientes factores:

- a) Disposición de lugar de trabajo
- b) Las condiciones del mismo y
- c) Las cargas de manejar

A continuación hablaremos de este equipo muy utilizado en la industria de la construcción.

Este tipo de grúa puede ser estacionaria o móvil. Comúnmente son ligeros, verticales y sus mástiles son reticulados, utilizado generalmente en el manejo de materiales en edificios altos u otras estructuras que pueden manejarse desde una sola área de instalación con una vía horizontal relativamente corta (Ver figura VI.3).

Estos equipos pueden trabajar tanto en los linderos exteriores de un edificio como en el cubo de elevadores o escaleras.

Sus componentes básicos son en esencia los siguientes:

- a) Pluma horizontal
- b) Plataforma para el contrapeso

El tamaño es variable y existe un modelo para cada necesidad variando la longitud de la pluma así como la de mástil y obteniendo una mayor capacidad de carga. La pluma y la plataforma están soportadas mediante cables que pasan sobre un bastidor (Ver figura VI.3)

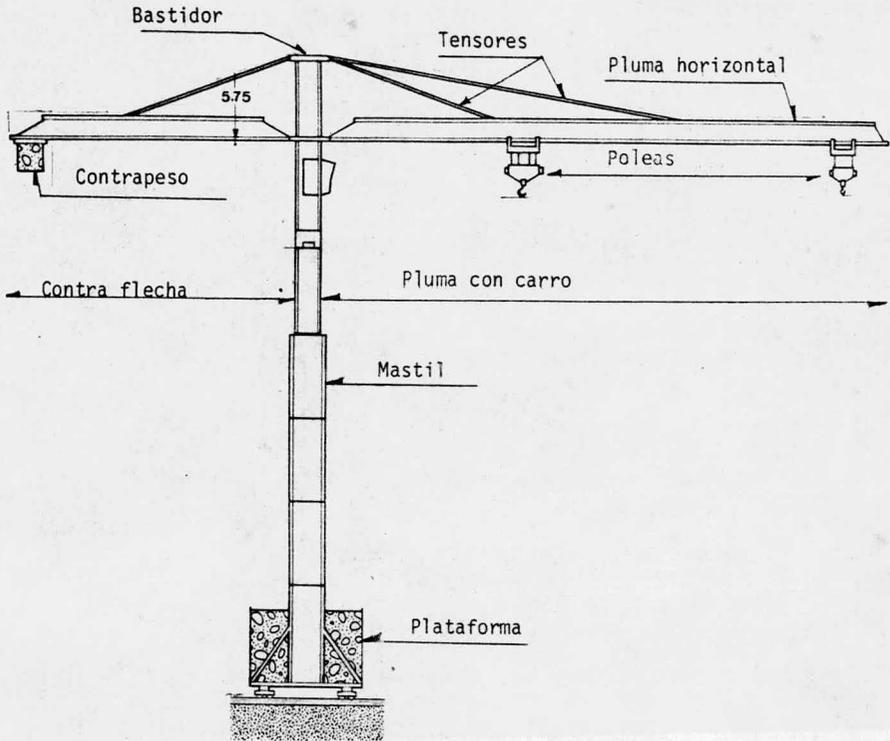


FIG VI.3 GRUA TORRE

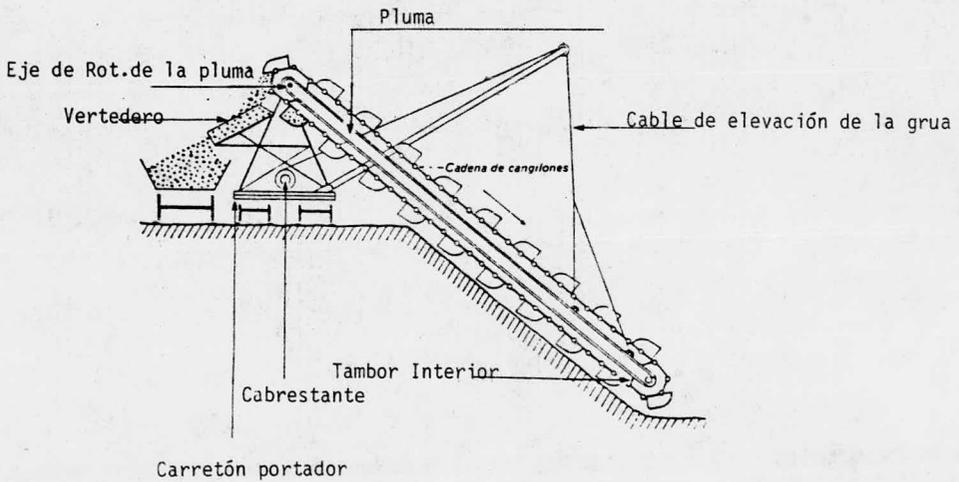


FIG. VI.4 TRANSPORTADOR DE CANJILONES

La carga es sostenida desde la pluma sobre un cable carril y una corredera la cual tiene un movimiento hacia adelante y hacia atrás a lo largo de esta pluma (Según Felicien Pignon). La capacidad de carga de la grúa se reduce de un 10% a un 15% por cada tres metros.

El movimiento horizontal y de elevación de la grúa de torre giran en torno de la estructura del mástil.

La mesa giratoria se localiza bajo la cabina de control la cual gira en conjunto con la pluma y la estructura del contrapeso. La carga es manejada mediante poleas situadas en la punta de la pluma, como en una grúa móvil las velocidades de elevación varían con el nivel de la carga. (Ver tabla VI.3)

Las grúas torre suelen en su mayoría ser accionadas por medio de energía eléctrica, debido a las limitaciones del espacio de construcción, requiriéndose para tres funciones:

- a) Elevación
- b) Accionamiento de la pieza viajera portadora de las cargas
- c) Giro

Los dispositivos de control suelen encontrarse en dos sitios:

- a) Al nivel de la cabina
- b) Al nivel del piso mediante un tablero de control remoto

VI.3 Transportador de Canjilones

Es una banda giratoria formada por cajas que almacenan material cuando giran en un sentido y descargan cuando van en otro. Estas cajas reciben el nombre de canjilones y tienen un tamaño y separación uniforme y definidos, los cuales van escalonados. (Ver figura VI.4)

La banda se mueve a través de ruedas dentadas en los extremos, que encajan en la banda. Este movimiento está en función del volumen total que almacenan los canjilones y de la velocidad del eslabón. Proporcionando una productividad, que puede ser definida con la siguiente expresión.

PLUMA CON CARRO (M)	CONTRA-FLECHA (M)	CONTRAPESO (Ton)	CARGA MAX. (Tons)	VELOCIDADES m/min
60	21.2	16.5	3	68
55	21.2	16.5	3.5	66
50	21.2	16.5	4.3	59
45	16.5	19.6	4.3	55
40	16.5	16.8	5.8	32

TABLA VI-3

NOTAS:

- 1.- La altura de elevación de una gran torre puede variar desde los 12 hasta los 80 metros.
- 2.- Los datos fueron proporcionados por felicien pingon basandonos en el modelo más comercial que es la grua torre modelo "GT 446843 H"

$$p = \frac{CD60}{2000 S}$$

Donde:

C = Carga de los canjilones en (m^3)

D = Densidad del material (Kg/m^3), multiplicado por la velocidad
(m/s)

S = Separación de canjilones (m)

El volumen a transportar dependerá del material, peso de este y si es líquido (al ras) o sólido (copeteado).

Se utiliza esta maquinaria gracias a la característica que tiene de transportar material verticalmente y en pendientes pronunciadas, pudiéndose ajustar la banda a el ángulo necesario para trabajar.

Basándose sobre este principio se han diseñado diferentes cargadores de canjilones según el trabajo a desarrollar como amontonar tierra, cargar material en camiones vagones, elevarlos a diferentes alturas, hacer movimientos de tierra, en yacimientos y hasta más sofisticados y con varias funciones como la zanjadora de vuelos, que a la vez que transporta el material va excavando la zanja. (Ver figura VI.4).

Otra característica de este equipo es la continuidad de su trabajo proporcionando así un rendimiento elevado.

VI.4 Transportadores de banda

Son equipos utilizados para transportar materiales de construcción, su movimiento es en sentido horizontal y algunas ocasiones con cierta inclinación. Los materiales que pueden manejar son de tipo granular voluminoso y terrones sólidos. La determinación del ángulo que deba poseer una banda estará en función del ángulo de reposo del material en particular.

Debe observarse que las aceleraciones rápidas en una banda cargada en dirección ascendente reduce temporalmente la efectividad del equipo, así mismo pueden existir deslizamientos del material, por tanto se recomienda evitar los arranques súbitos de un transportador inclinado.

Los componentes esenciales del transportador de banda son:

- 1) Estructura de soporte de canal debidamente reforzada transversalmente
- 2) Estructura de soporte de celosía reforzada transversalmente
- 3) Rodillos de carga triple a 20° de inclinación
- 4) Polea motriz abombada montada en flecha de acero
- 5) Unidad motriz constituida por motor eléctrico trifásico para servicio a 200/440 Vols. 60Hz reducción de velocidad en dos pasos y transmisión final.
- 6) Polea tensora (Sistema de tensión y alineamiento mediante barras roscadas)
- 7) Banda transportadora de 2 a 3 capas de nylon y con uniones de grapas.

La banda debe ser continua alrededor de un circuito tener la suficiente flexibilidad para que cuando se inicie el giro no se produzcan desgastes por flexión. La banda esta soportada por los rodillos, los cuales van montados en cojinetes antifricción. El funcionamiento de un transportador puede generarse mediante energía eléctrica o mecánica que puede ser gasolina o diesel, en la mayoría de ocasiones es necesario instalar la unidad motriz en un lugar alejado del polvo y la suciedad por lo que se recomienda colocarla en la cabeza del transportador.

La capacidad y productividad de un transportador de banda esta en función de su longitud y de su área de sección transversal.

Generalmente la capacidad de la banda esta determinada al 90% de su anchura total.

VII. RENDIMIENTO

Comenzaremos por enfocar la palabra rendimiento hacia la conveniencia de la industria de la construcción, siendo ésta "como el trabajo útil realizado durante las diferentes etapas de la obra".

En aspectos de equipo para la construcción los rendimientos son de importancia debido al alto costo, tanto de operación como del equipo. Los rendimientos se pueden expresar para la construcción, de tres maneras como son los siguientes puntos de vista:

1. Requisitos y programas de la obra
2. Estimando el rendimiento de una máquina cualquiera
3. La producción en función del costo

Este último no es recomendable, por que es inexacto, dado que a veces no se tiene características reales de la obra.

VII.1 Clasificación

Para iniciar la estimación de rendimientos es necesario clasificar el equipo en forma general de acuerdo al tipo de trabajo, siendo la siguiente: (Ver Tabla 1).

1. Ciclo intermitente. Es aquel en el que se tienen que realizar movimientos distintos para cumplir con un ciclo, por ejemplo: una pala, que carga, después tiene que esperar a que se acomode un camión, para descargar, luego se acomoda, descarga, regresa etc.
2. Operación continua. Estas son todas aquellas que siempre realiza una misma función ininterrumpidamente, es el caso de una banda etc.
3. Operación mixta. En este caso caen las máquinas que realizan una función y una vez que terminan regresan para reafirmarlo, como es el caso de una aplanadora.

VII.2 Conceptos.

Para iniciar el cálculo de rendimientos es necesario tener conocimiento de los siguientes conceptos.

- Fa.- Factor de abundamiento
- Tc - Tiempo de un ciclo
- Fe - Factor de eficiencia de cucharón
- E - Eficiencia de la máquina

VII.2.1 Fa - Factor de abundamiento

Es la propiedad física que presentan los materiales terrosos al expandirse cuando son removidos en un estado natural o consolidado artificial. Se calcula de la siguiente manera:

$$Fa = \frac{100\% \text{ volumen estado natural}}{100 + \% \text{ del incremento del volumen removido}}$$

OPERACION POR CICLOS	DE OPERACION INTERMITENTE	DE OPERACION CONTINUA
<ul style="list-style-type: none"> - Pala giratoria con Todos los aditamentos - Cargador - Escrepa - Tractor empujador - Camión - Piloteadora - Excavadora de cable - Revolvedoras de concreto 	<ul style="list-style-type: none"> - Perforadoras - Conformadoras - Aplanadoras - Desgarradores - Tolvas 	<ul style="list-style-type: none"> - Bandas ras - Cargadores de banda - Cargadores de canchales - Trituradoras - Compresores - Dragas

T A B L A VII.1

VII.2.2. Tiempo de un ciclo

Este concepto está ligado con equipos que deben cumplir con varias acciones para terminar una función dada o sea un ciclo. Este ciclo determina un tiempo total en minutos y horas según sea la máquina analizada.

VII.2.3. Factor de eficiencia de cucharón

Este factor es la relación existente entre el material cargado por el receptáculo y la capacidad nominal de éste y se representa de la siguiente forma:

$$Fe = \frac{\text{Mat. cargado por el receptáculo}}{\text{Cap. nominal del receptáculo}}$$

VII.2.4. Eficiencia de la máquina.

Este factor representa las pérdidas de rendimiento del equipo debido a las condiciones de obra donde incluye adaptación de la máquina, y administración tanto central como en obra.

Las condiciones de obras son: superficie del suelo, topografía estación del año, etc. y los de administración, coordinación de máquinas, parado de circulación, calidad del mantenimiento etc.

En conjunto o solas estas condiciones afectan los rendimientos de una manera variable según las mismas pero se puede considerar un factor de eficiencia promedio igual a 0.83.

VII.3 Rendimientos

A continuación se describen algunas expresiones de las máquinas más comunes en una forma general pero aceptable para el cálculo de rendimiento. Para ayuda se sugiere ver tablas y ciclos en la parte final de este capítulo.

SIMBOLOGIA

- R - Rendimiento
 Ce - Capacidad enrasada (hd³)
 Fe - Factor de eficiencia del cucharón
 E - Eficiencia de la maquinaria
 H - Minutos por hora trabajada
 Fa - Factor de abundamiento
 Cm - Ciclos por minuto
 Eg - Eficiencia general
 Tc - Tiempo de un ciclo
 L - Longitud de la hoja (m)
 h - Altura de la hoja (m)
 O - Angulo de reposo del material
 Gen - Capacidad nominal (yd³)
 V - Velocidad promedio (m/hr) (Km/hr)
 A - Ancho efectivo de la faja (m)
 P - Profundidad efectiva (m)
 N - Número de pasadas (Faja terminada)
 D - Distancia km (m)
 E - Espesor de la capa (cm)
 C - Coeficiente de reducción (0.6 a 0.8)

VII.3.1 Fórmula General

Existen diferentes equipos de construcción que por el hecho de variar una pieza cambia el rendimiento por lo que a continuación se muestra una fórmula general que puede dar un rendimiento teórico para cualquier equipo que cumpla con un ciclo regular:

$$R = \frac{Ce (Fe) E H (Fa) (0.764)}{Cm}$$

VII.3.2. Angledozer, Buldozer y tractor

El rendimiento de estos equipos dependerá básicamente del tipo de cucharón, capacidad de éste así como clase del material manejado y de la habilidad de

la eficiencia del operador. El rendimiento se calcula con la siguiente expresión:

$$R = \frac{H.Eg (Ce) Fe.Fa}{tc} \quad \text{Para cálculo de } Ce = \frac{Lh^2}{2 \operatorname{tg} \theta}$$

VII.3.3. Excavadoras

En esta fórmula quedan incluidos las palas de cucharón, retroexcavadoras, draga de arrastre y cucharón de almeja.

Existen algunos factores más, que hay que tomar en cuenta como son capacidad de vehículo, transporte, condiciones del equipo y de la obra, tipo de material, profundidad real del corte, eficiencia del operador, ángulo de giro y dimensiones del equipo (Parte Frontal) (Ver ciclo excavadora)

$$R = \frac{Cen E.Fe.Fa. (0.764) (3600)}{tc} \quad 3\ 600 \text{ segundos en una hora}$$

VII.3.4. Escarificador

Estas máquinas son muy eficientes. El rendimiento de estos equipos baja entre más duro sea el material, el rendimiento se calcula con la siguiente expresión:

$$R = \frac{E.V.A.P.}{N} \quad E - \text{incluye pérdidas de tiempo}$$

VII.3.5. Escrepas

Para obtener el rendimiento, un poco más real se detalla calculando la velocidad con que se realiza el trabajo total. Para esto se necesitan como datos, la distancia de recorrido se podrá determinar el rendimiento.

$$R = \frac{Ce H E^2 V}{ND}$$

VII.3.6. Cargadores

Aún cuando varían algunos tipos de cargadores se puede estimar el rendimiento

teórico con la siguiente expresión:

$$R = \frac{H \text{ Cen. Fe. E. } (0.764) Fa}{tc}$$

VII.3.7 Transporte

En la siguiente fórmula se ha considerado el rendimiento de camiones en forma general, dentro y fuera de carreteras. (Ver ciclo de transporte)

$$R = \frac{H \text{ CeE}}{Tc}$$

VII.3.8 Revolvedoras

El rendimiento de éstas se calcula con la siguiente expresión:

$$R = \frac{\text{Cen. E(H) } 0.765}{Tc}$$

VII.3.9 Motoconformadora

Este tipo de maquinaria esta considerada como el tipo de trabajo mixto ya que cuando se nivela realiza un trabajo continuo pero cuando regresa se hace intermitente por lo que es de tener un poco de cuidado al calcular su rendimiento teórico, se calcula con la siguiente expresión.

$$R = \frac{ND}{VE}$$

VII.3.10 Compactadores

Para obtener el rendimiento de un compactador, hay que basarse al promedio en el que se considera el número de pasadas que son necesarios para obtener la compactación requerida y se calcula con la siguiente fórmula.

$$R = \frac{A \text{ VEs } C10}{N}$$

10 - Factor conversión de unidades

C I C L O

Excavadora.

1. Tiempo en cargar el cucharón
2. Tiempo empleado en elevar y efectuar un giro para descargar.
3. Tiempo de maniobra de descarga
4. Tiempo de regresar a la posición inicial al ataque

Transporte

1. Tiempo de acomodo
2. Tiempo de carga
3. Tiempo de acarreo y descarga
4. Tiempo de regreso al lugar inicial

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La actual crisis que se vive en el país no permite errores en la decisión de destinos de capitales. Es por esto que la selección de un equipo para construcción requiere de un estudio concienzudo, que posteriormente reeditará en ganancias esperadas y un capital bien invertido.

Por lo que es necesario que en dicho estudio se analicen todas las alternativas posibles y tratar de conocer la gran variedad de maquinaria, así mismo ver si es más conveniente adquirir el equipo por medio de compra pura o renta con opción de compra etc, pero sin perder de vista alguna de las opciones.

Es recomendable estar actualizado con respecto al costo del equipo ya que si éste sufre un aumento y no se toma en cuenta se mantendrá como dato el costo con el que se adquirió y se determinarán los costos horarios o precios unitarios con valores bajos a lo normal, lo que implica un deterioro a la inversión.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

1. H.Nichols "Maquinaria para la construcción"
2. Day David "Maquinaria para la construcción"
3. Fac. de Ing. "Apuntes de maquinaria para la construcción"
4. Fac. de Ing. "Apuntes de Movimiento de tierras"
5. Peurifoy "Maquinaria para la construcción"
6. Centro de Educación continua "Apuntes de maquinaria para la construcción"
7. Pérez Lima Norberto "Tesis profesional" I.P.N.
8. Caterpillar "Manual de maquinaria para la construcción"
9. Ruelas Romo Alfredo "Tesis profesional" UNAM.