



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
**"ARAGON".**

**"SELECCION ECONOMICA DE MAQUINARIA  
PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA".**

**T E S I S**

Que Para obtener el Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presenta n:

**CESAR LOPEZ SANCHEZ**

**HUGO FLORES PEREZ**

Director de Tesis: Ing. Celia Martínez Rayón

San Juan de Aragón, Edo. de México 1997.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

CÉSAR LÓPEZ SÁNCHEZ  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 13 de mayo del año en curso, presentada por Hugo Flores Pérez y usted, relativa a la autorización que se le debe conceder para que la profesora, Ing. CELIA MARTÍNEZ RAYÓN pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, "SELECCION ECONOMICA DE MAQUINARIA PARA MOVIMIENTOS DE TIERRAS", 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 pre citado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México., 14 de mayo de 1997  
EL DIRECTOR

HENRI CLAUDIO FERRIFIELD CASTRO

c c p Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.

CCMC/AIR/1a.

*A mis padres:*

*Con cariño y respeto en reconocimiento a toda una vida de sacrificios y esfuerzos encausados a brindarme la herencia más preciada a que puede aspirar un hijo, una profesión.*

*A mi hijo y esposa:*

*Por el estímulo y apoyo que me ayudó a superar esta etapa tan importante en mi vida.*

*A mis hermanos:*

*Porque siempre han estado conmigo y me han brindado su apoyo y cariño en todas las etapas de mi vida.*

*HUGO FLORES PÉREZ*

*A mi asesora de tesis:*

*Ingeniera Celia Martínez Rayón por compartir con gusto su amistad,*

*conocimientos y experiencia para la elaboración de este documento.*

*HUGO FLORES PÉREZ.*



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

HUGO FLORES PÉREZ  
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 13 de mayo del año en curso, presentada por César López Sánchez y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que la profesora, Ing. CELIA MARTÍNEZ RAYÓN pueda dirigirles el trabajo de Tesis denominado, "SELECCIÓN ECONÓMICA DE MAQUINARIA PARA MOVIMIENTOS DE TIERRAS", 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 prelado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México., 14 de mayo de 1967

EL DIRECTOR

M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



c c p Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.

CCMC'AIR'IIa.

*A la memoria de mi querida abuelita Gregoria, con gratitud y  
cariño.*

*q. e. p. d.*

*A mis padres, como un tributo a sus anhelos, por el esfuerzo y  
confianza que depositaron en mí y por haberme conducido por el buen camino  
desde el inicio de mis estudios, con profundo agradecimiento y cariño.*

*A mi abuelito y mis tíos, por sus consejos y el interés de que  
concluyera mi carrera.*

*A mis hermanos, que siempre conté con su apoyo.*

*CESAR LÓPEZ SÁNCHEZ.*

*A la Ingeniera Saúlita Laila Soriano Pérez, con amor y cariño, por su  
comprensión y deseo de mi superación.*

CESAR LÓPEZ SÁNCHEZ



*A mi asesora de tesis Ingeniera Celia Martínez Rayón, maestros,  
compañeros de escuela y trabajo que de alguna manera me ayudaron a superar esta  
etapa importante de mi vida*

*CESAR LÓPEZ SÁNCHEZ.*

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
---------------------	----------

### CAPITULO I

Aspectos Generales	4
<b>I.1</b> Clasificación de la maquinaria	4
<b>I.2</b> Clasificación y Definición de ciclo	9

### CAPITULO II

<b>Características Generales de los Suelos</b>	<b>11</b>
<b>II.1</b> Aspectos Generales	<b>11</b>
<b>II.2</b> Estudios Físicos de los Suelos	<b>16</b>

### CAPITULO III

<b>Costos de la Maquinaria</b>	<b>19</b>
<b>III.1 Gastos Fijos, Variables, y Costos de Operación</b>	<b>19</b>
<b>III.2 Compra de Maquinaria</b>	<b>21</b>
<b>III.3 Costos de depreciación, Mantenimiento, Reparación, Inversión y combustibles</b>	<b>22</b>

### CAPITULO IV

<b>Tractores</b>	<b>27</b>
<b>IV.1 Características Generales</b>	<b>27</b>
<b>IV.2 Determinación del Ciclo de un Tractor Bulldozer para movimiento de tierras</b>	<b>31</b>
<b>IV.3 Análisis del Costo Horario (Tractor Bulldozer Caterpillar D8-R)</b>	<b>32</b>

### CAPITULO V

<b>Escrapas</b>	<b>36</b>
<b>V.1 Aspectos Generales</b>	<b>36</b>
<b>V.2 Determinación del Ciclo de la Escrapa</b>	<b>38</b>

<b>V.3</b>	<b>Análisis del Costo Horario (Escrepa Autocargable Caterpillar J-621)</b>	<b>58</b>
<b>V.4</b>	<b>Análisis del Costo Horario (Escrepa Estándar Caterpillar 637-E)</b>	<b>61</b>

## **CAPITULO VI**

	<b>Cargadores Frontales</b>	<b>64</b>
<b>VI.1</b>	<b>Características Generales</b>	<b>64</b>
<b>VI.2</b>	<b>Descripción del Ciclo del Cargador Frontal</b>	<b>65</b>
<b>VI.3.1</b>	<b>Análisis del Costo Horario (Cargador Frontal Caterpillar 953-C)</b>	<b>68</b>
<b>VI.3.2</b>	<b>Análisis del Costo Horario (Camión de Volteo Ford F-600)</b>	<b>70</b>

## **CAPITULO VII**

	<b>Conclusiones</b>	<b>77</b>
--	---------------------	-----------

## **APÉNDICES**

## INTRODUCCIÓN.

El ingenio del hombre se encuentra transformando continuamente la faz de la tierra, tanto que en ocasiones modifica su ecología, todo ello con la intención de mejorar la forma de vida, atendiendo a las crecientes necesidades de nuestra población.

La ingeniería moderna exige por lo tanto la realización de proyectos cada día más ambiciosos en tiempos mínimos y de acuerdo a un programa elaborado, fundamentado tanto en la técnica como en la economía.

Dentro de las actividades que se presentan en forma más interesante y de mayor riesgo para el ingeniero, es la selección del equipo más adecuado para determinado trabajo. Por lo anterior es conveniente contar con ciertos principios básicos, manteniéndose al corriente de los procedimientos constructivos más modernos, conocer los equipos que se ofrecen en el mercado y sus características todo ello con el fin de poder mover la maquinaria dentro de la obra en la forma más económica y eficiente.

En los países como el nuestro, que se encuentra en proceso de desarrollo, donde se están realizando proyectos y obras de infraestructura de una gran importancia, es requisito indispensable que la ingeniería contribuya en gran medida a la ejecución de dichos proyectos y obras.

Aportando como una parte fundamental la elección de sistemas constructivos, que permitan en un tiempo mínimo realizar obras de gran envergadura al más bajo costo posible.

En las obras de construcción pesada modernas tales como aeropuertos, carreteras y presas, los movimientos de tierra representan una parte fundamental de su construcción, ya que será necesario considerar la forma en la que deberán de ser trasladados los materiales para su colocación final.

Es del conocimiento de todos que para los movimientos de tierra existe una gran variedad de equipos que permiten realizar un trabajo específico con una determinada eficiencia.

En algunos casos por circunstancias ajenas, los equipos podrán realizar algún trabajo propio de otro equipo y en consecuencia no obtener su máximo rendimiento.

Esto deberá de ser cuantificable por el ingeniero para saber el costo que esto arrojará por un mal empleo del equipo. De esto se desprende por lo tanto que la mejor selección, será aquella, en que la máquina realice el mayor número de trabajos con la máxima eficiencia posible, obteniendo como resultado el costo más bajo por unidad de material acarreado.

Es por todo lo anterior que se considera necesario un estudio teórico-práctico que permita al constructor evaluar objetivamente alternativas diferentes y seleccionar el equipo de construcción adecuado.

No se deberá olvidar que existen otros factores circunstanciales propios de la obra específica, que intervienen en forma directa para la selección de dicha maquinaria. El conocimiento de las características propias de la obra en cuestión, el potencial económico de la empresa constructora, la disponibilidad del material técnico y humano serán factores determinantes que afecten la selección del equipo.

Un amplio conocimiento del proyecto permitirá planear con anterioridad los requerimientos de las máquinas que se emplearán una vez seleccionadas estas, para su compra y financiamiento o en su defecto para su arrendamiento y transportación.

El fenómeno inflacionario que se presenta actualmente en todos los países de mercado libre, ha afectado en forma directa el comportamiento económico que habían mantenido durante varios años.

En México, las condiciones inflacionarias se han acentuado con mayor dureza en los últimos años, condiciones que se han reflejado notablemente en la industria de la construcción, alcanzando en ocasiones, incrementos en los costos hasta con más de un 20% anual.

Este incremento impredecible en los costos hace imposible hacer un análisis exacto y vigente por un largo lapso de tiempo.

El alza constante que sufren actualmente los precios en los mercados de energéticos, siderúrgicos, industria de la transformación y mano de obra, van elevando consecuentemente los costos de manera irracional e incalculable.

El presente es un análisis objetivo y aproximado de costos actuales que permite fijar parámetros de operación para diversas condiciones de trabajo a las cuales son sometidas generalmente las máquinas de construcción.

No pretende en ningún caso ser un índice de costos perdurables.

Sin embargo, una actualización de precios permitiría reintegrar fácilmente a los cálculos de los costos que aquí se presentan, para fijar rangos de trabajo a cada una de las máquinas en estudio.

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1- CLASIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA.

Las diversas nomenclaturas que se usan para designar a equipos y máquinas dentro del medio de la construcción obstaculiza en gran medida la correcta selección de ella, y, por lo tanto, su máximo aprovechamiento.

Además de este "defecto" si así pudiera llamarsele, impide la buena comunicación interna dentro de la empresa constructora la cual tiene a su cargo la realización de una obra en determinado lapso de tiempo, provocando retrasos innecesarios y evitables si se unifica por medio de una clasificación clara y precisa a dicha maquinaria y equipo.

Uniformizar el lenguaje por este medio, es, por lo tanto, indispensable ya que permite en forma más fácil y rápida identificar el equipo y maquinaria evitando en gran medida errores a este respecto.

Es por todo lo anterior por lo que a continuación se presenta un estudio esquemático que permitirá clasificar a la maquinaria agrupándola por sus diversas características.

#### BASES PARA AGRUPAR MAQUINARIA

A.- Por su aplicación o uso específico.

- A.- Remoción y extracción
- B.- Movimiento y transporte.
- C.- Tratamiento y transformación.
- D.- Colocación.
- E.- Mantenimiento y taller.
- F.- Suministro de energía.



- G.- Comunicación.
- H.- Protección.
- I.- Medición.
- J.- Equipo auxiliar

**B.- Por su organización interna.**

- A.- Neumáticas.
- B.- Hidráulica.
- C.- Térmica.
- D.- Cinética.
- E.- Mecánica.
- F.- Eléctrica.

**C.- Por su mantenimiento.**

- A.- Frecuencia.
- B.- Nivel.

**D.- Por su tamaño y peso**

- A.- Posible de transportar en camión torton.
- B.- Posible de transporte en cama baja.
- C.- Posible de transporte en camión F-600.
- D.- Posible de transporte en ferrocarril.
- E.- Requiere de transporte especial.
- F.- Requiere desarmar y transportar en partes.

**E.- Por su importancia para el giro de la empresa**

- A.- Mayor.
- B.- Menor.
- C.- Vehículos.

**F.- Por su valor de adquisición.**

- A.- Más de 2'.
- B.- De 1' a 2'.
- C.- De 750 a 1'.
- D.- De 500 a 750
- E.- 400 a 500
- F.- 300 a 400
- G.- 200 a 300
- H.- 100 a 200
- I.- Menos de 100

**G.- Por su uso en los materiales de construcción.**

- A.- Muy duros.
- B.- Duros
- C.- Blundos/sueltos.
- D.- Fluidos.
- E.- Reducción
- F.- Separación
- G.- Dosisfido.
- H.- Mezclado.
- I.- Piloteado.
- J.- Extendido y compactación.
- K.- Erección y montaje.
- L.- Asfalto y concreto.

**H.- Por su disponibilidad**

- A.- Disponible.
- B.- Trabajando.
- C.- Descompuesta.
- D.- En reparación.

**Andicemos cada una de ellas:**

**A - Por su aplicación o uso específico**

Generalmente y dentro de cada empresa y en cada obra en particular que se esté ejecutando o se vaya a ejecutar, se tendrá un tipo de máquina en especial con una aplicación o un uso de mayor importancia. Algunas serán notoriamente más indispensables que otras consideradas como unidades lo cual hace necesario para la obra denominarlas según su uso principal

**B - Por su organización**

Todos sabemos que una máquina es un conjunto de piezas y mecanismos, sistemas o instrumentos combinados que reciben una energía que al transformarse por los mecanismos producen un movimiento. Esta agrupación generalmente se usa para dar también claridad al nombre de la máquina

**C - Por su mantenimiento**

Esta forma de clasificación del equipo se considera importante ya que si una máquina se adquiere para un trabajo en especial, y representa a la vez una fuerte inversión, exigirá por lo mismo una vigilancia y cuidado especial para mantenerla en estado óptimo de operación y conservar así el valor de su inversión

Esto es aplicable para todo el equipo en general ya que se tienen máquinas de mayor o menor costo e importancia o lo que es igual, con mayor o menor mantenimiento

Como base de agrupación de equipo se pueden tomar las indicaciones sobre el mantenimiento, recomendadas por los fabricantes de las máquinas o también por las prácticas de conservación basada en experiencias obtenidas en obras.

D.- Por su tamaño y peso.

El objetivo de clasificarlas por su tamaño y peso es el de identificar en cualquier momento las necesidades de equipo para su transporte, ya sea armada, completa ó en secciones.

Además de conocer con exactitud sus características con objeto de lograr una utilización óptima y adecuada a sus especificaciones.

E.- Por su importancia para el giro de la empresa.

Todo equipo dentro de cada empresa es más o menor importante dependiendo del uso que se le de y a la vez del trabajo que desarrolle. Este trabajo se refleja directamente a la empresa como productividad.

F.- Por su valor de adquisición.

Por su valor de adquisición debe clasificarse el equipo considerando la inversión efectuada por la empresa en un momento dado, siendo que ésta incrementa el activo fijo de la misma, pero también aumenta el pasivo (en casos de compra a plazos).

G.- Por su uso en los materiales de construcción.

Dado que la mayor parte, por no decir todas, las obras en que interviene la Ingeniería Civil, se forman por el uso de distintos materiales aplicados o usados también en diferentes formas, es factible agrupar la maquinaria y el equipo bajo los siguientes aspectos:

a) - Equipo para remoción de materiales, como por ejemplo: perforadoras, pala, bombas, cargadores, etc.

b) - Equipo para transporte de materiales, por ejemplo: bandas transportadoras, tanques, motoescrapas, cable vía, etc.

d).- Equipo para colocación de materiales, por ejemplo: martinetes, conformadoras, compactadores, lanzadores, etc..

e).- Equipo auxiliar en general, por ejemplo: transformadores, plantas de luz, ventiladores, etc..

H.- Por su disponibilidad.

Esta clasificación nos permite obtener en cualquier momento información referente al estado físico de la máquina con lo que se podrá hacer programa ya sea de reparación o utilización de ésta, pudiéndose establecer estadísticas de éste estado en cualquier momento

## **I.2.- CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DEL CICLO.**

Las máquinas que se utilizan en la industria y, particularmente en los movimientos de tierras, desarrollan sus trabajos en 3 formas diferentes:

- 1.- Mediante el ciclo intermitente
- 2.- En forma continua.
- 3.- Intermedia entre intermitente y continua

Para su estudio, es conveniente que definamos al ciclo de una máquina como: el período de tiempo en que cumple una serie de operaciones realizadas en un orden determinado; o, una serie de actividades que realiza una máquina que pasa por diferentes fases hasta volver al estado inicial

### **1.- CICLO INTERMITENTE**

Es aquel en el que la máquina interrumpe y vuelve a iniciar alternativamente sus actividades

A este grupo pertenecen las máquinas utilizadas en las excavaciones primarias. Todas ellas están constituidas fundamentalmente por implemento de ataque y una caja de transporte que se carga y se vacía.

La magnitud de los rendimientos para este tipo de ciclos, dependerá del tamaño y eficiencia de sus implementos de acarreo y tendido y de la duración del ciclo

## 2.- CICLO DE OPERACIÓN CONTINUA

En él, la máquina realiza sus operaciones constante e ininterrumpidamente.

En este grupo se incluyen los equipos que utilizan bandas o bombas en donde la operación de la máquina es constante. El rendimiento de una máquina de este tipo se puede determinar tomando un promedio de la carga que transporta la banda y sacar el producto de esta cifra por su velocidad.

## 3.- CICLO DE OPERACIÓN INTERMEDIA.

Es aquél en el que los ciclos anteriores se combinan.

Este tipo de equipos requiere un estudio individual para la determinación de su rendimiento, ya que éste depende de las características particulares de la máquina y del trabajo al que se sometan.

En los capítulos subsecuentes se presenta un estudio detallado de los ciclos que se desarrollan en los distintos tipos de máquinas, así como la integración de ciclos mixtos entre varios equipos diferentes para llegar a determinar un ciclo óptimo de trabajo.

## **CAPITULO II**

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS**

#### **II.1.- ASPECTOS GENERALES.**

En todos los proyectos de Ingeniería Civil en que se van a emplear materiales naturales es importante el considerar y localizar los bancos de préstamo, de los cuales, se van a extraer dichos materiales, de tal manera que podamos saber mediante pruebas de laboratorio las características de los mismos y si cumplen con las especificaciones de proyecto.

Para movimientos de tierras basta con saber con que consideremos al suelo como todo material que se encuentra formado por: roca, tierra o polvo y constituido por partículas sólidas, líquidas y gaseosas.

#### **I.- LA TIERRA.**

Se puede decir que es el material que se encuentra constituido por partículas de diversos tamaños y composiciones químicas. Una clasificación más particular, enfocada al manejo que se le dará se puede lograr mediante una clasificación de su granulometría que determinará la calidad del material, enseguida se presentan las características de la prueba de granulometría para clasificar los suelos.

La prueba de granulometría consiste en la determinación de los tamaños de las partículas que forman el suelo por el procedimiento de cribado, o por el de sedimentación.

El primero de ellos consiste en separar las partículas del suelo, tamizándolo a través de una sucesión de mallas de abertura cuadrada y pesar las porciones que se retienen en cada una de ellas, a fin de relacionar dichos retenidos, como porcentajes de la muestra total, para obtener la composición granulométrica. Con éste procedimiento se clasifican las partículas de suelo hasta un tamaño mínimo de 0.074 mm.

El procedimiento de sedimentación se basa en el siguiente principio: en un líquido menos denso que el suelo, las partículas del suelo de la misma densidad se asentarán a través del líquido con velocidades proporcionales a sus tamaños. Este principio está expresado por la ley de Stokes que da un velocidad de caída de una pequeña esfera en un líquido viscoso.

Los resultados se reportan como porcentaje de arena, limo y arcilla contenidos en la muestra original, o en el material que pasa a la malla N° 40 que es con el que se hace la prueba. Se considera arena el material cuyo tamaño está comprendido entre 2.000 y 0.050 mm., limo el material de tamaños comprendidos entre 0.050 y .005 mm. y arcilla el material menor de éste último tamaño.

Para efectos de movimientos de tierras y en lo particular para nuestro estudio basta distinguir dos tipos principales de suelos.

- a) - Tierras ligeras que son de grano fino.
- b) - Tierras pesadas que son las del tipo arenoso.

## II.- LAS ROCAS.

Geológicamente las podemos clasificar como:

a) - Rocas ígneas: son aquellas que se solidificaron después de haber estado fundidas.



b.- Rocas sedimentarias: estas se encuentran constituidas por residuos de animales y de plantas, y se han endurecido por el tiempo, la presión y la cementación natural en los depósitos.

c.- Las rocas metamórficas que fueron anteriormente rocas ígneas o sedimentarias, y han sido alteradas por las presiones y el calor.

La tabla que a continuación se presenta, se refiere al tipo de rocas más comunes.

CLASE	TIPO	FAMILIA
ÍGNEAS	Intrusivas (Plutónicas)	Granito
		Sienita
		Diorita
	Extrusivas (Volcánicas)	Gabro
		Peridotita
		Riolita
SEDIMENTARIAS	Calcáreas	Traquita
	Silíceas	Andesita
		Basalto y diabasa
	Folindas	Caliza
		Dolomita
Arcilla esquistosa		
METAMÓRFICAS	No foliadas	Arenisca
		Horsteno (pedernal)
	Folindas	Gneis
		Esquisto
		Anfibolita
No foliadas	Pizarra	
	Cuarcita	
	Eclogita	
		Mármol

### III.-RESISTENCIA A SER EXCAVADOS

La resistencia que presentan los materiales al ser excavados se encuentra determinado por los diferentes tipos de esfuerzos que hay que vencer para su explotación y son los siguientes.

1 - Dureza.- Esta es la resistencia que al esfuerzo cortante presenta el material a la penetración.

2.- Cohesión.- Esta característica de los materiales, se presenta, como una resistencia a la tensión, o sea a ser separadas las partículas.

3.- Fricción.- Esta es otra forma en la que se presenta la resistencia al esfuerzo cortante y que se refiere a la pérdida de la fuerza que tienen las cuchillas al penetrar sobre el terreno.

4 - La adhesión - Es la resistencia que se desprende por la fijación de la tierra en los implementos de excavación.

5 - La rompibilidad - Esta se presenta como una medida, a la mayor o menor dificultad, con que la roca puede romperse, esto depende de tres factores importantes:

a) Resistencia al rompimiento del material constitutivo de la roca.

b) El grado en que se hayan debilitado los planos de falla.

c) El grado de reblandecimiento que ha debilitado a la roca por el intemperismo.

#### IV.- LODO.

Es la tierra saturada con agua al grado que pierde su estructura, y por ello empieza a adquirir algunas propiedades de los fluidos. En algunos casos, el agua puede aumentar la firmeza del material actuando como un agente de unión rodeando a las partículas con películas muy pequeñas. El otro extremo se presenta cuando la tierra se convierte en lodo, la presencia del agua es suficiente para formar películas de agua tan gruesas alrededor de las partículas, que actúa como lubricante, permitiendo que estas puedan deslizarse libremente entre sí.

#### V - LOS MANTILLOS O TURBA.

Son materiales orgánicos en descomposición y que absorben el agua, del mismo modo que lo hace una esponja, reteniéndola en el interior de las partículas, a pesar de la evaporación; cuando éstos están saturados, nos encontramos entre la presencia de los pantanos.

En ocasiones, la maquinaria tendrá que trabajar sobre arena limpia, y ésta es tan molesta como el mismo lodo, ya que las llantas patinan y se hunden, por lo que es conveniente para estos casos, vehículos con todas las ruedas motrices o el uso de equipo provisto de orugas.

El lodo, las arenas, los mantillos y turbas nos presentan siempre retrasos dentro de los trabajos, provocando que los equipos se atasquen por falta de tracción, ya que los materiales se acumulan dentro de los chasises y orugas al grado de trabarlas.

Ante estos problemas el empleo de equipos adecuados para disminuir los tiempos de retraso, además de evitar que las máquinas se maltraten y gasten inadecuadamente.

Bajo ciertas condiciones es preferible el uso de equipos montados sobre orugas al de neumáticos, debiéndose utilizar bandas más largas y anchas para aumentar la tracción. El empleo de maquinaria ligera evita que ésta se hunda ya que esto es consecuencia de la capacidad de carga que presente el suelo y de la presión ejercida por los equipos sobre el suelo.

Todos los suelos presentan variaciones en lo que se refiere a soporte y fricción que ejercen los vehículos sobre ellos. Una medida de ello es la

tracción que es el resultado del peso que actúa sobre los centros motrices y que puede transformarse en movimiento.

Existe dentro del manual del fabricante, los factores correctivos por tracción para diferentes equipos y tipos de suelos como se verá en los siguientes capítulos.

## II.2. ESTADOS FÍSICOS DE LOS SUELOS.

Para poder estimar en forma correcta los costos de movimientos de tierras es importante el conocer las propiedades de los suelos; de tal manera que es conveniente el fijar previamente éstas condiciones

A - Materiales de banco - Son aquellos que se encuentran en estado natural y que no han sido explotados

B - Materiales sueltos - Son aquellos que han sido extruídos de su posición original para su transportación

C.- Materiales colocados - Son aquellos que ya fueron puestos en su lugar de destino.

Al practicarse la explotación de los bancos de material, ya sea con el uso de explosivos o con la ayuda de equipos, las características de los suelos se ven alteradas, tanto en el contenido de vacíos, como en sus pesos volumétricos. Existe una relación entre los tres estados que podemos definir como sigue:

$$XB + YS = ZC$$

Donde X, Y y Z son los coeficientes de abundamiento y contracción; y B, S y C, representan los volúmenes en metros cúbicos de cada uno de los tres estados físicos del suelo definido anteriormente.

Los coeficientes de abundamiento y contracción (X, Y y Z) se deben definir para cada tipo de material, existen en la literatura tablas como la siguiente que proporcionan los valores del coeficiente de abundamiento (Y) para los materiales más conocidos.

TABLA I.

	ABUNDAMIENTO	VACIOS
Arena o grava limpia	de 5 a 15%	de 4.75 a 13%
Tierra vegetal	de 10 a 25%	de 9 a 20%
Migajón arenoso arcilloso	de 10 a 35%	de 9 a 26%
Buena tierra común	de 20 a 45%	de 17.7 a 31%
Arcilla con arena o grava	de 25 a 55%	de 20 a 35.5%
Arcilla triable y ligera	de 30 a 60%	de 23 a 37.5%
Arcilla seca, terrosa y tenaz, con roca	de 35 a 70%	de 26 a 41%
Chov y roca blanda	de 40 a 78.5%	de 28.5 a 46%
Roca dura de bien a mal tronada	de 50 a 100%	de 33.3 a 50%

Se logra obtener los coeficientes de abundamiento de los suelos, observando el incremento en el contenido de vacíos al cambiar su estado físico y con ello una diferencia de volúmenes en banco y suelto.

Otra forma de lograr esto, es por medio de una diferencia de los pesos volumétricos al alterarse las propiedades físicas de los suelos.

Para fijar los diferentes coeficientes es necesario que partamos primeramente de la relación que nos da el Peso Volumétrico (P.V.) y posteriormente las que nos fijan los coeficientes de abundamiento (Y) del material en cuestión.

$$\text{PESO VOLUMÉTRICO} = \frac{\text{PESO}}{\text{VOLUMEN}}$$

$$Y = \frac{(\text{Vol. SUELTO} + \text{Vol. BANCO})}{\text{Vol. BANCO}} = \frac{(P.V.J. - P.V.B.)}{P.V.B.}$$

Cuando los materiales han sido transportados de los bancos de préstamo y colocados en los terraplenes para su compactación, ésta dependerá del tipo de material de que se trate, del espesor de las capas del terraplen y del tipo de maquinaria que utilicen en su compactación.

El coeficiente de contracción (Z), está dado, por las especificaciones propias del proyecto en función de la compactación requerida.

Para medir dicho coeficiente, relacionamos los volúmenes en banco, contra el volumen colocado, ó en igual forma con sus pesos volumétricos mediante la siguiente relación.

$$Z = \frac{(\text{Vol BANCO} - \text{Vol COMPACTO})}{\text{Vol BANCO}} = \frac{(\text{P.V.B.} - \text{P.V.C.})}{\text{P.V.B.}}$$

## CAPITULO III

### COSTOS DE LA MAQUINARIA.

#### III.1.- GASTOS FIJOS, VARIABLES Y COSTOS DE OPERACIÓN.

El proyecto que requiere la construcción de cualquier obra de Ingeniería Civil, deberá contemplar todas las especificaciones de la obra terminada, y en ocasiones la forma de llevarla a cabo, para ello es necesario que se tenga conocimiento de las diferentes técnicas y procesos constructivos para qué, mediante el análisis de los costos, se determine cuál es el que proporcione mayores ventajas.

La selección económica de la maquinaria dentro del proceso constructivo deberá de basarse en estudios estadísticos o en conocimientos empíricos adquiridos por el constructor que nos ayudará a determinar los costos por unidad.

Llevar un registro de los costos en forma sistemática será un recurso importante para poder controlarlos y obtener con ello presupuestos verdaderos. Para ello es conveniente analizar los gastos que se tendrán que realizar durante el transcurso de la obra, según su origen los gastos se deberán clasificar en:

a).- Gastos fijos - Son aquellos que no cambian rápidamente y que no dependen en una forma directa del volumen de los trabajos a realizar.

- I.- Salarios fijos y prestaciones sociales
- II - Renta de oficina, papelería, etc.
- III.- Seguros contra incendio ó contra el equipo y maquinaria que posea.
- IV - Impuestos sobre terrenos
- V.- Costo del capital invertido

b) - Gastos variables - Dentro de éstos se puede incluir los conceptos, que se derivan como gastos generales, y que aumentan en forma directa con relación al volumen de trabajo a desarrollar, (por ejemplo, en ocasiones existen proyectos en que la demanda de trabajadores aumenta considerablemente, lo que será justificado cargar como gastos variables.

Los costos de operación - Estos gastos son los que van determinados por los trabajos realizados en la obra y son

- I - Combustibles, lubricación y mantenimiento de la maquinaria durante el tiempo que dure la obra
- II - Alquiler de maquinaria y transporte de la misma a la obra.
- III - Seguros y compensaciones para los trabajadores.
- IV - Las listas de raya del personal en la obra, e impuestos sobre los mismos.

En algunas ocasiones una consideración importante que hay que tomar en cuenta, se refiere al costo del capital que se requiere para sostener las cuentas de los clientes sobre obras realizadas, que no han sido liquidadas, en ocasiones, el otorgar créditos difíciles de cobrar, provocan que una parte del capital que podría ser invertido como capital de trabajo se halle en cuentas por cobrar, o en inversiones que no son de productividad directa.

Existen por su parte, instituciones de crédito en disponibilidad de otorgar préstamos sobre las cuentas por cobrar, o estimaciones del cliente si es que éstas tienen solvencia económica por parte de los deudores, debiéndose de erogar un pago por concepto de intereses.

El costo de tales descuentos deberá de ser incluido también dentro de los costos variables.

La fianza es otro aspecto a tomar en cuenta ya que en algunas ocasiones, las obras que se realicen serán para organismos gubernamentales que generalmente son cuentas que llevan tiempo para su cobro, debiéndose tomar en cuenta, que el contratista deberá liquidar a los subcontratistas al cobro de las estimaciones.

En todo éste tipo de obras de carácter gubernamental o en las obras privadas grandes, el contratista otorga una fianza a una compañía de seguros sobre la terminación de los trabajos y, sobre los subcontratos otorgados, ya que si por algún motivo no se pagara cualquier cuenta, el acreedor podrá cobrar a la compañía afianzadora el monto del subcontrato.



Estos gastos, que originan la contratación de una fianza, será un costo adicional a cargar en los costos variables

### **III.2.- COMPRA DE MAQUINARIA.**

Para la compra de maquinaria nueva o usada, es importante que se tome en cuenta el tipo y volumen de trabajo a ejecutar en forma inmediata, y las posibilidades de obtener nuevos contratos a tiempo futuro donde se pueda utilizar la maquinaria que se va a comprar.

El tamaño de la maquinaria dependerá en forma directa del potencial económico de la empresa y del volumen de trabajo a realizar, de su dificultad o la facilidad de transportación a las obras, disponibilidad de espacio para trabajar en la obra, facilidad de programarse, con los equipos auxiliares como camiones de volteo etc.; y también de las características generales de la obra, como tipo de suelo y la presencia de agua.

La adquisición de un equipo requiere análisis, que operan simultáneamente antes de llegar a la decisión de la compra.

Estos se han supuesto por 3 justificaciones:

- I - Justificación Productiva (de la actividad)
- II - Justificación Financiera (de la inversión)
- III - Selección del equipo.

I.- La Justificación Productiva, es la que busca cuál es la mejor manera de efectuar una actividad económicamente productiva mediante la comparación del equipo propuesto contra equipos existentes o no existentes

II.- La Justificación Financiera, es la que determinará la capacidad de inversión de la empresa.

III.- La Selección del equipo. Consiste en analizar las diferentes alternativas de equipos, los rangos aplicables (en capacidades) y las marcas y ofertas disponibles en el mercado, para escoger la más productiva.

## Procedimiento General para compra de Equipo.

### 1 - Justificación Productiva.

1 - Determinar los volúmenes de obra a ejecutar por el equipo según un programa de utilización, cuando es maquinaria mayor se requerirán datos de volumen de obra. Esto permitirá verificar y analizar las características de la inversión que se pretenda realizar.

Una vez decidido el tipo específico de máquina a comprar, nos situamos ante la posibilidad de comprar la máquina nueva o usada. Las máquinas nuevas tienen menos problemas mecánicos y reciben generalmente mayor servicio por parte del vendedor, así como la disposición de las piezas de desgaste en forma inmediata.

Es mayor la inversión, la compra y el porcentaje que se pierde por depreciación al venderse, es mayor que en el caso de la maquinaria usada.

En el caso de comprar maquinaria usada, se deberá de tener un buen conocimiento de las condiciones mecánicas, deberá de practicarse un análisis de cuáles son las máquinas en disponibilidad, así como sus precios de venta, los servicios y disponibilidad de las piezas desgastables. En ocasiones son deficientes los servicios a estas máquinas, o no existe la disponibilidad inmediata de refacciones y los costos de reparación son mayores y de mayor frecuencia.

La compra de la maquinaria representa una inversión de importancia por parte de la empresa, sin embargo, le permite desarrollar con mayor eficacia los trabajos a efectuar y por tanto, producir una utilidad por la inversión realizada.

Si la empresa pretende obtener una utilidad, con el uso de la maquinaria, es necesario primero, que se amortice su costo total además de los gastos efectuados por mantenimiento, intereses, seguros, impuestos, etc.

### **III.3.- COSTOS DE DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN, INVERSIÓN Y COMBUSTIBLES.**

La depreciación será la pérdida del valor del equipo como resultado del uso y desgaste, ésta disminución al quedar asentada contablemente, podrá deducirse del ingreso gravable como un costo.

Para los costos de depreciación se deberá incluir el precio de adquisición, transporte, descarga e impuestos, y podrá calcularse bajo diferentes criterios en forma anticipada, cada uno de éstos nos permitirá hacer una estimación de la depreciación de la maquinaria anualmente y con ello hacer los ajustes contables que fiscalmente son aceptados.

Las tarifas de depreciación se encuentran basadas en el número de años en que se supone el equipo puede estar en servicio, mismos que dependerán, de las características del equipo, cuidado y tipo de trabajo que desarrolle.

Los valores de rescate son los valores que tiene la maquinaria después de su depreciación total, este valor varía dependiendo del tipo de equipo, de las condiciones actuales del mismo y de la situación de ese tipo de equipo en el mercado, usualmente se estima el valor del rescate entre un 5% y un 20% del valor de adquisición<sup>1</sup>

Existen diferentes métodos de depreciación para la maquinaria de construcción, los más frecuentes son los descritos a continuación.

1.- Método de la línea recta.- Este método es aceptado en México por las autoridades fiscales y es el más sencillo, ya que nos proporciona una base uniforme para el cálculo de los costos y nos evita complicaciones en las cuentas de reserva por depreciación

El costo de depreciación por unidad de tiempo, se encuentra dado en la siguiente forma.

**COSTO DE DEPRECIACION - COSTO DE COMPRA - VALOR DE RESCATE / VIDA UTIL ESTIMADA**

2 - Método de la suma de los año dígitos - Este método se encuentra basado en el valor del costo menos el valor estimado de rescate; el número de años de vida útil se toma como la primera cifra en una serie descendente, lo cual para un período de cinco años sería: 5 + 4 + 3 + 2 + 1, la serie se suma dando para éste período un resultado igual a 15. Se obtiene una fracción mediante la división del número de años, desde el principio del año, entre el total obtenido de la suma de todos los números de la serie y esto se multiplica, por el costo para obtener la depreciación en el año:

<sup>1</sup> Movimiento de Tierras - Herber L. Nicholls.

Un ejemplo de lo anterior se realizará en una tabla semejante a la siguiente:

AÑO	RANGO DE LA DEPRECIACIÓN TOTAL	DEPRECIACIÓN POR EL AÑO	VALOR NETO
1	5/15		
2	4/15		
3	3/15		
4	2/15		
5	1/15		
= 15			

3.- Otro método para calcular la depreciación se encuentra basado en el uso-horario, de maquinaria sin que se considere el tiempo de calendario; con lo cual se obtiene una depreciación horaria, tal y como se describe a continuación

$$\text{DEPRECIACIÓN HORARIA} = \frac{\text{costo del equipo}}{\text{N}^{\circ} \text{ de horas de trabajo}}$$

En esencia éste criterio es semejante al primero en cuanto que los dos dividen el número de unidades de tiempo usada por el equipo.

Las reservas para depreciación son fondos que se crean con el fin de poder reemplazar los equipos a medida que las máquinas se van desgastando o volviendo obsoletas. A medida que la depreciación se carga contra una máquina y se deduce del ingreso, deberá de hacerse efectiva en la reserva y ésta deberá de ser aportada por la propia máquina a medida que ésta desarrolle los trabajos, de otra manera, el capital invertido en ellas se consumirán.

El financiamiento es una de las formas para la compra de la maquinaria y ésta se realiza por medio de una institución bancaria o directamente con los distribuidores del equipo y en base a documentos a pagar a plazo fijo. Un préstamo otorgado en ésta forma, da como garantía al propio equipo y la solvencia económica de la empresa.

Por lo tanto los gastos de financiamiento deberán considerarse como costo a tomar en cuenta.

Como se mencionó anteriormente, los costos de operación se encuentran determinados por los trabajos realizados por las propias máquinas en el transcurso de las obras. A continuación se presenta un desglose de los costos de operación más comunes en la maquinaria pesada para movimiento de tierras.

Los costos de lubricación se forman con el costo de los lubricantes a las máquinas.

En los mercados nacionales, existe una gran variación en los precios de lubricantes, pero lo que sí es indiscutible, que el empleo del lubricante más adecuado y mejor calidad, a la larga, proporciona menores desgastes, y, por lo tanto reparaciones menores y más espaciadas, a pesar de su precio más elevado. Lo que lógicamente reducen en un mayor rendimiento de la máquina.

Por su parte, los aceites deberán de cambiarse bajo estricto control y bajo todas las recomendaciones del fabricante, aunque éstas pueden variar a criterio de la empresa, si las condiciones de trabajo son adversas como lo son las zonas polvorientas o temperaturas extremas, disminuir el intervalo de cambio en los equipos de filtración de aire de las máquinas es muy conveniente.

Los consumos de aceite, varían directamente de acuerdo a las condiciones de la maquinaria, ya que si para una nueva los consumos son prácticamente nulos, para una maquinaria desgastada, el mal estado o fugas aumenta los consumos de aceite hasta en un 25%.

Las cajas de transmisión también deberán ser nulas, si se tiene cuidado en evitar fugas en mangueras y juntas.

Los servicios de engrasado se procurarán realizar en la misma ocasión que los cambios de aceite para evitar que la máquina pase mayor tiempo en los talleres.

En realidad no existe una línea que nos permita separar el mantenimiento de las reparaciones que hay que efectuar en la maquinaria.

Una clasificación adecuada para dividir estos puntos, es la que realiza el Departamento de Guerra y que se refiere a los escalones de servicio a los que deberán someterse los equipos y que a continuación se presenta:

Servicio de 1<sup>er</sup> nivel.- Son los gastos que se derivan por la limpieza, inspección del equipo, refacciones, cambios rutinarios y recubrimientos de metal en los aditamentos de ataque desgastados.

**Servicio de 2º nivel** - Se refieren a los servicios de suplir las partes inservibles o desgastadas a causa del trabajo a que se somete el equipo

**Servicio de 3º nivel** - Estos serán los gastos ocasionales como: cambios de anillos, pistones, servicios de compostura a cajas de velocidades, equipos hidráulicos y mecánicos, que son ameritados por fallas en el equipo durante su trabajo

**Servicio de 4º nivel** - Reconstrucción. Se refiere a efectuar modificaciones de diseño o construir piezas que no es posible substituir.

Los dos primeros niveles de servicio no amerita que la máquina sea conducida a los talleres centrales donde se cuenta con los equipos necesarios para las reparaciones

Esto podrá variar con el tipo de obra donde se encuentre el equipo, ya que en ocasiones existen talleres perfectamente acondicionados, con los elementos humanos y mecánicos para realizar cualquier tipo de servicio.

Es muy conveniente que las empresas tengan una idea clara de los costos de reparación y de los ciclos de servicio a que habrá que someter la maquinaria, para considerar debidamente su disponibilidad y rendimiento

Los fabricantes por lo general presentan índices de costos para estos servicios en cada uno de sus equipos en función del precio de adquisición y para diferentes condiciones de trabajo, a las cuales se pueden enfrentar las máquinas. Los conocimientos empíricos en muchas ocasiones pueden ser más exactas y proporcionar un dato más acertado al momento de incorporar éste en la elaboración de los costos horarios.

## CAPITULO IV

### TRACTORES

#### IV.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.

En las obras de Ingeniería Civil que se presentan actividades de excavación, debemos considerar al tractor como una máquina que siempre deberá estar presente en éste tipo de trabajos por la versatilidad que brinda. Es por ello que un amplio conocimiento de éste equipo, permitirá obtener su máximo aprovechamiento al mínimo costo.

Existen dos tipos de tractores:

- I.- Los de ruedas y,
- II.- Los de orugas o de carriles.

Su selección dependerá del tipo de obra a ejecutar, la dureza de los materiales a excavar; la dificultad de ataque, la superficie de rodamiento, las pendientes y las cantidades de obras a efectuar.

Los movimientos de tierra, como es sabido, se realizan a través de tres actividades fundamentales:

Excavación, acarreo y colocación.

Es por ello que los tractores montados sobre orugas y equipados con hojas Dozer y arado (más común llamados Bulldozer), permiten realizar ésta triple actividad en forma efectiva dentro de determinadas condiciones.

Los tractores, como su nombre lo indica, son máquinas de tracción, que han sido diseñadas para jalor y empujar. Constán principalmente de un

motor diesel de gran tamaño, que se encuentra apoyado sobre un chasis y de un sistema de transmisión de diseño planetario que le permite enviar la potencia generada por el motor, mediante mandos finales al sistema de tránsito.

Los motores son de combustión interna, de cuatro tiempos y seis cilindros. La potencia neta en el volante se controla por medio de una palanca que acciona el operador, misma que se mide con todos los mecanismos de operación y bajo determinadas características de temperatura, presión y fricción.

El sistema de tránsito está constituido de cadenas formadas por: pernos y eslabones a las cuales se atornillan las zapatas de apoyo.

Estas cadenas corren sobre unos rodillos que se conocen con el nombre de "roles". En el extremo posterior de la cadena se encuentra la "catarina", que es un engrane propulsor que transmite la fuerza tractiva.

En el mercado actual hay varios proveedores que distribuyen tractores de carriles como son

Caterpillar  
Komatsu  
Allis Chalmers  
Terex  
International, y otros

Los tractores se encuentran en diversos tipos y tamaños; su elección deberá de: su existencia en el mercado, las facilidades de pago que concedan, su precio; su valor de rescate, su mantenimiento, sus refacciones y sus servicios que ofrecen el vendedor.

En el apéndice IV-I se presentan las especificaciones de los tractores sobre carriles Caterpillar.

Los tractores tienen diversas aplicaciones y aditamentos específicos para cada uso, los más frecuentes son

#### I.- Aditamento frontal llamado dozer.

Los Bulldozer, son tractores provistos de una hoja frontal de ataque, situada en la parte delantera del tractor y montada sobre los brazos de empuje. Estas hojas pueden subirse y bajarse por medio de un control hidráulico, el cual provoca el encaje de la cuchilla sobre el terreno, levantando la hoja el material



empieza a ser tendido. La hoja topadora es una estructura de metal macizo y se encuentra acoplada al tractor mediante un cable o sistema hidráulico. La estructura consta de una base y un respaldo de forma rectangular, el filo delantero de la base es una hoja plana o cuchillo de acero de alta dureza que protege hacia delante y abajo el resto de la hoja.

La cuchilla consta, generalmente de tres piezas: una central y ancha, y dos esquinas en forma de punta llamadas gavilanes.

El dispositivo para el cambio de las cuchillas es sencillo, ya que debido al desgaste de éstas es mucho mayor que el del resto de la hoja.

La inclinación frontal de la hoja, nos da el grado de encajamiento de las cuchillas sobre el terreno. Inclinando la hoja hacia delante aumentará el corte, e inclinandola hacia atrás disminuirá el espesor del mismo.

Los tractores Bulldozer, utilizan varios tipos de hojas topadoras. Las más conocidas son:

1.- Recta - Que se utiliza para cortar acarreado el material hacia la parte delantera.

2.- Angulable - Esta hoja puede utilizarse inclinandola hacia la izquierda y derecha para empujar hacia el frente y al lado el material excavado, cuando el tractor se desplace hacia delante.

3.- En U - Esta hoja tiene una mayor capacidad que las demás. Su capacidad se debe a que sus lados están formados por una caja, que evita que el material se salga.

4.- Amortiguada - Se utiliza en los casos en los que hay que empujar y, por lo tanto resistir a los impactos.

En el apéndice IV.2, se presentan las características de las hojas para los tractores de carriles.

Las hojas se clasifican por su capacidad en:

A.- Entusadas - Cuando el material forma paredes a lo ancho y a lo alto de la hoja.

B - Colmados - Cuando el material cortado se pasa por arriba de la altura de la hoja.

La capacidad de la hoja del Bulldozer es difícil de calcular con precisión, ya que ésta constituye únicamente una de las seis paredes por la cual puede salir el material.

El material cortado se va deslizando por el terreno, y, el coeficiente de rozamiento será un factor importante a tomar en cuenta, por las pérdidas del material durante el acarreo. La carga efectiva es mayor al centro que a las orillas y puede calcularse aproximadamente, por el volumen resultante del talud hacia adelante, de uno a uno.

La excavación por medio del Bulldozer, se opera hacia adelante, alzando y bajando la hoja para cortar, transportar y tender el material. Al moverse el Bulldozer hacia adelante y encajar la hoja sobre el terreno, la tierra cortada se empieza a apilar frente a ella y a escurrirse hacia los lados. La resistencia que presenta para el movimiento de la máquina, está formada por la potencia que absorbe el material al ser cortado y separado.

Al bajar la hoja topadora, el volumen de cortes es mayor y, por tanto, la resistencia aumentará en igual medida. Así pues los cortes más gruesos requieren mayor potencia que para los de menor espesor. En el desarrollo de los trabajos de excavación pesada se puede obtener un mejor corte manteniendo el Bulldozer empujando la mayor cantidad de terreno sin que éste pierda velocidad.

Para el tendido de los materiales, es necesario que se mantenga levantada la hoja de la superficie del terreno para que con ello, la tierra se pueda deslizar por debajo de ella y poder dejar el espesor de material deseado en el terraplén para su posterior compactación.

Los Bulldozers tienen diferentes aplicaciones. Su principal función es la excavación aunque presente ciertas limitaciones, especialmente en las distancias de acarreo y en los niveles de los pisos de excavación. Otros trabajos que puede realizar y que a continuación se mencionan son: desmontes, despalmes, alfoje de material para cargadores frontales, afine de taludes, empuje de motoescarpas, etc.

II - Arado o desgarrador, adaptado a la parte posterior del tractor. Este aditamento es muy útil, principalmente como ayuda en las

excavaciones de rocas o tepetates muy duros y que normalmente requieren el uso de explosivos para ser aflojados.

El arado es acoplado a la parte posterior del tractor por medio de una viga horizontal, la cual tiene en su extremo un vástago vertical que termina en su parte inferior en una punta llamada casquillo. Al penetrar el vástago con el casquillo sobre el terreno y ser jalado por la fuerza tractiva que desarrolla el tractor, rompe la estructura del material que está excavando, logrando con esto que se afloje lo suficiente para ser cargado por su motoescrepa o cargador frontal.

Los desgarradores se fabrican de dos tipos:

A - De hisagra, y

B - De paralelogramo, provisto de uno o tres vástagos

El de hisagra, presenta como principal inconveniente que al penetrar el vástago sobre el terreno, modifica el ángulo de inclinación

El de paralelogramo, en cambio, siempre conserva el mismo ángulo al penetrar, por lo que tiene una mayor efectividad en el rompimiento del terreno.

Actualmente los arados se han diseñado con controles hidráulicos, que permiten al operador ajustar la profundidad de penetración del vástago sobre el terreno. La parte más desgastada al desgarrar son los casquillos.

En el apéndice IV.3, se presentan las especificaciones de los desgarradores Caterpillar que se acoplan a los tractores de carriles

A continuación se presenta el estudio para obtener la producción de un tractor Bulldozer Caterpillar D-8R, provisto de hoja topadora Universal (U). Se escogió éste modelo, por ser de los más utilizados en la rama de la construcción para movimientos de tierra y tener características comerciales más satisfactorias.

## **IV.2 DETERMINACIÓN DEL CICLO DE UN TRACTOR BULLDOZER PARA MOVIMIENTOS DE TIERRAS.**

La mayor parte de las excavaciones hechas con tractores Bulldozer, son generalmente de vivén. La máquina es colocada en dirección de la

excavación hasta que llegue a un banco de material donde bajará la cuchilla para hacer el corte del terreno. Una vez cortado el volumen deseado, se levantará la hoja hasta el nivel del terreno y se empezará el acarreo del material, se tenderá éste, o, únicamente lo dejará amontonado y emprenderá el retorno en reversa si la distancia es grande, o, girará hasta volver a su posición original.

Las distancias de acarreo generalmente se toman de los centros de gravedad del material en banco al colocado. A continuación, (en la hoja anexa), se presenta un diagrama en el que aparece el ciclo del tractor, y las características de los tiempos en que ejecuta dicho ciclo.

### IV.3.- ANÁLISIS DEL COSTO HORARIO

Máquina - Tractor Bulldozer sobre carriles Caterpillar D8-R

Fecha: Marzo 1997

#### I.- DATOS GENERALES

Precio de adquisición - (V.a) \$ 2'976,269.40

Valor de rescate - (V.r) (20% del valor de adquisición)  
 V.r. = (V.a.) 20 = \$595,253.88

Tasa de interés (i) = 18%

Vida económica (V.e.) 5 años

Horas de trabajo por año (H.a.) 2000 Hr/ año

Motor Diesel de 410 H.P.

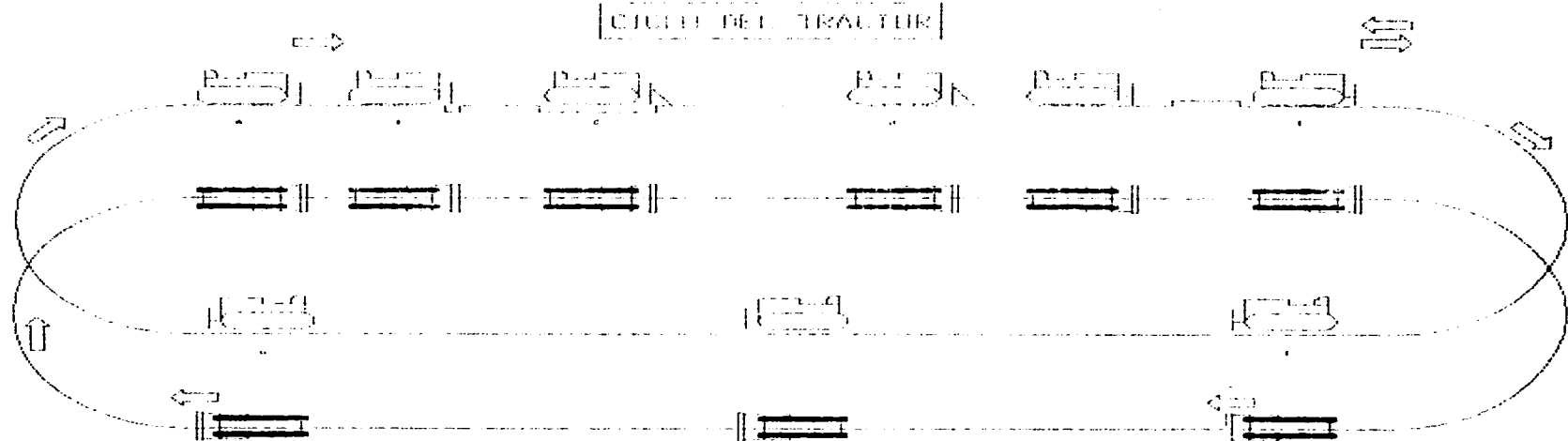
Factor de operación 75%

Factor de mantenimiento 4%

Potencia de operación = 0.75(410 H.P.) = 307.50 H.P. Op.



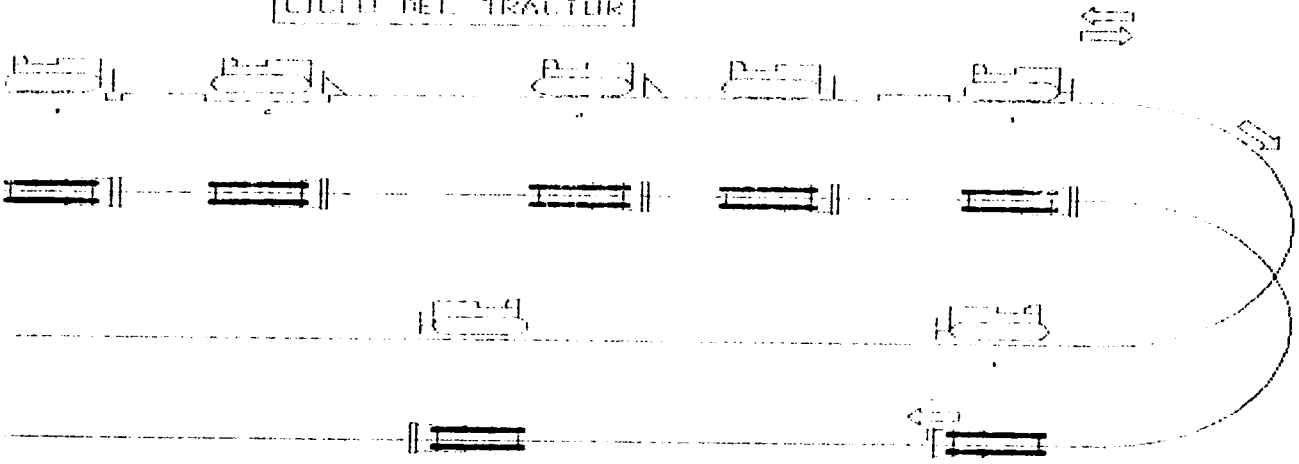
# CICLO DEL TRACTOR



## ELEMENTOS BÁSICOS DE CICLO

ESTADO DEL TRACTOR	TIPO DE TRACTOR	ESTADO DE LA CARRERA	ESTADO DEL TRACTOR	ESTADO DEL TRACTOR	ESTADO DEL TRACTOR	ESTADO DEL TRACTOR	ESTADO DEL TRACTOR	ESTADO DEL TRACTOR	ESTADO DEL TRACTOR	ESTADO DEL TRACTOR
VELOCIDAD A DISTANCIA	A	A - M	P - E	P - E	P - E	P - E	P - E	P - E	P - E	P - E
ESTADO DE DIRECCION	VARIABLE	FLUJO	FLUJO	VARIABLE	FLUJO	FLUJO	VARIABLE	VARIABLE	FLUJO	VARIABLE

# CICLO DEL TRACTOR



## TIEMPOS TOTALES DE CICLO

CICLO	TIEMPO DE TRACCION	TIEMPO DE MANTENIM.	TIEMPO DE REPOSICION	TIEMPO DE MANTENIM.	TIEMPO DE MANTENIM.	TIEMPO DE MANTENIM.	TIEMPO DE MANTENIM.	TIEMPO DE MANTENIM.	TIEMPO DE MANTENIM.
A	A - B	B - C	C - D	D - E	E - F	F - G	G - H	H - I	I - J
VARIABLE	FLUJO	FLUJO	VARIABLE	FLUJO	FLUJO	VARIABLE	VARIABLE	FLUJO	VARIABLE

## 2.- CARGOS FIJOS.

### a.- Depreciación:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e \times 12n} = \frac{2'976,269.4 - 595,253.88}{5 \times 2000} = \$238.10$$

### b.- Inversión

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 \cdot 12n} = \frac{2'976,269.4 + 595,253.88}{4,000} = \$595.25$$

### c.- Seguros

$$S = \frac{V_a + V_r}{2 \cdot 12n} = \frac{2'976,269.4 + 595,253.88}{4,000} = \$892.88$$

### d.- Mantenimiento

$$M = QD = 0.4(238.10) = \$95.24$$

**Suma cargos fijos por hora = \$ 1821.47**

## 3.- CARGOS POR CONSUMOS.

### a.- Combustible.

$$E = ePc$$

$$\text{Diesel} \quad E = 0.1514 \times 307.5 \text{ HP Op} \times \$ 2.62 / \text{lt.} = \$121.98$$

### b.- Lubricantes Motor

$$L = uPc$$



I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
DISTANCIA	PRODUCCION HORARIO	FACTOR DE CORRECCION TIERRA	FACTOR DE CORRECCION ROCA	PRODUCCION CORREGIDA TIERRA	PRODUCCION CORREGIDA ROCA	COEFICIENTE VOLUMETRICO TIERRA	COEFICIENTE VOLUMETRICO ROCA	PRODUCCION CORREGIDA TIERRA
M	M3 / HR			M3 S / HR	M3 S / HR			M3 S / HR
15	1,200	0,848	0,378	777,60	463,60	0,80	0,80	622,08
30	778	0,848	0,378	502,20	282,60	0,80	0,80	401,76
45	500	0,848	0,378	324,00	189,00	0,80	0,80	267,20
60	380	0,848	0,378	252,70	147,40	0,80	0,80	202,16
75	326	0,848	0,378	210,60	122,80	0,80	0,80	169,44
90	276	0,848	0,378	176,20	104,00	0,80	0,80	142,88
105	250	0,848	0,378	162,00	94,50	0,80	0,80	128,60
120	200	0,848	0,378	129,60	78,60	0,80	0,80	103,68
135	180	0,848	0,378	116,40	69,00	0,80	0,80	93,12
150	160	0,848	0,378	105,60	60,40	0,80	0,80	82,88
165	155	0,848	0,378	100,40	58,50	0,80	0,80	80,32
180	150	0,848	0,378	97,20	58,70	0,80	0,80	77,76
195	148	0,848	0,378	94,00	54,80	0,80	0,80	75,20

CALCULO DEL COSTO PARA MATERIAL DE ACARREO

EQUIPO BULLDO

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
DISTANCIA	PRODUCCION HORARIO	FACTOR DE CORRECCION TIERRA	FACTOR DE CORRECCION ROCA	PRODUCCION CORREGIDA TIERRA	PRODUCCION CORREGIDA ROCA	COEFICIENTE VOLUMETRICO TIERRA	COEFICIENTE VOLUMETRICO ROCA	PRODUCCION CORREGIDA TIERRA	PRODUCCION CORREGIDA ROCA	COETO HORARIO EQUIPO	COSTO POR MOVIMIENTO TIERRA	COSTO POR MOVIMIENTO TIERRA	COSTO POR MOVIMIENTO ROCA
M	MS / HR			MS S / HR	MS S / HR			MS S / HR	MS S / HR	\$	\$/MS S	\$/MS S	\$/MS S
10	1.200	0,848	0,378	777,60	453,60	0,80	0,80	622,08	272,16	20,831	3,23	2,88	7,36
20	776	0,848	0,378	502,20	292,80	0,80	0,80	401,76	175,74	20,831	5,00	4,00	11,49
30	590	0,848	0,378	384,00	188,00	0,80	0,80	307,20	113,40	20,831	6,84	5,23	17,72
40	450	0,848	0,378	292,70	147,40	0,80	0,80	232,16	88,44	20,831	9,84	7,66	22,72
50	328	0,848	0,378	210,80	122,80	0,80	0,80	168,48	73,88	20,831	11,83	9,54	27,27
60	278	0,848	0,378	178,20	104,00	0,80	0,80	142,56	62,40	20,831	14,09	11,26	32,20
70	230	0,848	0,378	162,00	94,50	0,80	0,80	128,60	56,70	20,831	15,50	12,40	36,44
80	190	0,848	0,378	128,80	78,80	0,80	0,80	103,68	45,88	20,831	18,38	15,80	43,72
90	160	0,848	0,378	118,40	68,00	0,80	0,80	93,12	40,80	20,831	21,58	17,28	48,28
100	140	0,848	0,378	103,60	60,40	0,80	0,80	82,88	36,24	20,831	24,24	19,38	55,44
110	120	0,848	0,378	100,40	58,20	0,80	0,80	80,32	35,10	20,831	25,02	20,01	57,28
120	110	0,848	0,378	87,20	56,70	0,80	0,80	77,76	34,02	20,831	25,84	20,67	60,08
130	100	0,848	0,378	84,00	54,80	0,80	0,80	75,20	32,88	20,831	26,72	21,38	61,11

CALCULO DEL COSTO PARA MATERIAL DE ACARREO

EQUIPO BULLDOZER CATERPILLAR D8-R

TABLA I

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
TOR DE ECCION	PRODUCCION CORREGIDA	PRODUCCION CORREGIDA	COEFICIENTE VOLUMÉTRICO	COEFICIENTE VOLUMÉTRICO	PRODUCCION CORREGIDA	PRODUCCION CORREGIDA	COETO HORARIO	COSTO POR MOVIMIENTO	COSTO POR MOVIMIENTO	COSTO POR MOVIMIENTO	COSTO POR MOVIMIENTO
ROCA	TIERRA	ROCA	TIERRA	ROCA	TIERRA	ROCA	EQUIPO	TIERRA	TIERRA	ROCA	ROCA
	M3 S / HR	M3 S / HR			M3 S / HR	M3 S / HR	\$	\$/ M3 S	\$/ M3 S	\$/ M3 S	\$/ M3 S
0,378	777,80	483,80	0,80	0,80	822,08	272,18	20,83,31	3,23	2,58	7,38	4,43
0,378	802,30	282,80	0,80	0,80	401,78	175,74	20,83,31	5,00	4,00	11,43	8,88
0,378	384,00	188,00	0,80	0,80	307,30	113,40	20,83,31	8,54	5,23	17,72	10,83
0,378	282,70	147,40	0,80	0,80	202,18	88,44	20,83,31	9,84	7,85	22,72	13,83
0,378	210,80	122,80	0,80	0,80	188,48	73,88	20,83,31	11,83	8,54	27,27	18,38
0,378	178,20	104,00	0,80	0,80	142,88	62,40	20,83,31	14,08	11,28	32,20	19,32
0,378	182,00	84,80	0,80	0,80	128,80	58,70	20,83,31	15,80	12,40	38,48	21,28
0,378	128,80	78,80	0,80	0,80	103,88	45,88	20,83,31	18,38	15,50	43,72	28,23
0,378	118,40	88,00	0,80	0,80	83,12	40,80	20,83,31	21,58	17,38	48,25	28,85
0,378	103,80	80,40	0,80	0,80	82,88	38,24	20,83,31	24,24	18,38	55,44	33,27
0,378	100,40	88,80	0,80	0,80	80,32	35,10	20,83,31	25,02	20,01	57,25	34,38
0,378	87,20	88,70	0,80	0,80	77,78	34,02	20,83,31	25,84	20,87	68,08	38,44
0,378	84,00	54,80	0,80	0,80	75,20	32,88	20,83,31	28,72	21,38	81,11	0,00

ACARREO

EQUIPO BULLDOZER CATERPILLAR D8-R

TABLA I

Capacidad del cárter C = 43 litros  
 Cambios de aceite t = 100 horas

$C/t = 0.43$   
 (diesel)  $a = C/t \times 0.0035 \times 307.5 \text{ Hp Op} = 1.51 \text{ lt/hr.}$

$L = 1.51 \text{ lt} \times \$ 18.00 / \text{lt} = \$ 27.11$

**Suma consumos por hora = \$ 149.09**

#### 4.- CARGOS POR OPERACIÓN

- Operador mayor Costo empresa = \$ 200.00/turno.

Factor de incremento al salario base = 1.55<sup>1</sup>

$O = \frac{\$200 / \text{turno}}{8 \text{ hrs} / \text{turno}} \times 1.55 = \$ 38.75 / \text{hora}$

**COSTO DE HORA MAQUINA TOTAL = \$ 2,009.31**

Cálculo del costo de movimiento de tierras para un tractor Bulldozer, marca Caterpillar modelo D8 - R con hoja topadora, tipo universal.

Este cálculo se desarrolla en la tabla N° 1, de este capítulo y bajo el siguiente criterio.

Condiciones:

A - Tipos de material.

I - Tierra seca (tepetate)

II - Roca bien dinamitada

B - Características de los materiales:

El estudio se desarrolla analizando el movimiento de los materiales en dos estados:

<sup>1</sup> En el apéndice N° IV, se determina el factor de incremento al salario base.

- I.- Metros cúbicos en banco.
- II - Metros cúbicos sueltos.

I.- Distancia.- Se refiere a las diferentes distancias de acarreo.

II.- Cálculo de la producción horaria.- Esta se obtiene por medio de la gráfica que aparece en el apéndice IV.6

III - IV.- Factores de corrección o la producción - Se obtienen como producto de los coeficientes correspondientes a las características siguientes: escogidas de la tabla que aparece en el apéndice IV. 7

V - VI.- Producción corregida.- Esta se obtiene como resultado de multiplicar la producción horaria por el factor de corrección para las condiciones estudiadas.

VII - VIII.- Son los coeficientes volumétricos de los materiales estudiados.

IX -X.- Producción corregida.- Es el resultado de multiplicar los coeficientes volumétricos por la primera producción corregida.

XI.- Costo horario. Esta columna se refiere al cálculo del costo horario obtenido anteriormente en éste capítulo.

XII - XIII - XIV -XV.- Costo por movimiento. Es el resultado de dividir el costo horario entre la última producción corregida.

# COSTO-DISTANCIA

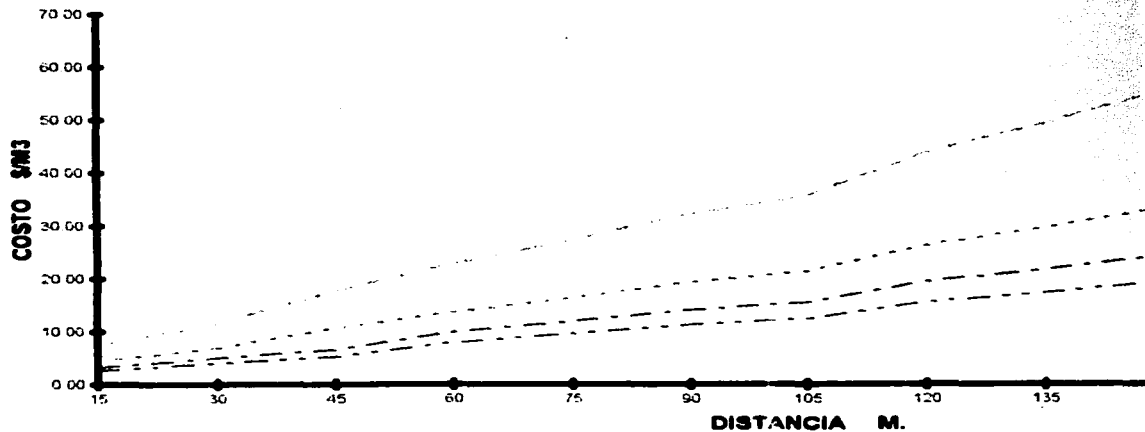


GRAFICO I

# COSTO-DISTANCIA

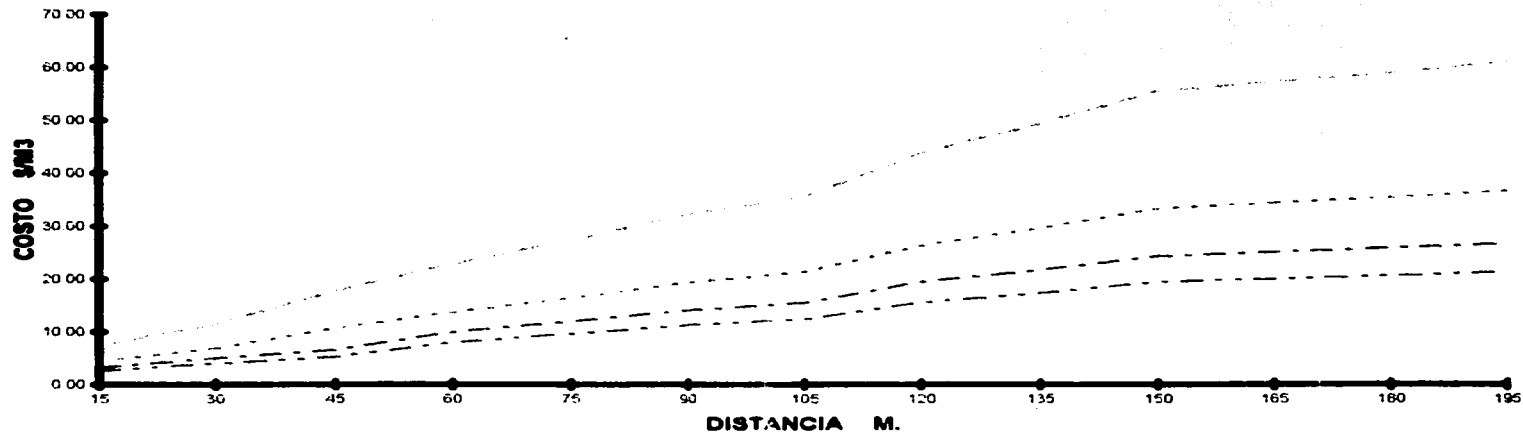


GRAFICO I

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: TRACTOR  
BULLDOZER  
CATERPILLAR D8-R

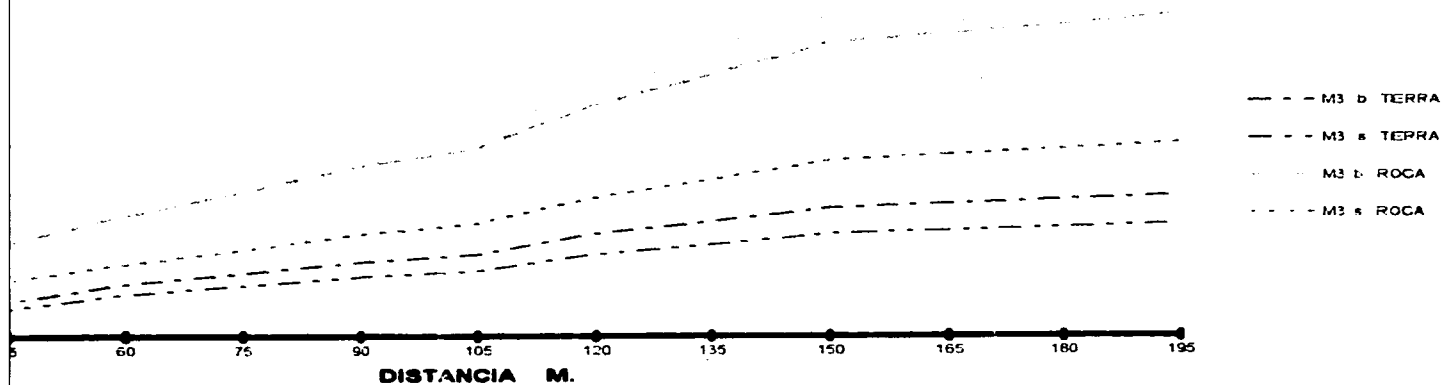


GRAFICO I



## **CAPITULO V**

### **ESCREPAS.**

#### **V.1.- ASPECTOS GENERALES**

Las escrepas o traillas, son máquinas que realizan los trabajos de corte, acarreo y tendido de material en forma más completa.

Estas máquinas constan de dos partes fundamentales:

a) - Una caja metálica, cerrada al frente por una compuerta que puede subir y bajar, por medio de un mecanismo hidráulico. El frente del piso se encuentra equipado con una cuchilla u hoja de acero de gran resistencia al desgaste y que se encuentra atornillada adelante y al fondo de la caja. Misma que encuentra un soporte por un eje con dos ruedas neumáticas, colocadas en la parte trasera.

b) - Un tractor que proporciona a la máquina la tracción necesaria para jalir la caja y que pueda ser un tractor montado sobre neumáticos.

Existen diferentes tipos de traillas que van desde las de mano, arrastre y de tambor giratorio en su forma primitiva. Hasta las motoescrepas, las cuales han evolucionado corrigiendo las desventajas que presentaban en:

a.- Los cables de conducción a un sistema complicado de operación.

b.- Equipos eléctricos en los que el polvo originaba fallas en los motores y generadores.

e - Sistema hidráulico, en el que se superaron los problemas de fugas de mangueras

Una clasificación más actualizada de las escarpas, es la que presenta el fabricante Caterpillar, y que a continuación se presenta:

1 - Motoescarpa tipo "estandar", las hay de varias capacidades, que van desde 8 a 31 m<sup>3</sup>, existen seis modelos que están provistas de un solo motor en el tractor. Para su carga es necesaria la presencia de un tractor Bulldozer que actúe como empujador

2 - Motoescarpas tipo Tandem, éstas tienen una capacidad de 11 a 31 m<sup>3</sup>, y el fabricante presenta cuatro modelos, su diferencia está en el tractor que tiene dos motores que le permiten circular sobre pendientes más fuertes.

La presencia de un empujador es necesaria para los trabajos de corte

3 - Motoescarpas de tiro y empuje - (Push-pull) - Éstas son más versátiles que las dos anteriores por presentar las siguientes ventajas

Se elimina el tractor empujador y como consecuencia el problema que presenta la incorporación del ciclo empujador al de la escarpa. Esto lógicamente no provoca el cargo del costo del empujador. Las hay de varias capacidades de 11 a 49 m<sup>3</sup>, y su presentación es de tres modelos.

4 - Motoescarpas autocargables con mecanismo elevador. Este tipo se ofrece en el mercado en tres modelos, y con capacidades de 11 a 31 m<sup>3</sup>, no requieren de tractor empujador, y son muy útiles para materiales suaves y sueltos.

En el corte del terreno con motoescarpa, el operador manipula la palanca de mando de la caja, acondicionándola para que baje y se abra la compuerta, presentando la cuchilla contra el terreno, y desarrollando el corte del mismo forzando al material a penetrar a la caja hasta llenarla completamente. Posteriormente se cierra ésta por medio de la compuerta delantera, y se eleva hasta colocarla en su posición original, para iniciar la etapa de acarreo y llegar al punto, donde será depositado el material. Para ello se vuelve a colocar la caja

hacia abajo y se abre la compuerta delantera, el material es expulsado hacia afuera, mediante una placa que avanza hacia el frente y que es accionada hidráulicamente.

Durante la carga del material, este empezará a entrar rápidamente, pero al incrementarse la carga la rapidez disminuye considerablemente, hasta el punto, que el peso de la carga que actúa sobre la compuerta iguala a la fuerza para introducir el material, lo que provoca que no pueda ser cargado más.

Por ello, las capacidades de las escrepas colmadas, son únicamente teóricas, una condición recomendable es el no cargar mas material que el de su capacidad medida en bueco.

## **V.2.- DETERMINACIÓN DE CICLO DE LA ESCREPA.**

En general el ciclo de la escrepa, se encuentra formado por los tiempos durante los cuales la máquina carga, acarrea, descarga y retorna nuevamente al lugar original de carga.

A.- Carga.- La cual se realiza en un tiempo fijo cuando sea o no ayudada por un tractor empujador.

B.- La descarga.- Esta comprende el tiempo fijo que requiera la máquina, para que una vez que se encuentra en el lugar de depósito colocando la capa en forma inclinada, tendiendo el material en capas del espesor deseado.

C.- Las maniobras.- Son aquellos tiempos fijos que requiere una máquina en los giros que ejecute.

D.- Las aceleraciones.- Son tiempos fijos que requieren las motoescrepas para ejecutar los cambios de las velocidades (en la actualidad hay algunos fabricantes que ya cuentan con cajas automáticas que permiten reducir estos tiempos).

E.- Los acarrees.- Es el tiempo variable que requieren las máquinas para transportar el material de la salida del sitio de carga al sitio en que se inicia el tendido del material.

E - el retorno - Es aquel tiempo variable, que se requiere para que una vez tirado el material, la máquina regrese al sitio de carga, vacía.

En seguida se presenta una agrupación de los tiempos en dos conceptos básicos:

tiempos fijos y tiempos variables

1 - Tiempos fijos:

A - Carga. Dependerá de

Tipo de material

Tractor empujador

Maniobras a efectuar

Aceleración

B - Descarga. Dependerá de:

Espesor de tendido

Tipo de material

Longitud de tendido

Aceleración

2 - Tiempos variables:

Estos se encuentran determinados dentro del ciclo de las longitudes de avance y retorno. Durante estas partes del ciclo las escarpas circulan bajo diferentes condiciones de tránsito, con características diversas y que afectan a los tiempos, por lo que habrá que tomar en cuenta lo siguiente:

A - Resistencia al rodamiento - Esta es una medida de la fuerza requerida para empujar, jalar o hacer rodar las ruedas sobre el suelo.

Depende de las condiciones del terreno y del peso de la máquina, tanto vacía como cargada (a mayor hundimiento de las ruedas, sobre el terreno, mayor es la resistencia)

Las recomendaciones del fabricante son las siguientes: 15 kg por cada tonelada de carga y por cada 2.5 cm. de penetración. En la práctica la medida siguiente es la que se utiliza

Caminos sin revestimiento	7.5 cm. de penetración
Caminos revestidos	5.0 cm. de penetración
Pavimentos	2.5 cm. de penetración

B - Otros factores a tomarse en cuenta aunque en menor grado de importancia es la deformación de la llanta, el ancho de la misma, el dibujo y la velocidad.

C - Resistencia por pendientes - Esta resistencia es la causada por la fuerza de gravedad que podrán ser en favor o en contra dependiendo del sentido del movimiento.

Habiendo discutido, las dos resistencias que se presentan al paso de las máquinas, podemos obtener la resistencia total, como la suma de las dos anteriores que nos marcan la fuerza más la tracción necesaria para mover la máquina.

Resistencia total (T.T.) = resistencia al rodamiento (R.R.) + resistencia a la pendiente (P.P.)

De ello que sea necesario plantear una comparación entre la fuerza antes mencionada y la fuerza tractiva disponible en la máquina. (La escarpas desarrollan una mayor fuerza de tracción a bajas velocidades, disminuye a altas velocidades)

Como se ha mencionado la potencia disponible no es la utilizable, ya que ésta se encuentra limitada por los factores:

1.- Coeficiente de tracción - Que es la relación que existe entre las fuerzas de tracción que desarrollan las ruedas motrices y la fuerza que pueda desarrollar el terreno

2 - Altitud - Esta es otra limitación a la potencia disponible de la máquina, ( a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar, la eficiencia de los motores disminuye).

Por lo general a lo largo de los recorridos se presentan variaciones de pendientes y diferentes terrenos con el lógico cambio de resistencias al rodamiento que en lo general no es necesario modificar sino exclusivamente hacer una división en diferentes tramos para calcular la velocidad del recorrido.

Con lo cual nos situamos en posibilidad de calcular los diferentes tiempos en tramos estudiados.

La suma de los tiempos de ida y vuelta mas los tiempos fijos nos dará el tiempo total del ciclo de operación de la escrepa. Con el cual podemos calcular la producción horaria de la máquina y el costo por metro cúbico ( $m^3$ ) de material movido.

Un diagrama como el que prosigue, (en la pagina anexa), permite fijar con mayor objetividad el ciclo de la escrepa.

Calculo del costo de movimiento de tierras para una motoescrepa, marca Caterpillar modelo 621-J autocargable y 637-F Standard.

#### Condiciones:

##### A.- Tipos de material.

- I.- Tierra seca (tepetate)
- II.- Arena seca.

##### B.- Características de los materiales. El estudio se desarrolla, analizando al movimiento de los materiales en dos estados.

- I.- Metros cúbicos en banco
- II.- Metros cúbicos sueltos.

##### C.- Condiciones de camino de tránsito.

- I.- Camino de tierra.
- II.- Camino recubierto.

##### D.- Ayuda con equipos auxiliares

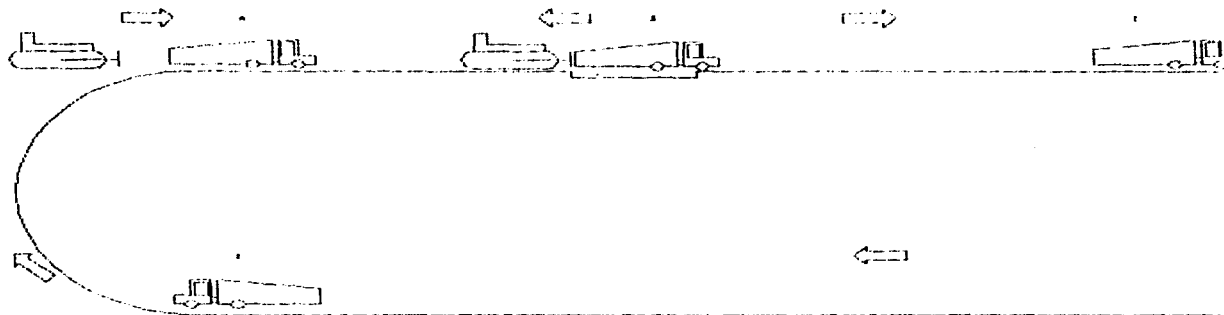
- I.- Ayuda con tractor empujador.
- II.- Afloje del terreno con ripper.

Estos cálculos se desarrollan en las tablas N° 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

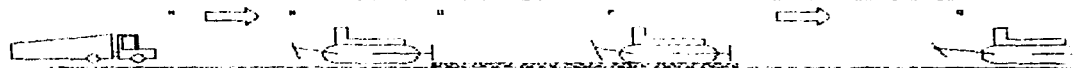
#### Calculo de la producción de una escrepa J-621.

I.- Una recomendación para el empleo óptimo de las escrepas, es el utilizar su capacidad medida en banco

## CICLO ESCREPA Y EMPUJADOR



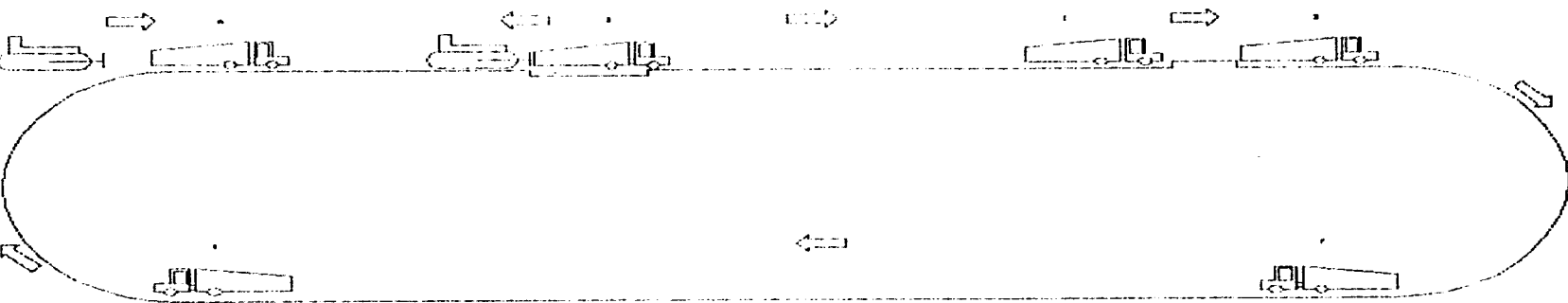
## CICLO ESCREPA Y ADOBE CON RIPPER



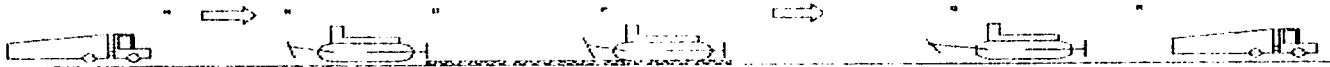
TIEMPO (D)	ACTIVA	EMPUJA	ALMORZO	TIEMPO	ADOBE	RENTAS
12.000 (A)	A	A - B	B - C	C - D	D - E	E - F
12.000 (B)	F - G	G - H	H - I	I - J	J - K	K - L

ACTIVA	EMPUJA
F - G	
H - I	

CICLO ESCREPA Y EMPUJADOR



CICLO ESCREPA Y ADELANTO CON RIPPER

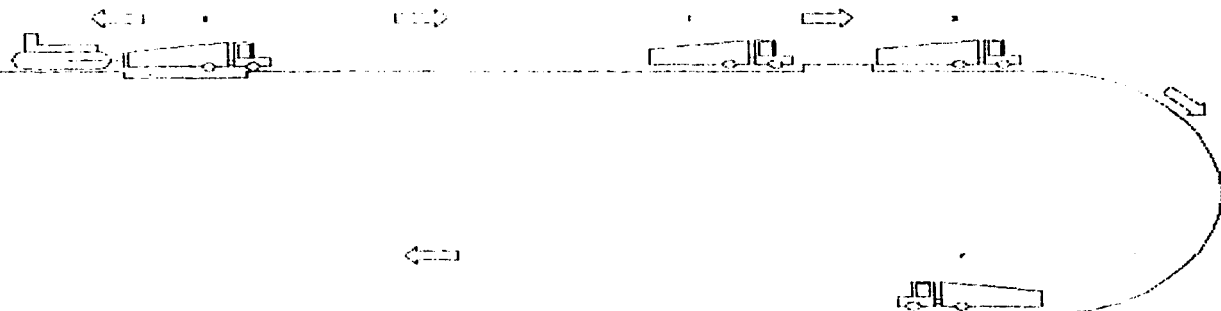


LIBRETTA	ACTIVA	EMPUJ.	ALZADO	ESCRABA	ALZAD.	ALZADO
SECCION CA. A RELACIONE P.	A	A - B	B - C	C - D	D - E	E - F
SECCION B. RELACIONE P.	FLA	F3A	VARIABLE	F4B	F5C	VARIABLE

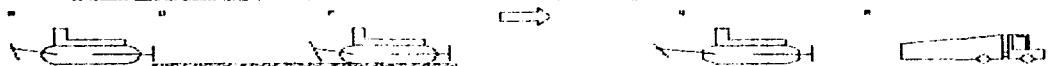
SECCION	SECC.	PROYECTO
F - G	G - A	SECC. B.
VARIABLE	FLA	VARIABLE



## CICLO ESCREPA Y EMPUJADOR



## CICLO ESCREPA Y ALOQUE CON RIPPER



SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION	SECCION
A	A - B	B - C	C - D	D - E	E - F
FLUJO	FLUJO	VARIABLE	FLUJO	FLUJO	VARIABLE

SECCION	SECCION	SECCION
F - G	G - A	NO HAY
VARIABLE	FLUJO	VARIABLE

2.- Con el objeto de presentar diferentes alternativas, se analiza la producción para dos materiales diferentes.

a.- Tierra seca (tepetate).

b.- Arena seca.

3.- Los volúmenes de la escarpa a cargar según la recomendación del punto N° 1 será.

MATERIAL	CAPACIDAD DE LA ESCREPA	FACTOR VOLUMÉTRICO	CAPACIDADES RECOMENDADAS
Tierra	21.8 m <sup>3</sup> s	.80	17.44m <sup>3</sup> s - 13.95m <sup>3</sup> b
Arena	21.8 m <sup>3</sup> s	.89	19.40m <sup>3</sup> s - 15.22m <sup>3</sup> b

4.- Peso volumétrico o densidad aproximada de los materiales.

a.- Tierra

1550 kg / m<sup>3</sup> b

b.- Arena

1425 kg / m<sup>3</sup> b

5.- Peso de la carga.

a.- Tierra seca.

13.95 m<sup>3</sup> x 1.55 ton / m<sup>3</sup> = 21.62 ton.

b.- Arena seca.

15.22 m<sup>3</sup> x 1.42 ton / m<sup>3</sup> = 22.11 ton.

6.- Peso de la escarpa vacía

P = 28.6 ton

7.- Cálculo del peso bruto.

a.- Tierra seca.

21.6 ton

Peso propio

28.6 ton

50.2 ton

b.- Arena seca.

22.11 ton

Peso propio

28.6 ton

50.71 ton

### 8.- Cálculo de la resistencia al rodado.

a - Camino con recubrimiento.	
Resistencia al rodado <sup>1</sup> 20 kg / t	2.0 % pendiente.
b - Camino de tierra.	
Resistencia al rodado 75 kg / t	7.5 % pendiente.

### 9.- Cálculo de la pendiente compensada.

Pendiente compensada = resistencia al rodamiento % + pendiente real

Por lo que para las dos condiciones tendremos que considerar pendiente real como nula.

a - Camino con recubrimiento	
$2.0 + 0.0 = 2.0$	pendiente compensada.
b - Camino de tierra.	
$7.5 + 0.0 = 7.5$	pendiente compensada.

### 10.- Cálculo de la velocidad de operación y fuerza tractiva.

Estas se obtienen por medio de la gráfica que aparece en el apéndice V 3, y en la forma siguiente.

a - Desciende verticalmente con el peso bruto obtenido hasta intersectar a la curva de la pendiente compensada con la que se quiera trabajar de acuerdo a los cálculos obtenidos anteriormente.

b - En el punto de intersección obtenido trázese una paralela al eje X hasta interceptar con el eje de las Y, donde aparecerá el valor de la tracción disponible.

c.- Desde el punto de lectura anterior, trázese una horizontal hasta intersectar alguna de las curvas de velocidad, de donde se descenderá perpendicularmente a intersectar con el eje de las X donde se leerá el valor de la máxima velocidad utilizable.

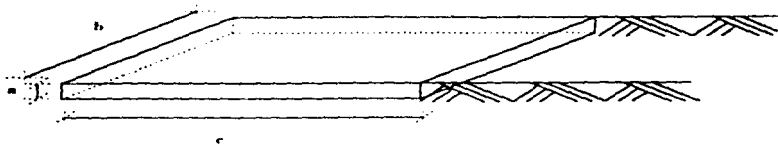
Los datos para los cálculos obtenidos anteriormente son los siguientes:

<sup>1</sup> Ver definición de resistencia al rodado.

	Para acarreos		Para giros
<b>A) Tierra seca</b>			
Peso bruto	50.22 ton	50.22 ton	28.6 ton
Pendiente compensada	2 %	7.5 %	2 %
Velocidad máxima	52.0 km / hr	18.0 km / hr	53.0 km / hr
Tracción	1000 kg	3500 kg	-----
Velocidad	8a.	5a.	8a.
<b>B) Arena seca</b>			
Peso bruto	50.71 ton	50.71 ton	28.6 ton
Pendiente compensada	2 %	7.5 %	7.5 %
Velocidad máxima	53.0 km / hr	8.0 km / hr	25.0 km / hr
Tracción	1100 kg	7000 kg	-----
Velocidad	8a.	3a.	6a.

### 11.- Cálculo de la longitud de corte.

Se supone un espesor de corte (a) de 0.3 m y un ancho exterior de corte (b) de 3.15 m (características de la caja).



Volumen a cortar en banco  $a \times b \times c$ .

a - Tierra  $13.95 \text{ m}^3$

b - Arena  $15.52 \text{ m}^3$

a - Tierra - C	$\frac{13.95}{3.15 \times 0.030}$	=	14.75 m.
b - Arena - C	$\frac{15.52}{3.15 \times 0.030}$	=	16.40 m.

#### 12.- Tiempos de viaje

Conociendo las distancias de acarreo, retorno y la pendiente compensada, se pueden encontrar los tiempos de viaje en donde se encuentran incluidos los tiempos de aceleración y desaceleración mediante la gráfica que aparece en el apéndice V.4 en la forma siguiente.

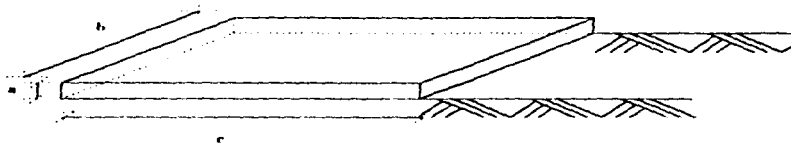
a.- Obténgase la longitud de acarreo, considerándola entre los centros de gravedad del corte y tendido.

b.- Sobre el eje vertical, baje la distancia deseada de acarreo o retorno y trácese una horizontal hasta intersectar la curva de pendiente compensada deseada.

c.- En el punto de intersección anterior, trácese una perpendicular hasta intersectar el eje horizontal donde se leerá el tiempo deseado.

### 13 - Cálculo de la longitud del tendido.

Se propone un espesor de tendido (a) de 0.45 m y un ancho máximo (cm) de 3.15 m



Volumen a tender:  $a \times b \times c$ .

a.- Tierra 17.44 m<sup>3</sup> s

b.- Arena 19.40 m<sup>3</sup> s

$$a.- \text{Tierra} - b = \frac{17.44}{3.15 \times 0.45} = 12.36 \text{ m}$$

$$b.- \text{Arena} - b = \frac{19.40}{3.15 \times 0.45} = 13.75 \text{ m}$$

### 14.- Cálculo de los tiempos fijos

Estos como una recomendación del fabricante nos da un valor de

Tiempo de carga 0.80 min

Tiempo de descarga 0.70 min

### 15.- Cálculo del tiempo de giro

Los giros serán de 180°, con el radio mínimo de giro de acuerdo a

las especificaciones de la escrepa.

a.- Radio mínimo de giro 5.70 m

b.- Distancia de giro

$$D = \frac{2 \pi R}{2} = 19.90 \text{ m}$$

- c.- Velocidad de giro  
25.0 km / h en 6a. velocidad.  
d.- Tiempo de giro.

$$T = d / v = \frac{17.90 \text{ m}}{416.6 \text{ m/min}} = 0.043 \text{ min.}$$

#### 16.- Ciclo del tractor empujador.

Como se había mencionado anteriormente los factores provistos de hoja amortiguadora son muy útiles como empujadores de las escrepas ya que la potencia que genera el tractor se transmite mediante el acople, en la escropa permitiéndole con ello tener mayor potencia que le permita cortar el terreno e introducir el material al interior de la caja.

El número de escrepas se proyecta en función del ciclo total del empujador mediante el cálculo de su ciclo, que evidentemente difiere del ciclo de la escropa.

Para una escropa J- 621 el fabricante recomienda el de un tractor D8- R con un tiempo fijo de empuje de 0.8 min.

El tiempo de empuje será igual al tiempo de carga de la escropa.

El tiempo de retroceso será aquel que tarde en recorrer la distancia de corte de la escropa más el tiempo en que recorra para acoplarse nuevamente a la siguiente escropa, y que se considera de 10.0 m.

Cálculo de las distancias

a.- Para tierra seca (10).-

$$14.75 + 10.0 = 24.75$$

b.- Para arena seca (10) -

$$16.40 + 10.0 = 26.40$$

Para esto el fabricante recomienda que el tractor trabaje en reversa, a una velocidad promedio de 56.66 m / min.

Cálculo del tiempo de retroceso.

$$Z = S / V$$

Para tierra seca

$$Z = \frac{24.75 \text{ m}}{56.6 \text{ m/min}} = 0.43 \text{ min.}$$

Para arena seca.

$$Z = \frac{26.40 \text{ m}}{56.6 \text{ m/min}} = 0.46 \text{ min.}$$

17.- Cálculo del tiempo total del ciclo del empujador.

Tiempo de empuje	0.8 min
Tiempo de regreso	0.44 min.
Tiempo de maniobras	<u>0.15 min</u>
	1.40 min

18.- Tiempo total del ciclo - Será por lo tanto la suma de:

- a.- Tiempo de acarreo
- b.- Tiempo de retorno
- c.- Tiempo de carga.
- d.- Tiempo de descarga
- e.- Tiempo de giro

19.- Cálculo del número de ciclos por hora

Este se obtiene como el resultado de dividir la hora entre el tiempo del total del ciclo.

20.- Producción horaria.

Este se obtiene como resultado de multiplicar el número de ciclos por hora por la capacidad de la escarpa, para los diferentes estados físicos del suelo ( $m^3/h$  y  $m^3/s$ )

21.- Producción corregida.

Es el resultado de multiplicar la producción horaria por el factor de eficiencia.

22.- Tiempo corregido del ciclo del tractor empujador.

Se obtiene como resultado de afectar el tiempo total del ciclo del empujador por su factor de eficiencia.



**23.- Tiempo corregido del ciclo de la escarpa**

Se obtiene como resultado de multiplicar el tiempo total del ciclo por el factor de su eficiencia

**24.- Numero de trullas a utilizar**

Se obtiene como resultado de dividir el tiempo corregido de la escarpa entre el tiempo corregido del empujador y aproximado a unidades enteras

**25.- Producción por flotilla.**

Esta se obtendrá del producto de multiplicar el número de escarpas a utilizar por su producción horaria

**26.- Costo del movimiento**

Este se obtiene de dividir el costo horario entre la producción por flotilla

**27 - Rendimiento de afloje del material**

Para un material tipo tierra seca y arena, el fabricante nos da un rendimiento de  $6300 \text{ m}^3 \cdot \text{hr}$

**28 - Calculo del costo por afloje del material.**

Señal el resultado de dividir el costo del tractor entre el rendimiento de afloje del terreno

**Calculo de la producción de una escarpa 637-E**

1 - Una recomendación para el empleo óptimo de las escarpas, es el utilizar su capacidad medida en banco

2.- Con el objeto de presentar diferentes alternativas, se analiza la producción para dos materiales diferentes

a - Tierra seca (tepalcate)

b - Arena seca

3.- Los volúmenes de la escropa a cargar según la recomendación del punto N° 1 será:

MATERIAL	CAPACIDAD DE LA ESCRIPA	FACTOR VOLUMÉTRICO	CAPACIDADES RECOMENDADAS
Tierra	24.5 m <sup>3</sup> -s	80	19.6m <sup>3</sup> -s - 15.68m <sup>3</sup> b
Arena	24.5m <sup>3</sup> -s	89	21.80m <sup>3</sup> -s - 19.4m <sup>3</sup> b

4 - Peso volumétrico o densidad aproximada de los materiales

a.- Tierra	1550 kg / m <sup>3</sup> b
b.- Arena	1425 kg / m <sup>3</sup> b

5.- Peso de la carga

a.- Tierra seca			
15.68 m <sup>3</sup>	x	1.55 ton / m <sup>3</sup>	= 24.3 ton
b.- Arena seca			
19.9 m <sup>3</sup>	x	1.42 ton / m <sup>3</sup>	= 27.6 ton.

6 - Peso de la escropa vacía.

P 51.8 ton

7 - Cálculo del peso bruto

a.- Tierra seca	24.3 ton
Peso propio	<u>51.8 ton</u>
	76.10 ton
b.- Arena seca	27.6 ton
Peso propio	<u>51.8 ton</u>
	79.4 ton

### 8.- Cálculo de la resistencia al rodado

a.- Camino con recubrimiento.  
Resistencia al rodado<sup>2</sup> = 20 kg / t      2.0 % pendiente.

b.- Camino de tierra  
Resistencia al rodado = 75 kg / t      7.5 % pendiente.

### 9.- Cálculo de la pendiente compensada

Pendiente compensada = resistencia al rodamiento % + pendiente real

Por lo que para las dos condiciones tendremos que considerar pendiente real como nula

a.- Camino con recubrimiento  
2.0 + 0.0 = 2.0      pendiente compensada

b.- Camino de tierra.  
7.5 + 0.0 = 7.5      pendiente compensada

### 10.- Cálculo de la velocidad de operación y fuerza tractiva.

Estos se obtienen por medio de la gráfica que aparece en el apéndice V 3, y en la forma siguiente

a.- Desciende verticalmente con el peso bruto obtenido hasta intersectar a la curva de la pendiente compensada con la que se quiera trabajar de acuerdo a los cálculos obtenidos anteriormente

b.- En el punto de intersección obtenido trázese una paralela al eje X hasta interceptar con el eje de las Y, donde aparecerá el valor de la tracción disponible.

c.- Desde el punto de lectura anterior, trázese una horizontal hasta intersectar alguna de las curvas de velocidad; de donde se descenderá perpendicularmente a intersectar con el eje de las X donde se leerá el valor de la máxima velocidad utilizable

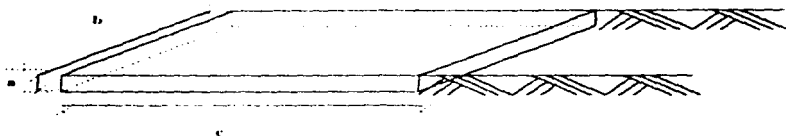
<sup>2</sup> Ver definición de resistencia al rodado.

Los datos para los cálculos obtenidos anteriormente son los siguientes:

	Para acarreo		Para giros
A) Tierra seca			
Peso bruto	76.10 ton	76.10 ton	51.8 ton
Pendiente compensada	2 %	7.5 %	2 %
Velocidad máxima	52.0 km / hr	20.0 km / hr	55.0 km / hr
Tracción	1490 kg	5000 kg	-----
Velocidad	8u	5 - 6u	8u
B) Arena seca			
Peso bruto	79.40 ton	79.40 ton	51.8 ton
Pendiente compensada	2 %	7.5 %	7.5 %
Velocidad máxima	55.0 km / hr	15.0 km / hr	20.0 km / hr
Tracción	1600 kg	7500 kg	-----
Velocidad	8u	4u	5u

## 11 - Cálculo de la longitud de corte

Se supone un espesor de corte (a) de 0.3 m y un ancho exterior de corte (b) de 3.15 m (características de la caja)



Volumen a cortar en banco  $a \times b \times c$ .

a - Tierra  $15.68 \text{ m}^3 \text{ b}$

b - Arena  $19.40 \text{ m}^3 \text{ b}$

$$a - \text{Tierra} - C = \frac{15.68}{0.30 \times 3.650} = 14.40 \text{ m.}$$

$$b - \text{Arena} - C = \frac{19.40}{0.30 \times 3.650} = 17.80 \text{ m.}$$

## 12.- Tiempos de viaje

Conociendo las distancias de acarreo, retorno y la pendiente compensada, se pueden encontrar los tiempos de viaje en donde se encuentran incluidos los tiempos de aceleración y desaceleración mediante la gráfica que aparece en el apéndice V.4 en la forma siguiente.

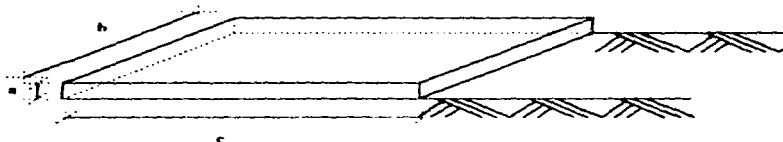
a. - Obténgase la longitud de acarreo, considerándola entre los centros de gravedad del corte y tendido

b.- Sobre el eje vertical, baje la distancia deseada de ascenso o retorno y trácese una horizontal hasta intersectar la curva de pendiente compensada deseada.

c.- En el punto de intersección anterior, trácese una perpendicular hasta intersectar el eje horizontal donde se leerá el tiempo deseado.

### 13 - Cálculo de la longitud del tendido

Se propone un espesor de tendido (a) de 0.45 m. y un ancho máximo (cm) de 3.15 m.



Volumen a tender:  $a \times b \times c$ .

a.- Tierra  $19.60 \text{ m}^3 \text{ s}$

b.- Arena  $21.80 \text{ m}^3 \text{ s}$

$$a.- \text{Tierra} - b = \frac{19.60}{0.51 \times 3.65} = 10.50 \text{ m.}$$

$$b.- \text{Arena} - b = \frac{21.80}{0.51 \times 3.65} = 11.70 \text{ m.}$$

#### 14.- Cálculo de los tiempos fijos.

Estos como una recomendación del fabricante nos da un valor de:

Tiempo de carga: 0 60 min.  
Tiempo de descarga: 0 70 min.

#### 15 - Cálculo del tiempo de giro

Los giros serán de 180°, con el radio mínimo de giro de acuerdo a las especificaciones de la escarpa.

a - Radio mínimo de giro 7.31 m.  
b - Distancia de giro

$$D = \frac{2 \pi R}{2} = 23.0 \text{ m.}$$

c.- Velocidad de giro  
25 0 km / h en 5a. velocidad  
d - Tiempo de giro.

$$T = d / v = \frac{23.00 \text{ m}}{3330 \text{ m/min}} = 0.043 \text{ min.}$$

#### 16 - Ciclo del tractor empujador.

Como se había mencionado anteriormente los factores provistos de hoja amortiguadora son muy útiles como empujadores de las escarpas ya que la potencia que genera el tractor se transmite mediante el acople, en la escarpa permitiéndole con ello tener mayor potencia que le permita cortar el terreno e introducir el material al interior de la caja.

El número de escarpas se proyecta en función del ciclo total del empujador mediante el cálculo de su ciclo, que evidentemente difiere del ciclo de la escarpa.

Para una escarpa J- 621 el fabricante recomienda el de un tractor D8- R con un tiempo fijo de empuje de 0.8 min

El tiempo de empuje será igual al tiempo de carga de la escarpa.

El tiempo de retroceso será aquel que tarde en recorrer la distancia de corte de la escarpa más el tiempo en que recorra para acopiarse nuevamente a la siguiente escarpa, y que se considera de 0.10 m.

Cálculo de las distancias

$$a - \text{Para tierra seca (10)} - \\ 14.75 + 10.0 \quad = 24.75$$

$$b - \text{Para arena seca (10)} - \\ 16.40 + 10.0 \quad = 26.40$$

Para esto el fabricante recomienda que el tractor trabaje en reversa, a una velocidad promedio de 56.66 m / min.

Cálculo del tiempo de retroceso

$$Z = S / V$$

Para tierra seca

$$Z = \frac{14.40 \text{ m}}{80.0 \text{ m/min}} = 0.24 \text{ min.}$$

Para arena seca.

$$Z = \frac{17.80 \text{ m}}{80.0 \text{ m/min}} = 0.30 \text{ min.}$$

17.- Cálculo del tiempo total del ciclo del empujador

Tiempo de empuje	0.60 min
Tiempo de regreso	0.27 min
Tiempo de maniobras	<u>0.15 min</u>
	1.02 min

18.- Tiempo total del ciclo.- Será por lo tanto la suma de:

- a.- Tiempo de acarreo
- b.- Tiempo de retorno.
- c.- Tiempo de carga.
- d.- Tiempo de descarga.
- e.- Tiempo de giro.



**19.- Cálculo del número de ciclos por hora.**

Este se obtiene como el resultado de dividir la hora entre el tiempo del total del ciclo.

**20.- Producción horaria.**

Este se obtiene como resultado de multiplicar el número de ciclos por hora por la capacidad de la escrepa, para los diferentes estados físicos del suelo ( $m^3/h$  y  $m^3/s$ ).

**21 - Producción corregida.**

Es el resultado de multiplicar la producción horaria por el factor de eficiencia

**22 - Tiempo corregido del ciclo del tractor empujador.**

Se obtiene como resultado de afectar el tiempo total del ciclo del empujador por su factor de eficiencia.

**23 - Tiempo corregido del ciclo de la escrepa.**

Se obtiene como resultado de multiplicar el tiempo total del ciclo por el factor de su eficiencia

**24 - Número de trallas a utilizar.**

Se obtiene como resultado de dividir el tiempo corregido de la escrepa entre el tiempo corregido del empujador y aproximado a unidades enteras.

25 - Producción por flotilla.

Esta se obtendrá del producto de multiplicar el número de escrepas a utilizar por su producción horaria.

26 - Costo del movimiento.

Este se obtiene de dividir el costo horario entre la producción por flotilla.

27.- Rendimiento de afloje del material.

Para un material tipo tierra seca y arena, el fabricante nos da un rendimiento de  $6300 \text{ m}^3 / \text{hr}$ .

28.- Cálculo del costo por afloje del material.

Será el resultado de dividir el costo del tractor entre el rendimiento de afloje del terreno.

### V.3.- ANÁLISIS DEL COSTO HORARIO

Máquina - Escrepa autocargable Caterpillar J-621

Fecha: Marzo 1997

#### 1.- DATOS GENERALES

Precio de adquisición - (V u)      \$ 2'866.031,00

Valor de rescate.-      (V r)      (20% del valor de adquisición)  
V r. = (V u).20%      \$ 573206,2

Tasa de interés (i) = 18%

Vida económica (V.e.) 5 años  
 Horas de trabajo por año (H.a.) 2000 Hr/ año

VII = valor de las llantas = \$104,502.00

Motor Diesel de 330 H.P.

Factor de operación 75%

Factor de mantenimiento 4%

Potencia de operación =  $0.75(330 \text{ H.P.}) = 0.75(330) = 247.5 \text{ H.P. Op.}$

## 2.- CARGOS FIJOS.

a - Depreciación.

$$D = \frac{V_n - V_r}{V_e \times H_a} = \frac{2,886,031 - 573,206.2}{5 \times 2000} = \$231.28$$

b - Inversión

$$I = \frac{V_n + V_r}{2 H_a} = \frac{2,886,031 + 573,206.2}{4,000} = \$573.21$$

c - Seguros

$$S = \frac{V_n + V_r}{2 H_a} = \frac{2,886,031 + 573,206.2}{4,000} = \$859.81$$

d - Mantenimiento

$$M = QD = 0.4(231.28) = \$92.51$$

**Suma cargos fijos por hora = \$ 1756.81**

### 3.- CARGOS POR CONSUMOS.

a.- Combustible.

$$B = ePc$$

$$\text{Diesel} \quad B = 0.1514 \times 247.5 \text{ HP Op} \times \$ 2.62 / \text{lt} = \$ 98.1753$$

b.- Lubricantes Motor

$$L = aPc$$

Capacidad del cárter  $C = 33$  litros

Cambios de aceite  $t = 100$  horas

$$C/A = 0.33$$

$$\text{(diesel)} \quad a = C/t + 0.0035 \times 247.5 \text{ Hp Op} = 1.20 \text{ lt/hr.}$$

$$L = 1.20 \text{ lt} \times \$ 18.00 / \text{lt} = \$ 21.53$$

c.- Llantas

$$LI = VII/IIa$$

$$LI = 104502 / 3250 = \$ 32.15$$

$$\text{Suma consumos por hora} = \$ 151.86$$

### 4.- CARGOS POR OPERACIÓN

.- Operador mayor Costo empresa = \$ 200.00/turno.

Factor de incremento al salario base = 1.55<sup>1</sup>

<sup>1</sup> En el apéndice N° IV. Se determina el factor de incremento al salario base.

$$O = \frac{\$200 / \text{turno}}{8 \text{ hrs} / \text{turno}} \times 1.55$$

$$= \$38.75 / \text{hora}$$

$$\text{COSTO DE HORA MAQUINA TOTAL} = \$ 1947.42$$

#### V.4.- ANÁLISIS DEL COSTO HORARIO

Máquina: Escarpa Standard Caterpillar 637-E

Fecha: Marzo 1997

##### I.- DATOS GENERALES

Precio de adquisición - (V.a)      \$ 7'590,819.60

Valor de rescate - (V.r.)      (20% del valor de adquisición)  
V.r.: (V.a) 20      \$ 1518163.9

Tasa de interés (i) = 18%

Vida económica (V.e)      5 años

Horas de trabajo por año (H.a):      2000 Hr/ año

Valor de las llantas      \$135,571.2

Motor Diesel de 330 H.P.

Factor de operación 75%

Factor de mantenimiento 4%

Potencia de operación =  $0.75(330 \text{ H.P.}) = 0.75(330) = \$ 247.5 \text{ H.P. Op.}$

## 2.- CARGOS FIJOS.

a.- Depreciación:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e \times H_a} = \frac{7'590,819 - 1'518,163.92}{5 \times 2000} = \$607.27$$

b.- Inversión

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} = \frac{7'590,819 + 1'518,163.92}{4,000} = \$ 1518.16$$

c.- Seguros

$$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} = \frac{7'590,819 + 1'518,163.92}{4,000} = \$ 2277.25$$

d.- Mantenimiento

$$M = QD = 0.4(607.27) = \$ 242.91$$

**Suma cargos fijos por hora = \$ 4645.59**

## 3.- CARGOS POR CONSUMOS.

a.- Combustible.

$$E = ePc$$

$$\text{Diesel} \quad E = 0.1514 \times 247.5 \text{ HP Op} \times \$ 2.62 /\text{lt.} = \$98.1753$$

b.- Lubricantes Motor

$$L = nPc$$

Capacidad del cárter C = 33 litros  
Cambios de aceite t = 100 horas

$C/t = 0,33$   
(diesel)  $n = C/t + 0,0035 \times 247,5 \text{ Hp Op} = 1,20 \text{ lt/ hr.}$

$L = 1,20 \text{ lt} \times \$ 18,00 / \text{lt} = \$ 21,53$

e.- Llantas

$Ll = \text{Milla}$

$Ll = 135571,2 / 3250 = \$ 41,71$

**Suma consumos por hora = \$ 161,42**

#### 4.- CARGOS POR OPERACIÓN

.- Operador mayor Costo empresa = \$ 200,00/turno.

Factor de incremento al salario base = 1,55<sup>4</sup>

$O = \frac{\$200 / \text{turno}}{8 \text{ hrs} / \text{turno}} \times 1,55 = \$38,75 / \text{hora}$

**COSTO DE HORA MAQUINA TOTAL = \$ 4968,43**

<sup>4</sup> En el apéndice N° IV. Se determina el factor de incremento al salario base.









# COSTO-DISTANCIA

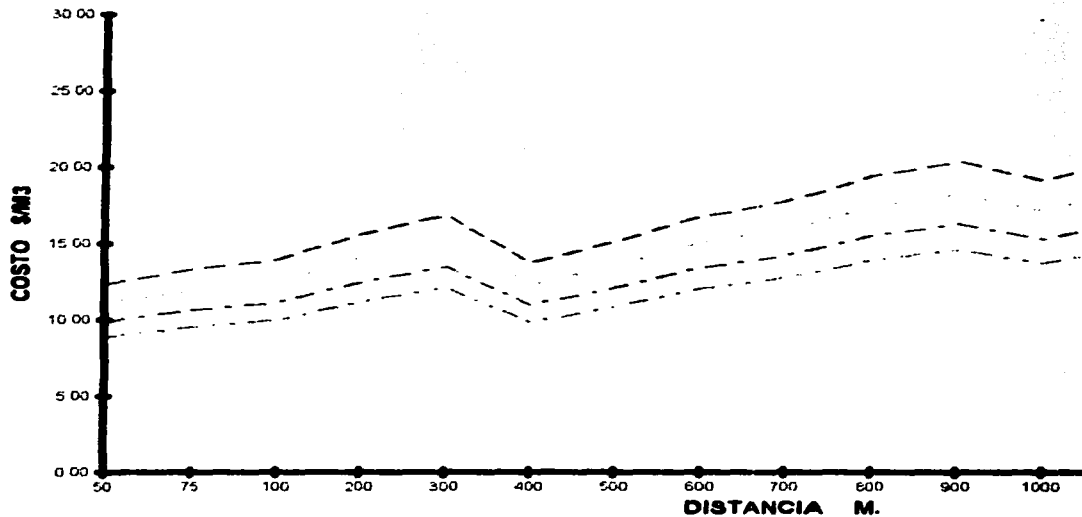
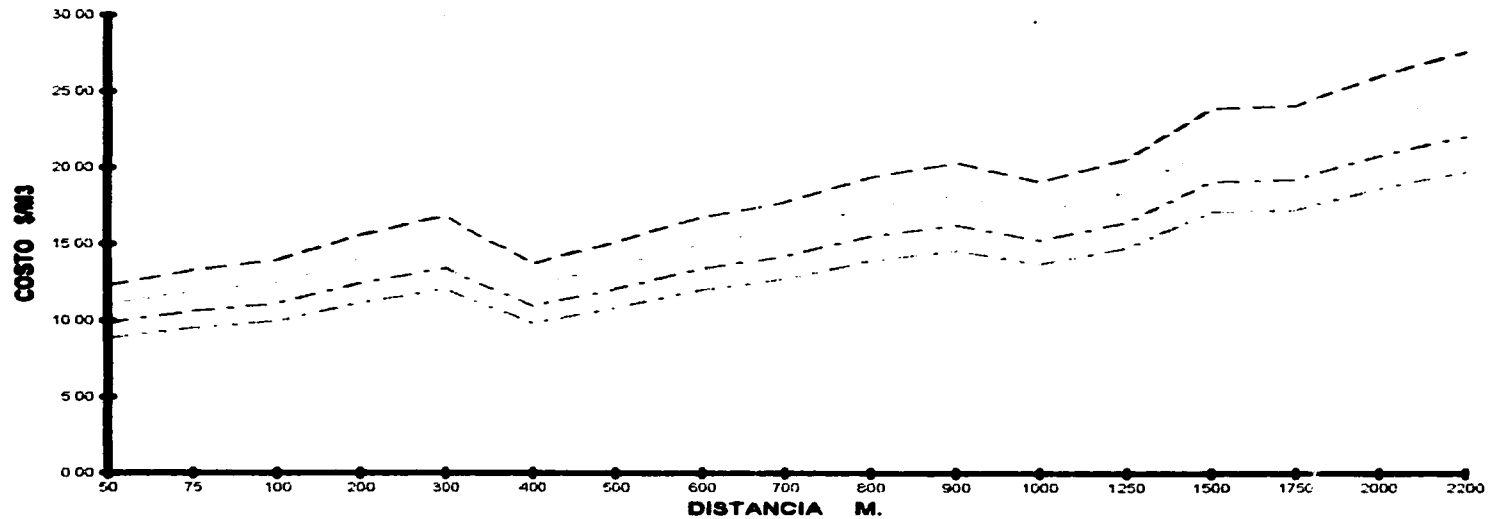


GRAFICO II

# COSTO-DISTANCIA



EQUIPO: ESCRE  
 CATERPILLAR62  
 TRACTOR BULLD  
 CATERPILLAR D  
 CONDICIONES: C  
 PAVIMENTADO

--- M3 b TIEP  
 - - - M3 s TIEP  
 ..... M3 b ARE  
 - . - M3 s ARE

GRAFICO II

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: ESCREPA  
CATERPILLAR 621-J  
TRACTOR BULLDOZER  
CATERPILLAR DB-R  
CONDICIONES: CAMINO  
PAVIMENTADO

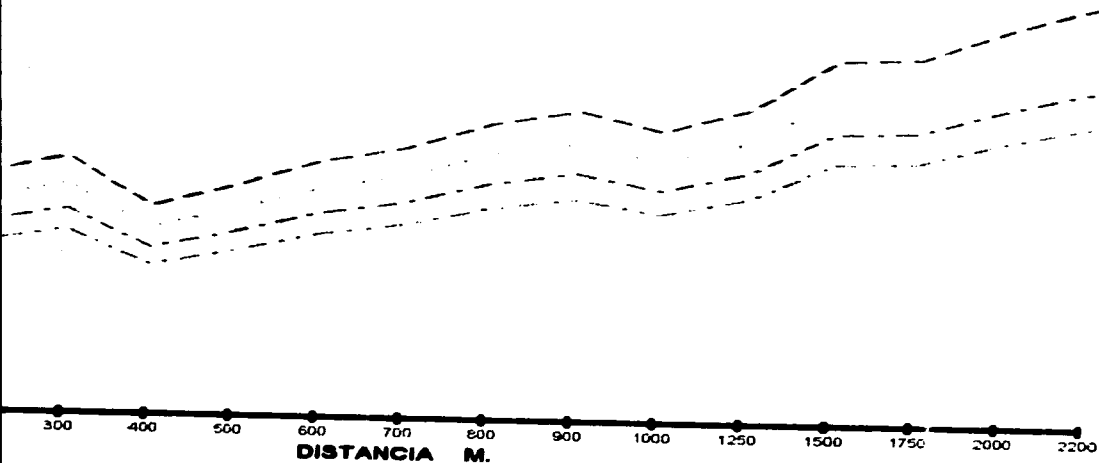


GRAFICO II









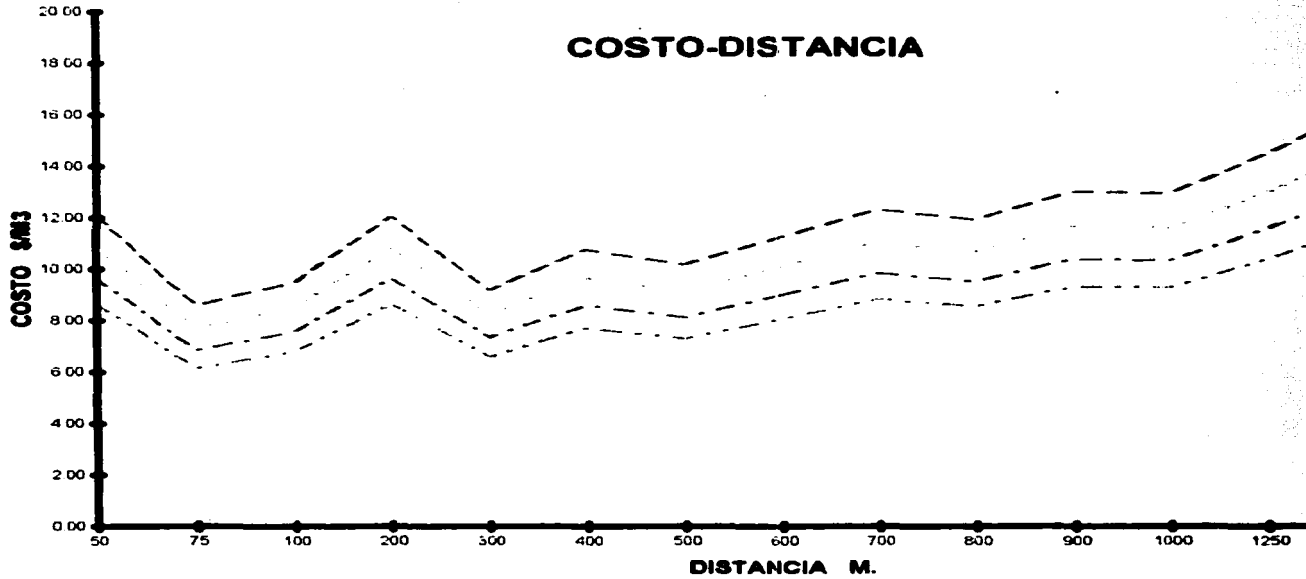
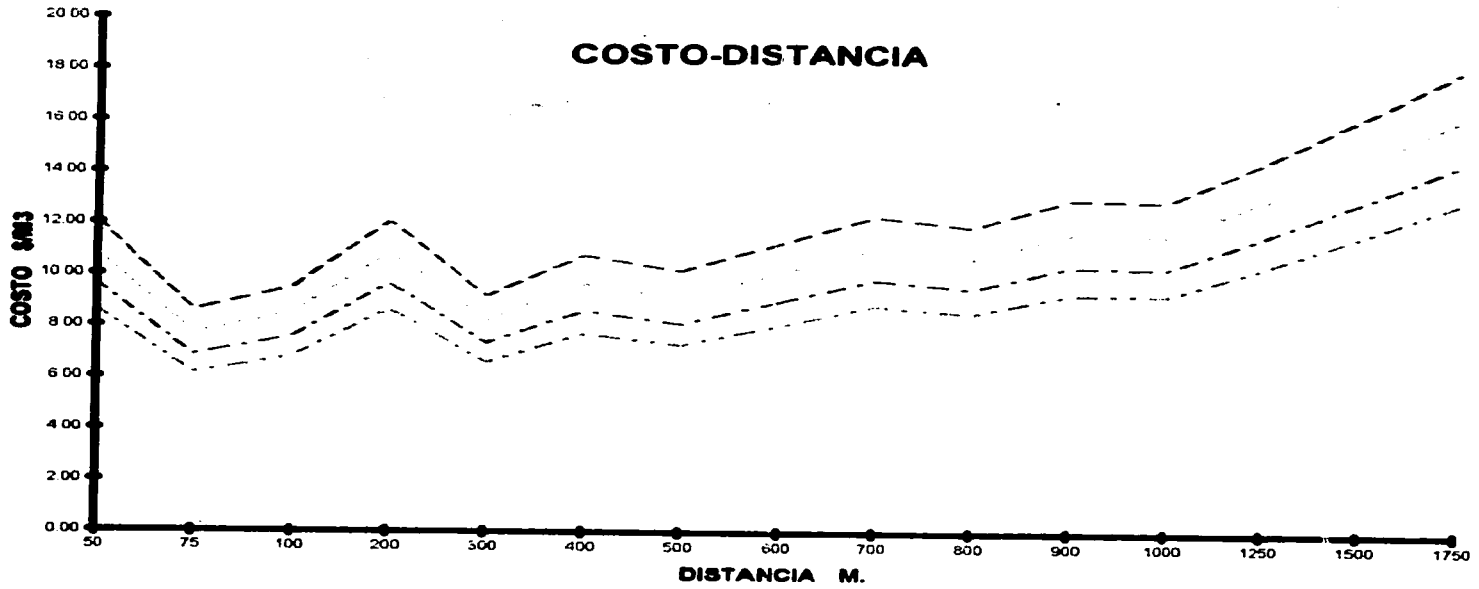


GRAFICO III

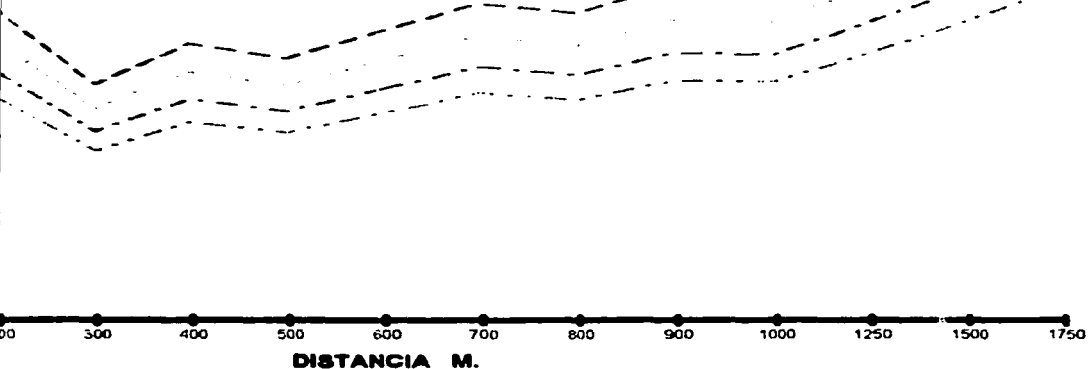


EQUIPO: E  
 AUTOCARGA  
 CATERPILLAR  
 TRACTOR  
 CATERPILLAR  
 CONDICIONADO  
 CON RECUERDO  
 LIGERO  
 TRACTOR  
 AFILOJE CO

GRAFICO III

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: ESCREPA  
AUTOCARGABLE  
CATERPILLAR J-621  
TRACTOR BULLDOZER  
CATERPILLAR D8-R  
CONDICIONES: CAMINO  
CON RECUBRIMIENTO  
LIGERO  
TRACTOR EMPUJADOR  
AFI O.I.F CON RIPPER



— M3 ■ TIERRA  
- - - M3 ■ TIERRA  
- · - · M3 ■ ARENA  
- - - M3 ■ ARENA

GRAFICO III

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	
TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO DE	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	Nº DE CICLOS	CAPACIDAD	PRODUCCION	CAPACIDAD	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	CAPACIDAD	PRODUCCION	CAPACIDAD	PRODUCCION	PRODUCCION	
DE DISTANCIA	DE ACARREO	DE RETORNO	DE CARGA	DE DESCARGA Y	TOTAL DEL	POR	(TERRAL)	HORARIA	ESCREPA	(TERRAL)	HORARIA	CORREGIDA	CORREGIDA	ESCREPA	HORARIA	ESCREPA	HORARIA	CORREGIDA	ESCREPA
M	M/100	M/100	M/100	M/100	M/100	M/100	M 3.0	M 3.0	M 3.0	M 3.0	M 3.0	M 3.0/1.5	M 3.0/1.5	M 3.0	M 3.0/1.5	M 3.0	M 3.0/1.5	M 3.0/1.5	M 3.0/1.5
80	0.30	0.30	0.80	0.70	1.80	30.70	13.80	428.73	17.90	488.18	32'08	480.84	19.90	473.88	18.90	488.88	388.88	488.88	488.88
75	0.30	0.30	0.80	0.70	2.10	28.90	13.80	388.18	17.90	488.88	28'11	371.88	18.90	441.78	18.90	488.88	381.81	418.81	418.81
100	0.30	0.30	0.80	0.70	2.30	27.70	13.80	388.08	17.90	481.88	28'77	381.88	18.90	428.38	18.90	487.88	382.81	488.81	488.81
200	0.31	0.30	0.80	0.70	2.48	26.90	13.80	338.18	17.90	424.88	28'37	318.82	18.90	378.30	18.90	478.88	388.88	488.88	488.88
300	0.30	0.31	0.80	0.70	2.68	23.80	13.80	318.70	17.90	488.30	23'78	388.18	18.90	388.88	18.90	488.88	387.88	487.88	488.88
400	0.70	0.68	0.80	0.70	2.80	20.88	13.80	288.24	17.90	388.44	21'74	388.88	18.90	318.30	18.90	488.88	388.88	488.88	488.77
500	0.80	0.68	0.80	0.70	3.28	18.70	13.80	288.83	17.90	328.38	19'48	388.88	18.90	288.88	18.90	488.88	388.78	417.88	422.88
600	1.10	0.68	0.80	0.70	3.88	16.80	13.80	284.81	17.90	284.08	17'18	328.88	18.90	281.88	18.90	487.88	388.88	488.88	488.88
700	1.30	1.68	0.80	0.70	3.78	16.30	13.80	238.18	17.90	281.88	18'48	211.41	18.90	281.10	18.90	414.38	388.88	488.88	488.77
800	1.30	1.78	0.80	0.70	4.10	14.80	13.80	282.88	17.90	284.08	18'21	180.88	18.90	228.30	18.90	288.31	388.78	488.78	412.41
900	1.48	1.38	0.80	0.70	4.30	13.80	13.80	188.21	17.90	241.88	14'21	181.88	18.90	218.48	18.90	288.88	381.88	488.27	488.27
1000	1.88	1.98	0.80	0.70	4.88	13.30	13.80	188.87	17.90	231.82	13'48	173.87	18.90	208.18	18.90	288.88	388.81	488.81	488.81
1200	1.88	1.88	0.80	0.70	4.80	12.30	13.80	188.88	17.90	212.38	12'18	188.21	18.90	188.10	18.90	288.88	411.88	488.88	477.88
1400	2.30	2.08	0.80	0.70	6.78	10.80	13.80	148.88	17.90	182.70	10'48	187.08	18.90	182.78	18.90	288.78	388.78	488.78	488.78
1700	2.40	2.38	0.80	0.70	8.15	8.78	13.80	138.88	17.90	188.88	10'24	127.24	18.90	181.18	18.90	388.18	312.88	488.88	488.88
2000	2.80	2.80	0.80	0.70	8.68	8.88	13.80	128.10	17.90	188.88	8'44	117.48	18.90	128.88	18.90	374.88	388.88	488.88	488.88
2200	2.80	2.78	0.80	0.70	7.15	8.30	13.80	118.78	17.90	148.18	8'37	108.88	18.90	128.38	18.90	388.88	37.88	488.88	488.27

CALCULO DEL COSTO PARA MATERIAL DE ACARREO

CONDICIONES:

CAMINO PAVIMENTADO  
AFLO.E CON RIPPER

EQUIPO: ESCREPA CATERPILLAR 621-J  
TRACTOR BULLDOZER CATERPILLAR D8-R

PEND. 2%

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
ESTACION	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO DE	TIEMPO	TIEMPO	Nº DE CICLOS	CAPACIDAD	PRODUCCION	CAPACIDAD	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	CAPACIDAD	PRODUCCION	CAPACIDAD	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	FLUJO POR	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO POR	COSTO POR	COSTO	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR
ACARREO	RETORNO	CARGA	DESCARGA Y	TOTAL DEL	FOR	HORA	ESCREPA	HORARIA	ESCREPA	HORARIA	CORREDA	CORREDA	ESCREPA	HORARIA	ESCREPA	HORARIA	CORREDA	CORREDA	1. TONEL	HORARIO	HORARIO	TOTAL	CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO	CONCRETO
M	M	M	M	M	M	M	M 3.0	M 3.0	M 3.0	M 3.0	M 3.0/2	M 3.0/2	M 3.0	M 3.0/2	M 3.0	M 3.0/2	M 3.0/2	M 3.0/2	1. TONEL	\$	\$	\$	\$/M 3.0	\$/M 3.0	\$/M 3.0	\$/M 3.0	\$/M 3.0	\$/M 3.0	\$/M 3.0
60	0.20	0.20	0.80	0.70	1.80	20.70	13.80	428.73	17.40	489.18	321.09	490.89	19.30	479.89	19.40	509.08	388.89	498.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88
70	0.20	0.20	0.80	0.70	2.10	28.90	13.80	388.18	17.40	489.89	281.11	371.89	19.30	441.79	19.40	382.80	281.81	418.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	13.32	13.32	13.32	13.32	13.32	13.32	13.32
100	0.20	0.20	0.80	0.70	2.30	27.70	13.80	388.28	17.40	481.88	281.77	381.89	19.30	428.30	19.40	517.38	322.81	488.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	13.78	13.78	13.78	13.78	13.78	13.78	13.78
200	0.21	0.21	0.80	0.70	2.48	28.40	13.80	338.18	17.40	424.88	221.37	318.42	19.30	378.20	19.40	473.38	282.89	388.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88
300	0.21	0.21	0.80	0.70	2.68	23.80	13.80	318.70	17.40	489.20	221.78	388.18	19.30	388.89	19.40	488.38	287.38	388.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88
400	0.21	0.21	0.80	0.70	2.80	20.80	13.80	288.24	17.40	388.44	211.11	288.44	19.30	318.80	19.40	388.89	288.73	388.73	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88
500	0.21	0.21	0.80	0.70	3.28	18.70	13.80	288.83	17.40	328.38	181.88	288.83	19.30	288.89	19.40	382.78	217.38	272.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	28.38	28.38	28.38	28.38	28.38	28.38	28.38
600	1.18	0.88	0.80	0.70	3.88	18.80	13.80	284.81	17.40	284.88	171.18	328.88	19.30	281.88	19.40	327.88	188.88	288.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88
700	1.28	1.08	0.80	0.70	3.78	18.30	13.80	228.18	17.40	281.88	181.88	211.81	19.30	281.10	19.40	318.38	188.83	228.71	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	23.88	23.88	23.88	23.88	23.88	23.88	23.88
800	1.28	1.28	0.80	0.70	4.18	14.80	13.80	282.84	17.40	284.84	181.21	188.83	19.30	228.20	19.40	282.24	188.73	212.42	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88
900	1.48	1.28	0.80	0.70	4.30	13.80	13.80	188.21	17.40	241.88	181.81	181.80	19.30	218.85	19.40	288.89	181.89	288.38	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	27.21	27.21	27.21	27.21	27.21	27.21	27.21
1000	1.68	1.48	0.80	0.70	4.88	13.30	13.80	188.87	17.40	231.42	131.88	173.87	19.30	208.18	19.40	288.89	188.81	188.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	28.84	28.84	28.84	28.84	28.84	28.84	28.84
1200	1.68	1.68	0.80	0.70	4.80	12.30	13.80	188.88	17.40	212.28	121.18	188.21	19.30	188.10	19.40	228.88	141.88	177.81	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	21.11	21.11	21.11	21.11	21.11	21.11	21.11
1400	2.28	2.08	0.80	0.70	5.78	10.80	13.80	148.88	17.40	182.70	101.88	187.89	19.30	182.78	19.40	288.20	122.89	182.78	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18
1700	2.48	2.28	0.80	0.70	8.18	8.78	13.80	188.88	17.40	188.88	101.84	127.24	19.30	181.14	19.40	188.18	113.24	181.88	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88	28.88
2000	2.68	2.68	0.80	0.70	8.88	8.88	13.80	128.10	17.40	188.88	81.88	117.88	19.30	128.89	19.40	174.89	108.89	128.89	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	82.17	82.17	82.17	82.17	82.17	82.17	82.17
2500	2.68	2.78	0.80	0.70	7.18	8.48	13.80	118.78	17.40	148.18	81.87	108.82	19.30	128.28	19.40	182.88	87.88	122.22	1.00	1847.40	2088.31	2888.73	88.18	88.18	88.18	88.18	88.18	88.18	88.18

CALCULO DEL COSTO PARA MATERIAL DE ACARREO

CONDICIONES:

CAMBIO PAVIMENTADO  
AFLOJE CON RIPPER

EQUIPO: ESCREPA CATERPILLAR 621-J  
TRACTOR BULLDOZER CATERPILLAR D8-R

PEND. 2%

VI	VII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	
DE CIELOS POR	CAPACIDAD ESCRIBA	PRODUCCION HORAS	CAPACIDAD ESCRIBA	PRODUCCION HORAS	PRODUCCION CORREDA	PRODUCCION CORREDA	CAPACIDAD ESCRIBA	PRODUCCION HORAS	CAPACIDAD ESCRIBA	PRODUCCION CORREDA	PRODUCCION CORREDA	PRODUCCION CORREDA	PRODUCCION CORREDA	COSTO HORA	COSTO HORA	COSTO TOTAL	COSTO POR ESCRIBIENDO	COSTO POR ESCRIBIENDO	COSTO POR ESCRIBIENDO	COSTO POR ESCRIBIENDO
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20.75	13.00	428.72	17.00	428.18	321.05	492.85	15.20	475.85	18.00	495.85	398.85	448.85	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	12.28	8.88	11.08	8.88
20.80	13.00	388.18	17.00	428.85	221.11	371.89	15.00	441.75	18.00	482.80	381.21	415.88	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	12.22	10.84	11.84	8.84
27.75	13.00	488.85	17.00	491.85	281.77	381.48	15.80	428.38	18.00	437.88	322.91	408.04	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	12.70	10.88	12.28	8.82
28.00	13.00	388.18	17.00	424.85	221.37	318.42	15.00	378.40	18.00	473.88	283.88	408.02	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	15.88	12.48	12.88	11.18
28.00	13.00	418.78	17.00	488.28	228.78	388.15	15.80	388.09	18.00	448.28	287.28	384.88	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	15.88	12.58	14.88	11.82
28.00	13.00	288.24	17.00	388.84	231.18	288.83	16.00	318.30	18.00	388.84	238.48	288.73	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	18.42	14.72	16.82	12.28
18.75	13.00	288.88	17.00	388.38	181.88	284.81	15.80	288.88	18.00	382.78	217.28	272.88	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	20.88	18.21	18.28	18.84
18.00	13.00	284.81	17.00	288.88	171.18	238.88	15.80	281.88	18.00	327.88	188.48	248.88	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	22.48	17.88	28.18	18.88
18.25	13.00	238.18	17.00	281.88	181.88	211.41	15.80	281.18	18.00	214.28	188.83	228.71	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	22.48	18.72	21.81	18.78
18.00	13.00	282.81	17.00	288.81	181.21	188.83	15.80	228.28	18.00	283.24	188.73	212.43	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	28.88	28.77	23.21	18.88
13.00	13.00	188.21	17.00	241.88	141.21	181.42	15.80	215.45	18.00	288.88	181.88	282.28	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	27.21	21.81	24.48	18.88
13.25	13.00	188.87	17.00	231.42	131.88	173.47	15.80	208.18	18.00	288.88	184.81	188.82	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	28.48	22.88	28.88	28.88
12.25	13.00	188.88	17.00	212.28	121.18	188.21	15.80	188.19	18.00	228.88	141.88	177.81	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	21.11	24.88	27.88	22.28
16.00	13.00	188.88	17.00	182.78	191.48	187.02	15.80	182.78	18.00	203.78	122.88	182.78	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	28.18	28.88	32.42	28.88
8.75	13.00	188.88	17.00	188.88	191.84	127.24	15.80	181.12	18.00	188.18	112.84	141.88	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	28.88	21.18	24.81	27.88
8.00	13.00	128.18	17.00	188.88	81.88	117.48	15.80	128.88	18.00	174.88	104.88	128.88	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	42.17	28.88	27.88	28.22
8.00	13.00	128.78	17.00	148.18	81.27	108.82	15.80	128.28	18.00	182.88	87.88	122.22	1.02	1947.42	2008.21	2008.73	48.18	28.88	48.82	28.27

PREO CONDICIONES: CAMBIO PAVMENTADO  
AFLC.E CON RIPPER

BLAR DB-R

TABLA IV

# COSTO-DISTANCIA

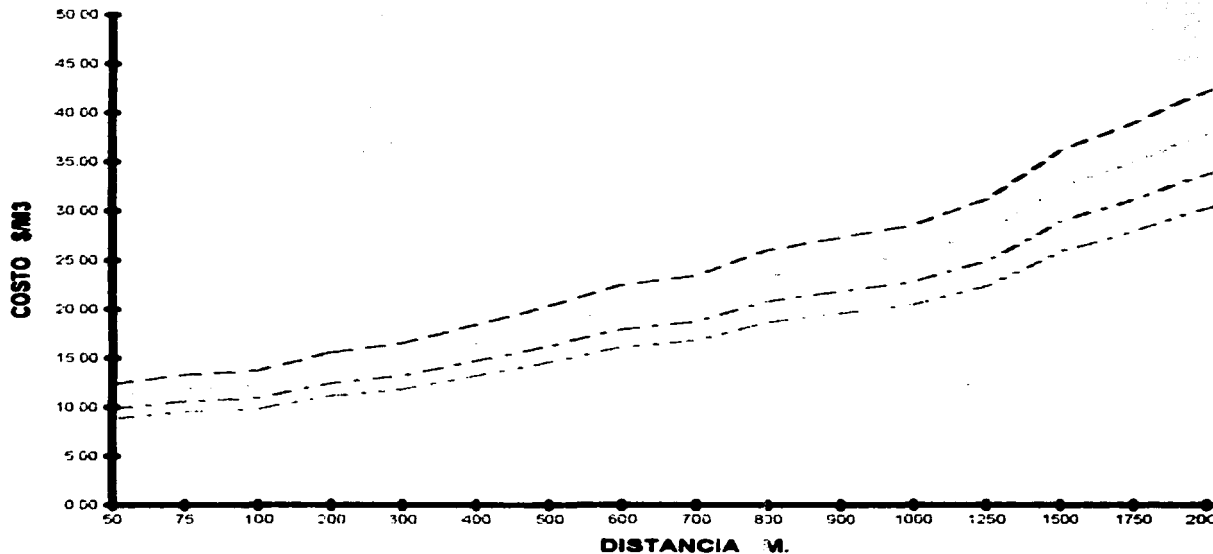
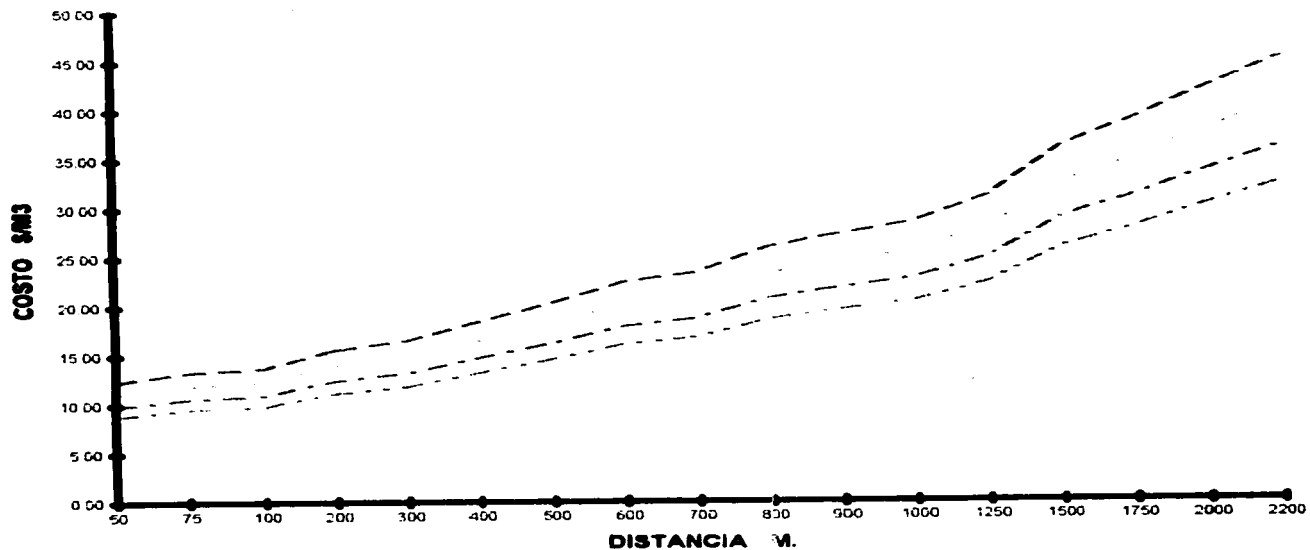


GRAFICO IV

# COSTO-DISTANCIA



EQUIPO: ESCREPA AUTOCAR  
 CATERPILLAR J-621  
 TRACTOR BULLDOZER CATERPILLAR  
 CONDICIONES: CAMINO DE TIERRA  
 TRACTOR EMPUJADOR  
 AFLOJE CON RIPPER

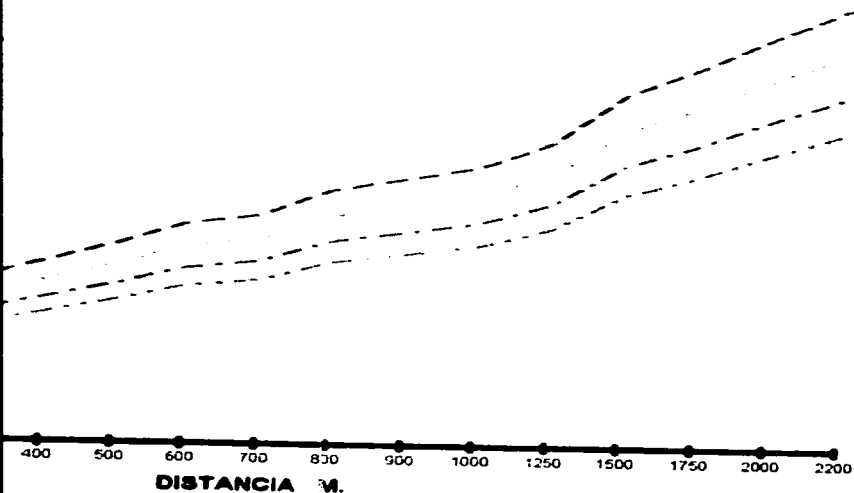
— — — M3 b TIE  
 - - - M3 b TIE  
 . . . M3 b AR  
 - . - . M3 b AR

GRAFICO IV



# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: ESCREPA AUTOCARGABLE  
CATERPILLAR J-621  
TRACTOR BULLDOZER CATERPILLAR D8-R  
CONDICIONES: CAMINO DE TIERRA  
TRACTOR EMPUJADOR  
AFLOJE CON RIPPER



--- M3 b TIERRA  
- - - M3 b TIERRA  
M3 b ARENA  
- - - M3 b ARENA

GRAFICO IV

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
DISTANCIA	TIEMPO ACARREO	TIEMPO RETORNO	TIEMPO DE CARGA	TIEMPO DE DESCARGA Y REDESCARGAS	TIEMPO TOTAL MIN.	Nº DE CICLOS POR HORA	CAPACIDAD M3/HR	PRODUCCION HORARIA (M3/HR)	CAPACIDAD ESCOPEA	PRODUCCION HORARIA	CAPACIDAD ESCOPEA	PRODUCCION HORARIA	CAPACIDAD ESCOPEA	PRODUCCION HORARIA	CAPACIDAD ESCOPEA	PRODUCCION HORARIA
M	Min	Min	Min	Min	Min	Min	M3/H	M3/H	M3/H	M3/H	M3/H	M3/H	M3/H	M3/H	M3/H	M3/H
50	0.30	0.30	0.80	0.70	1.80	30.70	13.80	428.72	17.80	586.18	250.88	488.88	18.80	478.88	18.80	588.88
75	0.30	0.30	0.80	0.70	2.00	28.80	13.80	388.18	17.80	688.88	272.11	271.88	18.80	481.78	18.80	688.88
100	0.40	0.40	0.80	0.70	2.20	27.70	13.80	388.08	17.80	481.88	289.77	281.88	18.80	488.88	18.80	687.88
200	0.75	0.81	0.80	0.70	2.78	24.80	13.80	388.18	17.80	488.88	274.27	218.82	18.80	278.88	18.80	478.88
300	1.20	0.70	0.80	0.70	3.40	23.00	13.80	218.70	17.80	488.88	268.78	288.18	18.80	388.88	18.80	488.88
400	1.80	1.00	0.80	0.70	4.00	20.80	13.80	288.26	17.80	288.81	274.78	288.82	18.80	218.88	18.80	288.81
500	1.80	1.20	0.80	0.70	4.80	18.70	13.80	288.88	17.80	288.88	174.88	288.88	18.80	288.88	18.80	288.78
600	2.30	1.40	0.80	0.70	5.20	18.80	13.80	224.81	17.80	288.88	178.18	228.88	18.80	281.88	18.80	287.88
700	2.80	1.80	0.80	0.70	6.10	18.20	13.80	288.18	17.80	288.88	178.88	211.41	18.80	281.78	18.80	218.88
800	3.00	1.80	0.80	0.70	6.80	16.80	13.80	288.88	17.80	288.81	172.21	188.88	18.80	288.88	18.80	288.88
900	3.40	2.00	0.80	0.70	6.80	13.80	13.80	188.21	17.80	281.88	144.81	181.88	18.80	218.88	18.80	288.88
1000	3.80	2.20	0.80	0.70	7.80	13.80	13.80	188.87	17.80	281.82	178.88	178.82	18.80	288.18	18.80	288.88
1200	4.78	2.78	0.80	0.70	8.80	12.20	13.80	188.88	17.80	212.88	172.88	188.21	18.80	188.78	18.80	288.88
1500	6.00	3.20	0.80	0.70	10.80	10.80	13.80	188.88	17.80	188.78	178.88	187.88	18.80	188.78	18.80	288.78
1700	6.80	3.70	0.80	0.70	11.70	8.78	13.80	128.88	17.80	188.88	171.88	127.88	18.80	181.18	18.80	188.18
2000																
2200																

CALCULO DEL COSTO PARA MATERIAL DE ACARREO

CONJUNCIÓNES:

CAMINO DE TIERRA  
AFLOJE CON RIPPER

EQUIPO:

ESCOPEA CATERPILLAR 621-J  
TRACTOR BULLDOZER CATERPILLAR D8-R



	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD	PRODUCCION HORAS CAPACIDAD
M 2.2	M 2.2	M 2.2	M 2.2/IV	M 2.2/IV	M 2.2	M 2.2/IV	M 2.2	M 2.2/IV	M 2.2	M 2.2/IV	M 2.2/IV	M 2.2	M 2.2/IV	M 2.2	M 2.2/IV	M 2.2	M 2.2/IV	M 2.2	M 2.2/IV
488.72	17.00	488.16	250.00	488.24	15.00	478.85	18.00	488.80	288.80	488.80	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	12.30	8.80	11.80	8.80	
488.16	17.00	488.80	272.11	477.80	18.00	441.79	18.00	482.80	321.21	414.80	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	12.30	10.80	11.80	8.80	
488.80	17.00	481.80	281.77	381.00	18.00	428.20	18.00	487.20	322.01	488.00	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	12.70	10.80	12.20	8.80	
488.16	17.00	488.80	274.27	316.42	18.00	472.20	18.00	472.20	288.80	388.80	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	18.80	12.80	13.80	11.80	
488.72	17.00	488.20	268.78	388.18	18.00	388.80	18.00	488.20	287.20	324.80	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	18.80	12.70	14.80	11.80	
488.80	17.00	488.80	274.78	388.80	18.00	318.20	18.00	488.80	228.40	288.72	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	18.42	14.72	18.80	12.20	
488.80	17.00	488.20	184.80	244.00	18.00	288.80	18.00	388.78	217.20	272.00	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	20.20	18.21	18.20	14.80	
488.80	17.00	488.80	178.16	228.20	18.00	281.80	18.00	387.80	188.40	288.80	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	22.40	17.80	20.14	18.80	
488.16	17.00	481.80	148.80	211.41	18.00	281.78	18.00	214.20	188.80	288.71	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	22.40	18.72	21.81	18.70	
488.80	17.00	488.80	142.21	182.80	18.00	228.20	18.00	288.24	188.70	212.42	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	28.80	28.77	28.21	18.80	
488.21	17.00	281.80	144.81	181.80	18.00	218.80	18.00	288.80	181.80	282.20	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	27.21	21.81	24.80	18.80	
488.80	17.00	281.42	178.80	172.82	18.00	288.16	18.00	288.82	188.81	188.82	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	28.80	28.80	28.80	28.80	
488.80	17.00	212.20	177.10	188.21	18.00	188.70	18.00	228.80	141.80	177.81	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	21.11	24.80	27.80	22.80	
488.80	17.00	188.70	188.80	187.80	18.00	188.78	18.00	288.70	128.80	188.78	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	28.16	28.80	22.42	28.80	
488.80	17.00	188.80	171.80	127.20	18.00	181.18	18.00	188.78	112.20	141.80	1.00	1847.42	2000.31	2000.72	28.80	21.70	24.81	27.80	

CONJICIONES:

CAMINO DE TIERRA  
AFLOJE CON RIPPER

08-R

TABLA V

## COSTO-DISTANCIA

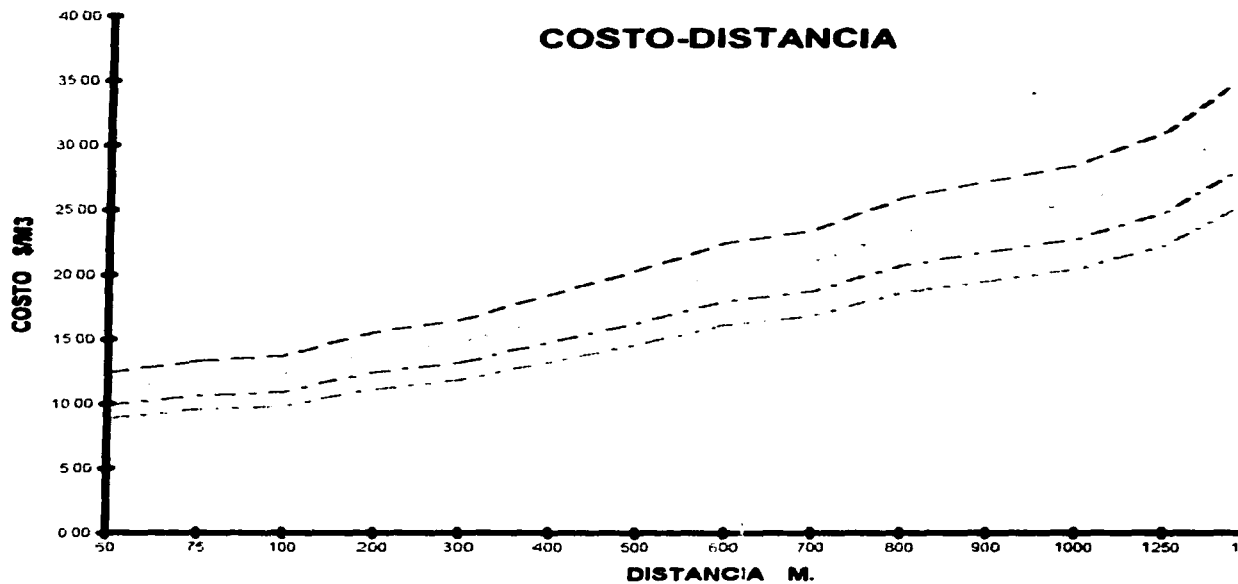
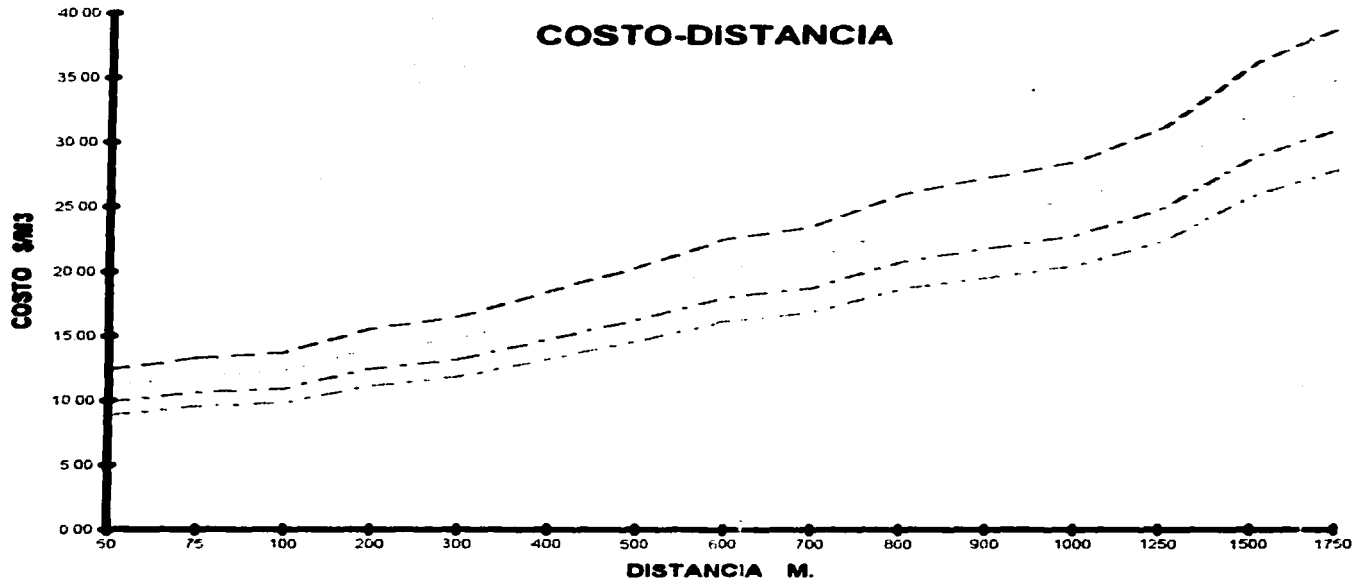


GRAFICO V

# COSTO-DISTANCIA



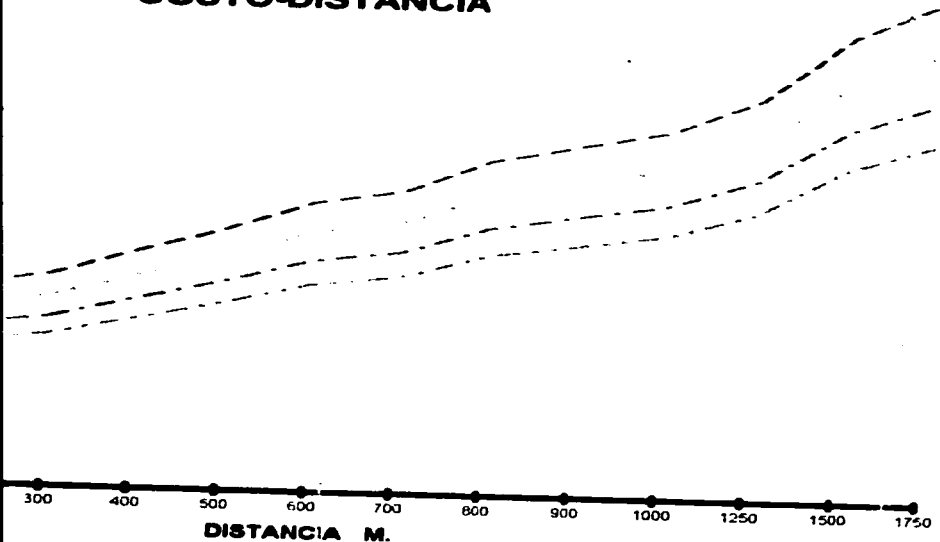
EQUIPO: ESCREPA  
CATERPILLAR J-621  
TRACTOR  
BULLDOZER  
CATERPILLAR D8-R  
CONDICIONES:  
CAMINO DE TIERRA  
AFLOJE CON  
RIPPER

— — M3 b TIERRA  
- - - M3 B ARENA  
... M3 s TIERRA  
- . - M3 s ARENA

GRAFICO V

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: ESCREPA  
CATERPILLAR J-621  
TRACTOR  
BULLDOZER  
CATERPILLAR D8-R  
CONDICIONES:  
CAMINO DE TIERRA  
AFLOJE CON  
RIPPER



— — M3 b TIERRA  
- - - M3 B ARENA  
- - - M3 s TIERRA  
- - - M3 s ARENA

GRAFICO V









# COSTO-DISTANCIA

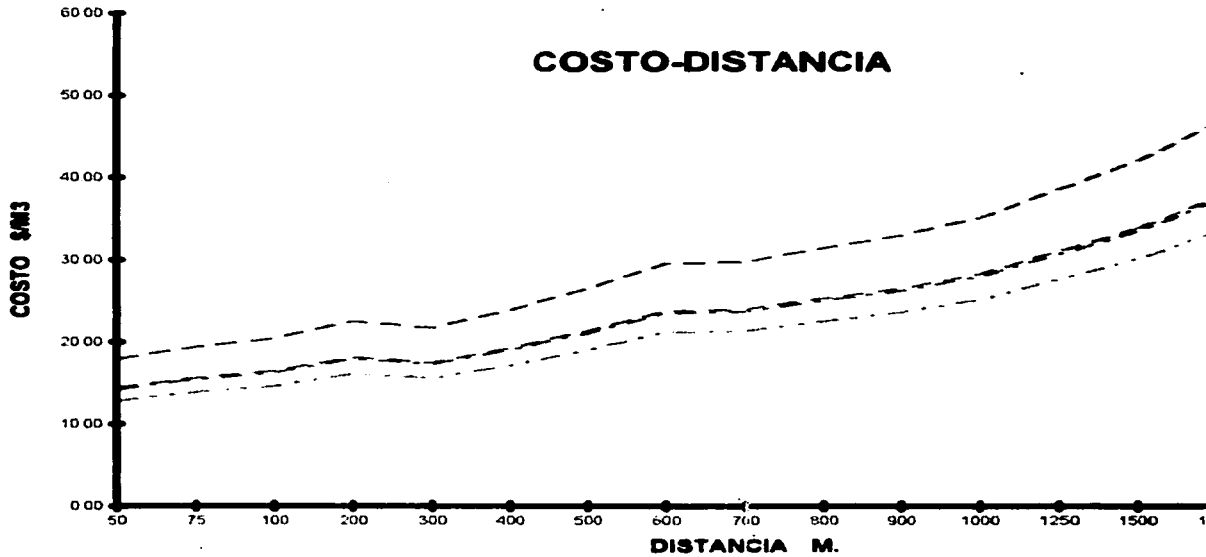
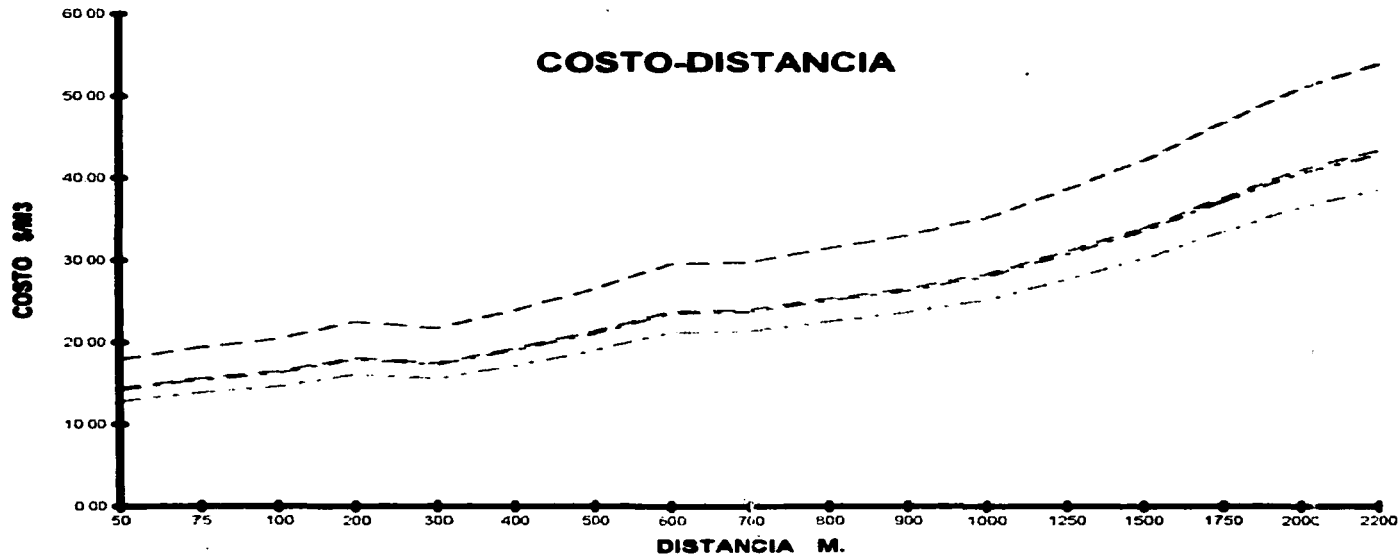


GRAFICO VI



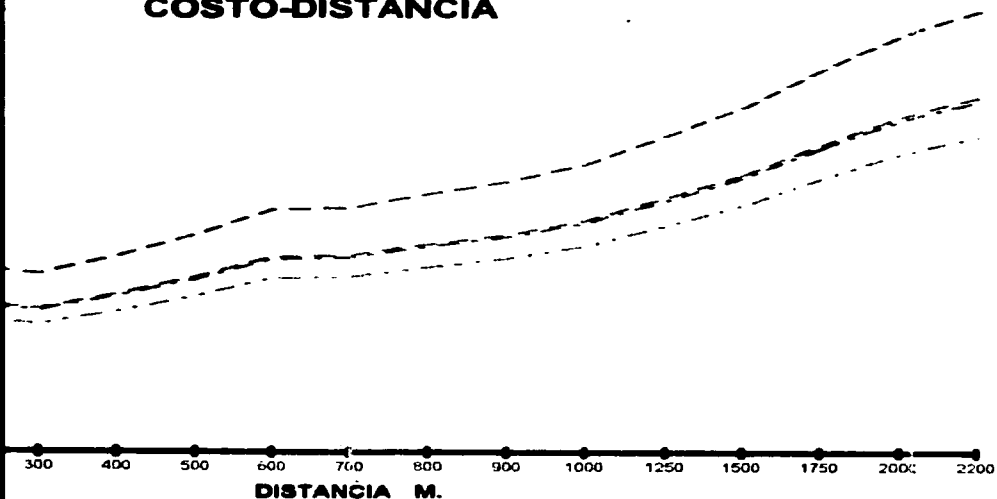
EQUIPO: ESCREPA  
 CATERPILLAR 637-E  
 TRACTOR BULLDOZER  
 CATERPILLAR D8-R  
 CONDICIONES: CAMINO  
 PAVIMENTADO  
 TRACTOR EMPUJADOR

- — M3 b TIERRA
- - - M3 s TIERRA
- · - M3 b ARENA
- · · M3 s ARENA

GRAFICO VI

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: ESCREPA  
CATERPILLAR 637-E  
TRACTOR BULLDOZER  
CATERPILLAR D8-R  
CONDICIONES: CAMINO  
PAVIMENTADO  
TRACTOR EMPUJADOR



— — M3 b TIERRA  
- - - M3 s TIERRA  
— — M3 b ARENA  
- - - M3 s ARENA

GRAFICO VI









# COSTO-DISTANCIA

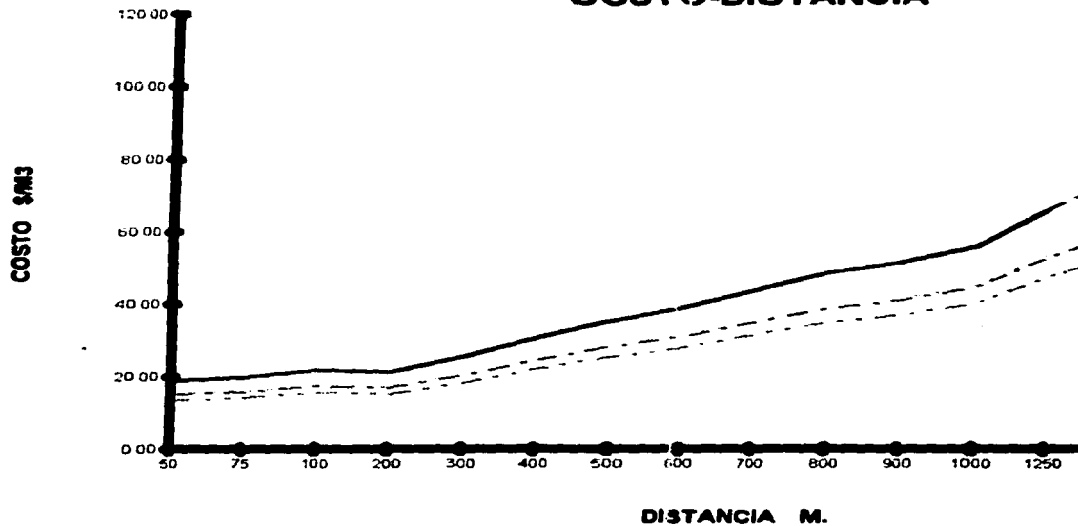


GRAFICO VII

## COSTO-DISTANCIA

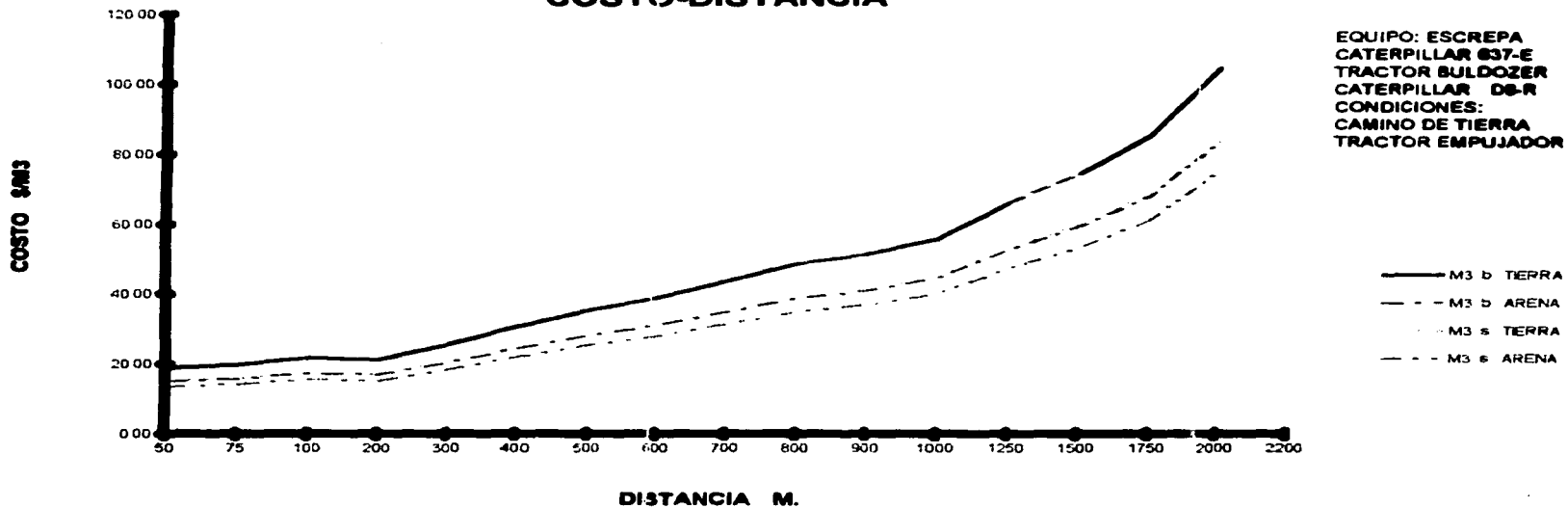
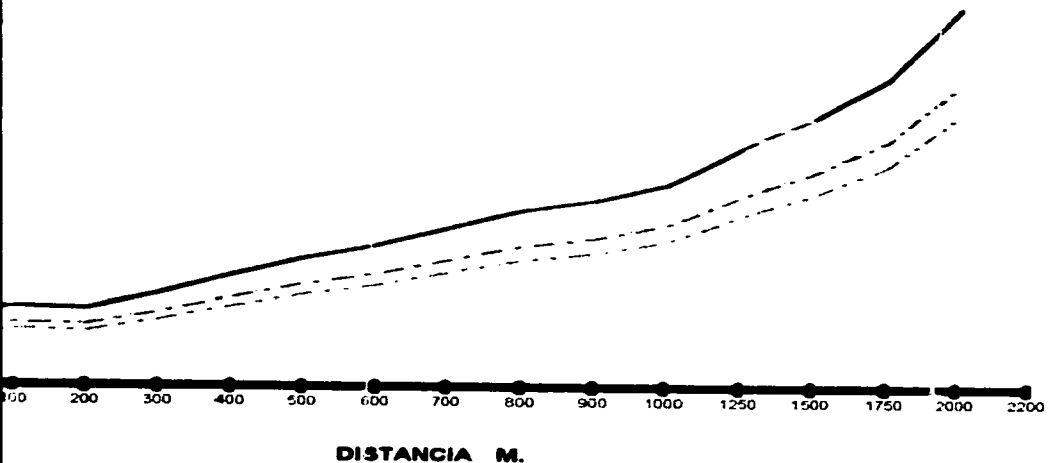


GRAFICO VII

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: ESCREPA  
CATERPILLAR 637-E  
TRACTOR BULDOZER  
CATERPILLAR D8-R  
CONDICIONES:  
CAMINO DE TIERRA  
TRACTOR EMPUJADOR



- M3 b TIERRA
- - - M3 b ARENA
- · · M3 s TIERRA
- · - M3 s ARENA

GRAFICO VII

## CAPITULO VI

### CARGADORES FRONTALES

#### VI.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.

En la construcción se ha venido observando la evolución en los trabajos de movimientos de tierras, tanto en la maquinaria como en su empleo. En donde se ha notado una franca tendencia al empleo de los cargadores frontales.

Antiguamente, las palas funcionaban como equipos de carga, terminando los trabajos que los explosivos habían iniciado.

Actualmente, los avances tecnológicos logrados en la barrenación y en el uso de los explosivos, han permitido que las anteriores necesidades del empleo de palas se haya eliminado, dando como resultado que los cargadores frontales reemplacen a las palas en los bancos de explotación.

Todo lo anterior aunado con la desventaja de la alta inversión en el equipo, su movilidad y los altos costos de los fletes ha motivado su definitivo desuso.

Existen dos tipos de cargadores frontales:

- a.- Sobre orugas, y
- b.- Sobre neumáticos.

Los trasecos o cargadores frontales, son una transformación de los **Bulldozers**, su diferencia estriba en que éstos están provistos de un cucharón frontal para la excavación.

#### A.- La utilización más apropiada de los cargadores de carriles

Es en trabajos donde se requieren volúmenes que varían entre 100 y 200 m<sup>3</sup> / hr. en la carga de camiones de volteo convencionales. Es por ello que sus capacidades varían entre 1.5 m<sup>3</sup> y 4.21 m<sup>3</sup>.

Para este rango de trabajo sus ventajas son claras en obras en que las condiciones del peso son malas (pesos lodosos o viscosos), y donde es necesaria una fuerza de ataque para la carga del material.

Su versatilidad consiste fundamentalmente en los aditamentos que se le pueden instalar como son el cucharón de descarga lateral, que permite trabajar en espacios muy reducidos donde no es posible maniobrar fácilmente. Otro aditamento de empleo frecuente es el escarificador ó arado que le permite aflojar ciertos materiales que luego va a cargar.

#### B.- Los cargadores montados sobre neumáticos

Se utilizan generalmente donde las condiciones de trabajo son buenas, es decir, donde se cuenta con pesos duros y secos y materiales sueltos, ya que en estas condiciones y gracias a las velocidades que pueden desarrollar, su maniobrabilidad tiene mayor producción que uno de carriles de su misma capacidad, y por consiguiente se obtiene un menor costo por m<sup>3</sup> de material movido.

Otra ventaja adicional, es que se pueden desplazar por su propio impulso, incluso por carreteras para ir de un frente de trabajo a otro, con lo que se evitan los gastos de fletes.

Los aspectos mecánicos de los cargadores frontales son muy semejantes a los de los tractores que llevan hoja topadora, por lo tanto las características de motor, embrague y lubricación son muy parecidas.

El cucharón tiene tres movimientos de trabajo, que se efectúan por medio de cilindros hidráulicos, que lo controlan a través de los brazos de empuje.

Esto se inclina ó gira mediante los cilindros hidráulicos.

En el apéndice VII se presentan las tres diferentes posiciones que tiene el cucharón al ataque de los materiales.

### **VI.2.- DESCRIPCION DEL CICLO DEL CARGADOR FRONTAL.**

La evolución del ciclo del traseo como maquinaria empleada en los trabajos de movimientos de tierras en que tiene que desarrollar las tres etapas

fundamentales; carga, acarreo y tendido, es un ciclo intermitente que opera en la misma forma que un tractor Bulldozer.

Si embargo, en el caso en que se emplee el trasvase únicamente como equipo de carga por contar con equipos auxiliares, para hacer los acarreos del material, ya sean camiones de volteo o vagones, será necesario analizar el ciclo de cada máquina en forma individual y más tarde integrarlos.

#### Descripción del ciclo del trasvase.

Primeramente el trasvase, se dirige hacia el banco del material, hasta llegar al sitio adecuado.

El cucharón ataca el frente del banco hasta llenarse, se embraga la velocidad de reversa para girar y quedar perpendicular al vehículo de carga y, enseguida el trasvase se dirigirá hacia el frente hasta acercarse al vehículo, para subir el cucharón y vaciar el material en la caja del equipo.

El cargador frontal girará hasta quedar nuevamente al frente del banco, para reiniciar otro ciclo hasta llenar en la capacidad deseada la caja de volteo.

Los camiones de volteo, una vez cargados iniciarán su ciclo para llevar el material hasta el lugar de tiro. Una vez tirado el material, el volteo emprenderá un giro de 180° para iniciar el retorno.

Una vez realizado el giro emprenderá el regreso y girará nuevamente para quedar colocado en su posición original.

En el esquema siguiente aparece el ciclo del cargador frontal y del equipo auxiliar de acarreo ya integrado y en el que se consideran el tiempo en que realiza su movimiento.

Durante el tiempo de acarreo y retorno del equipo auxiliar el cargador frontal quedará esperando a que regrese nuevamente. Lo que lógicamente encarece el costo del material movido, ya que la producción es mínima y el costo grande.

Si embargo, si se cuenta con una flota de equipos auxiliares, que permita tener un ciclo continuo de carga y acarreo, se incrementará la producción y disminuirá los costos por no tener el equipo parado.

Es conveniente que se encuentren relaciones perfectas entre el número de volteos necesarios para integrarlos a un ciclo de producción continua.

Esto dependerá de las condiciones siguientes: velocidad de carga de los volteos, capacidad de la caja y condiciones del camino

Es necesario valorar el tiempo en que se desarrollan en ciclo los volteos para diferentes distancias de acarreo.

Con lo cual se podrá obtener el número de vehículos necesarios para tener integrados los dos ciclos en forma perfecta.

#### Características del camión de volteo.

El camión de volteo, es el más conocido de los equipos para transporte del material. Esto se compone de cuatro partes principales.

1 - El chasis, en donde va el bastidor, muelles y ejes de las llantas.

2 - La máquina, que da la potencia y que se encuentra apoyada sobre el chasis.

3 - La cabina, del operador.

4.- El volteo, propiamente dicho incluye la caja, la puerta trasera, el sistema hidráulico y el protector de la cabina.

La caja que para efecto de nuestro estudio representa la parte de mayor importancia, pues en él, se encuentra depositado el material que ha sido cortado por el cargador, y que será transportado y tendido por el volteo, será la que analicemos con mayor cuidado.

La unidad de volteo, consta de caja, puerta, accesorios de la caja ( cadenas y pasadores), sistema elevador que incluye su propio bastidor, una bomba y válvula.

La caja, en su parte trasera lleva una puerta de doble acción, generalmente de mayor altura que las paredes de los costados. La caja y la puerta permanecen en posición horizontal y vertical respectivamente durante la carga y el transporte del material, para su vaciado, el operador accionará la palanca de control para que el sistema elevador empiece a trabajar levantando la caja por su parte delantera, el propio peso y la presión de la carga al deslizarse contra la puerta hacen que ésta gire hacia afuera, permitiendo que el material salga. El tendido del material podrá hacerse a camión parado si las necesidades así lo requieren, o el tendido del material se hará mientras el volteo está en marcha levantando este la caja. La capacidad de la caja podrá ser enrasada o calculada.

Existen diferentes tipos de camiones de volteo dependiendo del uso y del volumen de carga.

Algunos están diseñados para trabajos fuera de carretera, en donde las condiciones de tránsito son difíciles y tortuosas, por lo que generalmente están provistos de tracción en las cuatro ruedas.

Es conveniente hacer notar que la eficiencia de los camiones disminuye considerablemente, ante la presencia de lodo, pues las llantas se hunden o atascan por el peso de la carga.

### **VI.3.- ANÁLISIS DEL COSTO HORARIO**

#### **VI.3.1.- Máquina - Cargador Frontal sobre carriles Caterpillar 953-C**

Fecha: Marzo 1997

#### **I.- DATOS GENERALES**

Precio de adquisición - (V<sub>a</sub>)      \$ 1396371.60

Valor de rescate -      (V<sub>r</sub>)      (20% del valor de adquisición)

V<sub>r</sub> = (V<sub>a</sub>) 20% = \$ 279274.3

Tasa de interés - (i) = 18%

Vida económica      (V<sub>e</sub>):      5 años

Horas de trabajo por año (H<sub>a</sub>):      2000 Hr/ año

Motor Diesel de 410 H.P.

Factor de operación 75%

Factor de mantenimiento 4%

Potencia de operación = 0.75(410 H.P.) = 307.50 H.P. Op.



## 2.- CARGOS FIJOS.

### a.- Depreciación

$$D = \frac{V_n - V_r}{V_c \times H_n} = \frac{1396371.60 - 279274.3}{5 \times 2000} = \$111.71$$

### b.- Inversión

$$I = \frac{V_n + V_r}{2 H_n} = \frac{1396371.60 + 279274.3}{4,000} = \$279.27$$

### c.- Seguros

$$S = \frac{V_n + V_r}{2 H_n} = \frac{1396371.60 + 279274.3}{4,000} = \$418.91$$

### d.- Mantenimiento

$$M = QD = 0.4(111.71) = \$44.68$$

**Suma cargos fijos por hora = \$ 854.57**

## 3.- CARGOS POR CONSUMOS.

### a.- Combustible.

$$E = ePc$$

$$\text{Diesel} \quad E = 0.1514 \times 307.5 \text{ HP Op} \times \$ 2.62 / \text{lt} = \$121.98$$

### b.- Lubricantes Motor

$$L = aPc$$

Capacidad del cárter      C = 43 litros  
Cambios de aceite        t = 100 horas

$C/t = 0.43$   
(diesel)  $a = C/t \times 0.0035 \times 307.5 \text{ Hip Op} = 1.51 \text{ lit/hr.}$

$L = 1.51 \text{ lit} \times \$ 18.00 / \text{lit} = \$ 27.11$

**Suma consumos por hora = \$ 149.09**

#### **4.- CARGOS POR OPERACION**

Operador mayor Costo empresa = \$ 200.00/turno.

Factor de incremento al salario base = 1.55<sup>1</sup>

$O = \frac{\$200 / \text{turno}}{8 \text{ hrs} / \text{turno}} \times 1.55 = \$38.75 / \text{hora}$

**COSTO DE HORA MAQUINA TOTAL = \$ 1042.41**

### **VI.3.2 ANALISIS DEL COSTO HORARIO**

Máquina.- Camión de volteo Ford F-600

Fecha: Marzo 1997

#### **1.- DATOS GENERALES**

Precio de adquisición.- (V.a.) \$ 218,403.00

Valor de rescate - (V.r.) (20% del valor de adquisición)  
V.r. = (V.a.) 20% = \$ 43680.6

Tasa de interés (i) = 18%

Vida económica (V.e.): 5 años

<sup>1</sup> En el apéndice N° IV.- Se determina el factor de incremento al salario base.

Horas de trabajo por año(H.a.): 2000 Hr/ año

VII = valor de las flantas = \$2313.00

Motor Diesel de 200 H.P

Factor de operación 50 %

Factor de mantenimiento 4%

Potencia de operación = 0.50(200 H.P.) = 0.50(200) = 100 H.P. Op.

## 2.- CARGOS FIJOS.

a.- Depreciación:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e \times H_a} = \frac{218,103 - 43,680.6}{5 \times 2000} = \$17.47$$

b.- Inversión

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} = \frac{218,103 + 43,680.6}{4,000} = \$65.52$$

c.- Seguros

$$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} = \frac{218,103 + 43,680.6}{1,000} = \$65.52$$

d.- Mantenimiento

$$M = QD = 0.4(17.47) = \$6.99$$

**Suma cargos fijos por hora = \$ 133.66**

### 3.- CARGOS POR CONSUMOS.

#### a.- Combustible.

$$E = ePc$$

$$\text{Diesel} \quad E = 0.1514 \times 100 \text{ HP Op} \times \$ 2.62 / \text{lt.} = \quad \$ 39.6668$$

#### b.- Lubricantes Motor

$$L = nPc$$

Capacidad del cárter  $C = 8$  litros  
Cambios de aceite  $t = 100$  horas

$$C/t = 0.08$$

$$\text{(diesel)} \quad a = C/t \times 0.0035 \times 100 \text{ Hp Op} = 0.43 \text{ lt/ hr.}$$

$$L = 0.43 \text{ lt} \times \$ 18.00 / \text{lt} \quad \quad \quad \$ 7.74$$

#### c.- Juntas

$$JJ = VII/IIa$$

$$JJ = 2313 \div 2000 \quad \quad \quad = \$ 1.16$$

$$\text{Suma consumos por hora} = \quad \quad \quad \$ 48.57$$

### 4.- CARGOS POR OPERACION

.- Operador mayor  $\quad \quad \quad$  Costo empresa = \$ 200.00/turno.

Factor de incremento al salario base = 1.55<sup>2</sup>

$$O = \frac{\$ 200 / \text{turno}}{8 \text{ hrs} / \text{turno}} \times 1.55 \quad \quad \quad = \quad \$ 38.75 / \text{hora}$$

$$\text{COSTO DE HORA MAQUINA TOTAL} = \quad \quad \quad \$ 220.98$$

<sup>2</sup> En el apéndice N° IV. Se determina el factor de incremento al salario base.

**Cálculo de la producción de un cargador frontal**  
**Producción del cargador frontal Caterpillar 953-C**

**1 - Cálculo de la carga del cucharón**

- a - Se empleará un cucharón de uso "general", con una capacidad de 1.53 m<sup>3</sup>
- al - Capacidad de carga del cucharón

MATERIAL	CAPACIDAD DEL CUCHARÓN M <sup>3</sup> SUELOS	FACTOR VOLUMÉTRICO	CANTIDAD DE MATERIAL A CORTAR EN BANCO M <sup>3</sup>
Tierra seca	1.53	80	1.20
Roca (bien dinamitada)	1.53	0.60	0.918

**2 - Cálculo del tiempo del ciclo del traseo.**

2.1 - Tiempo de carga - Según recomendaciones del fabricante los tiempos de carga para materiales en banco constituidos principalmente por tierra, maces, piedras y roca bien dinamitada son de 0.20 minutos

2.2 - Los tiempos de maniobra que incluye la inversión en el recorrido básico, con cuatro cambios de sentido de marcha en los virajes, se considera un tiempo estimado según recomendaciones del fabricante de 0.22 minutos.

2.3 - Tiempo de descarga - Este dependerá del tamaño y resistencia del camión de volteo sobre el que se vacía el material. El fabricante recomienda tiempos que varían entre 0.04 y 0.07 de minuto. Tomando en consideración que se trata de especificaciones de los EEUU tomaremos el mayor de los tiempos.

3.- Tiempo total del ciclo interior del cargador frontal.- Será la suma de los tiempos de carga, descarga y maniobra.

4.- Tiempo de acarreo y retorno - Estos se obtienen por medio de la gráfica que aparece en el apéndice VI 2

5.- Tiempo total del ciclo.- Se obtiene como el resultado de sumar los tiempos de carga, acarreo retorno y maniobras.

6.- Tiempo del ciclo corregido - Se obtiene como resultado de multiplicar el tiempo total del ciclo, por su factor de eficiencia.

7.- Número de ciclos por hora - Será el resultado de dividir una hora entre el tiempo del ciclo corregido

8.- Factor de eficiencia del cucharón - Esta es una recomendación del fabricante, atendiendo a las características de carga para diferentes materiales

9.- Producción horaria.- Se obtiene como resultado de multiplicar la capacidad corregida de cucharón por el número de ciclos realizados por el cargador

10.- Costo del material movido - Será el resultado que se obtiene de dividir el costo horario entre la producción horaria.

Cálculo de la producción de un cargador frontal con equipo de acarreo.

Anteriormente, hemos hecho un análisis de cuál sería el ciclo del cargador frontal, trabajando éste en el corte, acarreo y tendido, también se había analizado cuál sería la secuencia de trabajo para el cargador frontal explotando el material y depositándolo en el camión de volteo, así se describió el ciclo de trabajo en ésta forma.

1.- Tiempo de cargado del camión de volteo. Se considera igual al del ciclo anterior del cargador frontal por considerarse que los tiempos de carga, maniobras y virajes son iguales, ya que desarrollan el mismo ciclo

2.- **Tiempos de acarreo del material.**- Se considerará a base de camiones de volteo de 8 metros cúbicos de capacidad, y se estimará de la siguiente forma:

a.- **Camino firme, liso, de tierra, con recubrimiento de ligero:**

velocidad promedio de acarreo cargado de 50 km / hr.  
velocidad promedio de retorno vacío de 60 km / hr.  
velocidad promedio de giro, incluye el volteo del material de 15 km / hr

b - **Camino de tierra con baches, surcos blandos, sin estabilizar.**

velocidad promedio de acarreo cargado de 4.0 km / hr.  
velocidad promedio de retorno vacío de 50 km / hr.  
velocidad promedio de giro incluye el volteo de material de 15 km / hr.

Los datos dados anteriormente son el resultado práctico de mediciones efectuadas por los vehículos en los diferentes tipos de caminos. Los tiempos de acarreo y retorno fueron calculados mediante la fórmula

$$V = d \cdot t$$

c - Retorno se calculo en igual forma que el inciso anterior

3- **Tiempos de giro y volteo del material.**

Se calcularon en la forma siguiente:

radio minimo de giro de 10 metros.

velocidad de giro con volteo de 15 km / hr.

distancia de giro  $2 \pi r / 2 = 31.40$  metros por cada giro

tiempo de giro de 00.12 de minuto

4.- Número de ciclos de carga.

El número de ciclos que necesitamos para el llenado del volteo se obtiene de dividir la capacidad del volteo entre la producción corregida por el ciclo del cargador frontal.

5.- Tiempo total del ciclo del volteo.

Será, por tanto, la suma de los tiempos de espera, acarreo, retorno, giros y maniobras.

6.- Tiempo total corregido

Se refiere al producto total del tiempo del ciclo por el factor de eficiencia.

7.- Números de ciclos por hora

Es el resultado de dividir los 60 minutos entre el tiempo total corregido del ciclo.

8.- La carga estimada del camión en metros cúbicos

Será el producto de multiplicar la capacidad corregida del cucharón por el número de ciclos de carga necesarios para llenar el volteo

9.- Número de unidades auxiliares requeridas

Es el resultado de dividir el tiempo del ciclo de volteo entre el tiempo corregido del ciclo del cargador frontal

10.- La producción por flotilla de tierra seca suelta

Es el resultado de multiplicar la producción del material por hora por el número de unidades requeridas para la distancia en estudio.

11.- Producción por flotilla.

Es el producto de multiplicar el número de volteos utilizados por su capacidad.

12.- Costo del material movido.

Se obtiene como resultado de dividir el costo horario entre la producción por flotilla.



I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
DISTANCIA	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO DE	TIEMPO	TIEMPO	Nº DE	CAPACIDAD	CAPACIDAD	FACTOR DE	CAP. EFECTIVA	CAP. EFECTIVA	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION
	ACARREO	RETORNO	CARGA Y	TOTAL DEL	CORREGIDO	CILOS	DEL CUCHARON	DEL CUCHARON	EFICIENCIA	CUCHARON	CUCHARON	HORARIA	HORARIA	HORARIA
m	Min	Min	MANOBRAS	CICLO	DEL CICLO	POR HORA	(TERRA)	(BOCA)	CUCHARON	(TERRA)	(BOCA)	(TERRA)	(TERRA)	(BOCA)
						VEDADO	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>				m <sup>3</sup> h / hr	m <sup>3</sup> h / hr	m <sup>3</sup> h / hr
10	0.10	0.09	0.42	0.61	0.81	74.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	71.84	89.28	89.28
20	0.21	0.18	0.42	0.81	1.00	86.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	82.20	100.00	100.00
30	0.30	0.25	0.42	0.91	1.21	98.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	97.02	117.00	117.00
40	0.40	0.31	0.42	1.00	1.40	110.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	111.00	136.31	136.31
50	0.57	0.39	0.42	1.12	1.59	122.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	120.00	150.00	150.00
60	0.66	0.31	0.42	1.27	1.80	134.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	131.00	170.00	170.00

**CALCULO DEL COSTO PARA MATERIAL DE ACARREO**

**EQUIPO: CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 953-C**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
DISTANCIA	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO DE	TIEMPO	TIEMPO	Nº DE	CAPACIDAD	CAPACIDAD	FACTOR DE	CAP. EFECTIVA	CAP. EFECTIVA	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	COSTO	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR
	ACARRIO	RETORNO	CARGA Y	TOTAL DEL	CONVERTIDO	CICLOS	DEL CUCHARON	DEL CUCHARON	EFICIENCIA	CUCHARON	CUCHARON	HORARIA	HORARIA	HORARIA	HORARIA	HORARIO	MOVIMIENTO	MOVIMIENTO	MOVIMIENTO
m	min	min	MANEJOS	CICLO	DEL CICLO	POR HORA	(TONEL)	(TONEL)	CUCHARON	(TONEL)	(TONEL)	TONEL/HY	TONEL/HY	TONEL/HY	TONEL/HY	\$	\$/TONEL	\$/TONEL	\$/TONEL
10	0.10	0.09	0.42	0.61	0.61	74.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	71.84	69.26	64.62	64.62	1002.41	14.67	17.39	20.7
20	0.21	0.18	0.42	0.81	1.00	56.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	63.26	60.86	56.62	56.62	1002.41	16.39	19.39	23.7
30	0.30	0.26	0.42	0.91	1.21	48.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	47.82	47.62	46.16	46.16	1002.41	21.64	26.09	28.1
40	0.40	0.31	0.42	1.00	1.40	42.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	41.00	40.31	31.24	31.24	1002.41	26.37	31.14	28.1
50	0.57	0.20	0.42	1.12	1.60	40.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	38.40	40.00	28.28	28.04	1002.41	27.16	28.00	28.1
60	0.60	0.21	0.42	1.27	1.80	32.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	31.00	37.00	24.00	26.02	1002.41	28.00	27.00	28.1

**CALCULO DEL COSTO PARA MATERIAL DE ACARREO**

EQUIPO:

CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 953-C

TABLA VI

VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI
TIEMPO CONSUMIDO DEL CICLO	Nº DE CICLOS POR HORA DE TRABAJO	CAPACIDAD DEL CUCHARON (TERRA) M <sup>3</sup>	CAPACIDAD DEL CUCHARON (ROCA) M <sup>3</sup>	FACTOR DE EFICIENCIA CUCHARON	CAP. EFECTIVA CUCHARON (TERRA)	CAP. EFECTIVA CUCHARON (ROCA)	PRODUCCION HORARIA (TERRA) M <sup>3</sup> /HR	PRODUCCION HORARIA (TERRA) M <sup>3</sup> /HR	PRODUCCION HORARIA (ROCA) M <sup>3</sup> /HR	PRODUCCION HORARIA (ROCA) M <sup>3</sup> /HR	COSTO HORARIO BOMBO	COSTO POR MOVIMIENTO (TERRA) \$/M <sup>3</sup>	COSTO POR MOVIMIENTO (TERRA) \$/M <sup>3</sup>	COSTO POR MOVIMIENTO (ROCA) \$/M <sup>3</sup>	COSTO POR MOVIMIENTO (ROCA) \$/M <sup>3</sup>
0.81	7.60	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	71.84	89.28	94.82	84.82	1082.91	14.87	12.38	18.88	18.88
1.00	6.50	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	63.28	83.81	88.82	88.82	1082.91	18.88	18.88	28.72	21.06
1.21	5.80	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	47.82	67.82	78.14	88.88	1082.91	21.88	18.88	28.88	28.88
1.40	4.70	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	41.88	68.21	21.24	27.88	1082.91	28.27	21.14	28.28	27.88
1.80	4.00	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	28.80	48.88	28.20	28.84	1082.91	27.18	23.88	28.78	28.78
1.80	28.80	1.20	0.81	0.80	0.80	0.73	21.88	27.88	24.88	28.82	1082.91	23.88	27.88	28.88	28.17

CARRO

ITAL CATERPILLAR 853-C

TABLA VII

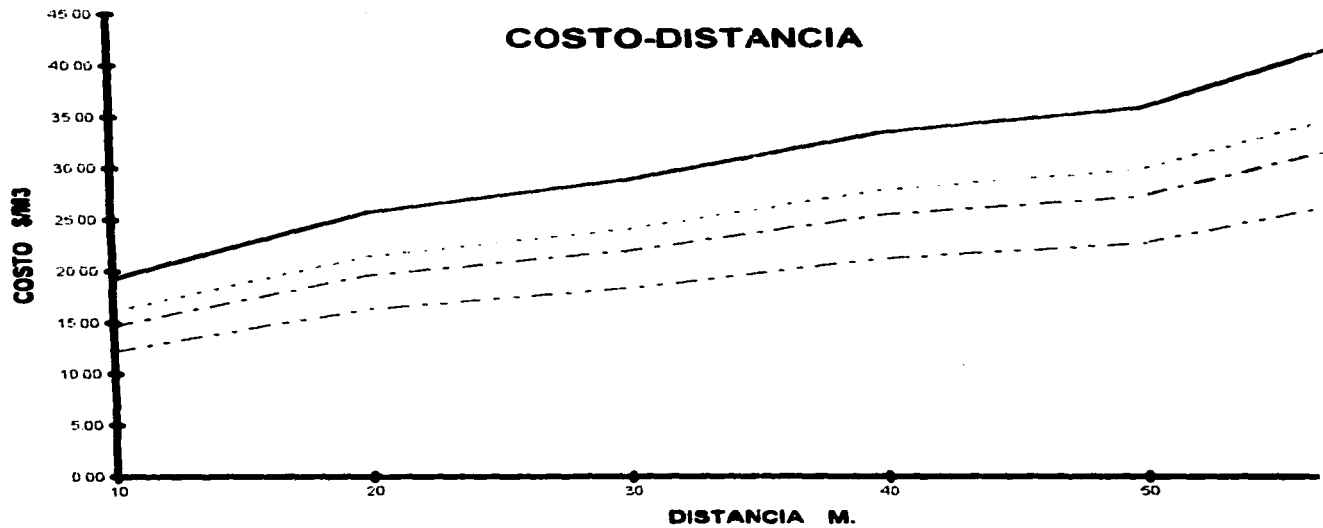
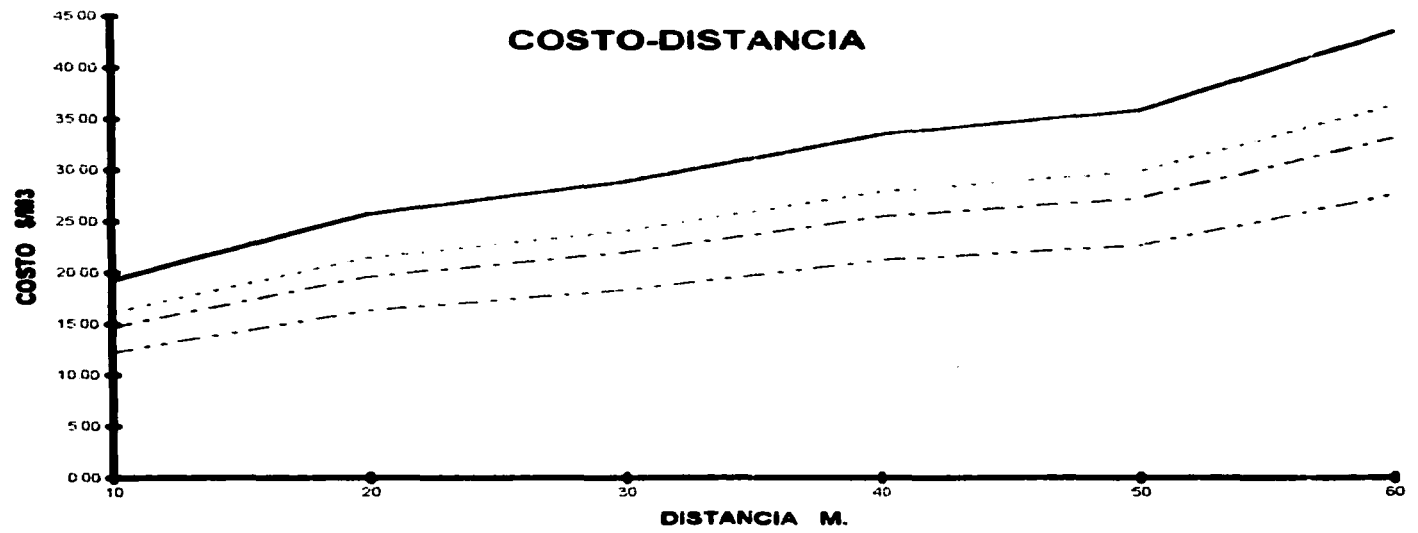


GRAFICO VIII

EQUIPO: CARGADOR  
FRONTAL  
CATERPILLAR 953-C



--- M3 b TIER 1  
--- M3 b TIER 2  
--- M3 b ROC  
--- M3 b ROC

GRAFICO VIII

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: CARGADOR  
FRONTAL  
CATERPILLAR 953-C

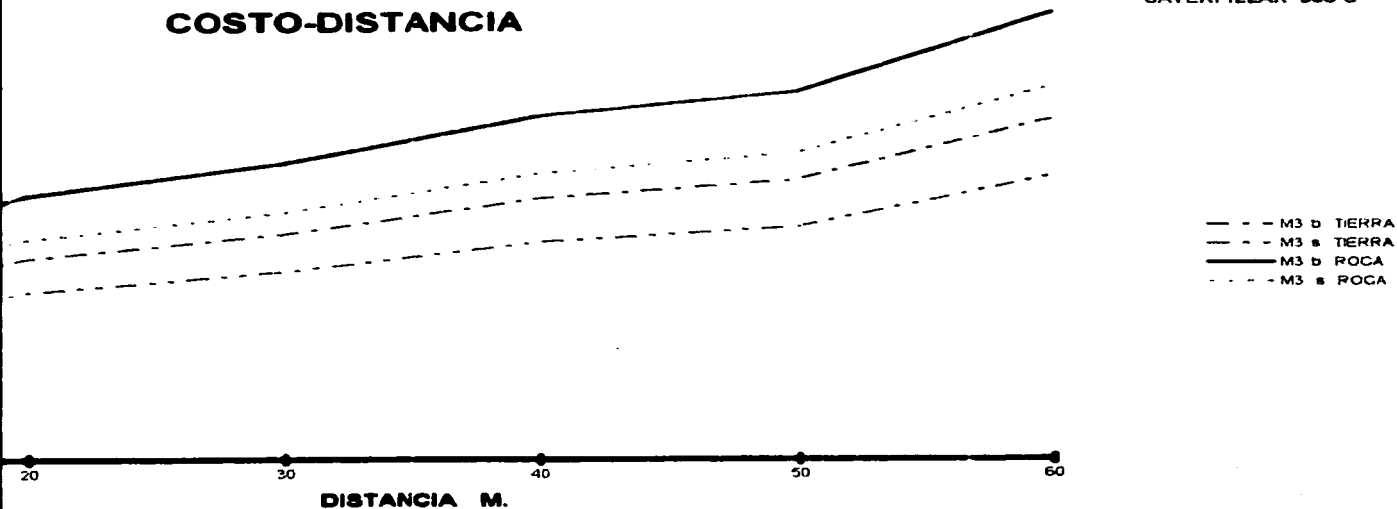


GRAFICO VIII

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
DISTANCIA	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	NP DE	TIEMPO DEL	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	NP DE	CAP DEL	CAP DEL	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	NP DE	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION
DE	DE	DE	DE	CICLOS PARA	CICLO DEL	TOTAL DE	TOTAL DEL	CORREGIDO	CICLOS	CACHARRON	CACHARRON	HOBARRA	HOBARRA	HOBARRA	HOBARRA	VOLTES	ROB FLOTTA	ROB FLOTTA	ROB FLOTTA
M	ACARRIO	RETORNO	GRUP	LLEVARO	CARRADOR	CARRA	CICLO	DEL CICLO	FOR HOBA	(TIERRA)	(TIERRA)	(TIERRA)	(TIERRA)	(TIERRA)	(TIERRA)	PZA	(TIERRA)	(TIERRA)	(TIERRA)
M	MH	MH	MH	UNIDAD	MH	MH	MH	MH	UNIDAD	M 3	M 3	M 3 B / M	M 3 B / M	M 3 B / M	M 3 B / M	M 3 B / M	M 3 B / M	M 3 B / M	M 3 B / M
100	0.12	0.19	0.24	7.99	0.99	3.43	3.99	0.17	11.99	1.70	0.99	97.62	121.77	79.89	121.99	6.99	999.99	799.92	17
200	0.24	0.38	0.49	7.99	0.99	3.43	4.22	0.91	19.99	1.70	0.99	99.99	112.29	73.99	123.12	6.99	999.79	673.99	18
300	0.36	0.56	0.74	7.99	0.99	3.43	4.77	0.74	0.99	1.70	0.99	79.44	99.39	94.31	197.13	7.99	999.11	699.13	19
1000	1.20	1.89	0.24	7.99	0.99	3.43	6.87	7.91	7.99	1.70	0.99	94.99	99.79	52.99	97.07	6.99	991.91	799.29	17
1000	1.89	1.99	0.24	7.99	0.99	3.43	6.87	9.27	9.97	1.70	0.99	99.27	97.99	94.91	73.33	11.99	999.99	747.99	19
2000	2.49	2.99	0.24	7.99	0.99	3.43	6.97	19.73	9.99	1.70	0.99	99.99	99.79	79.91	93.34	12.99	999.99	799.29	19
3000	3.99	2.99	0.29	7.99	0.99	3.43	9.17	12.79	4.92	1.70	0.99	47.39	21.99	39.99	99.79	14.99	979.99	799.19	19
4000	3.99	3.99	0.29	7.99	0.99	3.43	19.27	13.99	9.29	1.70	0.99	99.99	99.12	29.97	99.77	19.99	999.29	797.97	17
5000	4.29	3.99	0.24	7.99	0.99	3.43	11.37	13.12	3.97	1.70	0.99	33.32	47.99	99.99	94.99	17.99	999.99	799.29	17
6000	4.99	4.99	0.24	7.99	0.99	3.43	12.97	19.99	3.92	1.70	0.99	99.39	37.99	29.99	99.99	19.99	977.29	721.73	19
9000	3.99	4.99	0.24	7.99	0.99	3.43	13.97	19.99	3.32	1.70	0.99	27.93	34.91	22.91	37.97	21.99	999.99	739.99	17
9000	9.99	9.99	0.24	7.99	0.99	3.43	14.97	19.31	3.99	1.70	0.99	29.93	32.29	79.91	24.94	22.99	999.29	719.29	17
9000	7.29	9.99	0.24	7.99	0.99	3.43	19.97	22.44	2.97	1.70	0.99	22.49	29.99	19.19	29.29	29.29	999.99	799.99	17
7000	9.49	7.99	0.24	7.99	0.99	3.43	19.97	29.29	2.37	1.70	0.99	19.97	24.94	19.99	29.99	29.97	979.27	799.29	19
9000	9.99	9.99	0.24	7.99	0.99	3.43	21.27	29.29	2.12	1.70	0.99	17.92	22.27	19.92	29.99	32.99	979.11	713.99	19
9000	19.99	9.99	0.24	7.99	0.99	3.43	23.27	39.99	1.99	1.70	0.99	19.29	29.29	13.19	21.97	39.99	999.29	799.99	17
10000	12.99	19.99	0.24	7.99	0.99	3.43	29.97	24.14	1.79	1.70	0.99	14.79	19.49	11.99	19.91	39.99	979.73	799.99	19

**CALCULO COSTO MOVIMIENTO DEL MATERIAL**

**EQUIPO: CARGADOR FRONTAL 953-C  
CAMION DE VOLTEO F-800**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	
ESTACION	TIEMPO SE	TIEMPO SE	TIEMPO SE	MP DE CICLOS PARA LLEGAZO	TIEMPO DEL CICLO DEL CARRADOR	TIEMPO TOTAL DE CARRA	TIEMPO TOTAL DEL CICLO	TIEMPO CORREGIDO DEL CICLO	MP DE CICLOS POR HORA	CAP DEL CARRADOR TERRA	CAP DEL CARRADOR ROCA	PRODUCCION HERRAJA TERRA M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	PRODUCCION HERRAJA TERRA M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	PRODUCCION HERRAJA TERRA M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	PRODUCCION HERRAJA TERRA M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	MP DE VOLTEOS POR FLOTA	PRODUCCION POR FLOTA TERRA	PRODUCCION POR FLOTA TERRA	PRODUCCION POR FLOTA ROCA	PRODUCCION POR FLOTA ROCA	COSTO HERRAJA	COSTO HERRAJA	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL SEN	COSTO HERRAJA	COSTO HERRAJA	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL SEN	COSTO HERRAJA	COSTO HERRAJA
M	SE	SE	SE	LLEGAZO	MIN	SE	MIN	MIN	UNIDAD	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	PZA	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	M <sup>3</sup> D <sup>3</sup> / H	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
100	0.12	0.30	0.24	7.00	0.90	3.93	3.80	8.17	11.00	1.20	0.80	97.62	121.77	78.80	121.90	8.00	384.40	730.82	473.14	788.77	1042.01	238.80	1328.80	2888.20	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
200	0.20	0.20	0.24	7.00	0.90	3.93	4.22	3.91	18.80	1.20	0.80	99.80	112.20	72.80	121.12	9.00	388.70	873.98	488.16	788.77	1042.01	238.80	1328.80	2888.20	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
300	0.80	0.80	0.24	7.00	0.90	3.93	8.77	9.34	8.48	1.20	0.80	78.44	88.20	94.31	107.13	7.00	388.11	888.13	688.10	788.8	1042.01	238.80	1888.80	2888.27	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
400	1.20	1.80	0.24	7.00	0.90	3.93	8.87	7.81	7.80	1.20	0.80	84.88	88.70	32.28	87.07	8.00	382.01	788.28	473.24	788.17	1042.01	238.80	1888.80	2888.20	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
500	1.80	1.80	0.24	7.00	0.90	3.93	8.87	8.27	8.47	1.20	0.80	84.27	97.80	94.81	73.33	11.80	388.08	747.38	688.14	888.8	1042.01	238.80	2488.78	2888.27	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
600	2.80	2.80	0.24	7.00	0.90	3.93	8.07	18.73	8.88	1.20	0.80	88.88	88.70	38.07	88.24	12.00	388.40	788.28	688.18	788.15	1042.01	238.80	2888.78	2888.17	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
700	3.80	2.80	0.24	7.00	0.90	3.93	8.17	12.28	8.82	1.20	0.80	87.32	81.88	38.49	88.78	14.80	878.88	738.18	688.28	788.8	1042.01	238.80	2888.72	8188.13	7.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75
800	3.80	3.80	0.24	7.00	0.90	3.93	18.27	13.88	8.38	1.20	0.80	88.88	88.12	28.87	88.77	18.80	888.38	737.87	477.82	788.4	1042.01	238.80	2888.88	8888.88	7.75	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75
900	4.20	3.80	0.24	7.00	0.90	3.93	11.27	18.12	3.87	1.20	0.80	33.33	81.88	38.88	84.88	17.80	888.88	788.23	688.87	788.12	1042.01	238.80	2788.88	8888.88	8.67	8.67	8.67	8.67	8.67	8.67
1000	4.80	4.80	0.24	7.00	0.90	3.93	12.97	18.88	3.82	1.20	0.80	38.38	37.88	24.88	38.88	18.80	877.38	737.23	688.91	778.8	1042.01	238.80	4188.88	8888.88	8.80	7.80	8.80	7.80	8.80	7.80
1100	5.80	4.80	0.24	7.00	0.90	3.93	13.97	18.88	3.82	1.20	0.80	27.82	34.81	22.81	27.87	21.80	888.90	733.84	473.73	788.8	1042.01	238.80	4888.88	8888.88	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80	8.80
1200	6.80	5.80	0.24	7.00	0.90	3.93	14.87	18.21	3.88	1.20	0.80	28.82	32.28	24.81	34.84	22.00	888.28	718.28	688.88	788.12	1042.01	238.80	5888.88	8888.88	18.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28
1300	7.20	6.80	0.24	7.00	0.90	3.93	18.87	22.44	2.87	1.20	0.80	22.48	28.88	18.18	28.28	28.00	888.88	738.84	472.78	787.8	1042.01	238.80	8788.88	8888.88	11.88	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88
1400	8.80	7.80	0.24	7.00	0.90	3.93	18.87	28.28	2.27	1.20	0.80	18.87	24.28	18.88	28.88	28.00	878.27	738.24	688.88	777.88	1042.01	238.80	8888.88	7888.88	12.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88
1500	8.80	8.80	0.24	7.00	0.90	3.93	21.27	28.28	2.12	1.20	0.80	17.82	27.27	18.42	28.88	22.00	878.11	712.88	688.82	788.47	1042.01	238.80	7888.88	8888.88	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28
1600	18.80	8.80	0.24	7.00	0.90	3.93	23.27	28.88	1.88	1.20	0.80	18.28	27.28	12.18	21.87	28.00	888.28	732.82	473.88	788.18	1042.01	238.80	7888.88	8888.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88	18.88
1700	12.80	18.80	0.24	7.00	0.90	3.93	28.87	24.18	1.78	1.20	0.80	14.78	18.48	11.88	18.81	28.88	873.73	718.88	688.07	778.8	1042.01	238.80	8888.88	8888.88	18.78	18.78	18.78	18.78	18.78	18.78

**CALCULO COSTO MOVIMIENTO DEL MATERIAL**

**EQUIPO: CARGADOR FRONTAL 883-C  
CAMION DE VOLTEO F-800**



VI	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
TIEMPO	TIEMPO	W DE	CAP DEL	CAP DEL	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	W DE	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR	COSTO POR
TOTAL DEL	CONSIDERADO	CICLOS	CONDICION	CONDICION	HORARIA	HORARIA	HORARIA	HORARIA	VOLTAJE	PUR FLOTIA	POB FLOTIA	POB FLOTIA	POB FLOTIA	HORARIO	HORARIO	TOTAL	TOTAL DEL	CONSIDERADO	CONSIDERADO	CONSIDERADO	CONSIDERADO	CONSIDERADO	CONSIDERADO	CONSIDERADO	CONSIDERADO
CICLOS	DEL CICLO	FOR NOBA	ITERRAN	ROCAL	ITERRAN	ITERRAN	ROCAL	ROCAL	REUNIDOS	ITERRAN	ITERRAN	ROCAL	ROCAL	CABEZA	VOLTAJE	VOLTAJE	BARRO	ITERRAN	ITERRAN	ROCAL	ROCAL	ITERRAN	ITERRAN	ROCAL	ROCAL
DEL	DEL	UNIDAD	M 2	M 2	M 2 2 1/2	M 2 2 1/2	M 2 2 1/2	M 2 2 1/2	P 2 1/2	M 2 2 1/2	M 2 2 1/2	M 2 2 1/2	M 2 2 1/2	S	S	S	S	S / M 2 2 1/2	S / M 2 2 1/2	S / M 2 2 1/2	S / M 2 2 1/2	S / M 2 2 1/2	S / M 2 2 1/2	S / M 2 2 1/2	S / M 2 2 1/2
5.00	5.17	11.00	1.70	0.00	97.62	121.77	78.00	121.90	0.00	204.40	720.62	472.70	708.7	1042.41	220.00	1320.00	2200.20	4.00	3.20	0.01	3.00				
4.20	5.01	10.00	1.20	0.00	80.00	112.20	72.00	121.12	0.00	240.70	673.00	420.10	720.2	1042.41	220.00	1320.00	2200.20	4.00	3.52	0.52	3.20				
0.77	0.20	0.00	1.20	0.00	70.44	80.20	94.21	107.12	7.00	300.11	600.13	600.10	720.0	1042.41	220.00	1040.00	2000.27	0.00	3.70	0.70	3.00				
0.07	7.01	7.00	1.20	0.00	94.00	60.70	52.20	67.07	0.00	301.01	720.20	470.24	702.7	1042.41	220.00	1000.00	2001.23	0.22	4.17	0.00	3.07				
0.07	0.22	0.42	1.20	0.00	60.27	67.00	94.01	72.33	11.00	300.00	747.00	600.14	600.0	1042.41	220.00	2400.70	2073.10	0.01	0.00	7.17	4.21				
0.07	10.73	0.00	1.20	0.00	60.00	60.70	20.01	67.24	12.00	300.00	720.20	600.10	700.0	1042.41	220.00	2001.20	2004.17	0.00	0.20	0.10	0.00				
0.17	12.20	0.00	1.20	0.00	41.20	31.00	20.00	30.70	14.00	670.00	720.10	600.20	700.0	1042.41	220.00	2000.72	4100.12	7.10	0.72	0.00	0.00				
10.27	13.00	0.20	1.20	0.00	30.00	40.12	20.07	30.77	10.00	600.30	727.07	477.00	700.0	1042.41	220.00	2000.00	6070.00	7.70	0.20	0.00	0.70				
11.20	10.12	3.07	1.20	0.00	33.33	41.00	20.00	44.00	17.00	300.00	700.22	600.07	700.0	1042.41	220.00	2700.00	4700.07	0.47	0.70	10.00	0.00				
12.07	10.00	3.07	1.20	0.00	30.00	37.00	20.00	30.00	10.00	677.00	721.72	607.01	770.0	1042.41	220.00	4700.00	6011.00	0.00	7.20	11.21	0.72				
13.07	10.00	3.02	1.20	0.00	27.02	34.01	24.01	27.07	21.00	600.00	724.04	476.70	700.0	1042.41	220.00	6000.00	6000.00	0.00	7.70	11.07	7.10				
14.07	10.01	3.00	1.20	0.00	20.03	22.20	24.01	24.04	22.00	600.00	710.20	600.00	700.0	1042.41	220.00	6001.00	6002.07	10.00	0.21	12.00	7.70				
10.07	20.00	2.07	1.20	0.00	22.00	20.00	10.70	20.20	20.00	600.00	720.04	472.70	707.0	1042.41	220.00	6700.00	6707.00	11.02	0.20	14.20	0.00				
10.07	20.00	2.27	1.20	0.00	10.07	20.04	10.00	20.00	20.00	670.27	720.24	600.00	777.00	1042.41	220.00	6000.02	7000.72	12.00	10.00	10.07	0.00				
21.27	20.00	2.12	1.20	0.00	17.02	22.27	14.02	24.00	22.00	670.11	712.00	601.52	700.0	1042.41	220.00	7071.00	8113.77	14.00	11.20	17.00	10.00				
20.27	20.00	1.00	1.20	0.00	10.20	20.20	12.10	21.07	20.00	600.20	720.02	475.00	700.0	1042.41	220.00	7000.20	6007.00	10.00	12.20	10.00	11.20				
20.07	20.10	1.70	1.20	0.00	15.70	16.00	11.00	10.01	20.00	272.72	720.00	600.07	720.0	1042.41	220.00	6010.22	6000.00	10.70	12.02	20.70	12.00				

TABLE IX

## COSTO-DISTANCIA

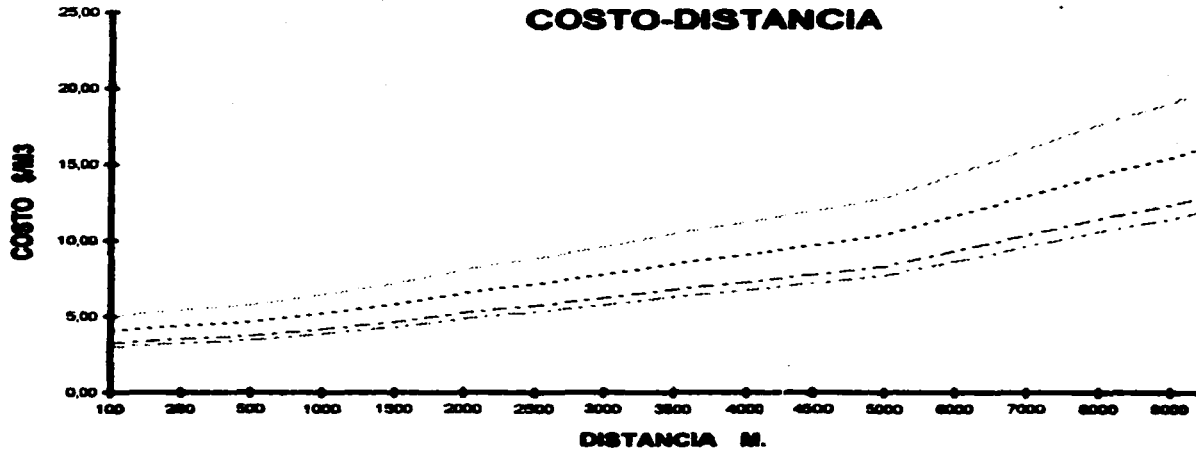
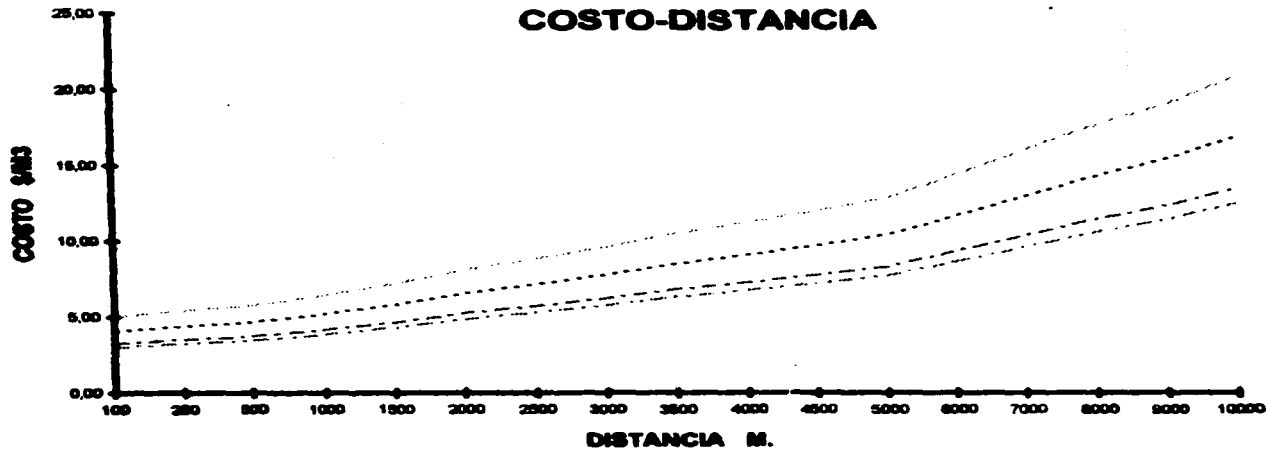


GRAFICO IX

# COSTO-DISTANCIA



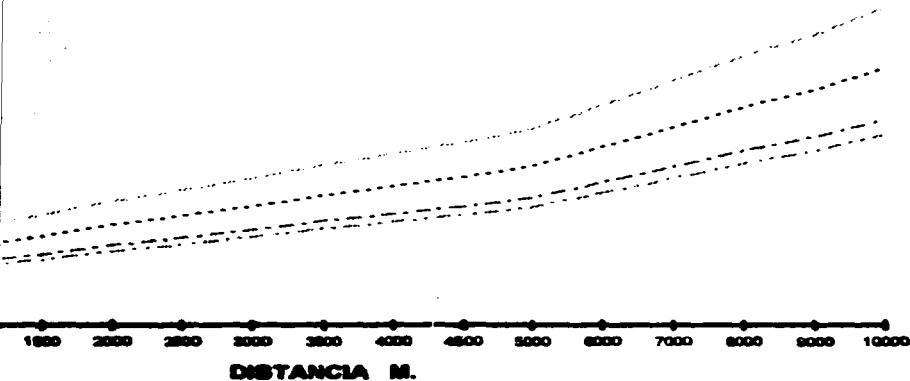
EQUIPO: CARGADOR  
FRONTAL 953-C  
CAMION DE VOLTEO F-600

- MS b TIERRA
- MS b TIERRA
- MS b ROCA
- MS b ROCA

GRAFICO IX

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: CARGADOR  
FRONTAL 953-C  
CAMION DE VOLTEO F-800



- M3 b TIERRA
- M3 a TIERRA
- M3 b ROCA
- M3 a ROCA

GRAFICO IX

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
DISTANCIA DE	TIEMPO DE	TIEMPO DE	TIEMPO DE	NP DS CICLOS PARA	TIEMPO DEL CICLO DEL CARRADOR	TIEMPO TOTAL DE CARRA	TIEMPO TOTAL DEL CICLO DEL CARRADOR	TIEMPO CORRER DEL CICLO POR HORA	NP DS CICLOS POR HORA	CAP DEL CARRADOR	CAP DEL CARRADOR	PRODUCCION HORARIA	PRODUCCION HORARIA	PRODUCCION HORARIA	PRODUCCION HORARIA	NP DS VOLTEOS	PRODUCCION POR FLOTA	
M	MM	MM	MM	UNIDAD	MM	MM	MM	MM	UNIDAD	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup> D / H	M <sup>3</sup> D / H	M <sup>3</sup> D / H	M <sup>3</sup> D / H	PZA	M <sup>3</sup> D / H	
100	9.13	9.12	9.29	7.00	9.99	3.42	3.89	9.29	11.99	1.20	0.80	86.18	129.22	77.88	129.71	9.99	677.69	721.89
200	9.27	9.26	9.24	7.00	9.99	3.43	4.29	9.77	19.39	1.20	0.80	87.32	189.19	79.89	117.77	7.89	911.21	796.91
300	9.79	9.69	9.24	7.00	9.99	3.43	5.92	9.89	9.89	1.20	0.80	79.89	94.39	91.11	191.82	9.89	994.99	796.89
1000	1.29	1.29	9.24	7.00	9.99	3.53	9.27	9.47	7.89	1.20	0.80	99.97	74.39	99.16	99.29	19.89	999.99	799.89
1000	2.29	1.89	9.24	7.00	9.99	3.53	7.87	19.29	9.89	1.20	0.80	99.47	91.79	99.99	99.89	12.89	999.89	799.99
2000	3.89	2.99	9.24	7.00	9.99	3.53	9.97	12.89	9.97	1.20	0.80	91.79	92.23	99.87	99.29	14.89	999.89	799.99
3000	3.79	3.89	9.24	7.00	9.99	3.53	19.27	13.79	9.29	1.20	0.80	99.99	99.89	99.99	99.29	13.89	999.19	999.17
4000	4.99	3.89	9.24	7.00	9.99	3.53	11.77	13.89	3.89	1.20	0.80	92.29	99.29	99.99	93.43	19.89	979.99	799.41
5000	8.29	4.29	9.24	7.00	9.99	3.53	13.97	17.39	3.99	1.20	0.80	99.89	99.29	92.17	99.11	29.89	979.87	799.89
6000	9.89	4.89	9.24	7.00	9.99	3.63	16.47	19.29	3.12	1.20	0.80	99.19	92.79	21.29	99.22	22.89	979.19	799.99
7000	9.79	5.99	9.24	7.89	9.99	3.93	18.77	29.97	2.89	1.20	0.80	24.89	29.99	19.99	32.41	24.89	979.71	799.89
8000	7.89	9.89	9.24	7.89	9.99	3.43	17.17	22.99	2.89	1.20	0.80	22.87	27.99	17.87	29.77	29.89	979.89	717.89
9000	9.89	7.29	9.24	7.89	9.99	3.93	19.87	29.99	2.27	1.20	0.80	19.87	23.89	19.99	29.72	39.89	972.19	719.17
10000	19.89	9.89	9.24	7.89	9.99	3.53	22.97	29.92	2.89	1.20	0.80	19.79	29.89	13.89	22.89	39.89	992.89	799.89
11000	13.89	9.89	9.24	7.89	9.99	3.93	29.27	39.81	1.79	1.20	0.80	19.89	49.79	12.19	29.29	39.89	999.89	791.89
12000	13.89	19.89	9.24	7.89	9.99	3.93	27.87	37.29	1.81	1.20	0.80	13.89	49.89	19.87	19.27	49.89	999.89	799.29
13000	12.89	12.89	9.24	7.89	9.99	3.53	29.87	49.79	1.47	1.20	0.80	12.89	19.89	19.89	19.87	99.21	999.21	799.89

CALCULO COSTO MOVIMIENTO PARA MATERIAL DE ACARREO

CONDICIONES:

CAMINO PAVIMENTADO

EQUIPO:

CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 989-C  
CARRON DE VOLTEO F-800

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	
ESTACION	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	NP DE	TIEMPO DEL	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	NP DE	CAP DEL	CAP DEL	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	PRODUCCION	NP DE	PRODUCCION	PRODUCCION	PREMIOS	PRODUCCION	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO
DE	DE	DE	DE	CICLOS PARA	CICLO DEL	TOTAL DE	TOTAL DEL	CONVERTIDO	CICLOS	CUMPLIMEN	CUMPLIMEN	HORARIA	HORARIA	HORARIA	HORARIA	VOLTES	FOR FLOTA	FOR FLOTA	FOR FLOTA	FOR FLOTA	HERRIDO	HERRIDO	TOTAL	TOTAL DEL	CONVERTIDO	CONVERTIDO
DE	DE	DE	DE	UNIDAD	SEÑ	SEÑ	SEÑ	SEÑ	UNIDAD	M 3	M 3	M 3 B / H	M 3 B / H	M 3 B / H	M 3 B / H	PZA	M 3 B / H	M 3 B / H	M 3 B / H	M 3 B / H	\$	\$	MIL DOL	MIL DOL	CENTENAS	CENTENAS
100	0.15	0.12	0.21	7.00	0.98	3.47	3.89	9.29	11.98	1.20	0.88	88.18	129.22	77.88	128.72	6.50	877.88	721.28	887.18	778.21	1982.41	238.88	1388.88	2888.28	6.18	1.18
200	0.27	0.26	0.25	7.00	0.98	3.43	4.24	8.77	10.39	1.20	0.88	87.32	168.14	79.88	117.77	7.80	811.21	788.81	888.78	828.71	1982.41	238.88	1888.88	2888.27	6.28	1.18
300	0.78	0.88	0.24	7.00	0.98	3.43	9.82	8.89	8.88	1.20	0.88	78.88	81.38	81.11	101.82	8.00	888.88	788.88	888.87	818.11	1982.41	238.88	1888.88	2888.28	6.88	1.18
1000	1.88	1.38	0.24	7.00	0.98	3.43	8.27	9.47	7.88	1.20	0.88	88.88	78.88	88.18	88.24	10.88	888.88	788.88	881.88	888.21	1982.41	238.88	2888.88	2888.21	8.87	1.18
1000	2.38	1.88	0.24	7.00	0.98	3.43	7.87	10.28	3.88	1.20	0.88	88.41	81.78	80.88	88.84	12.88	888.88	781.18	878.88	788.71	1982.41	238.88	2881.78	2888.77	8.28	1.18
2000	3.88	2.88	0.24	7.00	0.98	3.43	8.87	12.88	8.87	1.20	0.88	41.78	82.22	13.82	88.38	14.88	888.88	771.18	478.81	788.78	1982.41	238.88	2888.72	4888.12	7.87	1.18
2000	3.78	3.88	0.24	7.00	0.98	3.43	10.27	13.78	4.28	1.20	0.88	28.24	88.88	28.28	88.28	15.88	888.14	888.17	843.72	738.14	1982.41	238.88	2815.78	8887.11	7.88	1.18
2000	4.88	3.88	0.24	7.00	0.98	3.43	11.77	15.88	3.88	1.20	0.88	32.28	88.28	28.88	82.43	18.88	878.28	728.21	888.18	781.71	1982.41	238.88	2877.81	8888.88	8.88	1.18
2000	4.28	4.28	0.24	7.00	0.98	3.43	13.87	17.28	3.88	1.20	0.88	28.88	28.24	27.47	28.11	20.88	878.87	728.88	888.82	788.21	1982.41	238.88	4888.88	8888.81	8.88	1.18
4000	6.88	4.88	0.24	7.00	0.98	3.43	14.47	18.28	3.12	1.20	0.88	28.18	32.74	21.28	28.22	22.88	878.18	728.18	888.88	777.21	1982.41	238.88	8888.88	8888.87	10.28	1.18
4000	6.78	6.88	0.24	7.00	0.98	3.43	18.77	20.87	2.88	1.20	0.88	24.88	30.24	18.88	30.41	25.88	878.71	728.88	888.88	777.71	1982.41	238.88	8888.88	8888.88	11.88	1.18
4000	7.88	6.88	0.24	7.00	0.98	3.43	17.17	22.84	2.88	1.20	0.88	22.87	27.88	17.87	28.77	28.88	878.88	717.28	888.88	778.81	1982.41	238.88	8888.88	8888.88	11.88	1.18
4000	8.88	7.28	0.24	7.00	0.98	3.43	19.87	28.84	2.27	1.20	0.88	19.87	23.88	18.44	28.72	28.88	872.11	718.17	888.18	777.21	1982.41	238.88	8888.88	7888.21	12.88	1.18
7000	18.88	8.88	0.24	7.00	0.98	3.43	22.87	28.84	2.88	1.20	0.88	18.78	28.88	13.88	22.88	30.88	887.88	728.88	878.71	788.71	1982.41	238.88	7788.28	8888.21	14.88	1.18
8000	12.88	8.88	0.24	7.00	0.98	3.43	28.27	28.81	1.78	1.20	0.88	18.87	18.74	12.14	28.22	28.88	888.88	721.88	878.88	788.74	1982.41	238.88	8888.28	8888.88	18.88	1.18
8000	12.88	18.88	0.24	7.00	0.98	3.43	27.87	37.28	1.81	1.20	0.88	12.88	18.88	18.87	18.77	44.88	882.88	728.28	871.81	788.78	1982.41	238.88	8888.14	8888.88	18.18	1.18
10000	18.88	12.88	0.24	7.00	0.98	3.43	28.87	48.78	1.47	1.20	0.88	12.28	18.88	18.87	47.88	888.71	728.88	878.18	788.77	1982.41	238.88	8888.88	11888.47	18.88	1.18	

CALCULO COSTO MOVIMIENTO PARA MATERIAL DE ACARREO

CONDICIONES:

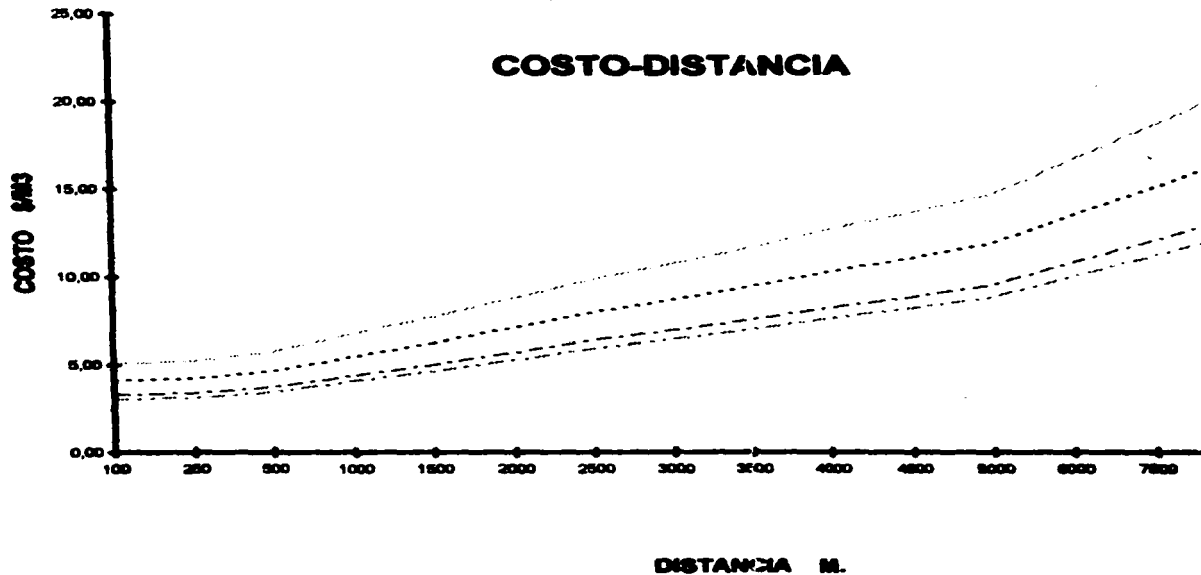
CAMINO PAVIMENTADO

EQUIPO:

CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 885-C  
CASSON DE VOLTEO F-880

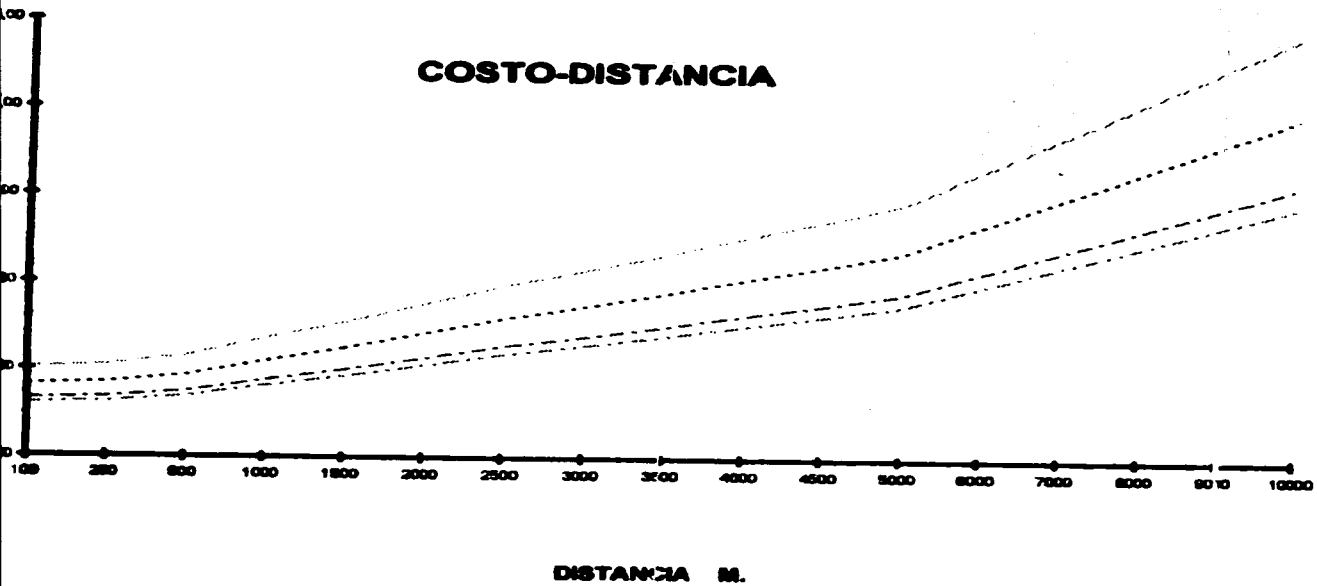


# COSTO-DISTANCIA





# COSTO-DISTANCIA



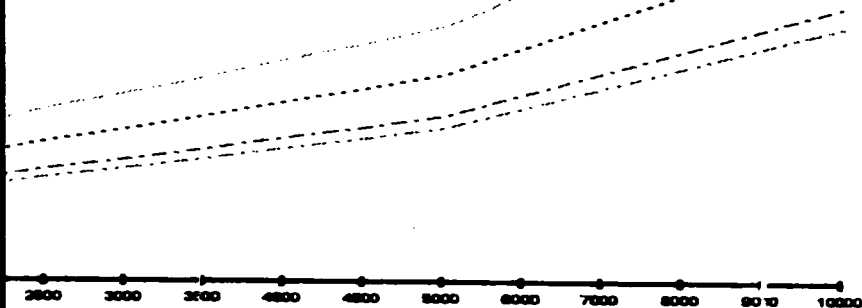
EQUIPO: CARGADOR  
FRONTAL CATERPILLAR 953-C  
CAMION DE VOLTEO F-600  
CONDICIONES: CAMINO  
PAVIMENTADO

- MS b TIERRA
- - - MS e TIERRA
- . - MS b ROCA
- - - MS e ROCA

GRAFICO X

# COSTO-DISTANCIA

EQUIPO: CARGADOR  
FRONTAL CATERPILLAR 953-C  
CAMION DE VOLTEO F-600  
CONDICIONES: CAMINO  
PAVIMENTADO



DISTANCIA M.

GRAFICO X

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

A través de los capítulos anteriores hemos podido observar las características de diferentes tipos de maquinarias que con mayor grado de empleo se utilizan en la construcción para los movimientos de tierras.

Hemos podido darnos cuenta a través de esto, el costo que nos arroja, el mover una unidad de material con cada uno de los diferentes equipos y para condiciones distintas de trabajo.

Un cálculo comparativo, es el que podemos apreciar con gran claridad el costo que nos representa mover los materiales, lo podemos obtener en el resumen del cálculo del costo de material movido o en su defecto, en la integración de las gráficas de "costo- distancia" que forman parte fundamental de éste trabajo.

Una explicación breve, sin embargo, permitirá fijar con mayor claridad las conclusiones, a las que podemos arribar después de haber realizado un estudio como el anterior.

1 - Movimiento de tierras empleando tractor Bulldozer. Se puede observar en la tabla comparativa como en las gráficas que en las distancias comprendidas entre 0.0 m y 0.80 m, el empleo del tractor es justificado por obtenerse un costo menor por unidad de material acarreado.

1.1 - Se puede observar con claridad, que el costo del material, tierra seca (tepetate) es menor que para roca bien dinamitada, por las siguientes razones:

- a.- Menor pérdida de material en el acarreo
- b.- Mayor producción de material por hora.

- c.- Mayor coeficiente de corrección a la producción.
- d.- Menor fricción entre el terreno y el material acarreado.

1.2 - Como ventajas en el empleo de este equipo podemos observar que los trabajos de corte, acarreo y tendido a distancias pequeñas arroja un costo bajo, por lo que normalmente en trabajos de carreteras se emplea a este equipo para movimientos hasta de cuatro estaciones. Lo cual estamos comprobando en este estudio.

2 - Movimiento de tierras empleando escarpas. Para este caso hemos analizado diferentes alternativas, que a continuación explicaremos.

2.1 - Condiciones de tránsito, podemos observar con claridad, que cuando las escarpas transitan por mejores caminos nos representa una mayor velocidad de operación, mayor número de ciclos y por lo tanto, una mayor producción horaria.

2.2 - Empleo de tractor empujador, hemos analizado las ventajas que podría tenerse con el empleo de un tractor empujador que permitiría desarrollar en menor tiempo los trabajos de corte.

En las escarpas de tipo standard, en que comúnmente es necesario el empleo de un empujador podemos observar que esto si reditúa en la obtención de una mayor producción, y por lo tanto un menor costo del material acarreado.

En las escarpas autoempujables en las que el empleo de un tractor empujador no disminuye considerablemente los tiempos de corte y si embargo si encarece el costo del material acarreado, no es aconsejable su empleo, debiéndose considerar únicamente su empleo, cuando el sistema de corte y carga de la escarpa sea adecuado para el tipo de material.

2.3 - Empleo de tractor Bulldozer con arado para alfoje del material. Podemos observar una franca ventaja en el empleo de ripper para el alfoje del material ya que esto facilita el corte del material y no incrementa en gran medida el costo del material acarreado.

Una clara ventaja se puede apreciar en costo del empleo de ripper contra la utilización de un tractor empujador.

2.4 - Comparación de costos. Es definitivo el considerar la gran ventaja que representa el empleo de las escrapas autocargables para materiales flojos ya que aún con la presencia de un tractor empujador los costos favorecen al equipo autocargable.

2.5 Diferencia de costo de acarreo en las materiales. Vemos en cualquiera de los casos que el costo de movimiento de la arena, es menor por las razones siguientes:

- a - Menor dureza del material
- b - Menor tiempo de carga
- c - Menor longitud de corte.
- d - Menor tiempo de ciclo
- e - Mayor productividad

Como gran desventaja de éste equipo se puede notar su alto costo de inversión y su baja productividad, por lo que su empleo únicamente es recomendable para distancias medias de acarreo y cuando sea necesario que desarrolle los trabajos de corte por no poderse contar con éstos equipos o de camiones de volteo.

3 - Cargador frontal. El empleo de este equipo para desarrollar trabajos de acarreo, no se aconseja por su mínima productividad a su alto costo.

Su uso únicamente será aconsejable cuando por condiciones ajenas sea necesario utilizarlo y no se tengan más opciones.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

4.- Cargador frontal y equipos de volteo. Vemos que para distancias que varíen a partir de 250 m. en adelante el empleo de éste equipo, es el más apropiado siempre y cuando las condiciones del banco así lo permitan.

4.1.- Serán competitivos y con grandes ventajas estos equipos por su baja inversión y grado de productividad que lógicamente dan como resultado el costo más bajo del material acarreado.

4.2.- La diferencia en los costos referentes a los materiales (tierra y roca) se ve repercutido por los siguientes factores

a.- Mayor factor de corrección para empleo de cucharón

b.- Menor número de ciclos de carga del cargador









c.- Mayor número de ciclos por hora.

4.3.- Las condiciones de tránsito en éste caso son francas y determinan en gran medida el incremento del costo por unidad de material acarreado, cuando las características del camino por donde circulan los equipos son desfavorables.




# A P E N D I C E S

Características



Tractores de Carriles-1

	No. Modelo	Peso de Embarcación*	Estrada
 <b>D4D</b>	65	18 600 lb (7 530 kg)	60" (1520 mm)
 <b>D5</b>	105	22 300 lb (10 100 kg)	74" (1880 mm)
 <b>D6C</b>	160	25 800 lb (11 690 kg)	74" (1880 mm)
 <b>D7F</b>	180	40 300 lb (18 300 kg)	78" (1980 mm)
 <b>DBH</b>	270	63 000 lb (28 100 kg)	84" (2130 mm)
 <b>D9G</b>	365	85 800 lb (38 900 kg)	90" (2280 mm)
 <b>DD9G</b>	770*	175 000 lb (79 000 kg)	90" (2280 mm)
 <b>D9G SxS</b>	770	193 500 lb (87 800 kg)	18" (4580 mm)

### MODELOS DE APLICACION ESPECIAL

	No. Modelo	Peso de Embarcación*	Estrada
 <b>D4D A.E.</b>	66	15 700 lb (7 100 kg)	60" (1520 mm)
 <b>D5 A.E.</b>	70	20 400 lb (9 300 kg)	74" (1880 mm)
 <b>D6C A.E.</b>	125	25 000 lb (11 300 kg)	74" (1880 mm)

### MODELOS DE BAJA PRESION EN EL SUELO

	No. Modelo	Peso de Embarcación*	Estrada
 <b>D5 B.P.S.</b>	93	26 000 lb (12 000 kg)	61" (1560 mm)
 <b>D4D B.P.S.</b>	65	18 500 lb (8 400 kg)	70" (1780 mm)






\*Incluye peso topógrafo y control de hidráulicos.



# CATERPILLAR

APENDICE VI - 1

Cartridges

	Power in hp or kw	Capacity in lb or kg	Area in sq ft or m <sup>2</sup>
 941B	70	22,700 lb (10,300 kg)	1 1/2 sq ft (0.15 m <sup>2</sup> )
 951C	95	27,000 lb (12,200 kg)	1 1/2 sq ft (0.15 m <sup>2</sup> )
 955L	130	30,000 lb (13,600 kg)	1 1/2-2 1/2 sq ft (0.20-0.27 m <sup>2</sup> )
 977L	190	42,000 lb (19,000 kg)	2 1/2-3 1/2 sq ft (0.27-0.38 m <sup>2</sup> )
 983	275	57,000 lb (25,700 kg)	4 1/2-5 1/2 sq ft (0.44-0.51 m <sup>2</sup> )



**General Purpose Shear** is made from wear resistant steel plate and having passed deep compression tests. The cutting edge and plate, bottom replaceable wear plates and reinforced hinge pins are heat treated to last longer. Right tooth up, left tooth down or short teeth optional. **Light Series** Shear is similar to the General Purpose Shear, is larger and designed to handle materials lighter than 2000 lb cu. yd. (1500 kg cu. m).

**Roach Shear** made of hard treated steel for high strength and long wear resistance. Designed for curving edge and penetration.



**Short Purpose Shear** can be used for loading, bulldozing and cleaning up debris. Right tooth with short teeth are optional.

**Side Group Shear** Jaws forward or to the left. Minimum turning, maximum production. Lower section can rotate 90 deg. Teeth with short tips are optional.







**Specifications Tractors-Trailers de Ruedas 5  
de los Modelos Actuales**

**ALL CAPACITIES IN U.S. GALLONS (Litros)**

Model	Lubricating System					Cooling	Fuel Tank Capacity
	Fuel	Compression	Transmission	Diff.	Fuel (Gross Vol.)		
5210	136	0	22	25	3.5	20	110
	7510	240	80	132	110	1700	110
5215	210	0.75	20	20	6	20.5	20
	1795	12.7	110	110	120	1100	100
5410	200	10	20	20	7	41	42
	1100	16.1	170	114	170	1100	110
5510	200	10	20	20	7	41	42
	1100	16.1	170	114	170	1100	110
5600	200	10	20	20	7	41	42
	1100	16.1	170	114	170	1100	110
5210 (1)	125	7.25	22	20	3.5	16	20
	1500	12.7	80	132	110	1610	110
5210 (1.5)	130	7.25	18	3	5	20.5	-
	1400	12.7	170	111	150	1700	-
5210 (1.5)	210	0.75	20	20	6	20.5	20
	1795	12.7	110	110	120	1100	100
5215 (1)	150	7.25	18	3	6	20.5	-
	1600	12.7	170	111	150	1700	-
5510 (1)	200	10	20	20	7	41	42
	1100	16.1	170	114	170	1100	110
5510 (1.5)	200	0.75	20	40	7	31	-
	1700	12.7	110	114	120	1170	-
56 (1)	300	10	20	40	7	41	20
	1100	16.1	170	114	170	1100	110
56 (1.5)	165	0.75	20	40	7	31	-
	1675	12.7	110	114	110	1110	-
513	65	3.25	7	0.5	-	10	20
	1245	17.3	120	120	-	100	100
520	125	0	22	25	3.5	20	20
	7510	240	80	132	110	1700	110
530	210	0.75	20	20	6	20.5	20
	1795	12.7	110	110	120	1100	100

(1) Fuel hydraulic system - steering & brakes (T) Tractor  
(\*) Different fuel tank size (S) Sump

Model	Type	Dimensions		
		610	670	630C
Frontal Clearance	- Incl	100 (110)	230 (240)	410 (380)
	- Excl	200	1000	1000
Fuel Tank Capacity	- In	200	10,000	1000
	- Excl	1700	10000	11000
Engine Model	- In	200	2400	0.343
	- Excl	11	22	32
Cylinder	- In	0.41	110.00	124.51
	- Excl	20.00	50.000	72.000
Height	- In	111.000	127.000	137.000
	- Excl	31.9"	41.1"	43.10"
Length	- In	0.700	112.675	113.000
	- Excl	0.9"	11.9"	11.4"
Width	- In	0.400	129.60	135.00
	- Excl	9.10"	12.7"	13.9"
Overall Width	- In	0.800	137.00	139.00
	- Excl	0.9"	11.9"	12.5"
Wheel Base	- In	0.400	135.61	134.10
	- Excl	20.70"	26.2"	27.9"
Sump Tank	- In	0.300	170.70	0.500
	- Excl	0.25"	7.7"	7.9"
Height of Cut	- In	1.000	12.05	10.60
	- Excl	0.9"	10.4"	10.3.5"
Weight	- In	0.400	13.00	13.00
	- Excl	17.200	40.000	41.000
Sump Capacity	- In	17000	21.700	130.000
	- Excl	11.000	22.200	20.400
Empty	- In	0.300	110.100	113.250
	- Excl	20.000	62.000	67.200
Weight	- In	111.000	120.000	130.000
	- Excl	20.200	54.000	70.000
Load	- In	110.000	120.000	130.000
	- Excl	4.70	5.70	5.70
Front Load	- In	4.70	5.70	5.70
	- Excl	0.70	4.70	4.70
Fuel Tank - 70	- In	10.000	10.000	10.000
	- Excl	10.000	10.000	10.000

DETERMINACION DEL FACTOR DE INCREMENTO AL SALARIO BASEL  
PARA OBTENER EL SALARIO REAL DE ACUERDO CON LA NUEVA  
LEY FEDERAL DEL TRABAJO

A.- DIAS NO LABORABLES AL AÑO

1.- DOMINGOS	52
2.- DESCANSOS OBLIGATORIOS:	
1° de Enero,	
5 de Febrero,	
21 de Marzo,	
1° de Mayo,	
16 de Septiembre,	
20 de Noviembre,	
1° de Diciembre, cada 6 años y	
25 de Diciembre	7.1/6
3 - VACACIONES	6
4.- FIESTAS EXTRAS:	
3 de Mayo,	
2 de Noviembre,	
12 de Diciembre y	
2 días santos	
	<u>6</u>
	71.1/6

B.- DIAS LABORABLES EN EL AÑO:

$$365 - 71.1 / 6 = 293.5 / 6$$

1.- PARA SALARIO MINIMO, DONDE EL TRABAJADOR CUBRE  
SU CUOTA POR SEGURO SOCIAL DE TRABAJADOR

A.- COSTO PAGADO POR EL PATRON.

$$1.- SALARIO BASE ANUAL: 365 \times 93.00 = \$ 33,945.00$$

2 - SOBRE SUELDO EN VACACIONES  
6 DIAS AL AÑO

$$0.25 \times 558$$

$$6 \times 93 = 558$$

$$= 139.50$$

3 - AGUINALDO: 15 DIAS X 93.00

$$= 1,395.00$$

$$\underline{\$ 35,479.50}$$

TOTAL PERCIBIDO POR EL TRABAJADOR.

4.- CUOTA SEGURO SOCIAL: 33,945.0 x 15

$$= \$ 5,091.75$$

5.- FONDO NACIONAL DE VIVIENDA 5%

$$0.05 \times 33,945.00$$

$$= \$ 1,697.25$$

$$\underline{\$ 42,268.50}$$

B. - SALARIO REAL:

$$\underline{42,268.50}$$

$$293,8333$$

$$= 144.34 / \text{DIAS LABORABLES}$$

C. - FACTOR INCREMENTO AL "SALARIO BASE" PARA  
OBTENER EL SALARIO REAL:














$$\underline{144.34}$$

$$93.00$$

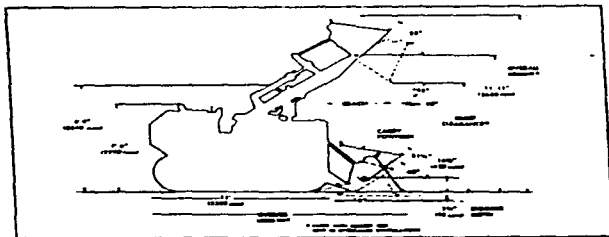
$$= 1.55$$

Tractor Trailla de Ruedas 1

APENDICE IV - 3

Standard	hp en el Volante	Capacidad A. res/cortado	Velocidad Máxima
 621	300	14/20 vd <sup>1</sup> (10.7/15.3 m <sup>2</sup> )	30 mph (48.3 km/h)
 631C	415	21/30 vd <sup>1</sup> (16.2/23 m <sup>2</sup> )	32 mph (51.5 km/h)
 641B	550	28/38 vd <sup>1</sup> (21.4/29.0 m <sup>2</sup> )	31 mph (49.8 km/h)
 650B	550	22/44 vd <sup>1</sup> (24.5/33.6 m <sup>2</sup> )	43 mph (69.2 km/h)
 651B	550	22/44 vd <sup>1</sup> (24.5/33.6 m <sup>2</sup> )	33 mph (53.1 km/h)
 660B	550	40/54 vd <sup>1</sup> (30.6/41.3 m <sup>2</sup> )	43 mph (69.2 km/h)
<b>De Potencia Tambien</b>			
 627	450	14/20 vd <sup>1</sup> (10.7/15.3 m <sup>2</sup> )	32 mph (51.5 km/h)
 637	640	21/30 vd <sup>1</sup> (16.2/23 m <sup>2</sup> )	33 mph (53.1 km/h)
 657B	950	22/44 vd <sup>1</sup> (24.5/33.6 m <sup>2</sup> )	33 mph (53.1 km/h)
 666B	950	40/54 vd <sup>1</sup> (30.6/41.3 m <sup>2</sup> )	43 mph (69.2 km/h)
<b>TRAILLAS ELEVADORAS (Autolevadoras)</b>			
	hp en el Volante	Capacidad Cortada	Velocidad Máxima
 613	150	11 vd <sup>1</sup> (8.4 m <sup>2</sup> )	26.2 mph (42.2 km/h)
 621y	300	21.5 vd <sup>1</sup> (16.8 m <sup>2</sup> )	30 mph (48.3 km/h)
 633C	415	27 vd <sup>1</sup> (24.5 m <sup>2</sup> )	33 mph (53.1 km/h)

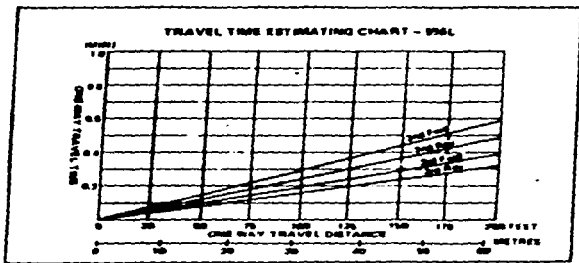
APENDICE VI - 1



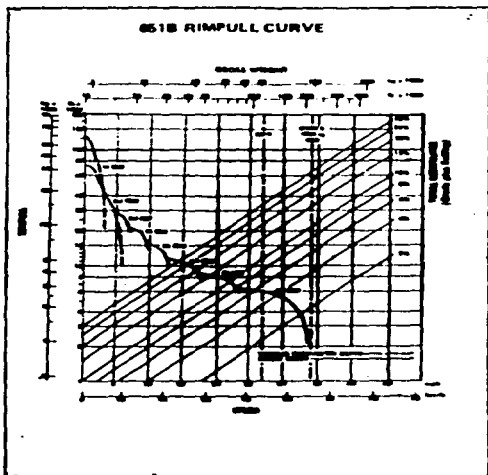
2 Cargadores de Carriles

Características

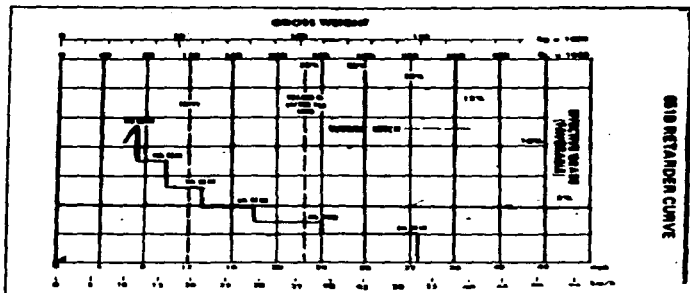
Bucket Type	General Purpose 2 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )	Light Mediumsize 2 1/2 cu. yd. (1.28 m <sup>3</sup> )	Basic 2 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )	Wide Stump 2 1/2 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )	Wide Purpose 2 1/2 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )
Capacity, Straight §	1.09 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )	1.09 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )	1.26 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )	1.26 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )	1.26 cu. yd. (1.26 m <sup>3</sup> )
Cutting Edge Type	Straight	Straight	Beveled "V"	Straight	Straight
Width	60 in. (1525 mm)	60 in. (1525 mm)	60 in. (1525 mm)	60 in. (1525 mm)	60 in. (1525 mm)
Teeth	6 optional, bolt-on with replaceable tips	6 optional, bolt-on with replaceable tips	none available	6 optional, bolt-on with replaceable tips	6 optional, bolt-on with replaceable tips
Dump Churns @ Full Lift and 60° Discharge §	0 0"	0 0"	0 0"	0 0"	0 0"
Reach @ 60° Discharge Angle, 7 (2130 mm) Churns	5 3"	5 3"	5 3"	5 0"	5 0"
Reach @ Full Lift and 60° Discharge §	3 10"	4"	4 1"	4 0"	3 0"
Overall Length §	16 3"	16 0"	16 0"	16 11"	16 7"
Overall Height §	16 3"	16 0"	16 11"	16 11"	15 0"
Static Tipping Load * §	18,630 lb. (8460 kg)	18,300 lb. (8340 kg)	17,500 lb. (7930 kg)	18,600 lb. (8430 kg)	17,800 lb. (8030 kg)
Breakout Force §	22,170 lb. (10000 kg)	21,120 lb. (9580 kg)	19,970 lb. (9050 kg)	19,720 lb. (8950 kg)	22,800 lb. (10300 kg)
Operating Weight §	30,700 lb. (13900 kg)	30,400 lb. (13800 kg)	30,600 lb. (13900 kg)	31,300 lb. (14200 kg)	31,600 lb. (14300 kg)



APENDICE VI - 2

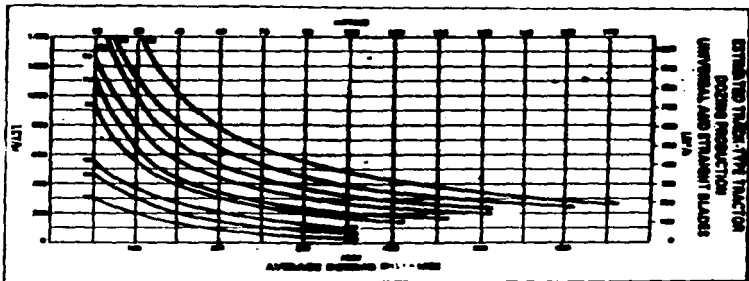


APENDICE V - 3



APENDICE V - 6





APENDICE V - 4

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS                      Herbar L. Nicholls  
CECSA
- 2 - MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR 1975
- 3 - "APUNTES DEL CURSO "MOVIMIENTO DE TIERRAS".  
Centro de educación continua, división de estudios superiores de la  
Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1974
- 4 - MOVIMIENTO DE TIERRAS  
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A. C.
- 5 - BASIC ESTIMATING  
International and Hourly
- 6 - ESTIMACION DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION.  
Editorial Duna, 1970                      Robert L. Penford
- 7 - MANUAL DEL VENDEDOR CATERPILLAR.                      1997
- 8 - ANÁLISIS ECONOMICO PARA LA DIRECCION DE EMPRESAS.  
Boletín informativo                      Mayo                      1976
- 9 - CLASIFICACION DE EQUIPO Y COMPRA DE MAQUINARIA  
Trabajo elaborado por el congreso de Maquinaria del Grupo Ingenieros  
Civiles Asociados, S.A.