

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

UTILIZACION DE LA CURVA MASA EN LA  
SELECCION DE EQUIPO DE TERRACERIAS

T E S I S  
que para obtener el título de  
*I N G E N I E R O C I V I L*  
p r e s e n t a :  
FERNANDO TADEO DE LA PARRA

México, D. F.

1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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  
DE ALENMA

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-411

Señor FERNANDO TADEO DE LA PARRA,  
P r e s e n t e .

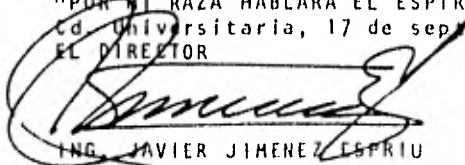
En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Carlos Manuel Chávarri M., para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"UTILIZACION DE LA CURVA MASA EN LA SELECCION DE EQUIPO DE TERRACERIAS"

- I. Introducción.
- II. Proyecto de la rasante y movimiento de terracerías.
- III. Selección de equipo de terracerías.
- IV. Ejemplo.
- V. Conclusión.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, 17 de septiembre 1982  
EL DIRECTOR

  
ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

JJE/0411/sér

UTILIZACION DE LA CURVA MASA EN LA SELECCION DE EQUIPO DE TERRACERIAS.

I.- INTRODUCCION.

II.- PROYECTO DE LA RASANTE Y MOVIMIENTO DE TERRACERIAS.

II.1.- RASANTE.

II.2.- DETERMINACION DE AREAS.

II.3.- CALCULO DE VOLUMENES.

II.4.- CURVA MASA.

III.- SELECCION DE EQUIPO DE TERRACERIAS.

III.1.- ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA  
BULLDOZER D 8 K.

III.2.- ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA.  
MOTOESCREPAS 621-B Y 627-B PUSH-PULL.

III.3.- ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA.  
CARGADOR FRONTAL 977-L Y CAMIONES G.M.C. 6m3.

IV.- EJEMPLO.

V.- CONCLUSIONES.

CAPITULO I

## I I N T R O D U C C I O N

Dentro de los factores de costo, de vías terrestres el movimiento de tierras, incide fuertemente dada la orografía del territorio nacional, por lo cual, deben ser muy desarrolladas lo que implica un mayor movimiento de tierras.

Tradicionalmente la selección del equipo para el movimiento de tierras se ha basado en la experiencia del constructor y muchas veces, sin un estudio previo de maquinaria, dando por resultado una gran variación en los precios promedio por m<sup>3</sup>., de tierra removida.

En los últimos años, la S.A.H.O.P., ha normalizado el procedimiento para la determinación de costos unitarios, con base en un análisis de la curva - masa y de la maquinaria disponible en el mercado.

Dado que las características de la maquinaria varían constantemente en un sentido ascendente, esto es, son más rápidas, de mayor capacidad, con mayor potencia y de mayor maniobrabilidad, esto obliga a una constante revisión del procedimiento, haciendo intervenir las nuevas variables que arrojan las nuevas maquinarias.

Este tipo de análisis no puede ser puramente teórico pues las características del terreno varían de un tramo a otro de carretera, lo que daría por resultado un modelo sumamente complejo que previera todas las alternativas, ade

más de que ningún constructor cuenta con toda la gama de maquinaria existente.

Es por lo tanto necesario ejemplificar este procedimiento, con un ejemplo práctico, como el tratado en este estudio.

Es intención de que estas notas sean además la base de uno de los temas de la materia Construcción II, por lo que el ejemplo práctico resulta indispensable.

De ninguna manera se piensa que este trabajo esté completo y perfecto; - sino que se pretende sea el inicio de una labor de constante revisión y actualización, pero que permite una base racional a la planeación y análisis de costos del movimiento de tierras en la construcción de vías terrestres.

CAPITULO II



## PROYECTO DE LA RASANTE

Al iniciarse el estudio de la rasante, en un tramo, se deben analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos sobre la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere, para dar cabida a las estructuras.

La rasante, es el perfil de las terracerías del camino, compuesta por una serie de líneas rectas, que son las pendientes, unidas por arcos de curvas parabólicas verticales; las líneas rectas son tangentes a las curvas verticales.

Las pendientes máximas serán las que correspondan para el tipo de camino proyectado y la clase de terreno atravesado.

Según el sentido del cadenamiento, las pendientes ascendentes se marcarán como positivas y las descendentes como negativas.

La línea proyectada para rasante compensará en todo lo más posible, los cortes con los terraplenes en el sentido longitudinal y transversal.

La rasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción la operación y conservación del camino una vez abierto el tránsito.

Normalmente se trata de determinar la rasante económica por el costo de construcción, ya que éste es el concepto que presenta mayor variación.

Bajo este aspecto, para el proyecto de la rasante económica hay que tomar en--

cuenta que:

La rasante debe cumplir con las especificaciones de proyecto geométrico dadas.

En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos en el anteproyecto. No obstante habrá casos en que por necesidades se requiera modificarlo.

La rasante a proyectar debe permitir alojar las estructuras y su elevación debe -- ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

Los elementos que definen el proyecto de la rasante económica son los siguientes:

- a) Condiciones Topográficas
- b) Condiciones Geotécnicas
- c) Rasante Mínima
- d) Costo de Terracerías

#### CONDICIONES TOPOGRAFICAS.-

- De acuerdo con su configuración se dividen en tres grupos que son plano,-
- lomerío y montañoso.
  
- Se considera terreno plano a aquel cuyo perfil tiene pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con poca pendiente transversal o nula; el proyecto de la rasante será generalmente en terraplen, sensiblemente paralela al terreno, con altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos laminares, así como dar cabida a-

- las estructuras.

En este tipo de condición topográfica, la compensación longitudinal o transversal de las terracerías casi nunca se presenta, salvo casos excepcionales,-- por lo cual los terraplenes estarán formados con material de préstamo, de banco o lateral.

En el proyecto se marcan estos tramos con visibilidad de rebase y no presenta ninguna dificultad por lo que respecta al alineamiento horizontal y vertical.

- Como lomerío, se considera el terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de  $25^\circ$ ; el proyectista estudiará la rasante combinando las pendientes especificadas, obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes, para formar-- terraplenes.

Son características en este tipo de terreno, el hecho de que no existe mucho problema en dejar el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas, los pasos a desnivel y los puentes; la compensación longitudinal de-- las terracerías en tramos de gran longitud y la más importante, el proyecto de la rasante a base de contrapendientes.

Cuando la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto del alineamiento vertical, se necesita reconsiderar, se ocasiona un incremento en el volu-

- men de tierras que se van a mover.
- Como montañosos, se considera el terreno que ofrece pendientes transversales mayores de  $25^\circ$ , caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo — perfil obliga a grandes movimientos de terracería. El proyecto de la rasante queda generalmente condicionado a la pendiente transversal del terreno y el análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en balcón.

Son características del terreno montañoso, el empleo frecuente de las especificaciones máximas tanto en el alineamiento horizontal como en el vertical, la facilidad de disponer de espacio libre para dar cabida a las estructuras, — la presencia en el diagrama de masas de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierras a mover, la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio, y el alto costo de construcción resultante, si se quiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

Cuando la pendiente transversal es excesiva y exista la necesidad de alojar en firme la corona del camino, debe estudiarse la construcción de muros de contención o de viaductos con el propósito de tener el menor costo del tramo para la elevación de la rasante, en ocasiones el proyecto de un túnel — puede ser otra solución conveniente.

#### CONDICIONES GEOTECNICAS.-

- La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se loca

- liza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la rasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de la terracería, servirán de apoyo al camino.
- La elevación de la rasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.
- Las especificaciones generales de construcción S.O.P., clasifica los materiales de terracerías como A, B y C; por el uso que va a tener en la formación de terraplenes, los clasifican en materiales compactables y no compactables.
- Material tipo "A".- Es el blando que puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano, bulldozer accionado con tractor de ciento diez, (110) H.P., de potencia en la barra, o con escrepa jalada con tractor, no requiriéndose el uso de explosivos, arados o escarificadores, aún cuando por conveniencia se usen estos, los materiales mas comúnmente clasificados como "A" son:
  - Los suelos poco o nada cementados, con rocas hasta de 7.5 cms.
  - Las Tierras Vegetables.
  - Arcillas Blandas.
  - Limos.
  - Arenas.
- Materiales Arcillo-Arenoso Blandos.

Gravas con diámetro menor de 3 cms.

- Material tipo "B". Es el que sin uso de explosivos sólo puede ser otocado -- con pala mecánico de 1 m<sup>3</sup>, o con arado escorificador de 5 toneladas. Puede utilizarse explosivos según convenga para facilitar la excavación. Los materiales más comúnmente clasificados como "B" son:

Piedras sueltas menos de 3/4 de metro cúbico y mayores de 3 cms de diámetro.

Areniscas Blandas.

Aglomerados.

Conglomerados Débilmente Cemantados

Tepetate Duro.

Boleo.

- Material tipo "C".- Es el que sólo puede removerse mediante el uso de explosivos, como piedras sueltas que aisladamente midan más de 3/4 de metro cúbico, y cuando este material esté alternado con otras mas suoves, debe --- constituir por lo menos el 75% del volumen total cubicado en cada estación, si los volúmenes de material no llegan a ese 75%, los distintos materiales -- encontrados se clasificarán separadamente.

Un material se considera compactable cuando es posible controlar su compactación por alguna de las pruebas de laboratorio usables en la S.O.P., en caso contrario se considera no compactable, al material no compactable general

- mente producto de los cortes, se le aplica el tratamiento de bandeo al emplearse en la formación de los terraplenes, tratamiento de que tiene por objeto lograr un mejor acomodo de los fragmentos reduciendo los vacíos u hoquedades; dentro de este grupo quedan incluidos los materiales clasificados como "C" y aquéllos cuya clasificación es debida a la presencia de fragmentos medianos y grandes.
- Se deben conocer las principales propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos de su clasificación darán los fines de presupuesto y que tratamiento se les puede dar.

#### II.1.-

#### RASANTE MINIMA.

- Es la elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, al que la rasante económica debe ajustarse. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

- 1.- Obras Menores.
- 2.- Puentes.
- 3.- Zonas de Inundación.
- 4.- Intersecciones.

- - Obras Menores -

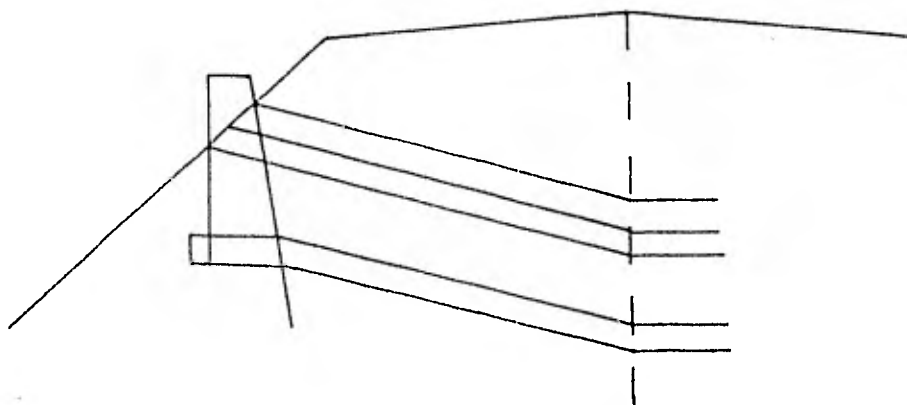
Para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, se necesita que el estudio de la rasante, no rebase la elevación mínima que necesita el proyecto de las alcantarillas, esto es absolutamente necesario en terrenos planos pues en terrenos de lomerío

- - y montañoso rara vez habrá que tomar en cuenta la elevación mínima.
- - Por las condiciones que este tipo de terrenos impone y normalmente -- existirá espacio vertical suficiente y necesario para las obras menores.
- - La Metodología para determinar la elevación a la cual debe encontrarse la rasante, está en función de las características propias de la alcantarilla, de la sección de construcción, la elevación del desplante, la pendiente según el eje de la obra, el colchón mínimo, la altura de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona y las pendientes longitudinales y transversales de la obra.
- - Se llama alcantarilla a la estructura menor de 10 metros de claro total, tales como los tubos, las losas de concreto, las bóvedas sean simples, gemelas o bien múltiples, los cajones, etc., y las de claro mayor pero con colchón.
- - A las estructuras de concreto armado que tienen varias celdas. Este tipo se usa generalmente en terrenos que tienen poca resistencia, como es el caso de pantanos, y cuando la altura del colchón es moderada y la extensión del cauce muy grande, tienen la desventaja de ser de un proceso constructivo muy lento y además muy costoso.
- - Existen otros tipos de alcantarillas regidas por condiciones distintas de las hidráulicas, como son las de alivio. Su diámetro se fija únicamen-

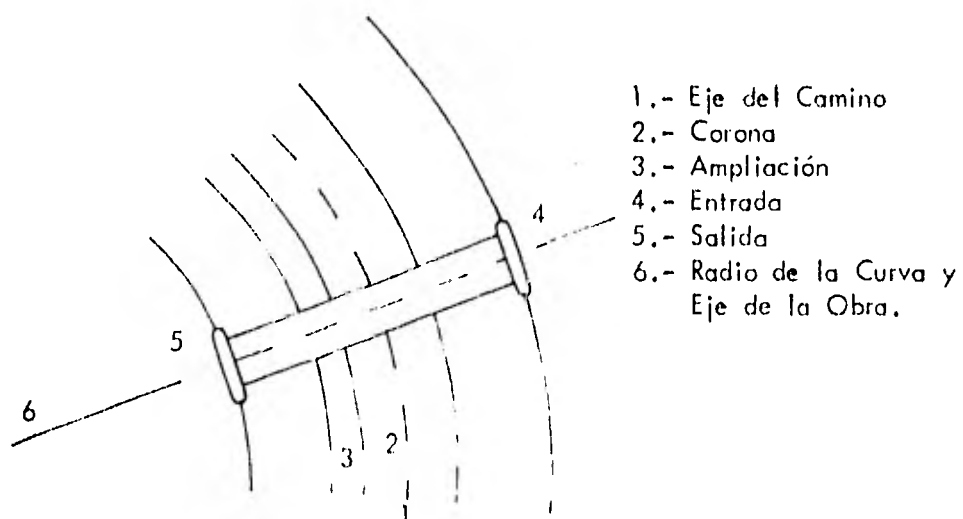


- - te por las condiciones de limpieza y el área puede calcularse por comparación, se recomienda que el diámetro mínimo sea de 76 cms. pues - diámetros menores son difíciles de desazolver.
- - Son cuatro los casos usuales de ubicación de alcantarillas.

### 1.- Normales en Tangente

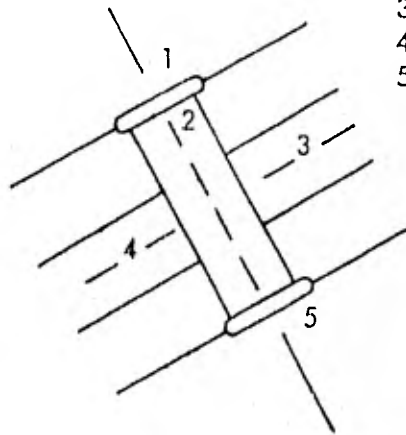


### 2.- Radiales en Curva



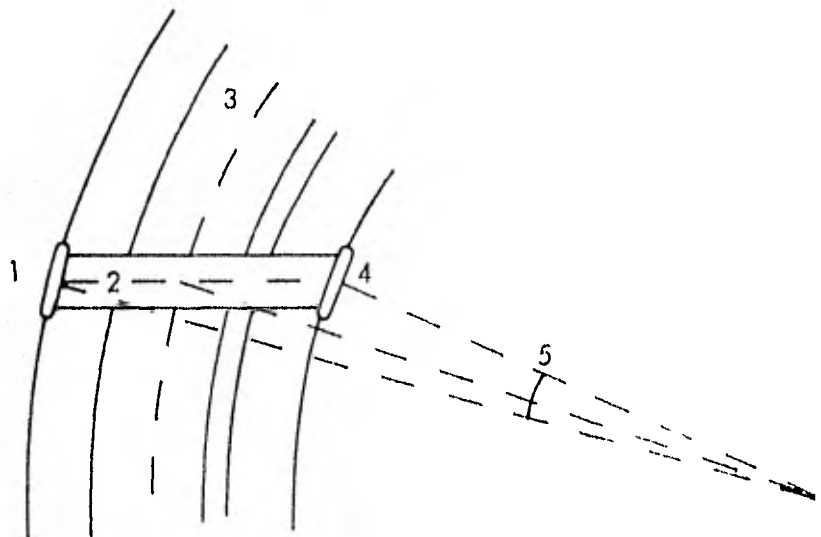
## 3.- Oblicuas en Tangente

- 1.- Entrada
- 2.- Eje de la Obra
- 3.- Eje del Camino
- 4.- Corona
- 5.- Salida.



## 4.- Oblicuas en Curva

- 1.- Entrada
- 2.- Eje de la Obra
- 3.- Eje del Camino
- 4.- Salida
- 5.- Radio de la Curva

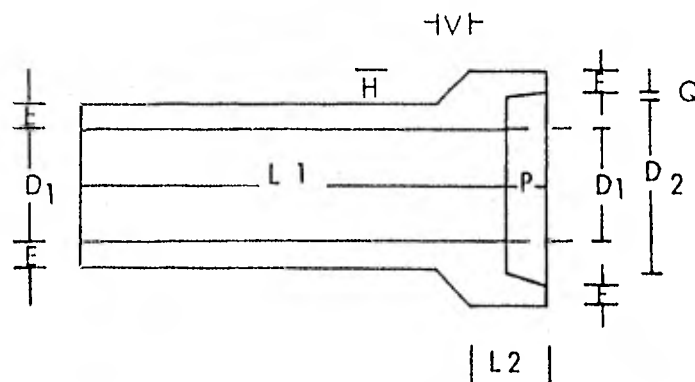


- - Existen dos tipos para alcantarillas que son:

Tubos metálicos: para conocer el calibre a emplearse se utiliza la ---  
 tabla No. 1.

Diámetro nominal en cm.	Calibre de la Lámina				
	16	14	12	10	8
20	11.2	—	—	—	—
25	13.4	—	—	—	—
30	15.6	19.3	—	—	—
38	19.3	24.6	—	—	—
46	23.1	29.0	40.0	—	—
53	26.8	32.7	45.8	—	—
61	30.5	37.9	52.1	66.2	—
76	—	46.1	63.2	81.1	—
91	—	55.1	75.9	96.7	—
107	—	64.0	87.8	112.3	—
122	—	—	101.2	128.7	156.2
152	—	—	125.0	160.0	194.2
183	—	—	—	190.5	232.1
213	—	—	—	225.4	282.1

- - Tubos de Concreto.- la dimensión y forma de los tubos serán las --  
siguientes.



Diámetro interior del tubo $D_1$	50	75	100	125	150	
Longitud del tramo $L_1$	125	125	125	125	125	
Espesor del tubo $E$ y de la campana	7	10	12	14	16	
Diámetro interior de la campana $D_2$	68	100	130	159	188	
Profundidad de la campana $P$	7	10	12	14	16	
Longitud exterior de la campana $L_2$	14	20	24	28	32	
Chafilán interior de la campana $Q$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Chafilán exterior de la campana	V	9.5	13.0	15.5	17.5	19.5
	H	9.5	13.0	15.5	17.5	19.5

Nota: Todas las dimensiones están en centímetros.

- Puentes .-

- - Se llama puente o la estructura que no tiene colchón y cuyo claro -- total es mayor de 10 metros. Proyectoado para dar paso a vehículos, - animales, personas, agua etc. Salvando un obstáculo natural o artificial tal como un barranco, un río, un canal, un camino etc.
- - Los puentes de mampostería son puentes de arco, en estos casos el --- claro no es limitativo pero sí la economía.

Arcos.

Marcos Rígidos

Continuos.

Celulores.

- - De traves y losas  
Los puentes metálicos son:  
De viguetas.  
De traves remachadas.  
De armaduras de diversos tipos  
De mensula de diversos tipos.  
De arco de varias articulaciones, etc.
- - Pueden ser de paso inferior, de paso superior, de paso a través, etc.-  
Aún cuando en los cruces en que se hace necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la rasante no será conocida sino -- hasta que se proyecte la estructura, hay que tomar en consideración -- los elementos que intervienen para definir la ecuación mínima.
- - Para lograrlo se necesitan los siguientes datos:
  - 1.- Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.
  - 2.- Sobreelevación de las aguas que ocasiona el estrechamiento del cauce debido al puente.
  - 3.- Espacio libre vertical para dar paso a cuerpos flotantes.
  - 4.- Peralte de la superestructura.
- - Con todos estos valores determina la elevación mínima de rasante necesaria para alojar el puente, restando el espesor del pavimento.
- - En caminos de poco tránsito y ubicados en zonas donde las avenidas -- máximas extraordinarias se presentan con poca frecuencia y duración, -- el proyecto de vados suele suplir al de puentes, la elección queda su-- peditada al regimen de la corriente y al estudio comparativo de costo que se le presente.

- VADO.-

- - Es la estructura provisional que sirve para dar paso a los vehículos a través de una corriente de agua.
- - Este tipo de estructuras se recomienda ampliamente para caminos vecinales.

- ZONAS DE INUNDACION.-

- - El trazo y la construcción de un camino por zonas de inundación obliga a elevar el nivel de la rasante de acuerdo con el nivel de aguas máximas extraordinarias más la sobrelevación de las aguas producto por los obstáculos que a su paso presentará el camino y con la necesidad de asegurar la estabilidad de los taludes de las terracerías y de la carpeta asfáltica.
- - En este tipo de zonas es aconsejable que la elevación de la rasante tenga como mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias, teniendo los datos necesarios en función de las características de la zona.

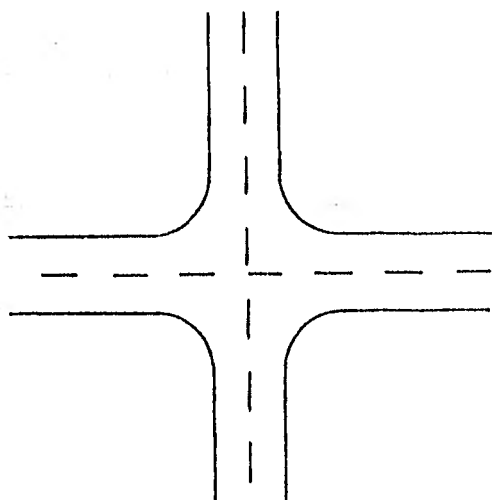
- INTERSECCIONES.-

- - Los cruces a los que un camino llega, ya sean existentes o en proyecto dan lugar a intersecciones que pueden ser a nivel o a desnivel, --

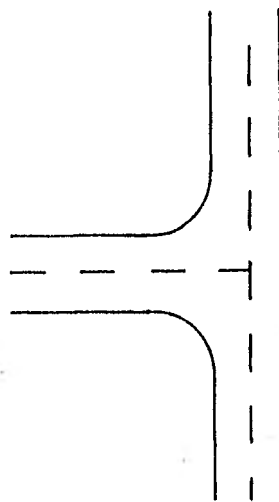
- - los cruces con las carreteras secundarias serán por lo general a nivel, solamente como casos excepcionales se presentará la necesidad de construirlos a desnivel, como sería el caso del cruce con una carretera principal o una autopista, en estos casos el proyecto de la rasante debe considerar la vía terrestre que se cruce.
- - En los cruces a desnivel, el estudio económico de la obra determinará si es superior o inferior el paso del camino en proyecto.
- - Para fijar la elevación de la rasante económica se sigue una analogía en la metodología explicada para casos de obras menores, además hay que tomar en cuenta que para el paso de los entronques deberán estudiarse los caminos que originan el cruce.
- - El entronque más usual será en forma T, en este caso se procura cuidar la visibilidad, removiendo los obstáculos que dificulten una clara visibilidad. Los entronques en cajón no deben proyectarse nunca por ser demasiado peligrosos.
- - Para mayor visibilidad y comodidad se redondearán las esquinas en los entronques en forma de T.
- - Los entronques en Y son superiores a los en T en este caso, las ramas de la Y tendrán igual curvatura.
- - La forma de presentarse los entronques son:



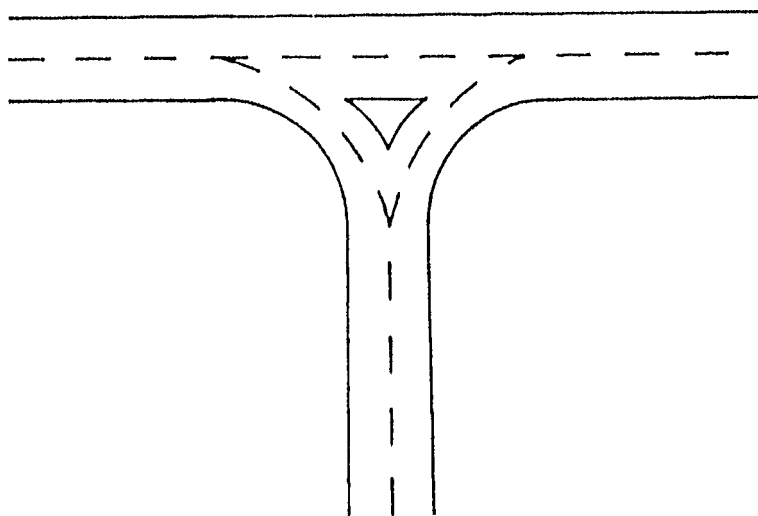
Cruce normal con esquinas  
redondeadas



Entronque en T con esquinas  
redondeadas



Entronque en y, normal a la carretera



- - Simples o con curvas auxiliares.

#### COSTO DE LAS TERRACERIAS.-

- Para que la rasante tenga la máxima economía en la construcción de las terracerías depende de los siguientes conceptos:
    - Excavación en Corte
    - Excavación en Préstamo
    - Compactación en el terraplen del material de corte
    - Compactación en el terraplen del material de préstamo
    - Sobrecarreo del material de corte a terraplen
    - Sobrecarreo del material de corte a desperdicio
    - Sobrecarreo del material de préstamo a terraplen
  - Costo del terreno destinado para préstamo, desmonte y despalme dividido en tre el volumen de terracería que se va a extraer.
  - Coeficiente de variabilidad volumétrica del material de corte y de préstamo-
  - Relación entre la variación de volumen de corte y terraplen al subir o bajar la rasante.
  - Relación de los costos unitarios de terraplen del material del corte y del ma terial obtenido en préstamo.
  - Distancia económica de acarreo.
- El material que es trasladada a un terraplen y una distancia mayor que la -

- Del acarreo libre , se dice que es acarreado, para la forma de pago de -- la distancia de acarreo .
- En diagrama de masas del proyecto, entre los centros de gravedad del volumen compensado de la excavación y del terraplen, descontando la distancia del acarreo libre correspondiente.
- En el terreno, horizontalmente entre los centros de gravedad del volumen de préstamo, del volumen de desperdicios, en el corte y del volumen del mate rial depositado, en el lugar fijado correspondiente.
- En el acarreo, se tomará como unidad el metro cúbico estación y para cono cer hasta qué punto es económicamente el transporte de terracerías, esta dis tancia está dada por la ecuación.

$$D.M.E = \frac{(P_p + ad) - P_c}{P_{sa}} + A.L$$

- Donde :

- D.M.E. = Distancia máxima de acarreo económico.
- $P_p$  = Costo Unitario de terraplen formado con material de préstamo.
- $\alpha_d$  = Costo Unitario de acarreo del material de corte - desperdicio.
- $P_c$  = Precio Unitario de la compactación en el terraplen del material del corte.
- $P_{so}$  = Precio Unitario del sobrecarreo del material de corte.
- A.L. = Acarreo libre del material, cuyo costo está incluido en el precio de excavación.

- Acarreos: Son movimientos de volúmenes, ya sean de corte o de préstamo, que deben ser transportados para formar los terraplenes; en algunos casos estos volúmenes de corte deben desperficiarse, para lo cual se transportan a lugares convenientes fuera del camino.

La S.A.H.O.P., clasifica los acarreo de acuerdo con la distancia -- máxima, de llevar el material del corte al terraplén, o el sitio en -- donde el desperdicio se depositará.

Lo que estará en función de la distancia económica de la diferente -- maquinaria a utilizar.

Por consiguiente se tiene:

- a) Acarreo Libre.- Es el que se efectúa dentro de una distancia de 20 m.

Que corresponde a la carga de máquina y será la distancia -- mínima a la que puede ser transportado un material. Estando -- el precio de esta operación incluído en el de la excavación.

Para representar la distancia de acarreo libre se traza una -- línea horizontal igual o menor de 20 m., en cada cresta o -- columpio del diagrama de masas.

El volumen por mover será la altura comprendida entre la co -- ta de la línea trazada y la cota del punto máximo o mínimo dependiendo, si es columpio o cresta.

- b) Sobreacarreos.- Resulta de acarrear el material mediante el empleo de tractor de las cortes a los terraplenes, a una distancia comprendida entre los 20 y 120m.

La fórmula para evaluar la distancia de sobreacarrea es:

$$\frac{\text{C.G. Corte} - \text{C.G. Terraplén}}{20} - 20 \text{ m}$$

el resultado da en estaciones de 20m.

El sobreacarreo resulta de multiplicar el volumen por la distancia y da m<sup>3</sup>- estación.

- c) Acarreo Corto.- En el movimiento se utiliza la motoescrepa y es cuando la distancia máxima está comprendida entre los 120 y 520 m.

La fórmula para evaluar la distancia es:

$$\frac{\text{C.G. Corte} - \text{C.G. Terraplén}}{100} - 20 \text{ m.}$$

El resultado estará en hectómetros.

El acarreo corto será el producto del volumen por su distancia quedará en m<sup>3</sup> - hectómetro.

- d) Acarreo largo.- Es cuando la distancia máxima está entre los 520 y 20,000 m.

En este movimiento se utiliza el camión. A distancias mayores de los 20,000 m., se necesita autorización — del director o del jefe del departamento .

Para determinar la distancia:

$$\frac{\text{C.G. Corte} - \text{C.G. Terraplén} - 20\text{m}}{1000}$$

El resultado estará en Km.

Por lo que el acarreo largo será el resultado de multiplicar la distancia por el volumen, lo que dará m<sup>3</sup> - kilómetro.

- A cada uno de estos movimientos corresponde un precio unitario, con excepción del acarreo libre, cuyo costo se incluye en el de excavación.
- Para la determinación de los tres últimos acarreos con base en el diagrama de Masas, el procedimiento es semejante para los tres.

## DEFINICION DE TERMINOS TOPOGRAFICOS

- 1.- Corona.- Lo corona es la superficie del camino que está limitada por los hombros. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.
- 2.- Colzada.- La colzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos, constituido por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja suficientemente ancha para la circulación de una fila de vehículos, el ancho de la calzada es variable a lo largo del camino y depende de la sección transversal en el alineamiento horizontal o sea se refiere al ancho en tangente de alineamiento horizontal.
- 3.- Acotamiento.- Son las fajas contiguas a la colzada comprendidas entre sus orillas y los hombros del camino. Los principales ventajas son los siguientes:
  - a) Dan seguridad al usuario al proporcionarle un franjo adicional fuera de la colzada.
  - b) Proteger contra la humedad y posibles erosiones a la calzada.
  - c) Mejorar la visibilidad en las curvas.
  - d) Facilita los trabajos de conservación.

El ancho de los acotamientos depende del volumen de tránsito y del nivel del servicio.
- 4.- Pendiente Transversal.- La pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia los lados de la rasante por



- - evitar la acumulación de agua sobre el camino. También se le conoce por bombeo y de acuerdo con el tipo de superficie de rodamiento se -- clasifica:

Muy buena de 0.010 a 0.020

Buena de 0.015 a 0.030

Regula a

Mala de 0.020 a 0.040

- 5.- Ampliación en Curvas.- En tangentes del alineamiento vertical con --- grandes longitudinales, puede ser necesario ampliar la calzada mediante la adición de un carril, para que por él transiten los vehículos lentos. Mejorando la capacidad y el nivel de servicio, en curvas del alineamiento horizontal un vehículo que circula por una curva, ocupa un ancho mayor y el conductor tiene cierta dificultad para mantener el vehículo al centro del carril, por lo que es necesario dar un ancho adicional a la calzada, a este sobreelevación se le llama ampliación y debe darse tanto a la calzada como a la corona.

- 6.- Longitud de Transición.- La longitud de mínima de transición para dar la sobreelevación puede calcularse de la misma manera que una espiral de transición, y numéricamente sus valores son iguales, para calcular la longitud de transición se tienen tres procedimientos.

El primero consiste en girar la sección sobre el eje de la corona.

El segundo consiste en girar la sección sobre la orilla interior de la co-

- - rona.

El tercero consiste en girar la sección sobre la orilla exterior de la corona.

7.- Espesor de Pavimento.- Los pavimentos generalmente están formados por las sub-base y la carpeta.

La capa de hormigón asfáltico de 5 a 15 cms. o una capa bastante delgada de ciertos polvos bituminosos.

La base es el firme donde se apoyaría la capa de hormigón asfáltico y se puede componer de piedra triturada, grava o suelo mezclado.

La sub-base se compone generalmente de cualquier material o bien de una capa de terracería seleccionada de una excavación cercana o de un banco.

8.- Ancho de la Sub-corona.- La sub-corona es la superficie que limita a las terracerías y sobre la cual se apoyan las capas del pavimento. Los elementos que la definen son:

rasante, pendiente transversal y ancho, los dos primeros ya los hemos visto y el tercero se define como sigue:

Ancho.- Es la distancia horizontal entre los puntos de intersección con los taludes de terraplen, cuneta o corte.

La expresión para calcular el ancho de la subcorona ( $A_s$ ) es la siguiente:

$$A_s = C + C_1 + C_2 + A$$

- - donde:

$A_s$  = Ancho de la subcorona en metros

$C$  = Ancho de la corona en tangente, en metros.

$C_1$  y  $C_2$  = Ensanche a cada lado del camino en metros.

$A$  = Ampliación de la calzada en la sección considerada en metros

9.- Talud de Cortes o Terraplen.- El talud es la inclinación del parámetro de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente.

En terraplenes, dado el control que se tiene en la extracción y colocación del material, el valor que comunmente se emplea éste el de 1.5.

En los cortes, debido a la gran variedad del tipo y colocación natural de los materiales, es indispensable un estudio para definir los taludes en cada caso.

Los taludes de corte más usuales son: 1:4 y 1:2.

10.- Cunetas.- Las cunetas son obras de drenaje que son características de los cortes y deben quedar incluidas en la sección transversal, porque son las destinadas a recoger el agua que se escurre de la superficie del camino debido al bombeo.

También recoge el agua que escurre por los taludes de los cortes, la forma y dimensiones que deben tener las cunetas, ende de la can-

- - tidad de agua que escurre y del escurrimiento; en la actualidad ya no se proyectan las del tipo rectangular y existe la misma tendencia con las triangulares profundas; actualmente se proyectan triangulares poco profundas que sirven a la vez de ampliación de los acotamientos existentes.

Resumiendo las cunetas se proyectan con las siguientes normas.

- 1.- Capacidad.
- 2.- Forma.
- 3.- Dimensiones.
- 4.- Pendientes.

## DEFINICION DE TERMINOS DE CONSTRUCCION

- 1.- Despalme: Es la remoción de la capa superficial del terreno que contiene las materias orgánicas (arbustos, raíces, etc.) y que por sus características no son adecuadas para la construcción.
- 2.- Compactación del Terreno Natural: Es la que se le da al material del terreno sobre el que se desplantará un terraplen o al meter cal que quede abajo de la subcorona o la rasante para proporcionarle el peso volumétrico requerido.
- 3.- Escalón de Liga: Es el que se forma en el área de desplante de un terraplen cuando la pendiente transversal del terreno es menor que la inclinación del talud, a fin de obtener un liga adecuada entre ellos para evitar que el terraplen se deslice. Las dimensiones de los escalones de liga se fijarán de acuerdo con las características de los materiales y del equipo de construcción.
- 4.- Cuerpo del Terraplen: Es la parte del terraplen que queda debajo de la subcorona y está formado por una o más porciones según sea su elevación necesaria, las características necesarias y el tipo de tratamiento a que vaya a ser sometidas.
- 5.- Capa Rasante: Es la capa subyacente a la subcorona, tanto en corte como en terraplen su espesor es normalmente de 30 cm., y está forma

- da por material seleccionado ya que soportará las cargas que transmitirá el pavimento.
- En los terraplenes se escoge el material y se compacta al 95% de su peso volumétrico máximo.
- En los cortes con material arcilloso de mala calidad, se saca el material 30 cms., abajo del nivel de la rasante, se sustituye por material de buena calidad y se compacta al 95% de su peso volumétrico máximo.
- En los cortes con material de buena calidad, se escarifica, se humedece, se tiende y se compacta al 95% de su peso volumétrico máximo.
- En los cortes en roca, se perfora y truena 30 cms., abajo del nivel de la rasante, se permite que queden picos de 15 cms., arriba de esa profundidad (15 cms., abajo del nivel de la rasante), se rellena con material adecuado al nivel de la rasante y se compacta al 95% de su peso volumétrico máximo.

- 6.- **Cuña de Afinamiento:** Es el aumento lateral que le debe de dar a un talud del terraplén, para lograr la compactación necesaria en las partes contiguas al terraplén. Su forma es triangular normalmente de 20cms., de ancho al ras del hombro de la subcorona y termina en la línea de ceros del talud.
- 7.- **Muros de Retención:** Es cuando la línea de ceros del terraplén no llega al terreno natural porque la pendiente es muy fuerte, es necesario construir muros de retención y sus dimensiones serán dadas por el estudio económico, pero si resulta muy elevado, entonces convendría que se desplazará el eje del camino para tener el corte de toda la calzada en firme.
- 8.- **Berma:** En el corte es un escalón que se le hace al talud natural a fin de darle mayor estabilidad, y poder disponer de un espacio para que caiga el material que se pueda desprender evitando que llegue a la corona del camino.

11.2.-

## DETERMINACION DE AREAS

A fin de calcular los volúmenes tanto de corte como de terraplén para fines de presupuesto y pago de estimaciones o de la obra total, es necesario determinar el área de las diferentes porciones consideradas en el proyecto de la sección de construcción; para poder tener una comparación de los volúmenes obtenidos en la construcción con los volúmenes de proyecto que no deben diferir más de lo que corresponde a la tolerancia fijada para afinar cada tipo de material. De todos los tipos y métodos que existen para calcular áreas, los mas comunes son:

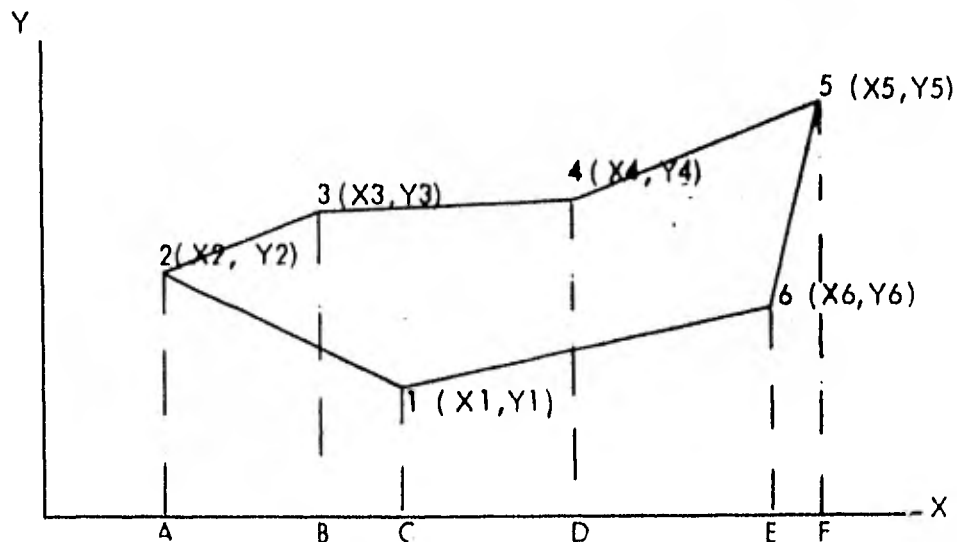
- 1.- Método Analítico
- 2.- Método Gráfico
- 3.- Método del Planímetro.

1.- Método Analítico.- Se basa en la descomposición de la sección en figuras regulares obtenidas al trazar líneas verticales por los puntos en donde cambia la pendiente del terreno y de la sección de construcción, si se considera una sección y se refiere a un sistema de ejes cartesianos, el área de la sección es la suma de las áreas de las figuras geométricas regulares que van obteniéndose; generalmente las figuras que resultan al referir dicha sección a los ejes son de forma de -



trapecios y puesto que el área de un trapecio puede ser expresada en forma matricial, este método es muy útil cuando se cuenta con una computadora, y se calculan las áreas de las secciones.

Si no se cuenta con la ayuda de una computadora, el cálculo se tendrá que hacer manualmente lo cual puede ser muy laborioso, sin embargo escogiendo un sistema de ejes adecuado, y seleccionando objetivamente los puntos que definen la sección de construcción y el terreno natural, el cálculo se simplifica.



AREAS DE LOS TRAPECIOS

$$(A \ 2 \ 3 \ B \ A + B \ 3 \ 4 \ D \ B + D \ 4 \ 5 \ F \ D) - (A \ 2 \ 1 \ C \ A + C \ 1 \ 6 \ E$$

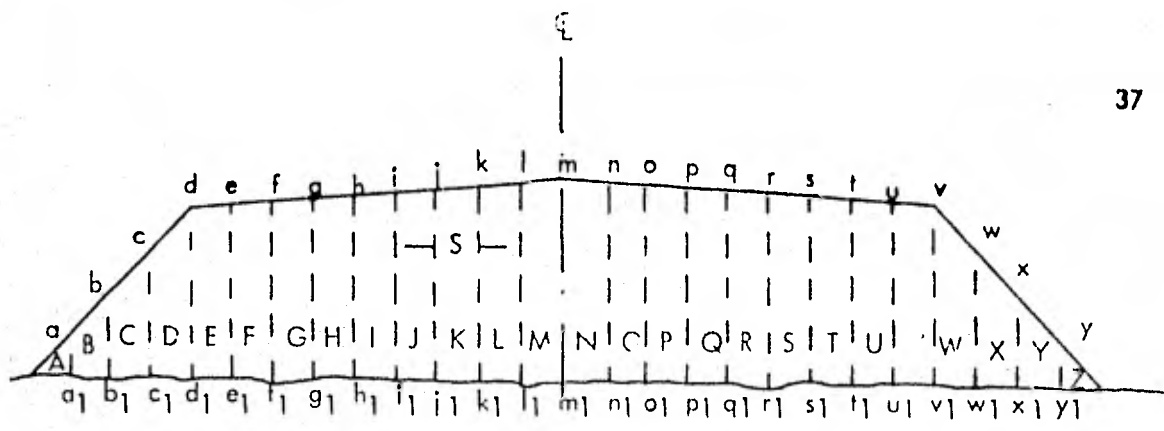
$$C + E \ 6 \ 5 \ F \ E).$$

$$A = \frac{Y_3 + Y_2}{2} (X_3 - X_2) + \frac{Y_4 + Y_3}{2} (X_4 - X_3) + \frac{Y_5 + Y_4}{2} (X_5 - X_4) \\ - \frac{Y_1 + Y_2}{2} (X_1 - X_2) + \frac{Y_6 + Y_1}{2} (X_6 - X_1) + \frac{Y_5 + Y_6}{2} (X_5 - X_6)$$

Lo que puede expresarse por la matriz.

$$A = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} Y_1 & Y_2 & Y_3 & Y_4 & Y_5 & Y_6 & Y_1 \\ X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 & X_1 \end{vmatrix}$$

2.- Método Gráfico.- La sección de construcción se divide mediante líneas verticales que van del perfil del terreno a la corona, con una separación constante -- obteniéndose trapecios y dos triángulos en los extremos el área de la sección se obtiene sumando las áreas de los trapecios con las de los triángulos, para que el área fuera exacta, se necesitaría que las líneas verticales coincidieran en todos los puntos con el cambio de pendiente, los hombros, la línea de ceros, el centro de la línea de la sección, o que las líneas sean lo menos separadas posible, lo cual no siempre es posible, así se origina un error que es funcional de la equidistancia.



$$A T = S \left( \frac{2a}{2} \right) + \left( \frac{2b}{2} \right) + \left( \frac{2c}{2} \right) + \left( \frac{2d}{2} \right) + \left( \frac{2e}{2} \right) + \left( \frac{2f}{2} \right) + \left( \frac{2g}{2} \right) + \dots$$

$$A T = S ( a+b+c+d+e+f+g+ \dots )$$

3.- Método del Planímetro.- El planímetro es el instrumento que más se presta para la determinación de áreas, por la rapidez con que se opera y por la precisión -- que se obtiene, de los diferentes tipos de planímetros que se obtienen en el mercado, el polar de brazo --- ajustable es el más empleado.

Teniendo la evaluación de la rasante en las estaciones cerradas o en las intermedias en las que existen cambios en la pendiente del terreno, se puede lograr la aproximación necesaria en el cálculo de los volúmenes de tierra, --- igualmente es necesario calcular la elevación en los puntos principales de las curvas horizontales en los que la sección transversal sufre un cambio debido a la sobre elevación y la ampliación.

Una vez obtenidas las áreas de las secciones transversales, el paso -- siguiente es calcular los volúmenes de tierras.

La diferencia entre las elevaciones de la línea del proyecto de la rasante y el perfil del terreno nos da el espesor, ya sea en corte o en terraplén.- Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace en base a las áreas medias en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado curva masa.

Para obtener los volúmenes del material comprendidos entre dos secciones; se calculará con el promedio de dos áreas consecutivas multiplicandolo por la distancia entre ellas.

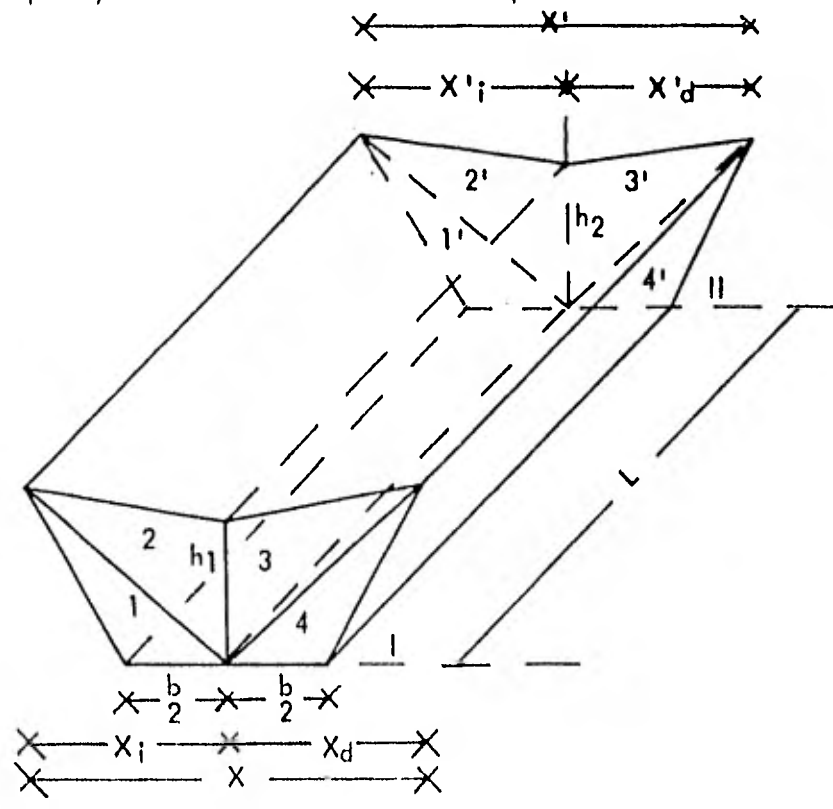
La expresión es:

$$\text{Volumen} = \frac{A1 + A2}{2} (d)$$

Donde:

Distancia entre las secciones consideradas.

Secciones de construcción.- Es la representación gráfica de las secciones transversales que contienen los datos propios, del diseño geométrico y los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales para terracerías



Después de haber leído las diferentes definiciones que dan los autores a la " Curva de Masas " y resumiendo en lo que ponen más énfasis. Dichos --- autores, llegué a la definición que considero más completa.

Definición.- Es la representación gráfica de la suma algebraica de los volúmenes de corte y terraplén, estos últimos afectados por sus coeficientes de - variabilidad volumétrica, considerados los volúmenes desde un origen hasta esa -- estación y que son las ordenadas. Las abscisas representadas por las distancias en unidad de estación de 20 metros desde el origen del proyecto de una vía ; se establece que los volúmenes de corte son positivos y los de terraplén negativos.

Estas ordenadas servirán para dibujar el diagrama de masas en un sistema de coordenadas rectangulares y se utiliza para distribuir económicamente los volúmenes de terracería.

Aunque comunmente se le llama curva de masas o curvo masas, debería llamársele " curva de volúmenes".

#### PROPIEDADES

- 1.- Las ordenadas representan volúmenes
- 2.- Las abscisas representan estaciones.
- 3.- El volumen en una estación de 20 metros o fracción, se considera uniformemente distribuido.

- - 4.- El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario.
- - 5.- Cuando después de un tramo ascendente, se llega a un punto del diagrama en el cual empieza a descender, se dice que se forma un máximo, inversamente después de un tramo descendente se llega a un punto en el cual empieza a ascender, se dice que forma un mínimo.
- - 6.- La diferencia entre las ordenadas de la curva masa, en dos puntos cualesquiera, expresa un volumen, que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes de corte, positivos, con todos los volúmenes de terraplén, comprendidos en el tramo limitado por esos dos puntos.
- - 7.- Si en un diagrama de masas se dibuja una línea horizontal en tal forma que lo corte en dos puntos consecutivos, estos tendrán la misma ordenada y por consecuencia en el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de corte y terraplén, o sea que estos dos puntos son los extremos de un tramo compensado, Esta línea horizontal se llama "compensadora"

- - La distancia entre los dos puntos se llama " Abertura del diagrama" y es la distancia máxima de acarreo al llevar el material del corte al terraplén.
  
- - 8.- Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora queda arriba de esta, el sentido del acarreo es hacia adelante; contrariamente, cuando el contorno cerrado queda abajo de la compensadora, el sentido del movimiento es hacia atrás.
  
- - 9.- Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, bastará con determinar el área para que considerando las escalas respectivas, se encuentre el valor del acarreo total.



## CALCULO DEL DIAGRAMA DE MASAS

Para este cálculo se requiere una secuela que resumida es la siguiente:

- 1.- Se proyecta la rasante sobre el perfil del terreno correspondiente al trazo definitivo.
- 2.- Se determinan los espesores encorte o en terraplén, para cada estación.
- 3.- Se dibujan las secciones de construcción.
- 4.- En las secciones de construcción, se dibuja la plantilla del corte o del terraplén, con los taludes correspondientes, en los terraplenes se considerará el espesor abundando o no, a juicio del Ingeniero.
- 5.- Se calculan las áreas.
- 6.- Se calculan los volúmenes, abundando los cortes según sea la clasificación del material.
- 7.- Se suman los volúmenes, considerando los cortes positivos y los terraplenes negativos.
- 8.- Se dibuja la curva obtenida con los valores anteriores.

Con el fin de que las brigadas de localización hagan el proyecto de distribución económica de masas en forma correcta, deberán sujetarse a los métodos que a continuación se indican:

Cáculo y Distribución de la Curva de Masas.- Los volúmenes obtenidos para los cortes, haciendo uso de las tablas de volumen calculadas, se considerarán abundados para el cálculo de las ordenadas de la curva, tomando los siguientes coeficientes aproximados que pueden variar según la clase de cada material:

Tierra ( arena, arenisca desintegrable, etc.)	0.9
Roca suelta ( caliza, arenisca firme, igneas, etc.)	1.4
Roca fija -----	1.6

Si el corte se compone de materiales diversos, se tomará en cuenta un abundamiento promediado, según las proporciones probables de cada uno.- Para el mismo objeto de cálculo de ordenadas, los terraplenes se considerarán con la cubicación teórica correspondiente o sea la obtenida directamente de las secciones del terreno cuando éste sea firme y abundado en la proporción que el Ingeniero localizador juzgue adecuada en el caso de terraplenes en pantano. Este abundamiento será independiente del que usualmente dé a los espesores de centro y orillas de la masa de terraplén cuando se construyen (5% para terraplenes altos y -

10% para los bajos en terreno firme ) para preveer su asentamiento por consolidación el cual se dará de acuerdo con las instrucciones que el Ingeniero localizador dé a las brigadas sobre el particular, pero no se tomará en cuenta para el cálculo de ordenadas de masas.

Escala Vertical.- De masas, debe ser tal que el error de apreciación de  $1/2$  mm., en ellas signifiquen cuando más un volumen semejante al que resulta entre dos secciones separadas 2 mts., entre sí y en las que el corte sea un promedio tosco de los espesores que aparezcan en el perfil. Como ejemplo, considérese que en el perfil aparecen diversos cortes de espesor máximo de 6 o 10 mts., por lo tanto, el corte medio será de 4 mts., y al apreciar horizontalmente en el perfil la longitud de un corte, se comete un error de  $1/2$  mm., o sean 2 mts., a la escala 1:4000; en cubicación se comete un error aproximadamente de 2 mts., por sección media de 4 mts., o sean  $80\text{m}^3$ ; por tanto, la curva de masas debe dibujarse a escala tal que, a lo sumo pueda cometerse un error semejante; una escala de 2mm., equivalentes a  $100\text{m}^3$  sería mayor precisión para estimar los acarreos libres y debe emplearse si la curva resulta incómoda.

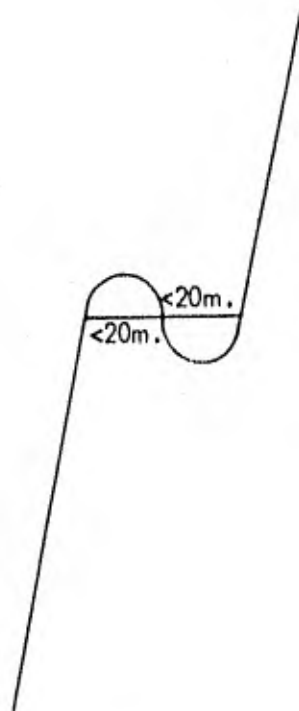
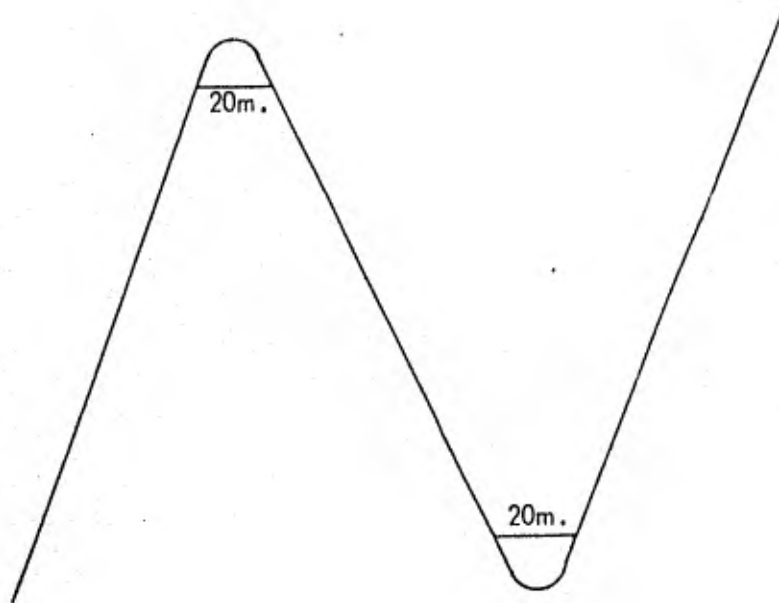
Con objeto de verificar los volúmenes al hacer la distribución de masas sin consultar el registro respectivo, deben anotarse las ordenadas de volúmenes en los máximos y en los mínimos de las curvas.

La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se lo caliza el camino, es factor muy importante, por la dificultad que ofrecen a su ata que.

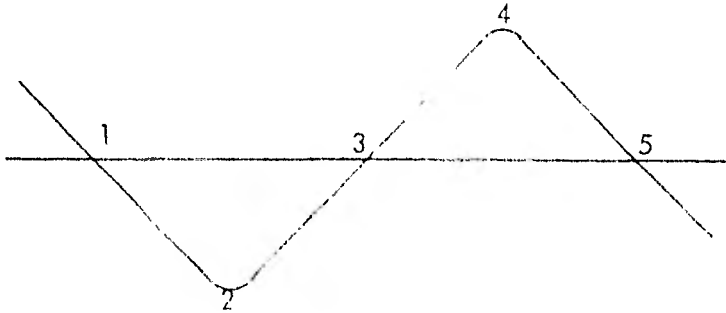
Los centros de gravedad de corte o terraplén se obtienen de la curva de masas y se encuentran a la mitad de la distancia entre una compensadora y la -- siguiente.

De acuerdo con lo anterior deberán proyectarse las compensadora, de -- biéndose tener cuidado de hacerlo ordenadamente, de la siguiente manera:

- 1.- En cada cambio de signo de la curva de masas, (de positivo a negativo, o de negativo a positivo) deberá acom darse horizontalmente una compensadora de 20 metros que corresponde al acarreo libre, en caso de que la distan-- cia horizontal entre las ramas de la curva de masas sea menor de los 20 metros se colocará la compensadora a la mitad entre los dos, máximo y mínimo consecutivos de que se trata.



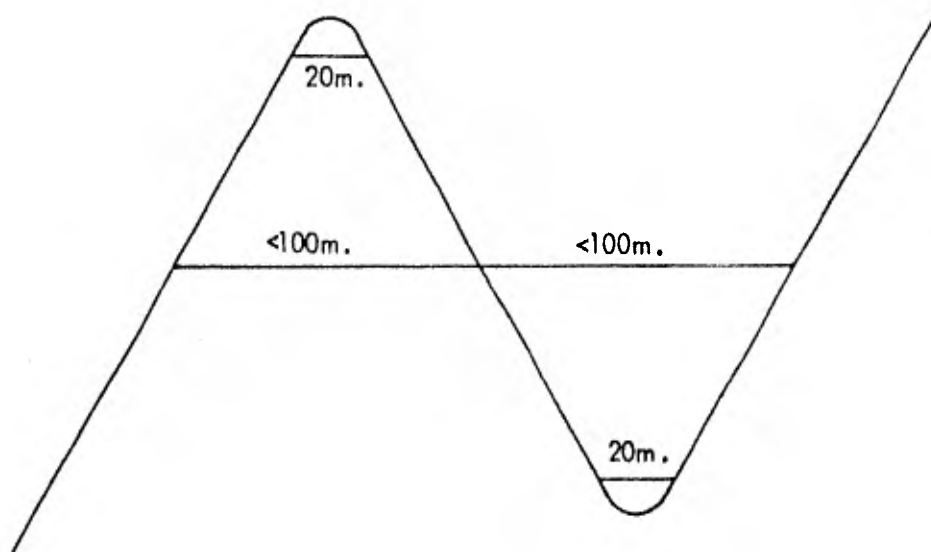
Movimiento de Tierras.- Si en nuestra curva masa trazamos una línea horizontal como la que se muestra en la figura:

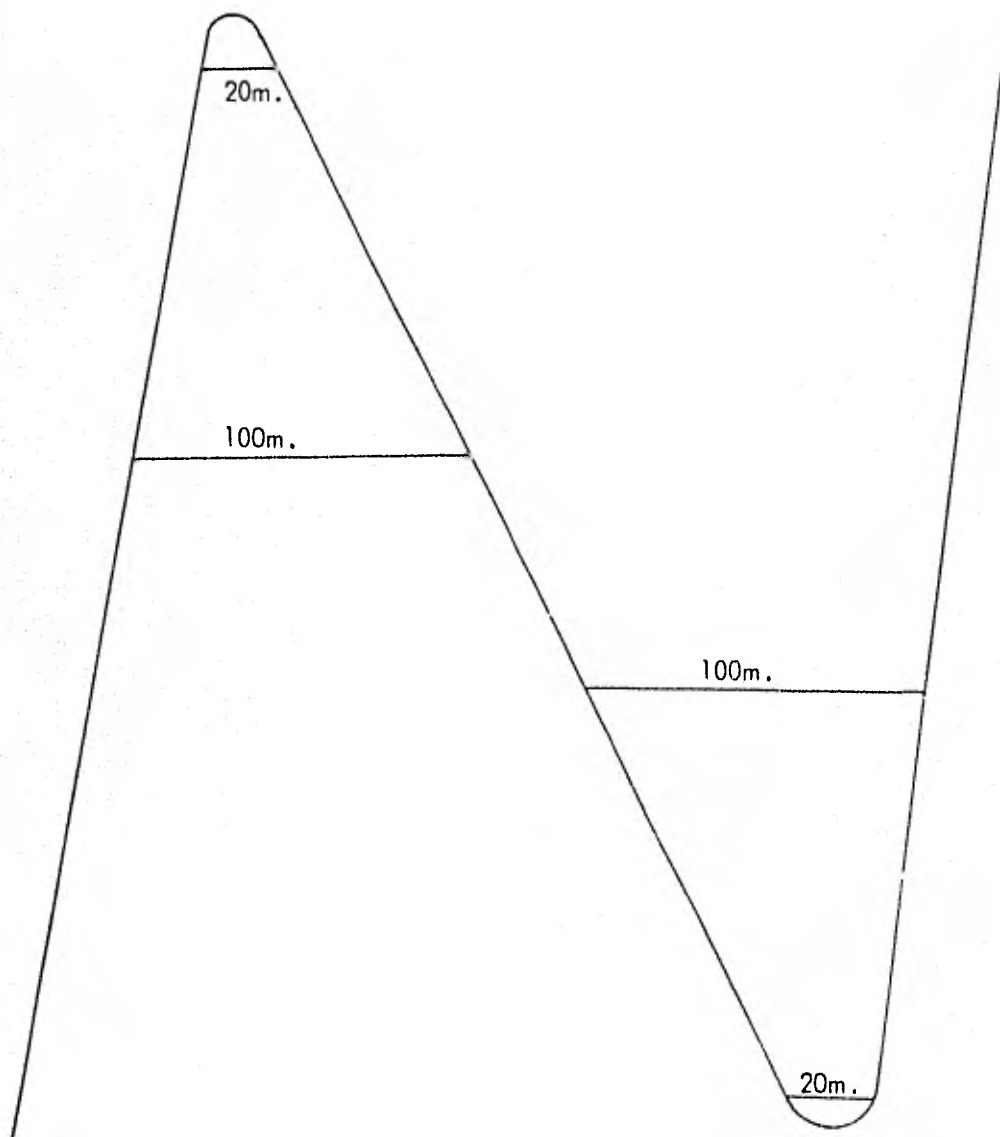


En la figura los puntos 1, 3 y 5 tienen la misma ordenada, la línea horizontal que los une se le denomina compensadora, pues distribuye los volúmenes de tal manera que quedan compensados, pues el terraplén de 1 a 2 lo podemos compensar con el corte de 2 a 3, y al terraplén de 4 a 5 lo compensamos con el corte de 3 a 4, el orden que se sigue siempre es el mismo, si la compensación queda arriba de un mínimo el material se mueve hacia atrás y si queda abajo de un máximo, el material deberá moverse hacia adelante.

Como no siempre es posible compensar todos los cortes y terraplenes, -- debido a que los acarrees se vuelven más largos e incosteables, en ocasiones se recurre a solicitar préstamos de material a los lados del camino para los terraplenes, o a desperdiciar material de corte que resulta incosteable transportar.

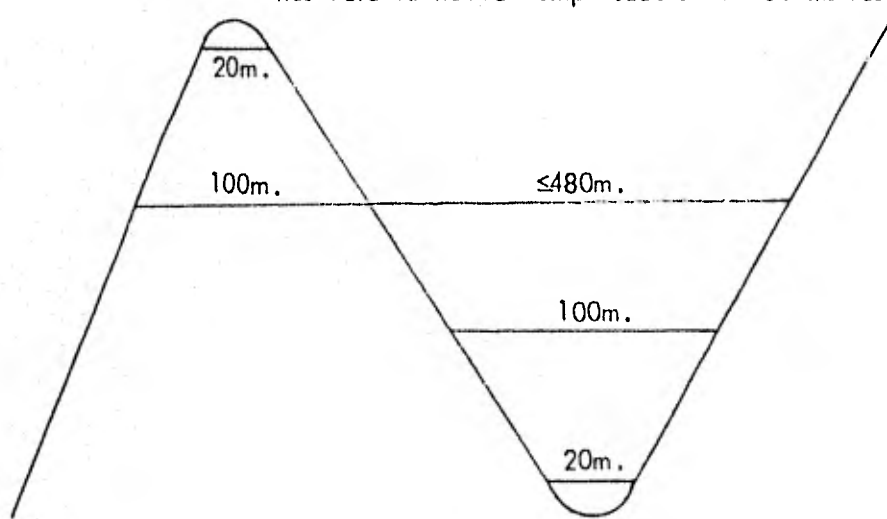
- 2.- Habiéndose tratado todas las compensadoras de 20 metros en todos los cambios de signo, se procederá a trazar -- las compensadoras de 100 metros en todos los caso en -- que la curva de masas se encuentre un cambio de cambio de signo, debiendo recordarse, que cada vez que se trace una compensadora equivale a borrar la curva de -- masas. Que haya sido compensada por dicha compensadora; en los casos en que la distancia entre las ramas -- de la curva de masas sea menor de los 100 metros, se -- colocará la línea compensadora a la mitad entre los dos máximos y mínimos consecutivos de que se trata.







- - 3.- Ya habiéndose trazado todas las compensadoras de 20 y de 100 metros con el mismo criterio de las anteriores, se trazarán las compensadoras de 480 metros, en muchos de los casos la prolongación de las compensadoras de 100 metros, nos dará la nueva compensadora de 480 metros.



- - 4.- Habiéndose trazado todas las compensadoras de 20, 100 y 480 metros; con el mismo criterio del punto 3 se prolongarán las compensadoras de 480 metros para obtener las nuevas compensadoras mayores de 480 metros.

CAPITULO III

**ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA**  
III

CONSTRUCTORA:	Maquina <u>BULL DOZER</u>	Foja N.º:	_____
	Modelo: <u>DPK</u>	Cálculo:	1.1.1.
	Fecha: _____	Revisó:	C.M. CH. M.
OBRA:	Adicionales: <u>CUCHILLA 8.5</u>	Fecha:	18-V-82

<b>DATOS GENERALES</b>		Tipo de cambio: \$47.00	M.N. DLL.
Precio Adquisición:	\$12'079,000.00	Fecha Cotización:	18-V-82.
Equipo Adicional:		Vida Económica (Ve)	6 años
		Horas por año (Ha)	2000 hr/año
		Motor	DIESEL de 300 HP
Valor Inicial (Vo):	\$12'079,000.00	Factor Operación:	0.80
Valor Rescate (Vr):	10% \$1'207,900.00	Potencia Operación:	240 HP op.
Tasa Interés (i):	33%	Coefficiente Almacenaje (K):	0.1
Prima Seguros (s):	3%	Factor Mantenimiento (Q):	0.8

**I. CARGOS FIJOS**

a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{12'079,000.00 - 1,207,900.00}{12,000} = \$ 905.92$
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{12'079,000.00 + 1'207,900.00 \times 0.33}{4,000} = \$ 1,096.16$
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{12'079,000.00 + 1'207,900.00 \times 0.03}{4,000} = \$ 99.65$
d) Almacenaje:	$A = KD = 0.1 \times 905.92 = \$ 90.59$
e) Mantenimiento:	$M = QD = 0.8 \times 905.92 = \$ 724.73$
<b>SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 2,917.05</b>	

**II. CONSUMOS**

a) Combustible:	$E = a Pc$
Diesel:	$E = 0.20 \times 240 \text{ HP op.} \times \$ 1.5 / \text{lt.} = \$ 72.00$
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ \text{ /lt.} = \$ \text{ /lt.}$
b) Otras Fuentes de energía	_____
c) Lubricantes:	
Consumo de Carter:	0.27 lt/h. x 90.00 \$/lt. C/C = \$ 24.30
Consumo de Transmisión:	0.11 lt/h. x 70.00 \$/lt. C/T = \$ 7.70
Consumo Impulso Final:	0.08 lt/h. x 90.00 \$/lt. C/F = \$ 7.20
Consumo Control Hidráulico:	0.11 lt/h. x 100.00 \$/lt. C/H = \$ 11.00
Consumo Grasa:	0.02 kg/h. x 65.00 \$/kg. C/G = \$ 1.30
d) Llantas: Ll = $\frac{VII}{Hv}$ (Valor Llantas)	
	$Hv$ (Valor Económico)
Vida económica: Hv = _____ horas	
Ll = \$ _____ horas	
<b>SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 123.50</b>	

**III OPERACION**

S = Salarios	
Operador:	\$ 3,469.36
Salario Real	\$ _____
	\$ _____
Sal/Turno-prom:	\$ 3,469.36
Hrs/Turno-prom: (M)	
M = 8 horas = 8 x 0.916 (Factor rendimiento) = 7.32 Hr.	
Operación = $\frac{S}{H} = \frac{3,469.36}{7.32} = \$ 473.95$	
<b>SUMA OPERACION POR HORA \$ 473.95</b>	

**COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 3,511.50**

CONSTANTE SA:	Máquina: MOTOESCREPA	Núm. Máq:	1
	Modelo: 621 -B	Cilindros:	F.T.P.
	Marca:	Proveedor:	C.M. CH.M.
OBRA:	Adicionales: CUCHILLA 8 S	Fecha:	18 - V - 82

DATOS GENERALES		Tipo de cambio: \$ 47.00 M.N./ DLL	
Precio Adquisición:	\$13'730,768.00	Fecha Cotización:	18 - V - 82
Equipo Adicional:		Vida Económica (Ve):	6 años
		Horas por año (Ha):	2000 hr/año
		Motor:	DIESEL de 330 HP
Valor Inicial (Vo):	\$13'730,768.00	Factor Operación:	0.80
Valor Rescate (Vr):	10% \$ 1'373,076.80	Potencia Operación:	264 HP
Tasa Interés (i):	33%	Coefficiente Almacenaje (K):	0.1
Prima Seguros (s):	3%	Factor Mantenimiento (Q):	0.8

I. APGOS FIJOS

a) Depreciación:	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	$(13'730,768.00 - 1'373,076.80)$	$\div 1,029.80$	\$ 1,029.80
b) Inversión:	$I = \frac{V_a + V_r}{2Ha}$	$(13'730,768.00 + 1'373,076.80 \times 0.33)$	$\div 4000$	\$ 1,246.06
c) Seguros:	$S = \frac{V_a + V_r}{2Ha}$	$(13'730,768.00 + 1'373,076.80 \times 0.03)$	$\div 4000$	\$ 113.28
d) Almacenaje:	$A = KD$	$0.01 \times 1,029.80$		\$ 10.29
e) Mantenimiento:	$M = QD$	$0.8 \times 1,029.80$		\$ 823.84
SUMA APGOS FIJOS POR HORA				\$ 3,223.27

II. CONSUMOS

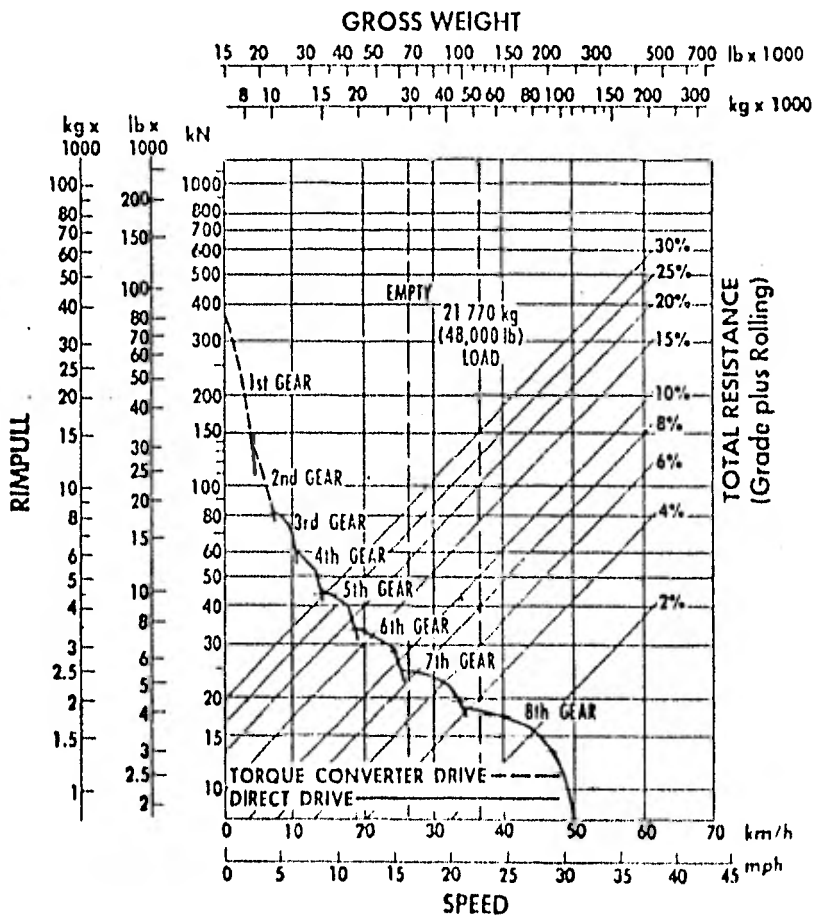
a) Combustible:	E = a Pc			
Diesel:	$E = 0.20 \times$	264 HP op. X \$	1.50 /lt.	\$ 79.20
Gasolina:	$E = 0.24 \times$			\$
b) Otras Fuentes de energía				
c) Lubricantes:				
Consumo de Carter:	0.11 lt/h.x	90.00	\$lt. C/C=\$	9.90
Consumo de Transmisión:	0.08 lt/h.x	70.00	\$lt. C/T=\$	5.60
Consumo Impulso Final:	0.02 lt/h.x	90.00	\$lt. C/F=\$	1.80
Consumo Control Hidráulico:	0.11 lt/h.x	100.00	\$lt. C/H=\$	11.00
Consumo Grasa:	0.01 kg/h.x	65.00	\$kg. C/G=\$	0.65
d) Llantas: Ll = $\frac{VII}{Hv}$	(Valor Llantas)			
	(Valor Económico)			
Vida económica: Hv =	2,500	horas		\$ 250.33
Ll = \$	625,840.00	horas		
SUMA CONSUMO POR HORA				\$ 358.48

III OPERACION

S = Salarios			
Operador:	\$		
Salario Regl	\$	3,469.36	
Sal/Turno-prom:	\$	3,469.36	
Hrs/Turno-prom: (M)			
M = 8 horas =	8 x 0.916	(Factor rendimiento) :	7.32
Operación = O = $\frac{S}{M}$	\$	3,469.36	horas = 473.95
SUMA OPERACION POR HORA			\$ 473.95

COSTO DIRECTO HOJA-MÁQUINA (C.M.D.)	\$ 4,015.42
-------------------------------------	-------------

Wheel Tractor-Scrapers | 621B Rimpull



CONSTRUCTORA:	Máquina <b>MOTOESCREPA</b>	Hoja Núm: <b>2</b>
	Modelo: <b>627-B</b>	Cálculo: <b>F.T.P.</b>
	Datos	Revisó: <b>C.M.CH.M.</b>
OBRA:	Adicionales:	Fecha: <b>18-V-82</b>

DATOS GENERALES	Tipo de cambio: \$ 47.00 M.N./ D.L.
Precio Adquisición: \$ 17'185,362.00	Fecha Cotización: <b>18-V-82</b>
Equipo Adicional:	Vida Económica (Ve): <b>6</b> años
	Horas por año (Ha): <b>2000</b> hr/año
	Motor <b>DIESEL</b> de <b>330</b> HP
Valor Inicial (Vo): \$ 17'185,362.00	Factor Operación: <b>0.80</b>
Valor Rescate (Vr): 10 % \$ 1'718,536.20	Potencia Operación: <b>264</b> HP op.
Tasa Interés (i): <b>33</b> %	Coefficiente Almacenaje (K): <b>0.1</b>
Prima Seguros (s): <b>3</b> %	Factor Mantenimiento (Q): <b>0.8</b>

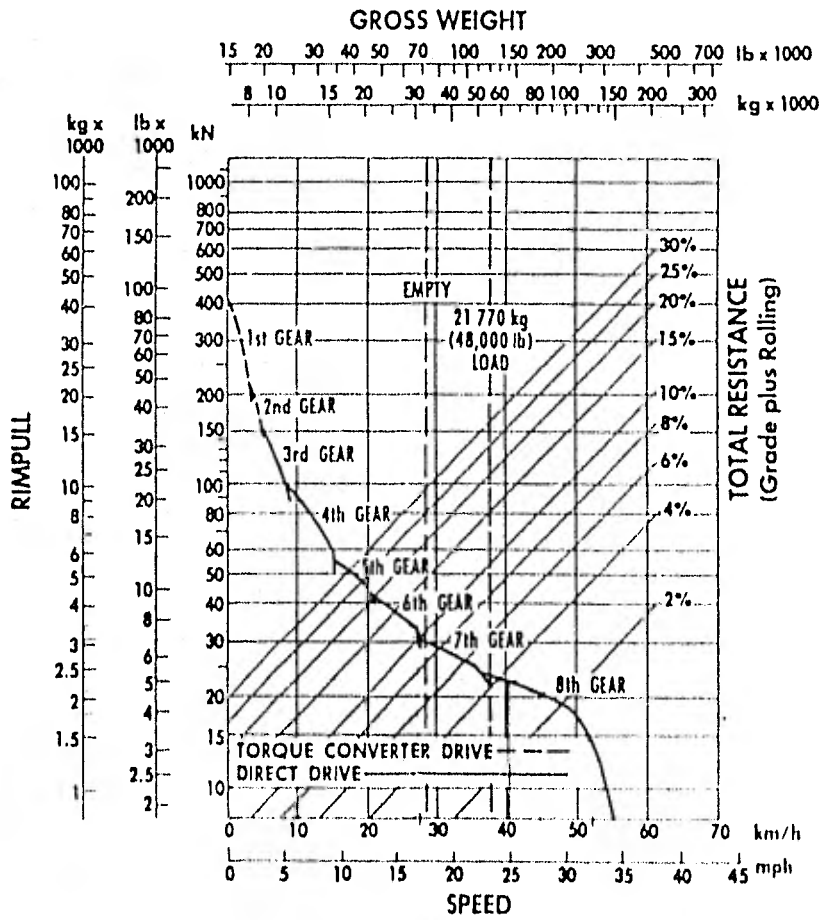
I. CARGOS FIJOS	
a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{17'185,362.00 - 1'718,536.20}{12,000} = \$ 1,288.90$
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{17'185,362.00 + 1'718,536.20 \times 0.33}{4,000} = \$ 1,559.57$
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{17'185,362.00 + 1'718,536.20 \times 0.03}{4,000} = \$ 141.77$
d) Almacenaje:	$A = KD = 0.1 \times 1,288.90 = \$ 128.89$
e) Mantenimiento:	$M = QD = 0.8 \times 1,288.90 = \$ 1,031.12$
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ <b>4,150.25</b>	

II. CONSUMOS	
a) Combustible:	$E = a Pc$
Diesel:	$E = 0.20 \times 264 \text{ HP op.} \times \$ 1.5 / \text{lt.} = \$ 79.20$
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ / \text{lt.} = \$$
b) Otras Fuentes de energía	
c) Lubricantes:	
Consumo de Carter:	$0.23 \text{ lt/h.} \times 90.00 \text{ $/lt.} = \$ 19.80$
Consumo de Transmisión:	$0.15 \text{ lt/h.} \times 70.00 \text{ $/lt.} = \$ 10.50$
Consumo Impulso Final:	$0.11 \text{ lt/h.} \times 90.00 \text{ $/lt.} = \$ 9.90$
Consumo Control Hidráulico:	$0.08 \text{ lt/h.} \times 100.00 \text{ $/lt.} = \$ 8.00$
Consumo Grasa:	$0.02 \text{ kg/h.} \times 65.00 \text{ $/kg.} = \$ 1.30$
d) Llantas: Ll = $\frac{VII}{Hv}$ (Valor Llantas)	
	$Hv$ (Valor Económico)
Vida económica: Hv = <b>2,500</b> horas	\$ <b>250.33</b>
Ll = \$ <b>625,840.00</b> horas	
SUMA CONSUMO POR HORA \$ <b>379.03</b>	

III OPERACION	
S = Salarios	
Operador:	\$ <b>3,469.36</b>
	\$ <b>3,469.36</b>
Sal/Turno-prom: \$	
Hrs/Turno-prom: (M)	
M = 8 horas = $8 \times 0.916$ (Factor rendimiento) = <b>7.32</b> hrs.	
Operación = $\frac{S}{H} = \frac{3,469.36}{7.32}$ horas = \$ <b>473.95</b>	
SUMA OPERACION POR HORA \$ <b>473.95</b>	

COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) \$ <b>5,003.23</b>	
---	--

Wheel Tractor-Scrapers | 627B Rimpull



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

III. 3. -

CONSTRUCTORA:	Máquina CARGADOR FRONTAL	Hoja N.º:	3
	Modelo: 977- L	Cálculo:	F.T.P.
	Datos:	Revisó:	C.M.C.H.M.
OBRA:	Adicionales:	Fecha:	18-V-82

DATOS GENERALES		Tipo de cambio: \$47.00 M.N./DLL.	
Precio Adquisición:	\$11'085,655.00	Fecha Cotización:	18-V-82
Equipo Adicional:		Vida Económica (Ve):	6 años
		Horas por año (Ha):	2000 hr/año
		Motor:	DIESEL de 190 HP
Valor Inicial (Vo):	\$11'085,655.00	Factor Operación:	0.80
Valor Rescate (Vr):	10 % \$1'108,565.00	Potencia Operación:	152 HP op.
Tasa Interés (i):	33 %	Coefficiente Almacenaje (K):	0.1
Prima Seguros (s):	3 %	Factor Mantenimiento (Q):	0.8

I. CARGOS FIJOS

a) Depreciación:	$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{11'085,655.00 - 1'108,565.50}{10,000} = \$ 997.70$
b) Inversión:	$I = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{11'085,655.00 + 1'108,565.50 \times 0.33}{4,000} = \$ 1,006.02$
c) Seguros:	$S = \frac{Va + Vr}{2Ha} = \frac{11'085,655.00 + 1'108,565.50 \times 0.03}{4,000} = \$ 91.45$
d) Almacenaje:	$A = KD = 0.1 \times 997.70 = \$ 99.17$
e) Mantenimiento:	$M = QD = 0.8 \times 997.70 = \$ 798.16$
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 2,993.10	

II. CONSUMOS

a) Combustible:	E = a Pc
Diesel:	$E = 0.20 \times 152 \text{ HP op.} \times \$ 1.5 / \text{lt.} = \$ 45.60$
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP op.} \times \$ / \text{lt.} = \$$
b) Otras Fuentes de energía	
c) Lubricantes:	
Consumo de Carter:	0.23 lt/h. x 90.00 \$/lt. C/C = \$ 20.70
Consumo de Transmisión:	0.11 lt/h. x 70.00 \$/lt. C/T = \$ 7.70
Consumo Impulso Final:	0.08 lt/h. x 90.00 \$/lt. C/R = \$ 7.20
Consumo Control Hidráulico:	0.19 lt/h. x 100.00 \$/lt. C/H = \$ 19.00
Consumo Grasa:	0.02 kg/h. x 65.00 \$/kg. C/G = \$ 1.30
d) Llantas:	$Ll = \frac{VII}{Hv}$ (Valor llantas) (Valor Económico)
Vida económica:	Hv = _____ horas
Ll = \$ _____	horas
SUMA CONSUMO POR HORA \$ 101.50	

III OPERACION

S = Salarios	
Operador:	\$ 3,469.36
Salario Real	\$ _____
	\$ _____
Sal/Turno-prom:	\$ _____
Hrs/Turno-prom: (M)	
M = 8 horas	$8 \times 0.916$ (Factor rendimiento) = 7.32 Hr.
Operación = $\frac{S}{M}$	$\frac{3,469.36}{7.32}$ horas = \$ 473.95
SUMA OPERACION POR HORA \$ 473.95	

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$ 3,568.55
----------------------------------	-------------



ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA-MAQUINA

58

CONSTRUCTORA:	Máquina: <u>CAMION DE VOLTEO</u>	Hoja Núm.:
	Modelo: <u>G.MC. 6M3</u>	Cálculo: <u>F.T.P.</u>
	Datos	Revisó: <u>C.M.CH.M.</u>
OBRA:	Adicionales:	Fecha: <u>26-XI-81</u>

DATOS GENERALES.		Fecha Cotización: <u>26-XI-81</u>
Precio Adquisición:	<u>\$748,000.00</u>	Vida Económica (Ve): <u>5</u> años
Equipo Adicional:		Horas por Año (Ha): <u>2000</u> hr/año
Valor Inicial (Vo):	<u>\$748,000.00</u>	Motor <u>GASOLINA</u> de <u>270</u> HP
Valor Rescate (Vr):	<u>10 % = \$74,800.00</u>	Factor Operación: <u>0.8</u>
Tasa Interés (i):	<u>33 %</u>	Potencia Operación: <u>216</u> HP op.
Prima Seguros (s):	<u>3 %</u>	Coefficiente Almacenaje (K) <u>0.01</u>
		Factor Mantenimiento (Q) <u>0.9</u>

I. CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:  $D = \frac{V_a - V_r}{V_e} = \frac{748,000.00 - 74,800.00}{10000} = \$ 67.32$

b) Inversión:  $I = \frac{V_a + V_r \cdot i}{2Ha} = \frac{(748,000. + 74,800) \times 0.25}{4000} = \$ 51.42$

c) Seguros:  $S = \frac{V_a + V_r}{2Ha} \cdot s = \frac{(748,000 + 74,800) \times 0.03}{4000} = \$ 6.17$

d) Almacenaje:  $A = KD = \frac{67.32 \times 0.01}{4000} = \$ 0.67$

e) Mantenimiento:  $M = QD = \frac{67.32 \times 0.9}{4000} = \$ 60.58$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 186.16

II. CONSUMOS.

a) Combustible:  $E = a P_c$   
 Diesel:  $E = 0.20 \times \text{HP op.} \times \$ \text{ / lt.} = \$$   
 Gasolina:  $E = 0.24 \times \frac{216}{216} \text{ HP op.} \times \$ 2.80 \text{ / lt.} = \$ 145.15$

b) Otras fuentes de energía:  $= \$$

c) Lubricantes:  $L = a P_e$   
 Capacidad carter:  $C = \frac{8}{70}$  litros  
 Cambios aceite:  $t = \frac{0.0035}{0.0030} \times 216 \text{ HP op.} = 0.87 \text{ lt/hr.} = \$ 52.20$   
 $\therefore L = \frac{0.87 \text{ lt/hr} \times \$ 60.00}{\text{lt.}}$

d) Llantas:  $Ll = \frac{Vll}{Hv} \text{ (valor llantas) / (vida económica)}$   
 Vida económica:  $Hv = \frac{18,000.00}{2500}$  horas  
 $\therefore Ll = \$ \frac{18,000.00}{2500} = 7.20$

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 204.55

III. OPERACION.

S = Salarios  
 Operador: \$ 314.00  
 Salario Real: \$ 478.85  
 Sal/turno-prom: \$ 478.85  
 Hrs/turno-prom: (M)  
 M = 8 horas

$\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{M} = \frac{478.85}{8} \text{ horas} = \$ 59.85$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 59.85

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 450.56

CAPITULO IV

## IV

Para poder determinar el rango en que son óptimos los diferentes equipos de construcción, nos vemos en la necesidad de desarrollar un problema ilustrativo el cual es el siguiente .

Una compañía necesita hacer un movimiento de tierras consistente en excavar, acarrear y colocar material limo-arenoso suelto con peso volumétrico de  $\bar{=}$  1,500Kg/m<sup>3</sup>/mb y con coeficiente de abundamiento de 1.2

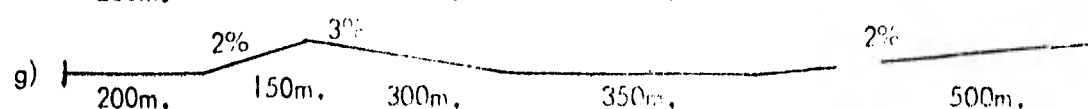
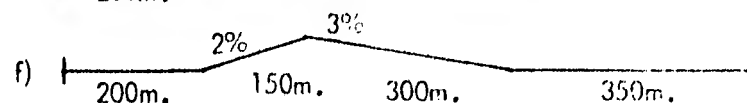
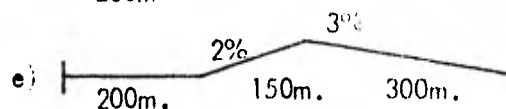
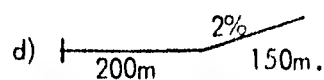
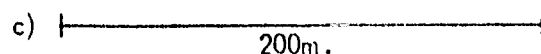
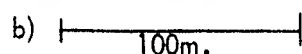
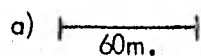
Dicho trabajo se ubica a 1,500 metros sobre nivel del mar, por lo cual no existen restricciones de potencia en las máquinas, y se realizará en las distancias indicadas en los dibujos.

Indicar cual es el equipo más conveniente para dicho trabajo, si se tiene:

Tractor D 8 K con hoja 8 S.  
 Motoescropa 627-B Caterpillar  
 Motoescropa 621-B Caterpillar  
 Cargador Frontal 977- L Caterpillar.  
 Camión G.M.C. de 6 m<sup>3</sup>.

Eficiencia de 55/min. por hora = 91.6%

Distancias.



Calcular el costo por metro cúbico de acuerdo con las siguientes condiciones: . . .

I EL TRACTOR EN LOS CASOS "a, b y c. "

II LA MOTOESCREPA 627- B EN LOS CASOS DE LA "a" A LA "g".

III LA MOTOESCREPA 621-B EN LOS CASOS DE LA "a" HASTA PASAR EL CASO II.

IV CARGADOR Y CAMIONES EN LOS CASOS DE LA "a" A LA "g".

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DEL TRACTOR D 8 K , CON HO--  
JA 8 S . DISTANCIA 60 METROS.

PRODUCCION : DE LA GRAFICA.

Producción = 400 m<sup>3</sup>/h.

FACTORES DE CORRECCION.

Operación =	0.75
Reso Volumétrico =	1.213
Eficiencia =	91.6%
Rendiente =	1
Material =	1.20

$$P = 400 \times 0.75 \times 1.213 \times 91.6 \times 1 \times 1.20 = 401.74 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\frac{C.H.}{P} = C.D.$$

$$\frac{3,514.50}{401.74} = \$8.74 / \text{m}^3.$$

$$C.D. = \$ 8.74 / \text{m}^3.$$

DISTANCIA: 100 METROS

PRODUCCION: DE LA GRAFICA.

Producción = 200 m<sup>3</sup>/h.

FACTORES DE CORRECCION.

Operación =	0.75
Reso Volumétrico =	1.213
Eficiencia =	91.6%
Rendiente =	1
Material =	1.20

$$\frac{C.H.}{P} = C.D.$$

$$P = 200 \times 0.75 \times 1.213 \times 91.6 \times 1 \times 1.20 = 200.87 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\frac{3,514.50}{200.87} = \$17.49 / \text{m}^3.$$

$$\text{C.D.} = \$17.49 / \text{m}^3.$$

DISTANCIA: 200 METROS

PRODUCCION: DE LA GRAFICA.

$$\text{Producción} = 120 \text{ m}^3/\text{h}.$$

FACTORES DE CORRECCION.

Operación =	0.75
Peso Volumétrico =	1.213
Eficiencia =	91.6%
Pendiente =	1
Material =	1.20

$$P = 120 \times 0.75 \times 1.213 \times 91.6 \times 1 \times 1.20 = 120.52 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$\frac{\text{C.H.}}{P} = \text{C.D.}$$

$$\frac{3,514.50}{120.52} = \$29.16/\text{m}^3$$

$$\text{C.D.} = \$29.16/\text{m}^3.$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 627- B.P.P. DISTANCIA : 60 METROS

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15 \times 1''$  de hundimiento + 20 Kg/Ton., por flexión lateral de las llantas etc.  
Si el camino es de terracería se hunde 3".

$$R_r = 3'' \times 15 = 45 + 20 = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

$$R_p = 0$$

$$R_t = R_r + R_p = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

$$\text{Capacidad colmada} = 15.3 \text{ m}^3.$$

$$\text{Peso propio (vacía)} = 33.250 \text{ Kg} = 33.25 \text{ Ton.}$$

Abundamiento 20%

Altura sobre nivel del Mar = 1,500 metros.

$$\text{Peso cargada} = 33.25 + (15.3 / 1.2) \times (1,500) = 52.375 \text{ Ton.} = 3.404$$

$$R_t = 52.375 \times 0.065 = 3.404$$

Viaje de regreso vacía

$$R_t = 33.25 \text{ Ton.} \times (0.065) = 2.161 \text{ Ton.}$$

Velocidades Máximas obtenidas de gráfica de productores .

$$\text{Velocidad de ida} = 28 \text{ Km/h.}$$

$$\text{Velocidad de regreso} = 45 \text{ Km/h.}$$

$$\text{Velocidad Media} = 0.6 \times \text{Velocidad Máxima.}$$

$$\text{Velocidad de ida} = 28 \times 0.6 = 16.8 \text{ Km/h.}$$

$$\text{Velocidad de regreso} = 45 \times 0.6 = 27 \text{ Km/h.}$$

$$\text{Distancia} = 60 \text{ mts.} = 0.06 \text{ Km.}$$

$$T_i = \frac{0.06 (60)}{16.8} = 0.2142$$

$$T_r = \frac{0.06 (60)}{27} = 0.1333$$

$$T = 0.2142 + 0.1333 = 0.3475$$

$$T = T.f. + T.v.$$

$$T_c. = 1.4 + 0.3475 = 1.7475$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 1.7475 = 31.47$$

$$\text{Producción} = 31.47 \times ( 15.3 / 1.2 ) = 401.28 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

1 Motoescapa

C.H. MOTOESCREPA 5,003.23

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{5,003.23}{401.28} = \$ 12.46$$

$$C.D. = \$ 12.46$$



CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 627- B P.P. DISTANCIA: 100 METROS.

#### DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15 \times 1''$  de hundimiento + 20 Kg/Ton., por flexión lateral de las llantas etc. Si el camino es de terracería se hunde 3''.

$$R_r = 3'' \times 15 = 45 + 20 = 65 \text{Kg/Ton.}$$

$$R_p = 0$$

$$R_t = R_r + R_p = 65 \text{Kg/Ton.}$$

Capacidad colmada = 15.3 m<sup>3</sup>.

Peso propio (vacía) = 33.250 Kg = 33.25 Ton.

Abundamiento 20%

Altura sobre el nivel del Mar = 1,500 metros.

Peso cargada =  $33.25 + (15.3 / 1.2) \times (1,500) = 52.375 \text{ Ton.} = 3.404$

$$R_t = 52.37 \times 0.065 = 3.404$$

Viaje de regreso vacía

$$R_t = 33.25 \times (0.065) = 2.161 \text{ Ton.}$$

Velocidades Máximas abtenidas de gráfica de productores.

Velocidad de ida = 28Km/h.

Velocidad de regreso = 45 Km/h.

Velocidad Media = 0.6 x Velocidad Máxima.

Velocidad de ida =  $28 \times 0.6 = 16.8 \text{Km/h.}$

Velocidad de regreso =  $45 \times 0.6 = 27 \text{ Km/h.}$

Distancia = 100 metros = 0.1 Km.

$$T = \frac{0.1 (60)}{16.8} = 0.3571$$

$$T_r = \frac{0.1 (60)}{27} = 0.2222$$

$$T = 0.3571 + 0.2222 = 0.5793$$

$$T_c = T.f. + T.v.$$

$$T = 1.4 + 0.5793 = 1.9793$$

$$\text{No. de viajes} = 55/1.9793 = 27.78$$

$$\text{Producción} = 27.78 \times (15.3 / 1.2) = 354.29 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

1 Motoescrepa

C.H. MOTOESCREPA 5,003.23

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{5,003.23}{354.29} = \$ 14.12$$

$$C.D = \$ 14.12$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 627- B P.P. DISTANCIA: 200 METROS.

#### DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15 \times 1''$  de hundimiento + 20 Kg/Ton., por flexión lateral de las llantas - etc. Si el camino es de terracería se hunde 3".

$R_r = 3'' \times 15 = 45 + 20 = 65 \text{Kg/Ton.}$

$R_p = 0$

$R_t = R_r + R_p = 65 \text{Kg/Ton.}$

Capacidad colmada = 15,3 m<sup>3</sup>.

Peso propio (vacía) = 33.250 Kg = 33.25 Ton.

Abundamiento 20%

Altura sobre nivel del Mar = 1,500 metros

Peso cargada = 33.250 + ( 15.3 / 1.2. ) × ( 1,500 ) = 52.375 Ton. = 3.404

$R_t = 52.375 ( 0.065 ) = 3.404 \text{ Ton.}$

Viaje de regreso vacía

$R_t = 33.25 ( 0.065 ) = 2.161 \text{ Ton.}$

Velocidades Máximas obtenidas de gráfica de productores.

Velocidad de ida = 28Km/h.

Velocidad de regreso = 45 Km/h.

Velocidad Media = 0.6 x Velocidad Máxima.

Velocidad de ida = 28 x 0.6 = 16.8 Km/h.

Velocidad de regreso = 45 x 0.6 = 27Km/h.

Distancia = 200 metros = 0.2 Km.

$$T_i = \frac{0.2 ( 60 )}{16.8} = 0.7142$$

$$T_r = \frac{0.2 ( 60 )}{27} = 0.4444$$

$$T = 0.7142 + 0.4444 = 1.1586$$

$$T = T.v. + T.f.$$

$$T = 1.4 + 1.1586 = 2.5586$$

$$\text{No. de viajes} = 55/2.5586 = 21.49$$

$$\text{Producción} = 21.49 \times (15.3/1.2) = 274.07 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

1 Motoescropa

C.H. MOTOESCREPA 5,003.23

$$C.D. = \frac{C.H.}{p}$$

$$\frac{5,003.23}{274.07} = \$ 18.25$$

$$C.D. = \$ 18.25$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOCREPA CATERPILLAR MODELO 627- B P.P. DISTANCIA: 350 METROS

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

La resistencia a la pendiente es de 10 Kg/Ton., por cada grado de pendiente.

$$R_r = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

$$R_p = 10 \text{ Kg} \times \text{Pendiente} \times \text{Ton.}$$

$$R_p = 10 \times 2 \times 52.37$$

Viaje de ida

Rp=	200	150
	0	20

Viaje de regreso

Rp=	200	150
	0	-20

Resistencia Total

Viaje de ida

Rt=	200	150
	65	45

Viaje de regreso

Rt=	200	150
	65	45

Motocrepa cargada  $R_c = 52.375 \text{ Ton.}$

Rt=	200	150
	3.404	2.35

$$R_t = (R_{ti} \times R_c)$$

Motocrepa Vacía  $R_v = 33.25 \text{ Ton.}$

Rt =	200	150
	2.161	1.490

$$33.25 \text{ Ton} \times 0.94 \text{ Ton} = 1.490$$

## Velocidades Máximas.

$$\begin{array}{r} \text{Velocidad de ida} \\ 200 \quad 150 \\ V_i = \quad 28 \quad 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Velocidad de regreso} \\ 200 \quad 150 \\ V_r = \quad 45 \quad 52 \end{array}$$

$$\text{Velocidades Medias} = \text{Velocidad Máxima} \times 0.6$$

$$\begin{array}{r} \text{Velocidad de ida} \\ 200 \quad 150 \\ V_i = \quad 16.8 \quad 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Velocidad de regreso} \\ 200 \quad 150 \\ V_r = \quad 27 \quad 31 \end{array}$$

$$\text{Distancias} = 200 \text{ y } 150 \text{ metros} = 0.2 \text{ y } 0.15 \text{ Km.}$$

$$T = \frac{0.2 (60)}{16.8} = 0.7142$$

$$T = \frac{0.15 (60)}{24} = 0.375$$

$$T = \frac{0.2 (60)}{27} = 0.4444$$

$$T = \frac{0.15 (60)}{31} = 0.2903$$

## Tiempos

$$\begin{array}{r} \text{Tiempo de ida} \\ 200 \quad 150 \\ T_i = \quad 0.7142 \quad 0.375 \end{array} \quad T_i = 1.089$$

$$\begin{array}{r} \text{Tiempo de regreso} \\ 200 \quad 150 \\ T_r = \quad 0.4444 \quad 0.2903 \end{array} \quad T_r = 0.7347$$

$$T_v. = 1.089 + 0.7347 = 1.8237$$

$$T_c = T.f. + T.v.$$

$$T_c = 1.4 + 1.8237 = 3.2237$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 3.2237 = 17.06$$

$$\text{Producción} = 17.06 \times (15.3 / 1.2) = 217.52 \text{ m}^3. \text{ mb/h.}$$

1 Motoescrpa

C.H. MOTOESCREPA 5,003.23

$$\text{C.D.} = \frac{\text{C.H.}}{\text{P}}$$

$$\frac{5,003.23}{217.52} = \$ 23.00$$

$$\text{C.D.} = \$ 23.00$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 627- B P.P. DISTANCIA: 650 METROS.

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

La resistencia a la pendiente es de 10 Kg/Ton., por cada grado de pendiente.

$$R_r = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

$$R_p = 10 \text{ Kg} \times \text{pendiente} \times \text{Ton.}$$

$$R_p = 10 \times 2 \times 52.37$$

Viaje de ida

	200	150	300
Rp =	0	20	-30

Viaje de regreso

	200	150	300
Rp =	0	-20	30

Resistencia Total

Viaje de ida

	200	150	300
Rt =	65	85	35

Viaje de regreso

	200	150	300
Rt =	65	45	95

Motoescrepa cargada = 52.375 Ton.

Viaje de ida

	200	150	300
Rt =	3.404	2.35	1.833

Peso Vacía = 33.25 Ton.

Viaje de regreso

	200	150	300
Rt =	2.161	1.496	3.158



## Velocidades Máximas

Velocidad de ida	200	150	300
$V_i =$	28	40	50

Velocidad de regreso	200	150	300
$V_r =$	45	52	28

Velocidades Medias =  $0.6 \times$  Velocidad Máxima

Velocidad de ida	200	150	300
$V_i =$	16.8	24	20

Velocidad de regreso	200	150	300
$V_r =$	27	31.2	16.8

$$T_i = \frac{0.2 (60)}{16.8} = 0.7142$$

$$T_i = \frac{0.15 (60)}{14} = 0.375$$

$$T_i = \frac{0.3 (60)}{30} = 0.60$$

$$T_r = \frac{0.2 (60)}{27} = 0.4444$$

$$T_r = \frac{0.15 (60)}{31.2} = 0.2884$$

$$T_r = \frac{0.3 (60)}{16.8} = 1.0714$$

$$T_{ida} = 1.689$$

$$T_{regreso} = 1.8042$$

$$T = 3.4932 + 1.4 = 4.8932$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 4.8932 = 11.240$$

$$\text{Producción} = 11.24 \times (15.3 / 12.) = 143.31 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

1 Motoescrepa

C.H. MOTOESCREPA 5,003.23

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{5,003.23}{143.31} = \$ 34.91$$

$$C.D. = \$ 32.91$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOCREPA CATERPILLAR MODELO 627-B P.P. DISTANCIA = 1,000 METROS.

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

La resistencia a la pendiente es de 10Kg/Ton., por cada grado de pendiente.

$R_r = 65 \text{ Kg/Ton.}$

$R_p = 10 \text{ Kg} \times \text{Pendiente} \times \text{Ton.}$

$R_p = 10 \times 2 \times 52.37$

Resistencia a la Pendiente

Viaje de ida				
	200	150	300	350
$R_p =$	0	20	-30	0

Viaje de regreso				
	200	150	300	350
$R_p =$	0	-20	30	0

Resistencia Total

Viaje de ida				
	200	150	300	350
$R_t =$	65	85	35	65

Viaje de regreso				
	200	150	300	350
$R_t =$	65	45	95	65

Motoescrepa cargada = 52.375 Ton.

Viaje de ida				
	200	150	300	350
$R_t =$	3,404	2,35	1,833	3,404

Motoescrepa Vacía = 33.75 Ton.

Viaje de regreso

	200	150	300	350
$V_r =$	2.161	1.496	3.158	2.181

Velocidades Máximas.

Viaje de ida				
	200	150	300	350
$V_i =$	28	40	50	28

Velocidad de regreso				
	200	150	300	350
$V_r =$	45	52	28	45

Velocidades Medias = 0.6 x Velocidad Máxima

Viaje de ida				
	200	150	300	350
$V_i =$	16.8	24	30	16.8

Viaje de regreso				
	200	150	300	350
$V_r =$	27	31.2	16.8	27

Distancias = 200, 150 y 350 metros = 0.2 , 0.15 , 0.3 y 0.35 Km.

$$T = \frac{0.2 (60)}{16.8} = 0.7142 \quad T = \frac{0.15 (60)}{24} = 0.375 \quad T = \frac{0.3 (60)}{30} = 0.60$$

$$T = \frac{0.35 (60)}{16.8} = 1.25$$

$$T_r = \frac{0.2 (60)}{27} = 0.4444 \quad T = \frac{0.15 (60)}{31.2} = 0.2884 \quad T = \frac{0.3 (60)}{16.8} = 1.0714$$

$$T_r = \frac{0.35 (60)}{27} = 0.7777$$

Tiempos en minutos.

Viaje de ida				
	200	150	300	350
$V_i =$	0.7142	0.375	0.60	1.25

Tiempo de ida = 2.9392

Viaje de regreso				
	200	150	300	350

$$V_r = 0.4444 \quad 0.2884 \quad 1.071 \quad 0.7777$$

$$\text{T tiempo de regreso} = 2.5815$$

$$T_c = T.f. + T.v.$$

$$T_c = 1.4 + 2.9392 + 2.5815 = 6.9207$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 6.9207 = 7.94$$

$$\text{Producción} = 7.94 \times (15.3 / 12.) = 101.32 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

1 Motoescropa

C.H. MOTOESCREPA 5,003.23

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{5,003.23}{101.32} = \$ 49.38$$

$$C.D. = \$ 49.38$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 627- B P.P. DISTANCIA : 1,500 METROS

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

La resistencia a la pendiente es de 10Kg/Ton., por cada grado de pendiente .

$$R_r = 65\text{Kg/Ton.}$$

$$R_p = 10\text{Kg} \times \text{pendiente} \times \text{Ton.}$$

$$R_p = 10 \times 2 \times 52.37$$

Resistencia a la pendiente .

Viaje de ida

	200	150	300	350	500
Rp=	0	20	-30	0	20

Viaje de regreso

	200	150	300	350	500
Rp=	0	-20	30	0	-20

Resistencia Total

Viaje de ida

	200	150	300	350	500
Rt=	65	85	35	65	85

Viaje de regreso

	200	150	300	350	500
Rt=	65	45	95	65	45

Motoescrepa cargada = 52.38 Ton.

Viaje de ida

	200	150	300	350	500
Rt=	3.404	7.35	1.833	3.404	4.452

Motoescrepa Vacía = 33.25 Ton.

Viaje de regreso

	200	150	300	350	500
V <sub>r</sub> =	2.161	1.496	3.158	2.161	1.496

Velocidades Máximas.

Velocidad de ida

	200	150	300	350	500
V <sub>i</sub> =	28	40	50	28	40

Velocidad de regreso

	200	150	300	350	500
V <sub>r</sub> =	45	52	28	45	52

Velocidad Media = 0.6 x Velocidad Máxima.

Velocidad de ida

	200	150	300	350	500
V <sub>i</sub> =	16.8	24	30	16.8	24

Velocidad de regreso

	200	150	300	350	500
V <sub>r</sub> =	27	31.2	16.8	27	31.2

Distancias = 200,150,300,350 y 500 metros = 0.2,0.15, 0.3, 0.35 y 0.5 Km

$$T_i = \frac{0.2 (60)}{16.8} = 0.7142 \quad T_i = \frac{0.15 (60)}{24} = 0.375 \quad T_i = \frac{0.3 (60)}{30} = 0.60$$

$$T_i = \frac{0.35 (60)}{16.8} = 1.25 \quad T_i = \frac{0.5 (60)}{24} = 1.25$$

$$T_r = \frac{0.2 (60)}{27} = 0.4444 \quad T_r = \frac{0.15 (60)}{31.2} = 0.2884 \quad T_r = \frac{0.3 (60)}{16.8} = 1.071$$

$$T_r = \frac{0.35 (60)}{27} = 0.7777 \quad T_r = \frac{0.5 (60)}{31.2} = 0.9615$$

Tiempos en minutos

Viaje de ida

	200	150	300	350	500
T <sub>i</sub> =	0.7142	0.375	0.60	1.25	1.25

Tiempo de ida = 4.189 min.

Viaje de regreso	200	150	300	350	500
Tr=	0.4444	0.2884	1.071	0.7777	0.9615

Tiempo de regreso = 3.543 min.

$T = T.f. + T.v.$

$T_c = 4.189 + 3.543 = 7.732$

$T_c = 1.4 + 7.732 = 9.132$

No. de viajes =  $55/9.132 = 6.02$

Producción =  $6.02 \times (15.3/1.2.) = 76.79 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$

1 Motoescropa

C.H. MOTOESCREPA 5,003.23

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{5,003.23}{76.79} = \$ 65.15$$

C.D. = \$ 65.15



CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 621 - B CON TRACTOR EMPUJADOR. DISTANCIA: 60 METROS.

#### DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4 MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15 \times 1''$  de hundimiento + 20 Kg/ Ton., por flexión lateral de las llantas - etc. Si el camino es de terracería se hunde 3''.

$$R_r = 3'' \times 15 = 45 + 20 = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

$$R_p = 0$$

$$R_t = R_r + R_p = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

Capacidad colmada = 16.8 m<sup>3</sup>.

Peso propio (vacía) = 32.280 Kg.

Abundamiento 20%

Altura sobre el nivel del Mar = 1,500 metros

Peso cargada = 32.280 + (16.8/1.2) × (1,500) = 53.280 Ton.

$$R_t = 53.28 (0.065) = 3.463 \text{ Ton.}$$

Peso vacía

$$R_t = 32.28 (0.065) = 2.098 \text{ Ton.}$$

Velocidades Máximas obtenidas de gráfica de productores.

Velocidad de ida = 21 Km/h.

Velocidad de regreso = 34 Km/h.

Velocidades Medias = 0.6 × Velocidad Máxima.

Velocidad de ida = 21 × 0.6 = 12.6 Km/h.

Velocidad de regreso = 34 × 0.6 = 20.4 Km/h.

$$\text{Distancia} = V = \frac{d}{T} \quad , \quad T = \frac{d}{V}$$

Distancia = 60 metros = 0.06 Km.

$$T = \frac{0.06 (60)}{12.6} = 0.2857$$

$$T_r = \frac{0.06 (60)}{20.4} = 0.1764$$

$$T = 0.2857 + 0.1764 = 0.4621$$

$$\text{Ciclo} = T.f. + T.v.$$

$$Tc. = 1.4 + 0.4621 = 1.8621$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 1.8621 = 29.53$$

$$\text{Producción} = 29.53 \times (16.8 / 1.2) = 413.51 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

Ciclo Tractor 2 min. . . .

1 Tractor  
1 Motoescropa

C.H.	TRACTOR	3,514.50
C.H.	MOTOESCREPA	4,015.42
		<u>7,529.92</u>

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{7,529.92}{413.51} = \$ 18.20/\text{m}^3$$

$$C.D. = \$ 18.20 / \text{m}^3.$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 621- B CON TRACTOR EMPUJADOR. DISTANCIA 100 METROS.

#### DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4 . MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15\text{Kg} \times 1''$  de hundimiento + 20 Kg/Ton., por flexión lareral de las llantas etc. Si el camino es de terracería se hunde 3".

$$R_r = 3'' \times 15 = 45 + 20 \text{ Kg/Ton.} = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

$$R_p = 0$$

$$R_t = R_r + R_p = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

Capacidad colmada = 16.8 m<sup>3</sup>.

Peso propio ( vacía ) = 32.280 Kg.

Abundamiento 20%

Altura sobre el nivel del Mar = 1,500 Metros.

$$P_{\text{eso cargada}} = 32.280 + ( 16.8 / 1.2 ) \times ( 1,500 ) = 53.280 \text{ Ton.}$$

$$R_t = 53.280 ( 0.065 ) = 3.463 \text{ Ton.}$$

Peso Vacía

$$R_t = 32.28 ( 0.065 ) = 2.098$$

Velocidades Maximias obtenidas de gráfica de productores.

Velocidad de ida = 21 Km/h.

Velocidad de regreso = 34 Km/h.

Velocidades Medias = 0.6 x Velocidad Máxima.

Velocidad de ida = 21 x 0.6 = 12.6 Km/h.

Velocidad de regreso = 34 x 0.6 = 20.4 Km/h.

$$\text{Distancia} = \quad V = \frac{d}{T} \quad \therefore \quad T = \frac{d}{V}$$

Distancia = 100 metros = 0.1 Km.

$$T = \frac{0.1 (60)}{12.6} = 0.4761$$

$$T_r = \frac{0.1 (60)}{20.4} = 0.2941$$

$$T = 0.4761 + 0.2941 = 0.7702$$

$$\text{Ciclo} = T.f. + T.v.$$

$$T_c = 1.4 + 0.7702 = 2.170$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 2.170 = 25.34$$

$$\text{Producción} = 25.34 \times (16.8 / 1.2) = 354.83 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

Cicilo Tractor 2 min.

1 Tractor  
1 Motoescrepa

C.H.	TRACTOR	3,514.50
C.H.	MOTOESCREPA	4,015.42
		<u>7,529.92</u>

$$C.D. = \frac{C.H.}{p}$$

$$\frac{7,529.92}{354.83} = \$21.22/\text{m}^3.$$

$$C.D. + \$ 21.22 / \text{m}^3.$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 621 - B CON TRACTOR EMPUJADOR. DISTANCIA: 200 METROS.

#### DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15 \text{ Kg} \times 1'' \text{ de hundimiento} + 20 \text{ Kg/Ton.}$ , por flexión lateral de las llantas - etc. Si el camino es de terracería se hunde 3''.

$$R_r = 3'' \times 15 = 45 + 20 = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

$$R_p = 0$$

$$R_t = R_r + R_p = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

Capacidad colmada = 16.8 m<sup>3</sup>.

Peso propio (vacía) = 32.280 Kg.

Abundamiento 20%

Altura sobre el nivel del Mar = 1,500 metros

Peso cargada = 32.280 + (16.8/1.2) × (1,500) = 53.280 Ton.

$$R_t = 53.28 (0.065) = 3.463 \text{ Ton.}$$

Peso Vacía

$$R_t = 32.28 (0.065) = 2.098 \text{ Ton.}$$

Velocidades Máximas obtenidas de gráfica de productores.

Velocidad de ida = 21 Km/h.

Velocidad de regreso = 34 Km/h.

Velocidades Medias = 0.6 × Velocidad Máxima.

Velocidad de ida = 21 × 0.6 = 12.6 Km/h.

Velocidad de regreso = 34 × 0.6 = 20.4 Km/h.

$$\text{Distancia} = V = \frac{d}{t} \quad \therefore \quad t = \frac{d}{v}$$

Distancia = 200 metros = 0.2 km.

$$T_i = \frac{0.2 (60)}{12.6} = 0.9523$$

$$T_r = \frac{0.2 (60)}{20.4} = 0.5882$$

$$T = 0.9523 + 0.5882 = 1.540$$

$$\text{Ciclo} = T.f. + T.v.$$

$$T_c = 1.4 + 1.540 = 2.940$$

$$\text{No. de viajes} = 55/2.940 = 18.70$$

$$\text{Producción} = 18.70 \times (16.8/1.2) = 261.8 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

Ciclo Tractor 2 min.

1 Tractor

1 Motoescrepa

C.H. TRACTOR	3,514.50
C.H. MOTOESCREPA	4,015.42
	<u>7,529.92</u>

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{7,529.92}{261.8} = \$ 28.76$$

$$C.D. = \$ 28.76/\text{m}^3.$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODEL O 621 - B CON TRACTOR EMPUJADOR. DISTANCIA: 350 METROS.

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15 \text{ Kg} \times 1'' \text{ de hundimiento} + 20 \text{ Kg/ton.}$ , por flexión lateral de las llantas etc. Si el camino es de terracería se hunde 3".

Resistencia a la Pendiente

Viaje de ida	200	150
Rp=	0	20

Viaje de Regreso	200	150
Rp=	0	-20

Resistencia Total

Resistencia de ida	200	150
Ri=	65	85

Resistencia de regreso	200	150
Rr=	65	45

Motoescrepa cargada =  $32.28 + (16.8 / 1.2) \times (1,500) = 53.28 \text{ Ton.}$

Viaje de ida	200	150
Vi=	3.463	4.528

Motoescrepa Vacía = 32.28Ton.

Viaje de regreso	200	150
Vr=	2.098	1.452

Velocidades Máximas obtenidas de gráfica de productores.

Velocidad de ida	200	150
$V_i =$	18	15

Velocidad de regreso	200	150
$V_r =$	34	46.5

Velocidades Medias =  $0.6 \times$  Velocidad Máxima

Velocidad de ida	200	150
$V_i =$	10.8	9

Velocidad de regreso	200	150
$V_r =$	20.4	28

Distancia = 350 metros = 0.35 Km/h.

$$T = \frac{0.2 (60)}{10.8} = 1.111$$

$$T = \frac{0.15 (60)}{9} = 1$$

$$T_r = \frac{0.2 (60)}{20.4} = 0.5882$$

$$T_r = \frac{0.15 (60)}{28} = 0.3214$$

T ida en minutos	200	150
$T_i =$	1.111	1.00

Tiempo regreso en minutos	200	150
$T_r =$	0.5882	0.3214

$$T = 0.5882 + 0.3214 = 0.9096$$

$$T_c = 2.111 + 0.9096 = 3.020$$

$$T = 1.4 + 3.020 = 4.42$$

$$\text{No. de viajes} = 55/4.42 = 12.44$$

$$\text{Producción} = 12.44 \times (16.8/12) = 174.16$$



Ciclo Tractor 2 min.

1 Tractor  
2 Motoescrapas

C.H.	TRACTOR	3,514.50
C.H.	MOTOESCREPAS	8,030.84
		<u>11,545.34</u>

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{11,545.34}{348.32} = \$ 33.14$$

$$C.D. = \$ 33.14$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 621 - B CON TRACTOR EMPUJADOR, DISTANCIA 650 METROS.

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$R_r = 15 \text{ Kg} \times 1'' \text{ de hundimiento} + 20 \text{ Kg/Ton.}$ , por flexión lateral de las llantas etc. Si el camino es de terracería se hunde 3".

$R_r = 3'' \times 15 = 45 + 20 = 65 \text{ Kg/Ton.}$

Resistencia a la Pendiente

Viaje de ida			
	200	150	300
R <sub>p</sub> =	0	20	-30

Viaje de regreso			
	200	150	300
R <sub>p</sub> =	0	-20	30

Resistencia Total

Viaje de ida			
	200	150	300
R <sub>t</sub> =	65	85	35

Viaje de regreso			
	200	150	300
R <sub>t</sub> =	65	45	95

Motoescrepa cargada =  $32.28 + (16.8 / 1.2) \times (1,500) = 53.28 \text{ Ton.}$

Viaje de ida			
	200	150	300
R <sub>t</sub> =	3.463	4.528	1.864

Motoescrepa Vacía = 32.28 Ton.

Viaje de regreso			
	200	150	300
R <sub>t</sub> =	2,098	1,452	3,066

Velocidades Máximas obtenidas de gráfica de productores

Velocidad de ida

	200	150	300
$V_i =$	18	15	39

Velocidad de regreso

	200	150	300
$V_r =$	34	46.5	24

Velocidades Medias =  $0.6 \times$  Velocidad Máxima

Velocidad de ida

	200	150	300
$V_i =$	10.8	9	23.4

Velocidad de regreso

	200	150	300
$V_r =$	20.4	28	14.4

Distancias = 200, 150 y 300 metros = 0.2, 0.15 y 0.3 Km.

$$T_i = \frac{0.2 (60)}{10.8} = 1.111 \quad T_i = \frac{0.15 (60)}{9} = 1.00 \quad T_i = \frac{0.3 (60)}{23.4} = 0.7692$$

$$T_r = \frac{0.2 (60)}{20.4} = 0.5882 \quad T_r = \frac{0.15 (60)}{28} = 0.3214 \quad T_r = \frac{0.3 (60)}{14.4} = 1.25$$

Tiempo en minutos

	200	150	300
$T_i =$	1.111	1.00	0.7692

Tiempo de ida = 2.88 min.

Tiempo de regreso en minutos

	200	150	300
$T_r =$	0.5882	0.3214	1.25

Tiempo de regreso = 2.15

$$T \text{ ida} + T \text{ regreso} = 2.88 + 2.15 = 5.03$$

$$T_c = T.v. + T.f.$$

$$T_c = 1.4 + 5.03 = 6.43$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 6.43 = 8.55$$

$$\text{Producción} = 8.55 \times (16.8 / 1.2) = 119.75 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

Ciclo Tractor 2 min.

3 Motoescrapas

1 Tractor

C.H.	MOTOESCREPAS	12,046.26
C.H.	TRACTOR	3,514.50
		<u>15,560.76</u>

$$C.D. = \frac{C.H.}{P}$$

$$\frac{15,560.76}{359.25} = \$ 43.31$$

$$C.D. = \$ 43.31$$

CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE UNA MOTOESCREPA CATERPILLAR MODELO 621- B CON TRACTOR EMPUJADOR. DISTANCIA: 1000 METROS.

DETERMINACION DEL CICLO

TIEMPO FIJO 1.4. MIN.

TIEMPOS VARIABLES:

$$Rr = 3'' \times 15 = 45 + 20 = 65 \text{ Kg/Ton.}$$

Resistencia o la Pendiente

Viaje de ida	200	150	300	350
Rp=	0	+20	-30	0

Viaje de regreso	200	150	300	350
Rp=	0	-20	30	0

Resistencia Total

Viaje de ida	200	150	300	350
Rt=	65	85	35	65

Viaje de regreso	200	150	300	350
Rt=	65	45	95	65

$$\text{Motoescrepa cargada} = 32.28 + (16.8/12.) \times (1,500) = 53.28 \text{ Ton.}$$

Viaje de ida	200	150	300	350
Vi=	3.4632	4.5288	1.8648	3.4632

Viaje de regreso	200	150	300	350
Vr=	2.098	1.452	3.066	2.098

Velocidades Máximas obtenidas de gráfica de productores.

Velocidad de ida

	200	150	300	350
$V_i =$	18	15	39	18

Viaje de regreso

	200	150	300	350
$V_r =$	34	46.5	24	34

Velocidades Medias = 0.6 x Velocidad Máxima

Velocidad de ida

	200	150	300	350
$V_i =$	10.8	9	23.4	10.8

Velocidad de regreso

	200	150	300	350
$V_r =$	20.4	28	14.4	20.4

Distancias = 200, 150, 300 y 350 metros = 0.2, 0.15, 0.3 y 0.35 Km.

$$T_i = \frac{0.2 (60)}{10.8} = 1.111 \quad T_i = \frac{0.15 (60)}{9} = 1.00 \quad T_i = \frac{0.3 (60)}{23.4} = 0.7692$$

$$T_i = \frac{0.35 (60)}{10.8} = 1.944$$

$$T_r = \frac{0.2 (60)}{20.4} = 0.5882 \quad T_r = \frac{0.15 (60)}{28} = 0.3214 \quad T_r = \frac{0.3 (60)}{14.4} = 1.25$$

$$T_r = \frac{0.35 (60)}{20.4} = 1.029$$

Tiempo en minutos

	200	150	300	350
$T_i =$	1.111	1.00	0.7692	1.944

Tiempo de ida = 4.824

Tiempo de regreso

	200	150	300	350
$T_r =$	0.5882	0.3214	1.25	1.029

Tiempo de regreso = 3.1886

$$T = T.v. + T.f.$$

$$T_c = 1.4 + 4.824 + 3.188 = 9.41$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 9.41 = 5.84$$

$$\text{Producción} = 5.84 \times (16.8 / 1.2) = 81.82 \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$$

Ciclo Tractor 2 min.

1 Tractor  
3 Motoescrapas

C.H. TRACTOR	3,514.50
C.H. MOTOESCROPAS	<u>12,046.26</u>
	15,560.76

$$C.D. = \frac{C.H.}{p}$$

$$\frac{15,560.76}{245.46} = \$ 63.39$$

$$C.D. = \$ 63.39$$

## CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DEL CARGADOR FRONTAL 977- L

Capacidad = 2.3 m<sup>3</sup>.

Capacidad real = factor de carga x capacidad teórica.

Factor de carga (fc) = 0.97.

Capacidad real = 0.97 x 2.3 = 2.23 m<sup>3</sup>/Ciclo.

El tiempo de un ciclo está compuesto por el tiempo del ciclo básico más el tiempo del ciclo de acarreo.

Ciclo básico = 30 seg.

Correcciones

Por material	1.2
Por Montón	1.2
Por Operación continua	- 2.4
	<u>0.00</u>

Ciclo = 30 seg. = 0.5 min.

1 Camión de 6 m<sup>3</sup> lo llena en 3 botes

1 Camión = 3 (0.5) = 1.5 min.

$\frac{55}{1.5} = 36.6$  camiones

$36.6 \times 6 = \frac{220 \text{ m}^3/\text{h.}}{1.2} = 183. \text{ m}^3 \text{ mb/h.}$

Costo x m<sup>3</sup> de carga =  $\frac{3,568.55}{220}$  \$16.22



CALCULO DEL COSTO POR METRO CUBICO DE TRANSPORTE DEL CAMION DE 6 M. 3. DISTANCIA : 60 METROS.

Velocidad promedio de ida = 20 Km/h.  
Velocidad promedio de regreso = 40 Km/h.

DETERMINACION DEL CICLO

T carga =	1.5
T ida =	0.18
T descarga =	0.5
T regreso =	0.09
	<u>2.27</u>

T ciclo = 2.27 min.

No. de viajes =  $\frac{\text{Tiempo efectivo por hora}}{\text{Tiempo del Ciclo.}}$

No. de viajes =  $55/2.27 = 24.22$

Volumen =  $24.22 \times 6 = 145.37$

No. de camiones =  $\frac{220}{145.37 \times 0.83} = \frac{220}{120.68} = 1.82 = 2 \text{ CAMIONES}$

Costo Horario cargador = \$ 3,568.55

Costo/m3 cargador =  $\frac{3,568.55}{220} = \$16.22$

Costo Horario camiones = \$ 901.12

Costo/m3 camiones =  $\frac{901.12}{145.37} = \$ 6.19$

Costo/m3 = 16.22  
6.19  
22.41

\$ 22.41.

DISTANCIA : 100 METROS

Velocidad promedio de ida = 30Km/h.

Velocidad promedio de regreso = 50Km/h.

DETERMINACION DEL CICLO

T carga =	1.5
T ida =	0.2
T descarga =	0.5
T regreso =	0.12
	<u>2.32</u>

T ciclo = 2.32 min.

No. de viajes =  $55/2.32 = 23.70$

Volumen =  $23.70 \times 6 = 142.20$

No. de camiones =  $\frac{220}{142.20 \times 0.83} = \frac{220}{118.02} = 1.86 = 2 \text{ CAMIONES}$

Costo/m<sup>3</sup> cargador = \$ 16.22

Costo horario camiones = \$ 901.12

Costo/m<sup>3</sup> camiones =  $\frac{901.12}{142.20} = \$ 6.33$

Costo/m<sup>3</sup> = \$ 16.22  
                   6.33  
                   22.55

Costo/m<sup>3</sup> = \$ 22.55

DISTANCIA : 200 METROS

Velocidad promedio de ida = 40 Km/h.

Velocidad promedio de regreso = 60 Km/h.

T carga =	1.5
T ida =	0.3
T descarga =	0.5
T regreso =	0.2
	<u>2.50</u>

$$T \text{ ciclo} = 2.50 \text{ min.}$$

$$\text{No. de viajes} = 55/2.50 = 22$$

$$\text{Volumen} = 22 \times 6 = 132$$

$$\text{No. de camiones} = \frac{220}{132 \times 0.83} = \frac{220}{109.56} = 2.00 = 2 \text{ CAMIONES}$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ cargador} = \$ 16.22$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ horario camiones} = \$ 901.12$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ camiones} = \frac{901.12}{132.00} = \$ 6.82 / \text{m}^3.$$

$$\begin{array}{r} \text{Costo/m}^3 = \$ 16.22 \\ \quad \quad \quad 6.82 \\ \hline \quad \quad \quad 23.04 \end{array}$$

$$\text{Costo/m}^3 = \$ 23.04$$

DISTANCIA : 350 METROS

Velocidad promedio de ida = 35Km/h.

Velocidad promedio de regreso = 65Km/h.

#### DETERMINACION DEL CICLO

$$\begin{array}{r} T \text{ carga} = \quad \quad 1.5 \\ T \text{ ida} = \quad \quad \quad 0.61 \\ T \text{ descarga} = \quad \quad 0.5 \\ T \text{ regreso} = \quad \quad 0.32 \\ \hline \quad \quad \quad 2.93 \end{array}$$

$$T \text{ ida} = T = \frac{d}{v} \text{ para } 200 \text{ y } 150 \text{ metros} = T = \frac{0.2 (60)}{35} + \frac{0.15 (60)}{35} =$$

$$0.3428 + 0.2571 = 0.6099$$

$$T \text{ regreso} = T = \frac{d}{v} \text{ para } 150 \text{ y } 200 \text{ metros} = T_r = \frac{0.2 (60)}{65} + \frac{0.15 (60)}{65} =$$

$$0.1846 + 0.1384 = 0.3230$$

$$\text{No. de viajes} = 55/2.93 = 18.77$$

$$\text{Volumen} = 18.77 \times 6 = 112.62$$

$$\text{No. de camiones} = \frac{220}{112.62 \times 0.83} = \frac{220}{93.47} = 2.35 = 2 \text{ CAMIONES}$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ cargador} = \$ 16.22$$

$$\text{Costo/ horario camiones} = \$901.12$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ camiones} = \frac{901.12}{112.62} = \$ 8.00$$

$$\begin{array}{r} \text{Costo/m}^3 = \$ 16.22 \\ \quad \quad \quad 8.00 \\ \hline \quad \quad \quad 24.22 \end{array}$$

$$\text{Costo/m}^3 = \$ 24.22$$

DISTANCIA: 650 METROS

Velocidad promedio de ida = 50Km/h.

Velocidad promedio de regreso = 60Km/h.

#### DETERMINACION DEL CICLO

$$\begin{array}{r} T \text{ carga} = \quad \quad 1.5 \\ T \text{ ida} = \quad \quad \quad 0.78 \\ T \text{ descarga} = \quad \quad 0.5 \\ T \text{ regreso} = \quad \quad 0.65 \\ \hline \quad \quad \quad 3.43 \end{array}$$

$$T \text{ ida} = T = \frac{0.2 (60)}{50} + \frac{0.15 (60)}{50} + \frac{0.3 (60)}{50} = 0.78$$

$$T \text{ regreso} = \frac{0.2 (60)}{60} + \frac{0.15 (60)}{60} + \frac{0.3 (60)}{60} = 0.65$$

$$T \text{ ciclo} = 3.43 \text{ min.}$$

$$\text{No. de viajes} = 55/3.43 = 16.03$$

$$\text{Volumen} = 16.03 \times 6 = 96.18$$

$$\text{No. de camiones} = \frac{220}{96.18 \times 0.83} = \frac{220}{79.82} = 2.75 = 3 \text{ CAMIONES}$$

$$\text{Costo / m}^3 \text{ del cargador} = \$ 16.22$$

$$\text{Costo/ horario camiones} = \$ 1,351.68$$

$$\text{Costo/ m}^3 \text{ camiones} = \frac{1,351.68}{96.18} = \$ 14.05$$

$$\begin{array}{r} \text{Costo/m}^3 = \$ 16.22 \\ \quad 14.05 \\ \hline \quad 30.27 \end{array}$$

$$\text{Costo/m}^3 = \$ 30.27$$

DISTANCIA: 1000 METROS

Velocidad promedio de ida = 50Km/h.

Velocidad promedio de regreso = 70 Km/h.

#### DETERMINACION DEL CICLO

$$\begin{array}{r} T \text{ carga} = \quad 1.5 \\ T \text{ ida} = \quad 1.2 \\ T \text{ descarga} = \quad 0.5 \\ T \text{ regreso} = \quad 0.85 \\ \hline \quad 4.05 \end{array}$$

$$T \text{ ida} = \frac{0.2 (60)}{50} + \frac{0.15 (60)}{50} + \frac{0.3 (60)}{50} + \frac{0.35 (60)}{50} = 1.2$$

$$T \text{ regreso} = \frac{0.2 (60)}{70} + \frac{0.15 (60)}{70} + \frac{0.3 (60)}{70} + \frac{0.35 (60)}{70} = 0.85$$

$$T \text{ ciclo} = 4.05 \text{ min.}$$

$$\text{No. de viajes} = 55/4.05 = 13.58$$

$$\text{Volumen} = 13.58 \times 6 = 81.48$$

$$\text{No. de camiones} = \frac{220}{81.48 \times 0.83} = \frac{220}{67.62} = 3.25 = 3 \text{ CAMIONES}$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ cargador} = \$ 16.22$$

$$\text{Costo horario camiones} = 1,351.68$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ camiones} = \frac{1,351.68}{81.48} = \$ 16.58/\text{m}^3.$$

$$\begin{array}{r} \text{Costo/m}^3 = \$ 16.22 \\ 16.58 \\ \hline 32.80 \end{array}$$

$$\text{Costo/m}^3 = \$ 32.80$$

DISTANCIA: 1,500 METROS

Velocidad promedio de ida = 50Km/h.

Velocidad promedio de regreso = 70 Km/h.

DETERMINACION DEL CICLO

$$\begin{array}{r} T \text{ carga} = 1.5 \\ T \text{ ida} = 1.8 \\ T \text{ descarga} = 0.5 \\ T \text{ regreso} = 1.28 \\ \hline 5.08 \end{array}$$

$$T \text{ ida} = \frac{0.2(60)}{50} + \frac{0.15(60)}{50} + \frac{0.3(60)}{50} + \frac{0.35(60)}{50} + \frac{0.5(60)}{50} = 1.8$$

$$T \text{ regreso} = \frac{0.2(60)}{70} + \frac{0.15(60)}{70} + \frac{0.3(60)}{70} + \frac{0.35(60)}{70} + \frac{0.5(60)}{70} =$$

1.28

$$T \text{ ciclo} = 5.08 \text{ min.}$$

$$\text{No. de viajes} = 55 / 5.08 = 10.82$$

$$\text{Volumen} = 10.82 \times 6 = 64.92$$

$$\text{No. de camiones} = \frac{220}{64.92 \times 0.83} = \frac{220}{53.88} = 4.00 = 4 \text{ CAMIONES}$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ cargador} = \$ 16.22$$

$$\text{Costo/horario camiones} = \$ 1,802.24$$

$$\text{Costo/m}^3 \text{ camiones} = \frac{1,802.24}{64.92} = 27.76$$

$$\begin{array}{r} \text{Costo/m}^3 = \$ 16.22 \\ 27.76 \\ \hline 43.98 \end{array}$$

Costo/m<sup>3</sup> = \$ 43.98

Graficando los costos por m<sup>3</sup> y las distancias, considerando el origen a partir del acarreo libre, obtenemos el rango dentro del cual el uso de la maquinaria es óptimo, así obtuvimos los siguientes rangos:

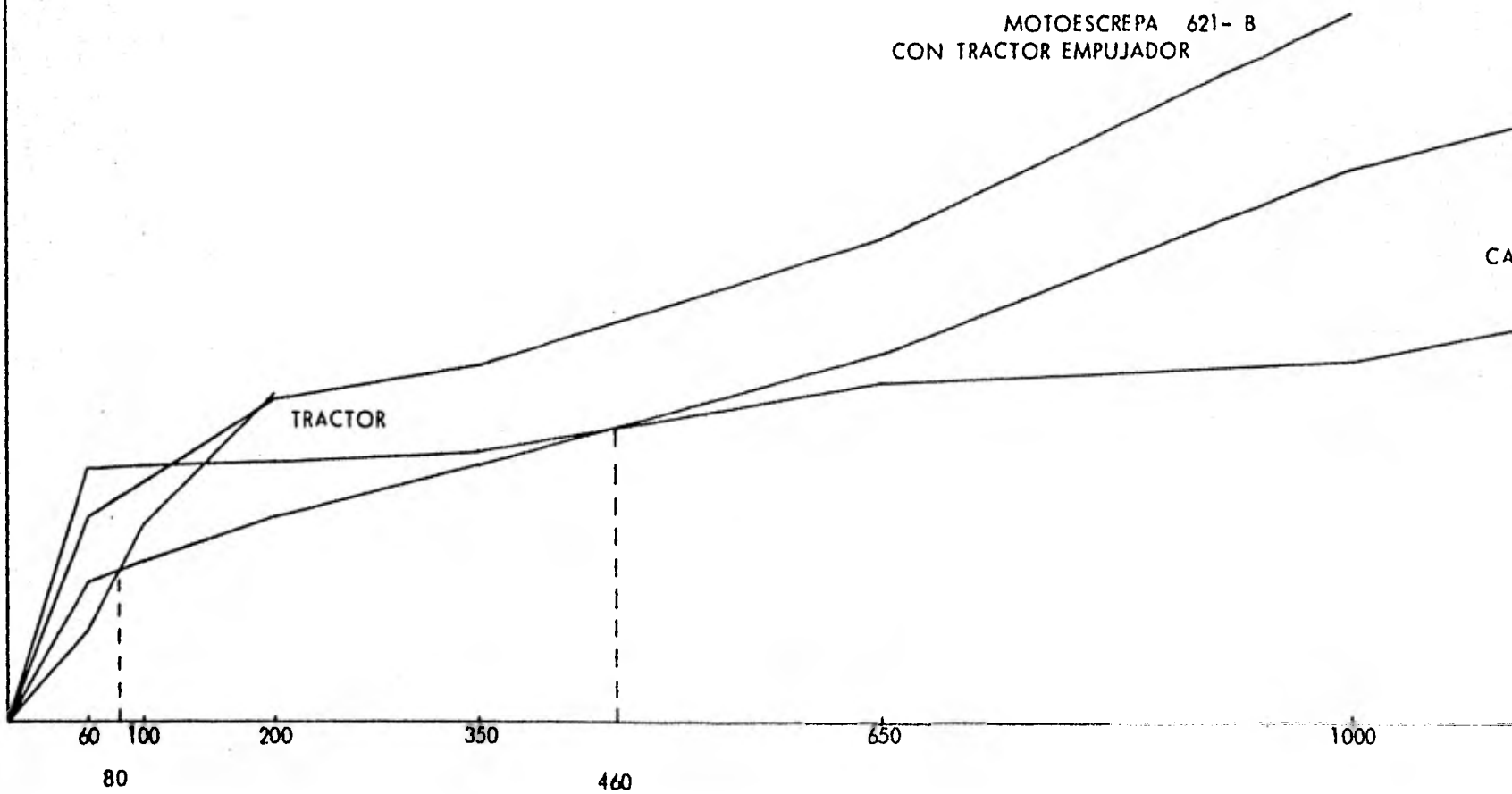
Tractor D-8K con hoja 8 S, su rango varía de 0 a 100 metros.

Motoescropa 627-B P.P. , su rango varía de 100 a 480 metros.

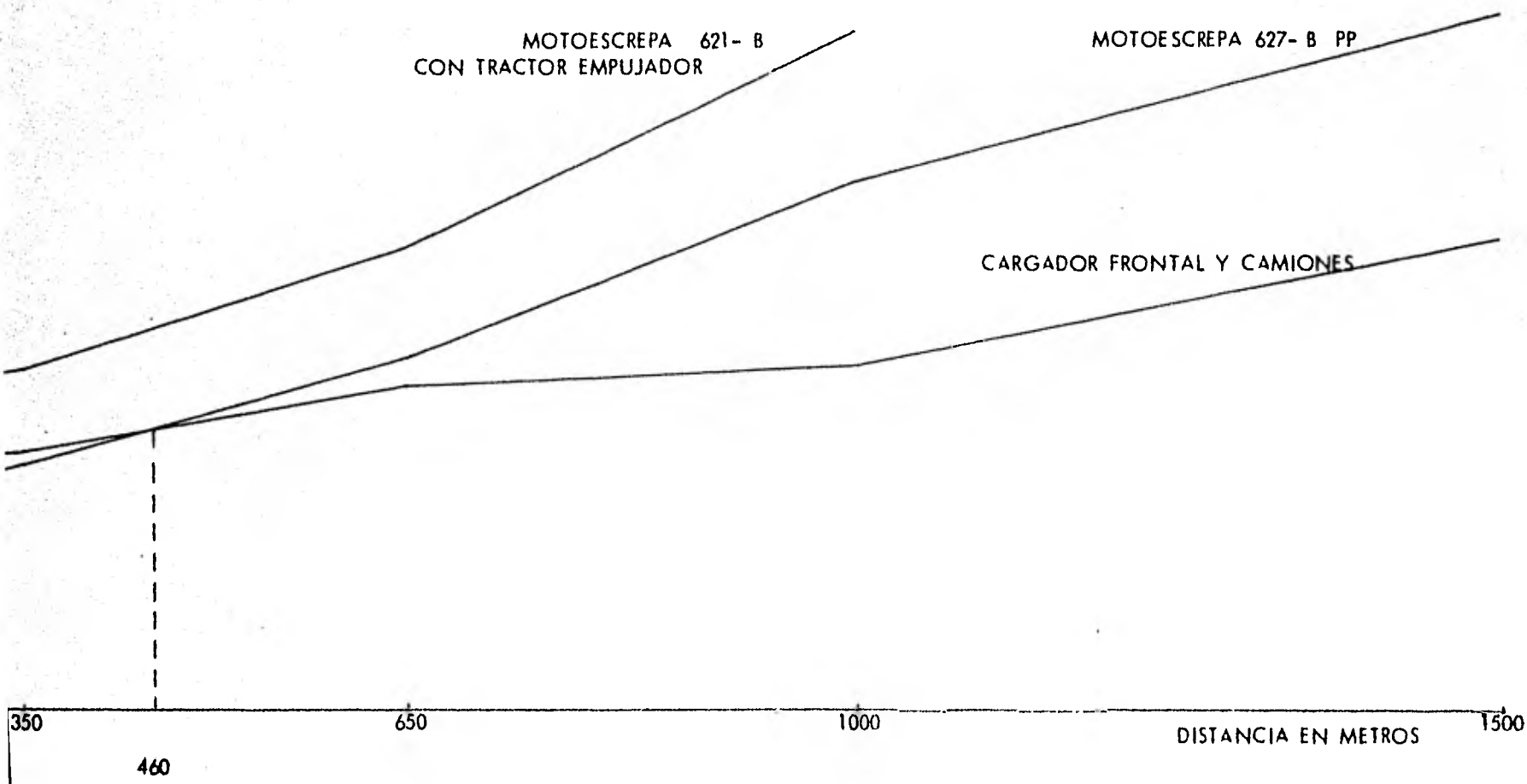
Cargador Frontal 977-L con camiones, su rango varía de 480 metros en adelante.

Motoescropa 621-B con tractor empujador, su costo por m<sup>3</sup> es muy elevado, según el problema base, por lo cual no es económicamente justificable su uso. En este sentido y tipo de movimiento de tierras.

COSTO POR M3 DE ACARREO





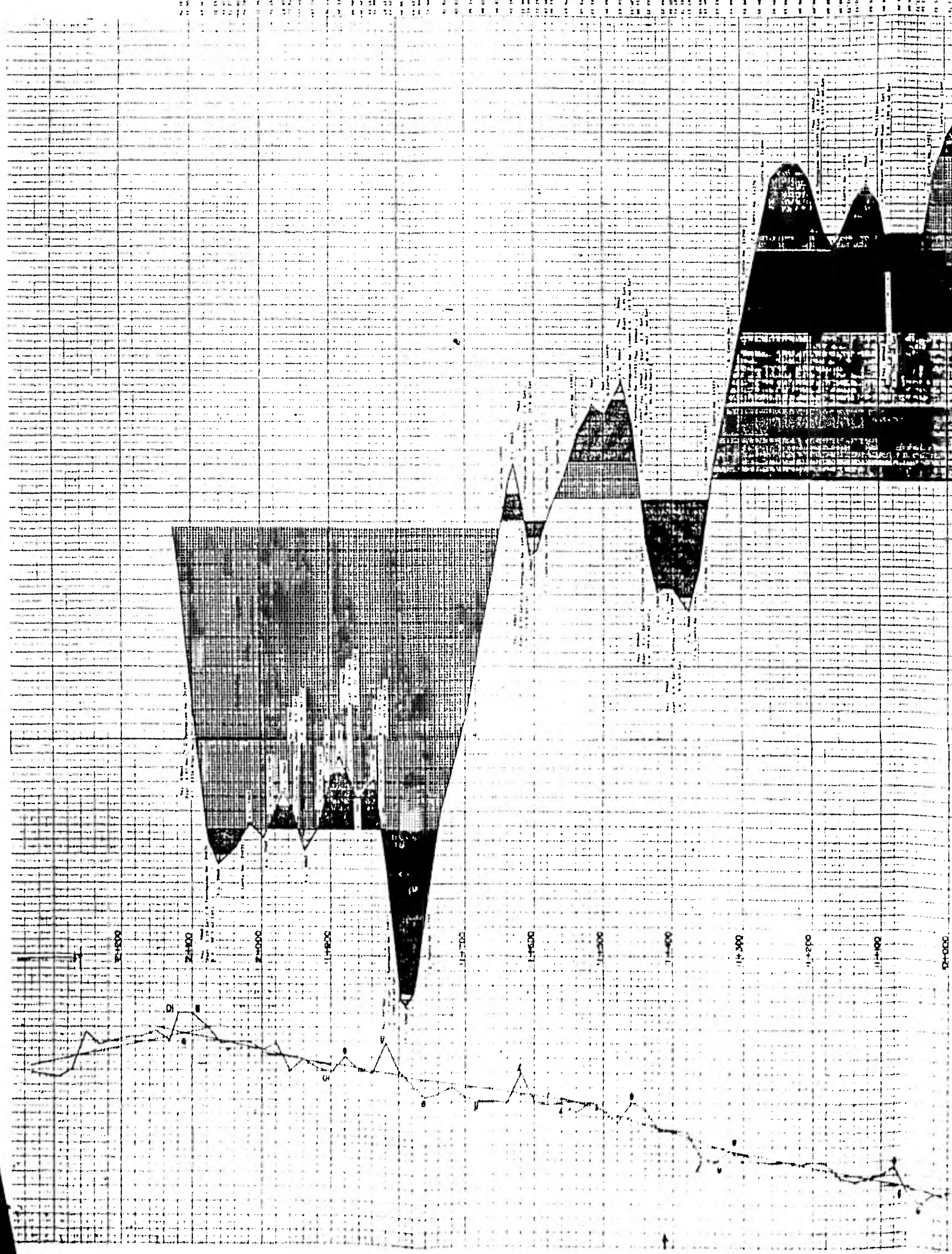


MOTOESCREPA 621- B  
CON TRACTOR EMPUJADOR

MOTOESCREPA 627- B PP

CARGADOR FRONTAL Y CAMIONES

350 460 650 1000 1500 DISTANCIA EN METROS



000-12

000-13

000-14

000-15

000-16

000-17

000-18

000-19

000-20

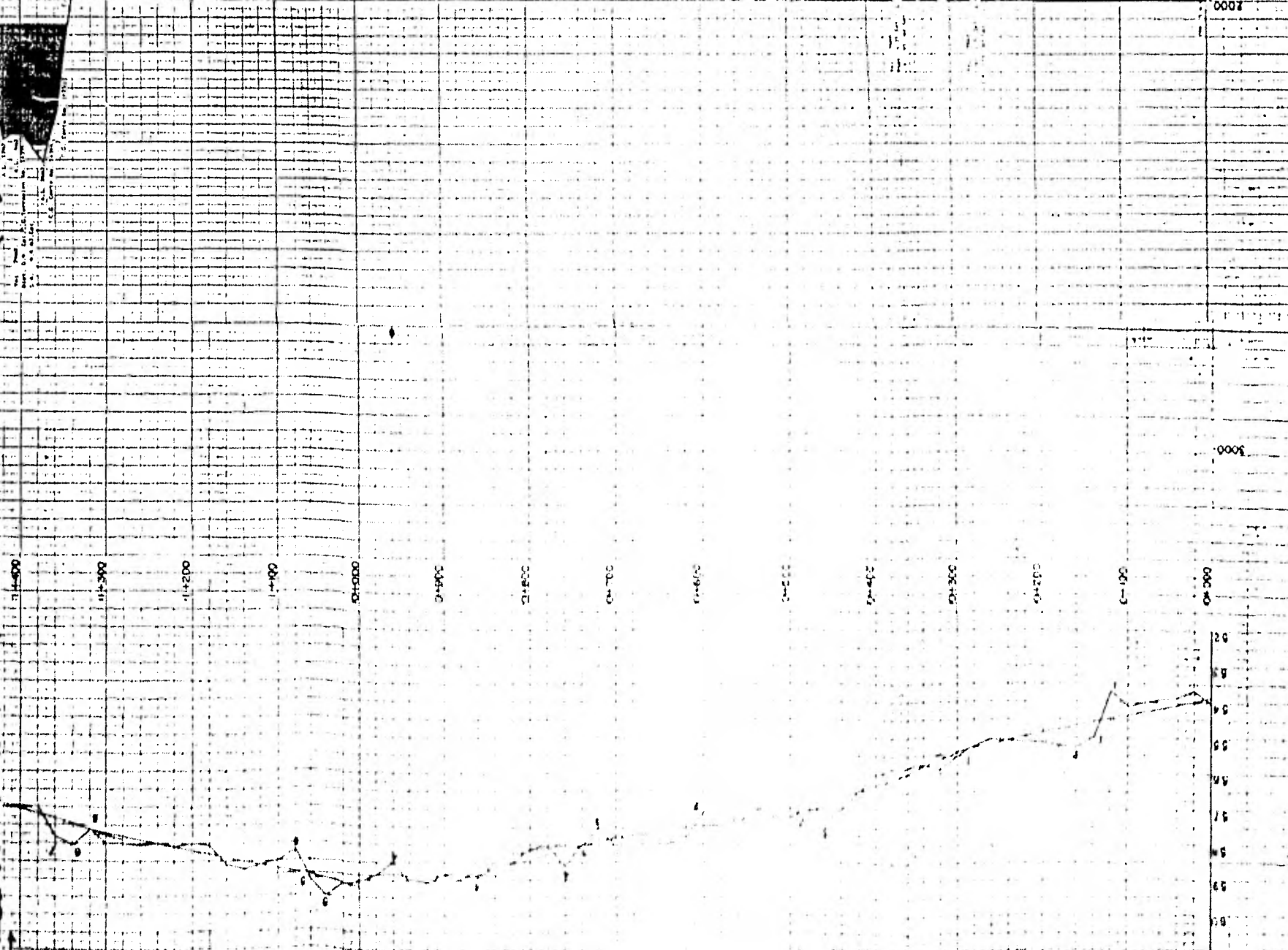
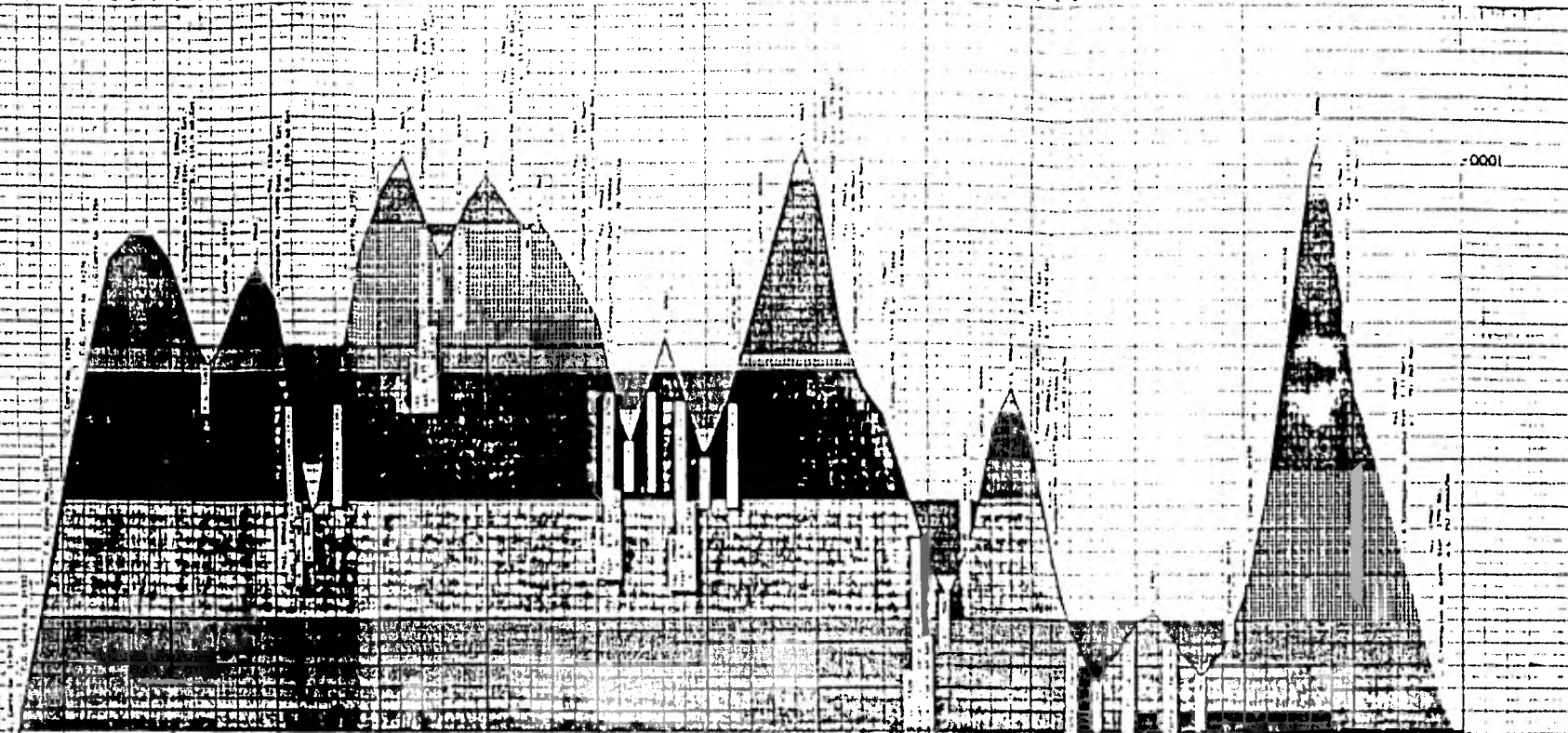
000-21

000-22

000-23

000-24

COLUMBIAN  
COLLEGE  
BETHLEHEM  
PA  
1911



CAPITULO V

V  
C O N C L U S I O N E S

Es necesaria una herramienta racional, que permita la planeación y minimización de costos, por lo tanto de tiempos en el movimiento de tierras, en la construcción de vías terrestres.

El análisis de la curva masa nos optimiza los movimientos de tierras en corte y terraplén, una vez diseñada geométricamente la vía terrestre considerada. Aunque es claro, que en este momento vuelve crítico desde el punto de vista costo y tiempo la correcta selección de la maquinaria; ya que en esto influye tanto el volumen como la distancia.

Con base en el análisis de las características del equipo, para el movimiento de tierras se tomaron los criterios siguientes.

- 1.- Maquinaria: Nueva.
- 2.- Eficiencia: del 83%
- 3.- Rendimiento teórico: sacado de tablas del fabricante.
- 4.- Rendimiento Real: el 60% del rendimiento teórico.
- 5.- Costo de Operación.

Se establece en cada caso las distancias convenientes para cada tipo de equipo o proceso de movimiento de tierras.

De ahí y para este caso específico se obtiene el siguiente cuadro compa

rativo.

Tipo de Mov.	Maquinaria	S.A.H.O.P.	Estudio.
Acarreo Libre	-o-	20 mts.	20 mts.
Sobreacarreo	Tractor	0-120 mts.	0-100 mts.
Acarreo Corto	Motoescropa	120-520 mts.	100-480 mts.
Acarreo Largo	( Camión )	> 520 mts.	> 480 mts.

De lo cual se concluye en este análisis, que deberá ser realizado en cada caso porque las variaciones aunque sean pequeñas en relación a la norma de S.A.H.O.P., a lo largo de una vía, pueden ser significativos económicamente.

Sirve además este estudio desde el punto de vista del contratante para seleccionar a aquél contratista que reúna los requerimientos de equipo que arroja el estudio.

## B I B L I O G R A F I A

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, S.A.H.O.P.

Manual de Caminos Vecinales, Ing. René Etcharrnen.

Especificaciones Generales de Construcción , S.A.HO.P.

Topografía General , Ing. Sabro Higashida.

Métodos, Planeamiento y Equipo de Construcción, R.L. Peurifoy.

Movimiento de Tierras, A W De Educación Continua. , Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Geología y Geotecnia para Ingenieros, R Judd y J. Krynine.

Apuntes de Carreteras Parte II., Tesis Armando Chávez Plmentel.