

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, Centro América.

PROGRAMACION DE OBRAS DE PAVIMENTACION  
PARA LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA



TESIS  
Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Ingeniería  
de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
por

MANUEL E. GONZALEZ MENDEZ

Al conferírsele el título de:

INGENIERO CIVIL

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Guatemala, abril de 1969.

DL  
08  
T(67)

PROGRAMACION DE OBRAS DE PAVIMENTACION

PARA LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
08  
T(67)

PROGRAMACION DE OBRAS DE PAVIMENTACION

PARA LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Ing. Amando Vides T.
Vocal Primero:	Ing. Marco Antonio Cuevas
Vocal Segundo:	Ing. Francisco Ubieta B.
Vocal Tercero:	Ing. Adolfo Behrens
Vocal Cuarto:	Br. Rolando Llovera
Vocal Quinto:	Br. Victor Hugo González
Secretario:	Ing. Héctor Centeno

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Amando Vides T.
Vocal Segundo:	Ing. Francisco Ubieta
Examinador:	Ing. Enrique Torrebiarte
Examinador:	Ing. Jorge Erdmenger
Secretario:	Ing. Jorge Lazo

DEDICO ESTE ACTO: \_\_\_\_\_

A MIS PADRES

Ernesto González Valenzuela

Carmen Méndez de González

A LA MEMORIA DE MI HERMANO

Carlos Roberto

A MIS ABUELITAS

Clemencia Mora v. de González

Rosita Méndez M.

Elisa Méndez M.

A MIS HERMANOS

Margarita González M.

Guisela Núñez de González

Ing. José Ernesto González M.

A

Betty Arrivillaga T.

A MIS SOBRINOS

Ana Karina

Carlos Ernesto

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

A LA FACULTAD DE INGENIERIA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a -  
vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

"PROGRAMACION DE OBRAS DE PAVIMENTACION PARA LA  
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA"

tema que me fue asignado por la Honorable Junta Directiva de  
la Facultad de Ingenieria

## C O N T E N I D O

CAPITULO	I	INTRODUCCION
CAPITULO	II	METODOS MODERNOS DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE PROCESOS PRODUCTIVOS.
CAPITULO	III	DESCRIPCION DEL EJEMPLO A DESARROLLAR
CAPITULO	IV	ANALISIS DEL RENDIMIENTO DE LAS MAQUINAS PARA LA OBTENCION DE LOS TIEMPOS DEL PROGRAMA.
CAPITULO	V	PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO a) METODO DEL CAMINO CRITICO "C.P.M." b) DIAGRAMA DE BARRAS DE GANTT
CAPITULO	VI	ANALISIS DEL COSTO DE LA OBRA, BASADO EN EL PROGRAMA DE TRABAJO.
CAPITULO	VII	INTEGRACION DEL COSTO Y DETERMINACION DE PRECIOS UNITARIOS
CAPITULO	VIII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

El fin primordial del presente trabajo es para que las obras de pavimentación que se llevan a cabo por la Municipalidad de Guatemala, sean ejecutadas en una forma más técnica y de acuerdo a los métodos modernos de Planificación y Programación.

No se pretende en este trabajo que la Programación que se presentará sea la más indicada o la mejor, pues para un proyecto determinado existen infinidad de diagrama de flechas y el aquí escogido es solo cuestión de criterio del Programador y de acuerdo a las disponibilidades de equipo y personal con que cuenta actualmente la Municipalidad de Guatemala,-

Se tratará en las páginas subsiguientes de explicar en que consisten los métodos modernos de Planificación y Programación, así como de la descripción de el trabajo de pavimentación a efectuar, haciendo un análisis desglosado de los tiempos de las diferentes actividades a efectuar para luego poder llevar a cabo la programación de la obra, por medio del método del camino crítico C.P.M. y del Diagrama de barras de Gantt; tratando en la parte final de la forma de sacar los costos por renglón de la obra en base al programa escogido.-



CAPITULO II

METODOS MODERNOS DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION  
DE PROCESOS PRODUCTIVOS

## METODOS MODERNOS DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION

Los métodos modernos de Planificación y Programación son sistemas creados para ordenar las diferentes actividades que intervienen en un proceso productivo de una manera tal que se pueda escoger el camino que más convenga tanto en costo como en tiempo.

### EN QUE CONSISTE EL METODO DE PROGRAMACION DEL CAMINO CRITICO

Antes de entrar a la explicación del método es necesario conocer unas definiciones como:

Actividad: Serie de una o varias operaciones que unidas en un orden dado dan una etapa de un proyecto.

Operación: Trabajo físico o mental para producir un efecto que sea manifestado evidentemente.

Objetivo : Lo que se trata de lograr con el proyecto a desarrollar.

#### Evento o

Suceso : Instante en que principia o finaliza una actividad, el evento carece de dimensión de tiempo.

Función : Unión de actividades de iguales características.

Proceso : Conjunto de actividades de diferentes características que forman el proyecto.

Conocidas ya las anteriores definiciones se puede pasar a explicar en que consiste el método.

El método del camino crítico (C.P.M.) es un método reciente y del cual nos podemos valer para poder llevar a cabo una buena dirección o administración sobre bases de Planeamiento y Programación.

Es sobre todo una representación gráfica de los razonamientos y decisiones necesarias para llevar a cabo cualquier proceso productivo; la representación gráfica es por medio de un Diagrama en forma de red en el cual se muestra una secuencia de las diferentes actividades que forman parte de un determinado proyecto. Es de hacer notar y hay que te -

nerlo muy en cuenta que la exactitud de los resultados que se obtengan a travez de un análisis por medio de un C.P.M. dependen de la forma exacta de recabar la información necesaria para la elaboración del Programa; es por esta razón que hay que hacer énfasis en que se le debe de prestar - bastante tiempo y mucha dedicación a la obtención de rendimientos para a sí tener una buena estimación de tiempos.

#### ETAPAS DEL METODO DEL CAMINO CRITICO

Las etapas del método para llevar a cabo una programación son:

- 1) Planeamiento
- 2) Programación

1) PLANEAMIENTO: Es identificar todas las actividades necesarias para completar un proyecto estableciendo sus interdependencias y relacionándo las entre sí en una forma lógica por medio del Diagrama en forma de red.

Hay que tener en cuenta que el diagrama de flechas solo muestra la secuencia lógica requerida en las distintas fases de un proyecto; es decir que nos indica que actividades deben de estar terminadas para poder comenzar otras o que actividades podemos llevar a cabo simultaneamente. El refinamiento que se desee en la clave de trabajo a efectuar depende u nica y exclusivamente del número de actividades en que se divida el proyecto, tomando en cuenta que la clase de refinamiento que se de<sup>s</sup>(evite) <sub>see</sub> - este de acuerdo a la importancia del proyecto.

#### 2) PROGRAMACION

Esta etapa consiste primordialmente en hacer estimaciones de tiempo para cada actividad estas estimaciones deben ser obtenidas en base de estadísticas sobre el tipo de proyecto a analizar o en base a experiencia que se tengan en la realización de un determinado trabajo.

#### FUNCIONAMIENTO DEL METODO DEL CAMINO CRITICO C.P.M.

Se tratará de dar en este punto en una forma sencilla la secuencia de los pasos a seguir para la realización de un programa.

1ero LISTA DE ACTIVIDADES

Una vez conocido el proyecto a desarrollar se descompondrá este en sus elementos elaborando para esto una lista de actividades.

El método corriente a seguir para evitar la omisión de alguna - de las actividades es el siguiente:

- 1.a = Dividimos el proceso en sus actividades primarias
- 1.b = Subdividimos las actividades primarias en secundarias
- 1.c = Se continua en forma sucesiva la sub-división.

2do SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Una vez hecho el listado de actividades se examinarán estas detenidamente para ver que actividades es necesario efectuar primero - para luego poder iniciar otras.-

Se acostumbra generalmente para hacer esta clasificación 2 formas que son:

2-a En forma cuadrada

Se elabora para esto un cuadro de 2 dimensiones, en el cual se escriben las actividades como titular de los renglones y de las columnas, o sea que el cuadro tendrá tantos renglones y columnas como número de actividades tenga el proyecto; una vez hecho esto se toma la actividad del primer renglón; y se verá entonces que actividades de las columnas hay que efectuar primero para poder efectuar las otras; se coloca una marca en estas y así sucesivamente se analizarán todos los renglones hasta llegar al último.

2-b En forma de listado

Este es más simple y se emplea más en procesos en los cuales la lista de actividades es más grande.

Esto consiste esencialmente en elaborar la misma lista de actividades numerándolas a la izquierda en su orden correlativo y poniendo

a la derecha el número que le corresponde a cada una de las actividades que tienen que estar terminadas para poder ejecutar la analizada.

### 3er ANALISIS DE TIEMPOS PARA LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES

En la técnica del C.P.M. la fijación de tiempos que duren las actividades es hecha en base de experiencia que se tengan sobre determinado trabajo o sacando estadísticas de tiempos de diferentes obras y luego promediándolas.

En el problema específico que se tratará en este trabajo se sacaron datos para el cálculo de rendimientos a lo largo de 10 meses en los diferentes trabajos de pavimentación que fueron efectuados por la Municipalidad de Guatemala.

### 4to CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE FLECHAS

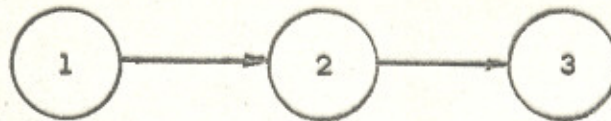
Antes de explicar la construcción de el Diagrama de Flechas es bueno definir 2 puntos importantes que son:

Actividad ficticia: Como su nombre lo indica es una actividad que no existe, pero nos sirve para evitar que dos actividades diferentes sean identificadas con los mismos eventos.

Actividad Real: Es un trabajo efectivo que forma parte de un proceso productivo.

En el diagrama de flechas cada actividad se representa por una flecha que puede ser de diferente forma y cuya longitud es arbitraria, en los extremos de las flechas se colocan círculos que representan los eventos de iniciación y terminación de una determinada actividad, la cabeza de la flecha debe dirigirse del evento inicial al evento terminal. Ya teniendo el listado de actividades en que se dividirá el proceso se puede construir el diagrama de flechas de la siguiente manera.

a) Se traza una flecha por cada actividad del proceso y numerando los círculos de los eventos se tiene representada la actividad mediante una pareja de números correspondientes a los eventos inicial y terminal, Ej:



i	j	descripción actividad
1	2	operaciones preliminares
2	3	movimiento de tierras

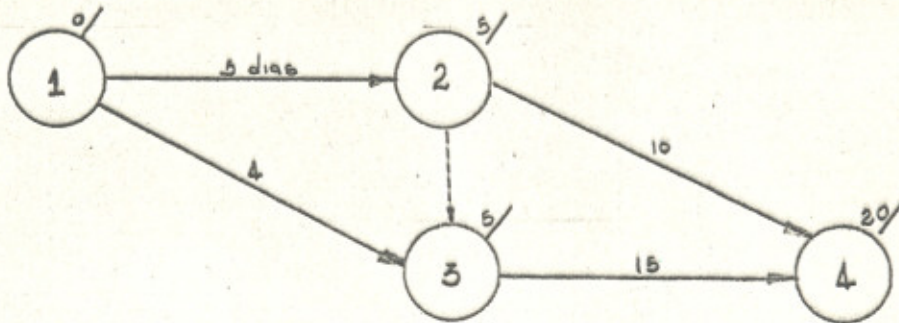
b) La secuencia mejor es obtenida en base a un estudio detenido de qué actividades deben iniciarse luego de haber terminado la o las actividades precedentes, se tendrá mucho cuidado en no colocar actividades que no son requisito como que lo fueran, para evitarlo se usarán las actividades ficticias así como para que 2 o más actividades no tengan los mismos eventos inicial y final.

5to DETERMINACION DE LOS TIEMPOS DE INICIACION Y FINALIZACION DE LAS ACTIVIDADES.-

La forma de proceder para encontrar el inicio y fin de las actividades es la siguiente:

En el evento inicial colocamos la fecha cero para así poder tener margen a iniciar la obra en cualquier instante, a este valor se le suma el tiempo de duración de la actividad y este resultado lo colocamos como numerador del quebrado que se coloca en la parte de arriba de cada evento.

Seguidamente se hace lo mismo con las actividades que parten de este evento sumando la duración de cada actividad y si son varias las actividades que concurren al evento, se toma como numerador del quebrado a la suma mayor que llegue al evento. Ej:

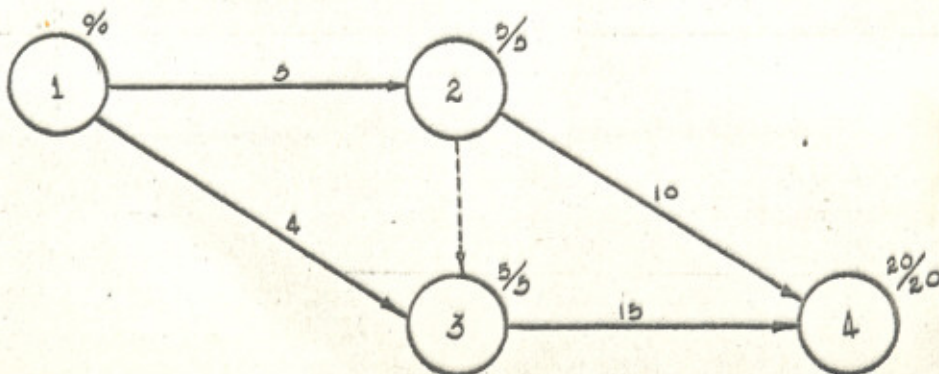


Seguimos procediendo en la misma forma y así llegamos al evento que marca la finalización de la obra.

Una vez determinados los tiempos más tempranos procedemos a determinar los tiempos más tardíos, o sea el denominador del quebrado que va encima del evento.

La forma de determinación de los tiempos más tardíos es la siguiente:

Se toma los tiempos más temprano de iniciación del evento que representa el final del Proceso, a este valor se le resta la duración de las actividades que a él llegan y el resultado se colocará como denominador del quebrado del evento de inicio, en el caso que a un mismo evento concurren varios valores se tomará el menor para denominador del quebrado y en esta misma forma procedemos hasta llegar al evento inicial de la red. Ej:



## 70 DETERMINACION DE HOLGURAS

Se llama holgura en general a cierto tiempo extra que tienen las actividades no críticas y que gracias a este tiempo se sabe a priori cuanto se puede retrasar o prolongar c/u de esas actividades sin que se perjudique la duración total del proceso.▼

Existen 3 clases de holguras las cuales son

Holgura total

Holgura libre

Holgura independiente

Pero solo definiremos las 2 primeras por ser las más importantes.

### HOLGURA TOTAL

Es la cantidad mayor de tiempo que puede retrasarse la terminación de una actividad sin retrasar la terminación del proceso; pero si afectando la iniciación de las actividades sub-secuentes a ellas su fórmula es:

$$Ht = Tt - It - d$$

Ht = Holgura total

Tt = Terminación más tardía

It = Iniciación más temprana

d = Duración de la actividad



## HOLGURA LIBRE

Es el tiempo que puede retrasarse una actividad sin afectar la terminación del proceso, pero si afectando la iniciación de los subsecuentes a ella su fórmula es:

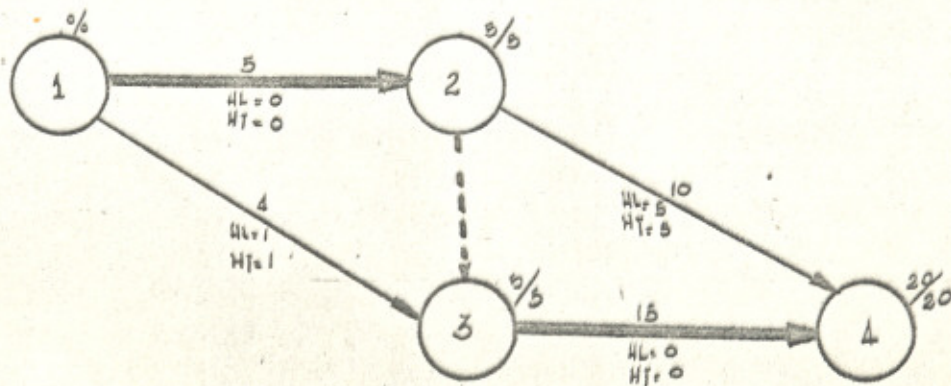
$$Hl = Tt - It - d$$

en donde

- Hl = Holgura libre
- Tt = Terminación más temprana
- It = Iniciación más temprana
- d = Duración de la actividad

## 80 DETERMINACION DEL CAMINO CRITICO

Una vez conociendo las holguras podemos proceder a la determinación del camino crítico en la siguiente forma: la sola existencia de holguras nos indica la existencia de un tiempo extra para la ejecución de una determinada actividad y como conocemos que el camino crítico es aquel que forman ciertas actividades que hay que comenzar y finalizar en un determinado tiempo para no atrasar el proceso, en base de esto sabemos que el camino crítico pasará por aquellas actividades cuya holgura sea igual a cero o sea que pasará por los eventos que tengan en el quebrado que va arriba del evento igual numerador que denominador. Luego para trazar el camino crítico unimos las actividades consecutivas que posean holgura cero; el camino crítico se acostumbra marcar más grueso que el resto de actividades para así distinguirlo mejor.



## DIAGRAMA DE BARRAS O DE GANTT

Es uno de los instrumentos más conocidos y fue ideado por Henry L. Gantt (1917), durante la Primera guerra mundial. Este es un gráfico representativo de los métodos tradicionales porque toma en cuenta preferentemente el tiempo en el cual deben ser ejecutados los trabajos programados y su gran ventaja es que nos puede mostrar claramente sobre el mismo cuerpo la parte programada y la ejecutada, razón por la cual es utilizado como medio de representación en el C.P.M. pero con las bases que este le proporciona para hacerlo más eficaz; es decir que se planifica y se programa según el método del camino crítico C.P.M. y luego se representa en el Diagrama de Barras de Gantt con lo que se obtiene un cuadro objetivamente claro, además de programado lógico y técnicamente bien

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL EJEMPLO A DESARROLLAR

DESCRIPCION DEL PROYECTO:

La Calzada Atlántico, unirá en una tangente, el Puente Belice y la - Calle Martí; para poder efectuar su construcción, es necesario expropiar a 118 propietarios, cuyas construcciones obstruyen el paso de la Calzada en mención.

Las áreas expropiadas ascienden a 23,710 M2, y el total a pagar alcanza los Q 400,000.00

La Calzada se extiende desde el Puente Belice hasta la 15 Avenida de la zona 6, en una extensión longitudinal de 1,450 metros. Desde su arranque en el Puente Belice, la Calzada tiene el siguiente gabarito, regido por el ancho del puente en referencia, así:

- 1) 2 pistas de 7.32 metros, cada una
- 2) Arriate central de 0.62 m.
- 3) Banqueta de 7.37 mts., y
- 4) Gabarito completo de 30 mts.

A partir del Puente Belice, la Calzada empieza a ensancharse en forma de embudo hasta llegar a la 25 Avenida (zona 6), en donde alcanza su gabarito normal distribuído así:

- 1) 2 pistas de 9.00 metros, cada una.
- 2) Arriate central de 6.00 mts.
- 3) Banquetas 2 de 3.00 mts, cada una; y
- 4) Gabarito completo de 30.00 mts.

Area de pistas a asfaltar .....	30,330.00 M2.
Area de banqueta .....	8,700.00 M2.
Area de arriate central .....	6,500.00 M2.
Longitud de bordillo .....	5,800.00 Mts

De acuerdo a la rasante lograda, el movimiento de tierras a efectuarse, hasta llegar a la sub-rasante es de 28,407.14 M3 en banco

Conforme los análisis del Laboratorio de Suelos, se ha diseñado un -

### ACLARATORIA

Como ejemplo a analizar se escogió la Calzada de el Atlántico, siendo esta una obra que está en período de ejecución; pero no habiendo sido posible su programación y siendo el fin principal de este trabajo dejar un patrón para las futuras obras de pavimentación, se escogió esta por tener a la mano todos los volúmenes de trabajo que intervienen en la obra y porque estaban en él todas las actividades que generalmente entran en los trabajos de pavimentación de la municipalidad capitalina.

pavimento para soportar cargas hasta de 18,000 libra/rueda, lográndose un pavimento de las dimensiones siguientes:

- a) Sub-base ..... 42.5 cms.
- b) Base ..... 15.0 cms.
- c) Carpeta asfáltica ..... 7.5 cms.

En base a los grosores anteriores, los volúmenes de materiales (material compactado) a usar, son:

- a) Sub-base ..... 12,890 M3.
- b) Base ..... 4,550 M3.
- c) Carpeta asfáltica (A.C)... 2,275 M3.

Para la carpeta asfáltica, se utilizará una capa abierta de 2" y una cerrada de 1/2" de acuerdo a las especificaciones adjuntas en este proyecto.

A la altura de la 15 Avenida, se ha diseñado una rotonda para mejor canalización del tránsito que se dirige de Norte a Sur y de Oriente a Poniente.

En los arriates centrales, se han hecho cortes adecuados para que los vehículos que crucen puedan salirse de las pistas de flujo continuo.

La velocidad de diseño es de 60 Kms/hora, en la sección más lenta. La pendiente más fuerte es de 6.07% y la mínima es de 0.75%.

En el proyecto tentativo de alumbrado público se ha contemplado la colocación de 100 luminarias en el área de banqueta, distanciadas 50 metros y de 11,000 lúmenes de intensidad.

El proyecto de agua contempló la recolocación de tubería existente, más los tramos nuevos necesarios, tal como consta en planos y presupuesto adjunto.

La longitud de la red principal de agua es de 2,900 ml.

El proyecto de drenaje contempla la colocación de tubería central en el arriate central, atravesando la pista para las instalaciones secundarias (120 secundarios aproximadamente). La longitud del drenaje principal

es de 1,450 ml.

La cantidad de materiales a usarse, así como el presupuesto y detalles, van adjuntos. El lugar escogido para depósito del material de desperdicio es el barranco del Puente Belice, por lo que la distancia de acarreo es en promedio 1 Km.

CAPITULO IV

ANALISIS DEL RENDIMIENTO DE LAS MAQUINAS PARA  
LA OBTENCION DE LOS TIEMPOS DEL PROGRAMA.-



## LISTA DE ACTIVIDADES

La lista de actividades primarias del presente proyecto proyecto el cual para su análisis y construcción se dividirá en 5 tramos, es la siguiente:

- 1.- Demolición
- 2.- Movimiento de tierras
- 3.- Conformación y compactación de sub-rasante
- 4.- Conformación y compactación sub base 1o capa
- 5.- Conformación y compactación sub base 2a capa
- 6.- Conformación y compactación de base
- 7.- Carpeta asfáltica 1o Capa
- 8.- Carpeta asfáltica 2a Capa
- 9.- Bordillo
- 10.- Banqueta
- 11.- Iluminación
- 12.- Jardinización

y las cuales para el análisis de obtención de tiempos se subdividirán en:

### 3.- Conformación y Compactación de sub-rasante

- a) escarificar
- b) mezclar
- c) Humedecer
- d) Conformar
- e) Compactar con rejilla
- f) Compactar con rodillo de metal
- g) Compactar con neumáticos

### 4.- Conformación y Compactación de sub-base

- a) Rayar
- b) Acarreo de material selecto
- c) Esparcir material selecto
- d) Humedecer

- e) Mezclar material
- f) Mezcla con arado de discos
- g) Conformar
- h) Compactación con rejilla
- i) Compactación con rodillo de metal
- j) Compactación con neumático

6.- Conformación y Compactación base

- a) Rayar
- b) Acarreo grava
- c) Esparcir grava
- d) Humedecer
- e) Mezclar material
- f) Mezclar con arado de discos
- g) Conformar
- h) Compactación con vibro compactadora
- i) Compactación con rodillo de metal
- j) Compactar con neumático
- k) Riego de imprimación

7.- Carpeta asfáltica

- a) Fraguado riego de imprimación
- b) Tendido mezcla asfáltico
- c) Compactación con rodillo de metal
- d) Compactación con neumático.

Teniendo ya el listado de actividades y sabiendo la secuencia de actividades podemos proceder a hacer el análisis de tiempos para la elaboración del Programa, el cual se detalla a continuación y en base a experiencias y estadísticas que por el tiempo de 10 meses se sacaron, en lo que respecta a número de pasadas en distintas actividades y también en lo que a la producción de la planta de asfalto se refiere.-

## ANALISIS DE TIEMPOS PARA EL PROGRAMA DE TRABAJO

El proyecto a analizar tiene una longitud de 1,450 metros, para su construcción se dividirá en 5 tramos de 290 metros.-

### 1.- DEMOLICION

Area a demoler .....	=	4,742 Mts <sup>2</sup>
Altura de casas .....	=	3.00 Mts
Volumen total ... = 3x4,742 .....	=	14,226 MTS <sup>3</sup>
Volumen/tramo ... = $\frac{14226}{5}$ .....	=	2,845 Mts <sup>3</sup>
Rendimiento .....	=	600 Mts <sup>3</sup> /día
Tiempo de trabajo = $\frac{2,845}{600}$ .....	=	4.7 días

### Reducción de tiempo efectivo a tiempo calendario

Domingos .....	=	52 días
Sábados .....	=	26 "
Feriados (oficiales .....	=	12 "
Tiempos perdidos y otros factores).....	=	<u>30</u>
		120
Un año .....	=	365 días
Tiempo laboral .. = 365 - 120 .....	=	245 "
Factor .....	=	$\frac{365}{245} = 1.49$ Usar <u>1.50</u>
Tiempo calendario = 1.5x4.7 .....	=	7 días
Tomar 7 días/tramo		

### MOVIMIENTO DE TIERRAS:

#### Tornapool

Distancia de Acarreo .....	=	1 Km
Velocidad cargado .....	=	20 Km/h
Velocidad descargada .....	=	30 Km/h

- - - - -  
TIEMPO DE CICLO

Tiempo de carga .....	=	3 minutos
Tiempo ida ..... = $\frac{1}{20}$ .....	=	0.05 h ..... = 3 "
Tiempo de regreso = $\frac{1}{30}$ .....	=	0.033h ..... = 2 "
Tiempo de descarga .....	=	2 "
Tiempos perdidos .....	=	<u>5</u> "
Ciclo total	=	15 minutos

En una hora cada trailla .. = 60 .... = 4 viajes

Se usarán 4 traillas de 13 Mts3 .... = 52 Mts3/viaje

Movimiento Tierras en 1 hora ..... = 52x4 .. = 208 M3/hora

En un día ..... = 8x208..... = 1,664 Mts3

1er TRAMO:

Volumen corte .....	=	5841.50
Volumen suelto .....	=	1.30x5841,50 ..... = 7,594 Mts3
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{7594}{1664}$ ..... = 4.6 días
Tiempo calendario.....	=	1.50x4.6 ..... = 6.9 días

Tomar 7 días/1er tramo

2o Tramo:

Volumen corte .....	=	7,389.87 Mts3
Volumen suelto .....	=	1.3x7,389.87 ..... = 9,607 Mts3
Tiempo de trabajo ....	=	$\frac{9607}{1664}$ ..... = 5.8 días
Tiempo calendario ....	=	1.5x5.8 ..... = 8.7 días

Tomar 9 días / 2o tramo  
- - - - -

3o Tramo

Volumen corte .....	=	3,191.77 Mts3		
Volumen suelto.....	=	1.3x3,191.77 .....	=	4,149 Mts3
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{4149}{1664}$ .....	=	2.5 días
Tiempo calendario .....	=	1.5x2.5 .....	=	3.8 días

Tomar 4 días / 3er tramo

4o Tramo:

Volumen corte .....	=	7,574.50 Mts3		
Volumen suelto .....	=	1.3x7,574.50 .....	=	9,847 Mts3
Tiempo de trabajo ...	=	$\frac{9,847}{1,664}$ .....	=	5.9 días
Tiempo calendario ...	=	1.5x5.9 .....	=	8.9 días

Tomar 9 días / 4o Tramo

5o Tramo:

Volumen corte .....	=	4,409.50 Mts3		
Volumen suelto .....	=	1.5x4,409.50 .....	=	5,732 Mts3
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{5,732}{1,664}$ .....	=	3.4 días
Tiempo calendario .....	=	1.5x3.4 .....	=	5.1 días

Tomar 5 días / 5o tramo .

- - - - -

III) CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE

Un tramo ..... = 290 mts  
Area ..... = 6066 mts<sup>2</sup>

a) Escarificar:

Escarificador

Ancho útil ..... = 1.00 mts  
Velocidad ..... = 4 Km/h  
Rendimiento en 1 hora ..... = 4,000 M<sup>2</sup>/h  
En 5 pasadas ..... = 800 M<sup>2</sup>/h  
Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{6,066}{800}$  ..... = 7.6 horas

b) Mezclar:

Motoniveladora:

Ancho útil ..... = 2.00 mts  
Velocidad ..... = 4 Km/h  
Rendimiento ..... = 8,000 M<sup>2</sup>/h  
En 10 pasadas ..... =  $\frac{8,000}{10}$  ..... = 800 M<sup>2</sup>/h  
Usando 2 motoniveladoras ..... = 1.600M<sup>2</sup>/h  
Tiempo de Trabajo ..... =  $\frac{6,066}{1,600}$  ..... = 3.8 horas

c) Humedecer

Regadora de Agua

Ancho útil ..... = 2.50 mts  
Velocidad ..... = 10 Km/h  
Rendimiento ..... = 2,500 M<sup>2</sup>/h  
con 4 pasadas ..... = 6,250 M<sup>2</sup>/h  
Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{6,066}{6,250}$  ..... = 1 hora

- - - - -

d) Conformar:

Motoniveladora

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	8,000Mts2/h
con 5 pasadas .....	= $\frac{8,000}{5}$ .....	= 1,600 mts2/h
usando 2 motoniveladoras .....	=	3,200 mts2/h
Tiempo de trabajo .....	= $\frac{6,066}{3,200}$ .....	= 1.9 horas

e) Compactar con Rejilla:

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	20 Km/h
En Rendimiento .....	=	40,000 mts2/h
En 20 pasadas .....	=	2,000 mts2/h
Tiempo de Trabajo .....	= $\frac{6,066}{2,000}$ .....	= 3 horas

f) Compactar con rodillo de metal

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	6 km/h
Rendimiento .....	=	12,000 mts2/h
En 4 pasadas .....	= $\frac{12,000}{4}$ .....	= 3,000 mts2
Tiempo de trabajo .....	= $\frac{6,066}{3,000}$ .....	= 2 horas

g) Compactar con neumáticos:

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	10 Km/h
Rendimiento .....	=	20,000 mts2/h
En 20 pasadas .....	=	1,000 mts2/h
Tiempo de trabajo .....	= $\frac{6,066}{1,000}$ .....	= 6.1 horas

RESUMEN: SUB-RASANTE:

a) Escarificar .....	=	7.6 horas
b) Mezclar .....	=	3.8 "
c) Humedecer .....	=	1.0 "
d) Conformar .....	=	1.9 "
e) Compactar con rejilla .....	=	3.0 "
f) Compactar con metal .....	=	2.0 "
g) Compactar con hule .....	=	<u>6.1 "</u>
TOTAL..	=	25.8 horas/tramo
Tiempo calendario de sub-rasante = 25.8x1.5 ..	=	38.7 horas
Tiempo calendario .. = $\frac{38.7}{8}$ .....	=	4.8 días

Tomar 5 días / tramo

IV) CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE

La sub-base se construirá en 2 capas, este análisis es para 1 capa.-

a) Rayar:

Motoniveladora

Ancho útil .....	=	1.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	4,000 mts <sup>2</sup> /h
En 2 pasadas .....	=	2,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .... = $\frac{6,066}{2,000}$ .....	=	3 horas

b) Esparcir material selecto:

MOTONIVELADORA

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h



Rendimiento .....	=	8,000 mts <sup>2</sup> /h
En 10 Pasadas .....	=	800 mts <sup>2</sup> /h
Con 2 motoniveladoras ..... 800x2 .....	=	1,600 Mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de Trabajo ..... $\frac{6,066}{1,600}$ .....	=	3.8 horas

c) Humedecer:

Regadora de Agua

Ancho útil .....	=	2.50 mts
Velocidad .....	=	10 Km/h
Rendimiento .....	=	25,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 5 Pasadas .....	=	5,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo ..... $\frac{6,066}{5,000}$ .....	=	1.2 horas

d) Mezclar Material:

Motoniveladora

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	8,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 8 Pasadas ..... $\frac{8,000}{8}$ .....	=	1,000 mts <sup>2</sup> /h
Usando 2 motoniveladoras .....	=	2,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de Trabajo ..... $\frac{6,066}{2,000}$ .....	=	3 horas

e) Mezcla de discos:

Arado de discos

Ancho útil .....	=	2.50 mts
Velocidad ..... 5 .....	=	5 Km/h
Rendimiento .....	=	12,500 Mts <sup>2</sup> /h
Con 4 Pasadas ..... $\frac{12,500}{4}$ .....	=	3,125 Mts <sup>2</sup> /h

- - - - -

$$\text{Tiempo de Trabajo} \dots\dots = \frac{6,066}{3,125} \dots\dots = 1.9 \text{ horas}$$

f) Conformar:

e) Motoniveladora

Ancho útil .....	=	2.00 mts.
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	8,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 5 Pasadas .....	=	$\frac{8,000}{5}$ = 1,600.mts <sup>2</sup> /h
Usando 2 motoniveladoras .....	=	3,200 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{6,066}{3,200}$ = 1.9 horas

g) Compactación con Rejilla:

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	20 Km/h
Rendimiento .....	=	40,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 20 pasadas .....	=	$\frac{40,000}{20}$ = 2,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de Trabajo .....	=	$\frac{6,066}{2,000}$ = 3 horas

h) Compactación con rodillo de metal

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	6 Km/h
Rendimiento .....	=	12,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 4 pasadas .....	=	$\frac{12,000}{4}$ = 3,000 Kms <sup>2</sup> /h
Tiempo de Trabajo .....	=	$\frac{4,066}{3,000}$ = 2 horas

- - - - -

i- Compactación con neumáticos

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	10 Km/h
Rendimiento .....	=	20,000 mts <sup>2</sup> /h
En 20 pasadas .....	=	1,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{60.66}{1,000}$ = 6.1 horas

j) Acarreo de material selecto

Camiones

Capacidad .....	=	7 m <sup>3</sup>
Velocidad cargado .....	=	20 Km/h
Velocidad descargado .....	=	30 Km/h
Distancia de Acarreo .....	=	2 Kms

Tiempo de Ciclo

Tiempo de carga .....	=	5 minutos
Tiempo de ida ... = $\frac{2}{20}$ ... = 0.1/h	=	6 minutos
Tiempo de regreso = $\frac{2}{30}$ ... = 0.067/h	=	4 minutos
Tiempo descarga .....	=	3 minutos
Tiempo perdido .....	=	<u>2 minutos</u>
CICLO TOTAL ...		20 minutos

Número de viajes por hora =  $\frac{60}{20}$  = 3 Viajes

Utilizando 10 camiones

Cada camión .....	=	3x7 = 21 mts <sup>3</sup> /hora
10 Camiones .....	=	210 mts <sup>3</sup> /hora

MATERIAL SELECTO NECESARIO

Primera Capa:

Volumen .....	= 0.15x6,066 .....	=	910 mts <sup>3</sup>
Material selecto suelto .....	= 1.4x910 .....	=	1,274 mts <sup>3</sup>
Tiempo de trabajo .....	= <u>1,274</u> .....	=	4 horas
	210		

RESUMEN SUB-BASE:

1	Rayar .....	=	3.0 horas
2	Colocar material selecto .....	=	4.0 "
3	Esparcir .....	=	3.8 "
4	Humedecer .....	=	1.2 "
5	Mezclar patrol .....	=	3.0 "
6	Mezclar discos .....	=	1.9 "
7	Conformar .....	=	1.9 "
8	Compactar rejilla .....	=	3.0 "
9	Compactar metal .....	=	2.0 "
10	Compactar hule .....	=	<u>6.1 "</u>
	TOTAL	=	29.9 horas

Tiempo calendario ó sub-base ....= 29.9x1.5 ... = 44.85 horas

Tiempo calendario  $\frac{44.85}{8}$  .....

8

= 5.6 días/tramo

Tomar 6 días tramo

V CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE

a) Rayar

Motoniveladora

Ancho útil .....	=	1.00 mts
velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	4,000 mts <sup>2</sup> /h
En 2 Pasadas .....	=	2,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{6,066}{2,000}$ = 3 horas

b) Esparcir grava

Motoniveladora

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	8,000 mts <sup>2</sup> /h
En 10 paradas .....	=	800 mts <sup>2</sup> /h
Usando 2 motoniveladoras .....	=	1,600 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{6,066}{1,600}$ = 3.8 horas

c) Humedecer:

Regadora de Agua

Ancho útil .....	=	2.50 mts
Velocidad .....	=	10 Km/h
Rendimiento .....	=	25,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 5 Pasadas .....	=	5,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .....	=	$\frac{6066}{5000}$ = 1.2 horas

- - - - -

d) Mezclar material

Motoniveladoras

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4.Km/h
Rendimiento .....	=	8,000 mts2/h
Con 8 pasadas ..... = $\frac{8,000}{8}$ .....	=	1,000 mts2/h
Usando 2 motoniveladoras .....	=	2,000 mts2/h
Tiempo de trabajo .. = $\frac{6,066}{2,000}$ .....	=	3 horas

e) Mezclar con discos

Arado de Discos

Ancho útil .....	=	2.50mts
Velocidad .....	=	2 Km/h
Rendimiento .....	=	5,000 mts2/h
Con 5 pasadas .....	=	1,000 mts2/h
Tiempo de trabajo ... = $\frac{6,066}{1,000}$ .....	=	6.1 horas

f) Conformar

Motoniveladora

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	8,000 mts2/h
Con 5 pasadas ..... = $\frac{8,000}{5}$ .....	=	1,600 mts2/h
Usando 2 motoniveladoras .....	=	3,200 mts2/h
Tiempo de Trabajo..... $\frac{6,066}{3,200}$ .....	=	1.9 horas

- - - - -

g) Compactar con vibro compactadora:

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	2. Km/h
Rendimiento .....	= $2.00 \times 2,000$	= 4,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 4 pasadas .....	= $\frac{2,000}{4}$	= 1,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo ..	= $\frac{6.066}{1,000}$	= 6.1 horas

h) Compactar con Rodillo de metal

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	6 Km/h
Rendimiento .....	=	12,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 10 pasadas .....	=	1,200 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo ...	= $\frac{6.066}{1,200}$	= 5.1 horas

i) Compactar con neumáticos

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	10 km/h
Rendimiento .....	=	20,000 mts <sup>2</sup> /h
Con 20 pasadas .....	=	1,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo ...	= $\frac{6.066}{1,000}$	= 6.1 horas

j) Riego de Imprimacion

Regadora de asfalto		
Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	8,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de Trabajo ...	= $\frac{6.066}{8,000}$	= 0.8 horas

- - - - -

k) Acarreo de Grava:

Camiones

Capacidad .....	=	7 mts <sup>3</sup>
Velocidad cargado .....	=	20 Km/h
Velocidad descargado .....	=	30 Km/h
Distancia de Acarreo .....	=	20 Km/h

Tiempo de ciclo:

Tiempo de carga .....	=	5 minutos
Tiempo de ida ... = $\frac{20}{30}$ ... = 1 .....	=	60 minutos
Tiempo de regreso = $\frac{20}{30}$ ... = 0.67 .....	=	40 minutos
Tiempo de descarga .....	=	<u>3 minutos</u>
Ciclo total .....	=	108 minutos

No de viajes por hora =  $\frac{60}{108} \dots = 0.55$

1 Camión .....	=	0.55x7 .....	=	3.85mts <sup>3</sup> /hora
Usando 20 camiones ..	=	3.85x20 .....	=	77 mts <sup>3</sup> /hora

Grava:

Volumen .....	=	60.66x0.15 .....	=	910 mts <sup>3</sup>
Volumen suelto ..	=	1.10x910 .....	=	1,000 mts <sup>3</sup>
Tiempo de Trabajo . = $\frac{1,000}{77}$ .....	=		=	13 horas

RESUMEN BASE

1.- Rayar .....	=	3.0 horas
2.- Acarreo de grava .....	=	13.0 "
3.- Esparcir grava .....	=	3.8 "
4.- Humedecer .....	=	1.2 "
5.- Mezclar material .....	=	3.0 "



6.- Mezclar con discos .....	=	6.1 horas
7.- Conformar .....	=	1.9 horas
8.- Compactar con vibro compactadora .....	=	6.1 "
9.- Compactar con metal .....	=	5.1 "
10.- Compactar con hule .....	=	6.1 "
11.- Riego de Imprimación .....	=	<u>0.8</u> "
TOTAL ...	=	50.1 horas

Tiempo calendario ... = 50.1x1.5 ..... = 75 horas

Tiempo calendario ... =  $\frac{75}{8}$  ..... = 9.4 días/tramo

Tomar 10 días/tramo

**VI CARPETA ASFALTICA**

la Capa:

a) Fraguado de riego de Imprimación

Tiempo calendario ..... = 48 horas

b) Tendido de mezcla asfáltica:

Finisher

c) Rendimiento de la finisher es mayor que la producción de mezcla, por lo que se analizará basándose en la producción de la planta de asfalto.-

Espesor carpeta ..... = 0.06 mets.

Volumen ..... = 0.06x6,066 ..... = 394 mts<sup>3</sup>

Peso unitario mezcla ..... = 2 Ton./mts<sup>3</sup>

Peso ..... = 788 toneladas

La Planta produce 30 toneladas/hora

Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{788}{30}$  ..... = 26.3 horas

c) Compactación con Rodillo de metal :

Tandem

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	4 Km/h
Rendimiento .....	=	8,000 mts <sup>2</sup> /h
En 10 Pasadas .....	=	800 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .... = $\frac{6,066}{800}$ .....	=	7.6 horas

d) Compactación con neumáticos

Ancho útil .....	=	2.00 mts
Velocidad .....	=	10 Km/h
Rendimiento .....	=	20,000 mts <sup>2</sup> /h
En 20 pasadas .....	=	1,000 mts <sup>2</sup> /h
Tiempo de trabajo .... = $\frac{6,066}{1,000}$ .....	=	6.1 horas

RESUMEN:

1) Tendido de la capa .....	=	26.3 horas
2.- Compactación con metal .....	=	7.6 "
3.- Compactación con hule .....	=	<u>6.1</u>
TOTAL .....	=	40.0 horas

Tiempo calendario .... = 1.5x40 .....	=	60 horas
Tiempo .... = $\frac{60}{8}$ .....	=	7.5 días
Tiempo graguado .....	=	<u>2.0 días</u>
		9.5 días

Tomar 10 días/tramo.-

2a Capa

a) Tendido de mezcla asfáltica

Espesor carpeta ..... = 0.03 mts  
V ..... =  $0.03 \times 6,066 \text{ @ } 182 \text{ mts}^3$   
Peso ..... =  $182 \times 2 \dots = 364$   
Producción..... = 30 ton/hora  
Tiempo de trabajo ... =  $\frac{364}{30} = 12.1 \text{ horas}$

b) Compactación con rodillo de metal

Tandem:

Ancho útil ..... = 2.00 mts  
Velocidad ..... = 4.00 Km/h  
Rendimiento ..... = 8,000 mts<sup>2</sup>/h  
En 6 Pasadas ..... =  $\frac{8,000}{6}$  ..... = 1,333 mts<sup>2</sup>/h  
Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{6,066}{1,333}$  ..... = 4.5 horas

c) Compactación con neumáticos:

Ancho útil ..... = 2.00 mts  
Velocidad ..... = 10 Km/h  
Rendimiento ..... = 20,000 mts<sup>2</sup>/h  
En 15 pasadas ..... =  $\frac{20,000}{20}$  ..... = 1,000 mts<sup>2</sup>/h  
Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{6,066}{1,000}$  ..... = 6.1 horas

RESUMEN:

1.- Tendido de 2a Capa ..... = 12.1 horas  
2.- Compactación con metal ..... = 4.5 "  
3.- Compactación con hule ..... = 6.1 "  
22.7 horas

- - - -

Tiempo calendario .... =  $1.5 \times 22.7$  ..... = 34 horas  
 Tiempo : ..... =  $\frac{34}{8}$  ..... = 4.2 días/tramo

Tomar 4 días/tramo

VII BORDILLO:

Longitud/tramo ..... = 1,160 mts  
 Rendimiento a máquina ..... = 300 mts/día  
 Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{1,160}{300}$  ..... = 3.9 días  
 Tiempo calendario ..... =  $3.9 \times 1.5$  ..... = 5.8 días

Tomar 6 días/tramo.-

VIII BANQUETA:

Area ..... = 8,700 mts<sup>2</sup>/tramo  
 Rendimiento ..... = 1,800 mts<sup>2</sup>/día  
 Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{8,700}{1,800}$  ..... = 4.8  
 Tiempo calendario ..... =  $1.5 \times 4.8$  .... = 7.2 días

Tomar 7 días/tramo

IX ILUMINACION

20 Luminarias /tramo  
 Rendimiento ..... = 4 luminarias/tramo  
 Tiempo de trabajo ..... =  $\frac{20}{4}$  ..... = 5 días  
 Tiempo calendario ..... =  $1.5 \times 5$  ..... = 7.5

Tomar 8 días/tramo

- - - -

X JARDINIZACION:

Area .....	=	1,300mts2/tramo
Rendimiento .....	=	350 mts2/día
Tiempo de trabajo .... = $\frac{1300}{350}$ .....	=	3.7 días
Tiempo calendario ..... 1.5x3.7 .....	=	5.6 días

Tomar 6 días/tramo

CAPITULO V

PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

- a) METODO DEL CAMINO CRITICO "C.P.M."
- b) DIAGRAMA DE BARRAS DE GANTT

ILUSTRACIONES Y ANEXOS, CONSULTAR  
UNICAMENTE EN TESIS FISICA

CAPITULO VI

ANALISIS DEL COSTO DE LA OBRA, BASADO EN EL PROGRAMA DE TRABAJO



### Análisis del costo de la obra en base de los tiempos del Programa

Para el análisis del costo de la obra se tomaron en cuenta varias consideraciones en base a experiencias que se han tenido en trabajos similares que han sido ejecutados por la Dirección de Obras Municipales.

Para obtener el costo se tomó en cuenta la siguiente maquinaria por actividades así:

#### Demolición

- 1 Tractor D-8
- 2 Cargadoras de oruga
- 15 Camiones

#### Movimiento de tierras

- 2 Tractores D-8
- 4 Tornapoles

#### Trabajos desde sub-rasante hasta carpeta

- 1 Tractor D-8
- 4 Motoniveladoras
- 3 Regadoras de agua
- 1 Aplanadora de 3 rodos
- 2 Compactadoras de neumáticos
- 1 Barridora mecánica
- 1 Tractor con rejilla
- 1 Vibro compactadora
- 1 Regadora de asfalto
- 1 Arado de discos
- 1 Aplanadora Tandem
- 1 Finisher
- 1 Cargadora de neumáticos

Los tiempos de trabajo para el cálculo del arrendamiento de la -  
maquinaria fueron obtenidos del programa de ejecución calculado ante-  
riormente, así como el tiempo para la mano de obra.

Los costos unitarios tanto de mano de obra como de arrendamiento  
y combustibles y lubricantes fueron obtenidos en base a estadísticas  
de los archivos de la Sección de Costos de la Dirección de Obras Muni-  
cipales.

La distribución en porcentaje de maquinaria por renglones que a-  
parecen en el análisis desde la sub-rasante hasta la carpeta asfálti-  
ca fue obtenido por experiencias durante 10 meses en trabajos anterio-  
res.

Los precios de materiales son los del mercado actual según lici-  
taciones recientes sacadas por la municipalidad capitalina.

Los costos unitarios para instalación de agua fueron obtenidos -  
de los archivos de la Dirección de Aguas.-

PRESUPUESTO DE PAVIMENTACION

Con la experiencia que se tiene de la bodega que fué construida en la Carretera Roosevelt, se tomarán los mismos gastos por ser dos bodegas similares.

Materiales .....	Q	2,300.00
Mano de obra .....	Q	<u>1,200.00</u>
	Q	3,500.00

TOPOGRAFIA:

A) Mano de Obra

1 Cuadrilla

1 Topografo .....	Q.052/h.....	Q	0.52/h
2 Cadeneros .....	Q.031/h.....	Q	0.62/h
2 Peones ".....	Q.019/h .....	Q	<u>0.38/h</u>
		Q	1.52/h

Prestaciones ....1.55x1.52.....Q 2.36/h

Tiempo de trabajo.....20 semanas

en 1 Semana.....45x1.52.....Q 106.20

Utilizando 4 Cuadrillas:

4x106.20 .....

.....Q 424.80

en 26 semanas.... 20x424.80.....

.....Q 8,496.00

Cuota patronal I.G.S.S.....7%

.....Q 594.72

.....Q 9,090.72

B) Materiales

3,000 estacas .....Q.0.03 .....

.....Q 90.00

10 Galones de pintura Q.3.50 .....

.....Q 35.00

.....Q 125.00

C) Equipo

Depreciación de equipo (estimado).....

.....Q 200.00

DEMOLICION

1 Tractor D-8  
2 Cargadoras de Oruga  
15 Camiones

1.- Arrendamiento (Tiempo de trabajo = 35 días)

A) Tractor D-8 .....	Q2,000.00/mensual		
Costo .....	$\frac{35 \times 2,000}{30}$	Q	2,333.33
B) Camiones .....	Q 510.00/mensual....		
Costo .....	$\frac{510 \times 35 \times 15}{30}$	Q	8,925.00
C) Cargadoras de Oruga .....	1,400/mensual	Q	
Costo .....	$\frac{1,400 \times 35 \times 2}{30}$	Q	3,266.67
	TOTAL.....	Q	14,525.00

2.- Combustibles y Lubricantes (Tiempo de trabajo = 280 horas)

A) Tractor D-8			
Costo Unitario .....	Q 0.98/hora		
Costo .....	0.98x280	Q	274.40
B) Cargadoras de Oruga			
Costo unitario .....	Q 0.65/hora		
Costo.....	0.65x280x2.....	Q	364.00
C) Camiones			
El alquiler incluye combustible .....			
	TOTAL.....	Q	638.40

MANO DE OBRA (Tiempo de trabajo = 280 horas)

A) Tractor D-8			
1 Operador .....	Q0.75/hora		
1 Ayudante .....	Q0.22/hora		
	Q0.97/hora		

-----

Prestaciones .....1.55x0.97 = Q 1.50/h  
 Costo .....1.50x280 ..... Q 420.00

B) Cargadoras (2 operadores)

1 Operador ..... = Q 0.49/h  
 Prestaciones.....1.55x0.49 = Q 0.76/h  
 Costo .....0.76x280..... Q 212.80

C) Camiones

El alquiler incluye mano de obra ..... Q \_\_\_\_\_  
 SUB TOTAL ..... Q 632.80  
 Cuota Patronal IGSS 7% ..... Q 44.30  
 TOTAL..... Q 677.10

MOVIMIENTO DE TIERRAS

- 2 Tractores D-8
- 4 Tornapooles

1.- Arrendamiento

A) Tractores D-8 (Tiempo de trabajo = 34 días)  
 Alquiler .....Q 2,000/m  
 Costo..... $\frac{34 \times 2,000 \times 2}{30}$  ..... Q 4,533.33

B) Tornapooles (Tiempo de trabajo = 34 días)  
 Alquiler .....Q,2,000/m  
 Costo..... $\frac{34 \times 2,000 \times 4}{30}$  ..... Q 9,066.67  
 TOTAL..... Q 13,600.00

2.- Combustibles y Lubricantes

A) Tractor D-8 (Tiempo de trabajo = 272/h)  
 Costo unitario..... = Q 0.98/h  
 Costo.....0.98x272x2 ..... Q 533.12

-----

-----

B) Tornapoles	(Tiempo de trabajo = 272/h)		
Costo unitario	.....	= Q 0.85/h	
Costo.....	0.85x272x4	.....	Q <u>924.80</u>
TOTAL.....			Q 1,457.92

3.- Mano de Obra

A) Tractor D-8	(Tiempo de trabajo = 272/h)		
1 Operador.....	Q 0.75/h		
1 Ayudante.....	<u>Q 0.22/h</u>		
	Q 0.97/h		
Prestaciones	1.55x0.97.....	= Q 1.50/h	
Costo,.....	150x272x2	.....	Q 816.00
B) Tornapoles	(Tiempo de trabajo = 272/h)		
1 Operador.....	= Q 0.75/h		
Prestaciones....	1.55x0.75.....	= Q 0.16/h	
Costo.....	1.16x4x272	.....	Q <u>1,262.08</u>
Mano de obra maquinaria	.....	Q	2,078.08
Cuadrilla de pavimentación.....	.....	Q	<u>2,748.33</u>
		Q	4,826.41
Cuota patronal I.G.S.S. 7%	.....	Q	<u>337.85</u>
Total mano de obra		Q	5,164.26

EQUIPO NECESARIO PARA TRABAJAR DESDE SUB-RASANTE, HASTA CARPETA ASFALTICA

- 1 Tractor D-8
- 4 Motoniveladoras
- 3 Regadoras de Agua
- 1 Aplanadora de 3 rodos
- 2 Compactadoras de Neumáticos
- 1 Barredora mecánica
- 1 Tractor con rejilla
- 1 Vibrocompactadora

- 
- 1 Regadora de Asfalto
  - 1 Arado de discos
  - 1 Aplanadora Tandem
  - 1 Finisher
  - 1 Cargadora de neumáticos

1.- Arrendamiento

A) Tractor D-8 (tiempo de trabajo = 17 días)			
Alquiler .....	Q 1,700/m		
Costo.....	$\frac{17 \times 1,700}{30}$	Q	963.33
B) Motniveladoras (Tiempo de trabajo = 84 días)			
Alquiler.....	Q 950/m		
Costo.....	$\frac{84 \times 950 \times 2}{30}$	Q	5,320.00
C) Regadoras de Agua (Tiempo de trabajo = - 20 días)			
Alquiler .....	Q 510/m		
Costo.....	$\frac{20 \times 510 \times 3}{30}$	Q	1,020.00
D) Aplanadora (Tiempo de trabajo = 84 días)			
Alquiler .....	Q 600/m		
Costo .....	$\frac{84 \times 600}{30}$	Q	1.680.00
E) Compactadoras de Neumáticos (Tiempo de trabajo = 124 días)			
Alquiler .....	Q 1,700/m		
Costo.....	$\frac{124 \times 1,700 \times 2}{30}$	Q	14,053.33
F) Barredora Mecánica (Tiempo efectivo = 27 - días )			
Alquiler .....	Q 600/m		
Costo .....	$\frac{27 \times 600}{30}$	Q	540.00

-----

G) Tractor con Rejilla (Tiempo de trabajo = 20 días)			
Alquiler .....	Q 2,000/m		
Costo.....	$\frac{20 \times 2,000}{30}$	Q	1,333.33
H) Bibro-Compactadora (Tiempo de trabajo = 27 días)			
Alquiler .....	Q 1,200/m		
Costo.....	$\frac{27 \times 1,200}{30}$	Q	1,080.00
I) Arado de Discos (Tractor DW-15) (Tiempo efectivo = 20 días)			
Alquiler .....	Q 2,000/m		
Costo .....	$\frac{20 \times 2,000}{30}$	Q	1,333.33
J) Regadora de Asfalto (Tiempo de trabajo = 27 días)			
Alquiler .....	Q 510./m		
Costo.....	$\frac{27 \times 510}{30}$	Q	459.00
K) Aplanadora Tandem (Tiempo de trabajo = 40 días)			
Alquiler.....	Q 1,000/m		
Costo.....	$\frac{40 \times 1,000}{30}$	Q	1,533.33
L) Finisher (Tiempo de trabajo = 40 días)			
Alquiler .....	Q 1,200/m		
Costo.....	$\frac{40 \times 1,200}{30}$	Q	1,600.00
M) Cargadora de Neumáticos (Tiempo de trabajo = 17 días)			
Alquiler .....	Q 1,200/m		
Costo.....	$\frac{17 \times 1,200}{30}$	Q	680.00

-----



-----

2.- Combustibles y Lubricantes

A) Tractor D-8 (Tiempo de trabajo = 136 horas)		
Costo unitario.....	Q 0.98/hora	
Costo.....	0.98x136	133.28
B) Motoniveladoras (Tiempo de trabajo = 672/h)		
Costo unitario.....	Q 0.70/hora	
Costo .....	0.70x672x2	Q 940.80
C) Regadora de Agua (Tiempo de trabajo=160/h)		
Costo unitario.....	Q 0.25/hora	
Costo .....	0.25x160x3.....	Q 120.00
D) Aplanadora	Tiempo de trabajo = 84 días = 672/horas)	
Costo unitario.....	Q 0.55/hora	
Costo.....	0.55x672.....	Q 369.60
E) Compactadora de Neumáticos (Tiempo de trabajo = 992 horas)		
Costo unitario .....	Q 0.50/hora	
Costo .....	0.50x992x2.....	Q 992.00
F) Barredora Mecánica ( tiempo de trabajo = 216/h)		
Costo unitario.....	Q 0.40/hora	
Costo.....	0.40x216.....	Q 86.40
G) Tractor con Rejilla (Tiempo de trabajo = 160/h)		
Costo unitario.....	Q 0.98/hora	
Costo .....	0.98x160.....	Q 156.80
H) Vibro-Compactadora (Tiempo de trabajo = 216 /h ;		
Costo unitario.....	Q.0.90/hora	
Costo.....	0.90x216.....	Q 194.40
I) Arado de Discos (Tractor DW-15) (Tiempo de trabajo = 160/h)		
Costo unitario.....	Q 0.98/hora	
Costo.....	0.98x160.....	Q 156.80

-----

-----

J)	Regadora de asfalto (Tiempo de trabajo = 216 horas)		
	Costo unitario.....	Q 0.25/hora	
	Costo .....	216x0.25.....	Q 54.00
K)	Aplanadora Tandem (Tiempo de trabajo = 320 horas)		
	Costo unitario .....	Q 0.50/hora	
	Costo.....	0.50x320.....	Q 160.00
L)	Finisher (Tiempo de trabajo = 320 horas)		
	Costo unitario.....	Q 0.70/hora	
	Costo.....	320x0.70.....	Q 224.00
M)	Cargadora de Neumáticos (Tiempo de trabajo = 136 horas)		
	Costo unitario.....	Q 0.65/hora	
	Costo.....	136x0.65.....	Q 88.40

3.- MANO DE OBRA

A)	Tractor D-8 (Tiempo de trabajo = 136 horas)		
	1 Operador.....	Q 0.75/hora	
	1 Ayudante.....	<u>Q 0.22/hora</u>	
		Q 0.97/hora	
	Prestaciones..	1.55x0.97.....	Q 1.50/hora
	Costo.....	1.50x136.....	Q 204.00
B)	Motoniveladoras (Tiempo de trabajo = 672 horas)		
	1 Operador.....	Q 0.75/hora	
	2 Ayudantes.....	<u>Q 0.44/hora</u>	
		Q 1.19/hora	
	Prestaciones .....		
	.....	1.55x1.19.....	Q 1.84/hora
	Costo.....	1.84x672x2 .....	Q 2,472.96

-----

-----

C) Regadora de Agua (Tiempo de trabajo = 160 horas)		
1 operador .....	Q 0.38/hora	
1 Ayudante .....	<u>Q 0.22/hora</u>	
	Q 0.60/hora	
Prestaciones..1.55x0.60.....	Q 0.93/hora	
Costo.....0.93x160x3 .....	Q	446.40
D) Aplanadora (Tiempo de trabajo = 672 horas)		
1 Operador.....	Q 0.38/hora	
Prestaciones..0.38x1.55 .....	Q 0.59/hora	
Costo.....	Q	396.48
E) Compactadoras de Neumáticos (Tiempo de trabajo = 992/h)		
1 Operador.....	Q 0.38/hora	
Prestaciones ..1.55x0.38 .....	Q 0.59/hora	
Costo.....0.59x992x2 .....	Q	1,170.56
F) Barredora Mecánica (Tiempo de trabajo = 216 horas)		
1 Operador .....	Q 0.38/hora	
1 Ayudante .....	<u>Q 0.22/hora</u>	
	Q 0.60/hora	
Prestaciones..1.55x0.60.....	Q 0.93/hora	
Costo.....0.93x216.....	Q	200.88
G) Tractor con Rejilla (Tiempo de trabajo = 160 horas)		
1 Operador .....	Q 0.75/hora	
Prestaciones .....	Q 1.16/hora	
(075x1.55)		
Costo.....1.16x160.....	Q	185.60

-----

-----			
H)	Vibro-compactadora (Tiempo de trabajo = 216 horas)		
	1 Operador.....	Q 0.49/hora	
	1 Ayudante.....	<u>Q 0.22/hora</u>	
		Q 0.71/hora	
	Prestaciones..	1.55x0.71.....	Q 1.10
	Costo .....	1.10x216 .....	Q 237.60
I)	Arado de Discos (Tractor DW-15 Tiempo de trabajo = 160 horas)		
	1 Operador.....	Q 0.75/hora	
	Prestaciones..	1.55x0.75.....	Q 1.16/hora
	Costo.....	1.60x1.16.....	Q 185.60
J)	Regadora de Asfalto (Tiempo de trabajo = 216 horas)		
	1 Operador .....	Q 0.38/hora	
	1 Ayudante .....	<u>Q 0.22/hora</u>	
		Q 0.60/hora	
	Prestaciones..	1.55x0.60.....	Q 0.93
	Costo.....	0.93x216 .....	Q 200.88
K)	Tandem (Tiempo de trabajo = 320 horas)		
	1 Operador .....	Q 0.49/hora	
	Prestaciones	1.55x0.49 .....	Q 0.76/hora
	Costo .....	0.76x320 .....	Q 243.20
L)	Finisher (Tiempo de trabajo = 320 horas)		
	1 Operador .....	Q 0.49/hora	
	2 Tornilleros .....	<u>Q 0.44/hora</u>	
		Q 0.93/hora	
	Prestaciones ..	1.55x0.93 .....	Q 1.44/hora
	Costo.....	1.44x320 .....	Q 460.80
-----			

-----

M) Cargadora de Neumáticos (Tiempo de trabajo = 136 horas)

1 Operador ..... Q 0.49/hora

Prestaciones.. 1.55x0.49 ..... Q 0.76/hora

Costo ..... 0.76x136 ..... Q 103.36

N) Cuadrilla de Pavimentación

1 Caporal ..... Q 0.49/hora

24 Peones .. Q 0.19/hora..... Q 4.56/hora

Q 5.05

Prestaciones.. 1.55x5.05..... Q 7.83

1 Semana = 45 horas

Costo en 1 semana ..45x783....Q352.35

En 26 semanas.. 352.35x26.. Q 9,161.10

Utilizando 2 cuadrillas..... Q 18,322.20

DISTRIBUCION DE LA CUADRILLA DE PAVIMENTACION DE LAS ACTIVIDADES

5% Demolición .....	Q	916.11
15% Movimiento de tierras.....	Q	2,748.33
5% Sub-rasante .....	Q	916.11
30% Sub-base .....	Q	5,496.66
20% Base.....	Q	3,664.44
25% Carpeta asfáltica .....	Q	<u>4,580.55</u>
	Q	18,322.20

DISTRIBUCION DE MAQUINARIA POR RENGLONES

Motoniveladoras

Aplanadoras de 3 rodos

Regadoras de agua

5% para sub-rasante

-----

60% para Sub-base  
35% para base

1.- Arrendamiento

Motoniveladoras .....	Q	5,320.00
Regadoras de Agua .....	Q	1,020.00
Aplanadora .....	Q	<u>1,680.00</u>
	Q	8,020.00
Sub-rasante.....	Q	401.00
Sub-base.....	Q	4,812.00
Base .....	Q	<u>2,807.00</u>
	Q	8,020.00

2.- Combustibles y Lubricantes

Motoniveladoras .....	Q	940.80
Regadoras de Agua .....	Q	120.00
Aplanadora .....	Q	<u>369.60</u>
	Q	1,430.40
Sub-rasante .....	Q	71.52
Sub-base .....	Q	858.24
Base .....	Q	<u>500.64</u>
	Q	1,430.40

3.- Mano de Obra

Motoniveladoras.....	Q	2,472.96
Regadoras de Agua .....	Q	446.40
Aplanadora .....	Q	<u>396.48</u>
	Q	3,315.84
Sub-rasante .....	Q	165.79
Sub-base .....	Q	1,989.50
Base .....	Q	<u>1,160.55</u>
	Q	3,315.84

-----

COMPACTADORAS

5% Sub-rasante  
40% Sub-base  
25% Base  
30% Carpeta Asfáltica

1.- Arrendamiento

2 Compactadoras .....	Q	14,053.33
Sub-rasante .....	Q	702.67
Sub-base .....	Q	5,621.33
Base .....	Q	3,513.33
Carpeta Asfáltica .....	Q	4,216.00
	Q	14,053.33

2.- Combustibles y Lubricantes

2 Compactadoras .....	Q	992.00
Sub-rasante .....	Q	49.60
Sub-base .....	Q	396.80
Base .....	Q	248.00
Carpeta Asfáltica .....	Q	297.60
	Q	992.00

3.- Mano de obra

2 Compactadoras .....	Q	1,170.56
Sub-rasante .....	Q	58.53
Sub-base .....	Q	468.22
Base .....	Q	292.64
Carpeta Asfáltica .....	Q	351.17
	Q	1,170.56

-----

-----  
TRACTOR CON REJILLA (Petate)

30% Sub-rasante  
70% Sub-base

1.- Arrendamineto

Rejilla .....	Q	<u>1,333.33</u>
Sub-rasante .....	Q	400.00
Sub-base .....	Q	<u>933.33</u>
	Q	1,333.33

2.- Combustibles y Lubricantes

Rejilla .....	Q	<u>156.80</u>
Sub-rasante .....	Q	47.04
Sub-base .....	Q	<u>109.76</u>
	Q	<u>156.80</u>

3.- Mano de Obra

Rejilla .....	Q	<u>185.60</u>
Sub-rasante .....	Q	55.68
Sub-base .....	Q	<u>129.92</u>
	Q	<u>185.60</u>

ARADO DE DISCOS

60% Sub-base  
40% base

1.- <u>Arrendamiento</u> .....	Q	<u>1,333.33</u>
Sub-base .....	Q	800.00
Base .....	Q	<u>533.33</u>
	Q	1,333.33

-----



- - - - -		
2.-	Combustibles y Lubricantes .....	Q 156.80
		=====
	Sub-base .....	Q 94.08
	Base .....	Q 62.72
		=====
		Q 156.80
3.-	<u>Mano de Obra</u> .....	Q 185.60
		=====
	Sub-base .....	Q 111.36
	Base .....	Q 74.24
		=====
		Q 185.60

MATERIALES

I Sub-base (Selecto)

Espesor .....	0.425 m.	
Area .....	30,330 m2	
Volumen .....	12,890 m3	
Volumen suelto .. 1.48x12,890 ..	19,077 m3	
Costo unitario .....	Q 0.80/m3	
Costo total .....	0.80x19,077 .....	Q 15,261.60

II Base

a) Grava triturada

Espesor .....	0.15 m	
Area .....	30,330 m2	
Volumen ..0.15x30,330 .....	4,549.50 m3	
Volumen suelto .. 1.27x4,549.50 .....	5,778 m3	
Costo unitario .....	Q 42.5/m3 (en planta)	
Costo total .....	4.25x5,778 .....	Q 24,556.50

- - - - -

-----  
b) Asfalto para Imprimir

Area ..... 30,330 m2  
Imprimación ..... 0.25/gal/m2  
Asfalto ... 0.25x40,330 ... 7,582.50 gals.  
Costo unitario .. 0.16/galón  
Costo total ...0.16x7,582.50 ....., Q 1,213.20

FLETES

Grava

Costo unitario ..... Q 0.10/m3/km  
Distancia de acarreo.... 20 km  
en 20 Km ..... Q 2.00/m3  
Volumen grava ..... 5,778 m3  
  
Costo fletes ... 5,778x2 ..... Q 11,556.00

III

Carpeta Asfáltica

Mezcla asfáltica

Area ..... 30,330 m2  
Espesor ..... 0.075 m.  
Espesor suelto ... 0.09 m  
Volumen ..0.09x30,330 ..... 2,729.70 m3  
Peso ....2x2,729.70 ..... 5,460 tons.  
Costo unitario ..... Q 6.00/ton.  
  
Costo total ...6x5,460 ..... Q 32,760.00  
  
-----

RESUMEN POR RENGLONES

SUB-RASANTE:

1.- Arrendamiento

Tractor D-8 .....	Q	963.33
Motoniveladoras, Regadoras, Aplanadora .....	Q	401.00
Compactadoras .....	Q	702.67
Rejillas .....	Q	400.00
Cargadora de neumáticos .....	Q	<u>680.00</u>
	Q	3,147.00

2.- Combustibles y Lubricantes

Tractor D-8 .....	Q	133.28
Motoniveladoras, Regadoras, Aplanadora .....	Q	71.52
Compactadoras .....	Q	49.60
Rejilla .....	Q	47.04
Cargadora de neumáticos .....	Q	<u>88.40</u>
	Q	389.84

3.- Mano de Obra

Tractor D-8 .....	Q	204.00
Motoniveladoras Regadoras, Aplanadora .....	Q	165.79
Compactadoras .....	Q	58.53
Rejilla .....	Q	55.68
Cargadora de neumáticos.....	Q	103.36
Cuadrilla de Pavimentación .....	Q	<u>916.11</u>
	Q	1,503.47
Cuota Patronal I.G.S.S. 7%	Q	<u>105.24</u>
	Q	1,608.71

- - - -  
Sub-Base

1.- Arrendamiento

Motoniveladoras, Regadoras y Aplanadora ....	Q	4,812.00
Compactadoras de neumáticos .....	Q	5,621.33
Rejilla .....	Q	933.33
Arado de discos .....	Q	<u>800.00</u>
	Q	12,166.66

2.- Combustibles y Lubricantes

Motoniveladoras, Regadoras y Aplanadora ....	Q	858.24
Compactadora de neumáticos .....	Q	396.80
Rejilla .....	Q	109.76
Arado de discos .....	Q	<u>84.08</u>
	Q	1,458.88

3.- Mano de Obra

Motoniveladoras, Regadoras y Aplanadora ....	Q	1,989.50
Compactadoras de neumáticos .....	Q	468.22
Rejilla .....	Q	129.92
Arado de discos .....	Q	111.36
Cuadrilla de pavimentación .....	Q	<u>5,496.66</u>
	Q	8,195.66
Cuota Patronal I.G.S.S. 7%	Q	<u>573.70</u>
	Q	8,769.36

4.- Materiales

Selecto .....	Q	<u><u>15,261.60</u></u>
---------------	---	-------------------------

-----

-----  
BASE

1.- Arrendamiento

Motoniveladoras, Regadoras y Aplanadora .....	Q	2,807.00
Compactadoras .....	Q	3,513.33
Vibro-Compactadoras .....	Q	1,080.00
Regadora de Asfalto .....	Q	459.00
Arado de discos .....	Q	<u>533.33</u>
	Q	8,392.66

2.- Combustibles y Lubricantes

Motoniveladoras, Regadoras y Aplanadora .....	Q	500.64
Compactadora .....	Q	248.00
Vibro-Compactadora .....	Q	194.40
Regadora de Asfalto .....	Q	54.00
Arado de discos .....	Q	<u>62.72</u>
	Q	1,059.76

3.- Mano de Obra

Motoniveladoras, Regadoras y Aplanadoras ...	Q	1,160.55
Compactadoras .....	Q	292.64
Vibro-compactadoras .....	Q	237.60
Regadora de asfalto .....	Q	200.88
Arado de discos .....	Q	74.24
Cuadrilla de Pavimentación .....	Q	<u>3,664.44</u>
	Q	5,630.35
Cuota Patronal I.G.S.S. 7%	Q	<u>394.12</u>
	Q :	6,024.47

4.- Materiales

Grava triturada .....	Q	24,556.50
Asfalto (Imprimación) .....	Q	<u>1,213.20</u>
	Q	25,769.70

5.- Fletes

Grava triturada .....	Q	11,556.00
-----------------------	---	-----------

- - - -

CARPETA ASFALTICA

1.- Arrendamiento

Compactadoras .....	Q	4,216.00
Aplanadora Tandem .....	Q	1,333.33
Finisher .....	Q	<u>1,600.00</u>
	Q	7,149.33

2.- Combustibles y Lubricantes

Compactadoras .....	Q	297.60
Aplanadora Tandem .....	Q	160.00
Finisher .....	Q	<u>224.00</u>
	Q	681.60

3.- Mano de Obra

Compactadoras .....	Q	351.17
Aplanadora Tandem .....	Q	243.20
Finisher .....	Q	460.80
Cuadrilla de Pavimentación .....	Q	<u>4,580.55</u>
	Q	5,635.72
Cuota Patronal I.G.S.S. 7%	Q	<u>394.50</u>
	Q	6,030.22

4.- Materiales

Mezcla Asfáltica .....	Q	<u><u>32,760.00</u></u>
------------------------	---	-------------------------

BORDILLO

A) Materiales

Dimensiones .....	0.15x0.30 m	
Longitud .....	5,800 m	
Volumen .....	$0.15 \times 0.30 \times 5800 = 261 \text{ m}^3$	
261 m3 de concreto ...	Q 20.00	Q <u><u>5,220.00</u></u>

B) Arrendamiento de Maquinaria

Tiempo de trabajo ..... 30 días

Alquiler ..... Q 2,400.00/m

Costo ...  $\frac{30 \times 2,400}{30}$  ..... Q 2,400.00

C) Combustibles y Lubricantes

Tiempo de trabajo ..... 240 horas

Costo unitario ..... Q 1.20/hora

Costo ....  $1.20 \times 240$  ..... Q 288.00

D) Mano de Obra

Tiempo de trabajo ..... 240 horas

1 Operador ... Q 0.75/h ... Q 0.75/hora

2 Ayudante .. Q 0.22/h ... Q 0.44/hora

5 Albañiles .. Q 0.31/h ... Q 1.55/hora

10 Peones ..... Q 0.19/h ... Q 1.90/hora

Q 4.64/hora

Prestaciones  $1.55 \times 4.64$  .... Q 7.19/hora

Costo ..... Q 1.725.60

Cuota Patronal I.G.S.S. 7% ..... Q 120.79

Q 1,846.39

BANQUETAS

A) Materiales

Espesor ..... 0.07

Area ..... 8,700 m<sup>2</sup>

Volumen ..  $0.07 \times 8,700$  .... 609 M<sup>3</sup> de concreto

1,800 piezas de 1"x3"x10' = 4,500 P.T. de  
madera

609 m3 de concreto a Q 20.00 .....	Q	12,180.00
4,500 P.T. de madera ... Q 0.07 .....	Q	<u>315.00</u>
	Q	<u>12,495.00</u>

B) Mano de Obra

1 Caporal .....	Q 0.49/h	... Q 0.49/h
30 Albañiles ...	Q 0.31/h	... Q 9.30/h
30 Ayudantes ...	Q 0.19/h	... <u>Q 5.70/h</u>
		Q15.49/h

Prestaciones ..1.55x15.49... 24.01/h

Tiempo de trabajo ..... 184 horas

Costo .....184x24.01.....	Q	4,417.84
Cuota Patronal I.G.S.S. 7% .....	Q	<u>309.25</u>
	Q	<u>4,727.09</u>

ILUMINACION (100 luminarias)

1.- Materiales (estimado)

100 luminarias .....	Q 80.00	..... Q	<u>8,000.00</u>
----------------------	---------	---------	-----------------

2.- Mano de Obra (Estimado)

100 luminarias .....	Q 55.00	..... Q	<u>5,500.00</u>
----------------------	---------	---------	-----------------

JARDINIZACION

1.- Materiales

6,500 m2 .....	Q 0.60	..... Q	<u>3,900.00</u>
----------------	--------	---------	-----------------

Costo unitario de Roosevelt Q 0.60/m2



2.- Mano de Obra

1	Caporal .....	Q 0.49/h ...	Q 0.49/h
30	Peones .....	Q 0.19/h ...	<u>Q 3.80/h</u>
			Q 4.29/h

Prestaciones ... 1.55x4.29 ..... Q 6.65/h

Tiempo de trabajo ..... 160 horas

Costo .....	160x6.65 .....	Q	1,064.00
Cuota Patronal I.G.S.S. . 7% .....		Q	<u>74.48</u>
		Q	<u><u>1,138.48</u></u>

MANO DE OBRA INDIRECTA

1.- Mano de Obra:

1	Auxiliar general de campo .....	Q 1.10/h	Q	1.10/h
1	Encargado de Laboratorio .....	Q 0.49/h	Q	0.49/h
2	Laboratoristas .....	Q 0.60/h	Q	1.20/h
4	Ayudantes de Laboratoristas ....	Q 0.22/h	Q	0.88/h
1	Cheque de maquinaria .....	Q 0.38/h	Q	0.38/h
2	Cheques de materiales y Camiones fleteros .....	Q 0.38/h	Q	0.76/h
1	Mecánico Diesel .....	Q 0.56/h	Q	0.56/h
2	Ayudantes de mecánico Diesel ...	Q 0.22/h	Q	0.44/h
1	Mecánico gasolina .....	Q 0.49/h	Q	0.49/h
2	Ayudantes de mecánico gasolina .	Q 0.22/h	Q	0.44/h
1	Encargado de combustibles.....	Q 0.38/h	Q	0.38/h
1	Ayudante para combustibles .....	Q 0.22/h	Q	0.22/h
1	Encargado de Lubricantes .....	Q 0.38/h	Q	0.38/h
1	Ayudante para lubricantes .....	Q 0.22/h	Q	0.22/h
2	Choferes de Pick-Up .....	Q 0.38/h	Q	0.76/h
1	Gestor de Compras .....	Q 0.49/h	Q	0.49/h
1	Tomador de Tiempo .....	Q 0.38/h	Q	0.38/h

2	Guardianes de día para Bodega ...	Q 0.19/h.	Q	0.38/h
2	Guardianes de noche para bodega .	Q 0.19/h.	Q	0.38/h
1	Bodeguero .....	Q 0.62/h.	Q	0.62/h
1	Ayudante de Bodeguero .....	Q 0.22/h.	Q	0.22/h
1	Fiscalizador de Personal .....	Q 0.49/h.	Q	0.49/h
1	Dibujante .....	Q 0.38/h.	Q	0.38/h
1	Calculista ....	Q 0.75/h.	Q	0.75/h
1	Operador de radio .....	Q 0.38/h.	Q	0.38/h
2	Encargados de Oficina Costos ....	Q 0.38/h.	Q	0.76/h
1	Encargado de Regadoras .....	Q 0.38/h.	Q	0.38/h
1	Encargado de Compactación .....	Q 0.38/h.	Q	0.38/h
4	Carpinteros .....	Q 0.36/h.	Q	1.44/h
1	Encargado de camiones Municipali- dad .....	Q 0.38/h.	Q	0.38/h
1	Encargado de bordillos .....	Q 0.75/h.	Q	0.75/h
1	Encargado de banquetas .....	Q 0.49/h.	Q	0.49/h
1	Encargado de Imprimación .....	Q 0.49/h.	Q	0.49/h
1	Encargado de Finisher .....	Q 0.49/h.	Q	0.49/h
			Q	<u>18.73/h</u>

Prestaciones ... 1.55x18.73 ..... Q29.03/h

Tiempo de trabajo ..... 20 semanas

En 1 semana ..... 45 horas

En 20 semanas ..... 900 horas

Costo ... 900x29.03 ..... Q 26,127.00

Cuota Patronal I.G.S.S.- 7% ..... Q 1,828.89

Total ..... Q 27,955.89

2.-

FLETES

2 Camiones Fleteros (Tiempo de trabajo 5 meses)

Alquiler ..... Q 510.00/m

Costo ..... 5x510 ..... Q 2,550.00

- - - -

I	<u>BODEGA</u>		
	1) Materiales .....	Q	2,300.00
	2) Mano de obra .....	Q	<u>1,200.00</u>
	Sub-total .....	Q	3,500.00
	% Imprevistos .....	Q	<u>350.00</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>3,850.00</u></u>

II	<u>TOPOGRAFIA</u>		
	1) Mano de obra .....	Q	9,090.72
	2) Materiales .....	Q	125.00
	3) Equipo .....	Q	<u>200.00</u>
	Sub-total .....	Q	9,415.72
	% Imprevistos .....	Q	<u>934.28</u>
	TOTAL ...	Q	<u><u>10,350.00</u></u>

III	<u>DEMOLICION</u>		
	1) Arrendamiento .....	Q	14,525.00
	2) Combustibles y Lubricantes ...	Q	638.40
	3) Mano de obra .....	Q	<u>677.10</u>
	Sub-total .....	Q	15,840.50
	% Imprevistos .....	Q	<u>1,659.50</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>17,500.00</u></u>

IV	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		
	1) Arrendamiento .....	Q	13,600.00
	2) Combustibles y Lubricantes ...	Q	1,457.92
	3) Mano de obra .....	Q	<u>5,164.26</u>
	Sub-total .....	Q	20,222.18
	% Imprevistos .....	Q	<u>2,027.82</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>22,250.00</u></u>

- - - -

V	<u>SUB-RASANTE</u>		
	1) Arrendamiento .....	Q	3,147.00
	2) Combustibles y Lubricantes ...	Q	389.84
	3) Mand de Obra .....	Q	<u>1,608.71</u>
	Sub-total .....	Q	5,145.55
	% Imprevistos .....	Q	<u>554.45</u>
	TOTAL.....	Q	<u><u>5,700.00</u></u>

VI	<u>SUB-BASE</u>		
	1) Arrendamiento .....	Q	12,166.66
	2) Combustibles y Lubricantes ...	Q	1,458.88
	3) Mano de Obra .....	Q	8,769.36
	4) Materiales .....	Q	<u>15,261.60</u>
	Sub-total .....	Q	37,656.50
	% Imprevistos .....	Q	<u>3,743.50</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>41,400.00</u></u>

VII	<u>BASE</u>		
	1) Arrendamiento .....	Q	8,392.66
	2) Combustibles y Lubricantes ...	Q	1,059.76
	3) Mano de Obra .....	Q	6,024.47
	4) Materiales .....	Q	25,769.70
	5) Fletes .....	Q	<u>11,556.00</u>
	Sub-total .....	Q	52,802.59
	% Imprevistos .....	Q	<u>5,297.41</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>58,100.00</u></u>

VIII	<u>CARPETA ASFALTICA</u>		
	1) Arrendamiento .....	Q	7,149.33
	2) Combustibles y Lubricantes ...	Q	681.60
	3) Mano de obra .....	Q	6,030.22

- - - -

- - - - -

4) Materiales .....	Q	<u>32,760.00</u>
Sub-total .....	Q	46,621.15
% Imprevistos .....	Q	<u>4,678.85</u>
TOTAL .....	Q	<u><u>51,300.00</u></u>

IX

BORDILLO

1) Materiales .....	Q	5,220.00
2) Arrendamiento .....	Q	2,400.00
3) Combustibles y Lubricantes .....	Q	288.00
4) Mano de Obra .....	Q	<u>1,846.39</u>
Sub-total .....	Q	9,754.39
% Imprevistos .....	Q	<u>945.61</u>
TOTAL .....	Q	<u><u>10,700.00</u></u>

X

BANQUETA

1) Materiales .....	Q	12,495.00
2) Mano de obra .....	Q	<u>4,727.00</u>
Sub-total .....	Q	17,222.09
% Imprevistos .....	Q	<u>1,677.91</u>
TOTAL .....	Q	<u><u>18,900.00</u></u>

XI

ILUMINACION

1) Materiales .....	Q	8,000.00
2) Mano de obra .....	Q	<u>5,500.00</u>
Sub-total .....	Q	13,500.00
% Imprevistos .....	Q	<u>1,500.00</u>
TOTAL .....	Q	<u><u>15,000.00</u></u>

- - - - -

XII	<u>JARDINIZACION</u>		
	1) Materiales .....	Q	3,900.00
	2) Mano de obra .....	Q	<u>1,138.48</u>
	Sub-total .....	Q	5,038.48
	% Imprevistos .....	Q	<u>511.52</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>5,550.00</u></u>

XIII	<u>MANO DE OBRA INDIRECTA</u>		
	1) Mano de obra .....	Q	27,955.89
	2) Fletes .....	Q	<u>2,550.00</u>
	Sub-total .....	Q	30,505.89
	% Imprevistos .....	Q	<u>2,994.11</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>33,500.00</u></u>

XIV	<u>SEÑALIZACION</u>		
	1) Materiales .....	Q	600.00
	2) Mano de obra .....	Q	<u>400.00</u>
	Sub-total .....	Q	1,000.00
	% Imprevistos .....	Q	<u>100.00</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>1,100.00</u></u>

XV	<u>EQUIPO DE LABORATORIO</u>		
	Equipo de Laboratorio .....	Q	<u><u>5,000.00</u></u>

- - - - -

RESUMEN DE COSTO POR RENGLONES

1) BODEGA .....	Q	3,850.00
2) TOPOGRAFIA .....	Q	10,350.00
3) DEMOLICION .....	Q	17,500.00
4) MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	Q	22,250.00
5) SUB-RASANTE .....	Q	5,700.00
6) SUB-BASE .....	Q	41,400.00
7) BASE .....	Q	58,100.00
8) CARPETA ASFALTICA .....	Q	51,300.00
9) BORDILLO .....	Q	10,700.00
10) BANQUETA .....	Q	18,900.00
11) ILUMINACION .....	Q	15,000.00
12) JARDINIZACION .....	Q	5,550.00
13) MANO DE OBRA INDIRECTA .....	Q	33,500.00
14) SEÑALIZACION .....	Q	1,100.00
15) EQUIPO DE LABORATORIO .....	Q	<u>5,000.00</u>
SUB-TOTAL .....	Q	300,200.00
% SUPERVISION .....	Q	<u>8,800.00</u>
TOTAL .....	Q	<u><u>309,000.00</u></u>

PLANILLA DE MATERIALES PARA LA PAVIMENTACION

I TOPOGRAFIA:

3,000 Estacas  
10 Galones de pintura

II SUB-BASE:

16,757 M3. de material selecto

III BASE:

5,005 M3. de Grava triturada  
7,583 Galones de Asfalto

IV CARPETA ASFALTICA:

5,460 Toneladas de mezcla asfáltica (A.C.)

V BORDILLO:

261 M3. de concreto

VI BANQUETAS:

609 M3. de concreto  
1,800 Piezas de 1"x3"x10'



PRESUPUESTO PARA LAS OBRAS DE RED DE AGUA POTABLE

MATERIALES:

P.V.C.

1,930 mts. Q 2" .....	a .....	Q 0.97/m .....	Q	1,872.10
85 mts. Q 4" .....	a .....	Q 3.48/m .....	Q	295.85
Accesorios.....			Q	120.04
Pegamentos.....			Q	115.00

<u>H.F.</u> 600 mts. Q .....	a .....	Q 9.02/m .....	Q	5,412.00
Accesorios 2,319 Kg .....		Q 0.50/Kg .....	Q	1,159.50
Válvulas . 920 Kg .....		Q 0.85/kg .....	Q	782.00

BRONCE

17 Válvulas de Q 2" ..	a .....	Q25.00 .....	Q	425.00
------------------------	---------	--------------	---	--------

H.G.

13 Niples con rosca 2" .....		Q 1.86 c/u ...	Q	24.18
1 Niple con rosca 4" .....		Q 2.98 c/u ...	Q	<u>2.98</u>
			Q	10,208.65
		Imprevistos 5% .....	Q	<u>510.43</u>
TOTAL MATERIALES .....			Q	10,719.08

MANO DE OBRA:

Instalación de:

1,930 mts. de 2" .....	a .....	Q 1.44/m .....	Q	2,779.20
85 mts. de 4" .....	a .....	Q 2.67/m .....	Q	226.95
600 mts. de 6" .....	a .....	Q 3.19/m .....	Q	1,914.00
Accesorios P.V.C. 45 unidades a		Q 0.50 .....	Q	22.50
Accesorios H.F. 2319 Kg..a....		Q 0.15 .....	Q	347.85

- - - - -

Válvulas H.F. 920 Kg... a .....	Q 0.18 .....	Q	165.60
Válvulas Bronce 17 unidades ...	Q 1.00 .....	Q	17.00
Niples H.G. ... 14 unidades ...	Q 0.15 .....	Q	<u>2.10</u>
		Q	5,475.20
	Imprevistos 5%	Q	<u>273.76</u>
	TOTAL INSTALACION ....	Q	5,748.96

REINSTALACION:

190 mts. de $\phi/2''$ .....	a .... Q 3.45 .....	Q	655.50
250 mts. de $\phi 4''$ .....	a .... Q 6.40 .....	Q	1,600.00
500 mts. de $\phi 6''$ .....	a .... Q 7.65 .....	Q	3,825.00
140 mts. de $\phi 8''$ .....	a .... Q 8.67 .....	Q	<u>1,213.80</u>
		Q	7,294.30
	Imprevistos 20%	Q	<u>1,458.86</u>
	TOTAL REINSTALACION ...	Q	8,753.16

MANO DE OBRA:

Instalación .....		Q	5,748.96
Reinstalación .....		Q	<u>8,753.16</u>
	TOTAL .....	Q	<u><u>14,502.12</u></u>
39 Cajas de válvulas .. A ....	Q 100.00 .....	Q	3,900.00
120 Tomas domiciliarias .a .....	Q 20.00 .....	Q	2,400.00

RESUMEN:

MATERIALES .....		Q	10,719.08
MANO DE OBRA .....		Q	14,502.12
CAJAS DE VALVULAS .....		Q	3,900.00
TOMAS DOMICILIARIAS .....		Q	<u>2,400.00</u>
		Q	31,521.20
	% ADMINISTRACION..	Q	<u>2,178.80</u>
	TOTAL .....	Q	33,700.00

PRESUPUESTO PARA LAS OBRAS DE DRENAJE

MATERIALES Y MANO DE OBRA (incluidos)

RED SUPERFICIAL:

856 mts. de $\phi$ 16" .....	a.....	Q 11.60/ml	....	Q	9,929.60
333 mts. de $\phi$ 18" .....	a .....	Q 13.75/ml	....	Q	4,578.75
294 mts. de $\phi$ 20" .....	a .....	Q 15.85/ml	....	Q	4,659.90
15 Registros ..a	Q 180.00	c/u (promedio)	....	Q	2,700.00
210 mts. de $\phi$ 24" .....	a .....	Q 16.50/ml	....	Q	3,465.00
33 Tragantes ..a	Q 90.00	c/u (promedio)	....	Q	2,970.00
120 Secundarios a	Q 50.00	c/u (promedio)	....	Q	6,000.00
				Q	34,303.25
		10% Imprevistos .....		Q	3,544.37
		TOTAL RED SUPERFICIAL ...		Q	37,847.62

COLECTOR:

492 mts. de colector de $\phi$ 1.50/m	Q 50.00/ml	...	Q	24,750.00
2 Registros para colector .....			Q	3,500.00
			Q	28,250.00
		20% Imprevistos .....	Q	5,650.00
		TOTAL COLECTOR .....	Q	33,900.00

RESUMEN:

RED SUPERFICIAL .....	Q	37,847.62
COLECTOR .....	Q	33,900.00
	Q	71,747.62
	5% Administración.	Q 7,552.38
	TOTAL .....	Q 79,300.00

RESUMEN:

INSTALACION DE AGUA .....	Q	33,700.00
INSTALACION DRENAJE .....	Q	79,300.00
	SUB-TOTAL .....	Q 113,000.00
	% SUPERVISION .....	Q 3,000.00
	TOTAL .....	Q 116,000.00

CAPITULO VII

INTEGRACION DEL COSTO Y DETERMINACION DE PRECIOS UNITARIOS

ILUSTRACIONES Y ANEXOS, CONSULTAR  
UNICAMENTE EN TESIS FISICA

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones que se han podido sacar a lo largo del desarrollo del presente trabajo son las siguientes:

- 1.- El Programa de ejecución le permite al ingeniero constructor tomar - decisiones esenciales y ver que efecto pueden tener en la duración del proyecto.
- 2.- Permite al ingeniero supervisor una vista exacta del desarrollo de - la obra en un momento determinado y las razones por las cuales la ejecución de la obra no se desarrolle conforme a lo planificado.
- 3.- El Método del Camino Crítico "C.P.M." es un método mas exacto para - determinar el caminamiento que debe seguir un proceso productivo.
- 4.- La determinación de tiempos está basada en estadísticas de poca dura - ción por lo que sería recomendable que se analizara por mas tiempo, para obtener rendimientos mas reales.
- 5.- El costo calculado en base al programa, da un resultado mas exacto, que el costo basado en precios unitarios por renglón de trabajo.
- 6.- Es recomendable que el Ingeniero de Campo, conozca perfectamente el programa y le haga las sugerencias para los cambios que estime conve - nientes al programador, antes de empezar la obra, para que esta se realice en mejor forma.

- 7.- La integración de costos nos revela una forma de chequear en cualquier momento, cuanto tenemos que gastar en un renglón determinado y así poder determinar un déficit o superhábit de cualquier actividad.
- 8.- Si analizamos los costos unitarios obtenidos en obras realizadas sin tomar en cuenta un programa y otras ejecutadas basándose en programación "C.P.M.", vemos que la economía es considerable.
- 9.- En una obra programada, el tiempo se reduce en un porcentaje bastante elevado que redunda en economía en dinero.



## BIBLIOGRAFIA

1. Métodos Modernos de Planificación, Programación y Control de Procesos Productivos. Ing. Fernando Mendez C.D.P.I. 1967. Guatemala.
2. La Programación por medio del C.P.M. aplicada a los Sistemas de Reigo. Ing. Oscar G. Espinoza. Tesis. 1968. Guatemala.
3. Programación por medio del Método del Camino Crítico. (aplicado a la construcción de un Centro de Salud, Chimaltenango). Ing. Marco Tulio Samayoa B. Tesis. 1965. Guatemala.
4. Análisis y Control de Costos de Ingeniería. Ing. Amando Vides Tobar. 1964. Guatemala.
5. Archivo de la Sección de Costos. Dirección de Obras Municipales.
6. Archivo de la Sección de Costos. Dirección de Aguas y Drenajes.
7. Copias del Curso de Construcciones II. Ing. Enrique Godoy. 2o. Semestre. 1968.

Manuel E. González Méndez

Vo. Bo.

Ing. Carlos de la Cerda  
ASESOR

Vo. Bo.

Ing. Carlos Quintero  
del Depto. de Transportes  
y Topografía

I M P R I M A S E :

Ing. Amando Vides Tobar  
DECANO