

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTIMACION DE RENDIMIENTO Y COSTOS EN EL DISEÑO
DE CARRETERAS EN LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS
DE GUATEMALA



T
625.7
P127

MARCO TULIO PAEZ REYES

Guatemala, Octubre de 1975

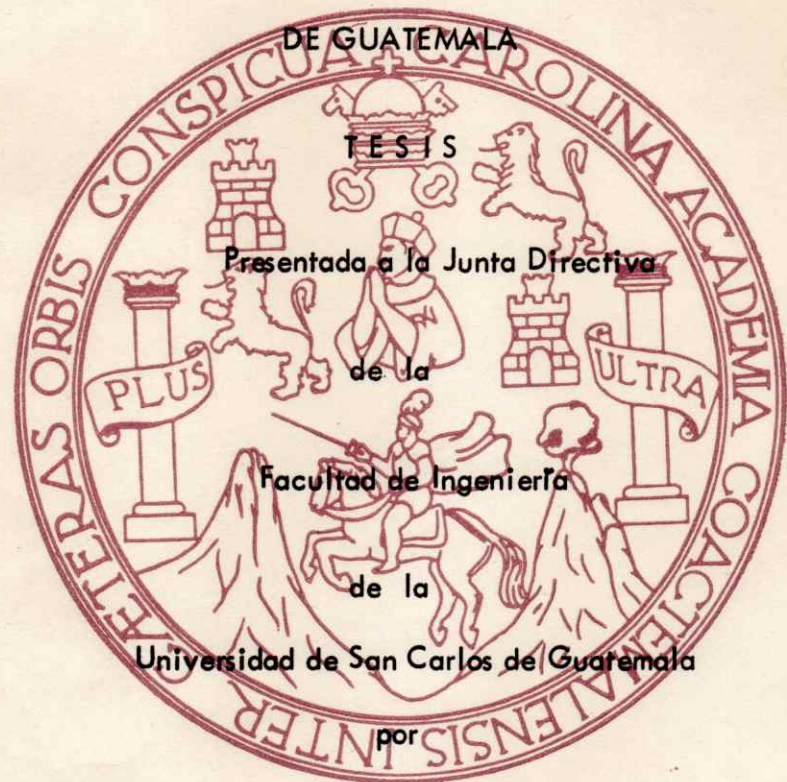
087(348)C
MFN: 893
625.T
P.127

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, Centro América

ESTIMACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS EN EL DISEÑO
DE CARRETERAS EN LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS



MARCO TULIO PAEZ REYES

Al conferírsele el título de

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Octubre de 1975

T
6257
P127

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

DECANO:	Ing. Hugo Quan Má
VOCAL PRIMERO:	Ing. Julio Campos
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Roberto Barrios M.
VOCAL TERCERO:	Ing. Leonel Aguilar
VOCAL CUARTO:	Br. Roberto Urdiales
VOCAL QUINTO:	Br. Edgar Cifuentes
SECRETARIO:	Ing. Manuel Angel Castillo García

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Hugo Quan Má
EXAMINADOR:	Ing. Eduardo Molina
EXAMINADOR:	Ing. Guillermo Sharts
EXAMINADOR:	Ing. Edgar Diaz
SECRETARIO:	Ing. José Luis Terrón C.

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:

ESTIMACION DE RENDIMIENTO Y COSTOS DEL DISEÑO DE
CARRETERAS EN LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS DE
CAMINOS

Tema que me fuera asignado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

DEDICO ESTE ACTO

A MI MADRE:	Catalina Reyes
A MI ESPOSA:	María Julia Hanser de Páez
A MIS HIJAS:	Ileana Aurora Lisbeth Catalina Nancy Jeanneth
A MIS HERMANOS:	Fernando Páez y Sra. Elizabeth de Páez Roberto Carlos Eddiz
A MIS SUEGROS	José Angel Hanser Aurora de Hanser
A MIS CUÑADOS	Ingrid Jeannette Juan José
A MIS AMIGOS:	
Especialmente	Carlos E. López G.
A MIS SOBRINOS:	Caty, L.Fernando, Stefani, Rosita, Francisco Antonio y Ana Patricia.
AL DEPARTAMENTO DE CARRETERAS DE LA DGC.	

AGRADECIMIENTO

AL INGENIERO FRANCISCO LUIS GUEVARA UTRILLA
POR SU VALIOSA ASESORIA EN EL PRESENTE TRABAJO.

ESTIMACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS DEL DISEÑO DE CARRETERAS EN LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (D.G.C.) DE GUATEMALA.

INTRODUCCION

CAPITULO I

DESCRIPCION DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS DE GUATEMALA

- 1.1 Dirección General de Caminos
- 1.2 División de Dirección y Coordinación
- 1.3 División Técnica Consultora
- 1.4 División de Mantenimiento
- 1.5 División Financiero Administrativa
- 1.6 División Técnica

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE CARRETERAS

- 2.1 Funciones
- 2.2 Organización
 - 2.2.1 Jefatura
 - 2.2.2 Sección de Aerofotogrametría
 - 2.2.3 Sección de Campo
 - 2.2.4 Sección de Diseño
 - 2.2.5 Sección de Drenajes

CAPITULO III

DETERMINACION, SEGUN PROGRAMA DE TRABAJO, DEL TIEMPO EN DIAS QUE SE LABORARA DURANTE EL AÑO

3. Días que se trabajará

3.1 Trabajador de Campo

3.2 Trabajador de Diseño

CAPITULO IV

DETERMINACION DE LOS SUELDOS DIARIOS ACTUALES INCLUYENDO PRESTACIONES PARA LOS OBJETOS DEL CALCULO Y CONTROL DEL COSTO+

4.1 Trabajador de Campo

4.2 Trabajador de Diseño

CAPITULO V

ESTIMACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS DE CADA FASE DEL DISEÑO DE CARRETERAS

5.1 Aerofotogrametría é Inspección

5.2 Campo

5.3 Preliminar

5.4 Localización

5.5 Gabinete

Preliminar

Localización

5.6 Movimiento de Tierras

5.7 Hojas Finales y Planos Especiales

CAPITULO VI

COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS DEL DISEÑO DE CARRETERAS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APENDICE

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION:

El desarrollo en las técnicas de diseño de carreteras ha llegado a un grado de especialización tal que se puede decir que se cuenta con normas y especificaciones que se adaptan a nuestro medio.

El diseño de carreteras, en la Dirección General de Caminos, esta bajo la responsabilidad del departamento de Carreteras de la División Técnica y cuenta con las Secciones necesarias para poder hacer un diseño integral, tomando en cuenta los detalles que pueden influir en la construcción y en la conservación del tramo carretero en cuestión.

Es interesante conocer el hecho de que todo diseño representa 2 aspectos. Uno Económico-Social y el otro Técnico. El segundo ha sido tratado, en nuestro caso en abundancia en otros trabajos.

El aspecto Económico en el diseño de carreteras, es el que motivó el presente trabajo de tesis, pues no puede pasar inadvertido el costo de cualquier actividad para poder desarrollarla.

Como primer paso se hace necesario hacer un estudio Estadístico en cada actividad, de las cantidades de trabajo que llevan a cabo todos y cada uno de los miembros de los grupos de trabajo, y en los tiempos empleados para desarrollarlos.

En el Departamento de Carreteras se cuenta con reportes mensuales, con información diaria en las Secciones de Diseño y Drenajes y en la Sección de Campo se tiene la información del rendimiento por jornadas de trabajo. Por la complejidad del trabajo de la Sección de Aerofotogrametría se reporta en dicha Sección trimes

tralmente.

En el presente trabajo de Tesis se hace una descripción de lo que es la Dirección General de Caminos y cuales son sus principales divisiones con sus respectivas atribuciones, en el primer Capítulo.

EL SEGUNDO CAPITULO se dedicó para hacer una descripción detallada del Departamento de Carreteras, dando a conocer su organización y el funcionamiento de las diferentes secciones que lo forman.

EN EL TERCER CAPITULO se describe la forma en que se calcularon los días útiles de trabajo durante el año que son los únicos que influyen en el costo directo del diseño de un proyecto de carreteras, los días restantes son el resultado de las prestaciones ganadas por los empleados.

El cálculo de sueldos anuales, mensuales y diarios, incluyendo prestaciones, se encuentra en el CAPITULO IV.

EN EL CAPITULO V se habla de los rendimientos y de los costos de las diferentes etapas que consta el diseño de carreteras y se hace al cálculo del costo por kilómetro en cada una de esas etapas.

EL CAPITULO VI está destinado a describir cuales son los costos directos y cuales son los costos indirectos que influyen en el diseño de carreteras, y al final se encuentran las conclusiones y recomendaciones y por último el apéndice que es un cuadro resumen de resultados.

CAPITULO I

DESCRIPCION DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS

1.1 DIRECCION GENERAL DE CAMINOS

La Dirección General de Caminos, es la Dependencia del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas de Guatemala encargada del planeamiento y construcción de nuevas carreteras y del mejoramiento y mantenimiento de las ya existentes.

La fundación de la Dirección General de Caminos data del 28 de Mayo de 1920. En ese entonces era dependencia de la Dirección General de Obras Públicas del Ministerio de Fomento. Más tarde fué pasada al Ministerio de Agricultura en donde funcionó hasta el 8 de Noviembre de 1930 en que se suprimió para crear la Comisión Nacional de Caminos. El 19 de Febrero de 1931 fué cancelada la Comisión Nacional de Caminos y renació la Dirección General de Caminos como dependencia de Agricultura.

En el año de 1944 se creó el Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, absorbiendo a la Dirección General de Caminos y así ha seguido hasta la fecha.

Para poder desempeñar sus funciones, la Dirección General de Caminos está organizada con las siguientes divisiones.

1.2 DIVISION DE DIRECCION Y COORDINACION

Sus labores específicas son: el planeamiento y supervisión de programas; estudio y dirección de la planificación, construcción, mantenimiento y mejoramiento de todas las vías de comunicación terrestres y fluviales de la República.

1.3 DIVISION TECNICO CONSULTORA

Es la encargada de los estudios de planificación y programación de la Dirección General de Caminos y además lleva a cabo las evaluaciones y justificaciones económicas de los distintos proyectos a ejecutarse.

1.4 DIVISION DE MANTENIMIENTO

Formada administrativamente por la Jefatura y 8 Zonas Viales que abarcan toda la república, menos el Departamento de El Petén cuyas vías de comunicación terrestre están a cargo del FIDEP.

1.5 DIVISION FINANCIERO ADMINISTRATIVO

Tiene a su cargo todo lo relacionado con el control contable y fiscal de la Dirección General de Caminos y consta de 2 secciones que son: Sección de Contabilidad y Sección de Auditoria.

1.6 DIVISION TECNICA

Cuyas atribuciones son: La programación de los trabajos de diseño de los diversos proyectos de carreteras contemplados por la Dirección General del Ramo y los ejecuta a través de los diferentes Departamentos que la forman, que son los siguientes:

- 1.6.1 Departamento de Carreteras
- 1.6.2 Departamento de Puentes
- 1.6.3 Departamento de Materiales y Suelos; y

1.6.4 Departamento de Especificaciones Técnicas.

1.6.1 DEPARTAMENTO DE CARRETERAS: Tiene a su cargo la elaboración a nivel nacional, de estudios alternativos para el establecimiento de vías de comunicación entre los distintos lugares de la república, que llenando las especificaciones requeridas sean los más económicos.

Se elaboran planos con todos los detalles requeridos para la construcción de carreteras, así mismo planos de registro del Derecho de Vía.

1.6.2 DEPARTAMENTO DE PUENTES: Tiene como función primordial, el estudio, (Puentes y Bóvedas, también tuberías en casos especiales) que la Dirección General de Caminos proyecta ampliar a construir en carreteras existentes o nuevas.

1.6.3 DEPARTAMENTO DE MATERIALES Y SUELOS: Tiene a su cargo, los estudios de Materiales y Suelos de los diferentes proyectos en construcción y mejoramiento de carreteras y pavimentos, con el objeto de conocer características, propiedades y resistencias para Diseño y para lograr un buen control de calidad.

1.6.4 DEPARTAMENTO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS: Tiene a su cargo la elaboración y preparación de toda la documentación necesaria para las licitaciones de los diversos proyectos de construcción o mejoramiento de carreteras, y de construcción o ampliación de puentes. Así mismo licitaciones para compra de aparatos y equipo que son necesarios en la Dirección General de Caminos.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE CARRETERAS

2.1 FUNCIONES

La función primordial del Departamento de Carreteras, es la elaboración - a nivel nacional, de estudios alternativos para el establecimiento de vías - de comunicación entre los distintos lugares de la república, así como la se - lección de las alternativas más adecuadas para proceder a su estudio deta - llado, hasta llegar a la preparación de planos finales de los proyectos estu - diados, en los que se fija la localización, características geométricas y - cantidades de trabajo de las carreteras a construirse, sin incluir los datos - referentes a los estudios de pavimentos, suelos y estructuras mayores, los - que por su similar complejidad son objetivo de las funciones de los otros - departamentos.

Básicamente, los proyectos de diseño a cargo del Departamento se pueden englobar en cuatro programas:

Construcción de Caminos Nacionales

Construcción de Caminos Vecinales

Mejoramiento de la Red Básica existente y

Caminos Departamentales.

2.2 ORGANIZACION

Para poder realizar los distintos proyectos de los programas indicados ante - riormente, el Departamento está dividido en cuatro unidades técnicas - que son:

- 4) Sección de Drenajes
- 2) Sección de Campo
- 3) Sección de Diseño
- 1) Sección de Aerofotogrametría.

Cada sección bajo la dirección de un Ingeniero Civil; cuenta además con 2 unidades administrativas, la Secretaría y el Archivo Técnico y reproducción. Adicionalmente la Unidad de Transporte; todas estas unidades actúan bajo coordinación del Ingeniero Jefe del Departamento.

2.2.1 JEFATURA DEL DEPARTAMENTO

Es la encargada de planificar, organizar, dirigir, supervisar, aprobar y coordinar el trabajo de las distintas Secciones, fijando las prioridades entre los distintos proyectos a su cargo, así como la programación de cada una de las etapas del diseño y de la asignación de recursos.

2.2.2 SECCION DE AEROFOTOGRAMETRIA

Esta Sección tiene a su cargo el estudio de las zonas en donde se efectuarán proyectos de diseño y construcción de carreteras, los que se pueden dividir en dos grandes grupos, a) estudios sobre pares estereoscópicos de los que, en base a métodos foto-interpretativos se pueden detectar estructuras geológicas inadecuadas para la cimentación de una carretera, macizos rocosos difíciles de trabajar, laderas inestables, accidentes geográficos, configuración de cuencas, etc., que afecten la localización del proyecto, b) elaboración de mapas a gran escala (1:10,000 á 1:2,000) de zonas particulares del proyecto, mediante la restitución de fotografías aéreas, usadas -

tanto en la etapa previa al levantamiento de preliminar como en el estudio de localización.

Para su cometido, la Sección de Aerofotogrametría es dirigida por un Ingeniero Jefe, Encargado de planificar, organizar y dirigir los estudios que le son encomendados a su Sección, supervisando el trabajo de un Auxiliar de Ingeniería IV, así como del Operador del Equipo fotogramétrico (Aux. de Ing. I) y un Dibujante encargado de la presentación de los estudios efectuados.

2.2.3 SECCION DE CAMPO

Esta Sección es la encargada de proveer toda la información topográfica necesaria para efectuar el trabajo de las otras secciones; así mismo es la encargada de localizar, referenciar y monumentar las líneas seleccionadas para su identificación posterior en el terreno. En otras palabras, la Sección de Campo tiene como función el estudio de las distintas líneas alternativas en los proyectos a su cargo, basándose en inspecciones y levantamientos del terreno y en estudios aerofotogramétricos, efectuando el levantamiento de preliminar en el alineamiento seleccionado mediante un estudio comparativo en cuanto a longitudes, pendientes, posibles características geométricas, localización de estructuras y costos.

Para cumplir su cometido, esta Sección es dirigida por un Ingeniero Jefe, quién es el Encargado de Planificar, organizar y distribuir el trabajo de los proyectos a cargo de la sección, contando con 9 brigadas de topografía y una de Derecho de Vía, a cargo de un Tránsitero cada una, -

supervisados por un Ingeniero Civil I y un Auxiliar de Ingeniería IV, quienes además tienen bajo su responsabilidad la ejecución de los estudios e investigaciones de campo necesarios para mantener un alto nivel técnico en el trabajo ejecutado por la sección.

2.2.4 SECCION DE DISEÑO

Tiene a su cargo el diseño horizontal, vertical y transversal de los distintos proyectos que le son asignados debiendo definir la posición exacta de la carretera adecuándola de una manera económica a la configuración topográfica del terreno.

Las líneas seleccionadas cumplirán con determinadas características geométricas tales como velocidad, ancho de terracería, grados de curvatura, pendientes máximas y mínimas, distancias de visibilidad, transiciones etc., de acuerdo a las necesidades del tránsito y tomando en cuenta la economía de los usuarios y la seguridad del tránsito; tiene a su cargo el diseño de las intersecciones de las carreteras existentes y los proyectos nuevos.

Esta sección es la que provee en definitiva los planos finales de todos los proyectos así como sus cantidades de trabajo. Se pueden identificar las siguientes actividades básicas: Supervisión, análisis del diseño y elaboración de planes alternativos, diseño (proyecto) y cálculo de localización de alternativas seleccionadas, cálculo de movimiento de tierra, dibujo, etc.

Para cumplir su cometido la Sección de Diseño, es dirigida -

por un Ingeniero Jefe de Sección quién es el Encargado de Planificar, organizar y distribuir el trabajo de los proyectos a cargo de la Sección.

Además, internamente, esta Sección está dividida en siete (7) grupos de diseño y un grupo de Derecho de Vía, supervisados y bajo la responsabilidad directa de 4 Ingenieros I Jefes de Grupo, distribuidos en la forma como se muestra en el organigrama de la Sección de Diseño.

2.2.5 SECCION DE DRENAJES

Esta Sección tiene a su cargo el estudio hidrológico é hidráulico de las cuencas intersectadas por un proyecto de construcción de carreteras, así como de las áreas tributarias propias de la carretera que se originarán al efectuarse la construcción. El propósito de los estudios efectuados en esta sección es determinar la localización, número, magnitud, tipos y cantidades de trabajo de las estructuras de drenajes superficial y subterráneo que se deberán proveer en la carretera, así como estudiar cualquier modificación del alíneamiento tanto horizontal como vertical y transversal de la carretera que sea conveniente para obtener un proyecto económico, seguro y lo menos, expuesto a sufrir daños por la acción de las aguas.

Para cumplir con su cometido la Sección de Drenajes es dirigida por un Ingeniero Jefe de Sección quién es el Encargado de Planificar, organizar, distribuir y dirigir todos los estudios de drenajes en los proyectos que le son asignados a su unidad, los cuales son llevados a cabo por el personal de la sección que está constituido por un Ingeniero I y dos Auxiliares de Ingeniería IV, dedicados a esta especialidad, quienes efectúan los -

estudios hidráulicos é hidrológicos de campo, Fotogramétricos y Probabilisticos, necesarios para obtener el diseño de drenajes.

CAPITULO III

DETERMINACION SEGUN PROGRAMA DE TRABAJO, DEL TIEMPO EN DIAS QUE SE LABORARA DURANTE EL AÑO

3. DIAS QUE SE LABORARA

En consideración de las leyes de trabajo que imperan en la República de Guatemala y disposiciones sobre descanso en el trabajo, resulta que cada trabajador realiza sus labores en solamente una parte del total de días del año.

Para conocer pues el número de días que laborará, habrá que restar al total de días del año, los correspondientes a los días domingos, sábados, feriados oficiales y vacaciones a que tiene derecho cada trabajador.

El reglamento de la jornada única de trabajo que se encuentra en vigor desde el día 15 de Septiembre de 1970, establece que la jornada única diurna debe ejecutarse entre las 6:00 y las 18:00 horas de un mismo día y que no puede ser mayor de ocho horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y cuatro horas a la semana.

En la Dirección General de Caminos se trabaja de lunes a viernes con jornadas diarias de las 7:00 a las 15:30 horas con un período de media hora destinado para el almuerzo.

3.1 TRABAJADORES DE CAMPO

Con relación a los días que el trabajador de campo laborará durante el año, hay que tomar en cuenta que las brigadas de campo trabajan el sistema de-

jornadas, que consisten algunas veces en trabajar durante varios días consecutivos.

Las jornadas de trabajo, pueden ser de 20 ó de 30 días. En las primeras, se trabaja sábados y domingos completos y en las de 30 días no se trabaja durante el sábado por la tarde ni domingo todo el día.

El Ingeniero Jefe del Departamento, por ser el Encargado de la programación de cada una de las etapas del diseño y de la asignación de recursos, tiene que planificar el número de jornadas que se podrán cumplir durante el año de trabajo y decidir cuántas serán de 20 días y cuántas de 30, puesto que se le asigna en el presupuesto general una cantidad de dinero especificado para viáticos, la cual debe distribuir durante el año. Y como el reglamento de viáticos indica, en el Artículo 21 que cuando los trabajos que por su naturaleza exijan permanencia continua fuera del lugar de la sede por más de 24 días, se pagará solamente el 50% del total en el mismo Reglamento en sus Artículos 17 y 18.

Para el año de 1975 se programaron 11 jornadas de trabajo, siendo 6 de 30 días y 5 de 20 días.

Se tomó en cuenta que debe existir, entre el final de una jornada y el inicio de otra, un período de varios días para poder comprobar viáticos y para preparar los planos o libretas necesarias para el trabajo de la siguiente jornada.

Este período se utiliza también para completar verbalmente y sobre mas existentes, la información necesaria para lograr la mayor armonía

entre el trabajo de campo y gabinete.

Para determinar el número de días útiles, que en cada jornada se tienen, hay que descontar 2 días necesarios para el transporte al lugar de trabajo, ida y regreso.

En cada jornada de 30 días se descontarán además 6 días correspondientes a 4 domingos y 4 medios días de los sábados correspondientes.

Total días efectivos del año

6 Jornadas de 30 días con 22 efectivos.....	132
5 Jornadas de 20 días con 18 efectivos.....	90
	<hr/>
	222

Total días efectivos..... 222

menos imprevistos..... $\frac{7}{215}$

menos vacaciones..... $\frac{15^*}{200 \text{ días}}$

* La organización de la Sección de Campo establece que en una jornada determinada, quede una Brigada gozando sus vacaciones, y como no son tantas Brigadas como jornadas de trabajo, hay necesidad de establecer la relación correspondiente.

3.2 TRABAJADOR DE DISEÑO

Al personal de planta, que incluye Jefatura, Laborantes de Diseño, de Drenajes, Aerofotogrametría, Secretaría, Archivo y Reproducción y Transporte; hay que descontarles del total de días al año, los correspondientes a los días sábados, domingos, feriados oficiales y los días de vacaciones a que

tienen derecho.

Domingos.	52
Sábados	52
Feridos	9
Vacaciones	<u>20</u>
Días de descanso	133

El total de días efectivos será la diferencia

Días al año	365 -
Días de descanso	<u>133</u>
Días efectivos	<u>237</u>
Menos imprevistos	<u>7^{er}</u>
	<u>225</u>

Total de días útiles al año en planta = 225 días.

NOTA:

Si se requiere refinar aún el cálculo de los costos, debe establecerse que en éste Departamento y otros, labora personal estudiante, cuya jornada de trabajo es de 6 horas.

Establecido entonces el procedimiento a seguir se reduce el sueldo , a sueldo por hora.

CAPITULO IV

DETERMINACION DE LOS SUELDOS DIARIOS ACTUALES INCLUYENDO PRESTACIONES PARA LOS OBJETOS DEL COSTO

4.1 TRABAJADOR DE CAMPO

Los sueldos diarios actuales, del Trabajador de Campo, se pueden determinar aplicando la relación de sueldos devengados entre el número de días laborados; en el Capítulo III se llegó a la conclusión de que los trabajadores de campo tenían un total de 200 días útiles al año.

PERSONAL DE CAMPO Y SUELDOS

<u>Plaza</u>	<u>Mensual</u> <u>Q.</u>	<u>Anual</u> <u>Q.</u>	<u>Diario</u> <u>Q.</u>
Tránsito	281	3,372	16.86
Tránsito	267	3,204	16.02
Tránsito	218	2,616	13.08
Nivelador II	178	2,136	10.68
Nivelador II	168	2,016	10.08
Nivelador I	148	1,776	8.88
Nivelador I	128	1,536	7.68
Cadenero	117	1,404	7.02
Auxiliar de Cadenero	103	1,236	6.18
Auxiliar de Cadenero	94	1,128	5.64

<u>P l a z a</u>	<u>Mensual</u> <u>Q.</u>	<u>Anual</u> <u>Q.</u>	<u>Diario</u> <u>Q.</u>
Trabajador II	85	1,020	4.74
Peón Especial	54.30	660.75	2.94
Chofer	93	1,131.50	5.03

4.2 TRABAJADOR DE PLANTA

Se considera como trabajador de Planta a todas las personas destinadas a desarrollar las actividades necesarias para la determinación del diseño horizontal, vertical y transversal de los distintos proyectos asignados, así como los estudios Aerofotogramétricos previos y los estudios hidrológicos e hidráulicos para diseño de drenajes; además las personas que intervienen en la parte administrativa, como Oficinistas, Mensajeros, Encargados del Archivo de la reproducción, etc.

En la Sección de Diseño se trabaja agrupando a los empleados, en grupos de diseño teniendo cada uno, como Jefe, un Auxiliar de Ingeniería III y como subalternos, un Auxiliar de Ingeniería II, un Auxiliar de Ingeniería I y un Dibujante con plaza de Guardfán o de Peón Especial.

La siguiente tabulación, muestra los diferentes sueldos mensuales, anuales y por día que devengan las diferentes plazas.

P L A Z A	Sueldo Mensual Q.	Anual Q.	Días Trabajados	Sueldo por día Q.
Ingeniero III	600	7,200	225	32.0000
Ingeniero II	550	6,600	225	29.3333
Ingeniero I	521	6,252	225	27.7867
Ingeniero I	500	6,000	225	26.6667
Asistente de Ingeniero	367	4,404	225	19,5733
Asistente de Ingeniero	360	4,320	225	19,2000
Aux. de Ingeniería III	281	3,372	225	14,9867
Aux. de Ingeniería III	267	3,204	225	14,2400
Aux. de Ingeniería II	218	2,616	225	11,6267
Aux. de Ingeniería I	169	2,028	225	9,0133
Dibujante de Ingeniería	130	1,560	225	6,9333
Oficinista III	181	2,172	225	9.6533
Oficinista II	149	1,788	225	7.9467
Oficinista I	127	1,524	225	6,7733
Opr. Equipo Rep. I	125	1,500	225	6.6667
Opr. Equipo Rep. I	108	1,296	225	5.7600
Electricista II	127	1,524	225	6.7733
Mensajero	92	1,104	225	4.9067
Conductor Vehículo I	112	1,344	225	5.9733
=====				
Guardián	69.90	850.44	225	3.7798
Peón Especial	54.30		225	3.0728
Peón Ordinario				1,7600

ESTIMACION DE RENDIMIENTOS Y COSTOS DEL DISEÑO Y COSTOS DEL DISEÑO DE CARRETERAS.

Para estimar los rendimientos de las diferentes secciones, se cuenta, en el Departamento de Carreteras, con los reportes de trabajo que presentan cada uno de los elementos de los diferentes grupos, en el cual especifican que clase de trabajo llevaron a cabo y el tiempo empleado en el desarrollo así como también el kilometraje de inicio y el de finalización.

SECCION DE CAMPO

En la sección de campo se exponen los resúmenes llevados a cabo, por las diferentes brigadas, en los últimos 8 meses del año 1975. En cada fase se tiene el dato del tiempo empleado (en días) y el kilometraje desarrollado. Con este se puede estimar los días necesarios para cada fase o el rendimiento diario.

Estudio Clinométrico.	Kms.	Dias
	4.000	3
	2.000	3
	5.060	2
	8.000	1
	1.860	1
	6.200	3
	5.800	2
	4.300	1
	5.650	4

Kms.	Días
13,000	3
4.080	3
<u>7.000</u>	<u>8</u>
66.950	34

Rendimiento $66.950/34=1.960$

Estudio Preliminar.

Kms.	Días
8.121	21
8.725	21
3.654	7
4.900	9
0.387	1
1.456	3
2.968	5
10.300	15
11.073	19
7.780	10
10.991	6
0.447	1
1.010	5
2.226	2
14.902	17
4.266	6
0.884	1
<u>5.000</u>	<u>21</u>
99.090	170

Rendimiento $99.090/170 = 0.580 \text{ Km/Día.}$

LOCALIZACION.

Enero	Kms.	Días
	4.273	15.5
	6.028	13
	1.013	6
	8.966	18
	<u>4.440</u>	<u>10</u>
	24.720	62.5
Febrero	Kms.	Días.
	6.760	16
	9.511	18
	4.703	15
	0.944	3
	2.514	3
	<u>3.213</u>	<u>2</u>
	27.645	57
Marzo	Kms.	Días
	5.156	10
	9.034	14
	1.062	1
	10.021	17
	10.000	11
	<u>8.018</u>	<u>18</u>
	4 3.291	71

Abril	Kms.	Días
	5.169	7
	54.92	5
	2.937	4
	9.051	17
	6.762	8
	13.080	3
	2.360	3
	<u>20.320</u>	<u>18</u>
	65.171	65
Mayo	Kms.	Días
	3.055	12
	7.743	13
	5.384	11
	15.080	19
	11.214	11
	<u>5.242</u>	<u>8</u>
	47.718	74

Junio	Kms.	Días
	32.532	20
	16.754	20
	14.734	16
	13.140	18
	11.000	11
	15.120	21
	<u>9.314</u>	<u>8</u>
	112.994	114

Julio	Kms.	Días
	10.093	12
	9.564	10
	10.214	9
	4.129	8
	16.183	14
	0.700	2
	9.400	18
	<u>0.900</u>	<u>2</u>
	61.185	75

Agosto	Kms.	Días
	17.000	21
	7.000	16
	5.317	10

Kms.	Días
4.833	4
<u>4.100</u>	<u>8</u>
3 8.250	59

Mes	Kms.	Días
Enero	24.720	62.5
Febrero	27.645	57
Marzo	43.291	71
Abril	65.171	65
Mayo	47.718	74
Junio	112.994	114
Julio	61,185	75
Agosto	<u>38.250</u>	<u>59</u>
	420.974	577.5

Rendimiento de localización

420.974 Km. en 577.5 días

Rendimiento Promedio

$420.974/577.5 = .729 \text{ Km/día}$

MONUMENTACION.

Febrero	Kms.	Días
	2.000	2
	8.800	4
	9.163	3
	<u>3.213</u>	<u>2</u>
	23.176	11

Marzo	Kms.	Días
	5.156	3
	11.035	5
	12.967	6
	2.000	1
	<u>2.200</u>	<u>1</u>
	33.358	16

Abril	Kms.	Días
	5.492	5
	<u>13.080</u>	<u>3</u>
	18.572	8

Junio	Kms.	Días
	7.275	2
	<u>26.080</u>	<u>10</u>
	33.355	12

Agosto	Kms.	Días
	20.234	11
	<u>20.000</u>	<u>12</u>
	40.234	23

Mes	Kms.	Días
Febrero	23.176	11
Marzo	33.358	16
Abril	18.572	8
Junio	33.355	12
Agosto	40.234	23

Rendimiento Monumentación

Rendimiento Promedio

REPLANTEO.

Enero	Kms.	Días
	0.154	1
	<u>3.148</u>	<u>5</u>
	3.302	6

Febrero	Kms.	Días
	2.145	4
	<u>11.600</u>	<u>8</u>
	13.745	12

Agosto	Kms.	Días
	1.100	1
	17.000	6
	<u>20.000</u>	<u>22</u>
	38.100	29

Mes	Kms.	Días
Enero	3.302	6
Febrero	13.745	12
Agosto	<u>38.100</u>	<u>29</u>

Rendimiento Replanteo

Rendimiento Promedio

DERECHO DE VIA

Enero	Kms.	Días
	5.415	5
Marzo	11.764	7
Abril	7.028	7

Mes	Kms.	Días
Mayo	2.752	4
Julio	<u>23.160</u>	<u>5</u>

Rendimiento Levantamiento Derecho de Vía

Rendimiento Promedio

SECCION DE AEROFOTOGRAMETRIA

Teniendo a la vista los informes trimestrales de los dos últimos años, se comprobó que entre las principales actividades que se desarrollan en la sección de aerofotogrametría, están las siguientes.

- a) Mantenimiento del archivo de Aerofotografías y mapas
- b) Fabricación de Mosaicos Aerofotograficos.
- c) Restitución de Pares Estereoscópicos.
- d) Inter-relación con el Instituto Geográfico.
- e) Atención a consultas técnicas de diversos organismos tanto de la Dirección General de Caminos, como de otras dependencias gubernamentales.

Haciendo un promedio con los reportes trimestrales se llegó a la conclusión que el rendimiento en el estudio Aerofotográfico de un proyecto de carreteras es de 2.220 Km/Día.

SECCION DE DISEÑO

La sección de diseño desarrolla su trabajo agrupando sus actividades en las siguientes partes: Preliminar, Localización, Movimiento de Tierras, Hojas finales y Planos de Derecho de Vía.

Después de analizar todos los reportes de los laborantes de la sección de diseño, haciendo estudios estadísticos, se llegó a obtener los siguientes promedios por cada actividad.

PROMEDIOS DE RENDIMIENTOS

PRELIMINAR

Cálculo de Coordenadas -----	6 Km/día/calculista
Cálculo y dibujo de Niveles -----	2 Km/día/dibujante
Ploteo y dibujo de Poligonal -----	1 Km/día/dibujante
Ploteo de secciones transversales -----	2 Km/día/par.Dib.

LOCALIZACION

Proyecto -----	0.5 Km/día/Proyectista
Cálculo -----	0.5 Km/día/calculista

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Ploteo y dibujo de Secciones -----	2 Km/día/par Dib.
Cálculo y dibujo de Niveles -----	2 Km/día/dibujante
Proyecto de rasante -----	2 Km/día/proyectista
Cálculo de rasante -----	2 Km/día/calculista
Dibujo de Secciones Típicas -----	2 Km/día/par Dib.
Medida de Areas -----	2 Km/día par Dib.

Cálculo de Volúmenes -----	2 Km/día/calculista
Cálculo de Balance -----	2 Km/día/calculista
Repartimientos y Totales -----	1 Km/día/calculista
HOJAS FINALES	
Ploteo y entintado de planta -----	2 Km/día/dibujante
Ploteo y entintado de perfil -----	2 Km/día/dibujante
Completar o Dibujo Especial -----	1 Km/día/dibujante

Para poder explicar la forma en que se calcula los costos en las diferentes secciones del departamento de carreteras, considero que lo mejor será hacerlo por medio de un ejemplo.

En los párrafos siguientes se explicará la forma en que se calculan los costos directos de un proyecto.

La información con que se cuenta es con los sueldos diarios actuales, incluyendo prestaciones, y los reportes de las diferentes secciones, donde se indican los puestos de los elementos de cada grupo. Los reportes indican el número de días laborados, la clase de trabajo realizado y los días que se emplearon en cada fase.

Para nuestro ejemplo se tomará el mes de Julio de 1975 con la Brigada B-1 de la Sección de campo, que trabajó en el proyecto Retalhuleu Champerico.

PLAZA	SUELDO/DIA Q.
Transitero	11.6093
Nivelador II	9.9349
Nivelador I	8.2605
Cadenero	6.5302
Aux. de Cadenero	5.7488
2 Trabajadores II	9.4884
2 Peones Especiales	6.1456
Chofer	<u>5.0289</u>
	Q. 62.7466/día

Se trabajaron 20 días

$$Q. 62.7466 \times 20 = Q. 1254.93$$

$$\text{Trabajaron 5 peones ordinarios} \times 14 \text{ días} \quad \frac{123.20}{Q. 1478.13}$$

En la misma forma se opera con todos los proyectos trabajados en el mes.

Teniendo éste dato, se hace un listado con el nombre del proyecto y el costo de mano de obra.

COSTOS DE CAMPO	JULIO DE 1975	
B-8 Barberena - El Molino	Q. 446.06	Q. 484.03
B-4 Escuintla - Taxisco	920.95	999.34
B-2 Guatemala - Agua Caliente	1592.74	1728.32
B-3 Agua Caliente - Sanarate	1547.08	1678.77
B-5 Sanarate - El Rancho	1720.11	1866.53
B-1 Retalhuleu - Champerico	1478.13	1603.96
B-4 Boca del Monte - Villa de G.	602.23	653.49
B-8 CA. 1 - Sta. Maria Ixhuatán	629.20	682.76
B-8 CA. 2 - Moyuta	209.73	227.58
B-6 Mazatenango - Tahuesco	1267.23	1375.10
B-6 Siquinalá - Sipacate	138.46	150.25
B-7 CA. 9 - Punta de Manabique	<u>1570.27</u>	<u>1703.94</u>
	Q 12122.19	13154.07
Suma de los Proyectos	Q 12,122.19	
Sueldos Ing. Jefe y Aux. de Ing. IV	910.93	
Sueldo del Ingeniero Encargado de costos	<u>120.95</u>	
TOTAL, -----	Q 13,154.07	

$$\text{Factor de Corrección de sueldos} = \frac{13,154.07}{12,122.19} = 1.085123233$$

En la tercera columna del cuadro, aparecen los costos afectados por el Factor de Corrección de sueldos con el que se está distribuyendo los sueldos.

dos del Ing. Jefe de sección, del Aux. IV y del Ing. Encargado de Costos.

A éstos costos hay que agregarles los viáticos que se dan al personal lo que varía según la disponibilidad presupuestaria.

La misma secuencia de operaciones que se desarrolló aquí, se hace para los reportes de Fotogrametría, Diseño, y Drenajes.

CAPITULO VI

COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Los costos calculados en el Capítulo anterior son, aunque mal llamados así, los COSTOS DIRECTOS DEL DISEÑO DE CARRETERAS.

Los Costos Indirectos que influyen en el costo total en el Departamento de Carreteras son los ocasionados por el Ingeniero III Jefe del Departamento, por los integrantes de la Sección Administrativa, Sección de Archivo y Reproducción, etc.

El Costo diario será	Q/día
Ingeniero III	32.0000
1 Oficinista III	9.6533
2 Oficinista II	15.8934
2 Oficinista I	13.5466
2 Operador Equipo Rep. I	13.3334
Eléctricista II	6.7733
Mensajero	4.9067
2 Conductor de Vehículo I	11.9466
2 Peones Especiales	5.8724
5 Choferes	<u>25.6445</u>
	Q. 139.5702

El costo diario por número de días hábiles nos da el costo indirecto.

Si algún trabajador de los que forman el costo indirecto está de vacaciones o rebajado por el instituto Guatemalteco de Seguridad Social, hay que restar el -

valor que representa los días que no se le paga.

El costo del pago de horas extras que trabajan los choferes, también se computan por mes y se agrega a la lista de indirectos.

En esta forma tenemos ~~COSTO~~ COSTO INDIRECTO FINAL.

En el departamento de Carreteras se tienen 2 clases de proyectos; dependiendo de la forma en que se va a construir pueden ser por Administración o por Contrato.

Al hacer esta clasificación se hace una lista de cada clase con el costo de cada fase (Aerofotogrametría); haciendo las respectivas sumas de todos los proyectos, se tiene el valor del costo directo de cada uno, sumando éstos llegamos a integrar el Costo DIRECTO TOTAL.

El gran total se tendrá con solo sumar COSTOS DIRECTOS con los COSTOS INDIRECTOS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La organización del Departamento de Carreteras cuenta con las secciones - necesarias para poder llevar a cabo proyectos de diseño de carreteras, que satisfagan las necesidades de la República.

Con respecto a los rendimientos se puede observar que en la sección de - campo, hay mucha variedad en sus rendimientos, pero esto tiene como lógica expli - cación el hecho de que en nuestro país, apesar de ser eminentemente mon tañosa, - existen zonas llanas en la cual se facilita el trabajo de campo.

En la sección de diseño, aunque existen diferentes grados de dificultad, se puede hacer un patrón de Rendimientos, pero se recomienda mejorar en todas los - aspectos pues se observan bajos.

El sistema con que se reporta en las secciones de Aerofotogrametría y Dre - najes, se podría mejorar para facilitar los cálculos de Rendimiento y Costos.

El método empleado, para el cálculo de costos, es el mismo que se aplica - en el Departamento de Carreteras y se observa que el costo a que se llega es sola - mente costos de Ingeniería en el cual no se ha tomado en cuenta el costo de mobi - liario, papelería y útiles en general, pues la dependencia encargada de éste compu - to, no entrega sus resultados a tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ing. Armando Vides T. Análisis y Control de Costos de Ingeniería, Editorial escolar Piedra Santa. Guatemala Marzo 1971.
- 2.- Lic. J. Gómez Padilla Introducción a la Economía. 4a. Edición Guatemala 1970
- 3.- Ing. J. David Cabrera Normas para el Control de - Costos para el mantenimiento de Carreteras. Tesis.
- 4.- Dirección General de Caminos Especificaciones para el Diseño de Carreteras.
- 5.- Dirección General de Caminos Archivo del Departamento de Carreteras.
- 6.- Ing. Francisco L. Guevara U. Archivo y experiencias personales.

APENDICE

RESUMEN DE COSTOS

SECCION DE CARRETERAS

MES: _____

PROYECTOS	C O S T O
1- POR ADMINISTRACION	
1.1- ZONA VIAL No. 1	
1.2- ZONA VIAL No. 2	
1.3- ZONA VIAL No. 3	
1.4 ZONA VIAL No. 4	
1.5 ZONA VIAL No. 5	
1.6 ZONA VIAL No. 6	
1.7 ZONA VIAL No. 7	
1.8 ZONA VIAL No. 8	
TOTAL POR ADMINISTRACION	
2- POR CONTRATO	
3- V A R I O S	
G R A N T O T A L	

Marco Tulio Paez Reyes

MARCO TULLIO PAEZ REYES

Vo.Bo. *Francisco Guevara U.*
Ing. Francisco Luis Guevara U.

Vo.Bo. *Manuel A. Castillo B.*
Ing. Manuel A. Castillo B.
Director de la Escuela de Ing. Civil

Imprimase:

Hugo Quán Má
Ing. Hugo Quán Má
Decano de la Fac. de Ingeniería

Hugo Quán Má