MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
REPUBLICA DE COSTA RICA

TRABAJOS PRESENTADOS POR EL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS - GOBIERNO DE COSTA RICA

AL

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

CON SEDE EN WASHINGTON D.C.- U.S.A.
A CELEBRARSE EN MAYO - 1963

Febrero - 1963

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION
República de Costa Rica

CONTENIDO

	Página
Calificación de Suficiencia de las Carreteras Nacionales y Regionales de Costa Rica	4
Proyecciones de Tránsito para Costa Rica ...	45
Características de Tránsito en el Area Metropolitana de San José - 1957-1962	89
Plan Vial - Proyecto de Caminos Vecinales ..	151
La Carretera Interamericana en Costa Rica ..	183

- o -

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LAS CARRETERAS NACIONALES Y REGIONALES DE COSTA RICA

ORGANIZATION OF AMERICAN STATES

NINTH PAN AMERICAN HIGHWAY CONGRESS

Washington, D.C. May 6-18, 1963

OAS Official Records OEA/Ser.K/I.9.1 (English)

Original Language: English Chapter VI Topic 4 of the Agenda Doc. No.

Distribution: Limited

HIGHWAY SUFFICIENCY RATINGS IN COSTA RICA

PLANNING DIVISION - MINISTRY OF PUBLIC WORKS

COSTA RICA

SUMMARY

PREFACE

Due to the inadequacy of National and Regional roads of Costa Rica, the Highway Planning Division of the Ministry of Public Works has found it necessary and convenient to perform a Highway Sufficiency Rating program, in order to determine the deficiencies, and thence the needs, and relative priority of needed improvements.

Although the deficiencies of the highways are obvious, it is necessary to properly estimate the degree of these deficiencies in order to program in a satisfactory way the funds alloted for improvement of these facilities.

It is the purpose of this report to give results of the study as it was determined by the Planning Division based on existing highway conditions to December 1959.

HIGHWAY SUFFICIENCY RATING IN COSTA RICA

Considerations:

This method as applied to the Costa Rican highways system proposes a sufficiency rating based on structural adequacy, safety and capacity or service.

A maximum of 100 points will be given for every section of highway satisfying the design standards. The main item of improvement must be structural adequacy because this is the most important factor of deficiency. Fifty points will be given to this item with a breakdown of 40 points to foundation-service, and 10 points to drainage. The second factor for determining sufficiency of sections is capacity or service and this will rate up to 30 points. This item measures the degree of traffic congestion which is important because a highway could be structurally sound

or perfect but deficient or inadequate for the volume of traffic.

Finally, 20 points will be given to safety, rated through the physical characteristics affecting it.

In order to perform this study, it was necessary to determine for each section in the field: type of terrain, pavement width, shoulder width, sight-distance, grade, highway and railroad crossings and narrow bridges. In order to record this information, a working sheet was prepared. Tolerable and design standards were selected for this purpose and then a table of safety and service rating was prepared.

Sufficiency Rating:

The total sum of the items rated, will equal a maximum of 100 points when the subsection satisfies the design standards.

Total ratings is broken down as follows.

Structural adequacy	50 points
Safety	20 points
Capacity or Service	30 points

Structural adequacy will assign 40 points to foundation-service and 10 points to drainage.

Foundation-Surface:

There will be a single estimate for both elements according to the following table

DESCRIPTION	RATING
Subgrade	0
Sub-base	13 Maximum
Base	7 "
Surface	20 "
TOTAL	40 Maximum

Intermediate values will be determined in each case considering the cost and urgency of the required treatment and the cost of new construction.

Drainage:

This item will rate 10 points when the drainage is completly adequate. Otherwise the rating will be reduced proportionately to the length and to the degree of damage.

Safety:

This item will be rated in the following way.

1.- Pavement width	4 points	maximum
2.- Shoulder width or lateral clearance	4 "	"
3.- Stopping sight-distance	4 "	"
4.- Narrow bridges	3 "	"
5.- Railroad crossings	3 "	"
6.- Highway crossings	2 "	"

The rating will be indicated according to the rating system sheet.

Service or Capacity:

The capacity will be rated as follows:

1.- Pavement width	8 points	maximum
2.- Shoulder width or lateral clearance	6 "	"
3.- Stopping sight-distance	6 "	"
4.- Passing sight-distance	6 "	"
5.- Grade	4 "	"

The rating will be indicated according to the rating system sheet.

Rating:

Will be the sum of columns 21-22-23-24-25.

Adjusted Rating:

An adjustment based on ADT will be made for each section.

If the basic rating is 0 or 100, or if the traffic volume is equal to the average ADT of the system no adjustment will be required. When the ADT is higher or lower than the average ADT of the rated highways, the rating will be reduced or increased proportionately to the logarithm of the ADT.

The formula for this adjustment will be as follows:

$$Ca = \frac{Cb \neq Cb^2 - 100\,Cb}{50\ \text{Log Ts}} (\log T - \text{LogTs})$$

Ca = Adjusted Rating

Cb = Basic Rating

Ts = Average ADT of the system

T = ADT of the section

CONCLUSIONS

In all, 373 control sections were tabulated, 129 corresponding to urban subsections and 867

to rural rated subsections.

The sections San Ramón-Peñas Blancas (Route 1) and Cartago-Frontera Panamá (Route 2) were excluded, because they are under reconstruction, and are also part of the Inter-American highway which has special financing, that places them in a different class with other highways as far as priority improvement is concerned. Other excluded roads were: Comunidad-Sardinal (Route 151) San Isidro-Dominical (223); Limón-Mohín (240); Limón-La Bomba (241); mainly because there are no Inventory data and the assembling of it would mean a further delay in this report. Tabulated were 1404.08 Km., of these 70.59 Km. were not rated because they were impassable, and 93.99 were urban. The remaining 1239.5 Km. divide into: 641.08 asphalt or portland concrete surface; 583.23 granular material, and 15.19 unsurfaced.

The average length of subsection was 1.423 Km., and the average ADT 351 vpd.

Critical values have been underlined, arbitrarily choosing as critical all those elements whose rating is under 20% of the total. This criteria sets then as a critical limit 8 points in foundation-surface; 2 points in drainage; 4 points in safety and 6 points in service.

379 sections with 590 Km. were critical in foundation-surface.

196	"	254.02	"	Drainage
109	"	144.47	"	Service
0	"	0.0	"	Safety

This confirms the fact that the maximun deficiency of our National and Regional Highway Systems is the ruinous condition of the surface, foundation and drainage.

A tabulation based on Km. has also been made corresponding to the critical section for service, so that it can readibily be seen if the problem is one of relocation, (sight distance and grade with low rating), or of it is of widening, (pavement width and shoulder width with low rating).

Ratings by highway sections have been obtained by weighing and averaging the rating values of different subsections in a highway or section of highway..

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo VI Tema 4 de la Agenda Doc. No.

Distribución: Limitada

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LAS CARRETERAS NACIONALES Y REGIONALES DE COSTA RICA

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

RESUMEN

PREFACIO

Debido al mal estado de las carreteras Nacionales y Regionales de Costa Rica, el Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, ha creído conveniente y oportuno realizar un estudio de Calificación de Suficiencia, con el objero de determinar el orden de deficiencias y por consiguiente de necesidades de mejora de las citadas carreteras. Aun cuando es obvia la deficiencia de las vías, es necesario ponderar adecuadamente el grado de esa deficiencia, para programar en forma satisfactoria los fondos destinados al mejoramiento de esas vías. Este informe tiene por objeto dar a conocer los resultados del estudio realizado, con base en la condición existente al terminar el año 1959.

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LAS CARRETERAS EN COSTA RICA

CONSIDERACIONES:

Este método aplicado al sistema vial de Costa Rica propone calificar la suficiencia de las secciones en sus elementos fundamentales que son Adecuabilidad Estructural, Seguridad y Capacidad o Servicio.

La calificación máxima de 100 puntos, la obtendrá toda carretera o sección de ésta que satisfaga plenamente las especificaciones de diseño.

El factor principal que dicte la necesidad de mejoras debe ser básicamente la Adecuabilidad Estructural, por ser este el factor que más incide en la deficiencia del sistema vial existente.

Se propone asignar a este factor 50 puntos, distribuidos en 40 puntos a Fundación y Superfi - cie y 10 puntos a Drenaje.

El segundo factor en importancia para determinar reconstrucción de Secciones es Capacidad o Servicio, que se calificará con 30 puntos; este factor califica el grado de congestión de tránsito, lo cual es muy importante por cuanto una carretera puede ser estructuralmente sana o perfecta, pero deficiente o inadecuada para soportar determinada demanda de tránsito.

Finalmente se ha asignado 20 puntos al factor de Seguridad, calificado por medio de las características físicas que lo afecten.

Para llevar a cabo este trabajo es necesario determinar en el campo, para cada subsección, la clase de terreno, el ancho de pavimento, ancho de espaldones, visibilidad, pendientes, cruces de carreteras y de ferrocarril y puentes angostos,

Para determinar las calificaciones, fueron seleccionadas normas de diseño y normas tolerables, y con base en éstas fué elaborada la tabla de calificación de Seguridad y Servicio.

CALIFICACION DE SUFICIENCIA:

La suma total de los elementos de calificación alcanzará su máximo de 100 puntos cuando todas las condiciones de la subsección sean perfectas.

La calificación se distribuye en la siguiente forma:

Adecuabilidad estructural	50 puntos
Seguridad	20 puntos
Capacidad o Servicio	30 puntos

La Adecuabilidad Estructural se calificará asignando 40 puntos a Fundación-Superficie y 10 puntos a Drenaje.

<u>Fundación - Superficie:</u>

Para ambos elementos, se hace una sola estimación, de acuerdo con la siguiente tabla

T A B L A

ESTADO DEL ELEMENTO DE LA SUBSECCION	CALIFICACION Puntos	
Subrasante, o considerada como tal	0	
Sub-base	13	Máximo
Base	7	"
Superficie de rodamiento	20	"
TOTAL	40	"

Los valores intermedios se determinan en cada caso particular, tomando en consideración el costo y la urgencia del tratamiento requerido, con respecto a lo que costaría su nueva cons -

trucción.

Drenaje:

Se calificará con 10 puntos cuando el drenaje sea completamente adecuado. Cuando no haya estructuras de drenaje o éste sea inadecuado, se reducirá la calificación proporcionalmente a la longitud de la subsección afectada, así como a la seriedad de la condición.

Seguridad:

La seguridad será calificada de acuerdo con las condiciones existentes que la afectan.

Estas condiciones son:

1) Ancho de pavimento	4 puntos máximo
2) Ancho de espaldones o Claro lateral	4 " "
3) Visibilidad de parada	4 " "
4) Puentes angostos	3 " "
5) Cruces de ferrocarril	3 " "
6) Cruces de carretera	2 " "

Servicio ó Capacidad:

La capacidad se calificará de acuerdo con las condiciones existentes que la afectan.

Estas condiciones son:

1) Ancho de pavimento	8 puntos máximo
2) Ancho de espaldones o Claro lateral	6 " "
3) Visibilidad de parada	6 " "
4) Visibilidad de pasada	6 " "
5) Pendientes	4 " "

Calificación:

Será la suma de los valores encontrados en los renglones mencionados.

Calificación ajustada:

Se hará un ajuste basado en el Tránsito Promedio Diario, para cada subsección.

Si la calificación básica es 100 ó 0 no se hace ajuste.

Cuando el volumen de tránsito es igual al promedio del sistema no se hace ajuste.

Cuando el volumen de la sección es mayor o menor que el promedio del sistema, de carreteras calificadas, la calificación se reduce o aumenta proporcionalmente al logaritmo del volumen

BIBLIOTECA MOPT.

de tránsito.

La calificación básica se ajustará por medio de la siguiente fórmula:

$$Ca = \frac{Cb \neq Cb^2 - 100\ Cb}{50\ LogTs} (LogT - LogTs)$$

Ca = Calificación ajustada

Cb = Calificación básica

T = Volumen de tránsito en la subsección

Ts = Volumen de tránsito promedio del sistema

CONCLUSIONES

En total fueron tabuladas 373 secciones de control correspondiendo 129 a subsecciones urba - nas y 867 a subsecciones rurales.

De las carreteras Nacionales y Regionales fueron excluidos los tramos San Ramón-Peñas Blancas (Ruta 1) y Cartago-Frontera con Panamá (Ruta 2), tanto por estar en reconstrucción y construcción como por ser parte de la Carretera Interamericana que al tener financiación especial la coloca en condiciones diferentes respecto a las otras carreteras para efectos de priorida - des de mejoramiento. También han sido excluidas las carreteras siguientes:

151 Comunidad-Sardinal-Playas del Coco; 223 San Isidro-Dominical; 240 Limón-Mohín; 241 Limón-La Bomba; por cuanto no existía la información de inventario y el realizarlo iba a retrasar más la presentación de este informe.

Fueron tabulados 1404.080 kilómtros de los cuales 70.590 no fueron calificados por ser intransitables y 93.990 por ser urbanos. Los restantes 1239.500 kilómetros calificados se desglosan en 641.080 Km. de Asfalto u Hormigón, 583.230 Km. Lastre o Material Granular y 15.190 Km. superficie de Tierra.

La longitud promedio por subsección resultó ser de 1.423 Km. y el TPD promedio por subsección de 351 vpd.

Se consideró como crítico (arbitrariamente) todo aquel elemento cuya calificación no pasa del 20% de su total.

Este criterio establece entonces, como límite crítico en Fundación-Superficie 8 puntos, en Drenaje 2 puntos, en Seguridad 4 puntos y en Servicio 6 puntos.

En esta forma resultaron críticas en Fundación-Superficie 379 secciones con 590.7 Km. en Drenajes 196 secciones con 254.02 Km. y en Servicio 109 secciones con 144.47 Km. no resultando secciones críticas por Seguridad. Esto viene a confirmar el hecho de que el máximo pro -

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA Documentos Oficiales OEA/Ser.K/I.9.1 (español)

Idioma Original: Español Capítulo VI Tema 4 de la Agenda Doc. No.

Distribución: Limitada

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LAS CARRETERAS NACIONALES Y REGIONALES DE COSTA RICA

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

PREFACIO

Debido al mal estado de las carreteras Nacionales y Regionales de Costa Rica, el Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, ha creído conveniente y oportuno realizar un estudio de Calificación de Suficiencia, con el objeto de determinar el orden de deficiencias y por consiguiente de necesidades de mejora de las citadas carreteras. Aun cuando es obvia la deficiencia de las vías, es necesario ponderar adecuadamente el grado de esa deficiencia, para programar en forma satisfactoria los fondos destinados al mejoramiento de esas vías. Este informe tiene por objeto dar a conocer los resultados del estudio realizado, con base en la condición existente al terminar el año 1959.

INTRODUCCION

El sistema de Calificación de Suficiencia, consiste en calificar las secciones de las carreteras desde el punto de vista del servicio que prestan y la seguridad y eficiencia que ofrecen. Cada sección se valora con relación a normas prefijadas, sobre la base de suficiencia estructural, de seguridad y servicio, y una tabulación de todas las secciones en el orden ascendente de sus calificaciones, proporciona un programa de prioridades para mejoramiento.

La distribución de la calificación total en sus elementos, se hace tomando en cuenta características locales. En sistemas donde la congestión de tránsito es el problema fundamental, se asigna un mayor porcentaje de la calificación total, al factor en ese caso primordial, que es la Capacidad o Servicio. En sistemas donde la deficiencia estructural es el principal problema, se da mayor énfasis al elemento Adecuabilidad Estructural.

No existe entonces, un método uniforme, precisamente por ser un sistema convencional que se elabora tomando en consideración características que son propias de los sistemas viales, los cuales varían entre ellos.

Cabe insistir que este sistema no es un estudio económico, sino que mide la calidad de las seccicnes, mediante un sistema convencionalmente asumido.

CAPITULO I

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LAS CARRETERAS EN COSTA RICA

1) CONSIDERACIONES:

Este método aplicado al sistema vial de Costa Rica propone calificar la suficiencia de las secciones en sus elementos fundamentales que son Adecuabilidad Estructural, Seguridad y Capacidad o Servicio.

La calificación máxima de 100 puntos, la obtendrá toda carretera o sección de ésta que satisfaga plenamente las especificaciones de diseño.

El factor principal que dicte la necesidad de mejoras debe ser básicamente la Adecuabilidad Estructural, por ser este el factor que más incide en la deficiencia del sistema vial existente. Se propone asignar a este factor 50 puntos, distribuidos en 40 puntos a Fundación y Superficie y 10 puntos a Drenaje.

El segundo factor en importancia para determinar reconstrucción de Secciones es Capacidad o Servicio, que se calificará con 30 puntos; este factor califica el grado de congestión de tránsito, lo cual es muy importante por cuanto una carretera puede ser estructuralmente sana o perfecta, pero deficiente o inadecuada para soportar determinada demanda de tránsito.

Finalmente se ha asignado 20 puntos al factor de Seguridad, calificado por medio de las características físicas que lo afecten.

Para llevar a cabo este trabajo es necesario determinar en el campo, para cada subsección, la clase de terreno, el ancho de pavimento, ancho de espaldones, visibilidad, pendientes, cruces de carreteras y de ferrocarril y puentes angostos. Para esto se diseñó la hoja de trabajo que se muestra en este informe.

Para determinar las calificaciones, fueron seleccionadas normas de diseño y normas tolerables, las cuales se muestran en hoja adjunta, y con base en éstas fué elaborada la tabla de calificación de Seguridad y Servicio, cuya hoja también se acompaña.

REPUBLICA DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

CALIFICACION DE SUFICIENCIA

SISTEMA _____ RUTA Nº _____ PROVINCIA _____

SECCION DE CONTROL _____ FECHA _____

CALCULO _____ REVISO _____

APROBO _____ HOJA _____ DE _____ HJS.

SUBSECCION Nº	ESTACION INICIAL (KILOMETROS)	ESTACION FINAL (KILOMETROS)	LONGITUD (KILOMETROS)	TIPO DE SUPERFICIE	ANCHO DE PAVIMENTO (metros)	ANCHO DE ESPALDONES (metros)	CLASE DE TERRENO	VISIBILIDAD DE PASADA <_____m.(% restringido)	VISIBILIDAD DE PARADA <_____m.(% restringido)	CURVATURA R.<_____m.(% restringido)	PENDIENTES >_____% (% restringido)	CRUCES DE FERROCARRIL	CRUCES DE CARRETERA	ZONAS DE VELOCIDAD RESTRINGIDA	PUENTES ANGOSTOS	TRANSITO PROMEDIO DIARIO T.P.D.	% VEHICULOS PESADOS	VELOCIDAD DE DISEÑO Km. p. h.	OBSERVACIONES	CALIFICACION DE SUFICIENCIA						
																				ADECUABILIDAD ESTRUCTURAL			SEGURIDAD	CAPACIDAD	CALIFICACION	CALIFICACION AJUSTADA
																				10	30	10	20	30	100	
																				FUNDACION	SUPERFICIE	DRENAJE				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Para mayor ilustración se incluye el Manual de Instrucciones.

2) MANUAL DE INSTRUCCIONES:

Este es un compendio de la forma en que se recoge, anota y analiza la información, requerida usando la hoja de trabajo que al final de este capítulo se incluye.

Col. 1 - Subsección No. :

Las secciones de control (ya definidas en la Oficina) se dividirán en subsecciones, cuando los elementos de calificación cambien apreciablemente; i.e. donde haya cambio definido en topografía, tipo de superficie, condición geométrica, desarrollo lateral, volumen de tránsito, u otros elementos que puedan afectar la calificación. Cuando haya condiciones relativamente uniformes en una sección de control extensa, se recomienda dividirla en subsecciones no mayores de 10 Km. de longitud. Dentro de cada sección de control, las subsecciones se numerarán consecutivamente en el orden ascendente del kilometraje.

Col. 2 - Estación Inicial:

Se anotará la lectura de la estación inicial en kilómetros, con aproximación a tres decimales, de acuerdo con los Inventarios de Carreteras.

Col. 3 - Estación Final:

Se anotará la lectura de la estación final en kilómetros, con aproximación a tres decimales.

Se describirá claramente el punto escogido como estación final, para efecto de su identificación.

Col. 4 - Longitud:

Será obtenida, estableciendo la diferencia entre los valores de las columnas 2 y 3.

Col. 5 - Tipo de Superficie:

Se anotará el tipo de superficie existente de acuerdo a su clasificación como: Hormigón, Asfalto, Lastre, Tierra (H, A, L, T).

Col. 6 - Ancho de Pavimento:

Se anotará el ancho de superficie de rodamiento aproximando a 0.05 m. Si el borde del pavimento es irregular, de modo que los conductores viajan a velocidad menor de la normal cuando circulan cerca del borde, se considerará el ancho de pavimento como el determinado por las líneas que limitan esa condición.

Para carreteras de material granular se anotará el ancho usable de la superficie granular.

Col. 7 - Ancho de espaldones o claro lateral:

Se tomará el ancho promedio de cada uno de los espaldones, o el ancho promedio del claro lateral aproximando a **0.05 m.**

Col. 8 - Clase de terreno:

Se clasificará como Plano, Ondulado y Montañoso. (P,O,M). La clasificación de terreno Plano indicará que ninguna porción apreciable de una subsección, tiene características naturales que requieran trabajo de terracería excesivo para obtener requerimientos mínimos de diseño. La clasificación de terreno Ondulado se dará a aquellas subsecciones en que el diseño deseable sea fácilmente obtenido, aun a expensas de apreciable trabajo de construcción. La clasificación de terreno Montañoso indicará aquellas subsecciones de terreno tal, que el diseño debe ser restringido considerablemente por la dificultad de realizar la construcción requerida.

Col. 9 - Visibilidad de pasada:

En esta columna se anotará el porcentaje de la longitud total de la subsección, en que la vía no sea visible al conductor del vehículo automotor, en una distancia igual a la requerida por la velocidad de diseño, ya sea motivado por alineamiento horizontal o vertical.

Esta información será obtenida de los diagramas de visibilidad de las hojas de inventario.

Col. 10 - Visibilidad de parada:

Será obtenida de los gráficos de visibilidad de las hojas de inventario. Se anotará el porcentaje de restricción de la longitud total de la subsección, con respecto a la visibilidad de parada permisible, de acuerdo con las normas de diseño.

Col. 11 - Curvatura:(')

De las hojas de inventario se tomará el % de longitud total de la subsección, en que la curvatura horizontal es mayor de la permitida por las normas de diseño correspondientes.

Col. 12 - Pendientes:

Se anotará el % de la longitud total de la subsección con pendientes mayores de las permitidas por las normas de diseño correspondientes. El citado porcentaje será obtenido de las hojas de inventario.

Col. 13 - Cruces de ferrocarril:

Se anotará el número de cruces de ferrocarril, tomado de las hojas de inventario.

(') Por falta de información, la curvatura no fue calificada.

Col. 14 - Cruces de carretera:

Se indicará el número de cruces de carreteras Nacionales y Regionales, (N, R,).

Col. 15 - Zonas de velocidad restringida:(")

Se indicarán todas aquellas zonas de velocidad restringida por zonas escolares u otras causas

Col. 16 - Puentes angostos:

En esta columna se anotará el número de puentes, cuyo ancho sea menor del ancho de puente requerido por las normas de diseño. Estos valores de ancho de puentes serán tomados de los tarjeteros del Inventario de Puentes.

Col. 17 - Tránsito Promedio Diario:

Se anotará el tránsito promedio diario para la subsección, obtenido de los datos proporciona - dos por la oficina correspondiente.

Col. 18 - % Vehículos pesados:

De los recuentos de tránsito clasificado serán obtenidos los porcentajes de vehículos por tipo.

Col. 19 - Velocidad de diseño:

Se anotará en esta columna la máxima velocidad de diseño. La gama normal de velocidades de diseño estará determinada por las condiciones del terreno según se muestra en la tabla de normas de diseño.

Col. 20 - Observaciones:

En esta columna se indicará toda característica especial de la carretera, no contemplada en las columnas anteriores.

Cols. 21 a 27 - CALIFICACION DE SUFICIENCIA:

La suma total de los elementos de calificación alcanzará su máximo de 100 puntos cuando to - das las condiciones de la subsección sean perfectas.

La calificación se distribuye en la siguiente forma:

Adecuabilidad estructural	50 puntos
Seguridad	20 puntos
Capacidad o Servicio	30 puntos

La Adecuabilidad Estructural se calificará asignando 40 puntos a Fundación-Superficie y 10 puntos a Drenaje.

(") Por falta de información, este factor no fue considerado.

Cols. 21,22 - Fundación - Superficie:

Para ambos elementos, se hace una sola estimación, de acuerdo con la siguiente tabla.

T A B L A

ESTADO DEL ELEMENTO DE LA SUBSECCION	CALIFICACION Puntos
Subrasante, o considerada como tal.	0
Sub-base	13 máximo
Base	7 "
Superficie de rodamiento	20 "
TOTAL	40 "

Los valores intermedios se determinan en cada caso particular, tomando en consideración el costo y la urgencia del tratamiento requerido, con respecto a lo que costaría su nueva construcción.

Col. 23 - Drenaje:

Se calificará con 10 puntos cuando el drenaje sea completamente adecuado. Cuando no haya estructuras de drenaje o éste sea inadecuado, se reducirá la calificación proporcionalmente a longitud de la subsección afectada, así como a la seriedad de la condición.

Col. 24 - Seguridad:

La seguridad será calificada de acuerdo con las condiciones existentes que la afectan.

Estas condiciones son:

1) Ancho de pavimento	4 puntos máximo
2) Ancho de espaldones o Claro lateral	4 " "
3) Visibilidad de parada	4 " "
4) Puentes angostos	3 " "
5) Cruces de ferrocarril	3 " "
6) Cruces de carretera	2 " "

La calificación se hará según se muestra en la hoja de calificación.

Col. 25 - Servicio ó Capacidad:

La capacidad se calificará de acuerdo con las condiciones existentes que la afectan.

Estas condiciones son:

1) Ancho de pavimento	8	puntos máximo
2) Ancho de espaldones o Claro lateral	6	" "
3) Visibilidad de parada	6	" "
4) Visibilidad de pasada	6	" "
5) Pendientes	4	" "

La calificación se hará según se muestra en la hoja de calificación.

Col. 26 - Calificación:

Será la suma de los valores encontrados en las columnas 21,22,23,24 y 25.

Col. 27 - Calificación ajustada:

Se hará un ajuste basado en el Tránsito Promedio Diario, para cada subsección. Si la calificación básica es 100 ó 0 no se hace ajuste.

Cuando el volumen de tránsito es igual al promedio del sistema no se hace ajuste.

Cuando el volumen de la sección es mayor o menor que el promedio del sistema, de carreteras calificadas, la calificación se reduce o aumenta proporcionalmente al logaritmo del volumen de tránsito.

La calificación básica se ajustará por medio de la siguiente fórmula:

$$Ca = Cb \neq \frac{Cb^2 - 100\ Cb}{50\ LogTs}(LogT - LogTs)$$

Ca = Calificación ajustada

Cb = Calificación básica

T = Volumen de tránsito en la subsección

Ts = Volumen de tránsito promedio del sistema.

CAPITULO II

DISCUSION DE FACTORES

1) FUNDACION - SUPERFICIE:

Por cuanto el Departamento de Planeamiento no cuenta con medios adecuados para realizar la calificación de estos factores, se obtuvo la colaboración del Departamento de Ensayo de Materiales, a efecto de realizar este trabajo y se definió el siguiente procedimiento:

Como primer paso, se diseña un pavimento ideal para el volumen de tránsito de la sección en estudio, luego se toma en consideración la estructura actual y se determina el tipo de trata -

miento para llevarla a las condiciones ideales de diseño.

El criterio de calificación se basa en dos aspectos fundamentales:

a) La calificación es inversamente proporcional a la magnitud de la diferencia entre el estado actual y el estado ideal, esta diferencia se mide asumiendo que las subsecciones que están en peor estado requieren una inversión mayor que las que están en mejor condición, así pues la medida de la condición actual de una carretera está en correspondencia con la cantidad de dinero necesario para llevarla a condición ideal.

b) El criterio anterior permite estimar el estado de deterioro en cada subsección, pero puede ser que el grado de insuficiencia estructural no sea determinante en cuanto a su prioridad en una reconstrucción, siéndolo en cambio, el hecho de salvar con una pequeña inversión la destrucción de la estructura de dicha subsección. Este será el segundo aspecto considerado en el proceso de calificación. Es por esta razón que la carencia de superficie de rodamiento se castiga más duramente y por lo tanto las cifras dadas en la tabla no están calculadas considerando sólo el aspecto pecuniario.

El estudio de las clases de tratamiento que necesitan las vías comprendidas en este estudio, ha sido realizado por el Departamento de Ensayo de Materiales y en general se puede clasificar en los siguientes tipos:

Sustituir material selecto	Conformar base con piedra
Escarificar	Colocar superficie de rodamiento
Compactar subrasante	Conformar con mezcla asfáltica
Colocar sub-base	Bachear
Conformar con lastre	Sellar
Colocar base	- - -

Como se apuntó antes, el Departamento de Ensayo de Materiales ha determinado los diferentes tratamientos a emplear y ha calificado las secciones comprendidas en este estudio.

2) DRENAJE:

La falta de drenaje o lo inadecuado de éste, disminuirá la calificación de 10 a 0, de acuerdo con la proporción de la sección afectada y la seriedad de la condición.

3) SEGURIDAD:

Ancho de pavimento: Afecta la seguridad de los vehículos; cuanto más angosto sea el pavimento, tanto menor será la facilidad de movimiento.

Ancho de espaldones o claro lateral: Sirve como refugio a los vehículos averiados; donde no

hay espaldones o claro lateral, esos vehículos obstruyen la vía, constituyendo un factor en contra de la seguridad de circulación.

Visibilidad de parada: La seguridad exige distancias mínimas de parada en situaciones de emergencia (tiempo de percepción, más tiempo de reacción, más tiempo de frenado).

Puentes angostos: Cuando los puentes son más angostos que el ancho exigido por las normas de diseño, la seguridad se afecta por posibles impactos. Para efecto de esta calificación han sido considerados como puentes las estructuras mayores de 3 metros.

Cruces de ferrocarril y cruces de carretera: Constituyen un riesgo de colisión a menos que los pasos sean a desnivel.

4) SERVICIO:

Ancho de pavimento: El ancho inadecuado contribuye a que los vehículos se retrasen y limita las oportunidades de paso, constituyendo una restricción de capacidad para movilizar determinado volumen de tránsito.

Espaldones angostos o claro lateral: Reducen la velocidad de operación ocasionando restricciones en la capacidad.

Visibilidad: Restringida por curvatura y pendiente limita las oportunidades de paso.

Se considera que al calificar la visibilidad de parada también se está tomando en cuenta el efecto de curvatura, la cual no se califica directamente por falta de información.

Pendientes: Pronunciadas restringen la velocidad de los vehículos comerciales lo que a su vez limita las oportunidades de paso.

5) AJUSTE POR VOLUMEN DE TRANSITO:(1)

La calificación básica encontrada, es simplemente una expresión numérica de comparación de cada subsección, con las normas ideales para esa subsección.

Por cuanto estas normas dependen apreciablemente del volumen de tránsito, la calificación básica reconoce hasta cierto grado el tránsito en cada sección. Sin embargo caminos importantes deficientes con respecto a sus normas, deben tener prioridad sobre caminos menos importantes deficientes con respecto a las suyas, en igual valor. Para considerar este efecto se usará un sistema de ajuste que reduce las calificaciones de vías de gran volumen de tránsito y aumenta las de bajo volumen.

En este método no se hace ajuste cuando el volumen en la sección es igual al volumen promedio del sistema de carreteras calificado. Ningún ajuste será necesario si la calificación básica es cien o cero. Cuando el volumen de la sección es mayor o menor que el promedio del sis

(1) Numerical Ratings for Highway sections as a basis for Construction Programs-Karl Moskowitz - H.R.B. Bulletin No.17.

tema la calificación se reduce o aumenta en un monto proporcional al logaritmo del volumen. La función logarítmica tiene el efecto de mantener los ajustes dentro de valores prácticos ,i.e. todas las calificaciones ajustadas se mantendrá dentro de los valores de 0 a 100.

Se ha encontrado una ecuación de tres variables que satisface las condiciones mencionadas y que se dibuja como una familia de curvas para un sistema dado.

Su derivación es la siguiente:

Si:

Cb = Calificación básica

Ca = Calificación ajustada

Cs = Calificación ajustada cuando el volumen de tránsito es igual al promedio del sistema.

Y = Ajuste

T = Volumen de tránsito de la sección

Ts = Volumen promedio del sistema

Entonces si:

T = Ts no se hace ajuste y Cs = Cb

Si:

Cb = 0 $\therefore$ Ca = o, Y = 0 Cb = 100 $\therefore$ Ca = 100, Y = o

Y será máximo para Cb = 50

Una parábola satisface estas condiciones y se encontró que para T = 1 un máximo de Y = 50 ' es razonable (esto significa que cuando la calificación básica de una sección que lleva Ts vehículos por día es 50, la calificación ajustada del mismo camino que lleva 1 v.p.d. será ' 100).

La ecuación de esta parábola cuando T = 1 es:

$$Y = \frac{100\ Cb - Cb^2}{50} \quad (1)$$

Para un valor dado de Cb, Y variará con el logaritmo de T.

$$Y = K\ \text{Log}\frac{(T)}{Ts} = K\ (\text{Log}T - \text{Log}Ts) \quad (2)$$

Igualando (1) y (2):

$$Y = \frac{100\ Cb - Cb^2}{50} - K\ (\text{Log}T - \text{Log}Ts)$$

Cuando T = 1, LogT = 0 $\therefore$

$$100\ Cb - Cb^2 = -\ K\ \text{Log}Ts$$

$$K = \frac{Cb^2 - 100\ Cb}{50\ LogTs} \quad (3)$$

La Calificación ajustada Ca, es la calificación básica más la correción Y:

$$Ca = Cb \pm Y = Cb \pm \frac{Cb^2 - 100\ Cb}{LogTs} (LogT - LogTs) \quad (4)$$

CAPITULO IV

MAPAS Y DIAGRAMAS

En este capítulo se presenta en forma gráfica el resultado de la Calificación de Suficiencia ' llevada a cabo.

1) MAPA INDICE:

El Mapa 1 es un mapa del país que sirve de índice para indicar la localización general del sistema vial estudiado.

2) MAPA DE ZONAS GUANACASTE Y SAN CARLOS:

El Mapa 2 muestra con más detalle las carreteras calificadas en las zonas de Guancaste y San Carlos.

3) MAPA ZONA CENTRAL:

El Mapa 3 muestra con más detalle las carreteras calificadas en la Zona Central.

4) DIAGRAMAS:

El detalle individual de las carreteras estudiadas, se muestra en los diagramas de carreteras que indican localización, sección de control, subsección, longitud, TPD, y calificación de Fundación-Superficie, Drenaje, Seguridad, Servicio, Calificación total y Calificación ajustada.

CAPITULO IV

TABLAS Y CONCLUSIONES

En este capítulo se presenta en forma tabular el resultado del estudio realizado.

1) TABLA DE KILOMETROS CALIFICADOS POR RUTA:

La Tabla 1 - muestra las carreteras ordenadas por secuencia numérica indicando para cada

GOBIERNO DE COSTA RICA
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LOS ELEMENTOS SEGURIDAD Y SERVICIO

S E G U R I D A D

TRANSITO PROMEDIO DIARIO		MENOR DE 100			100 — 400			400 — 1000			1000 — 3000			MAS DE 3000		
CLASE DE TERRENO		P	O	M	P	O	M	P	O	M	P	O	M	P	O	M
ANCHO PAVIMENTO (metros)	PUNTOS															
	4	5.50	5.50	5.50	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.70	6.70	6.70	7.30	7.30	7.30
	3	5.35	5.35	5.35	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80	6.65	6.65	6.65	6.70	6.70	6.70
	2	5.20	5.20	5.20	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.80	5.80	5.80	6.10	6.10	6.10
	1	5.05	5.05	5.05	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.35	5.35	5.35	5.50	5.50	5.50
	0	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90
ANCHO ESPALDONES (metros)	4	1.20	1.20	1.20	1.80	1.50	1.20	2.40	1.80	1.50	3.00	2.40	1.80	3.00	3.00	1.80
	3	1.05	1.05	1.05	1.50	1.27	1.05	1.95	1.50	1.27	2.40	1.95	1.50	2.40	2.40	1.50
	2	0.90	0.90	0.90	1.20	1.05	0.90	1.50	1.20	1.05	1.80	1.50	1.20	1.80	1.80	1.20
	1	0.75	0.75	0.75	0.90	0.82	0.75	1.05	0.90	0.82	1.20	1.05	0.90	1.20	1.20	0.90
	0	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
VISIBILIDAD DE PARADA % NO RESTRINGIDO (100)	4															
(75)	3															
(50)	2	96 m.	73 m.	50 m.	126 m.	96 m.	73 m.	145 m.	107 m.	84 m.	145 m.	107 m.	84 m.	183 m.	145 m.	84 m.
(25)	1															
(0)	0															
PUENTES ANGOSTOS 0/10 Km.	3	DE ANCHO MENOR DE 6.10 m			DE ANCHO MENOR DE 7.30 m.			DE ANCHO MENOR DE 7.30 m.			DE ANCHO MENOR DE 8.50 m.			DE ANCHO MENOR DE 9.10 m.		
1/10 Km.	2															
2/10 Km.	1															
3 o más /10 Km.	0															
CRUCES DE FERROCARRIL 0/10 Km.	3															
1/10 Km.	2															
2/10 Km.	1															
3 o más /10 Km.	0															
CRUCES DE CARRETERA 2/Km	2															
2 a 5/Km	1															
más de 5/Km	0															

S E R V I C I O

ANCHO PAVIMENTO (metros)	8	5.50	5.50	5.50	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.70	6.70	6.70	7.30	7.30	7.30
	7	5.42	5.42	5.42	5.95	5.95	5.95	5.95	5.95	5.95	6.48	6.48	6.48	7.00	7.00	7.00
	6	5.35	5.35	5.35	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80	6.25	6.25	6.25	6.70	6.70	6.70
	5	5.27	5.27	5.27	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	6.03	6.03	6.03	6.40	6.40	6.40
	4	5.20	5.20	5.20	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.80	5.80	5.80	6.10	6.10	6.10
	3	5.12	5.12	5.12	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.58	5.58	5.58	5.80	5.80	5.80
	2	5.05	5.05	5.05	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.35	5.35	5.35	5.50	5.50	5.50
	1	4.97	4.97	4.97	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.12	5.12	5.12	5.20	5.20	5.20
	0	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90
ANCHO ESPALDONES (metros)	6	1.20	1.20	1.20	1.80	1.50	1.20	2.40	1.80	1.50	3.00	2.40	1.80	3.00	3.00	1.80
	5	1.10	1.10	1.10	1.60	1.35	1.10	2.10	1.60	1.35	2.60	2.10	1.60	2.60	2.60	1.60
	4	1.00	1.00	1.00	1.40	1.20	1.00	1.80	1.40	1.20	2.20	1.80	1.40	2.20	2.20	1.40
	3	0.90	0.90	0.90	1.20	1.05	0.90	1.50	1.20	1.05	1.60	1.50	1.20	1.80	1.80	1.20
	2	0.80	0.80	0.80	1.00	0.90	0.80	1.20	1.00	0.90	1.40	1.20	1.00	1.40	1.90	1.00
	1	0.70	0.70	0.70	0.80	0.75	0.70	0.90	0.80	0.75	1.00	0.90	0.80	1.00	1.00	0.80
	0	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
VISIBILIDAD DE PASADA % NO RESTRINGIDO (100)	6															
(84)	5															
(67)	4															
(50)	3	455 m.	305 m.	185 m.	550 m.	455 m.	305 m.	610 m.	520 m.	395 m.	610 m.	520 m.	395 m.	700 m.	610 m.	395 m.
(33)	2															
(17)	1															
(0)	0															
VISIBILIDAD DE PARADA % NO RESTRINGIDO (100)	6															
(84)	5															
(67)	4															
(50)	3	96 m.	73 m.	50 m.	126 m.	96 m.	73 m.	145 m.	107 m.	84 m.	145 m.	107 m.	84 m.	183 m.	145 m.	84 m.
(33)	2															
(17)	1															
(0)	0															
PENDIENTES % Y LONGITUDES CRITICAS (metros) % NO RESTRINGIDO (100)	4															
(75)	3															
(50)	2	5 (518)	7 (259)	10 (122)	5 (518)	7 (259)	9 (152)	5 (518)	6 (366)	7 (259)	5 (518)	6 (366)	7 (259)	4 (853)	5 (518)	6 (366)
(25)	1															
(0)	0															

GOBIERNO DE COSTA RICA
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

NORMAS GEOMETRICAS TOLERABLES EN SECCIONES DE CARRETERAS RURALES EXISTENTES

	TRANSITO PROMEDIO DIARIO (v.p.d.) EQUIVALENTE									
	MENOS DE 100		100 – 400		400 – 1000		1000 – 3000		MAS DE 3000	
VELOCIDAD DE DISEÑO (m.p.h. - km.p.h.)	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
Plano	40	64	45	72	50	80	55	88	60	96
Ondulado	30	48	35	56	40	64	45	72	50	80
Montañoso	20	32	25	40	30	48	35	56	40	64
CURVATURA MAXIMA (grados sist. inglés-radio mts.)	D.	R(m)	D.	R(m)	D.	R(m.)	D.	R(m.)	D.	R(m.)
Plano	14	125	11	160	9	195	7	250	6	290
Ondulado	25	70	18	95	14	125	11	160	9	195
Montañoso	56	30	36	50	25	70	18	95	14	125
PENDIENTE MAXIMA (%)										
Plano	8		8		7		6		5	
Ondulado	12		10		8		7		6	
Montañoso	15		12		10		9		8	
VISIBILIDAD DE PARADA	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
Plano	275	84	315	96	350	107	415	126	475	145
Ondulado	200	60	240	73	275	84	315	96	350	107
Montañoso	150	46	165	50	200	60	240	73	275	84
VISIBILIDAD DE PASADA	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
Plano	1300	395	1500	455	1700	520	1800	550	2000	610
Ondulado	800	245	1000	305	1300	395	1500	455	1700	520
Montañoso	500	150	600	185	800	245	1000	305	1300	395
% VISIBILIDAD DE 1500' 450m.										
Plano					EL OBTENIBLE		UNO		10	
Ondulado					"		O MAS		10	
Montañoso					"		POR MILLA		0-10	
ANCHO DE ESPALDONES	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
Plano	4	1.20	4	1.20	4	1.20	6	1.80	8	2.40
Ondulado	4	1.20	4	1.20	4	1.20	4	1.20	6	1.80
Montañoso	4	1.20	4	1.20	4	1.20	4	1.20	4	1.20
TIPO DE SUPERFICIE	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
ANCHO DE SUPERFICIE (pies-metros)	12	3.65	16	4.90	18	5.50	20	6.10	20	6.10
ANCHO DE PUENTES (pies-metros)	12	3.65	15	4.60	18	5.50	22	6.70	22	6.70
CARGA DE PUENTES	6 T		6 T		10 T		H 15		H 15	
DERECHO DE VIA (pies-metros)	40	12.00	40	12.00	50	15.00	70	20.00	70	20.00
ANCHO DE VIA	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
Plano	20	6.10	24	7.30	26	7.90	32	9.75	36	10.95
Ondulado	20	6.10	24	7.30	26	7.90	28	8.55	32	9.75
Montañoso	20	6.10	24	7.30	26	7.90	28	8.55	28	8.55
VELOCIDAD DE OPERACION	M.p.h	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
Plano	35-40	56-64	40-45	64-72	40-45	64-72	45-50	72-80	45-50	72-80
Ondulado	25-30	40-48	30-35	48-56	35-40	56-64	40-45	64-72	40-45	64-72
Montañoso	15-20	24-32	20-25	32-40	25-30	40-48	30-35	48-56	35-40	56-64

NORMAS GEOMETRICAS DE DISEÑO PARA CONSTRUCCION DE NUEVAS CARRETERAS

	TRANSITO PROMEDIO DIARIO (v.p.d.) EQUIVALENTE									
	MENOS DE 100		100 – 400		400 – 1000		1000 – 3000		MAS DE 3000	
	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
Plano	45	72	55	88	60	96	60	96	70	112
Ondulado	35	56	45	72	50	80	50	80	60	96
Montañoso	25	40	35	56	40	64	40	64	40	64
	D.	R(m.)	D.	R(m.)	D.	R(m.)	D.	R(m.)	D.	R(m.)
	11	160	7	250	6	290	5	350	3	580
	18	95	11	160	9	195	7	250	5	350
	36	50	18	95	14	125	11	160	11	160
	5		5		5		5		4	
	7		7		6		6		5	
	10		9		7		7		6	
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
	315	96	415	126	475	145	475	145	600	183
	240	73	315	96	350	107	350	107	475	145
	165	50	240	73	275	84	275	84	275	84
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
	1500	455	1800	550	2000	610	2000	610	2300	700
	1000	305	1500	455	1700	520	1700	520	2000	610
	600	185	1000	305	1300	395	1300	395	1300	395
	EL OBTENIBLE		EL OBTENIBLE		EL OBTENIBLE		30		50	
	"		"		"		20		40	
	"		"		"		10		20	
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
	4	1.20	6	1.80	8	2.40	10	3.00	10	3.00
	4	1.20	5	1.50	6	1.80	8	2.40	10	3.00
	4	1.20	4	1.20	5	1.50	6	1.80	6	1.80
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
	18	5.50	20	6.10	20	6.10	22	6.70	24	7.30
	20	6.10	24	7.30	24	7.30	28	8.50	30	9.10
	H 15		H 15		H 15		H 20-S 16		H 20-S 16	
	40	12.00	80	24.00	80	24.00	100	30.00	120	40.00
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
	26	7.90	28	8.55	30	9.15	42	12.80	44	13.40
	26	7.90	28	8.55	30	9.15	38	11.60	44	13.40
	26	7.90	28	8.55	30	9.15	34	10.35	36	10.95
	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.	M.p.h.	Km.p.h.
	40-45	64-72	40-45	64-72	45-50	72-80	45-50	72-80	50-55	80-88
	30-35	48-56	40-45	64-72	40-45	64-72	40-45	64-72	45-50	72-80
	20-25	30-40	30-35	48-56	35-40	56-64	35-40	56-64	35-40	56-64

NOTA:

$$\text{T.P.D. Equivalente} = \text{T.P.D.} \times \frac{\%\text{v.l.} + \%\text{v.p.(f.e.)}}{100}$$

T.P.D. = Tránsito Promedio Diario
v.l. = vehículos livianos
v.p. = vehículos pesados
f.e. = factor equivalente

f.e.: Plano = 2, Ondulado = 3, Montañoso = 4

una el número de secciones de control, número de subsecciones urbanas (las cuales por pre - sentar características diferentes de las rurales no han sido calificadas), número de subsecciones rurales calificadas, kilómetros de cada carretera, kilómetros rurales sin calificar, kilómetros urbanos (sin calificar) kilómetros rurales calificados, kilómetros calificados de asfalto u hormigón, kilómetros calificados de lastre o material granular, kilómetros con superficie de tierra calificados.

En total fueron tabuladas 373 secciones de control correspondiendo 129 a subsecciones urbanas y 867 a subsecciones rurales.

De las carreteras Nacionales y Regionales fueron excluidos los tramos San Ramón-Peñas Blancas (Ruta 1) y Cartago-Frontera con Panamá (Ruta 2), tanto por estar en reconstrucción y construcción como por ser parte de la Carretera Interamericana que al tener financiación especial la coloca en condiciones diferentes respecto a las otras carreteras para efectos de prioridades de mejoramiento. También han sido excluidas las carreteras siguientes:

151 Comunidad-Sardinal-Playas del Coco; 223 San Isidro-Dominical; 240 Limón-Mohín; 241 Limón-La Bomba; por cuanto no existía la información de inventario y el realizarlo iba a retrasar más la presentación de este informe.

Fueron tabulados 1404.080 kilómetros de los cuales 70.590 no fueron calificados por ser in - transitables y 93.990 por ser urbanos. Los restantes 1239.500 kilómetros calificados se desglosan en 641.080 Km. de Asfalto u Hormigón, 583.230 Km. Lastre o Material Granular y 15.190 Km. superficie de Tierra.

La longitud promedio por subsección resultó ser de 1.423 Km. y el TPD promedio por subsec - ción de 351 v.p.d.

2) TABLA DE CALIFICACION DE SUFICIENCIA POR SUBSECCIONES:

La tabla 2 muestra las secciones calificadas ordenadas ascendentemente por número de orden, según su calificación ajustada.

En la tabla se indica - número de orden, calificación ajustada, número de ruta, sección de control, número de subsección, longitud de asfalto, lastre o tierra, y la columna de calificación Fundación-Superficie, Drenaje, Seguridad y Servicio.

Se han subrayado todos los elementos críticos de las subsecciones, considerando como crítico (arbitrariamente) todos aquellos elementos cuya calificación no pasa del 20% de su total.

Este criterio establece entonces, como límite crítico en Fundación-Superficie 8 puntos, en Drenaje 2 puntos, en Seguridad 4 puntos y en Servicio 6 puntos.

En esta forma resultaron críticas en Fundación-Superficie 379 secciones con 590.7 Km. en Dre

najes 196 secciones con 254.02 Km. y en Servicio 109 secciones con 144.47 Km. no resultando secciones críticas por Seguridad. Esto viene a confirmar el hecho de que el máximo problema de las Carreteras Nacionales y Regionales es fundamentalmente el estado ruinoso de su Superficie, Fundación y Drenaje.

Se ha hecho también una tabulación del kilometraje correspondiente a las secciones críticas de Servicio, de tal manera que se puede ver rápidamente si el problema es de relocalización, caso de visibilidades y pendientes con 0 puntos, o si es de ensanchamiento, caso de ancho de pavimento y espaldones con 0 puntos.

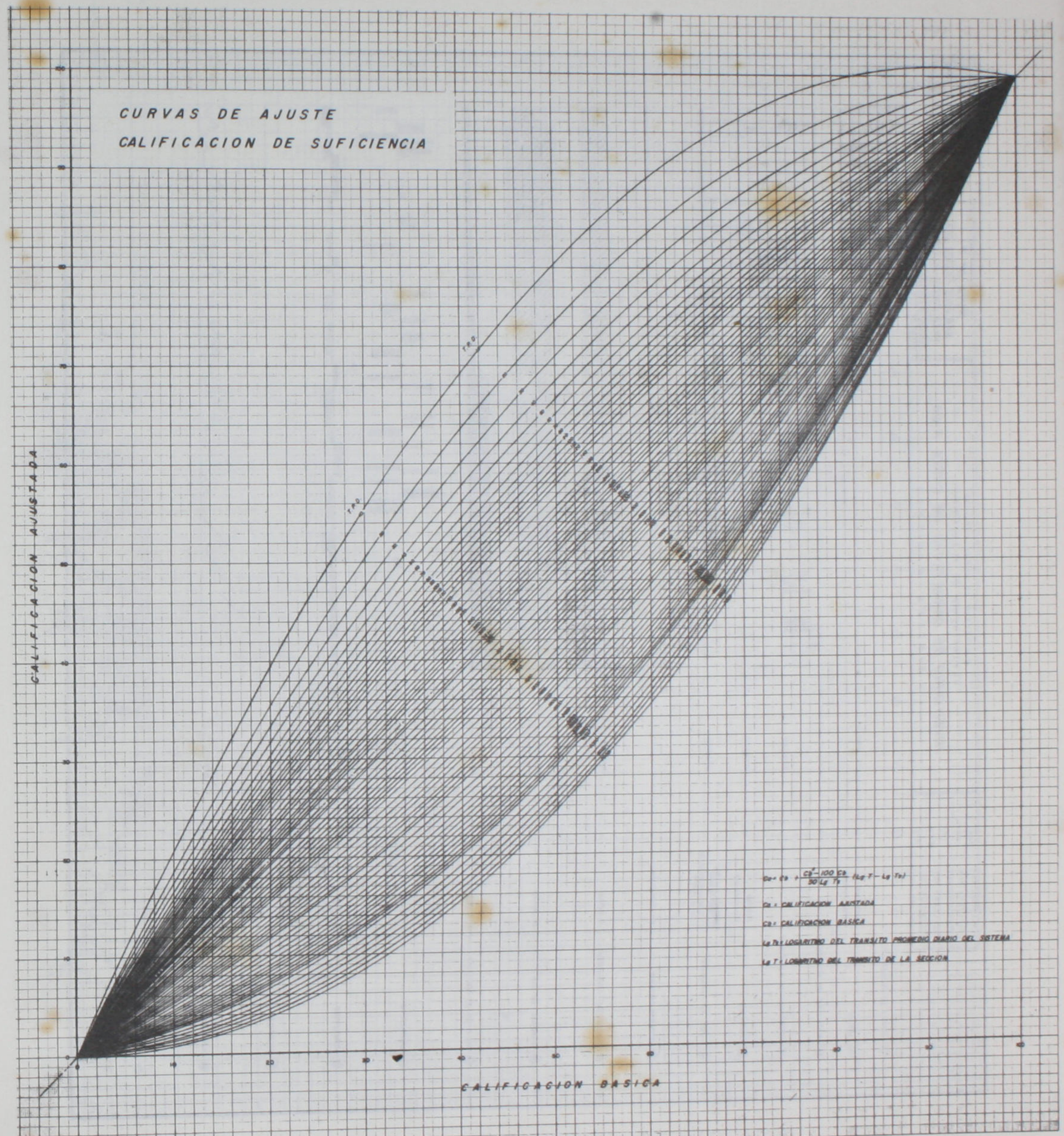
3) TABLA DE CALIFICACION DE SUFICIENCIA POR TRAMOS DE CARRETERA:

La tabla 3 muestra las calificaciones por carretera o sección, obtenidas como resumen al pesar y promediar los valores de calificación de las respectivas subsecciones.

4) GRAFICO DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS:

Finalmente se incluye un diagrama de distribución de frecuencia de calificaciones ajustadas acumuladas por kilometraje, en el cual fácilmente se puede ver cuanto porcentaje del kilometraje total calificado alcanza menos de determinada calificación.

CURVAS DE AJUSTE
CALIFICACION DE SUFICIENCIA



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

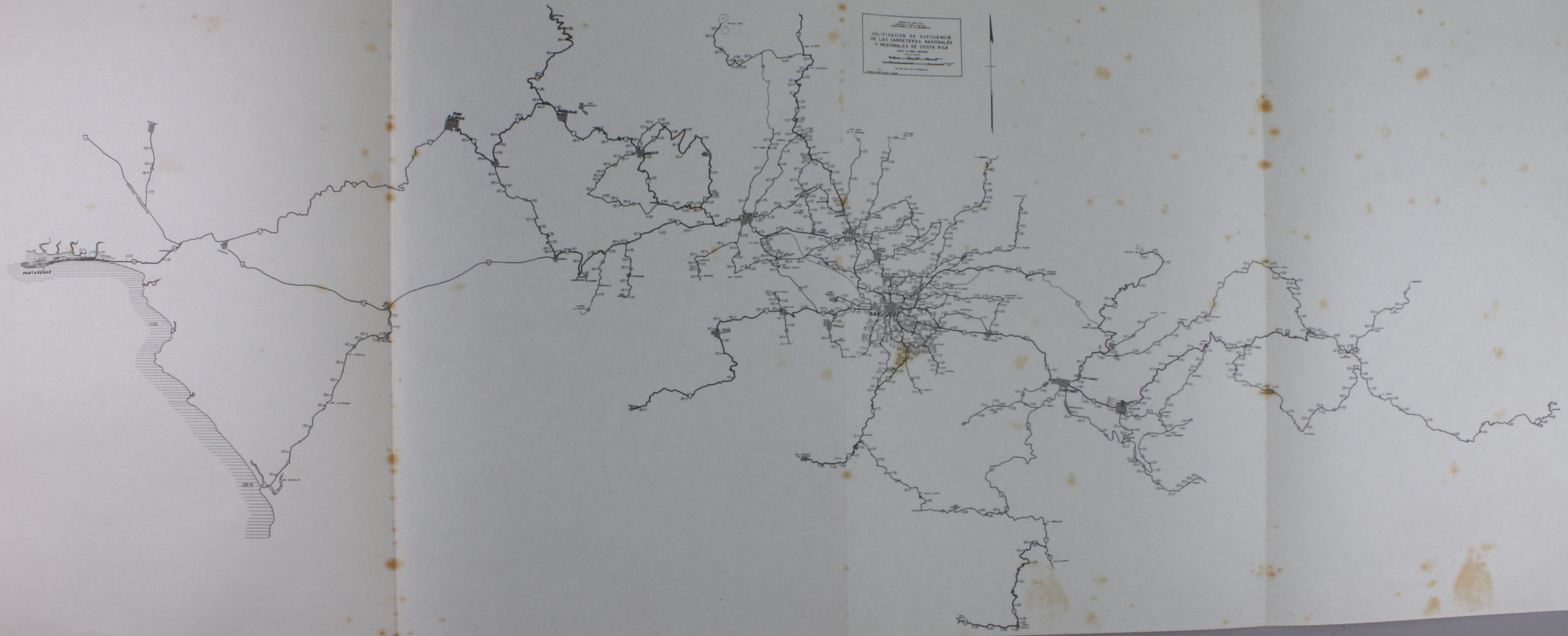
INVENTARIO DE CARRETERAS DE COSTA RICA
SISTEMA NACIONAL

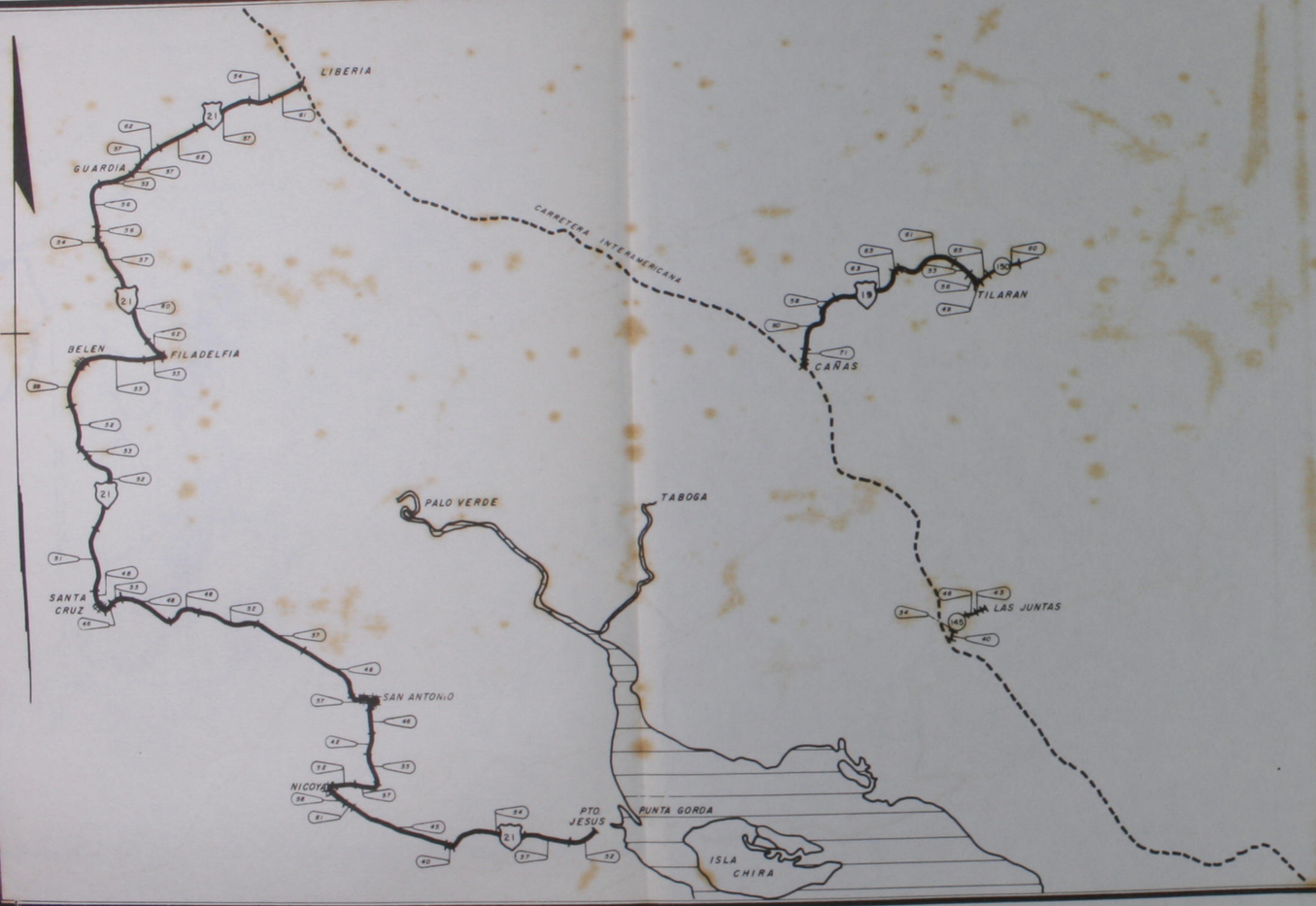
LEVANTADO POR	A.Z.R.B.
DIBUJADO POR	L.A.P.M.
DIBUJADO POR	J.O.M.P.
REVISADO POR	V.M.E.
SUPERVISADO POR	J.A.F.V.

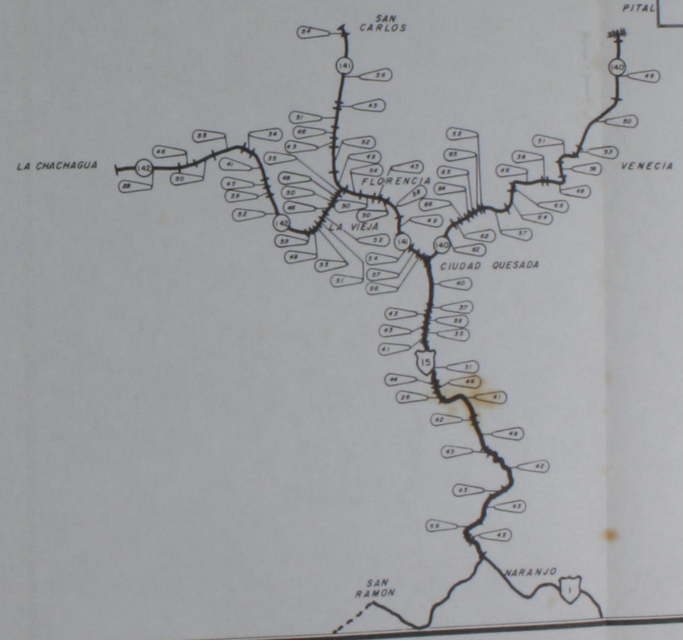
RUTA Nº 7
SAN JOSE - SANTA ANA - VILLA COLON - PURISCAL
SECCION 0+000 KM A 11+000 KM
ENERO DE 1958 | PLANO Nº 1 DE 8

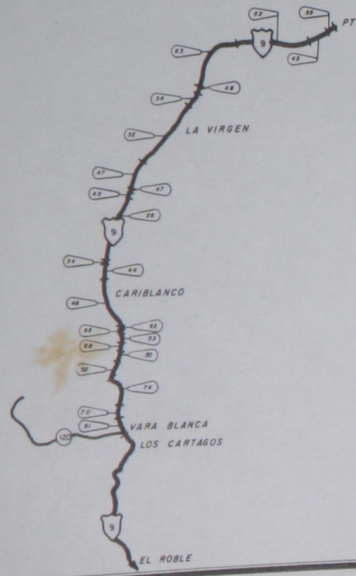
1. POSTES DE KILOMETRAJE
2. LIMITES — URBANOS / PROVINCIALES
3. SECCIONES DE CONTROL
4. INTERSECCIONES Y EDIFICIOS
5. DRENAJES — PUENTES / ALCANTARILLAS
6. TIPOS DE PAVIMENTO — HORMIGON ASFALTO / MAT. GRANULAR TIERRA
7. ESPESOR FALTANTE — EN CENTIMETROS
8. ANCHO DE PAVIMENTO — EN METROS
9. DERECHO DE VIA — EN METROS
10. VOLUMEN DE TRANSITO — T.P.D. 1958
11. CURVATURA — EN METROS
12. PENDIENTES — %
13. VELOCIDAD
14. VISIBILIDAD — EN METROS
15. ACCIDENTES

SAN JOSE — RURAL
PROVINCIA DE SAN JOSE
P.S.J.
URBANO
URBANO
URBANO
URBANO
URBANO
URBANO
URBANO
URBANO
URBANO


CALIFICACION DE SUFICIENCIA
DE LAS CARRETERAS NACIONALES
Y REGIONALES DE COSTA RICA
PUNTARENAS
SAN JOSE







GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LAS CARRETERAS NACIONALES Y REGIONALES DE COSTA RICA

MAPA 2 - ZONA GUANACASTE Y SAN CARLOS

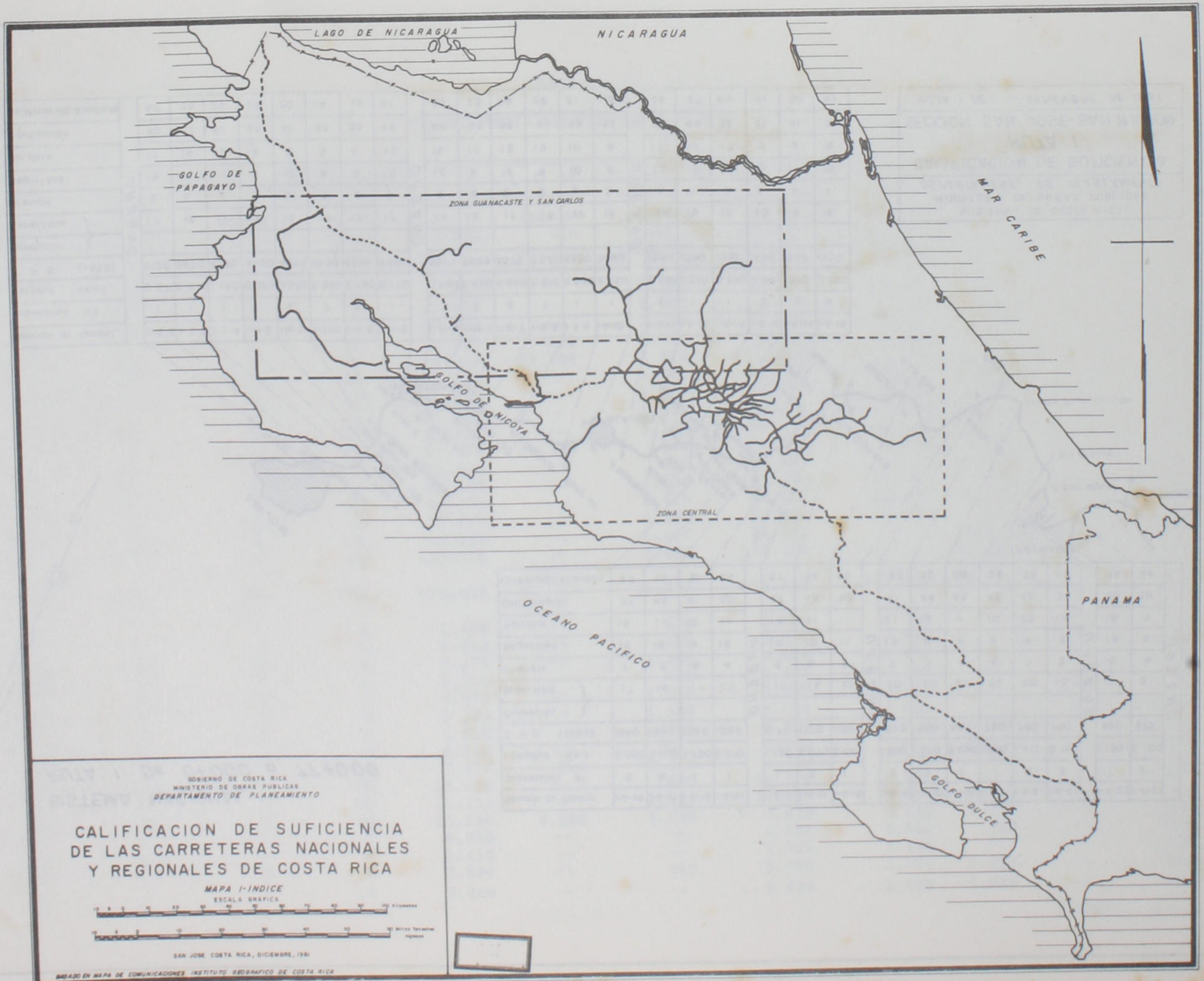
ESCALA GRAFICA

5000 1000 0 5000 10000 15000 20000 25000 Metros

1 0 5 10 15 Millas Terrestres Inglesas

SAN JOSE COSTA RICA, DICIEMBRE, 1961

BASADO EN MAPA ESCALA 1:200.000 INSTITUTO GEOGRAFICO DE COSTA RICA



GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

CALIFICACION DE SUFICIENCIA DE LAS CARRETERAS NACIONALES Y REGIONALES DE COSTA RICA

MAPA I-INDICE

ESCALA GRAFICA

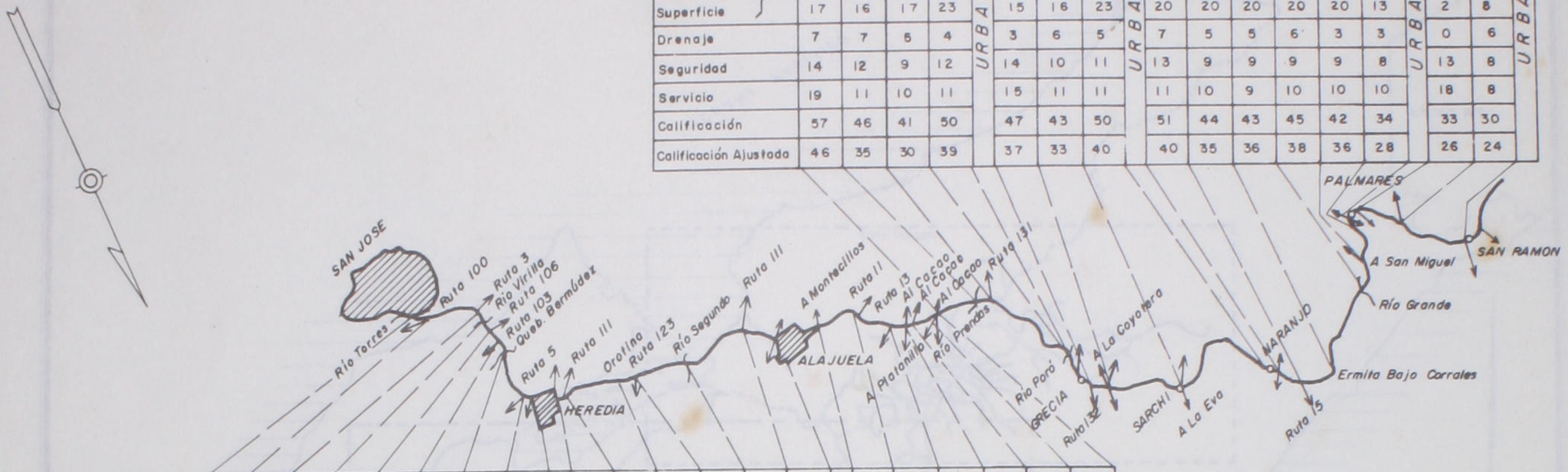
SAN JOSE COSTA RICA, DICIEMBRE, 1961

BASADO EN MAPA DE COMUNICACIONES INSTITUTO GEOGRAFICO DE COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL

RUTA 1 De 0+000 a 77+000

Sección de Control	I-A-14	I-A-14	I-A-15	I-A-16		I-A-17	I-A-17	I-A-18		I-A-19	I-A-20	I-A-20	I-A-21	I-A-21	I-A-21		I-A-23	I-A-23	
Subsección Nº	5	6	1	1		1	2	1		2	1	2	1	2	3		1	2	
Longitud (Km.)	2.550	0.400	7.790	0.270		1.150	6.070	5.100		1.200	1.570	5.290	1.500	1.410	0.790		1.130	5.100	
T. P. D. (1959)	1340	1330	1320	1320		1170	1170	1150		1270	950	855	760	760	760		920	875	
Fundación					URBANO				URBANO							URBANO			URBANO
Superficie	17	16	17	23		15	16	23		20	20	20	20	20	13		2	8	
Drenaje	7	7	6	4		3	6	5		7	5	5	6	3	3		0	6	
Seguridad	14	12	9	12		14	10	11		13	9	9	9	9	8		13	8	
Servicio	19	11	10	11		15	11	11		11	10	9	10	10	10		18	8	
Calificación	57	46	41	50		47	43	50		51	44	43	45	42	34		33	30	
Calificación Ajustada	46	35	30	39		37	33	40		40	35	36	38	36	28		26	24	



Sección de Control	I-S-2	I-S-3	I-S-4	I-H-5	HH-5	I-H-5	I-H-5	I-H-6		I-H-6	I-H-7	I-H-7	I-H-8	I-A-9	I-A-10		I-A-12	I-A-13	I-A-14	I-A-14	I-A-14	I-A-14
Subsección Nº	1	1	1	1	2	3	4	1		3	1	2	1	1	1		1	1	1	2	3	4
Longitud (Km)	0.870	2.210	1.150	0.370	0.570	0.330	2.730	0.170		0.580	2.430	0.440	2.310	2.640	2.260		2.060	2.210	0.330	0.960	1.570	0.280
T. P. D. (1959)	3220	2670	4780	4950	4950	4950	5365	6660		3970	3630	3575	3420	3330	3480		1590	1590	1530	1430	1430	1430
Fundación									URBANO							URBANO						
Superficie	17	18	17	17	19	17	17	17		15	18	17	17	17	18		26	19	18	18	18	18
Drenaje	2	2	2	3	3	3	3	9		4	2	2	2	2	2		5	7	6	4	4	4
Seguridad	15	16	11	14	12	9	9	10		12	9	12	9	10	6		12	10	15	15	10	15
Servicio	15	16	12	14	8	6	9	10		13	14	13	13	10	8		17	13	13	16	9	16
Calificación	49	52	42	48	42	35	38	46		44	43	44	41	39	34		60	49	52	53	41	53
Calificación Ajustada	30	35	20	25	20	14	16	21		24	23	24	22	21	16		48	37	40	41	30	41

GOBIERNO DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO

CALIFICACION DE SUFICIENCIA

RUTA 1

SECCION SAN JOSE-SAN RAMON

HOJA 1 DE 1 — SETIEMBRE DE 1961

TABLA No. 1

KILOMETROS CALIFICADOS POR RUTA

RUTA No.-	No.Secc. de Control	No. SUBSECCIONES		K I L O M E T R O S				KILOMETROS RURALES CALIFIC.			x T.P.D. Prom.
		Urba - nas	Rurales Califi - cadas	TOTAL	Rurales sin Calificar	Urbanos sin Calificar	Rurales Califi - cados	Asfalto u Hormigón	Lastre o Piedra	Tierra	
1	24	7	35	77.360	--	9.570	67.790	67.790	--	--	1.912
2	11	5	9	22.470	--	6.480	15.990	15.990	--	--	2.602
4	11	4	19	29.640	--	3.860	25.780	19.100	6.680	--	575
5	10	3	8	9.850	700	3.610	5.540	5.540	--	--	2.836
6	9	3	11	32.920	13.100	4.620	15.200	14.170	1.030	--	550
7	13	7	15	43.370	--	5.140	38.230	18.890	19.340	--	720
8	9	2	10	31.870	--	1.380	30.490	29.900	590	--	183
9	15	3	65	85.890	--	1.450	84.440	29.440	55.000	--	129
10	10	6	23	41.650	--	3.180	38.470	38.470	--	--	429
11	12	2	11	61.670	40.760	640	20.270	14.400	5.870	--	307
12	5	2	11	20.430	--	650	19.780	--	19.780	--	40
13	5	2	11	22.540	--	1.230	21.310	21.310	--	--	419
15	8	2	20	45.770	--	1.420	44.350	42.070	2.280	--	256
17	3	1	5	15.130	--	4.390	10.740	10.740	--	--	802
19	5	2	8	23.530	--	1.180	22.350	--	22.350	--	70
21	13	4	42	115.560	--	2.410	113.150	--	113.150	--	119
(1) Total	163	55	303	679.650	54.560	51.210	573.880	327.810	246.070	--	560
100	2	2	6	3.430	--	930	2.500	2.500	--	--	900
101	1	1	3	2.310	--	280	2.030	2.030	--	--	433
102	6	3	9	8.370	--	1.460	6.910	6.910	--	--	439
103	2	1	5	3.310	--	780	2.530	2.530	--	--	224
104	3	2	5	4.870	--	1.900	2.970	2.970	--	--	595
105	4	1	5	5.180	--	1.130	4.050	4.050	--	--	302
106	2	2	5	5.880	--	260	5.620	3.380	2.240	--	334
107	2	-	4	8.200	--	--	8.200	--	8.200	--	25
110	4	2	11	7.370	690	2.930	3.750	3.420	330	--	503
111	5	1	16	11.420	--	630	10.790	10.790	--	--	427
112	5	3	16	15.100	--	1.220	13.880	12.150	1.730	--	91
113	6	2	10	15.210	3.540	1.060	9.610	8.040	1.570	--	216
114	1	-	2	6.810	--	--	6.810	6.660	150	--	118
115	1	-	4	1.410	--	--	1.410	1.410	--	--	194
116	2	2	8	8.900	--	600	8.300	5.950	2.350	--	205
117	2	-	8	9.440	--	--	9.440	2.520	6.920	--	61

Pasa.....

TABLA No. 1

Continuación .....

120	3	-	10	16.040	--	--	16.040	9.080	6.180	780	36
121	1	-	6	1.860	--	--	1.860	1.860	--	--	100
122	2	1	7	8.350	--	610	7.740	6.390	1.350	--	165
123	6	3	10	11.940	--	2.310	9.630	3.820	5.810	--	224
124	4	1	9	10.260	--	1.150	9.110	9.110	--	--	171
125	3	1	5	11.480	--	770	10.710	--	10.710	--	115
126	1	-	3	3.110	--	--	3.110	1.610	1.500	--	50
127	1	1	5	5.080	--	380	4.700	2.420	2.280	--	30
128	1	3	6	6.030	--	850	5.180	5.180	--	--	120
130	4	1	6	13.670	2.550	570	10.550	8.390	2.160	--	453
131	4	1	13	15.870	--	690	15.180	8.010	4.150	3.020	130
132	1	-	6	4.830	--	--	4.830	4.600	230	--	100
133	1	-	2	5.960	--	--	5.960	--	5.960	--	80
134	1	-	1	2.450	--	--	2.450	2.450	--	--	75
135	3	2	12	15.210	--	450	14.760	2.280	6.800	5.680	116
136	1	1	6	7.050	--	600	6.450	1.560	4.020	870	35
140	7	2	18	28.440	--	640	27.800	10.200	17.600	--	99
141	4	1	17	24.360	--	810	23.550	8.490	15.060	--	123
142	5	-	18	22.930	--	--	22.930	2.770	20.160	--	45
143	6	3	14	25.810	--	1.130	24.680	3.010	18.120	3.550	54
144	1	1	4	8.190	--	650	7.540	7.420	120	--	85
145	2	1	4	6.570	--	130	6.440	--	6.440	--	110
150	1	-	3	5.580	90	--	5.490	--	4.310	1.180	10
200	1	1	3	1.400	--	470	930	930	--	--	2.470
201	2	1	3	910	--	230	680	680	--	--	1.220
202	2	-	6	4.690	--	--	4.690	4.690	--	--	853
203	4	1	12	13.170	--	290	12.880	10.450	2.430	--	497
204	3	2	9	4.190	--	1.490	2.700	2.700	--	--	1.092
205	2	-	2	8.410	3.680	--	4.730	3.390	1.340	--	248
206	1	-	2	4.170	--	--	4.170	4.170	--	--	160
210	2	1	5	2.110	--	550	1.560	--	1.560	--	169
211	2	1	9	3.730	--	530	3.200	3.200	--	--	982
212	3	-	19	8.310	2.710	--	5.600	5.400	200	--	264
213	2	1	9	3.430	--	140	3.290	2.190	1.100	--	671
214	4	2	13	10.500	--	1.920	8.580	6.010	2.460	110	420
215	2	2	5	2.140	--	640	1.500	940	560	--	252
216	4	1	9	17.040	2.770	490	13.780	13.780	--	--	378
220	5	-	18	15.800	--	--	15.800	10.010	5.790	--	176
221	2	1	5	7.930	--	290	7.640	--	7.640	--	60
222	4	-	9	28.640	--	--	28.640	--	28.640	--	45
224	8	3	16	18.580	--	1.690	16.890	15.710	1.180	--	120
225	4	1	7	11.290	--	790	10.500	10.500	--	--	156

Pasa.....

CUADRO No. 1

Continuación.....

226	2	-	4	8.250	--	--	8.250	2.150	6.100	--	60
227	3	1	3	6.620	--	660	5.960	5.960	--	--	200
228	2	-	6	8.390	--	--	8.390	4.010	4.380	--	129
230	11	2	20	40.390	--	1.460	38.930	17.010	21.920	--	93
231	2	2	5	12.480	--	1.980	10.500	--	10.500	--	55
232	11	2	24	43.930	--	1.170	42.760	9.400	33.360	--	148
233	3	-	6	14.120	--	--	14.120	--	14.120	--	25
234	6	2	25	31.430	--	770	30.660	3.660	27.000	--	107
235	1	1	6	9.610	--	430	9.180	2.370	6.810	--	40
236	1	1	2	4.490	--	870	3.620	--	3.620	--	340
Total(2)	210	74	564	724.430	16.030	42.780	665.620	313.270	337.160	15.190	170
Total(3)	373	129	867	1.404.080	70.590	93.990	1.239.500	641.080	583.230	15.190	351

* Tránsito promedio diario pesado para la longitud calificada de la carretera.

(1) Rutas Nacionales

(2) Total Rutas Regionales

(3) Total Rutas Nacionales y Regionales

TABLA No. 2

CALIFICACION DE SUFICIENCIA POR SUB-SECCIONES

No. Orden	Calificación	Ruta	Sec. Control	Subsección	LONGITUD KMS. Asfalto.	Lastre	Tierra	CALIFICACION F-S	D	Seguridad	Servicio.	SEGURIDAD ancho Pavimento.	ancho Espaldón.	Visibilidad Parada.	Puentes angostos.	Cruces Ferrocarril.	Cruces Carretera.	SERVICIO ancho Pavimento.	ancho Espaldón.	Visib. Pasada.	Visib. Parada.	Pendientes.
1	5	4	1	2	0.600	--	--	0	2	10	8	1	0	1	3	3	2	2	1	0	2	3
2	7	4	2	2	0.330	--	--	0	2	9	5	0	1	1	3	3	1	1	2	0	1	1
3	9	4	2	1	1.000	--	--	0	2	9	9	1	1	2	0	3	2	1	2	0	3	3
4	10	4	3	1	0.520	--	--	0	2	10	8	0	1	1	3	3	2	1	2	0	1	4
5	10	5	3	1	0.860	--	--	0	5	9	14	3	1	3	0	0	2	7	1	0	5	1
6	12	4	5	2	0.635	--	--	0	2	11	7	0	1	2	3	3	2	0	1	0	3	3
7	13	7	3	2	0.760	--	--	15	4	6	3	0	1	0	0	3	2	0	1	0	0	2
8	13	203	1	1	0.640	--	--	0	6	10	7	0	1	1	3	3	2	0	2	0	1	4
9	14	1	5	3	0.330	--	--	17	3	9	6	2	1	1	0	3	2	4	1	0	1	0
10	14	9	4	3	0.610	--	--	0	0	13	3	0	0	2	3	3	2	0	0	0	3	0
11	14	204	3	5	0.190	--	--	0	2	8	5	0	2	0	3	3	0	0	3	0	0	2
12	14	211	2	4	0.390	--	--	0	3	6	6	0	1	1	0	3	1	0	1	0	1	4
13	15	204	3	2	0.430	--	--	0	2	11	8	0	2	1	3	3	2	3	1	0	3	2
14	16	1	5	4	2.730	--	--	17	3	9	9	1	1	2	3	0	2	3	1	0	3	2
15	16	1	10	1	2.260	--	--	18	2	6	8	1	1	2	0	0	2	2	1	0	3	2
853	78	224	7	2	1.340	--	--	15	9	15	15	0	4	3	3	3	2	0	6	0	5	4
854	80	2	9	3	6.170	--	--	38	8	18	23	4	4	4	1	3	2	8	6	0	6	3
855	81	17	2	1	1.680	--	--	36	7	17	25	4	1	4	3	3	2	8	2	5	6	4
856	81	17	2	3	0.510	--	--	36	7	17	25	4	1	4	3	3	2	8	2	5	6	4
857	82	6	6	3	0.860	--	--	40	8	14	14	0	3	3	3	3	2	0	5	0	5	4
858	82	120	1	1	5.410	--	--	30	3	16	18	0	4	4	3	3	2	0	6	2	6	4
859	83	104	2	1	0.180	--	--	32	7	20	7	4	4	4	3	3	2	8	6	3	6	4
860	83	112	5	1	0.400	--	--	30	5	14	11	0	3	3	3	3	2	0	4	0	5	2
861	83	120	2	1	2.880	--	--	30	8	14	13	0	3	3	3	3	2	0	4	0	5	4
862	84	120	2	3	0.650	--	--	30	8	12	15	0	3	4	0	3	2	0	4	1	6	4
863	84	126	1	1	0.720	--	--	35	4	16	15	0	4	4	3	3	2	0	6	0	6	3
864	85	6	6	4	4.840	--	--	40	8	14	12	0	3	3	3	3	2	0	4	0	5	3
865	86	120	2	2	140	--	--	30	8	15	14	0	3	4	3	3	2	0	4	0	6	4
866	89	112	5	4	4.360	--	--	39	5	12	12	0	4	3	0	3	2	0	6	0	4	2
867	91	9	9	1	1.480	--	--	38	7	19	20	4	3	4	3	3	2	8	4	0	5	3

Nota: Los números subrayados indican condiciones críticas estimadas con base en una calificación igual o inferior al 20% de su correspondiente valor máximo.

TABLA No.3

CALIFICACION DE SUFICIENCIA POR TRAMOS DE CARRETERA

RUTA No.	S E C C I O N	DISTANCIA.	C A L I F I C A C I O N				
			Fund. Sup.	Drenaje.	Seg.	Serv.	Calif. Ajust.
1	San José-Heredia	8.400	17	3	12	12	24
1	Heredia - Alajuela	10.660	17	2/5	9	11	21
1	Alajuela - Grecia	18.420	18	5	11	13	36
1	Grecia - Naranjo	12.320	19	5	11	11	36
1	Naranjo - Palmares	11.760	20	5	9	10	37
1	Palmares - San Ramón	6.230	7/17	5	9	10	24
2	San Pedro - Curridabat	2.190	17	5	12	12	26
2	Curridabat - Tres Ríos	5.000	16	4	14	14	32
2	Tres Ríos - Cartago	8.800	34	8	17	21	70
4	San José - Desamparados	2.450	0/6	2/7	9	8	8
4	Desamparados - Acosta	23.330	6/6	5	11	8	35
5	San José - Pirro	5.540	6/30	6	11	11	22
6	Guadalupe - Rancho Redondo	15.200	25	6	14	12	65
7	San José - Villa Colón	18.200	7/16	7	9	9	41
7	Villa Colón - Puriscal	20.030	10	7	14	13	48
8	Cartago - Irazú	30.490	9	7	11	11	54
9	Heredia - Vara Blanca	27.960	14	5	10	9	38
9	Vara Blanca - La Virgen	38.140	15	5	11	9	45
9	La Virgen - Puerto Viejo	18.340	14	2/5	13	14	58
10	Cartago - Cervantes	16.680	14	8	10	8	36
10	Cervantes - Turrialba	21.790	11	7	11	9	42
11	San Josecito - Atenas	20.270	7/19	5	13	12	45
12	Empalme - San Marcos	19.780	17	4	14	14	58
13	Cacao - Grecia	21.310	9	7	10	8	40
15	Naranjo - Laguna	21.370	30	8	11	8	45
15	Laguna - Ciudad Quesada	22.980	10	7	10	6/22	37
17	Barranca - Puntarenas	10.740	8/8	6	13	16	66
19	Cañas - Tilarán	22.350	8/8	2/2	14	23	60
21	Liberia - Guardia	18.330	8/8	4	16	21	58
21	Guardia - Santa Cruz	37.790	8/8	8	15	17	54
21	Santa Cruz - Nicoya	34.240	5/5	5	13	14	51
21	Nicoya - Puerto Jesús	22.790	5/5	4	11	10	25
100	Uruca - Incurables	2.500	12	2/2	12	9	28
101	Tibás - Llorente	2.030	20	2/1	13	11	37
102	Tibás - Coronado	6.910	34	8	12	11	49
103	Sto. Domingo - La Valencia	2.530	24	3	15	17	63
104	Sabana - Pavas	2.970	10	4	11	11	59
105	San Rafael - Escazú	4.050	2/12	4	14	13	41
106	Virilla - Barreal	5.620	19	4	9	10	41
107	Escazú - Belén	8.200	21	4	13	9	39
110	San José - Alajuelita	3.750	11	4	12	9	42
111	San Francisco - El Coco	10.790	24	6	11	11	61
112	Heredia - San Isidro	13.880	16	7	12	8	41
113	Heredia - El Gallito	9.610	12	5	14	10	61
114	Barba-San José de La Montaña	6.810	11	7	14	13	51
115	Sto. Domingo - San Pablo	1.410	23	5	15	16	78
116	Sto. Domingo-San Miguel N.	8.300	19	1/5	12	11	54
117	Los Angeles-San Miguel S.	9.440	18	7	10	9	48
120	Vara Blanca - Volcán Poás	16.040	20	7	11	9	46
121	Santa Ana - Lindora	1.860	34	7	11	10	36
122	Belén - Tejar	7.740	24	4	11	10	51
123	San Joaquín - Sta. Bárbara	3.820	10				
123	Sta. Bárbara - Alajuela	5.810	0/19				
124	Alajuela - La Guácima	9.110					

TABLA No.3

Continuación.....

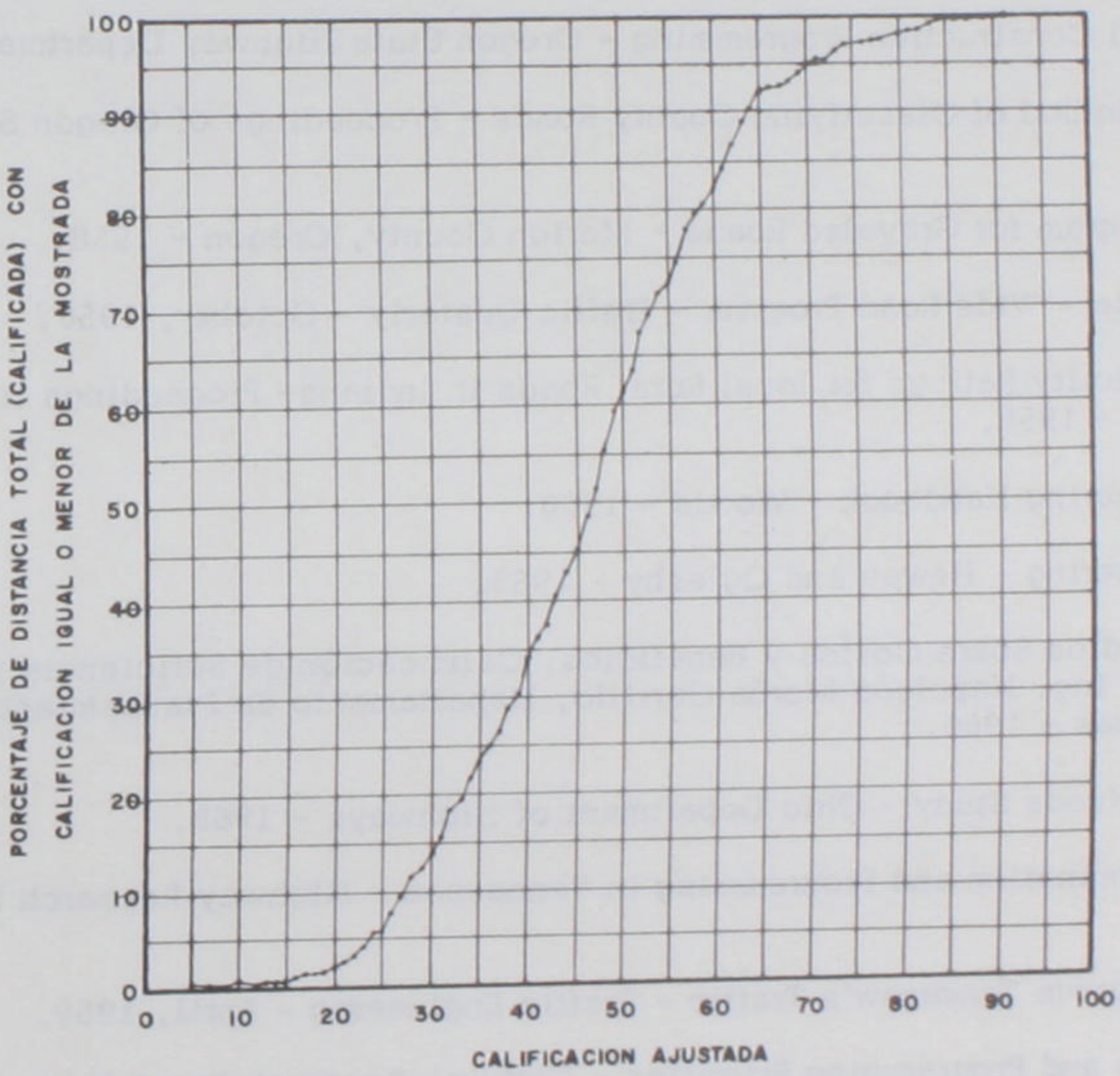
125	Alajuela - Carrizal	10.710	0	5	16	17	46
126	Santa Ana - Salitral	3.110	30	4	12	10	73
127	Sto. Domingo Roble-Sta.Bárbara	4.700	14	6	12	12	64
128	Sta. Bárbara-San Pedro Barba	5.180	27	4	13	12	65
130	Alajuela - San Isidro	10.550	16	4	10	7	39
131	Argentina - Grecia	15.180	17	7	11	8	51
132	Grecia - San Roque	4.830	15	6	11	8	52
133	Garita - Cebadilla	5.960	6	8	8	8	41
134	Atenas - Río Grande	2.450	20	6	12	10	61
135	Palmares - Atenas	14.760	4	5	10	7	33
136	Sta. Rosa - San Miguel	6.450	5	7	8	10	45
140	Ciudad Quesada-La Marina	10.810	27	7	10	9	61
140	La Marina - Pital	16.990	3	4	13	15	48
141	Ciudad Quesada-Florencia	8.880	19	3	12	10	52
141	Florencia-Muelle S.Carlos	14.670	14	2	13	13	52
142	Florencia - Javillos	22.930	1	1	13	14	45
143	San Mateo - Tárcoles	24.680	3	2	14	14	43
144	Interamericana-Miramar	7.540	20	5	16	16	69
145	Interamericana-La Juntas	6.440	8	1	10	10	38
150	Tilarán - Arenal	5.490	0	3	15	16	61
200	Guadalupe - Moravia	0.930	23	4	11	12	34
201	Guadalupe - Betania	0.680	5	3	12	14	25
202	San Pedro - El Cristo	4.690	20	4	12	10	40
203	Fuentes - Lourdes	3.530	22	4	11	8	36
203	Lourdes - Tres Ríos	9.350	17	0	13	10	45
204	San José - Sn,Fco. Dos Ríos	2.700	22	3	14	14	45
205	Guadalupe-Mata de Plátano	4.730	16	3	13	13	49
206	San Miguel - Higuito	4.170	19	5	12	12	54
210	Curridabat - San Antonio	1.560	13	2	13	12	45
211	Y Griega - San Antonio	3.200	5	2	11	10	21
212	Desamparados-Patarrá	5.600	9	2	12	10	36
213	San José- Paso Ancho	3.290	0	5	13	12	31
214	San José-San Sebastián	1.430	11	5	12	10	29
214	S.Sebastián-Sn.Juan de Dios	4.230	21	5	11	10	47
214	S.Juan de Dios - Aserrí	2.920	2	5	10	6	33
215	Zapote - Curridabat	1.500	9	3	18	23	57
216	Ipís - Cascajal	13.780	30	3	9	7	51
220	La Trinidad - La Palma	15.800	13	3	13	11	44
221	Curridabat - Granadilla	7.640	2	5	13	13	46
222	Tarbaca - La Sierra	28.640	3	4	12	10	41
224	Paraíso - Tapantí	16.890	14	7	13	13	59
225	Paraíso - Cachí	10.500	17	5	12	11	53
226	Jucó - Puente Casimiro	8.250	7	7	11	13	52
227	Cot - Santa Rosa	5.960	31	6	14	12	68
228	Tejar - Tablón	8.390	9	5	13	15	50
230	Pacayas - Santa Cruz	38.930	11	9	12	13	58
231	Cartago - Navarro	10.500	1	3	12	10	38
232	Turrialba - Cruce Chitaría	5.830	9	6	13	16	40
232	Cruce Chitaría - La Suiza	5.480	8	4	16	17	50
232	La Suiza - Moravia	31.450	2	2	9	6	26
233	Cruce Chitaría - 3 X	14.120	5	5	15	15	61
234	Juan Viñas - La Cruzada	30.660	5	3	9	8	34
235	Birrís - Paraíso	9.180	5	3	12	9	43
236	Taras - Ruta 228	3.620	2	4	12	10	28

NOTA:

Los números subrayados indican condiciones críticas estimadas con base en una calificación igual o inferior al 20% de su correspondiente valor máximo.

GRAFICO DE DISTRIBUCION DE

FRECUENCIAS DE CALIFICACION AJUSTADA



BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

1) Highway Capacity Manual - Bureau of Public Roads - 1952

2) Highway Capacity Studies - Highway Research Board Bulletin 167 - 1957

3) Highway Needs Studies - Highway Research Board Bulletin 194-1958

4) A coomprehensive Method of Scientific Programming - Proceedings Highway Research Board - 1956.

5) Sufficiency Rating Procedure for Rural two and three lane mayor thoroughfare and Auxiliary Highways Systems in Ohio - Ohio Department of Highways.

6) Ratings for Highway Improvement - New Mexico Highway State Department 1958-1959.

7) Numerical Ratings for Highway Sections as basis for Construction Programming-Highway Research Board Bulletin 17 - 1948.

8) Secondary Road Program In North Carolina - Highway Research Board Bulletin 147- 1957.

9) Sufficiency Ratings For Existing Rural Primary Highways - North Carolina State Commission - 1957.

10) Oregón Rational Construction Programming - Oregon State Highway Department.

11) An Objective Method of Classifying County Roads - Proceedings of Oregon State University - 1957.

12) Road Rating Program for Graveled Roads - Marion County, Oregon - 1958.

13) Maryland's State - Wide Road Program - Traffic Quaterly - October, 1958.

14) Improvement Priority Ratings for local Rural Roads in Indiana- Proceedings Highway Research Board - 1956.

15) Highway Engineering Handbook - Woods - 1960.

16) Highway Engineering - Hewes and Oglesby - 1953.

17) Informe de Estudios Sobre Costos y Beneficios, Calificación de Suficiencia y Clasificación de Carreteras - Ing. Napoleón Morúa Carrillo, Departamento de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas - 1960.

18) Ohio Highway Needs Study - Ohio Department of Highways - 1960.

19) Priorities Determination and Programming in Tennessee - Highway Research Board Bulletin 158 - 1957.

20) Research to Improve Tomorrow's Traffic - Traffic Engineering - April, 1959.

21) Highway Needs and Programming Priorities - Highway Research Board Bulletin 249-1960.

22) Highway Maintenance Inspection Sufficiency Rating Data Guide - Bureau of Public Roads.

23) Forest Highway Maintenance & Sufficiency Rating Procedure No.4 - Bureau of Public Roads, Division 8.

24) Standard Specifications of Rural Roads - American Association of State Highways Officials 1954.

25) Standard Specifications of Highway Bridges - American Association of State Highways Officials - 1959.

26) Instruction Manual for Estimating Needs of Various Roads Systems-Bureau of Public Roads-1957.

27) Minnesota's State-aid Programm - Civil Engineering ASCE - 1961.

28) Standard Drawings for Design - Oregon State Highway Department.

29) An Accelerated Highway Program - Maine State Highway Department - 1951.

30) Manual of Traffic Engineering Studies - Acc. Prevention Report - 1953.

31) Time Saving Methods in Highway Engineering - Chapter 1,4,11. - Highway Research Board - 1954.

32) Inventario de Puentes - Departamento de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas - 1961.

33) Estudio Sobre Cargas Semiaxiales en la Carretera Interamericana - Departamento de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas - 1957-1958.

34) Características de Tránsito en el Area Metropolitana - Departamento de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas, 1957-1958-1959.

35) Plan Vial - Ministerio de Obras Públicas - 1957.

36) Valoración del Plan Vial, Ministerio de Obras Públicas - 1959.

PROYECCIONES DE TRANSITO
PARA COSTA RICA

ORGANIZATION OF AMERICAN STATES

NINTH PAN AMERICAN HIGHWAY CONGRESS

Washington, D.C. May 6-18, 1963

OAS Official Records OEA/Ser.K/I.9.1 (English)

Original Language: English Chapter V Topic 18 of the Agenda Doc. No.

Distribution: Limited

TRAFFIC FORECASTS FOR COSTA RICA

PLANNING DEPARTMENT - MINISTRY OF PUBLIC WORKS

COSTA RICA

SUMMARY

PREFACE

This report is a revision of the anticipated motor vehicle imports, annual fuel consumption (gasoline and diesel), annual kilometers of travel, and factors for traffic volume forecasts.

This analysis includes all motor vehicles of four or more wheels which travel on the country's highway system.

The summary here presented is the result of a thorough investigation of factors which are closely related to road and highway planning.

For highways, the design of improvements, the construction of new facilities, the estimates of future traffic volumes are all indispensable for determining adequate standards in order to provide safe and economic service during the period of its useful life.

In all traffic forecasts, it is necessary to consider the following aspects:

1) Traffic increase due to population growth, increase in the number of motor vehicles in circulation, and a more extensive use of vehicles.
2) Traffic generated in agricultural, industrial, comercial or urban areas.
3) Social and economic factors which affect the use of vehicles.

In this study only the first aspect will be considered, since the object is to obtain a traffic expectancy factor for the country as a whole, without special regard to local conditions.

POPULATION:

The future population of the country has been estimated by adjusting an exponential curve to the population density for the period 1950-1960. The equation obtained by adjusting a straight

line by the least squares method, to the time in years and the logarithm of the population density for those same years, is as follows:

$$\text{Log } Y = 5.90399 + 0.01693 X$$

Where Y represents the population and X the time in years.

Forecasts are based on the assumption that the population will increase in the next 22 years, as in the period 1950-1960.

Estimate of the number of vehicles per 10.000 inhabitants for the period 1961-1982:

In general terms, it is estimated that the number of vehicles per 10.000 inhabitants will grow by 1970 to 335.40; by 1975 to 395.99 and by the year 1980 to 459.49.

The preceding figures are based on the consideration of future vehicle imports obtained by the statistical methods detailed in the following paragraph:

VEHICLE IMPORTS:

In order to obtain estimates of future imports, the following statistical methods were used:

1) Orthogonal Polynomials (first grade adjustment)[A]

2) Orthogonal Polynomials (second grade adjustment)[A]

3) Exponential adjustment

4) Lineal regression adjustment between imports and gross national product.

5) Income Elasticity

It was observed that the trends obtained by methods 2, 4 and 5 could be better adjusted to the 1947-1960 data and, for this reason, these methods were considered adequate. In using methods 1, 2 and 3 it was assumed that the number of imported vehicles will hold for the next 22 years, the same trend observed for the period 1946-1960.

The logistical method was rejected because the maximum saturation point of vehicle imports fell outside the limits of the period under consideration (1961-1962).

Determination of the total number of vehicles for the period 1947-1982.

Since there is no satisfactory statistical data concerning the number of vehicles in circulation, it was necessary to make an estimate based on the 1937-1960 motor vehicle imports.

An analysis based on the vehicle imports for the period 1954-1960, shows that approximately 75% of a year's total vehicle imports are models of that same year, 10% corresponds to models of the following year and the rest (15%) are models 3 or 4 years old. The total number

---

[A] Least squares method adjusted by orthogonal polynomials.

of vehicles for the years 1928-1960, was obtained by assuming that those percentages were true for the total period.

With this data, it was observed that there is a direct relationship between the total imports of the last ten years, and the total number of vehicles. The relation varied from 1.25 to 1.42 for the period 1946-1953 and then dropped to 1.13-1.19 for the period 1954-1960, with an average of 1.18. A factor of 1.18 was used to obtain the total number of vehicles from each year's imports.

Relation between total number of vehicles and total population.

By comparing the total population of the country with the total number of vehicles, for the period 1947-1982, it can be observed that the number of vehicles per 10.000 inhabitants has grown through the years.

Total travel of gasoline motor vehicles.

The average kilometers per gallon of all gasoline motor vehicles was 24(A) and the total travel was 289.413.048 kilometers, obtained by multiplying gasoline consumption by 24.

Total travel of diesel motor vehicles.

The kilometers per gallon of diesel motor vehicles was estimated as 17 and the total kilometers of travel was 66.008.910. This value for the period 1947-1982, was obtained by multiplying diesel consumption by 17.

Total travel of all motor vehicles.

The total travel of all motor vehicles (four wheels or more) was obtained by adding the kilometers of travel of gasoline and diesel motor vehicles.

Factor for traffic forecast.

It was considered that the increased use of highways, as determined by the average daily traffic factor, depends directly on the annual number of kilometers traveled by all motor vehicles. By dividing the estimated total travel for a future year by the actual travel of the year chosen as a basis, we obtain a factor that can be used to project or forecast the average daily traffic. These forecasts are indispensable in order to determine the structural and geometric characteristics of future highway improvements.

The graph included presents the projection factors for the period 1961-1982, using the year

---

A) These values were obtained by means of a survey carried out by this Department in 1961.

1959 as a basis.

Summary.

1.- By projecting the relation between total population and total number of vehicles for the period 1946-1960, it can be seen that the number of vehicles per 10.000 inhabitants will grow to 347.59 in 1970, to 408.09 in 1975 and will reach 468.59 by 1980.

2.- If the number of vehicles per 10.000 inhabitants obtained by the three methods compared (No.2 Orthogonal Polynomials, No.4 Relation between gross national product and number of imported vehicles and No.5 Income Elasticity) the following results are obtained for the years 1970, 1975 and 1980.

Year	Method No.2	Method No.4	Method No. 5
1970	280.22	263.88	280.81
1975	291.97	277.94	360.10
1980	295.33	292.95	481.39

It can be seen that the estimates made by method No.5 are similar to those obtained by extrapolation of total population and total number of vehicles.

3.- According to the preceding paragraph, if we multiply the number of vehicles per 10.000 inhabitants (paragraph 1) by the estimated population for each of the corresponding years, we will obtain the total number of vehicles: 60.766 in 1970, 86.896 in 1975 and 120.971 in 1980.

4.- The estimates of the total number of vehicles as a function of the number of imported vehicles, by the three chosen methods will be as follows:

Year	Method No.2	Method No.4	Method No. 5
1970	48.988	46.131	49.092
1975	62.027	59.046	76.501
1980	76.243	75.627	124.275

It can be seen that the numbers obtained by method No.5 are closest to those of paragraph No.4.

5.- The number of vehicles in a given country may be considered an indication of per-capita income. If we analyze this situation for several countries, we can see that in those countries where per-capita income is high, the number of vehicles per 10.000 inhabitants is higher than in those of low per-capita income.

6.- Summarizing, the forcast based on method No.5 (Income Elasticity) which takes into

consideration the earning capacity of the population, seems to give the closest result and therefore its use is recommended for future forcasts.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo V Tema 18 de la Agenda Doc. No.

Distribución: Limitada

PROYECCIONES DE TRANSITO PARA COSTA RICA

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

RESUMEN

PREFACIO

El presente informe incluye una revisión de las tendencias y proyecciones obtenidas por este Departamento en el año 1957, para la importación de vehículos, el acervo de los mismos, su consumo anual de combustibles (gasolina y diesel), su recorrido anual en kilómetros y el factor de proyección del tránsito.

En el análisis se han considerado todos los vehículos automotores de cuatro ruedas o más que circulan por la red de carreteras del país.

Lo que aquí se presenta es el resultado de una intensa investigación de los factores que están íntimamente relacionados con la planificación vial.

En el campo de carreteras, para el diseño de mejoras o para la construcción de nuevas vías, las estimaciones del tránsito futuro son indispensables para la escogencia de las normas más adecuadas para que la vía en estudio preste un servicio económico y seguro por lo menos durante su vida útil.

En la proyección del tránsito, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1) El aumento del tránsito debido al aumento de la población, el número de vehículos en circulación y el mayor uso de los vehículos.

2) Las características de atracción y generación de tránsito de zonas agrícolas o de rápido desarrollo urbano, industrial, comercial, etc.

3) Factores socio-económicos que afectan el uso de los vehículos.

En el presente estudio sólo se tomará en cuenta el primer aspecto debido a que se trata de de-

terminar un factor de proyección del tránsito aplicable a todo el país sin hacer consideracio - nes especiales por las características que tiene cada región o zona.

POBLACION.

La población futura del país ha sido estimada, por medio del ajuste de una curva de tipo expo nencial a los datos del período 1950-1960. La ecuación que se obutvo al ajustar una línea rec ta por el método de cuadrados mínimos al tiempo expresado en años y a los logaritmos de los datos poblacionales para esos mismos años es la siguiente:

$$\text{Log } Y = 5,90399 + 0,01693\ X.$$

donde Y representa la población y X el tiempo en años.

Las proyecciones están basadas en el supuesto de que la población total del país se compor- tará en los próximos 22 años en la mismo forma que lo ha hecho en el período 1950-1960.

ESTIMACION DEL NUMERO DE VEHICULOS POR CADA 10.000 HABITANTES EN EL PERIODO 1961-1982:

En términos generales se estima que el número de vehículos por cada 10.000 habitantes llega rá en el año 1970 a 335,49; en el año 1975 a 395,99 y en el año 1980 a 456,49.

Se ha encontrado lo anterior considerando el acervo futuro como una función de las importacio nes futuras de vehículos obtenidas por medio de la aplicación de los métodos estadísticos que se detallan.

IMPORTACION DE VEHICULOS:

Con el objeto de obtener estimaciones de las importaciones futuras, se aplicaron los métodos estadísticos siguientes:

No.1) Polinomios Ortogonales (ajuste de primer grado)*

No.2) Polinomios Ortogonales (ajuste de segundo grado)*

No.3) Ajuste de tipo exponencial

No.4) Ajuste de regresión lineal entre las importaciones y el Producto Territorial Bruto.

No.5) Elasticidad Ingreso.

Se observó que las tendencias alcanzadas por los métodos No.2, No.4 y No.5, se ajustaron mejor a los datos observados en el período 1947-1960 y por esta razón estos métodos se con sideraron acertados.

En la aplicación de los métodos No.1, No.2, y No.3, se asumió que el número de vehículos

---

* El método aplicado es el de cuadrados mínimos y el ajuste se ha hecho por medio de los polinomios ortogonales.

importados seguirá en los próximos 22 años la misma tendencia del período 1946-1960.

El método logístico se desechó de antemano por considerarse que el punto de saturación máxima de las importaciones de vehículos, no está comprendido en el período para el cual se presentarán las estimaciones futuras (1961-1982).

DETERMINACION DEL ACERVO DE VEHICULOS PARA EL PERIODO 1947-1982:

Como no existen datos adecuados referentes al acervo de vehículos, debido a que no se han llevado en el país estadísticas al respecto, fué necesario hacer una estimación de estos datos con base en las importaciones de vehículos durante el período 1937-1960.

Un análisis que se hizo de la importación de vehículos para el período 1954-1960, demuestra que aproximadamente un 75% de la importación de cada año, son modelos que corresponden a ese año, un 10% corresponde a modelos del año que sigue y el resto (15%) pertenece a modelos de los últimos tres o cuatro años.

Asumiendo los porcentajes antes mencionados para los años no comprendidos en el período 1954-1960 y repartiendo la diferencia que resulta entre la importación total de cada modelo y el número existente en 1960, se obtuvieron los valores que dan el acervo para el período 1928-1960.

Una vez obtenidos los valores mencionados se observó que para cada año existe una relación muy directa entre la suma de la importación de vehículos durante los últimos diez años y el acervo.

Se observa que de 1946 a 1953 el factor varía de 1,25 a 1,42 y luego baja en el siguiente período (1954-1960) a valores entre 1,13 y 1,19. El promedio para este último período resulta de 1,18.

Se utilizó el factor, 1,18 para proyectar el acervo conociendo las importaciones.

RELACION ENTRE EL ACERVO Y LA POBLACION TOTAL:

Relacionando la población total del país con el acervo de vehículos para el período 1947-1982 (tomando en cuenta los tres métodos mencionados), se observa que el número de vehículos por cada 10.000 personas ha ido creciendo rápidamente a través de los años.

RECORRIDO DE LOS VEHICULOS QUE FUNCIONAN CON GASOLINA:

Los vehículos que circularon en 1960 con gasolina recorrieron un promedio de 24 Km/galón y un total aproximado de 289.413.048 Km. (A)

(A) Valores obtenidos - encuesta llevada a cabo.

El recorrido para los vehículos automotores que consumen gasolina en el período 1947-1982, fué obtenido multiplicando los valores correspondientes al consumo de gasolina por un promedio de 24 Km. por galón.

RECORRIDO DE LOS VEHICULOS QUE FUNCIONAN CON DIESEL:

Se estima que los vehículos que funcionaron con diesel en 1960, recorrieron 17 Km/galón y un total de 66.008.910 Km.

El recorrido para los años comprendidos entre 1947-1982 se obtuvo multiplicando los valores anuales del consumo de diesel por un promedio de 17 Km/galón.

RECORRIDO TOTAL DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES:

El recorrido total para el período mencionado se obtuvo sumando los valores anuales del recorrido de los vehículos de gasolina y diesel. De esta manera, se sacó la estimación del recorrido para cada uno de los métodos expuestos.

FACTOR DE PROYECCION DEL TRANSITO:

Se ha considerado que el aumento del uso de las carreteras, que es determinado por el tránsito promedio diario, depende directamente del recorrido de los vehículos automotores. Si se divide el recorrido estimado para un año futuro entre el recorrido determinado para el año base, (1959) se obtiene el factor de proyección del tránsito, que es indispensable para determinar las normas geométricas y estructurales para planificación diseño de reconstrucciones, mejoras o nuevas carreteras.

En el Gráfico se dan los factores de proyección de 1961 a 1982, escogiendo como base el año 1959. Estos factores han sido determinados de acuerdo con las variables obtenidas según los métodos usados en la estimación de futuras importaciones de vehículos.

RESUMEN DE CONCLUSIONES:

Del presente estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

1) Considerando la relación entre la población total del país y el acervo de vehículos, para el período 1946-1960 y proyectando esta relación, se deduce que el número de vehículos por cada 10.000 habitantes llegará a 347,59 en 1970, a 408,09 en 1975 y a 468,59 en 1980.
2) Si se comparan los vehículos por cada 10.000 habitantes obtenidos por los tres métodos en estudio: No. 2- Polinomios Ortogonales (ajuste de 2º grado) No.4- Relación entre el Producto Territorial Bruto y el Número de Vehículos Importados y No.5- Elasticidad Ingreso, se tienen los siguientes resultados para los años 1970-1975 y 1980.

AÑOS	METODO No.2	METODO No.4	METODO No.5
1970	280,22	263,88	280,81
1975	291,97	277,94	360,10
1980	295,33	292,95	481,39

Como se puede ver, las estimaciones correspondientes al Método No.5 son las que más se aproximan a las obtenidas extrapolando la relación entre la población total y el acervo.

3) De acuerdo con lo anterior si se multiplica el acervo por cada 10.000 habitantes, (párrafo 1) por la población estimada para cada uno de los años 1961-1982, el acervo total que se alcanzará en 1970 será de 60.766 vehículos, en 1975 de 86.896 vehículos y en 1980 de .... 120.971.

4) Las estimaciones realizadas para el acervo como función del número de vehículos importados de acuerdo con los métodos analizados serán los siguientes, para los años 1970,1975 y 1980.

AÑOS	METODO No.2	METODO No.4	METODO No.5
1970	48.988	46.131	49.092
1975	62.027	59.046	76.501
1980	76.243	75.627	124.275

Se puede observar también que las cantidades basadas en el Método No.5 se aproximan más a los resultados obtenidos en el párrafo anterior.

5) El número de vehículos existente en una comunidad puede considerarse como una función del ingreso per cápita. Analizando la situación para algunos países se deduce que en aquéllos en que el Ingreso per cápita es alto, el número de vehículos por cada 10.000 habitantes es mayor que en los que ese Ingreso es bajo.

6) En resumen las proyecciones basadas en el Método No.5 (Elasticidad Ingreso) que se fundamenta en la capacidad adquisitiva de las personas, son las que parecen ser más acertadas y por lo tanto su uso se recomienda de acuerdo con todo lo expuesto en este estudio.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo V Tema 18 de la Agenda Doc. No.

Distribución: Limitada

PROYECCIONES DE TRANSITO PARA COSTA RICA

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

PREFACIO

El presente informe incluye una revisión de las tendencias y proyecciones obtenidas por este Departamento en el año 1957, para la importación de vehículos, el acervo de los mismos, su consumo anual de combustibles (gasolina y diesel), su recorrido anual en kilómetros y el factor de proyección del tránsito.

En el análisis se han considerado todos los vehículos automotores de cuatro ruedas o más que circulan por la red de carreteras del país.

Lo que aquí se presenta es el resultado de una intensa investigación de los factores que están íntimamente relacionados con la planificación vial.

INTRODUCCION

OBJETIVO DEL ESTUDIO:

En el buen éxito de la planificación moderna, las predicciones científicas tienen un lugar decisivo. En el campo de carreteras, para el diseño de mejoras o para la construcción de nuevas vías, las estimaciones del tránsito futuro son indispensables para la escogencia de las normas más adecuadas para que la vía en estudio preste un servicio económico y seguro por lo menos durante su vida útil.

Si hace muchos años se hubiera podido preveer el aumento del uso del vehículo automotor, las calles de nuestras ciudades serían suficientemente amplias y existirían derechos de vía suficientes para permitir ampliaciones y rectificaciones y así hoy día, no se tendrían las limitaciones que imponen la compra de costosos derechos de vía para las obras de urgencia. Des-

de luego, la previsión del futuro requiere un alto grado de imaginación y en una forma estrictamente matemática resulta imposible preveer condiciones futuras que pueden afectar totalmente el diseño que se haga hoy. Por ejemplo, si en un futuro próximo se van a usar vehículos que en lugar de ruedas empleen una suspensión de aire comprimido, el diseño actual de las carreteras cambiará fundamentalmente.

Sin embargo, analizando los datos obtenidos en el pasado así como otros factores lógicos que puedan afectar el uso de los vehículos, es posible proyectar volúmenes de tránsito para dentro de 10 o 20 años y utilizar estos valores para diseño.

En la proyección del tránsito, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1) El aumento del tránsito debido al aumento de la población, el número de vehículos en circulación y el mayor uso de los vehículos.

2) Las características de atracción y generación de tránsito de zonas agrícolas o de rápido desarrollo urbano, industrial, comercial, etc.

3) Factores socio-económicos que afectan el uso de los vehículos.

En el presente estudio sólo se tomará en cuenta el primer aspecto debido a que se trata de determinar un factor de proyección del tránsito aplicable a todo el país sin hacer consideraciones especiales por las características que tiene cada región o zona.

POBLACION

TENDENCIA Y PROYECCIONES DE LA POBLACION DE COSTA RICA.

La población del país en 1950, alcanzó la cifra de 800.875(x) habitantes y en 1960 ascendió a 1.199.116,(") es decir en el período 1950-1960, la población aumentó el 49.7%.

La Dirección General de Estadística y Censos, ha hecho estimaciones de la población total para los años correspondientes a los períodos intercensales, basándose en las tasas de natalidad y mortalidad.

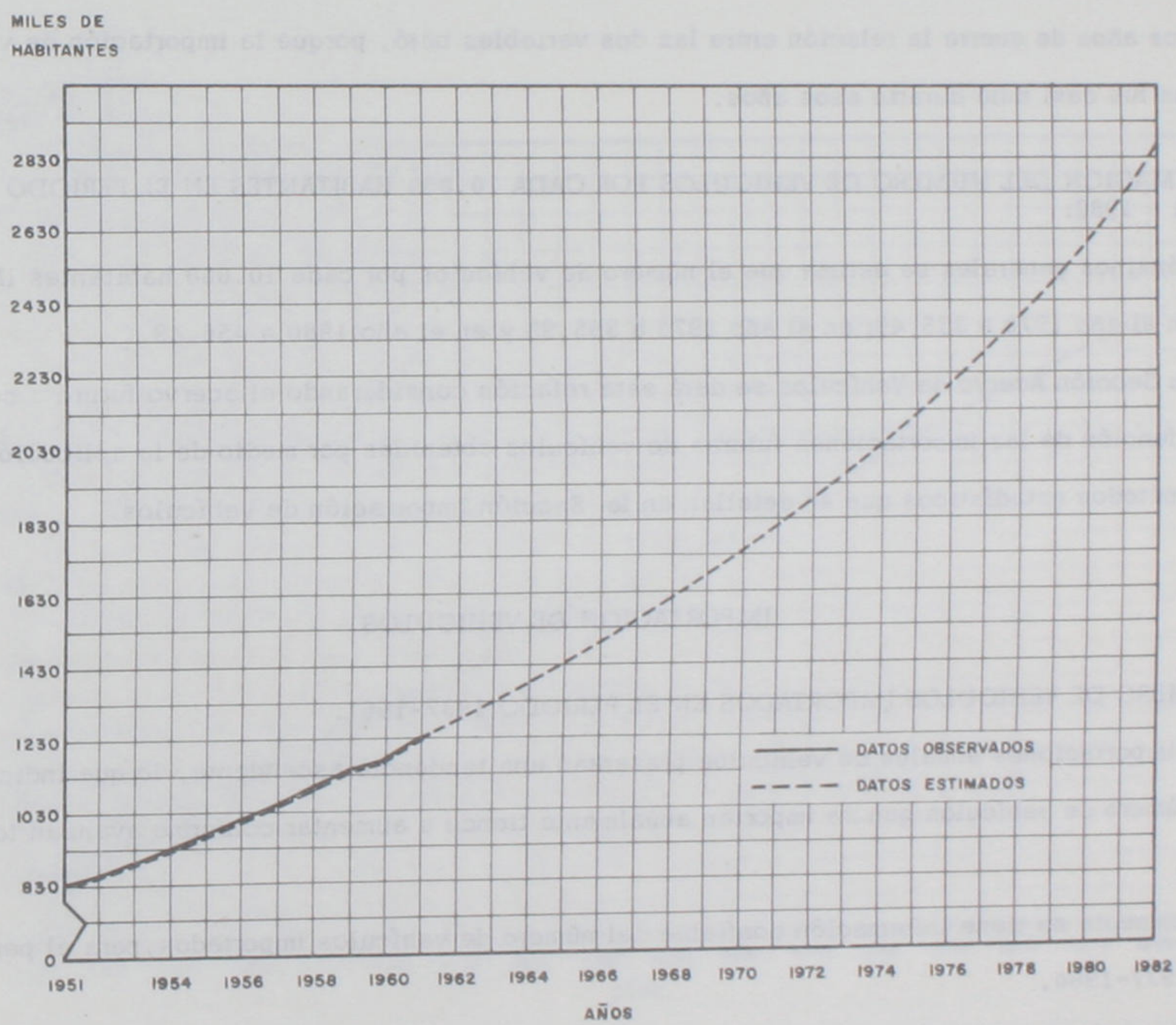
La población futura ha sido estimada, por medio del ajuste de una curva de tipo exponencial a los datos del período 1950-1960. La ecuación que se obtuvo al ajustar una línea recta por el método de cuadrados mínimos al tiempo expresado en años y a los logaritmos de los datos poblacionales para esos mismos años es la siguiente:

$$\text{Log } Y = 5,90399 \neq 0,01693\ X.$$

(x) Censo de población de 1950.
(") Estimación Estadística y Censos.

POBLACION TOTAL DE COSTA RICA

(PERIODO: 1951-1982)



donde: Y representa la población y X el tiempo en años.

Las proyecciones están basadas en el supuesto de que la población total del país se comportará en los próximos 22 años en la misma forma que lo ha hecho en el período 1950-1960.

NUMERO DE VEHICULOS POR CADA 10.000 HABITANTES

VEHICULOS POR CADA 10.000 HABITANTES EN EL PERIODO 1930-1960:

El número de vehículos por cada 10.000 habitantes ha ido aumentando en forma notable a través de los años pues cada año la importación de vehículos crece más rápidamente que el total de la población.

El número de vehículos de motor por cada 10.000 habitantes aumentó de 17,13 en 1930 a 89,91 en 1950 y a 213,81 en 1960.

En los años de guerra la relación entre las dos variables bajó, porque la importación de vehículos fue casi nula durante esos años.

ESTIMACION DEL NUMERO DE VEHICULOS POR CADA 10.000 HABITANTES EN EL PERIODO - 1961 - 1982:

En términos generales se estima que el número de vehículos por cada 10.000 habitantes llegará en el año 1970 a 335,49; en el año 1975 a 395,99 y en el año 1980 a 456,49.

En la Sección Acervo de Vehículos se dará esta relación considerando el acervo futuro como una función de las importaciones futuras de vehículos obtenidas por medio de la aplicación de los métodos estadísticos que se detallan en la Sección Importación de Vehículos.

IMPORTACION DE VEHICULOS

NUMERO DE VEHICULOS IMPORTADOS EN EL PERIODO 1937-1961:

Las importaciones anuales de vehículos presentan una tendencia ascendente, lo que indica que el número de vehículos que se importan anualmente tiende a aumentar conforme avanzan los años.

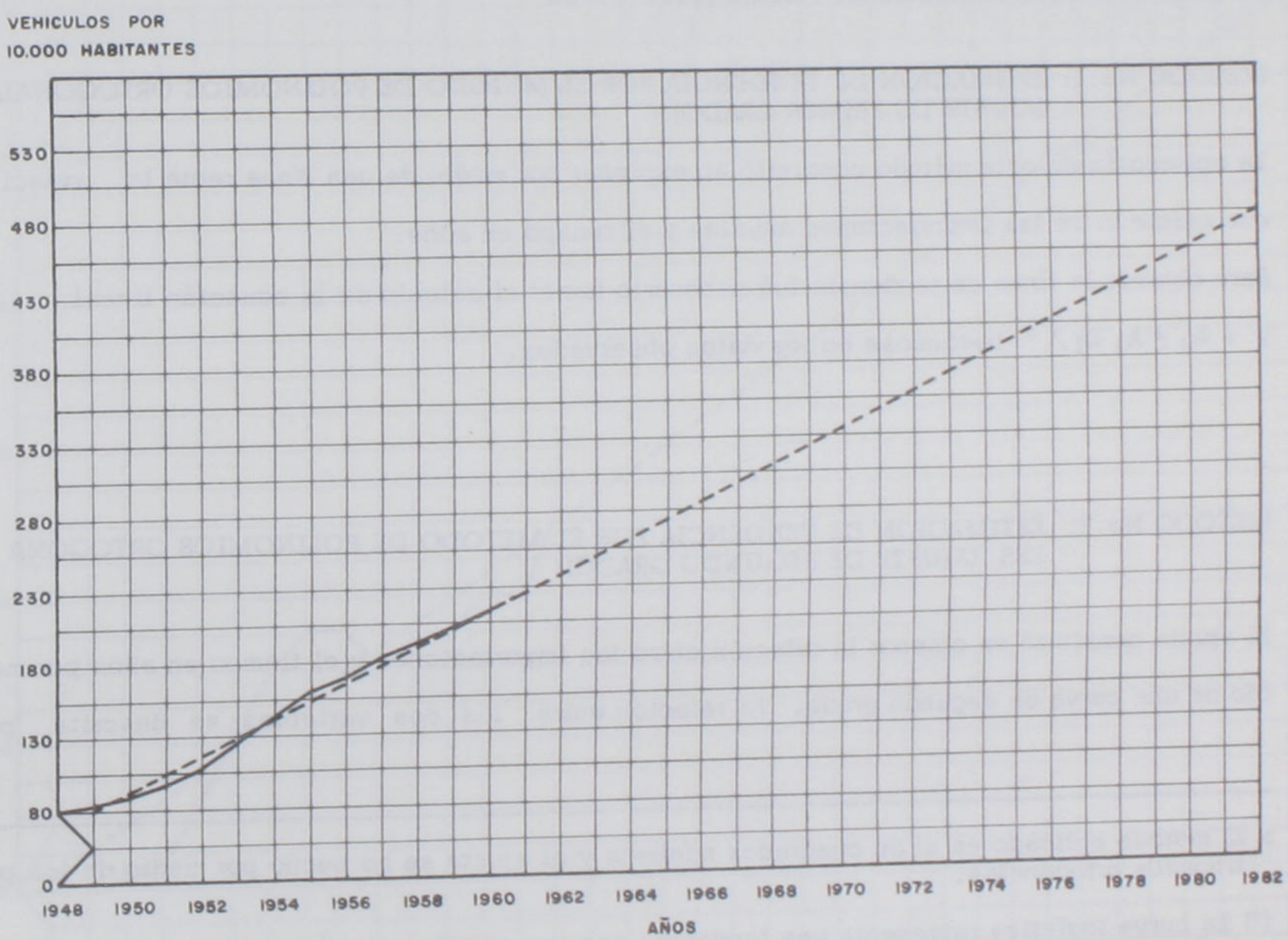
Unicamente se tiene información confiable del número de vehículos importados, para el período 1937-1960.

En general, se puede afirmar que en la última década, las importaciones de los vehículos han tenido un aumento del 132%.

Con el objeto de obtener estimaciones de las importaciones futuras, se aplicaron los métodos estadísticos siguientes:

VEHICULOS POR CADA 10.000 HABITANTES

(PERIODO: 1948-1982)



No.1) Polinomios Ortogonales (ajuste de primer grado)*

No.2) Polinomios Ortogonales (ajuste de segundo grado)*

No.3) Ajuste de tipo exponencial.

No.4) Ajuste de regresión lineal entre las importaciones y el Producto Territorial Bruto.

No.5) Elasticidad Ingreso

Se observó que las tendencias alcanzadas por los métodos No.2, No.4 y No.5, se ajustaron mejor a los datos observados en el período 1947-1960 y por esta razón estos métodos se consideraron acertados.

En la aplicación de los métodos No.1, No.2, y No.3, se asumió que el número de vehículos importados seguirá en los próximos 22 años la misma tendencia del período 1946-1960.

El método logístico se desechó de antemano por considerarse que el punto de saturación - máxima de las importaciones de vehículos, no está comprendido en el período para el cual se presentarán las estimaciones futuras (1961-1982).(')

METODO No.1: ESTIMACION DE TENDENCIA POR EL METODO DE POLINOMIOS ORTOGONALES (AJUSTE DE PRIMER GRADO).

La aplicación de este método consistió en expresar por medio de una línea recta la relación que existe entre las importaciones anuales y el tiempo en años.

Para obtener la línea de tendencia fué necesario hacer el cálculo de la ecuación lineal .....

$\hat{y} = A_o + A_1 E_1$,(") basándose en los datos observados.

METODO No.2: ESTIMACION DE TENDENCIA POR EL METODO DE POLINOMIOS ORTOGONALES (AJUSTE DE SEGUNDO GRADO):

El ajuste consistió en obtener la relación entre las importaciones y el tiempo en años por medio de una curva de segundo grado. La relación entre las dos variables es descrita por

---

* El método aplicado es el de cuadrados mínimos y el ajuste se ha hecho por medio de los polinomios ortogonales.

(') La curva logística representa una tendencia con incrementos anuales, cada vez mayores, hasta llegar a un punto donde el crecimiento es máximo, pasado ese punto el ritmo de crecimiento va disminuyendo hasta hacerse insignificante.

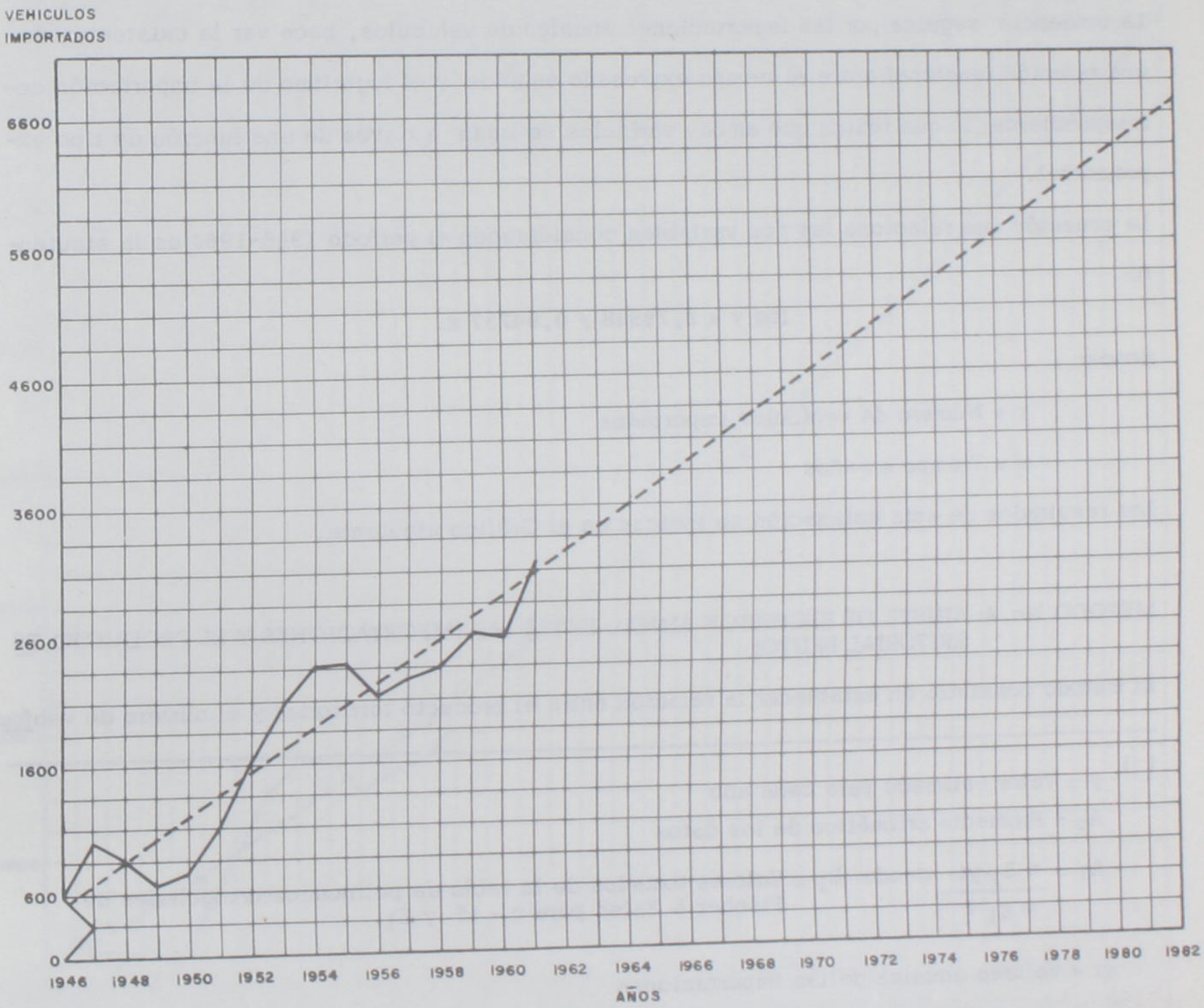
(") y = Valor estimado para cada año.

A_o = Promedio aritmético de los datos

$A_1 = \frac{\Sigma E_1 \times yi}{\Sigma E_1^2}$ donde E_1 son valores tomados de la tabla de Polinomios Ortogonales de R.A. Fisher & Yates para n= 16 y E_1, yi = valores de las importaciones anuales.

VEHICULOS IMPORTADOS EN EL PERIODO 1946-1982

ESTIMACION PARA EL PERIODO 1961-1982
SEGUN EL METODO Nº 1: POLINOMIOS
ORTOGONALES (AJUSTE DE
PRIMER GRADO)



la ecuación $y = A_o + A_1 E_1 + A_2 E_2$.(1)

Considerando los datos obtenidos para el número de vehículos importados durante el período 1946-1960, la ecuación correspondiente a la curva de segundo grado resultó ser:

$$y = 2x^2 + 129x + 650$$

donde:

y = Estimación del número de vehículos importados.

x = Tiempo en años.

Las proyecciones del número de vehículos que se importarán en el período 1961-1982, mediante la aplicación de este método se muestran en el Gráfico adjunto.

METODO No.3: AJUSTE DE TIPO EXPONENCIAL:

La tendencia seguida por las importaciones anuales de vehículos, hace ver la existencia de una relación funcional entre el tiempo expresado en años y el logaritmo de la importación correspondiente; lo que indica que ambas variables se ligan a través de una función de tipo exponencial.

La ecuación que relaciona las dos variables considerando el período 1946-1960 es la siguiente:

$$\log y = 2{,}79938 + 0{,}04737\, x.$$

donde:

y = Número de vehículos importados

x = Tiempo en años

Los resultados de esta estimación se indican en el Gráfico siguiente.

METODO No.4: AJUSTE DE REGRESION LINEAL ENTRE LAS IMPORTACIONES Y EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO:

El método consistió en establecer la relación entre el producto territorial y el número de vehícu

---

(1) y = Valor estimado para cada año

A_o = Promedio aritmético de los datos

$A_1 = \frac{\Sigma E_1 \cdot yi}{\Sigma E_1^{\,2}}$ donde E_1 = Valores tomados de la tabla de polinomios ortogonales de Fischer & Yates para n = 15 y E_1.

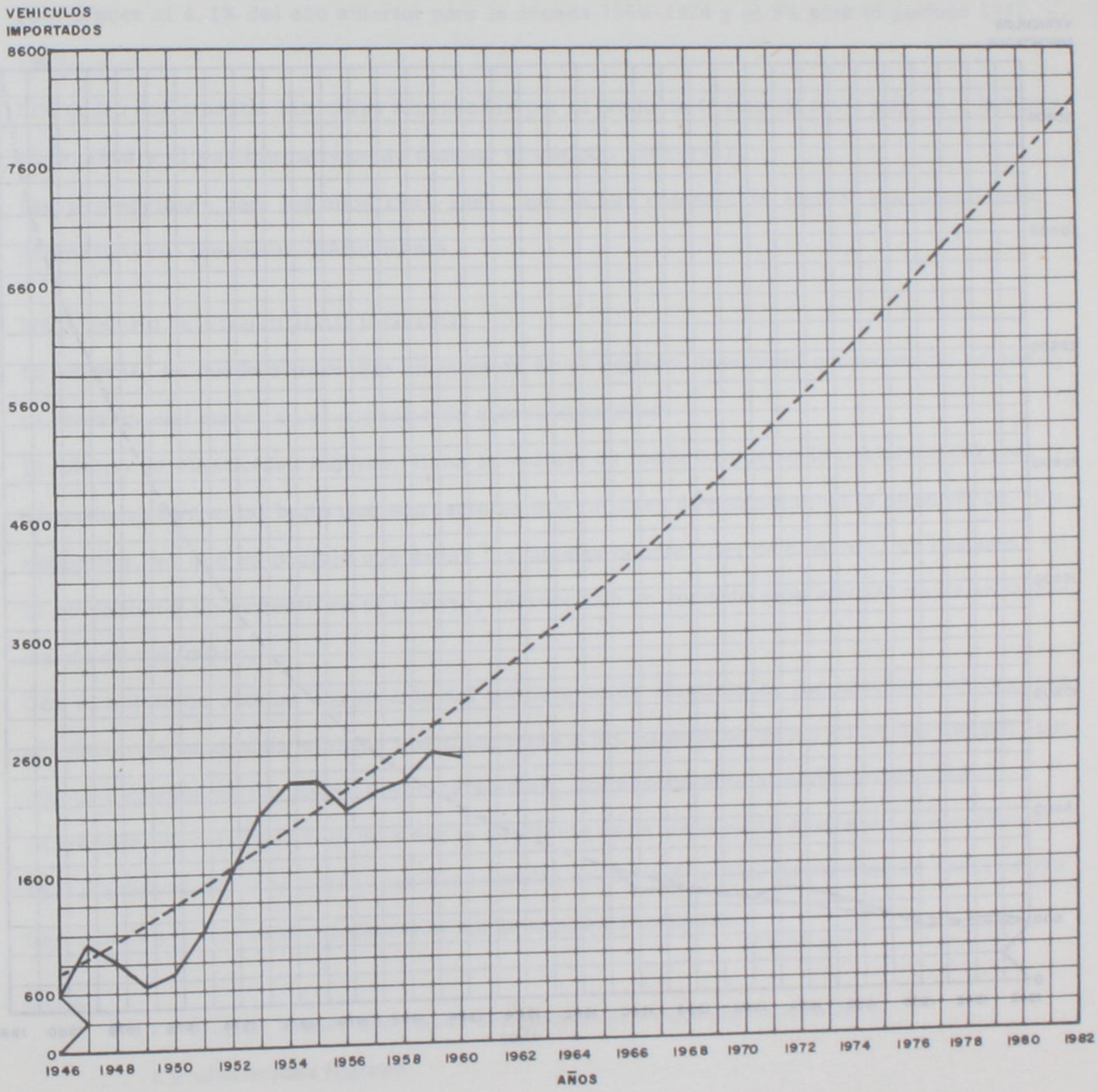
yi = Valores anuales de las importaciones

$A_2 = \frac{\Sigma E_2 \cdot yi^2}{\Sigma E_2^{\,2}}$ donde:

E_2 = Valores de la tabla de Fischer & Yates para E_2 y n = 15

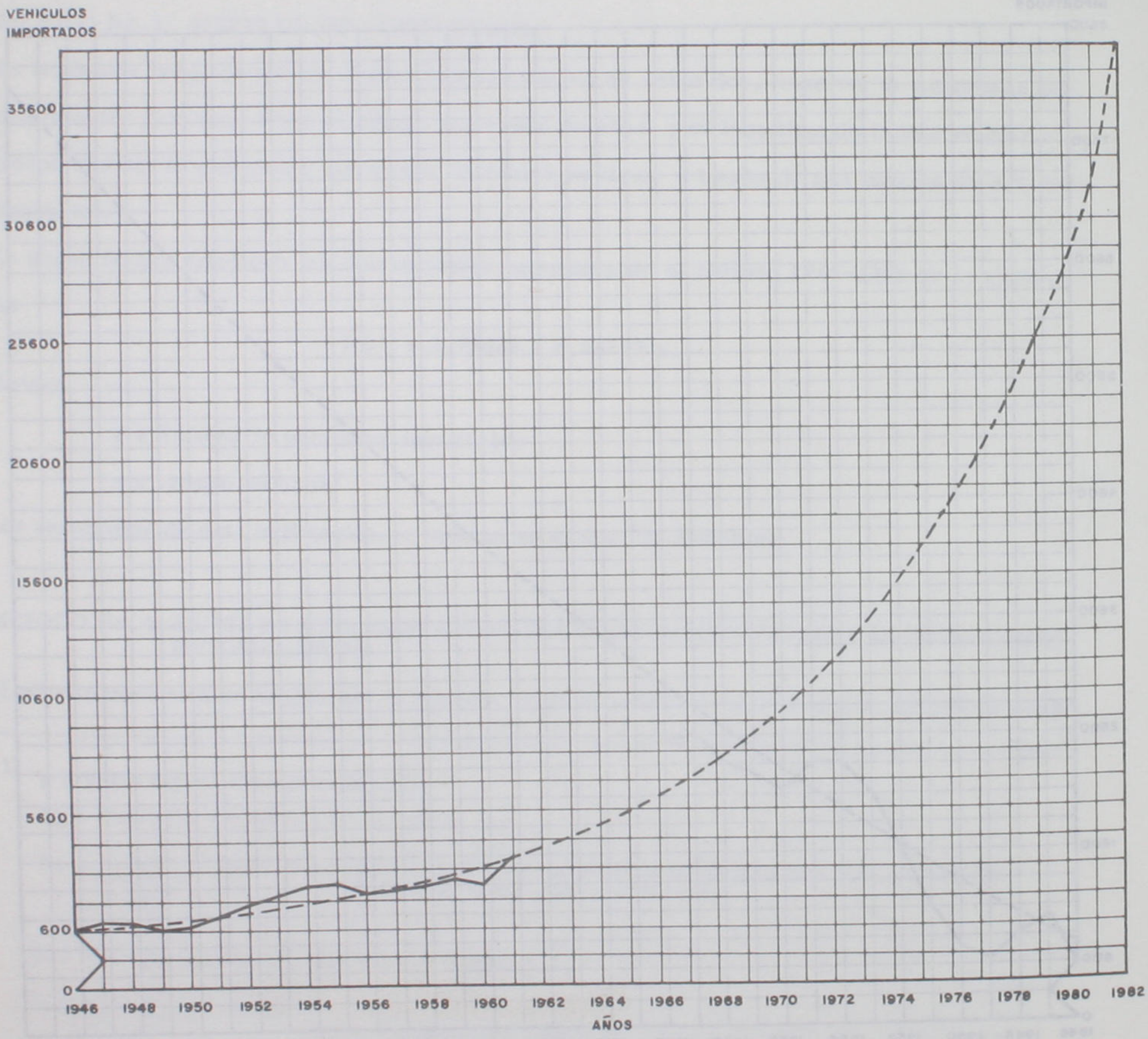
VEHICULOS IMPORTADOS EN EL PERIODO 1946-1982

ESTIMACION PARA EL PERIODO 1961-1982
SEGUN EL METODO N°2: POLINOMIOS
ORTOGONALES (AJUSTE DE
SEGUNDO GRADO)



VEHICULOS IMPORTADOS EN EL PERIODO 1946-1982

ESTIMACION PARA EL PERIODO 1961-1982
SEGUN EL METODO Nº 3: (AJUSTE
EXPONENCIAL)



los importados, por medio de una línea de regresión lineal.

La ecuación que expresa esa relación es la siguiente:

$$y = 969 + 1,66\ x$$

donde:

y = Importación de vehículos de motor

x = Producto Territorial Bruto en millones de colones de 1950.

El ajuste está basado en la proyección del producto territorial bruto, preparada por la Oficina de Desarrollo Económico de la Universidad de Costa Rica, la cual asume que este producto va a crecer al 4,1% del año anterior para la década 1960-1970 y el 5% para el período 1971 - 1982.

El Cuadro 4.6 muestra las cifras alcanzadas por el producto territorial bruto para el período 1946-1960 y el posible incremento durante el período 1961-1982.

Las proyecciones para los años 1961-1982, que se han obtenido de acuerdo con este método asociativo se presentan gráficamente.

METODO No.5: ELASTICIDAD INGRESO:

En general, se puede afirmar que un aumento en el ingreso, trae como consecuencia un aumento proporcional mayor en el consumo de bienes duraderos.

El método de elasticidad ingreso, tiene la ventaja de tomar en cuenta la población del país y el producto territorial bruto que son factores que influyen directamente en la demanda de los vehículos, ya que es posible que dadas las mismas condiciones de demanda, un aumento en la población y un aumento en el ingreso, representan un aumento proporcional mayor en la demanda de vehículos.

Con el objeto de obtener una medida del coeficiente de elasticidad, fue necesario ajustar por el método de cuadrados mínimos una línea recta a los logaritmos de los datos del ingreso per cápita y del acervo por cada 10.000 habitantes, correspondiente al período 1946-1960.

La medida de elasticidad viene a ser la pendiente de la línea recta ajustada por ese método. Esta medida resultó ser 2,04 y con base en ella se calculó la tasa de incremento anual de las importaciones, que está representada por la siguiente ecuación: $t = (1 + r)^E$

donde:

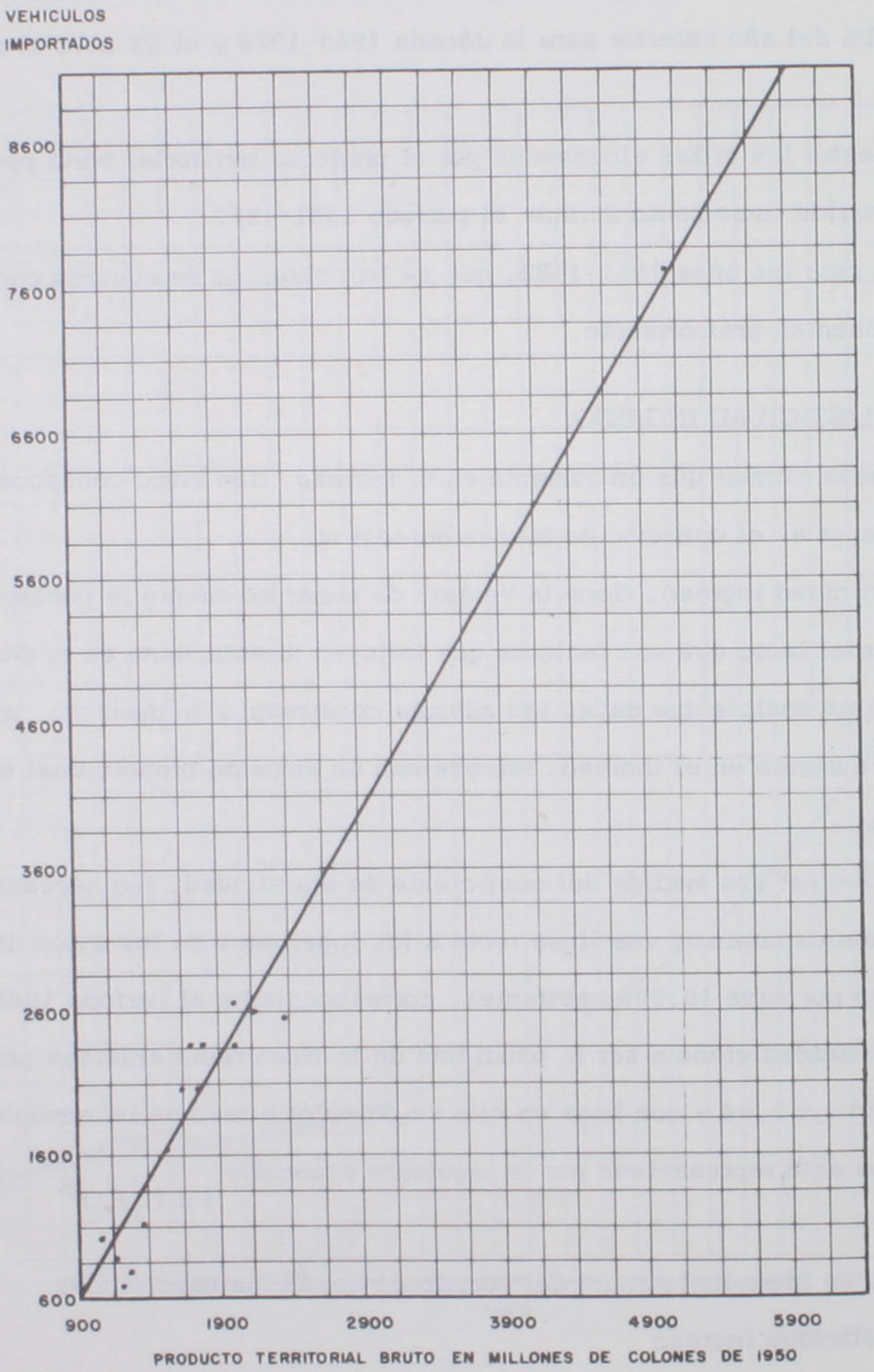
t = tasa de incremento anual del número de vehículos importados.

E = elasticidad ingreso

r = tasa de incremento anual del producto territorial bruto.

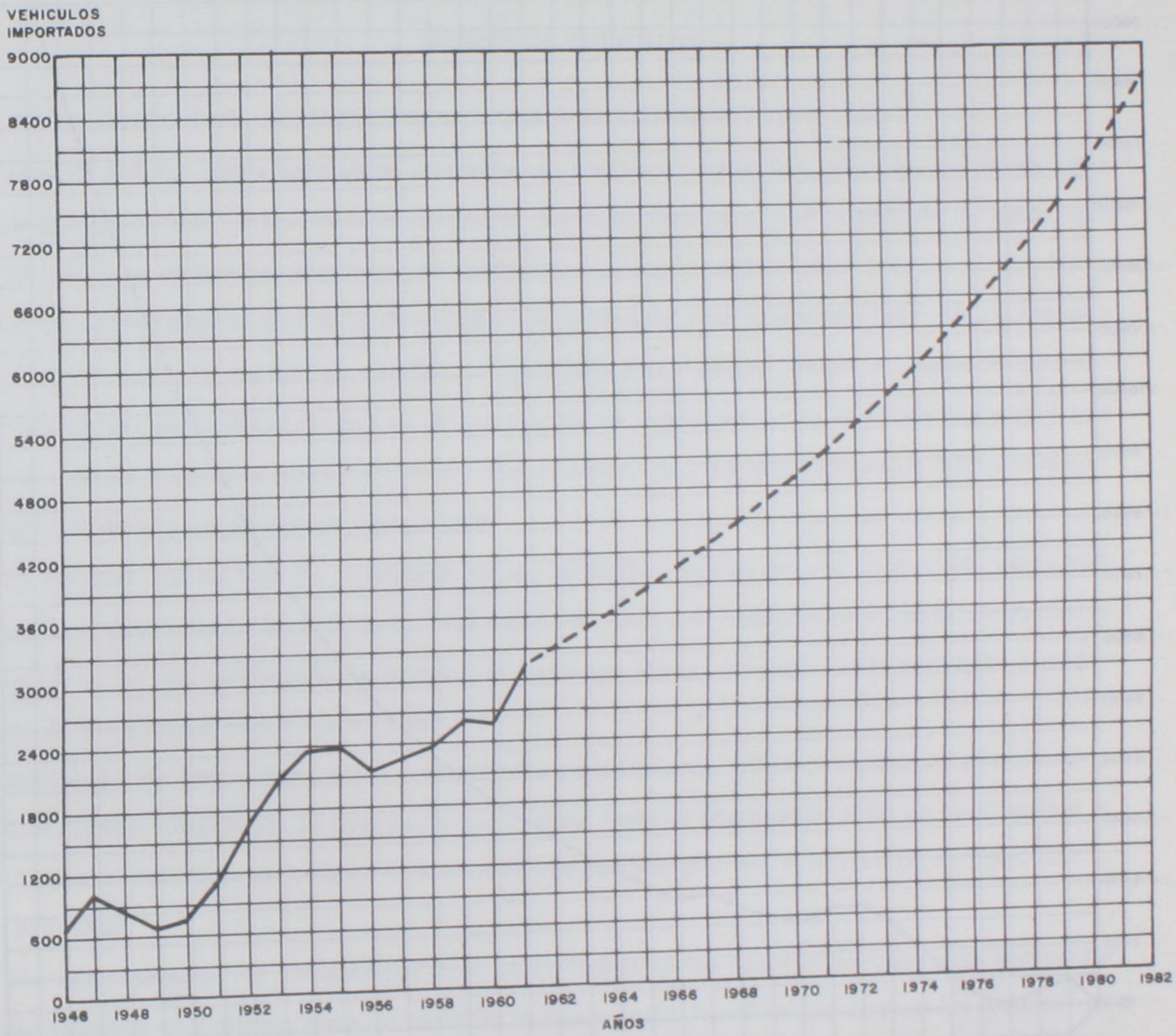
RELACION ENTRE EL NUMERO DE VEHICULOS IMPORTADOS Y EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO

(PERIODO: 1946–1960)



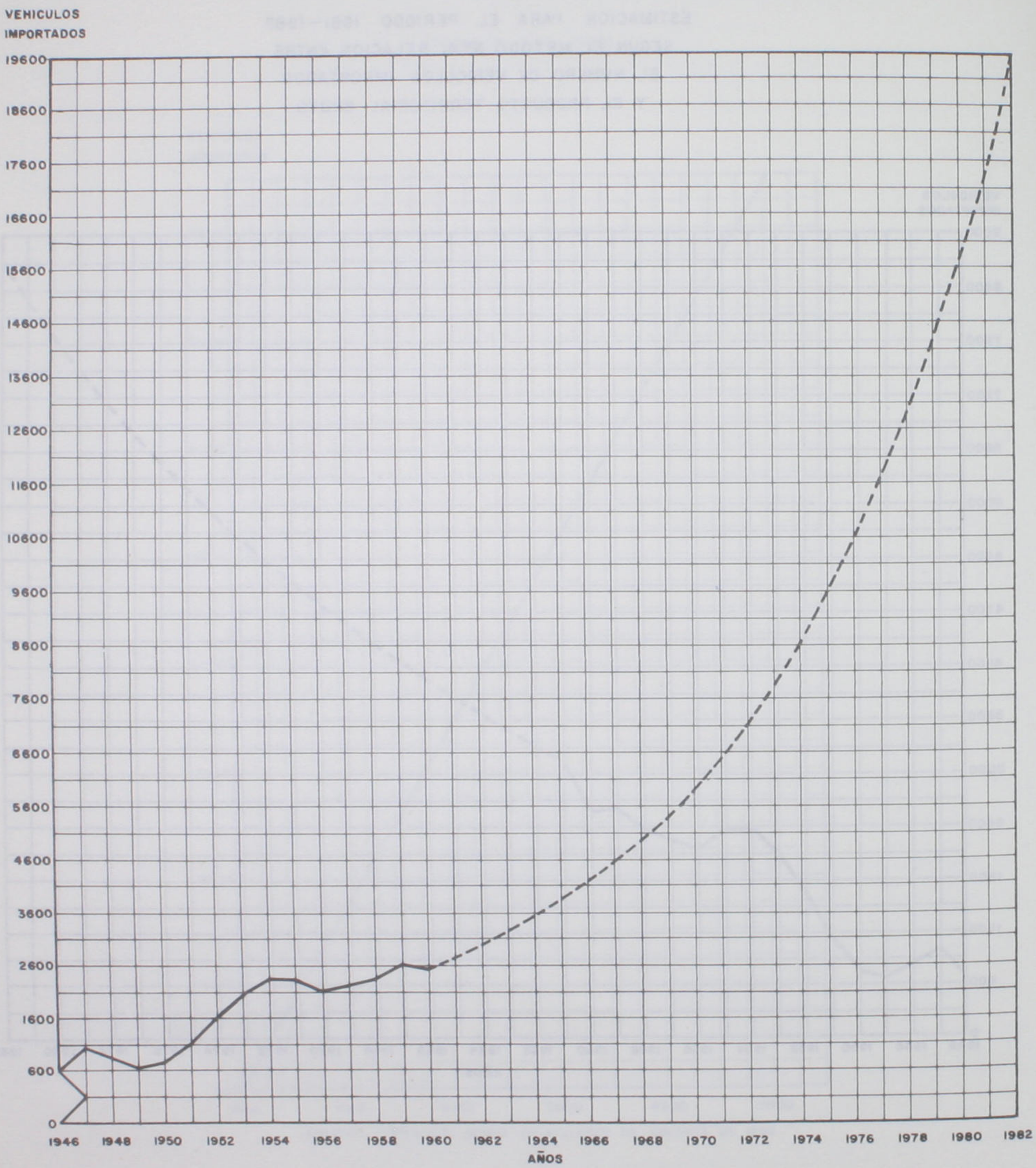
VEHICULOS IMPORTADOS EN EL PERIODO 1946-1982

ESTIMACION PARA EL PERIODO 1961-1982
SEGUN EL METODO Nº 4: RELACION ENTRE
EL NUMERO DE VEHICULOS IMPORTADOS
Y EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO



VEHICULOS IMPORTADOS EN EL PERIODO 1946-1982

ESTIMACION PARA EL PERIODO 1961-1982
SEGUN EL METODO N° 5
ELASTICIDAD INGRESO



Como se ha mencionado, se asumió que el producto territorial bruto crecerá a una tasa del 4.1% del año anterior, en la década 1961-1970, y al 5% en el período 1971-1982.

De manera que la tasa de incremento anual de las importaciones para el período 1961-1970, es de acuerdo con lo anterior 1,0854 y para los años comprendidos entre 1971-1982 es 1,1046.

Las inscripciones del año 1960 se hicieron crecer a la tasa de 1,8054 hasta 1970 y las de este año se aumentaron en 1,1046 hasta 1982. En esta forma se obtuvieron estimaciones del número de vehículos que se importarán en los años comprendidos entre 1961 y 1982.

Con base en los datos mencionados se hicieron las estimaciones de las futuras importaciones.

El Gráfico siguiente presenta estas estimaciones.

ACERVO DE VEHICULOS

DETERMINACION DEL ACERVO DE VEHICULOS PARA EL PERIODO 1947-1982:

Como no existen datos adecuados referentes al acervo de vehículos, debido a que no se han llevado en el país estadísticas al respecto, fué necesario hacer una estimación de estos datos con base en las importaciones de vehículos durante el período 1937-1960.

Estudiando el Cuadro que da la importación de vehículos para el período 1937-1960 y los modelos de cada año existentes en 1960, se estableció que no hay una correspondencia directa entre ambos datos debido a que en la importación de vehículos de un año dado hay modelos del año próximo y también modelos viejos. Por ejemplo, en 1960 se importaron 2.579 vehículos incluyendo 475 vehículos de modelo 1961.

Un análisis que se hizo de la importación de vehículos para el período 1954-1960, demuestra que aproximadamente un 75% de la importación de cada año, son modelos que corresponden a ese año, un 10% corresponde a modelos del año que sigue y el resto (15%) pertenece a modelos de los últimos tres o cuatro años.

Asumiendo los porcentajes antes mencionados para los años no comprendidos en el período .. 1954-1960 y repartiendo la diferencia que resulta entre la importación total de cada modelo y el número existente en 1960, se obtuvieron los cuadros que dan el acervo para el período ... 1928-1960.

Una vez obtenidos los datos de los cuadros mencionados se observó que para cada año existe una relación muy directa entre la suma de la importación de vehículos durante los últimos 10 años y el acervo.

Se observa que de 1946 a 1953 el factor varía de 1,25 a 1,42 y luego baja en el siguiente período (1954-1960) a valores entre 1,13 y 1,19.

NUMERO DE VEHICULOS QUE SE IMPORTARAN EN EL PERIODO 1961-1982

Método No. 5: Elasticidad Ingreso

AÑO	No. DE VEHICULOS	AÑO	No. DE VEHICULOS
1961	2799	1972	1740
1962	3038	1973	7887
1963	3297	1974	8712
1964	3579	1975	9623
1965	3885	1976	10630
1966	4217	1977	11742
1967	4577	1978	12970
1968	4968	1979	14326
1969	5392	1980	15824
1970	5852	1981	17406
1971	6464	1982	19146

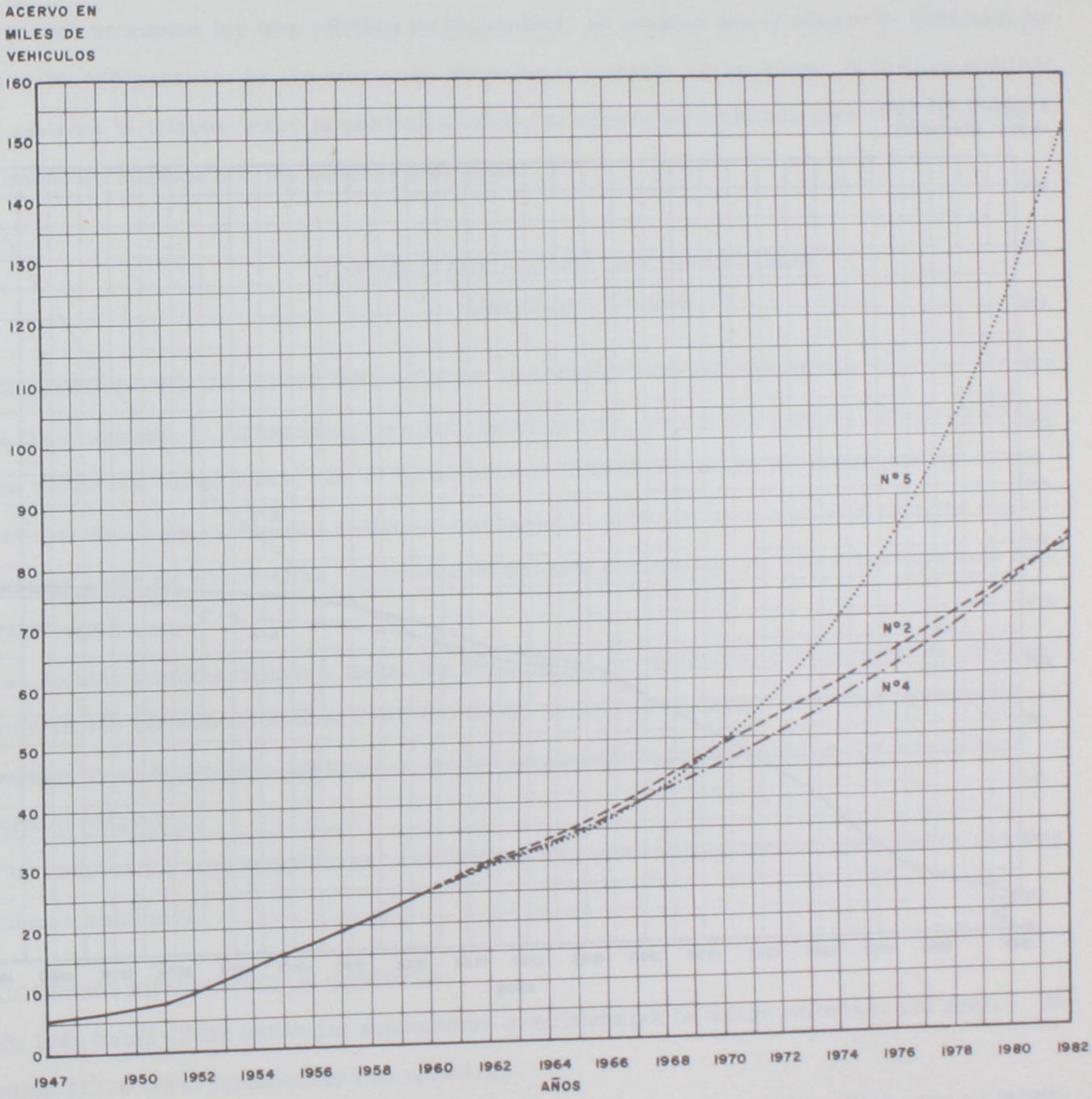
ESTIMACION DEL ACERVO DE VEHICULOS SEGUN LOS METODOS No. 2, No. 4, No. 5.

Período 1961-1982

AÑO	METODO No. 2 Polinomios Ortogonales 2º grado	METODO No. 4 Producto Territorial Bruto e Importaciones.	METODO No. 5 Elasticidad Ingreso
1961	27.955	27.849	27.453
1962	30.052	29.812	29.096
1963	31.880	31.478	30.543
1964	33.588	33.000	31.962
1965	35.518	34.723	33.722
1966	37.997	36.980	36.172
1967	40.579	39.201	38.897
1968	43.284	41.647	41.947
1969	45.983	43.379	45.230
1970	48.988	46.131	49.092
1971	51.501	48.509	53.417
1972	54.062	50.981	58.257
1973	56.670	53.590	63.673
1974	59.325	56.269	69.730
1975	62.027	59.046	76.501
1976	64.776	61.937	84.069
1977	67.573	65.074	92.523
1978	70.417	68.225	101.966
1979	73.305	72.214	112.508
1980	76.243	75.627	124.275
1981	79.229	79.334	137.196
1982	82.261	83.328	151.393

ACERVO DE VEHICULOS EN EL PERIODO 1947–1982

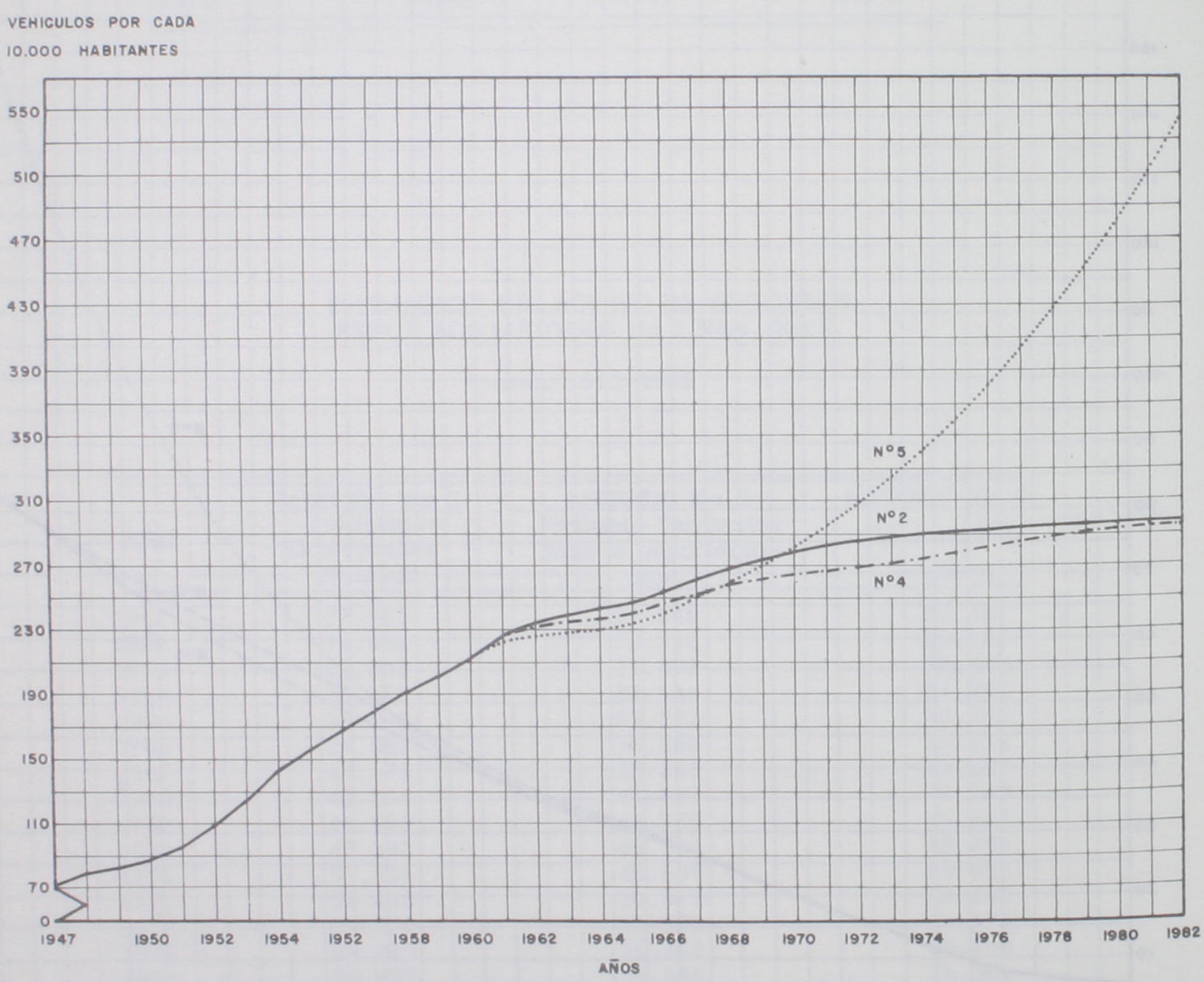
ESTIMACION PARA EL PERIODO 1961–1982
SEGUN LOS METODOS NUMS. 2, 4 Y 5.



VEHICULOS POR CADA 10.000 HABITANTES EN EL PERIODO 1947-1982

ESTIMACION PARA EL PERIODO 1961-1982

SEGUN LOS METODOS NUMS. 2, 4 Y 5



El promedio para este último período resulta de 1,18.

El cambio hacia un factor menor posiblemente se deba a que antiguamente los modelos dura - ban más o a que ahora existe una tendencia a descontinuar más pronto modelos viejos que re sulta antieconómicos operarlos.

Tomando en cuenta estas razones se utilizó el factor, 1,18 para proyectar el acervo conocien do las importaciones. En el Gráfico se observa el acervo proyectado tomando en cuenta la proyección de las importaciones, por tres métodos.

RELACION ENTRE EL ACERVO Y LA POBLACION TOTAL:

Relacionando la población total del país con el acervo de vehículos para el período 1947-1982 (tomando en cuenta los tres métodos mencionados), se observa que el número de vehículos por cada 10.000 personas ha ido creciendo rápidamente a través de los años. El Gráfico siguien- te muestra la relación entre la población total y el número de vehículos para el período men - cionado de acuerdo con los métodos indicados.

CONSUMO AUTOMOTRIZ DE COMBUSTIBLES
(Gasolina y Diesel)

ENCUESTA SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES:

El Departamento de Planeamiento realizó recientemente una encuesta de las características de los vehículos automotores, con el fin de obtener información sobre los diferentes tipos, mar - cas y modelos de vehículos, el tipo de combustible usado, el promedio de kilómetros recorri- dos por galón de combustible, el número de galones consumidos por año y el kilometraje reco rrido anualmente.

Las boletas fueron enviadas a todos los propietarios de vehículos, pero únicamente se obtuvo información correspondiente al 2.8% del total, lo cual se consideró como una "muestra", que aunque no es muy representativa, se utilizó en el estudio por no contarse con más informa - ción al respecto.

Con base en los resultados de la "muestra" se hicieron estimaciones para el total de la pobla ción de vehículos.

CONSUMO AUTOMOTRIZ DE GASOLINA:

En 1960 había 25638 vehículos automotores circulando por la red de carreteras del país, de ellos 23736 (93%) funcionaban con gasolina.

Estos vehículos consumieron en ese año aproximadamente 14.241.489 galones, con un prome-

NUMERO DE VEHICULOS POR CADA 10.000 HABITANTES
SEGUN LOS METODOS No.2, No.4, y No.5

Período 1947-1982

AÑO	METODO No.2 Polinomios Ortogonales 2º grado	METODO No.4 Producto Territorial Bruto e Importaciones.	METODO No.5 Elasticidad Ingreso
1947	73,49	73,49	73,49
1948	80,43	80,43	80,43
1949	84,10	84,10	84,10
1950	88,68	88,68	88,68
1951	96,52	96,52	96,52
1952	109,20	109,20	109,20
1953	125,57	125,57	125,57
1954	143,03	143,03	143,03
1955	157,72	157,72	157,72
1956	169,10	169,10	169,10
1957	181,62	181,62	181,62
1958	191,46	191,46	191,46
1959	201,96	201,96	201,96
1960	213,81	213,81	213,81
1961	227,11	226,25	223,03
1962	234,81	232,94	227,34
1963	239,57	236,55	229,53
1964	242,76	238,51	231,01
1965	246,89	241,37	234,41
1966	254,03	247,23	241,82
1967	260,92	252,06	250,10
1968	268,28	258,14	260,00
1969	273,49	258,00	269,01
1970	280,22	263,88	280,81
1971	283,33	266,87	293,87
1972	286,05	269,75	308,25
1973	288,42	272,74	324,06
1974	290,35	275,40	341,28
1975	291,97	277,94	360,10
1976	293,26	280,40	380,60
1977	294,22	283,34	402,85
1978	294,88	285,70	426,99
1979	295,24	290,85	453,13
1980	295,33	292,95	481,39
1981	295,16	295,55	511,11
1982	294,74	298,57	542,44

dio de 600 galones por vehículo.

Se determinó que el 78% de la importación de gasolina de motor, es consumida por los vehícu los automotores y el 76% del consumo total de combustibles (gasolina y diesel) corresponde a la gasolina. Se asumió que el 78% de la gasolina de motor que representa el consumo automotriz en 1960, se ha mantenido en todo el período.

CONSUMO AUTOMOTRIZ DE DIESEL:

Unicamente el 7% de los vehículos automotores funcionaban con diesel en 1960, presentando un consumo total anual de 4.435.344 galones y un consumo promedio de 2332 galones por vehículo.

Aproximadamente 26% de la importación de diesel, correspondiente al año 1960, se usó en la circulación de vehículos automotores y el 24% del consumo total de combustibles (gasolina y diesel), pertenece al diesel.

Se asumió que el 26% de la importación de diesel, ha representado en el período 1947- 1960, el consumo automotriz de este combustible.

PROYECCIONES DEL CONSUMO AUTOMOTRIZ DE COMBUSTIBLES (GASOLINA Y DIESEL):

El consumo automotriz total de combustible para el período 1947-1960, se consideró integrado por la suma del consumo de gasolina y del consumo de diesel.

Existe una estrecha relación entre el acervo de vehículos y el consumo de combustibles ya que se supone que al aumentar el número de vehículos en circulación aumenta también el consumo de combustibles.

Con el objeto de estimar el consumo automotriz de combustibles en el futuro se estableció la relación lineal que existe entre el acervo de vehículos y el consumo de combustibles por me - dio de la siguiente ecuación:

$$y = 7229 \neq 0,45\ x$$

donde y representa el consumo automotriz de combustibles en miles de galones y x el acer - vo de vehículos. El procedimiento se aplicó considerando las estimaciones del acervo, obte- nidas según los métodos No.2, No.4, No.5.

Se asumió que el 76% del consumo total anual del combustible pertenece a la gasolina y el 24% al diesel y de acuerdo con esto se sacaron los datos, que representa la estimación del consumo anual de gasolina y diesel para el período 1961-1982.

CUADROS

ESTIMACION DE CONSUMO AUTOMOTRIZ DE COMBUSTIBLES EN MILES DE GALONES SEGUN LOS METODOS No.2, No.4, No.5

Período 1961-1982

AÑO	METODO No.2 Polinomios Ortogonales 2º grado	METODO No.4 Relación entre Importación y Produc. Territorial Bruto	METODO No.5 Elasticidad Ingreso
1961	19.809	19.761	19.582
1962	20.752	20.644	20.322
1963	21.575	21.394	20.973
1964	22.344	22.079	21.612
1965	23.212	22.854	22.404
1966	24.328	23.870	23.506
1967	25.490	24.869	24.733
1968	26.707	25.970	26.105
1969	27.921	26.750	27.582
1970	29.274	27.988	29.320
1971	30.404	29.058	31.267
1972	31.557	30.170	33.445
1973	32.731	31.345	35.882
1974	33.925	32.550	38.607
1975	35.141	33.800	41.654
1976	36.378	35.101	45.060
1977	37.637	36.512	48.864
1978	38.917	37.930	53.114
1979	40.216	39.725	57.854
1980	41.538	41.261	63.153
1981	42.882	42.929	68.967
1982	44.246	44.727	75.356

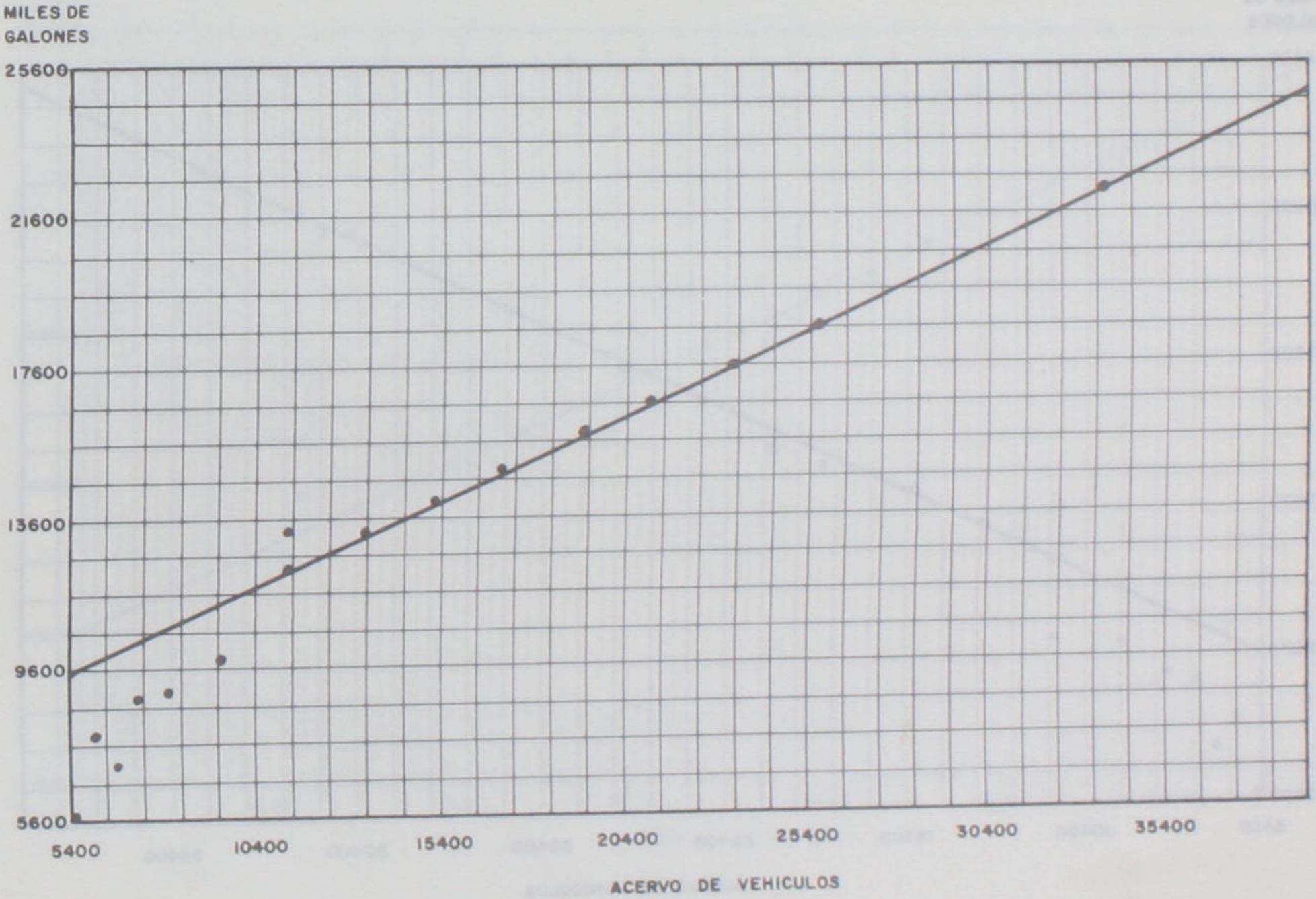
ESTIMACION DEL CONSUMO AUTOMOTRIZ DE GASOLINA Y DIESEL EN MILES DE GALONES - SEGUN METODOS No.2, No.4 y No.5.

Período 1961-1982

AÑO	METODO No. 2		METODO No. 4		METODO No. 5	
	Consumo Gasolina	Consumo Diesel	Consumo Gasolina	Consumo Diesel	Consumo Gasolina	Consumo Diesel
1961	15.055	4.754	15.018	4.743	14.882	4.700
1962	15.772	4.980	15.689	4.955	15.445	4.877
1963	16.397	5.178	16.259	5.135	15.939	5.034
1964	16.981	5.363	16.780	5.299	16.425	5.187
1965	17.641	5.571	17.369	5.485	17.012	5.372
1966	18.489	5.839	18.141	5.729	17.865	5.641
1967	19.372	6.118	18.900	5.969	18.797	5.936
1968	20.297	6.410	19.737	6.233	19.840	6.265
1969	21.220	6.701	20.330	6.420	20.962	6.620
1970	22.248	7.026	21.271	6.717	22.283	7.037
1971	23.107	7.297	22.084	6.974	23.763	7.504
1972	23.983	7.574	22.929	7.241	25.418	8.027
1973	24.876	7.855	23.822	7.523	27.270	8.612
1974	25.783	8.142	24.738	7.812	29.341	9.266
1975	26.707	8.434	25.688	8.112	31.657	9.997
1976	27.647	8.731	26.677	8.424	34.246	10.814
1977	28.604	9.033	27.749	8.763	37.137	11.727
1978	29.577	9.340	28.827	9.103	40.367	12.747
1979	30.564	9.652	30.191	9.534	43.972	13.886
1980	31.569	9.969	31.358	9.903	47.996	15.157
1981	32.590	10.292	32.626	10.303	52.415	16.552
1982	33.627	10.619	33.993	10.734	57.271	18.085

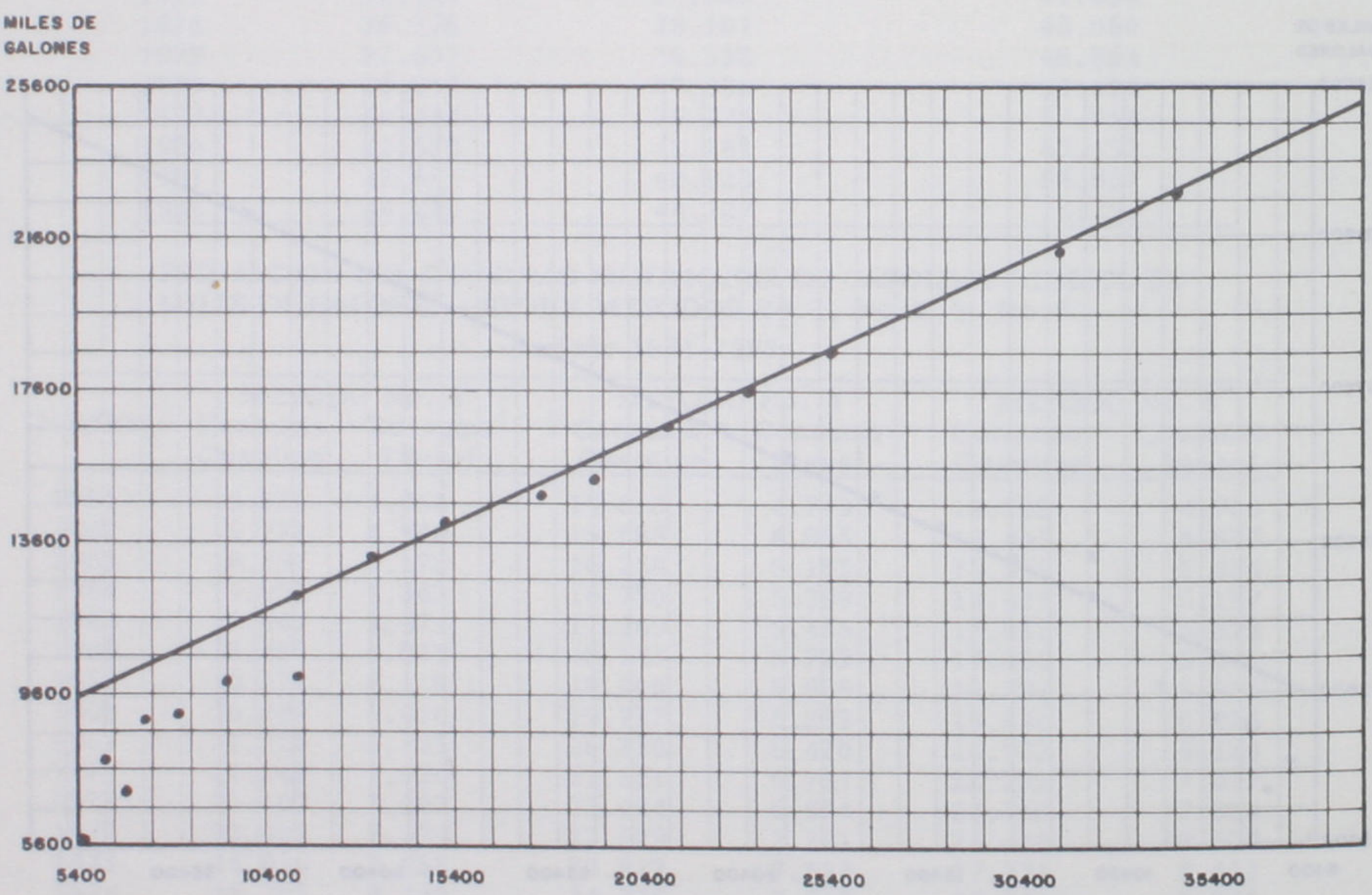
RELACION ENTRE EL CONSUMO AUTOMOTRIZ DE COMBUSTIBLES
(GASOLINA Y DIESEL) Y EL ACERVO DE VEHICULOS

OBTENIDO DE ACUERDO CON EL METODO Nº 2
POLINOMIOS ORTOGONALES (AJUSTE
DE SEGUNDO GRADO)
(PERIODO: 1947-1960)



RELACION ENTRE EL CONSUMO AUTOMOTRIZ DE COMBUSTIBLES
(GASOLINA Y DIESEL) Y EL ACERVO DE VEHICULOS

OBTENIDO DE ACUERDO CON EL METODO Nº 4: RELACION
ENTRE EL NUMERO DE VEHICULOS IMPORTADOS
Y EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO
(PERIODO: 1947-1960)

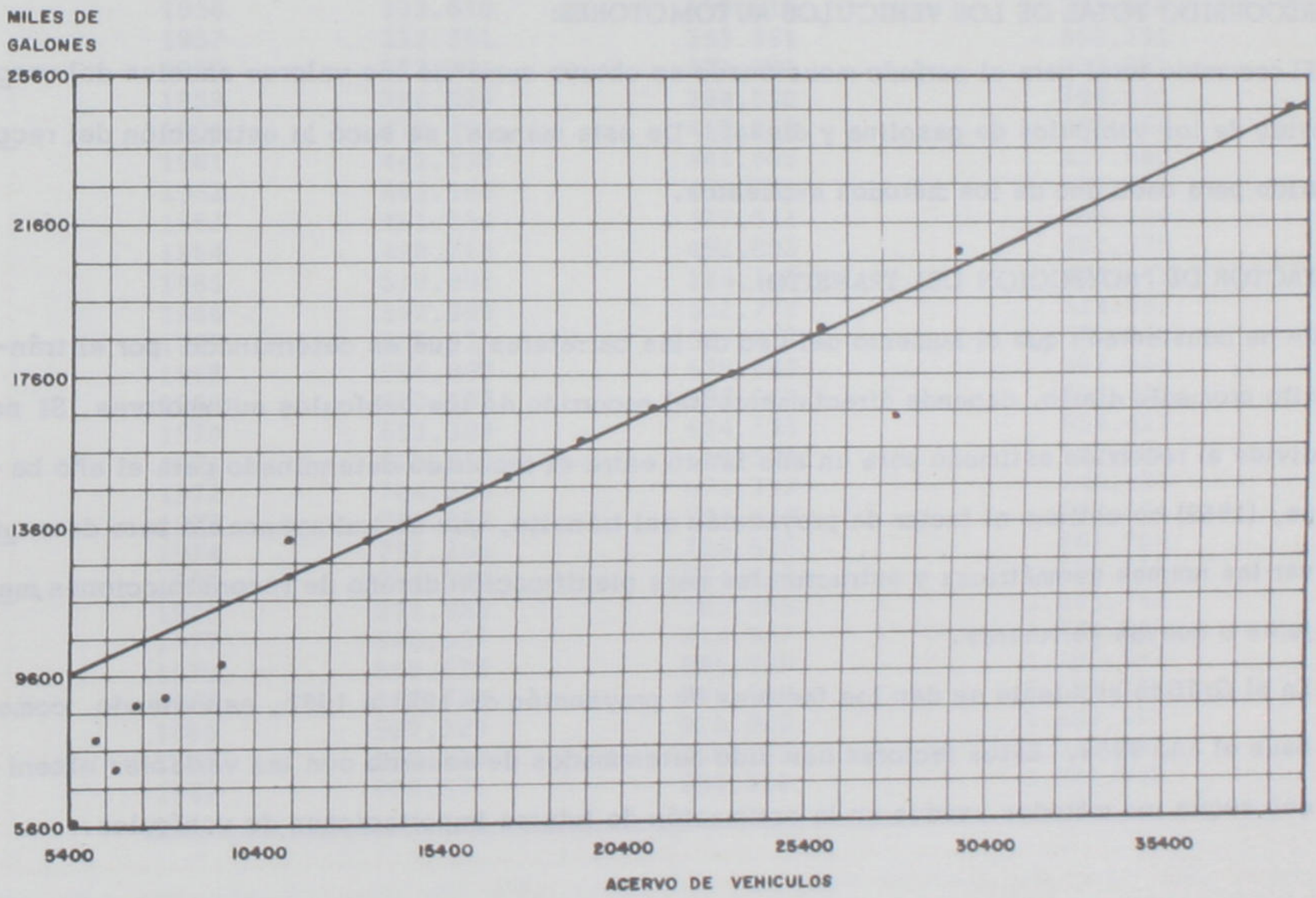


RELACION ENTRE EL CONSUMO AUTOMOTRIZ DE COMBUSTIBLES (GASOLINA Y DIESEL) Y EL ACERVO DE VEHICULOS

OBTENIDO DE ACUERDO CON EL METODO Nº 5:

ELASTICIDAD INGRESO

(PERIODO: 1947-1960)



RECORRIDO DE LOS VEHICULOS

RECORRIDO DE LOS VEHICULOS QUE FUNCIONAN CON GASOLINA:

Los vehículos que circularon en 1960 con gasolina recorrieron un promedio de 24 Km/galón y un total aproximado de 289.413.048 Km.(A)

El recorrido para los vehículos automotores que consumen gasolina en el período 1947-1982, fué obtenido multiplicando los valores correspondientes al consumo de gasolina por un promedio de 24 Km. por galón.

RECORRIDO DE LOS VEHICULOS QUE FUNCIONAN CON DIESEL:

Se estima que los vehículos que funcionaron con diesel en 1960, recorrieron 17 Km/galón y un total de 66.008.910 Km.

El recorrido para los años comprendidos entre 1947-1982 se obtuvo multiplicando los valores anuales del consumo de diesel por un promedio de 17 Km/galón.

RECORRIDO TOTAL DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES:

El recorrido total para el período mencionado se obtuvo sumando los valores anuales del recorrido de los vehículos de gasolina y diesel. De esta manera, se sacó la estimación del recorrido para cada uno de los métodos expuestos.

FACTOR DE PROYECCION DEL TRANSITO:

Se ha considerado que el aumento del uso de las carreteras, que es determinado por el tránsito promedio diario, depende directamente del recorrido de los vehículos automotores. Si se divide el recorrido estimado para un año futuro entre el recorrido determinado para el año base, (1959) se obtiene el factor de proyección del tránsito, que es indispensable para determinar las normas geométricas y estructurales para planificación diseño de reconstrucciones, mejoras o nuevas carreteras.

En el Gráfico siguiente se dan los factores de proyección de 1961 a 1982, escogiendo como base el año 1959. Estos factores han sido determinados de acuerdo con las variables obtenidas según los métodos usados en la estimación de futuras importaciones de vehículos.

RESUMEN DE CONCLUSIONES

Del presente estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

A Valores obtenidos de la encuesta mencionada

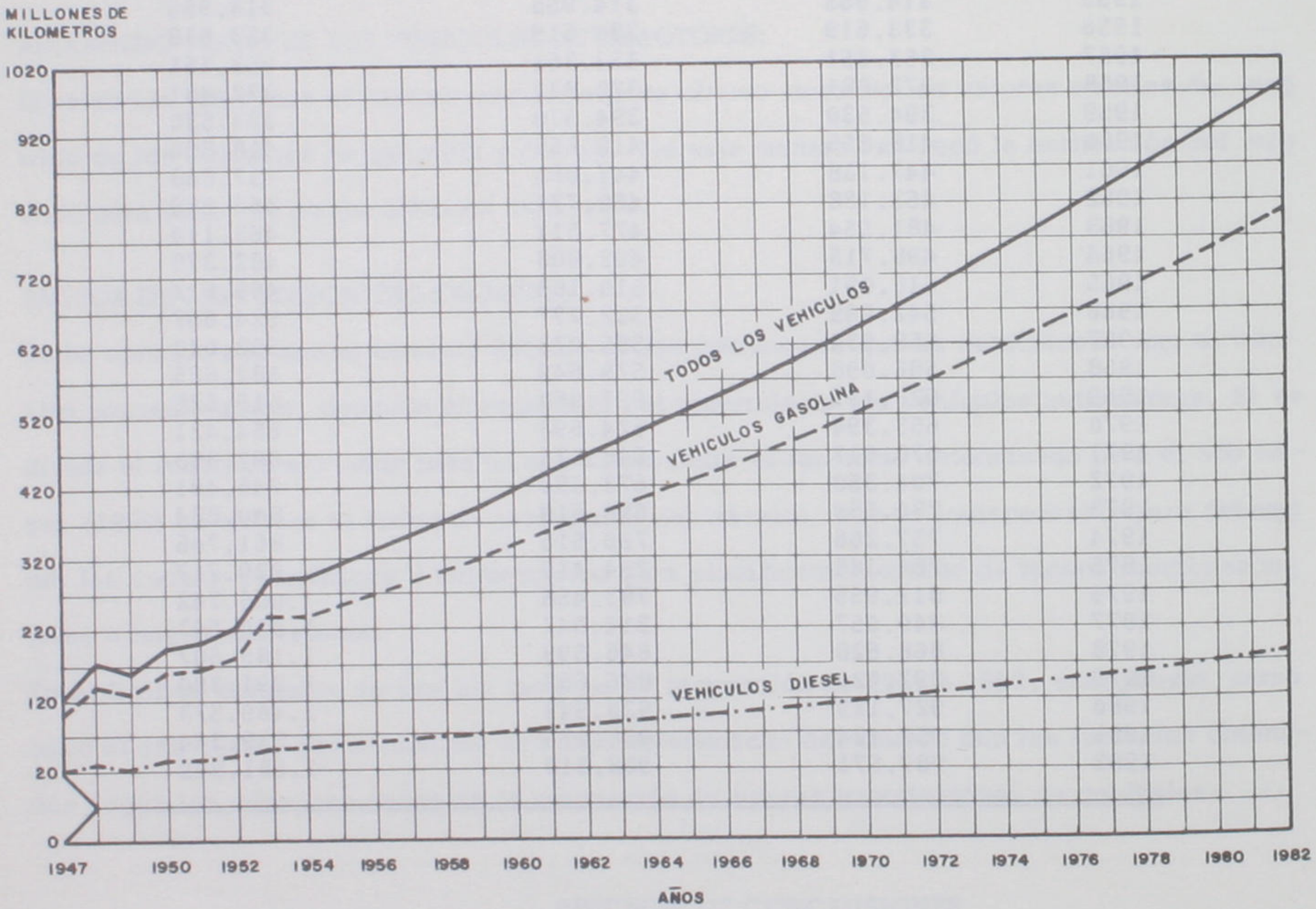
KILOMETRAJE RECORRIDO POR TODOS LOS VEHICULOS AUTOMOTORES - SEGUN LAS ESTIMACIONES OBTENI - DAS POR LOS METODOS No.2, No.4 y No. 5

(en miles de kilómetros)
Período 1947-1982

AÑO	METODO No.2 Polinomios Ortog.	METODO No.4 Import.y P.T.B.	METODO No.5 Elasticidad Ingreso
1947	125.793	125.793	125.793
1948	176.352	176.352	176.352
1949	160.057	160.057	160.057
1950	197.888	197.888	197.888
1951	203.047	203.047	203.047
1952	222.553	222.553	222.553
1953	294.737	294.737	294.737
1954	295.384	295.384	295.384
1955	314.955	314.955	314.955
1956	333.619	333.619	333.619
1957	353.351	353.351	353.351
1958	372.881	372.881	372.881
1959	394.530	394.530	394.530
1960	418.856	418.856	418.856
1961	442.138	441.063	437.068
1962	463.188	460.771	453.589
1963	481.554	477.511	468.114
1964	498.715	492.803	482.379
1965	518.091	510.101	499.612
1966	542.999	532.777	524.657
1967	568.934	555.073	552.040
1968	596.098	579.649	582.665
1969	623.197	597.060	615.628
1970	653.394	624.693	654.421
1971	678.617	648.574	697.880
1972	704.350	673.393	746.491
1973	730.559	699.619	800.884
1974	757.206	726.516	861.706
1975	784.346	754.416	929.717
1976	811.955	783.456	1.005.742
1977	840.057	814.947	1.090.647
1978	868.628	846.599	1.185.507
1979	897.620	886.662	1.291.390
1980	927.129	920.943	1.409.573
1981	957.124	958.175	1.539.344
1982	987.571	998.310	1.681.949

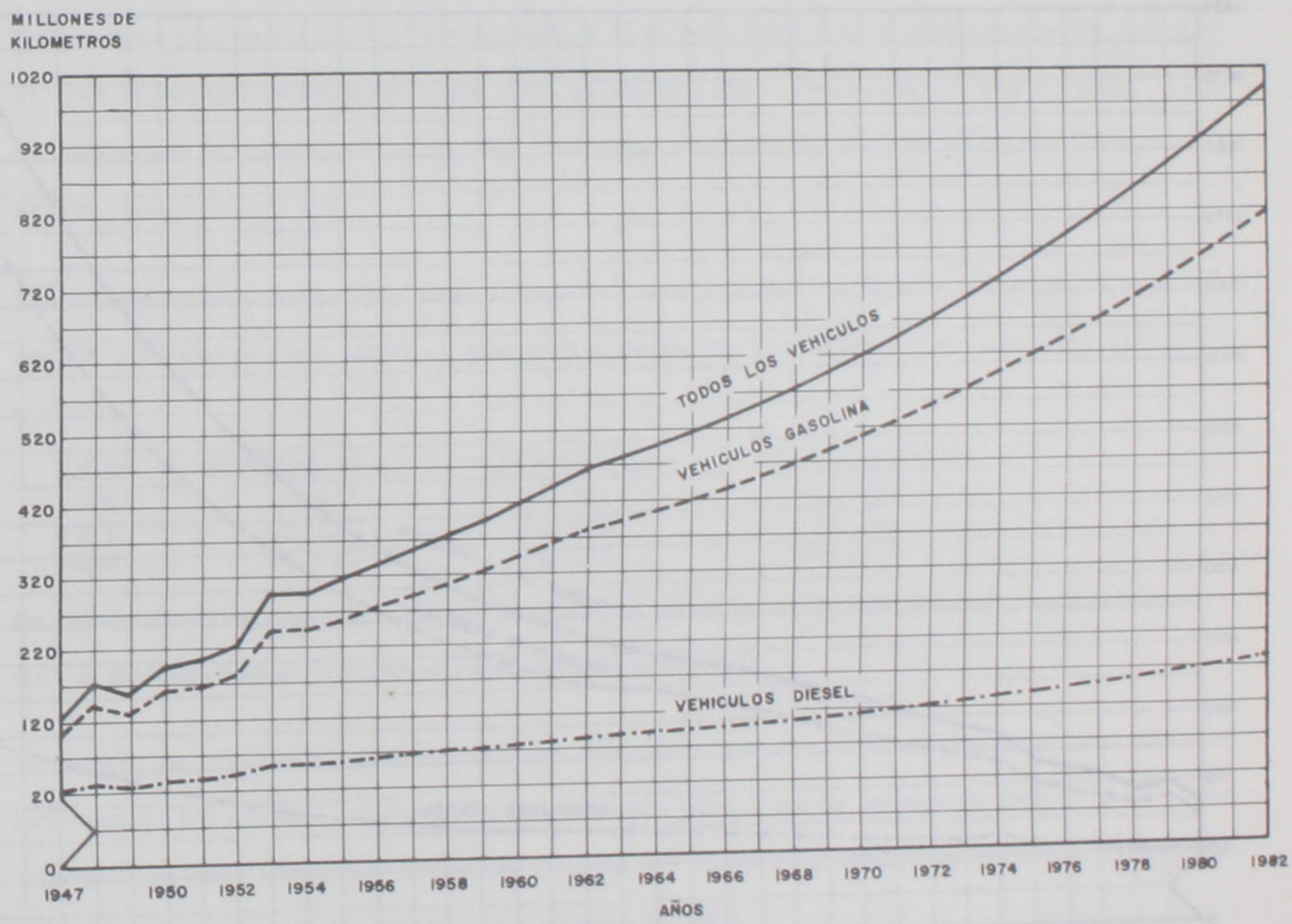
RECORRIDO DEL TOTAL DE VEHICULOS QUE FUNCIONAN CON GASOLINA, DIESEL Y AMBOS COMBUSTIBLES

OBTENIDO DE ACUERDO CON EL METODO Nº 2:
POLINOMIOS ORTOGONALES (AJUSTE DE SEGUNDO GRADO)
(PERIODO: 1947–1982)



RECORRIDO DEL TOTAL DE VEHICULOS QUE FUNCIONAN CON GASOLINA, DIESEL Y AMBOS COMBUSTIBLES

OBTENIDO DE ACUERDO CON EL METODO Nº 4: RELACION ENTRE EL NUMERO DE VEHICULOS IMPORTADOS Y EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO (PERIODO: 1947–1982)

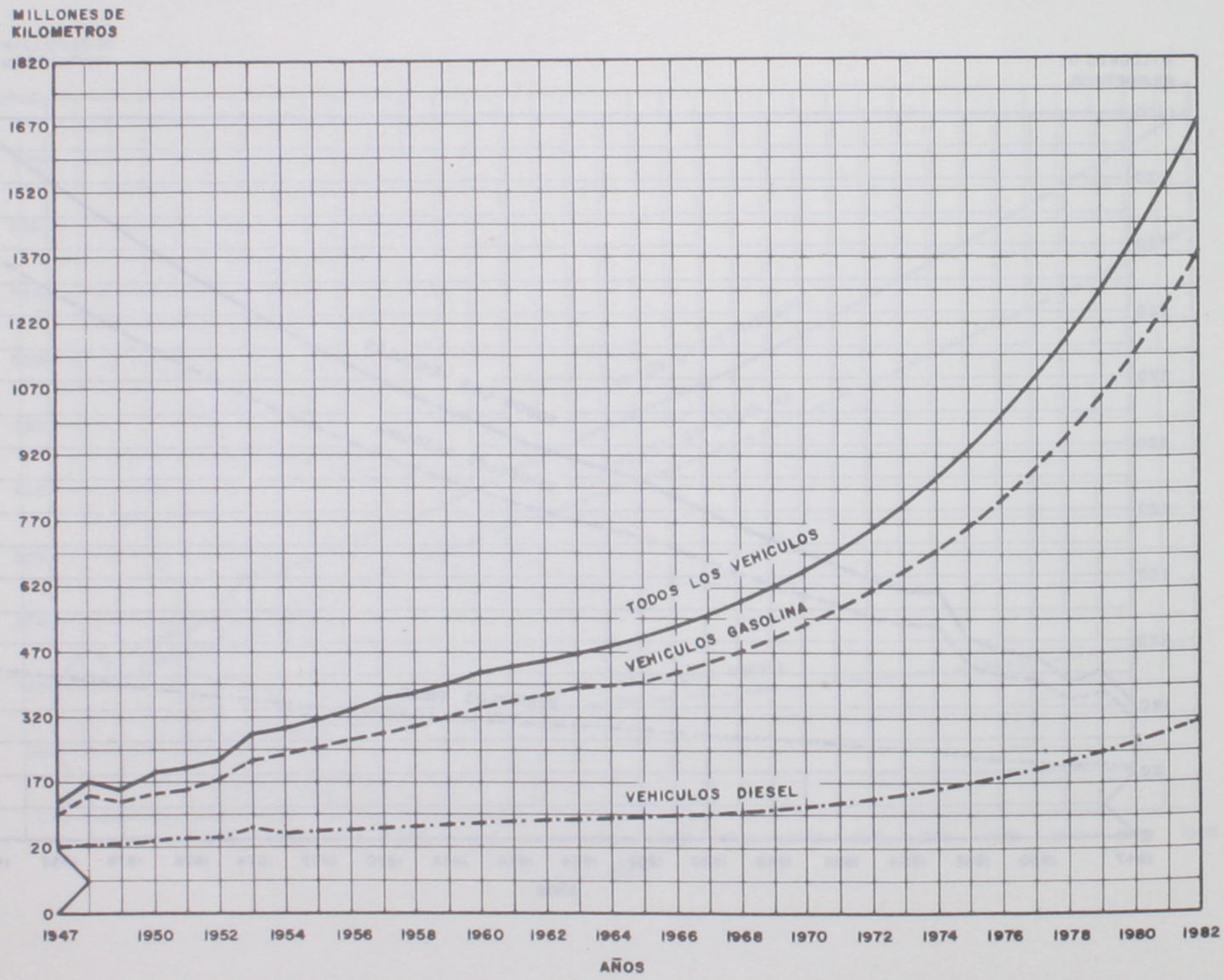


RECORRIDO DEL TOTAL DE VEHICULOS QUE FUNCIONAN CON GASOLINA, DIESEL Y AMBOS COMBUSTIBLES

OBTENIDO DE ACUERDO CON EL METODO Nº 5:

ELASTICIDAD INGRESO

(PERIODO: 1947-1982)



1) Considerando la relación entre la población total del país y el acervo de vehículos, para el período 1946-1960 y proyectando esta relación, se deduce que el número de vehículos por cada 10.000 habitantes llegará a 347,59 en 1970, a 408,09 en 1975 y a 468,59 en 1980.

2) Se se comparan los vehículos por cada 10.000 habitantes obtenidos por los tres métodos en estudio: No.2 - Polinomios Ortogonales (ajuste de 2º grado) No.4-Relación entre el Pro - ducto Territorial Bruto y el Número de Vehículos Importados y No.5-Elasticidad Ingreso, se tienen los siguientes resultados para los años 1970-1975 y 1980.

AÑOS	METODO No.2	METODO No.4	METODO No.5
1970	280,22	263,88	280,81
1975	291,97	277,94	360,10
1980	295,33	292,95	481,39

Como se puede ver, las estimaciones correspondientes al Método No.5 son las que más se aproximan a las obtenidas extrapolando la relación entre la población total y el acervo.

3) De acuerdo con lo anterior si se multiplica el acervo por cada 10.000 habitantes, (párrafo 1), por la población estimada para cada uno de los años 1961-1982, el acervo total que se alcanzará en 1970 será de 60.766 vehículos, en 1975 de 86.896 vehículos y en 1980 de 120.971.

4) Las estimaciones realizadas para el acervo como función del número de vehículos importados de acuerdo con los métodos analizados serán los siguientes, para los años 1970, 1975 y 1980.

AÑOS	METODO No.2	METODO No.4	METODO No.5
1970	48.988	46.131	49.092
1975	62.027	59.046	76.501
1980	76.243	75.627	124.275

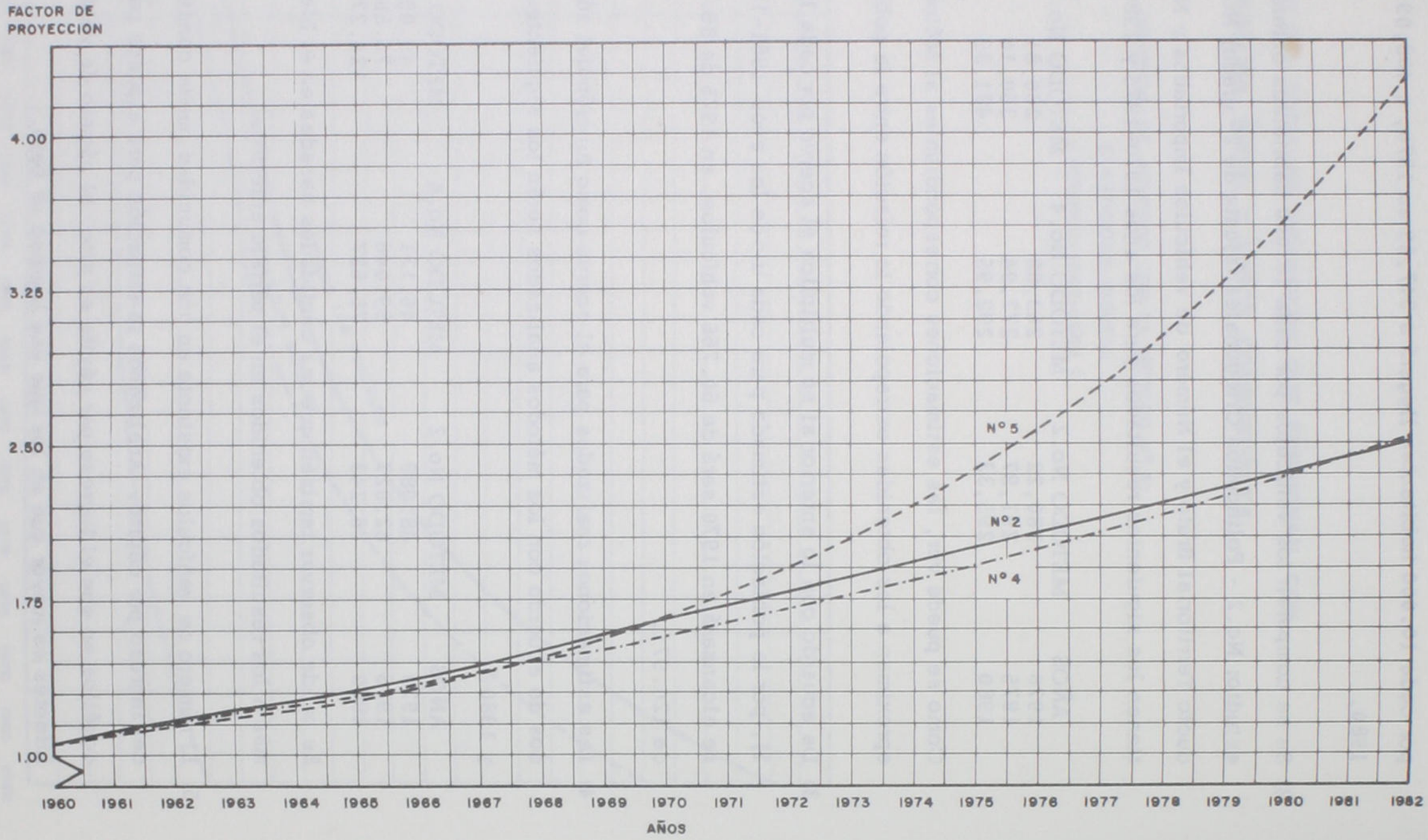
Se puede observar también que las cantidades basadas en el Método No.5 se aproximan más a los resultados obtenidos en el párrafo anterior.

5) El número de vehículos existente en una comunidad puede considerarse como una función del ingreso per cápita. Analizando la situación para algunos países se deduce que en aquéllos en que el Ingreso per cápita es alto, el número de vehículos por cada 10.000 habitantes es mayor que en los que ese ingreso es bajo.

6) En resumen las proyecciones basadas en el Método No.5 (Elasticidad Ingreso) que se fundamenta en la capacidad adquisitiva de las personas, son las que parecen ser más acertadas y por lo tanto su uso se recomienda de acuerdo con todo lo expuesto en este estudio.

FACTORES DE PROYECCION DEL TRANSITO

SEGUN LOS METODOS N°2, N°4, N°5
AÑO BASE: 1959
(PERIODO 1960 – 1982)



BIBLIOGRAFIA

1) Albert L. Meyers.- "Elementos de Economía Moderna". Editorial Apolo. Pasaje Marimó 7, Barcelona España.

2) Commonwealth of Puerto Rico. Department of Public Works Bureau of Traffic. "Historic Trend and Forecast of Motor Vehicle Registration, Gasoline Consumption and Motor Vehicle Travel in Puerto Rico - 1956 Revision".

3) Harvard University Press. "The Review of Economic and Statistics",- Vol.XLIII. May 1961 Number 1 Cambridge Massachusetts. 2 S.A.- pp/18 á 121 y 123 á 125.

4) Ministerio de Obras Públicas. Departamento de Planeamiento. "Anteproyecto de la Carretera Aeropuerto El Coco-San Ramón"- San José,Costa Rica, 1956.- pp/2 - 3 y 4.

5) Ministerio de Obras Públicas. Departamento de Planeamiento. "Vehículos Automotores en Circulación en Costa Rica (al 31 de Diciembre de 1960)".- San José, Costa Rica 1961.- pp/3 y 9.

CARACTERISTICAS DE TRANSITO
EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN JOSE

1957 - 1962

ORGANIZATION OF AMERICAN STATES

NINTH PAN AMERICAN HIGHWAY CONGRESS

Washington, D.C. May 6-18, 1963

OAS Official Records OEA/Ser.K/I.9.1 (English)

Original Language: English Chapter V Topic 18 of the Agenda Doc. No.

Distribution: Limited

TRAFFIC CHARACTERISTICS OF THE METROPOLITAN AREA OF SAN JOSE 1957 - 1962

PLANNING DEPARTMENT _ MINISTRY OF PUBLIC WORKS

COSTA RICA

SUMMARY

PREFACE

The unit most often used in traffic studies is the Average Daily Traffic (ADT)(*) which is defined as the number of vehicles passing a given point of a higway in one year, divided by 365. The determination of such a value for each section of every road in the country would be a tremen - dous job that would require a great investment in personnel and equipment. For this reason the Department decided to establish a system of "Permanent Control Stations" at four representative points of the highways in the Metropolitan Area, and adjust the short counts according to traffic trends observed in the Control Stations. From this count it is possible to obtain average traffic volumes on all highways by means of short counts of one or two days at representative points on each road.

Control Stations were installed in April 1957 and a report has been published annually which includes characteristics and variation in each one of them. The present report summarizes the results obtained for the period 1957-1962 which may be considered a suitable period for obtaining satisfactory conclusions concerning the traffic behavior of the zone under consideration.

Summary of conclusions:

The traffic volume at the four permanent control stations has grown considerably in the last five years, with an annual average growth of 10% for the period under study (1957-1962). This growth in traffic is representative of the metropolitan area of San José.

(*) The ADT, when not otherwise stated, is here considered as Annual Average Daily Traffic (AADT)

In general it can be said that the months of maximum and minimum traffic volumes have not varied during the period, with December being the month of highest and October that of lowest volume. The same can be said of the peak and low hours, since in 90% of the cases the peaks are reached from 11 am. to 12 noon and from 4 to 5 in the afternoon. Likewise, the hours of minimum volume are in all cases from 10 p.m. to 6 a.m., which 8 hour lapse represents around 9% of the Average Daily Traffic.

In general, it can also be noted, that at urban and suburban stations, the greatest traffic is registered from Monday to Saturday with a considerable decrease on Sundays. At all rural stations the Sunday traffic is larger than that during the rest of the week. On week days, the peaks are reached in most cases on Monday or Friday. The Average Daily Traffic (ADT) and the week day average daily traffic (WADT) have not shown great difference for the period under study, however, the WADT has grown more rapidly than the ADT.

It must be made clear that the trends and traffic characteristics presented in this report, are true for the metropolitan area of San José and not necessarily for the rest of the country's highway system, where conditions are different and where harvest seasons, for instance, have a definite influence on traffic volume.

According to established highway desing standards, the latter must be based on the relation between top peak hourly flow and annual average daily traffic.

Since the minimum hourly flow would give an inadequate design and since it would be uneconomical to base the design on peak traffic, it is recommended to obtain a curve in order to determine the most economical solution. According to investigations made by several highway departments in the United States of America, the hourly volume which satisfies this condition should be at the point where the curve flattens out, that is to say, the section of the curve where the rate of change becomes zero.

If we consider the frecuency curve for the permanent control stations, it can be seen that this point varies from the twentieth highest hour for urban and suburban stations (EP-3 and EP-4) to the fiftieth highest hourly traffic volume for the rural stations (EP-1 and EP-2) which re - presents respectively 9 and 9.5% of the average daily traffic at those stations.

In general, it is recommended to use a design hourly volume equivalent to 10% of the ADT which corresponds approximately to the thirtieth highest hour for rural highways and the twentieth highest volume for city streets and urban or suburban highways.

Average Daily Traffic

If the ADT for each of the Permanent Control Stations for the period April 1957 to March 1962

is analized, it can be seen that the daily average has grown. Only station EP-3 (La Califor - nia) presents a decrease in traffic volume for the period 1960-1961.

Average Daily Traffic in the Permanent Stations Period 1957-1962.

Exhibit No.1 - Page 5

Weekday Average Daily Traffic:

WADT variations:

The weekday average daily traffic (WADT) is defined as the average daily traffic excluding Saturdays, Sundays, and holidays.

This traffic volume has grown at all four Permanent Control Stations; with the highest increases registered during the following periods: 1957-58 to 1958-59 and from 1960-61 to 1961-62 in stations EP-1, EP-2 and EP-3; and from 1958-59 to 1959-60 and 1960-61 to 1961-62 in station EP-4.

The traffic volume increase at station EP-4 (Guadalupe) for the period under study is the highest of all Permanent Stations. This rapid increase is probably due to new educational and residential zones developed in the area of Guadalupe. The change observed at stations EP-3 (La California) may be considered reasonable, since there have been changes in bus traffic through that point, and changes in regulations regarding directions of flow of traffic at the intersection of Central Avenue and 21 th Street, which directly affect traffic volume at that station.

Weekday Average Daily Traffic at Permanent Stations - Period 1957-1962.

Exhibit No.2 - Page 5

Design Hourly Volume

Highest hourly volumes, 30th H.V., 50th H.V.

Thirtieth Highest Hourly Volume (30th H.V.)

In studying the curves for the Permanent Control Stations, it can be seen that the thirtieth highest hourly volume (30th H.V.) is the more feasible design value for urban and suburban highways. This volume, expressed as a percentage of the A.D.T., has presented the following average values for the period under consideration: 10.2% for station EP-1 (San Pe - dro), 10.5% for station EP-2 (La Uruca), and 9.4% for station EP-3 (La California) and EP-4 (Guadalupe).

Annual Hourly Volume of the thirtieth highest hour (30th H.V.)
(in percentages of the ADT each year)

Period 1957-1962

Exhibit No.3 - Page No.5

Fiftieth Highest Hourly Volume (50th H.V.)

The fiftieth highest hourly volume (50th H.V.) is according to the results of this study, the most feasible va lue for the design of rural highways.

The annual variation of the percentages obtained by the relation of this hourly volume and the ADT is approximately constant for the period under consideration.

The average percentage for each control station is as follows:

9% for the stations located in urban or suburban zones (EP-3 and EP-4) 9.5% for rural station EP-1 (San Pedro) and 9.7% for rural station EP-2 (La Uruca).

Annual Hourly Volume of the Fiftieth Highest Hour.

Permanent Stations

(In percentages of the ADT for each year)

Period 1957-1962

Exhibit No.4 - Page 5

Daily Variation

Highest Daily Volume of the Average Week (Excluding Holidays)

This section deals with the daily variations on wekdays, Saturdays and Sundays. If we analyze the daily volume for each day of the average week of the year (excluding holidays), we see that the highest volume for stations EP-1 and EP-2 was registered on Sunday or Monday. In station EP-3, the highest volume was registered on Monday for the period 1957-1958 and on Friday for the period 1958-1962. For station EP-4, Saturday has represented the highest daily volume in all cases.

Lowest Daily Volume of the Average Week (Excluding Holidays)

The lowest daily volume for the average week registered in each of the permanent stations has been as follows: for station EP-1 the lowest volume was registered on Wednesday for the period April 1957, March 1961 and Friday for the period 1961-1962; for station EP-2, it was registered on Wednesday for the period 1957-1961 and on Tuesday for 1961-1962. In stations EP-3 (La California) and EP- 4 (Guadalupe) the lowest daily volume was registered always on Sunday.

Monthly Variation

Monthly Variations at the Permanent Station.

Monthly fluctuations have been typical in the Metropolitan Area of San José, since the months of highest and lowest volume have remained the same at all four Permanent Control Stations. December has always been the month of highest volume. March has also been a high month at stations EP-1, EP-2 and EP-3 (Although not as high as December). October was the month of lowest volume at all four stations for the period under consideration.

Exhibit No.1.-

Average Daily Traffic in the Permanent Stations Period 1957-1962.

Permanent Stations	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62
EP-1 (San Pedro)	2.990	3.431	3.475	3.643	4.049
EP-2 (La Uruca)	4.134	4.570	4.785	5.065	5.663
EP-3 (La California)	7.770	8.613	9.406	8.919	10.326
EP-4 (Guadalupe)	5.228	5.392	6.347	6.367	8.277

Exhibit No.2

Weekday Average Daily Traffic at Permanent Stations - Period 1957-1962

Permanent Stations	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Average
EP-1 (San Pedro)	2.949	3.412	3.448	3.629	4.022	3.492
EP-2 (La Uruca)	4.057	4.478	4.731	5.085	5.534	4.777
EP-3 (La California)	7.972	8.882	9.646	9.290	10.732	9.304
EP-4 (Guadalupe)	5.252	5.466	6.404	6.459	8.445	6.405

Exhibit No 3 -

Annual Hourly Volume of the thirtieth highest hour (30th H.V.)

Permanent Stations	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Average
EP-1 (San Pedro)	11.0	9.9	9.6	11.3	9.4	10.2
EP-2 (La Uruca)	10.4	11.0	9.9	9.9	11.1	10.5
EP-3 (La California)	9.4	9.6	9.3	9.3	9.0	9.3
EP-4 (Guadalupe)	9.4	9.3	9.1	9.8	9.0	9.3

Exhibit No.4

Annual Hourly Volume of the Fiftieth Highest Hour. Permanent Stations

STATION	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Average
EP-1 (San Pedro)	9.8	9.2	9.2	10.3	8.8	9.5
EP-2 (La Uruca)	9.8	10.1	9.3	9.2	9.9	9.7
EP-3 (La California)	9.2	9.4	8.9	9.0	8.7	9.0
EP-4 (Guadalupe	9.0	9.0	8.7	9.5	8.8	9.0

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo V Tema 18 de la Agenda Doc. No.

Distribution: Limited

CARACTERISTICAS DEL TRANSITO EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN JOSE 1957 - 1962

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

PREFACIO

La unidad de medida más usada en estudios de tránsito es el día promedio anual (T.P.D.) que se define como el número de vehículos que pasan por un punto determinado de una carretera en un año, dividido entre 365. Es obvio, que la determinación de este valor para todas las sec - ciones de cada uno de los caminos del país sería una labor de enormes proporciones, que re - querirría una gran inversión en equipo y personal. Por esta razón el Departamento de Planea - miento del Ministerio de Obras Públicas, pensó establecer un sistema de estaciones permanen tes de control, en cuatro puntos clave de las carreteras del Area Metropolitana y variar los re sultados obtenidos en recuentos de corta duración, de acuerdo con la tendencia anual observa da en las estaciones permanentes. En esta forma es posible obtener valores promedio del trán sito en todas las carreteras, efectuando recuentos de uno o dos días en los puntos típicos de cada carretera.

Estas estaciones de control fueron instaladas en abril de 1957 y anualmente se ha publicado un folleto en el que se analizan las características y variaciones del tránsito en cada una de ellas. El presente estudio sumariza los resultados obtenidos en el período 1957-1962 que puede con siderarse ya como un período suficientemente largo para obtener conclusiones satisfactorias.

Para efectos de diseño de carreteras, las tendencias de tránsito son de gran utilidad, ya que para realizar un diseño, es necesario estimar el tránsito que hará uso de la carretera durante su vida útil, la cual generalmente se asume en 20 años.

En el presente estudio, se incluyen tendencias de tránsito para cada una de las carreteras don de están ubicadas las estaciones permanentes.

RESUMEN DE CONCLUSIONES

El volumen de tránsito en las cuatro estaciones permanentes ha crecido considerablemente en los últimos años, habiéndose presentado en las mismas un promedio de aumento del 10% para el período en estudio (1957-1962). Esta tendencia es representativa de la variación del tránsito en el Area Metropolitana de San José ya que las estaciones están localizadas en puntos clave de las carreteras de esa zona.

En general los meses de máximo y mínimo volumen de tránsito no han variado en el período, siendo Diciembre el mes de mayor volumen y Octubre el de menor tránsito. Lo mismo puede decirse de las horas de volumen máximo, ya que en el 90% de los casos los picos se presentan de las 11 a las 12 del día y de 5 a 6 de la tarde. Asimismo, las horas de volumen mínimo, se presentan en todos los casos de 10 pm. a 6 am., representando este lapso de 8 horas alrededor del 9% del T.P.D.L.

En general se puede notar también, que en las estaciones urbanas y suburbanas el tránsito mayor se registra de lunes a sábado y disminuye considerablemente los domingos. En las estaciones rurales es mayor el tránsito los días domingos. En cuanto a los días laborables de la semana, los picos se presentan en la mayoría de los casos el lunes o el viernes. El tránsito Promedio Diario (TPD) y el Tránsito Promedio Diario Laboral (TPDL) no han presentado diferencias grandes en el período analizado. Sin embargo el TPDL ha crecido más rápidamente que el TPD.

Cabe hacer notar que las tendencias anotadas son ciertas para las carreteras del Area Metropolitana de San José y no deben tomarse necesariamente como norma para el resto del país, en donde las características son diferentes, y las épocas de cosecha, por ejemplo, tienen una influencia definitiva en el aumento o disminución del tránsito.

De acuerdo con las normas establecidas para el diseño de carreteras, éste debe basarse en las curvas de frecuencia de las horas máximas anuales.

Como las horas mínimas o las cercanas al promedio darían un diseño inadecuado, y sería asimismo antieconómico diseñar para las horas máximas, debe buscarse en la curva el punto que represente la relación más convenientes entre costo y servicio. Según estudios realizados por varios Departamentos de Carreteras de los Estados Unidos, el volumen horario de diseño que cumple esta condición debe buscarse en el sector en que la curva comienza a transformarse en una línea recta o, lo que es lo mismo, en el sector en donde la razón de cambio de la pendiente tiende hacia cero.

Si se observan las curvas de frecuencia de las estaciones permanentes, puede notarse que el

sector mencionado varía entre la (20) veinteava hora máxima para las estaciones urbanas y suburbanas (EP-3 y EP-4) y la cincuentava para las rurales (EP-1 y EP-2), que representan el 9 y el 9.5% del TPD respectivamente.

En general se recomienda usar un volumen horario de diseño de 10% del TPD que corresponde aproximadamente a la treintava hora máxima para las carreteras rurales y a la veinteava para las calles y carreteras urbanas y suburbanas.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO

VARIACIONES DEL TPD EN EL PERIODO 1957-1962:

Si se analiza el TPD, para cada estación durante los períodos anuales comprendidos entre A - bril de 1957 y Marzo de 1962, se observa que el volumen promedio diario ha presentado incre mentos a través de los años.

Unicamente la Estación EP-3 (La California) tuvo un descenso en el TPD en el período 1960 - 1961.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO EN LAS ESTACIONES PERMANENTES
Período 1957-1962

Est. Permanente	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62
EP-1 (San Pedro)	2.990	3.431	3.475	3.643	4.049
EP-2 (La Uruca)	4.134	4.570	4.785	5.065	5.663
EP-3 (La California)	7.770	8.613	9.406	8.919	10.326
EP-4 (Guadalupe)	5.228	5.392	6.347	6.367	8.277

TRANSITO PROMEDIO EN DIAS LABORABLES

VARIACIONES DEL TPDL:

El Tránsito Promedio en Días Laborables (TPDL), se ha definido como el tránsito promedio diario, excluyendo sábados, domingos y días feriados.

El TPDL ha ido aumentando a través de los años en cada una de las estaciones permanentes; los aumentos más notables se han presentado en los siguientes períodos: 1957-58 a 1958-59 y de 1960-61 a 1961-62, en las estaciones EP-1 (San Pedro), EP-2 (La Uruca) y EP-3(La Cali fornia) y de 1958-59 a 1959-60 y de 1960-61 a 1961-62 en la Estación EP-4 (Guadalupe).

El aumento experimentado en la Estación EP-4 (Guadalupe) en el período en estudio constitu - ye el máximo incremento que han alcanzado anualmente las estaciones permanentes. Este au mento se atribuye a la creación de nuevas zonas residenciales.

Los cambios en la Estación EP-3(La California) pueden considerarse como lógicos, ya que se han producido cambios en las líneas de autobuses que pasan por ese punto y han habido ade - más cambios en las direcciones de vía de la intersección de la Avenida Central y Calle 21,que afectan esa estación.

TRANSITO PROMEDIO EN DIAS LABORABLES EN LAS ESTACIONES PERMANENTES
Período 1957-1962

Est. Permanentes	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.-
EP-1 (San Pedro)	2.949	3.412	3.448	3.629	4.022	3.492
EP-2 (La Uruca)	4.057	4.478	4.731	5.085	5.534	4.777
EP-3 (La California)	7.972	8.882	9.646	9.290	10.732	9.304
EP-4 (Guadalupe)	5.252	5.466	6.404	6.459	8.445	6.405

VOLUMEN HORARIO DE DISEÑO

MAXIMOS VOLUMENES HORARIOS, 30 VH y 50 VH:

Treintava Hora Máxima (30 VH)

Al estudiar las curvas correspondientes a las Estaciones Permanentes se deduce que la Treintava Hora Máxima (30VH), representa el valor más conveniente para el diseño de carreteras urbanas y suburbanas (EP-3 y EP-4) respectivamente. La treintava hora más alta como porcentaje del TPD, ha adquirido los siguientes porcentajes promedio: 10.2% para la Estación EP-1 (San Pedro), 10.5% para la EP-2 (La Uruca) y 9.3% para cada una de las Estaciones EP-3 (La California) y EP-4 (Guadalupe).

VOLUMEN HORARIO ANUAL DE LA TREINTAVA HORA MAXIMA (30 VH)
(datos en porcentajes del TPD de cada año)
Período 1957 - 1962

ESTACION	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.
EP-1 (San Pedro	11.0	9.9	9.6	11.3	9.4	10.2
EP-2 (La Uruca)	10.4	11.0	9.9	9.9	11.1	10.5
EP-3 (La California)	9.4	9.6	9.3	9.3	9.0	9.3
EP-4 (Guadalupe)	9.4	9.3	9.1	9.8	9.0	9.3

Cincuentava Hora Máxima (50 VH) :

El cincuentavo volumen horario máximo anual (50 VH) es el más indicado para el diseño de carreteras rurales (EP-1 y EP-2).

Las variaciones anuales de los porcentajes obtenidos mediante la relación del cincuentavo volumen horario máximo anual y el TPD se mantiene aproximadamente constante para todos los períodos considerados.

Para cada estación de control el porcentaje promedio es el siguiente: 9.0 para las estaciones ubicadas en las zonas urbanas y suburbanas (EP-3 y EP-4) 9.5 para la estación rural EP-1(San Pedro) y 9.7 para la estación rural EP-2 (La Uruca).

VOLUMEN HORARIO ANUAL DE LA CINCUENTAVA HORA MAXIMA
ESTACIONES PERMANENTES
(datos en porcentajes del TPD de cada año)
Período 1957- 1962

ESTACION	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.
EP-1 (San Pedro)	9.8	9.2	9.2	10.3	8.8	9.5
EP-2 (La Uruca)	9.8	10.1	9.3	9.2	9.9	9.7
EP-3 (La California)	9.2	9.4	8.9	9.0	8.7	9.0
EP-4 (Guadalupe)	9.0	9.0	8.7	9.5	8.8	9.0

VARIACION DIARIA

DIA DE VOLUMEN MAXIMO DE LA SEMANA PROMEDIO (Excluyendo Feriados):

El estudio de la variación diaria se refiere a los cambios de volumen en los días laborables de la semana, (excluyendo sábados y domingos). Analizando el volumen diario para cada día de la semana promedio anual (exceptuando en este promedio los días feriados), se deduce que el día de volumen más alto, para las estaciones EP-1 y EP-2, ha ocurrido los días lunes o domingos. En la Estación EP-3, el volumen máximo ha ocurrido el lunes para el período Abril de 1957 - Marzo de 1958 y viernes para el período Abril 1958 - Marzo 1962. Para la Estación EP-4, el sábado ha representado el día de máximo volumen, en todo el período considerado.

DIA DE VOLUMEN MINIMO SEMANA PROMEDIO (Excluyendo feriados):

El día de mínimo volumen para la semana promedio (excluyendo los feriados) ha correspondido para cada una de las Estaciones en la siguiente forma: EP-1 (San Pedro), el miércoles para el período Abril 1957-Marzo 1961, y viernes para el período Abril 1961 - Marzo 1962; para la Estación EP-2 (La Uruca), ha sido el miércoles para el período Abril 1957 - Marzo 1961 y martes para el período Abril 1961 - Marzo 1962. En las estaciones EP-3 (La California) y EP- 4 (Guadalupe) el día de mínimo volumen resultó ser el domingo.

VARIACION MENSUAL

VARIACIONES MENSUALES EN LAS ESTACIONES PERMANENTES:

Las fluctuaciones mensuales del tránsito, han sido típicas en cada estación de control, ya que, los meses de máximo y mínimo volumen han permanecido constantes en cada estación permanente.

En las cuatro estaciones de control, el mes de diciembre ha alcanzado los volúmenes máximos. Los volúmenes de Marzo han sido muy altos en las Estaciones EP-1, EP-2 y EP-3. El mes de Octubre ha tenido un tránsito mínimo en todas las estaciones de control.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo V Tema 18 de la Agenda Doc. No.

Distribución Limitada

CARACTERISTICAS DEL TRANSITO EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN JOSE 1957 - 1962

DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

RESUMEN

PREFACIO

La unidad de medida más usada en estudios de tránsito es el día promedio anual (T.P.D.) que se define como el número de vehículos que pasan por un punto determinado de una carretera en un año, dividido entre 365. Es obvio, que la determinación de este valor para todas las secciones de cada uno de los caminos del país sería una labor de enormes proporciones, que requeriría una gran inversión en equipo y personal. Por esta razón el Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, pensó establecer un sistema de estaciones permanentes de control, en cuatro puntos clave de las carreteras del Area Metropolitana y variar los resultados obtenidos en recuentos de corta duración, de acuerdo con la tendencia anual observada en las estaciones permanentes. En esta forma es posible obtener valores promedio del tránsito en todas las carreteras, efectuando recuentos de uno o dos días en los puntos típicos de cada carretera.

Estas estaciones de control fueron instaladas en abril de 1957 y anualmente se ha publicado un folleto en el que se analizan las características y variaciones del tránsito en cada una de ellas. El presente estudio sumariza los resultados obtenidos en el período 1957-1962 que puede considerarse ya como un período suficientemente largo para obtener conclusiones satisfactorias, y se incluyen tendencias de tránsito para cada una de las carreteras, donde están ubicadas las estaciones permanentes.

Se espera que los datos obtenidos hasta el presente, sean útiles a entidades o personas interesadas en el estudio de las variaciones de tránsito de esta importante región.

RESUMEN DE CONCLUSIONES

El volumen de tránsito en las cuatro estaciones permanentes ha crecido considerablemente en los últimos años, habiéndose presentado en las mismas un promedio de aumento del 10% para el período en estudio (1957-1962). Esta tendencia es representativa de la variación del tránsito en el Area Metropolitana de San José ya que las estaciones están localizadas en puntos clave de las carreteras de esa zona.

En general los meses de máximo y mínimo volumen de tránsito no han variado en el período, siendo Diciembre el mes de mayor volumen y Octubre el de menor tránsito. Lo mismo puede decirse de las horas de volumen máximo, ya que en el 90% de los casos los picos se presentan de las 11 a las 12 del día y de 5 a 6 de la tarde. Asimismo, las horas de volumen mínimo, se presentan en todos los casos de 10 p.m. a 6 a.m., representando este lapso de 8 horas alrededor del 9% del T.P.D.

En general se puede notar también, que en las estaciones urbanas y suburbanas el tránsito mayor se registra de lunes a sábado y disminuye considerablemente los domingos. En las estaciones rurales es mayor el tránsito los días domingos. En cuanto a los días laborables de la semana, los picos se presentan en la mayoría de los casos el lunes o el viernes. El Tránsito Promedio Diario (T.P.D.) y el Tránsito Promedio Diario Laboral (T.P.D.L.) no han presentado diferencias grandes en el período analizado. Sin embargo el TPDL ha crecido más rápidamente que el TPD.

Cabe hacer notar que las tendencias anotadas son ciertas para las carreteras del Area Metropolitana de San José y no deben tomarse necesariamente como norma para el resto del país, en donde las características son diferentes, y las épocas de cosecha, por ejemplo, tienen una influencia definitiva en el aumento o disminución del tránsito.

De acuerdo con las normas establecidas para el diseño de carreteras, éste debe basarse en las curvas de frecuencia de las horas máximas anuales.

Como las horas mínimas o las cercanas al promedio darían un diseño inadecuado, y sería asimismo antieconómico diseñar para la hora máxima , debe buscarse en la curva el punto que represente la relación más conveniente entre costo y servicio. Según estudios realizados por varios Departamentos de Carreteras de los Estados Unidos, el volumen horario de diseño que cumple esta condición debe buscarse en el sector en que la curva comienza a transformarse en

una línea recta o, lo que es lo mismo, en el sector en donde la razón de cambio de la pen - diente tiende hacia cero.

Si se observan las curvas de frecuencia (Graficos correspondientes) de las estaciones permanentes, puede notarse que el sector mencionado varía entre la (20) veinteava hora máxima para las estaciones urbanas y suburbanas (EP-3 y EP-4) y la cincuentava para las rurales (EP-1 y EP-2), que representan el 9 y el 9.5% del TPD respectivamente.

En general se recomienda usar un volumen horario de diseño de 10% del TPD que corresponde aproximadamente a la treintava hora máxima para las carreteras rurales y a la veinteava para las calles y carreteras urbanas y suburbanas.

ESTACIONES PERMANENTES DE CONTROL DE TRANSITO

FUENTES DE RECOLECCION DE DATOS:

Los datos presentados y analizados en este estudio, provienen de la recopilación de los re - cuentos obtenidos de contadores mecánicos, instalados en cuatro puntos específicos de las principales vías del Area Metropolitana.

A estos puntos de las carreteras, donde los recuentos de tránsito son obtenidos continuamente, se les ha denominado Estaciones Permanentes (EP).

Estas estaciones han funcionado durante cinco años consecutivos (1957-62) en los siguien - tes lugares:

EP-1: Localizada en el Km. 4.4 de la Ruta Nacional No.2, a 1 kilómetro aproximadamente de la Iglesia de San Pedro, hacia Tres Ríos.

EP-2: Ubicada en el Km. 5.1 de la Ruta Nacional No.1, en La Uruca a 200 metros aproximadamente de la intersección con la carretera Wilson, hacia Heredia.

EP-3: Situada en el Km. 1.4 de la Ruta Nacional No.2, en el sector de La California de la Ciudad de San José, en la Avenida Central entre Calles 21 y 23.

EP-4: Instalada en el Km. 3.0 de la Ruta Nacional No.6, frente al Colegio Napoleón Quesada, en la carretera a Guadalupe.

En términos generales, estas estaciones son rurales las dos primeras (EP-1 y EP-2), suburbana la (EP-4) y urbana la (EP-3)

RECOLECCION Y TABULACION DE DATOS

RECUENTOS DE TRANSITO Y EQUIPO DE RECOLECCION:

El volumen de tránsito es simplemente el número de vehículos que pasa por un punto de una

carretera durante un período de tiempo determinado. Estos recuentos pueden hacerse por medios manuales o mecánicos durante lapsos que pueden ser de corta o larga duración.

Las instalaciones permanentes, donde los volúmenes de tránsito son acumulados en forma ininterrumpida, están equipadas con contadores mecánicos automáticos, que imprimen en una cinta de papel el número de vehículos que pasan por ese punto obteniéndose un total para cada hora.

Las máquinas usadas son del tipo "Traficounter-Mood R C" que fabrica la Casa Streeter-Amet Co. de Chicago. Estos instrumentos funcionan por medio de impulsos de aire, trasmitidos por el paso de los vehículos que transitan por la vía, al oprimir un tubo neumático que se coloca normalmente sobre ella. Al incider este impulso sobre un diafragma produce un contacto eléctrico, el cual a su vez acciona el mecanismo contador avanzando un número por cada dos impulsos. Por su parte el reloj, que funciona mediante cuerda de una semana de duración, conecta cada hora un motor que imprime en una cinta el número representativo del volumen de tránsito de esa hora.

Estos aparatos están expuestos a una serie de fallas debidas a desperfectos mecánicos, batería descargada, roturas del tubo neumático, etc. por lo que ocasionalmente se pierden datos correspondientes a varias horas.

Estos datos son estimados de acuerdo con la información de las semanas anteriores y posteriores en esas mismas horas.

TABULACION DE DATOS.

Los datos acumulados en las Estaciones Permanentes son trasladados a la oficina donde son procesados y tabulados. La información es recopilada en cuadros que indican el volumen horario para cada día de la semana.

Estos cuadros son sumarizados para las 24 horas del día y para cada semana.

Los volúmenes de tránsito para cada día son luego tabulados con el fin de obtener el volumen total mensual y el tránsito promedio diario mensual.

El volumen anual es obtenido mediante la suma de los volúmenes mensuales. Los datos correspondientes a los períodos anuales son analizados comparativamente y con base en ellos se hacen estimaciones del tránsito futuro.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO

VARIACIONES DEL TPD EN EL PERIODO 1957-1962:

Como se ha mencionado, el tránsito promedio (TPD) es el volumen de tránsito durante un pe -

ríodo establecido, dividido por el número de días de ese período, que generalmente es un año. (365 días).

Si se analiza el TPD, para cada estación durante los períodos anuales comprendidos entre a - bril de 1957 y marzo de 1962, se observa que el volumen promedio diario ha presentado incre- mentos a través de los años.

Unicamente la Estación EP-3 (La California) tuvo un descenso en el TPD en el período 1960-61.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO EN LAS ESTACIONES PERMANENTES

Período 1957-1962

Est. Permanentes	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62
EP-1 (San Pedro)	2.990	3.431	3.475	3.643	4.049
EP-2 (La Uruca)	4.134	4.570	4.785	5.065	5.663
EP-3 (La California)	7.770	8.613	9.406	8.919	10.326
EP-4 (Guadalupe)	5.228	5.392	6.347	6.367	8.277

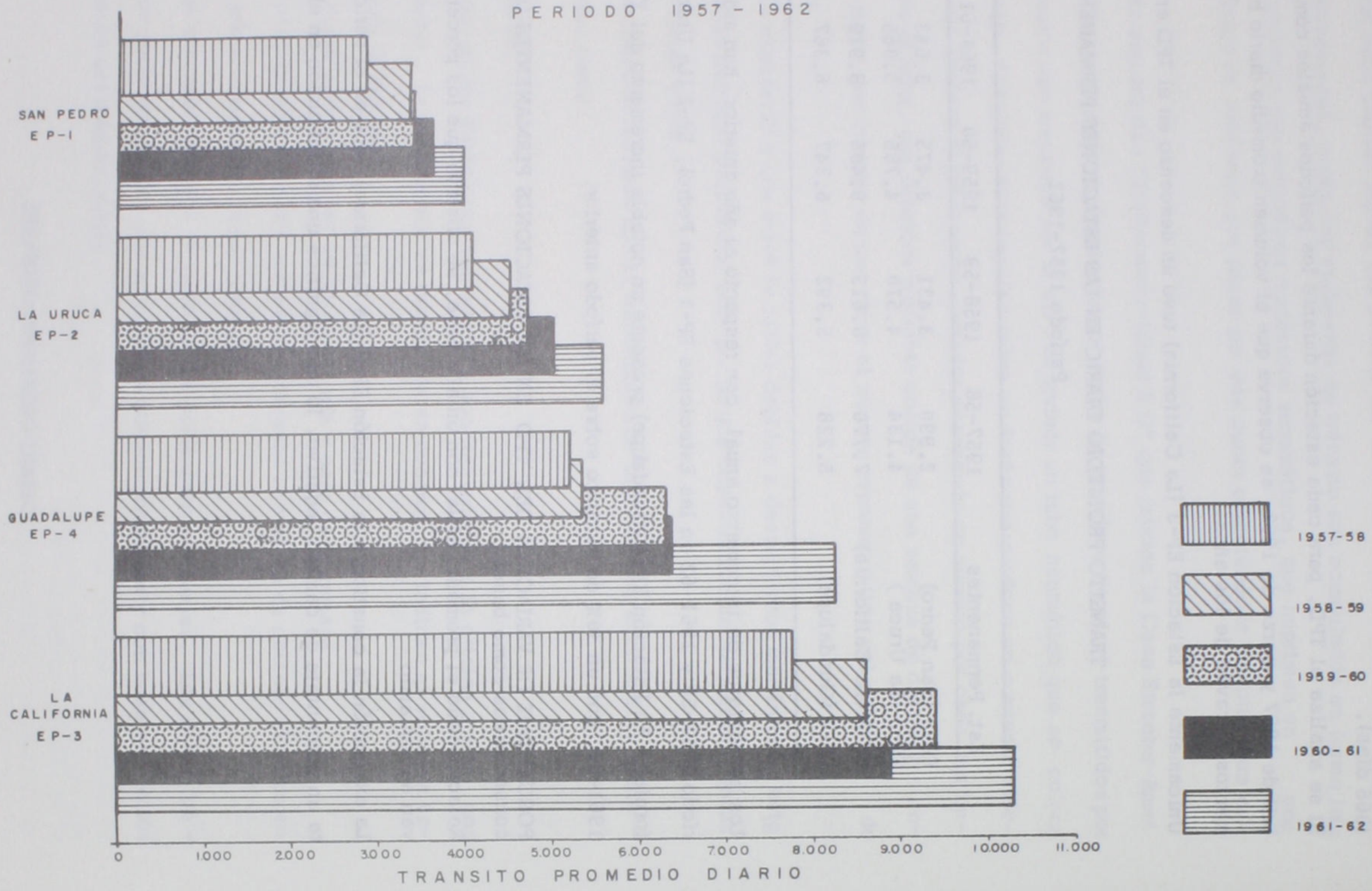
Los porcentajes de incremento anual, con respecto al año anterior, han sido mayores en el pe ríodo 1957-58 y 1961-62 en las Estaciones EP-1 (San Pedro), EP-2 (La Uruca) y EP-3 (La Cali fornia). La Estación EP-4 (Guadalupe) presente un notable incremento del TPD, en el período 1961-62, con un 30% de aumento sobre el período anterior.

PORCENTAJE DE VARIACION DEL TPD EN LAS ESTACIONES PERMANENTES (tomando los años consecutivos como base).

Relacionando el promedio anual con un año base, se observa que los porcentajes de cambio van aumentando.

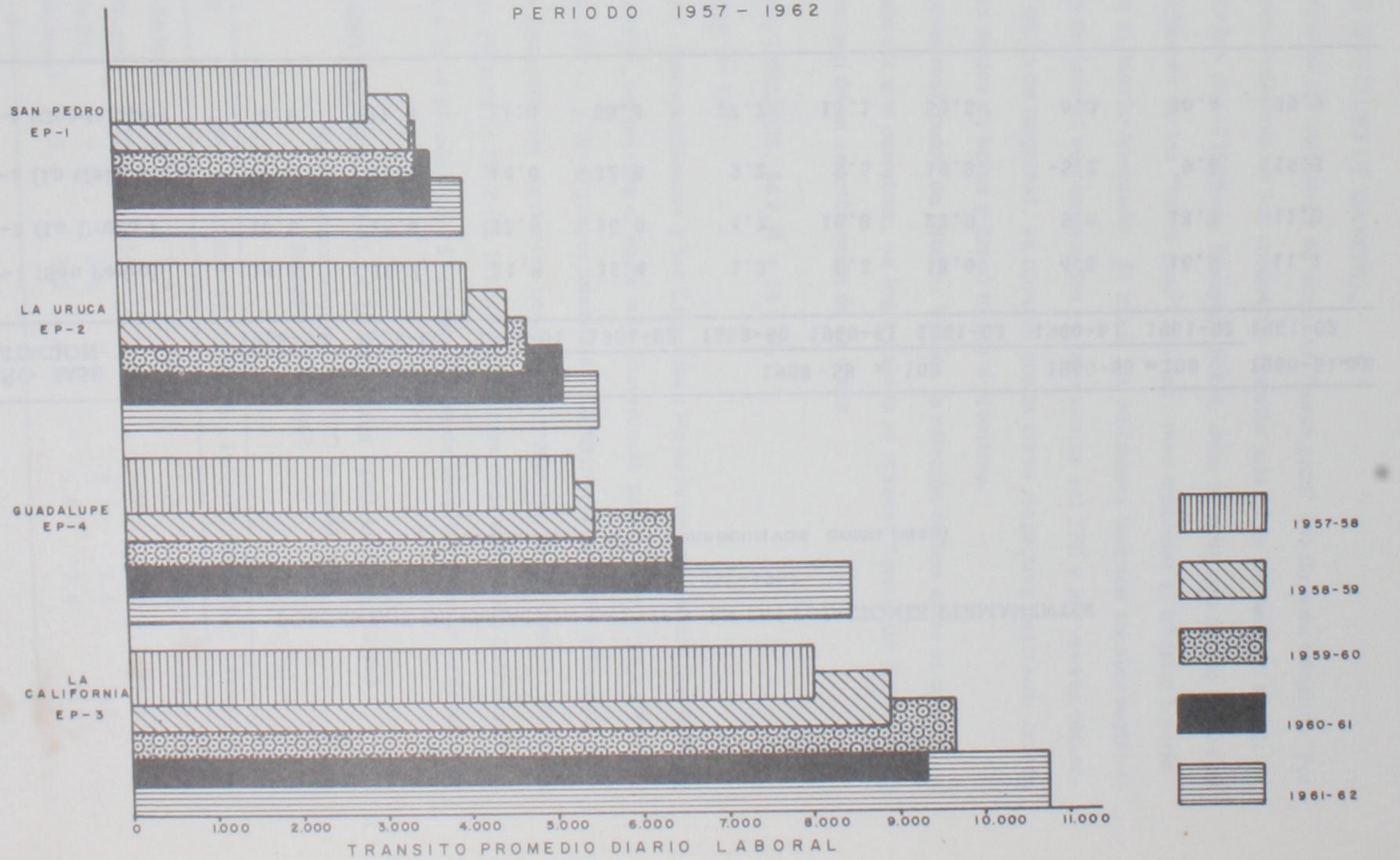
La excepción la constituye la Estación EP-3 (La California), que en el período 1959-60 presen ta un porcentaje de cambio negativo, lo que significa una disminución en el TPD.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO
EN LAS ESTACIONES PERMANENTES
PERIODO 1957 - 1962



TRANSITO PROMEDIO EN DIAS LABORALES
EN LAS ESTACIONES PERMANENTES

PERIODO 1957 - 1962



PORCENTAJE DE VARIACION DEL TPD EN LAS ESTACIONES PERMANENTES

PERIODO 1957-1962

(Tomando los años consecutivos como base)

AÑO BASE	1957-58 = 100				1958-59 = 100			1959-60 = 100		1960-61=100
ESTACION	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	1959-60	1960-61	1961-62	1960-61	1961-62	1961-62
EP-1 (San Pedro)	14.8	16.2	21.8	35.4	1.3	6.2	18.0	4.8	16.5	11.1
EP-2 (La Uruca)	10.6	15.8	22.5	36.9	4.7	10.8	23.9	5.8	18.3	11.8
EP-3 (La California)	10.9	21.1	14.8	32.8	9.2	3.5	19.8	-5.2	9.8	15.8
EP-4 (Guadalupe)	3.1	21.4	21.8	58.3	17.7	18.1	53.5	0.3	30.4	30.0

VOLUMEN HORARIO DE DISEÑO

HORAS PICO ANUALES DEL FLUJO DE TRANSITO.

En el diseño geométrico de las carreteras se usan las "horas pico" del flujo de tránsito. Por consiguiente es necesario determinar los volúmenes horarios más altos del período anual. Según estudios realizados por el Highway Research Board, debe hacerse uso de las curvas de frecuencia de los volúmenes de las "horas pico" anuales, para encontrar el tránsito horario más conveniente para el diseño adecuado. Si todos los volúmenes horarios anuales registrados en cada estación de control son expresados en porcentajes del TPD y los valores obtenidos son trazados en orden de magnitud, se observa que la curva respectiva desciende bruscamente en las primeras series de horas y luego tiende a nivelarse.

De acuerdo con estudios realizados en Estados Unidos la relación óptima entre el costo y el servicio proporcionado por una carretera, se logra cuando el volumen horario de diseño se selecciona cerca del origen de la sección recta de la curva.

MAXIMOS VOLUMENES HORARIOS, 30 V.H y 50 V.H.:

Treintava Hora Máxima (30 VH):

Al estudiar las curvas correspondientes a las Estaciones Permanentes se deduce que la Treintava Hora Máxima (30VH), representa el valor más conveniente para el diseño de carreteras ' urbanas y suburbanas (EP-3 y EP-4) respectivamente. La treintava hora más alta como por - centaje del TPD, ha adquirido los siguientes porcentajes promedio: 10.2% para la Estación EP-1 (San Pedro), 10.5% para la EP-2 (La Uruca) y 9.3% para cada una de las Estaciones ... EP-3 (La California) y EP-4 (Guadalupe). El Cuadro siguiente permite observar lo descrito anteriormente.

VOLUMEN HORARIO ANUAL DE LA TREINTAVA HORA MAXIMA (30 VH)
(datos en porcentajes del TPD de cada año)
Período 1957-1962

ESTACION	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.
EP-1 (San Pedro)	11.0	9.9	9.6	11.3	9.4	10.2
EP-2 (La Uruca)	10.4	11.0	9.9	9.9	11.1	10.5
EP-3 (La Calif.)	9.4	9.6	9.3	9.3	9.0	9.3
EP-4 (Guadalupe)	9.4	9.3	9.1	9.8	9.0	9.3

Cincuentava Hora Máxima (50 VH):

El cincuentavo volumen horario máximo anual (50 VH) es el más indicado para el diseño de ca

rreteras rurales (EP-1 y EP-2).

Las variaciones anuales de los porcentajes obtenidos mediante la relación del cincuentavo volumen horario máximo anual y el TPD se mantiene aproximadamente constante para todos los períodos considerados.

Para cada estación de control el porcentaje promedio es el siguiente: 9.0 para las estaciones ubicadas en las zonas urbanas y suburbanas (EP-3 y EP-4), 9.5 para la estación rural EP- 1 (San Pedro) y 9.7 para la estación rural EP-2 (La Uruca).

VOLUMEN HORARIO ANUAL DE LA CINCUENTAVA HORA MAXIMA
ESTACIONES PERMANENTES

(datos en porcentajes del TPD de cada año)
Período 1957-1962

ESTACION	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.
EP-1 (San Pedro)	9.8	9.2	9.2	10.3	8.8	9.5
EP-2 (La Uruca)	9.8	10.1	9.3	9.2	9.9	9.7
EP-3 (La Calif.)	9.2	9.4	8.9	9.0	8.7	9.0
EP-4 (Guadalupe)	9.0	9.0	8.7	9.5	8.8	9.0

Relación entre el 30 VH y 50 VH:

Si se comparan los valores porcentuales obtenidos en cada año para el 30 VH y el 50 VH, se llega a la conclusión de que la diferencia entre ambos valores ha sido mínima y que tanto el 30 VH, como el 50 VH, alcanzan cifras más altas en las estaciones rurales.

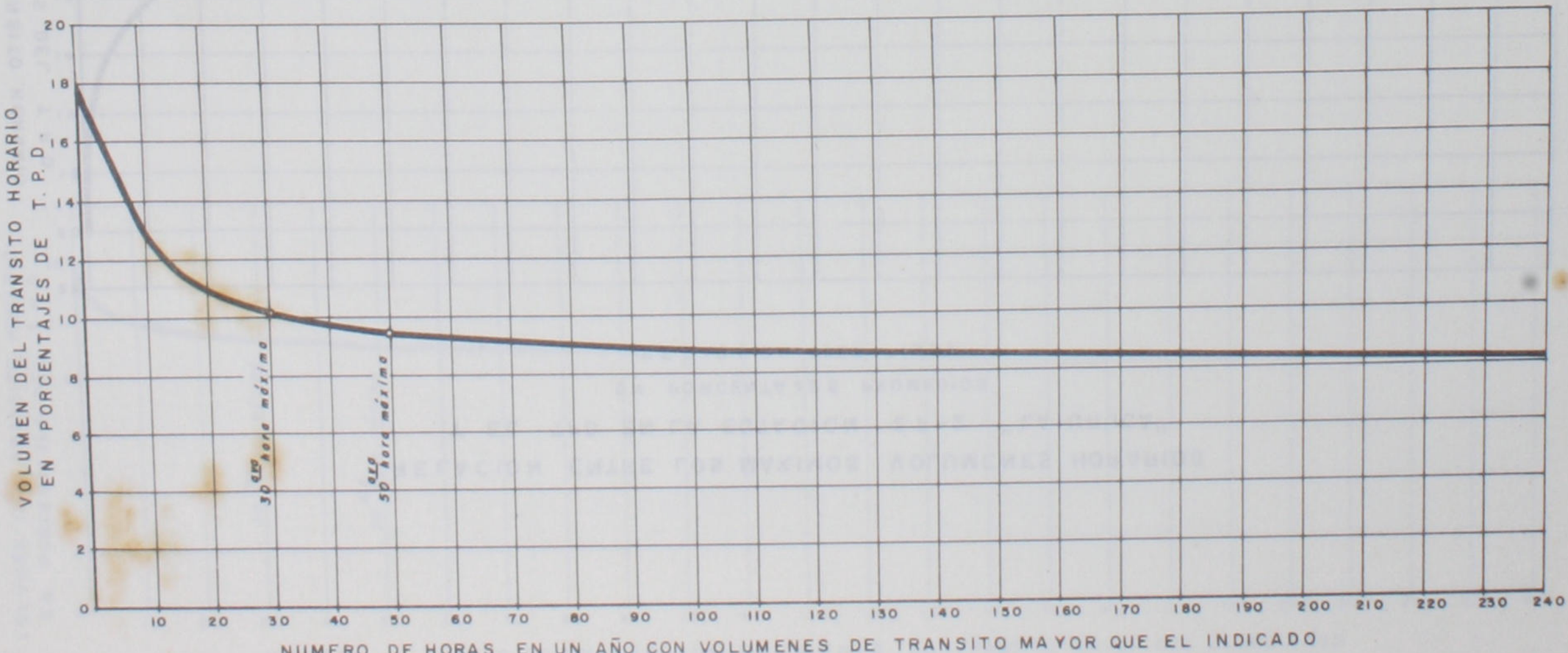
Volúmenes Horarios Mayores que el 30 VH:

Los volúmenes horarios máximos de tránsito (mayores al treintavo volumen horario), como se ha indicado, no se usan en el diseño de carreteras por razones de economía, ya que esos valores ocurren solamente durante una pequenísima fracción del año. Las variaciones que se han obtenido de la relación de los volúmenes horarios máximos y el TPD, han presentado en el período 1957-1962, los siguientes rangos: EP-1 (San Pedro) entre 15.1% y 22.2%, EP-2(La Uruca) entre 15.7% y 23.9%, EP-3 (La California) entre 9.6% y 13.6% y EP-4 (Guadalupe) entre 10.1% y 18.5%.

RELACION ENTRE LOS MAXIMOS VOLUMENES HORARIOS Y EL TPD EN LA ESTACION EP-I "SAN PEDRO"

EN PORCENTAJES PROMEDIOS

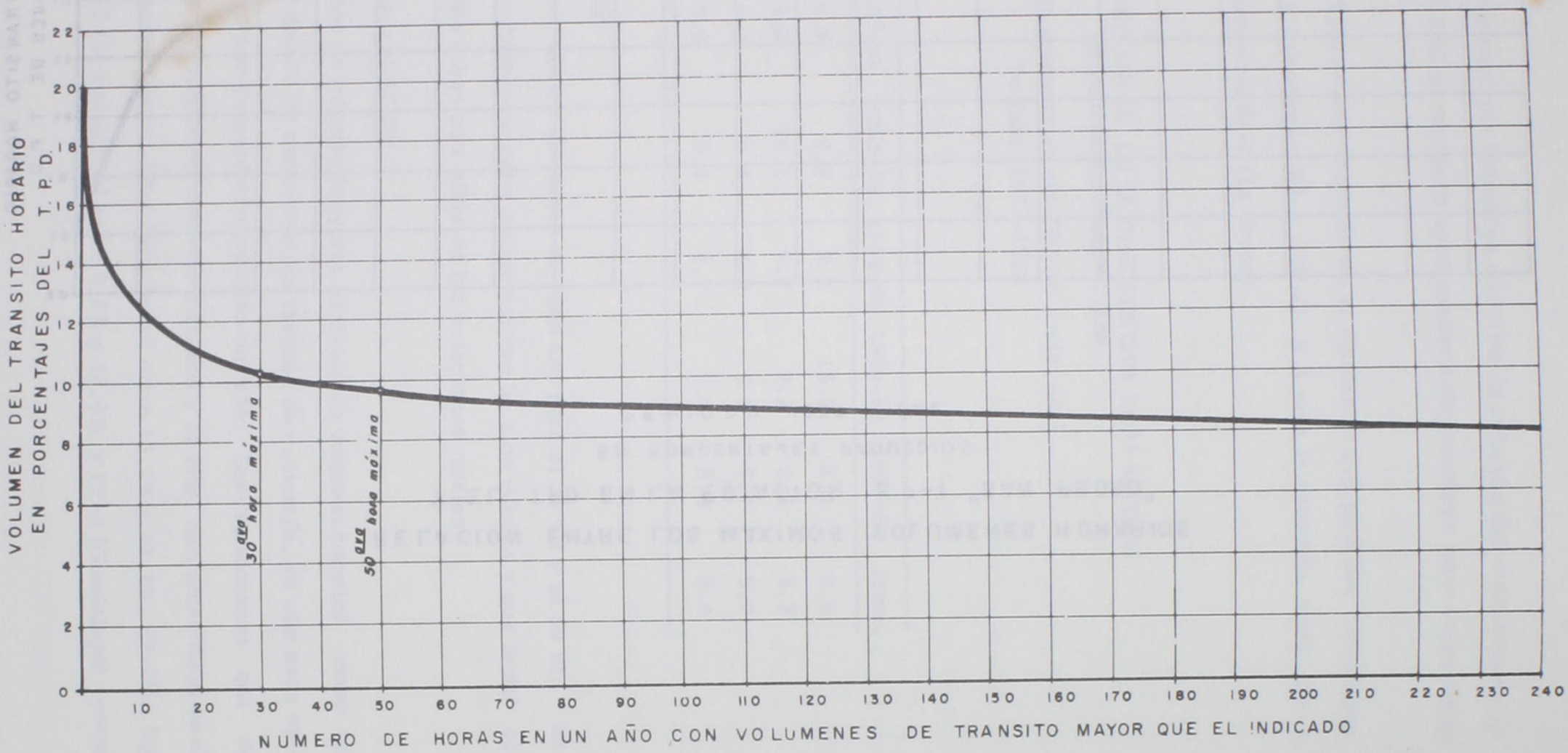
PERIODO 1957 - 1962



RELACION ENTRE LOS MAXIMOS VOLUMENES HORARIOS
Y EL TPD EN LA ESTACION EP-2 "LA URUCA"

EN PORCENTAJES PROMEDIOS

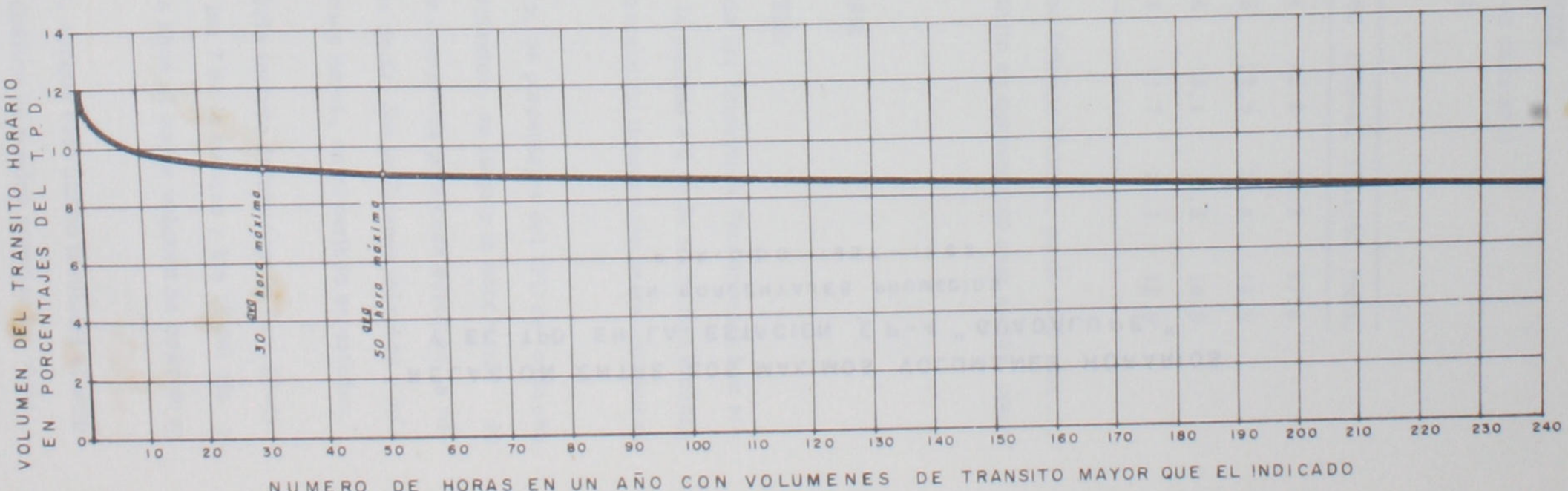
PERIODO 1957 - 1962



RELACION ENTRE LOS MAXIMOS VOLUMENES HORARIOS
Y EL TPD EN LA ESTACION EP-3 "LA CALIFORNIA"

EN PORCENTAJES PROMEDIOS

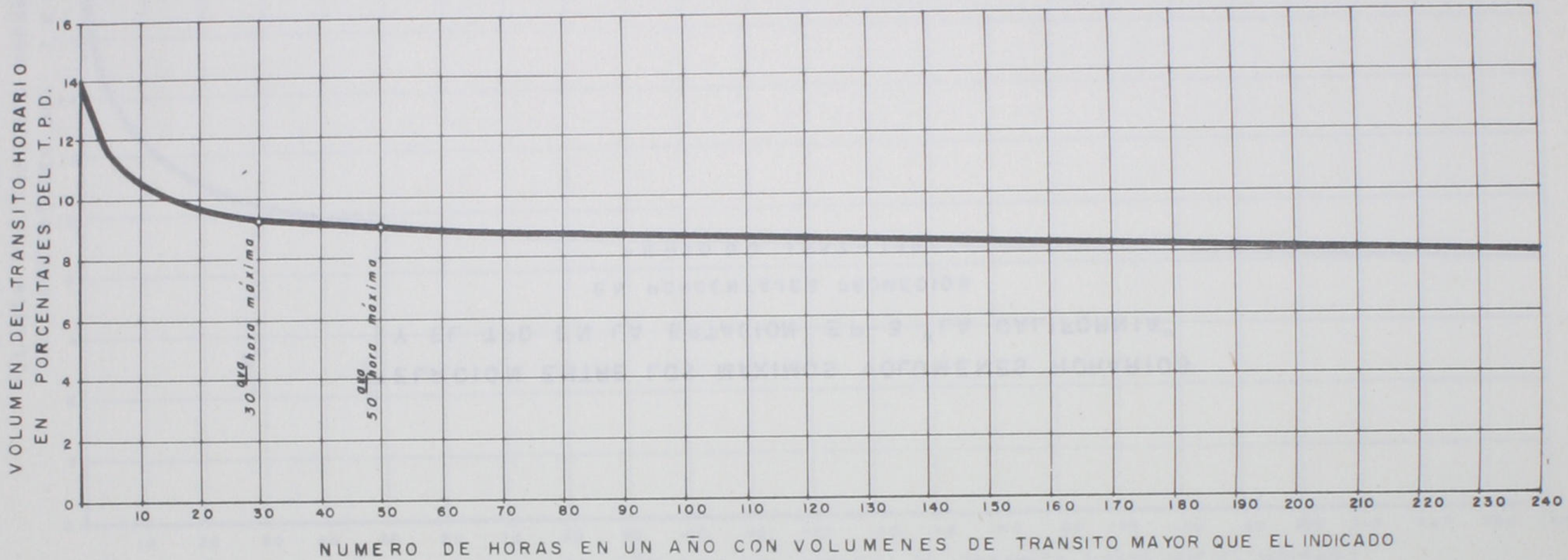
PERIODO 1957 - 1962



RELACION ENTRE LOS MAXIMOS VOLUMENES HORARIOS
Y EL TPD EN LA ESTACION E P-4 " GUADALUPE "

EN PORCENTAJES PROMEDIOS

PERIODO 1957 - 1962



MAXIMOS VOLUMENES HORARIOS DEL TRANSITO
ESTACIONES PERMANENTES

(datos en porcentajes del TPD de cada año)

Período 1957-1962

ESTACION	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.
EP-1 (San Pedro)	15.8	15.1	14.4	22.2	18.3	17.8
EP-2 (La Uruca)	15.7	21.1	17.6	23.9	16.4	18.9
EP-3 (La Calif.)	10.9	10.4	13.6	10.1	9.6	10.9
EP-4 (Guadalupe)	18.5	10.4	13.6	11.7	10.1	12.9

El volumen horario de diseño usado corrientemente en los Estados Unidos, es de 15% del ... TPD, pero en Costa Rica de acuerdo con el presente estudio es conveniente usar el 10% como valor promedio.

VARIACION HORARIA

VOLUMENES HORARIOS EN LAS ESTACIONES PERMANENTES:

Durante el período 1957-1962, los volúmenes horarios de las Estaciones Permanentes han sido mínimos en las seis primeras horas del día; de 6 de la mañana a 8 de la noche han alcanzado los volúmenes máximos y a partir de esa hora han descendido ligeramente hasta concluir el día.

Expresando los volúmenes horarios de los días promedio, en porcentajes del TPD de cada año, y analizando las fluctuaciones que muestran dichos porcientos, se llega a la conclusión de que esas variaciones han permanecido aproximadamente constantes para cada estación, a pesar de los incrementos horarios anuales del tránsito, es decir, los volúmenes máximos y mínimos se han presentado para cada estación en las mismas horas, en el período en estudio.

VARIACION HORARIA EN LA ESTACION EP-1 (San Pedro)(Se incluye únicamente la Est. EP-1)

En esta estación los volúmenes máximos ocurren entre las 7 de la mañana y las 12 del día y entre la 1 de la tarde y las 7 de la noche. En todos los años el mayor volumen ha ocurrido entre las 4 y las 6 de la tarde.

El TPDL presenta fluctuaciones muy semejantes al TPD, aunque este último involucra el volumen de los sábados, domingos y días feriados. En el Gráfico se pueden apreciar las variaciones horarias del TPDL, que han resultado como promedio de los relativos correspondientes

a los períodos anuales comprendidos entre 1957 y 1962 .

El día sábado tiene el volumen más alto en los siguientes períodos horarios de 11 am.a 1 pm.; de 2 pm. a 4 pm. y de 5 pm. a 6 pm. y el domingo de 10 am. a 11 am. y de 5 pm. a 6 pm.

VOLUMENES HORARIOS DIA PROMEDIO
ESTACION EP-1 (San Pedro)
(datos en porcentajes del TPD de cada año)

Período 1957-1962

HORA	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.
00-01	0.80	0.76	0.75	0.74	0.82	0.77
01-02	0.43	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44
02-03	0.34	0.35	0.35	0.36	0.32	0.34
03-04	0.43	0.44	0.43	0.47	0.47	0.45
04-05	0.80	0.79	0.78	0.93	0.86	0.83
05-06	2.01	2.10	2.04	2.22	1.95	2.06
06-07	3.98	4.05	4.14	4.25	3.98	4.08
07-08	5.59	5.71	5.84	5.85	5.88	5.77
08-09	6.02	6.03	6.10	6.12	6.08	6.07
09-10	6.49	6.44	6.47	6.45	6.45	6.46
10-11	6.32	6.26	6.22	6.15	6.17	6.22
11-12	6.29	6.35	6.27	6.23	6.22	6.27
12-13	6.02	5.83	5.81	5.82	5.75	5.85
13-14	6.22	6.15	6.10	6.07	5.93	6.09
14-15	6.69	6.59	6.53	6.45	6.54	6.56
15-16	6.62	6.65	6.68	6.67	6.62	6.65
16-17	6.99	6.99	6.88	6.94	6.89	6.94
17-18	7.46	7.52	7.48	7.38	7.41	7.45
18-19	6.49	6.44	6.68	6.59	6.62	6.56
19-20	4.58	4.63	4.69	4.61	4.82	4.67
20-21	3.18	3.21	3.14	3.21	3.41	3.23
21-22	2.61	2.59	2.50	2.53	2.64	2.57
22-23	2.17	2.19	2.16	2.09	2.22	2.17
23-24	1.47	1.49	1.53	1.43	1.51	1.49
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

VOLUMENES HORARIOS DIA LABORABLE PROMEDIO
ESTACION EP-1 (San Pedro)

(datos en porcentajes del TPDL de cada año)

Período 1957-1962

HORA	1957-18	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	Prom.
00-01	0.68	0.64	0.61	0.63	0.65	0.64
01-02	0.30	0.32	0.32	0.33	0.30	0.31
02-03	0.27	0.29	0.26	0.30	0.22	0.27
03-04	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.44
04-05	0.85	0.79	0.81	0.99	0.87	0.86
05-06	2.20	2.32	2.23	2.45	2.14	2.27
06-07	4.48	4.57	4.61	4.82	4.43	4.58
07-08	6.21	6.42	6.58	6.56	6.61	6.48
08-09	6.34	6.39	6.44	6.56	6.44	6.43
09-10	6.51	6.33	6.41	6.48	6.41	6.43
10-11	6.07	6.01	5.97	5.87	5.84	5.95
11-12	6.24	6.33	6.21	6.12	6.07	6.19
12-13	5.93	5.69	5.63	5.62	5.50	5.67
13-14	6.14	6.07	6.06	6.04	5.92	6.05
14-15	6.68	6.48	6.47	6.42	6.59	6.53
15-16	6.51	6.57	6.53	6.59	6.51	6.54
16-17	7.92	7.00	6.84	6.94	6.86	6.91
17-18	7.43	7.59	7.54	7.41	7.56	7.51
18-19	6.41	6.30	6.58	6.48	6.61	6.48
19-20	4.51	4.48	4.58	4.41	4.72	4.54
20-21	3.05	3.11	3.02	3.06	3.33	3.11
21-22	2.44	2.46	2.41	2.37	2.54	2.44
22-23	2.03	2.08	2.09	1.90	2.09	2.04
23-24	1.36	1.32	1.36	1.21	1.34	1.32
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

I HORA MAXIMA DEL DIA LABORABLE PROMEDIO - ESTACIONES PERMANENTES

(datos en porcentajes del TPDL de cada año)

Período 1957-1962

PERIODO	Estación EP-1	Estación EP-2	Estación EP-3	Estación EP-4
1957-58	17.00-18.00 (7.43)	17.00-18.00 7.67)	11.00-12.00 (7.38)	11.00-12.00 (7.64)
1958-59	17.00-18.00 (7.59)	17.00-18.00 (7.46)	11.00-12.00 (7.46)	11.00-12.00 (7.48)
1959-60	17.00-18.00 (7.54)	17.00-18.00 (7.57)	11.00-12.00 (7.35)	11.00-12.00 (7.34)
1960-61	17.00-18.00 (7.41)	17.00-18.00 (7.20)	17.00-18.00 (7.13)	7.00- 8.00 (7.25)
1961-62	17.00-18.00 (7.56)	17.00-18.00 (7.46)	11.00-12.00 (7.44)	11.00-12.00 (7.51)

HORAS DE MINIMO VOLUMEN (10 pm. a 6 a.m)
DEL DIA LABORABLE PROMEDIO
ESTACIONES PERMANENTES

(datos en porcentajes del TPDL de cada año)

Período 1957-1962

PERIODO	Estación EP-1	Estación EP-2	Estación EP-3	Estación EP-4
1957-58	8.13	7.96	8.60	9.88
1958-59	8.20	7.68	9.19	9.83
1959-60	8.12	8.02	8.61	9.74
1960-61	8.17	7.81	8.65	9.10
1961-62	8.06	7.66	8.28	8.96

VARIACION DIARIA

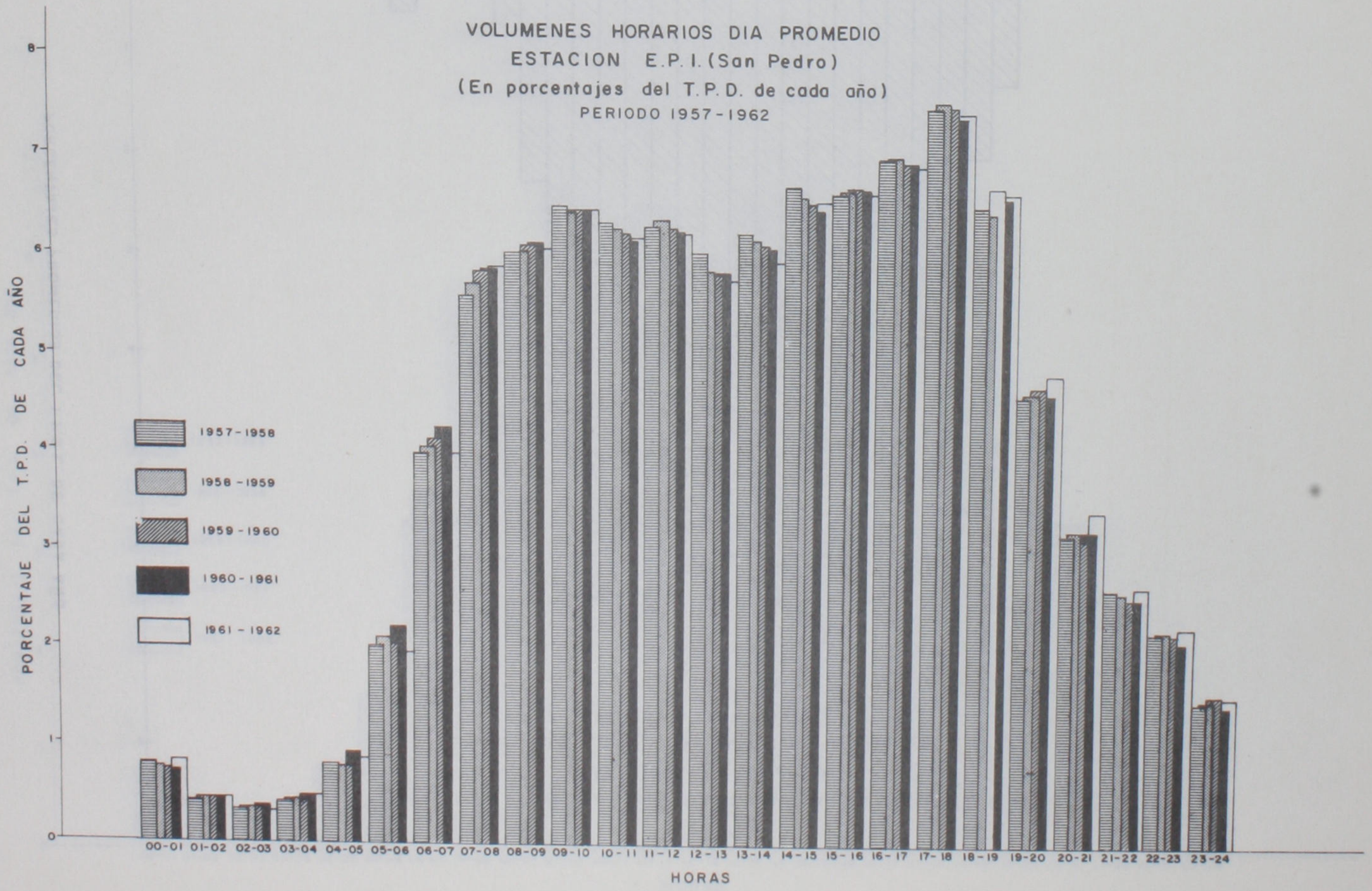
DIA DE VOLUMEN MAXIMO DE LA SEMANA PROMEDIO. (Excluyendo Feriados):

El estudio de la variación diaria se refiere a los cambios de volumen en los días laborables de la semana, (excluyendo sábados y domingos). Analizando el volumen diario para cada día de la semana promedio anual (exceptuando en este promedio los días feriados), se deduce que el día de volumen más alto, para las estaciones EP-1 y EP-2, ha ocurrido los días lunes o do - mingos. En la Estación EP-3, el volumen máximo ha ocurrido el lunes para el período Abril de 1957-Marzo de 1958 y viernes para el período Abril 1958- Marzo 1962. Para la Estación ' EP-4, el sábado ha representado el día de máximo volumen, en todo el período considerado. En el cuadro siguiente se pueden observar los días de máximo volumen para el período 1957 - 1962, excluyendo días feriados y el correspondiente porcentaje del día máximo con relación al TPD.

DIA MAXIMO DE LA SEMANA PROMEDIO - ESTACIONES PERMANENTES
(excluyendo días feriados)
(datos en porcentajes del TPD de cada año)
Período 1957-1962

Estación	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62
EP-1	105.7 (dom)	105.1 (dom)	103.2 (lun)	105.4 (lun)	102.4 (lun)
EP-2	109.7 (dom)	112.2 (dom)	105.2 (lun)	107.5 (lun)	110.8 (dom)
EP-3	103.8 (lun)	105.8 (vier)	104.8 (vier)	107.9 (vier)	107.4 (viern)
EP-4	107.4 (sáb)	104.6 (sáb)	105.8 (sáb)	106.1 (sáb)	104.9 (sáb)

VOLUMENES HORARIOS DIA PROMEDIO
ESTACION E.P.I. (San Pedro)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957-1962

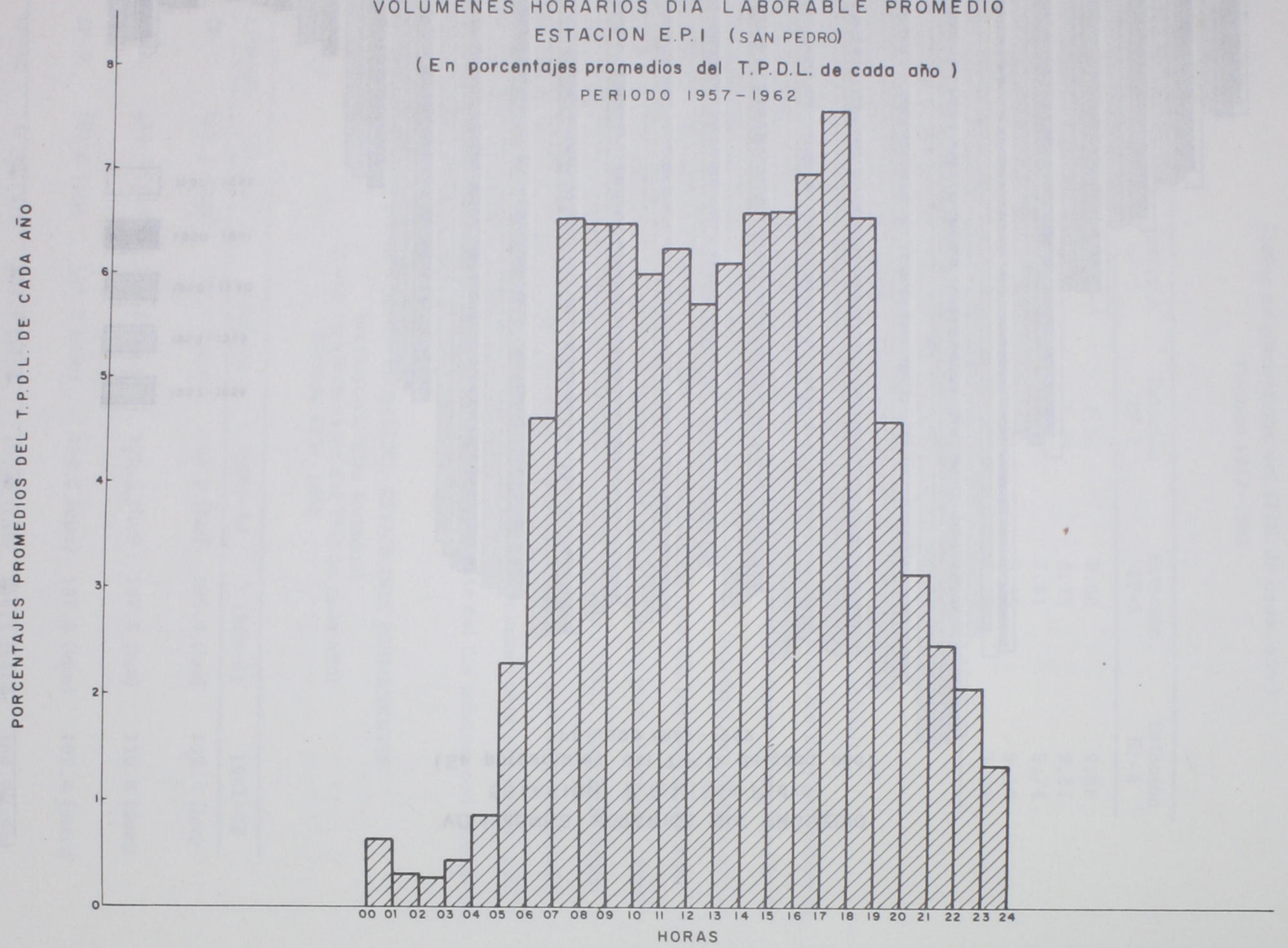


VOLUMENES HORARIOS DIA LABORABLE PROMEDIO

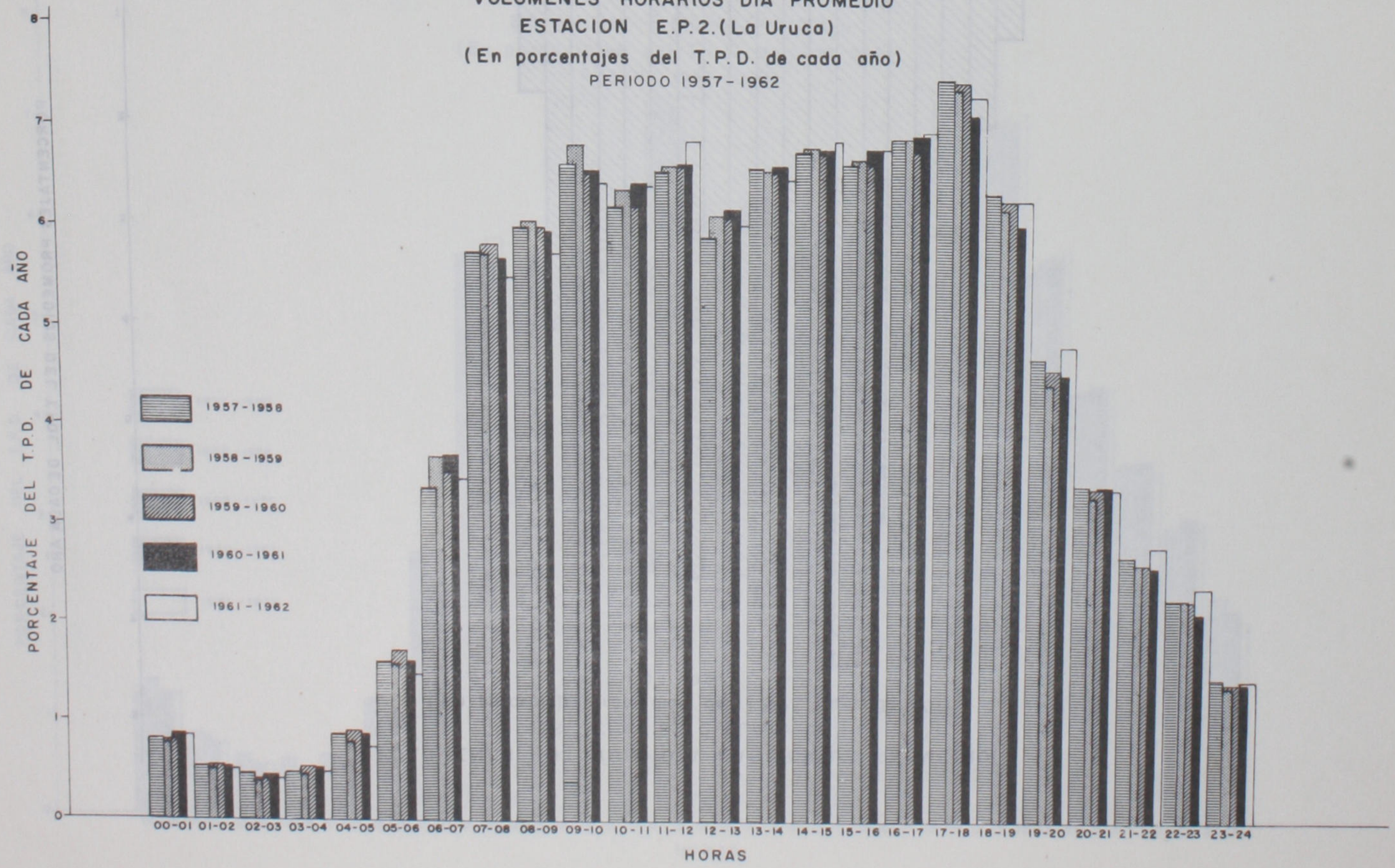
ESTACION E.P.I (SAN PEDRO)

(En porcentajes promedios del T.P.D.L. de cada año)

PERIODO 1957 - 1962



VOLUMENES HORARIOS DIA PROMEDIO
ESTACION E.P.2.(La Uruca)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957-1962

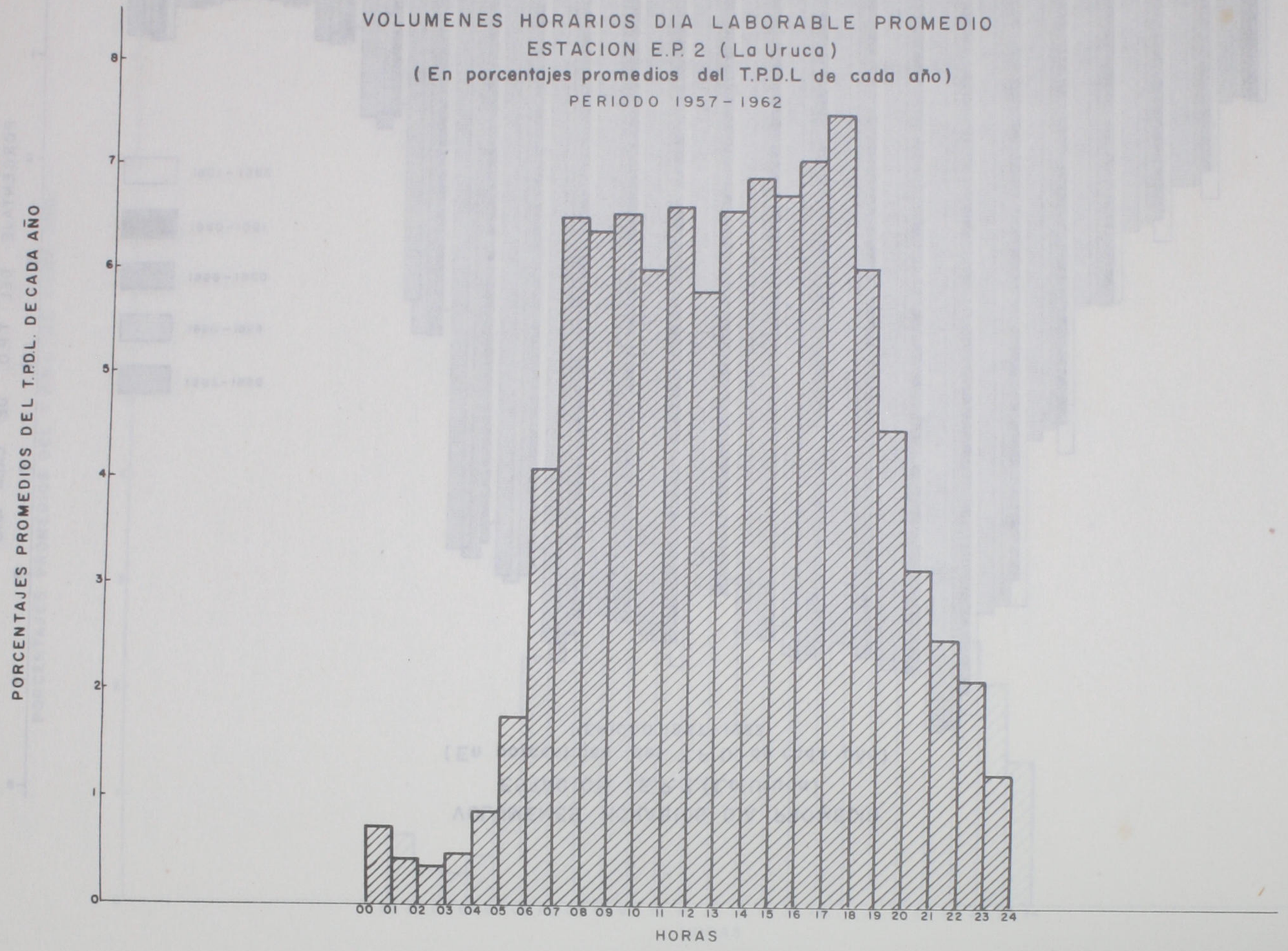


VOLUMENES HORARIOS DIA LABORABLE PROMEDIO

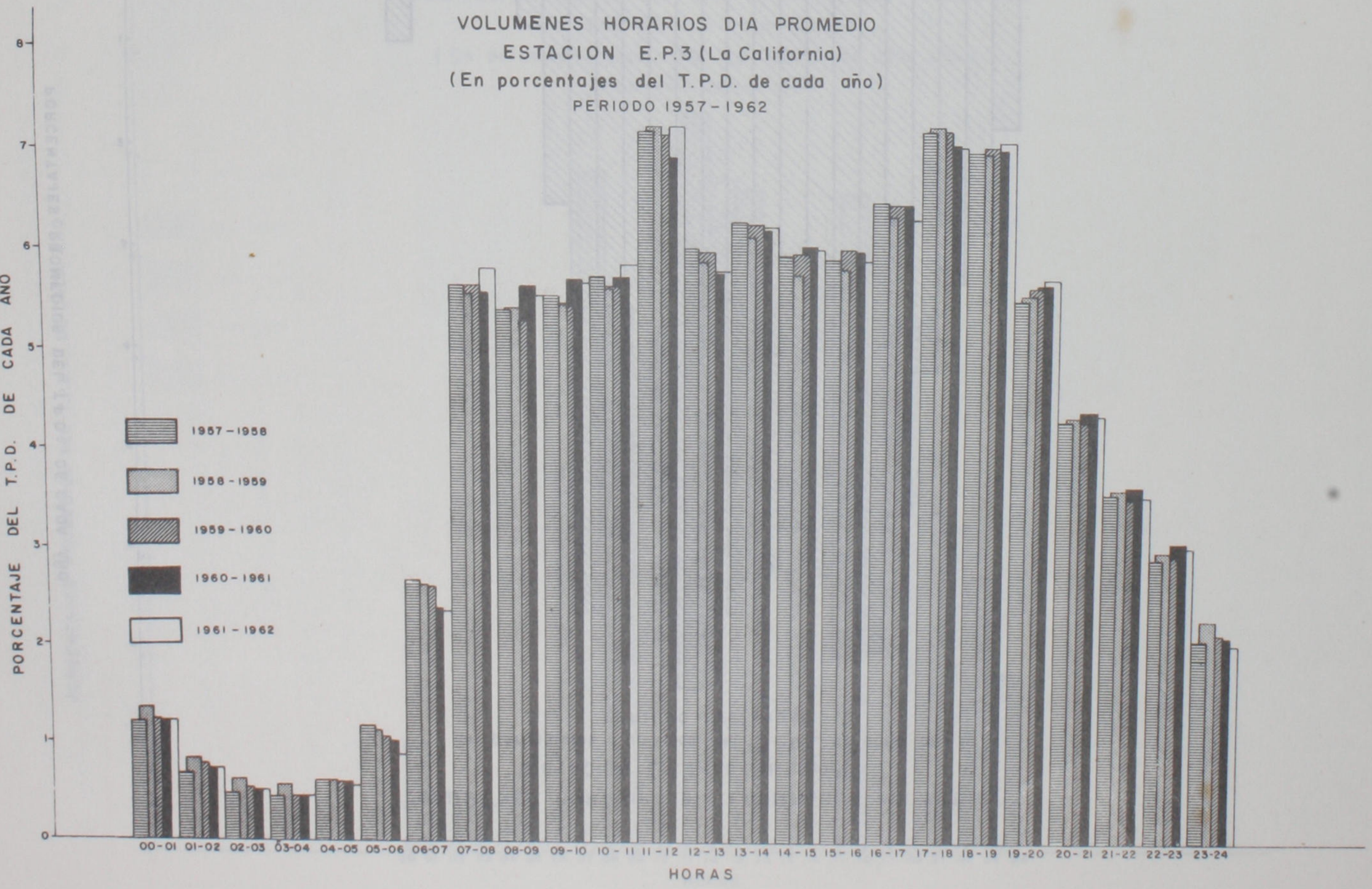
ESTACION E.P. 2 (La Uruca)

(En porcentajes promedios del T.P.D.L de cada año)

PERIODO 1957 - 1962



VOLUMENES HORARIOS DIA PROMEDIO
ESTACION E.P.3 (La California)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957 - 1962

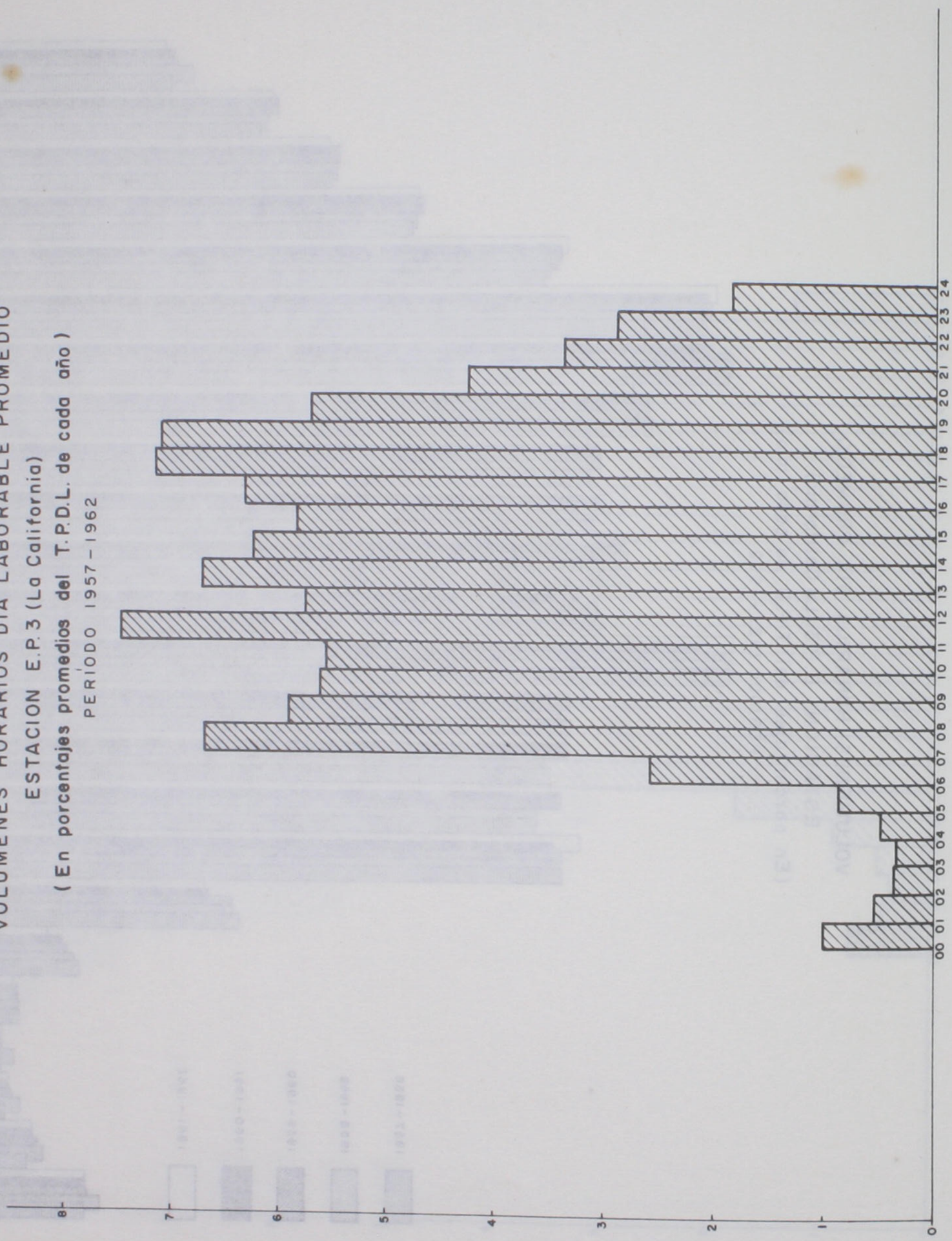


VOLUMENES HORARIOS DIA LABORABLE PROMEDIO

ESTACION E.P.3 (La California)

(En porcentajes promedios del T.P.D.L. de cada año)

PERÍODO 1957-1962

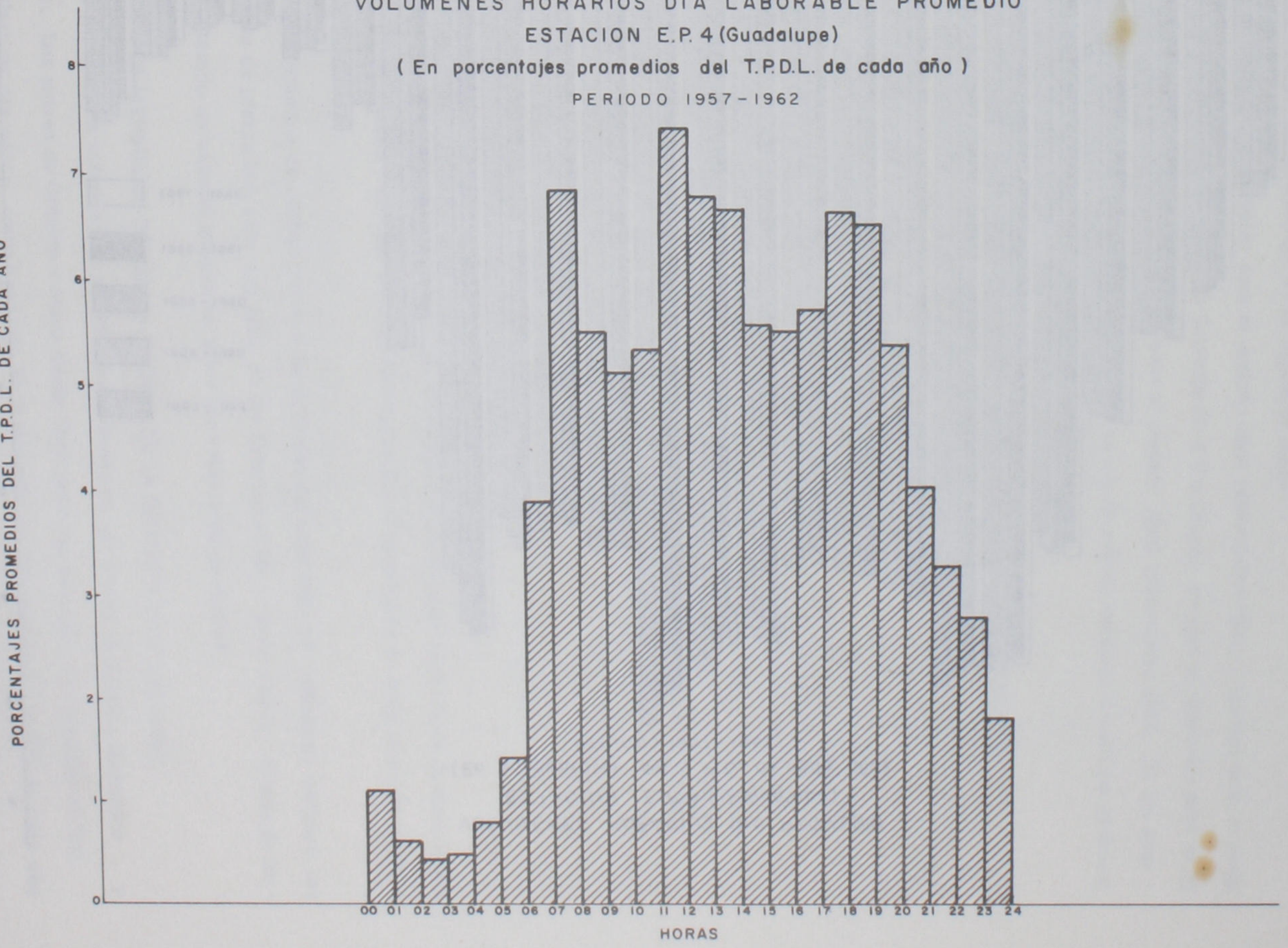


VOLUMENES HORARIOS DIA LABORABLE PROMEDIO

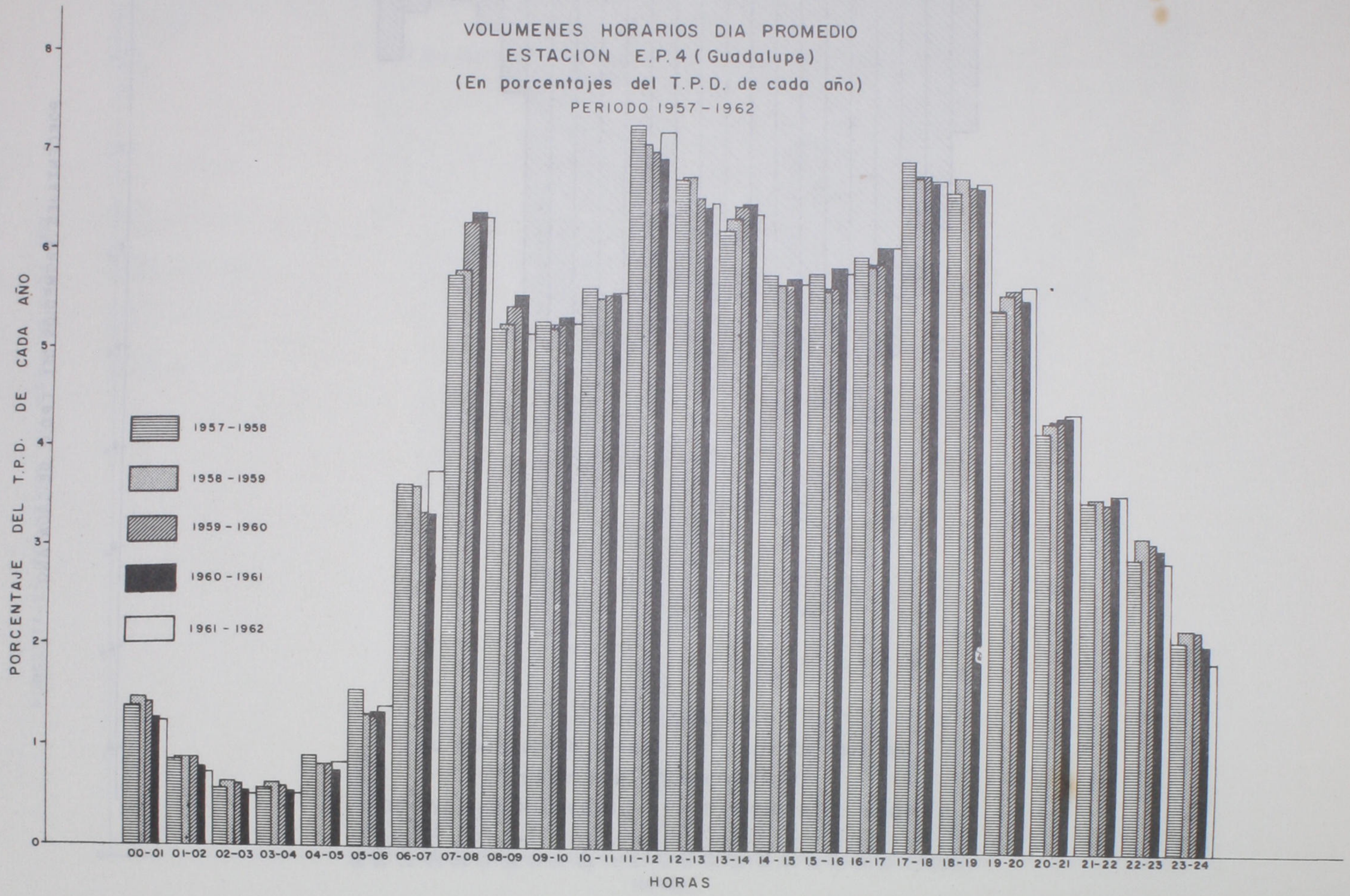
ESTACION E.P. 4 (Guadalupe)

(En porcentajes promedios del T.P.D.L. de cada año)

PERIODO 1957 - 1962



VOLUMENES HORARIOS DIA PROMEDIO
ESTACION E.P. 4 (Guadalupe)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957 - 1962



DIA DE VOLUMEN MINIMO SEMANA PROMEDIO (excluyendo feriados):

El día de mínimo volumen para la semana promedio (excluyendo los feriados) ha correspondido para cada una de las Estaciones en la siguiente forma:

EP-1 (San Pedro), el miércoles para el período Abril 1957-Marzo 1961, y viernes para el período Abril 1961-Marzo 1962; para la Estación EP-2 (La Uruca), ha sido el miércoles para el período Abril 1957-Marzo 1961 y martes para el período Abril 1961-Marzo 1962. En las Estaciones EP-3 (La California) y EP-4 (Guadalupe) el día de mínimo volumen resultó ser el domingo.

DIA MINIMO DE LA SEMANA PROMEDIO - ESTACIONES PERMANENTES

(excluyendo feriados)

(datos en porcentajes del TPD de cada año)

Período 1957-1962

Estación	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62
EP-1	94.5 (mierc)	96.3 (mierc)	96.0 (mierc)	97.2 (mierc)	98.0 (vier)
EP-2	92.8 (mierc)	94.0 (mierc)	95.5 (mierc)	95.2 (mierc)	94.1 (mart)
EP-3	88.5 (dom.)	86.8 (dom.)	84.9 (dom)	85.3)dom.)	82.3 (dom.)
EP-4	92.4 (dom.)	90.5 (dom.)	87.5 (dom.)	90.8 (dom.)	87.3 (dom.)

VARIACION MENSUAL

VARIACIONES MENSUALES EN LAS ESTACIONES PERMANENTES:

Las fluctuaciones mensuales del tránsito, han sido típicas en cada estación de control, ya que, los meses de máximo y mínimo volumen han permanecido constantes en cada estación permanente.

En las 4 estaciones de control, el mes de diciembre ha alcanzado los volúmenes máximos. Los volúmenes de Marzo han sido muy altos en las Estaciones EP-1, EP-2 y EP-3. El mes de Octubre ha tenido un tránsito mínimo en todas las estaciones de control.

VARIACIONES MENSUALES DEL TPD y del TPDL EN LA ESTACION EP-1 (San Pedro)

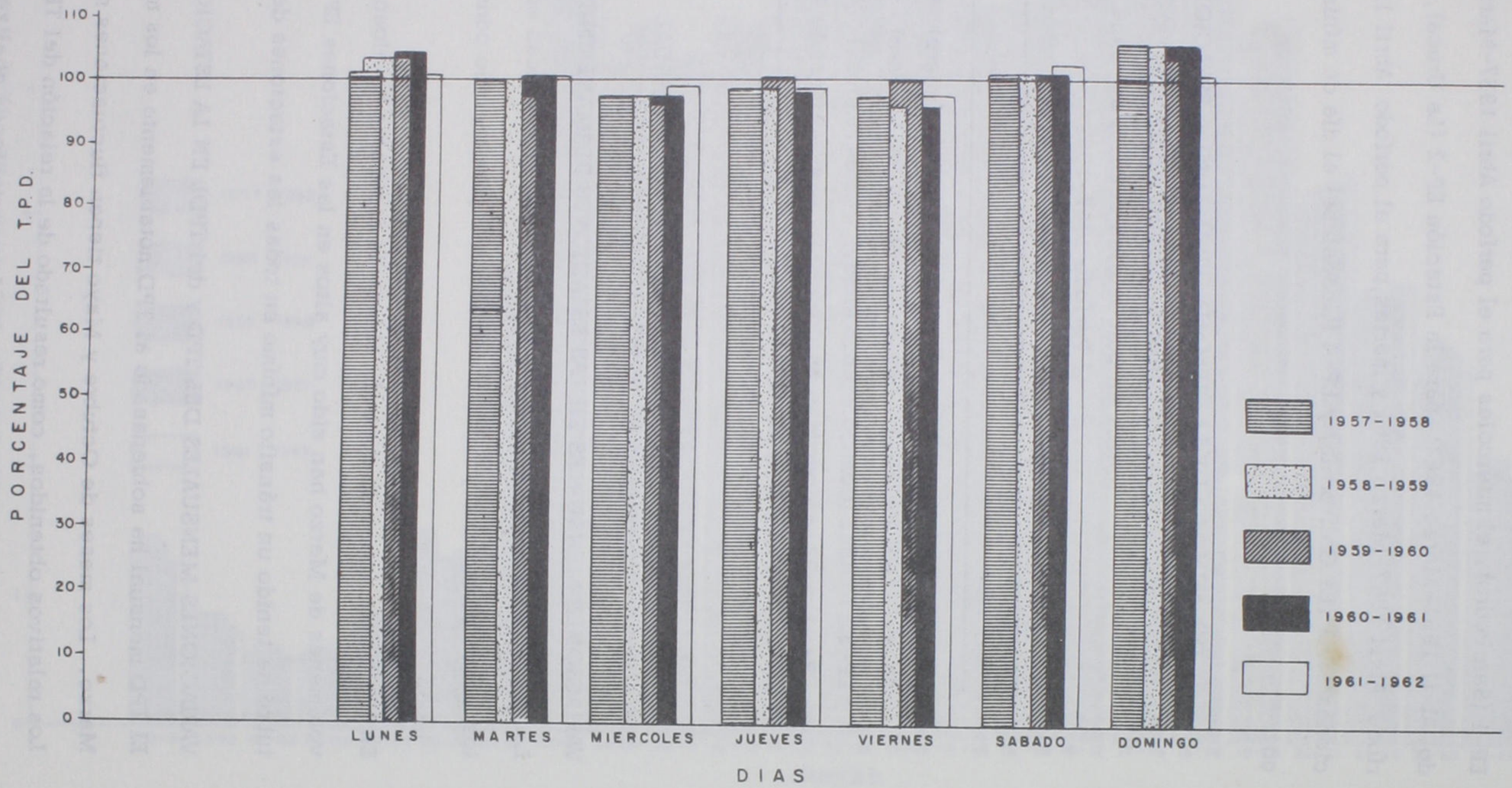
El TPD mensual ha sobrepasado al TPD notablemente en los meses de Agosto, Diciembre y Marzo. Los meses de Octubre y Mayo tienen fluctuaciones mínimas, con respecto al TPD. Los relativos obtenidos, como resultado de la relación del TPD mensual y el TPD de cada año se expresan en el cuadro siguiente. Las variaciones analizadas del TPD son similares a las

VARIACION DEL TRANSITO EN LOS DIAS DE LA SEMANA PROMEDIO

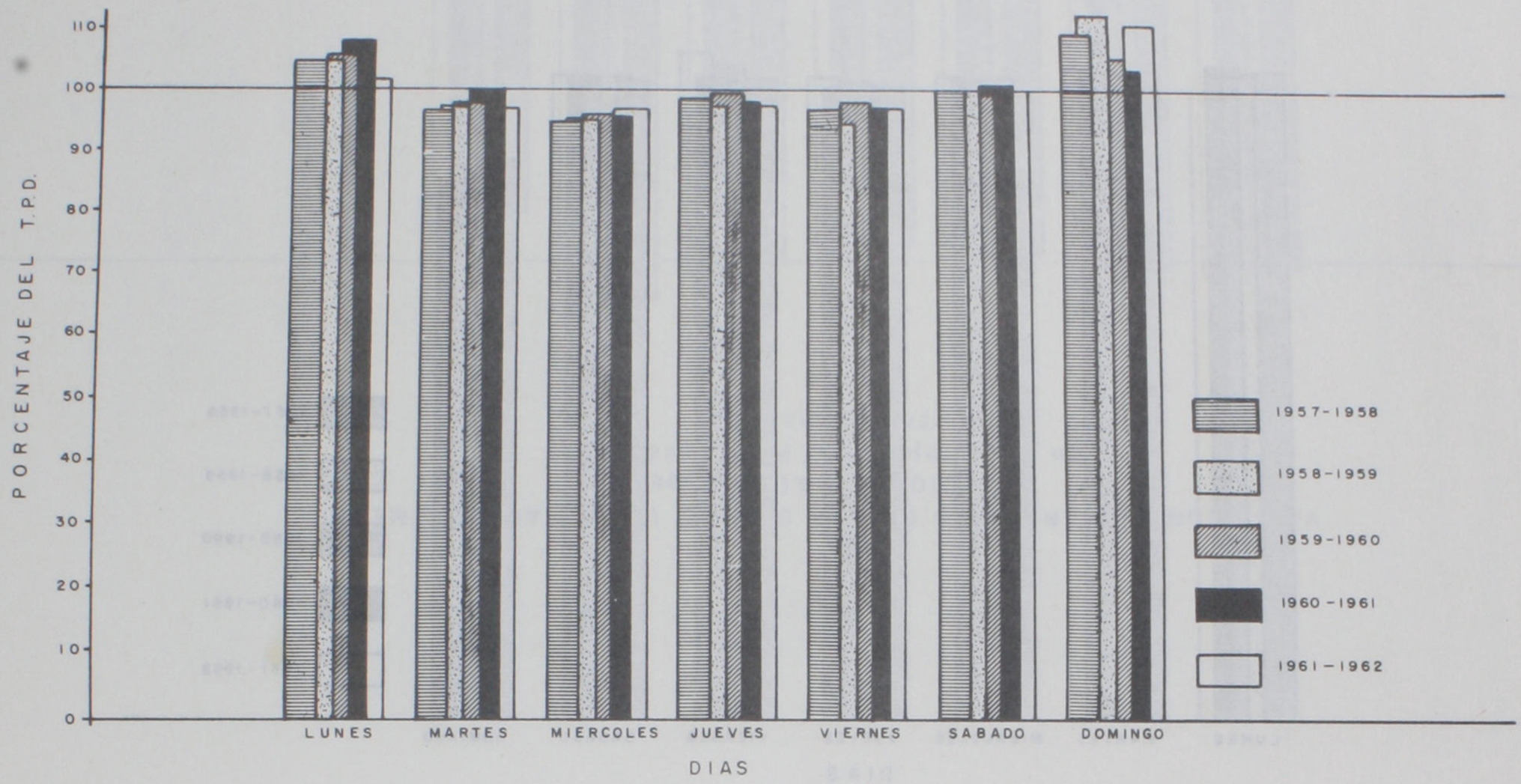
ESTACION E.P.I (San Pedro)

(En porcentajes del T.P.D. de cada año)

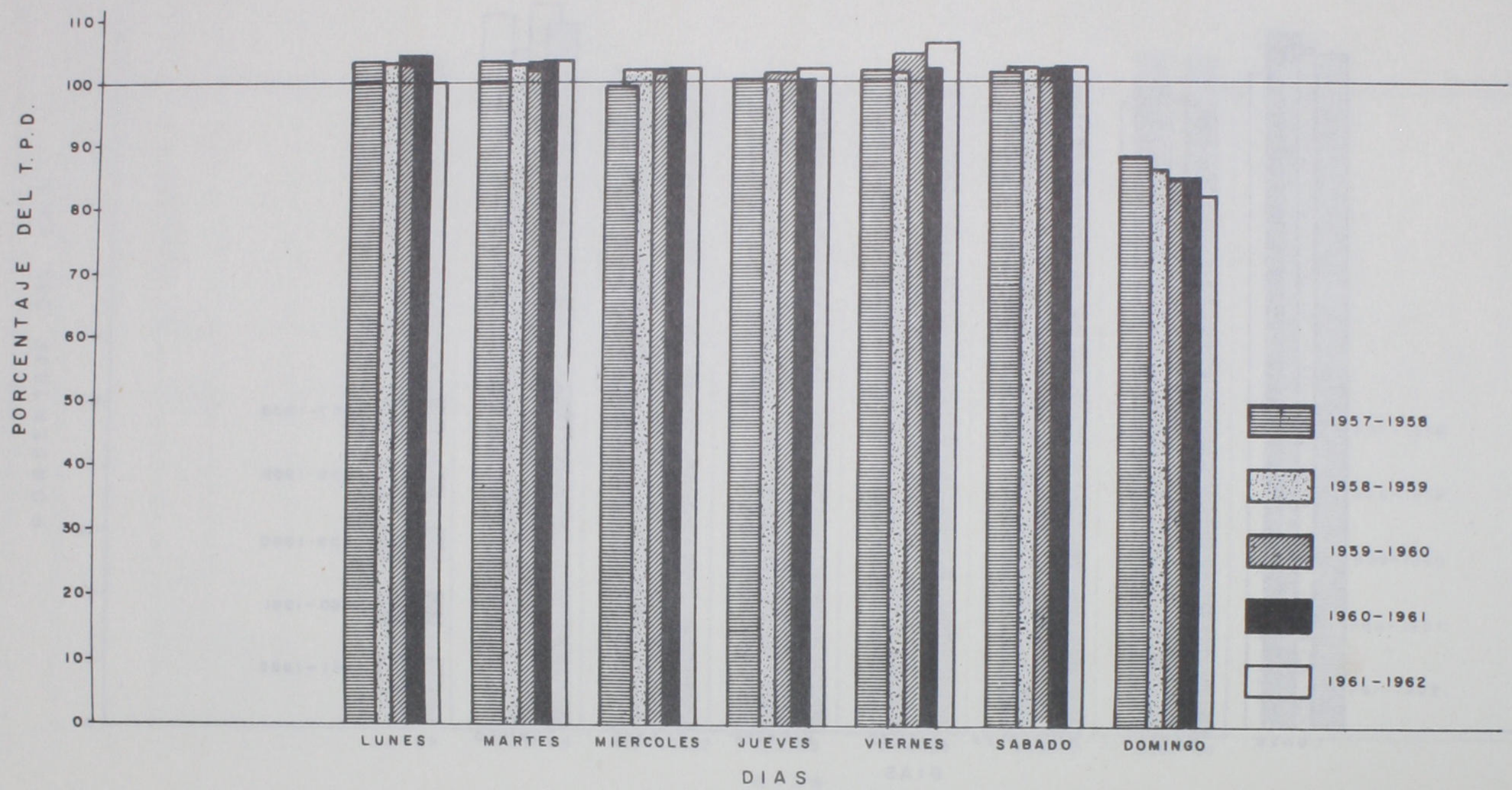
PERIODO 1957-1962



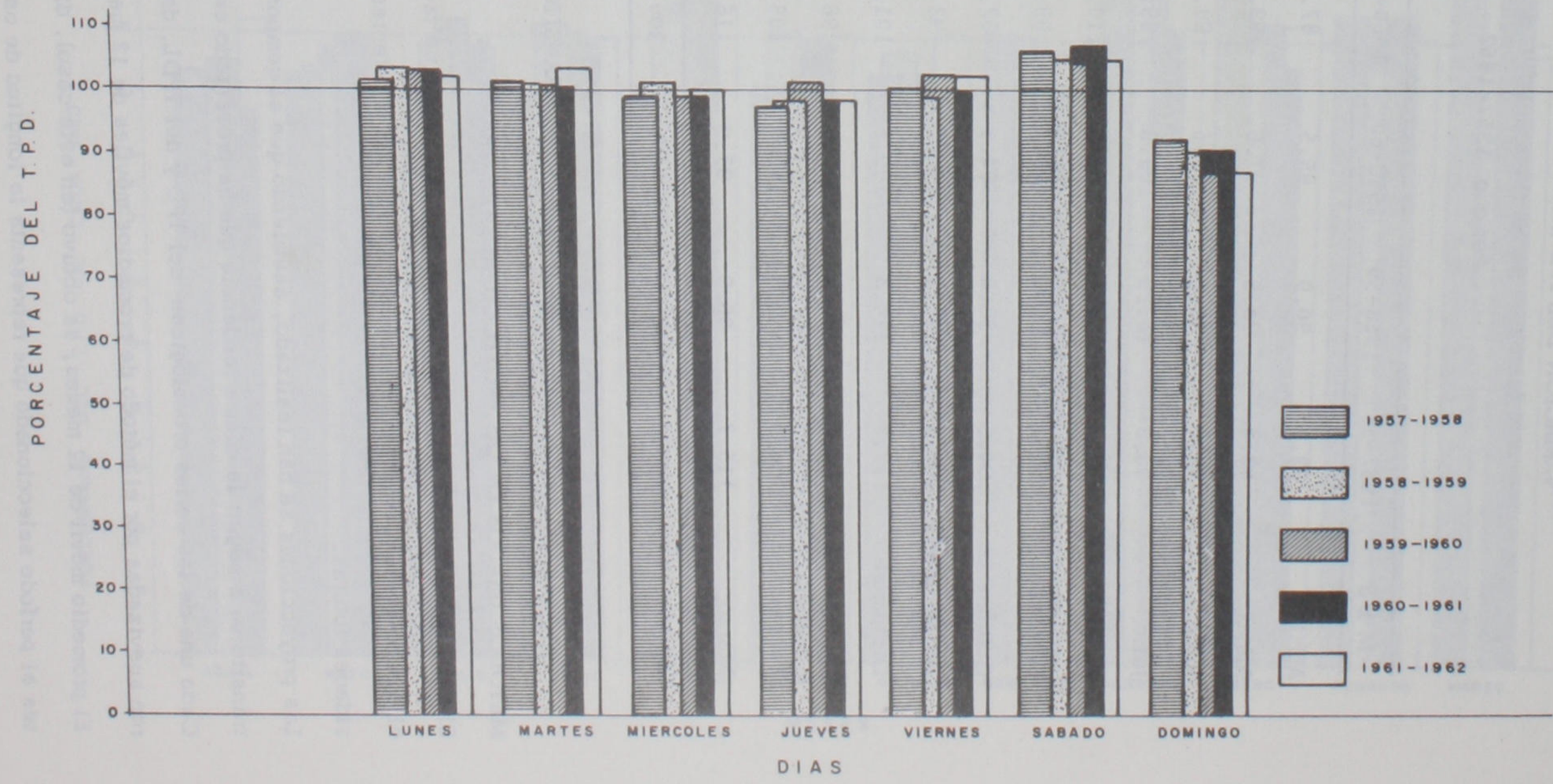
VARIACION DEL TRANSITO EN LOS DIAS DE LA SEMANA PROMEDIO
ESTACION E.P.2 (La Uruca)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957-1962



VARIACION DEL TRANSITO EN LOS DIAS DE LA SEMANA PROMEDIO
ESTACION E.P.3 (La California)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957-1962



VARIACION DEL TRANSITO EN LOS DIAS DE LA SEMANA PROMEDIO
ESTACION E.P.4.(Guadalupe)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957-1962



del TPDL, presentandose los mismos meses de máximo y mínimo volumen.

VARIACION DEL TPD MENSUAL - ESTACION EP-1 (San Pedro)
(datos en porcentajes del TPD de cada año)
Período 1957-1962

M E S	1957-58	1958-59	1959-60	1960-61	1961-62	PROM.
Abril	93.9	90.9	95.5	87.8	101.6	93.9
Mayo	93.4	94.5	97.6	99.3	96.2	96.2
Junio	93.6	98.6	102.6	98.4	91.8	97.0
Julio	90.8	101.9	100.8	99.3	99.9	98.5
Agosto	92.6	103.8	105.4	110.9	107.2	104.0
Setiembre	92.3	101.1	93.7	99.4	101.9	97.7
Octubre	94.5	98.0	94.8	92.0	100.9	96.0
Noviembre	101.4	101.0	96.1	93.2	97.8	97.9
Diciembre	117.3	114.3	109.5	101.6	101.2	108.8
Enero	109.3	100.8	103.1	96.5	101.8	102.3
Febrero	104.9	97.8	102.8	105.0	100.8	92.3
Marzo	115.7	96.9	97.9	116.3	98.4	105.1
AÑO	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ESTIMACION DEL TRANSITO FUTURO

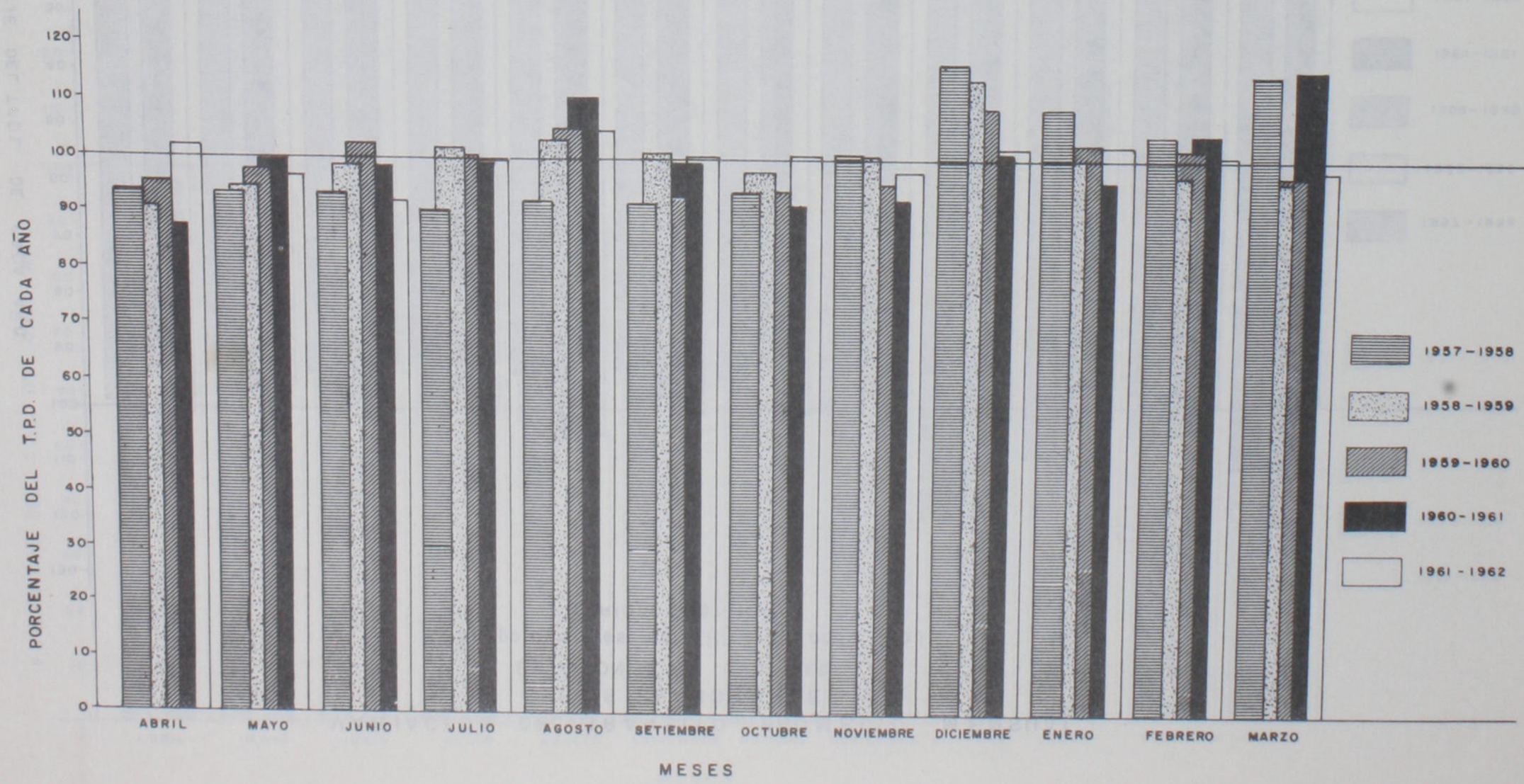
METODOS USADOS EN LAS PROYECCIONES DEL TRANSITO:

El análisis de la tendencia del volumen de tránsito, es un factor que debe ser considerado en el diseño de carreteras, en el mejoramiento de las existentes y en la estimación de las necesidades futuras.

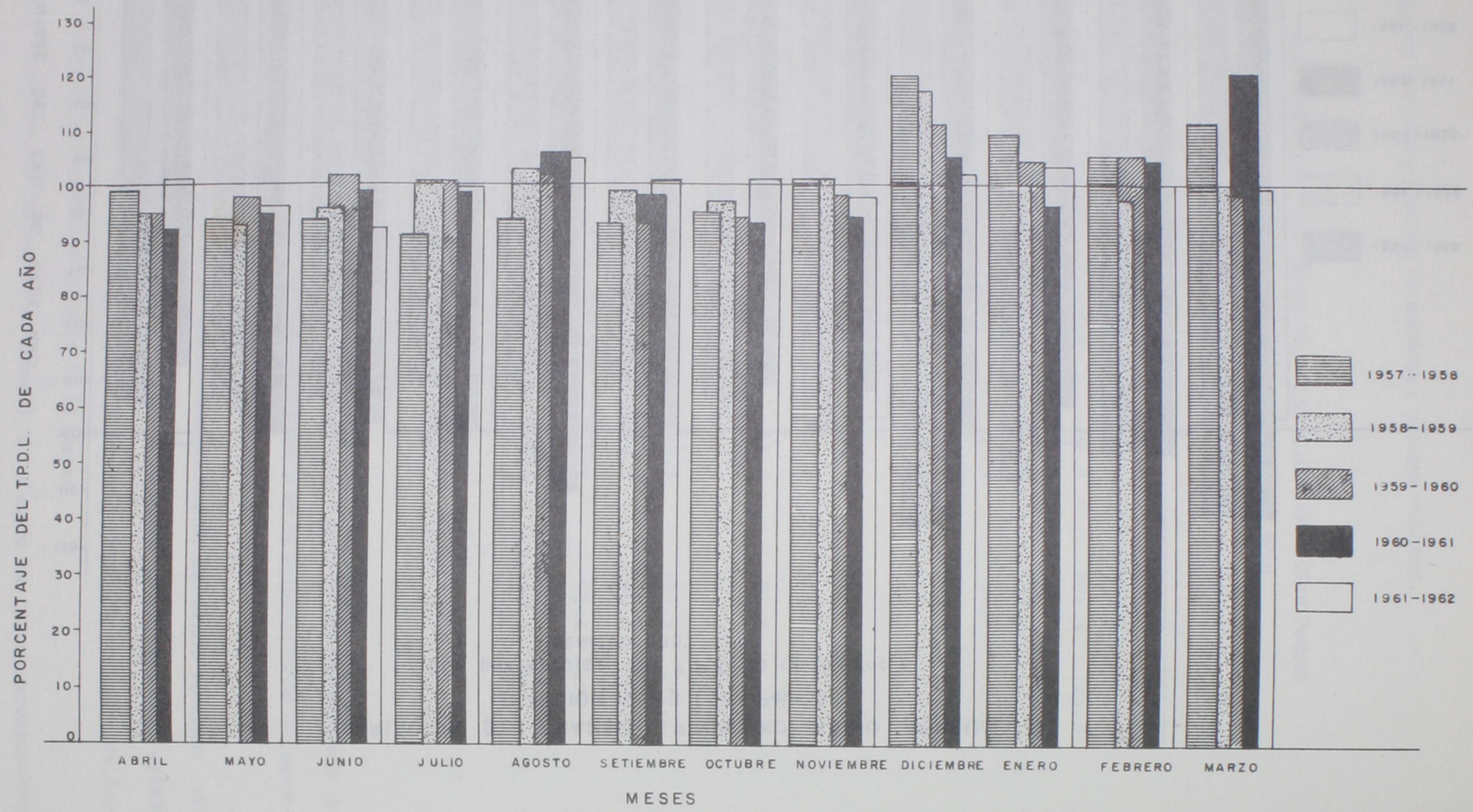
Las proyecciones se han realizado, asumiendo que el comportamiento del futuro volumen de tránsito va a seguir la misma tendencia que ha presentado en los años estudiados (1957-1962). Cada una de las series cronológicas del TPD y del TPDL, de las estaciones permanentes, fueron suavizadas por el método de promedios móviles de 12 meses.

El promedio móvil de 12 meses, se obtuvo (en este caso), dividiendo los datos correspondientes al período seleccionado que representa la longitud de oscilación, que debe ser eliminada,

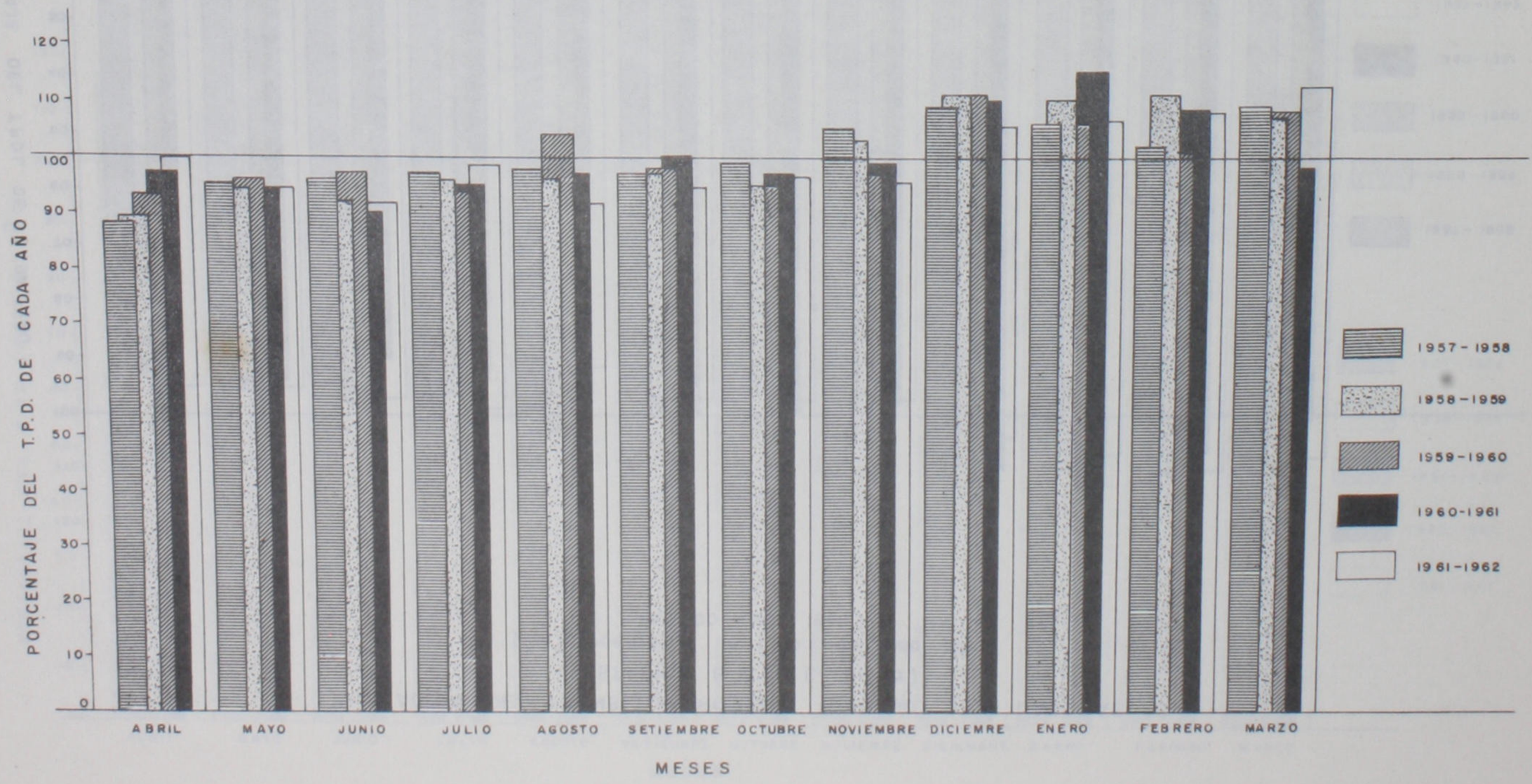
VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL
ESTACION E.P. I (San Pedro)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957-1962



VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO MENSUAL
DIAS LABORABLES
ESTACION E.P I (SAN PEDRO)
(En porcentajes del T.P.D.L. de cada año)
PERIODO 1957-1962



VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL
ESTACION E.P. 2 (La Uruca)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957-1962

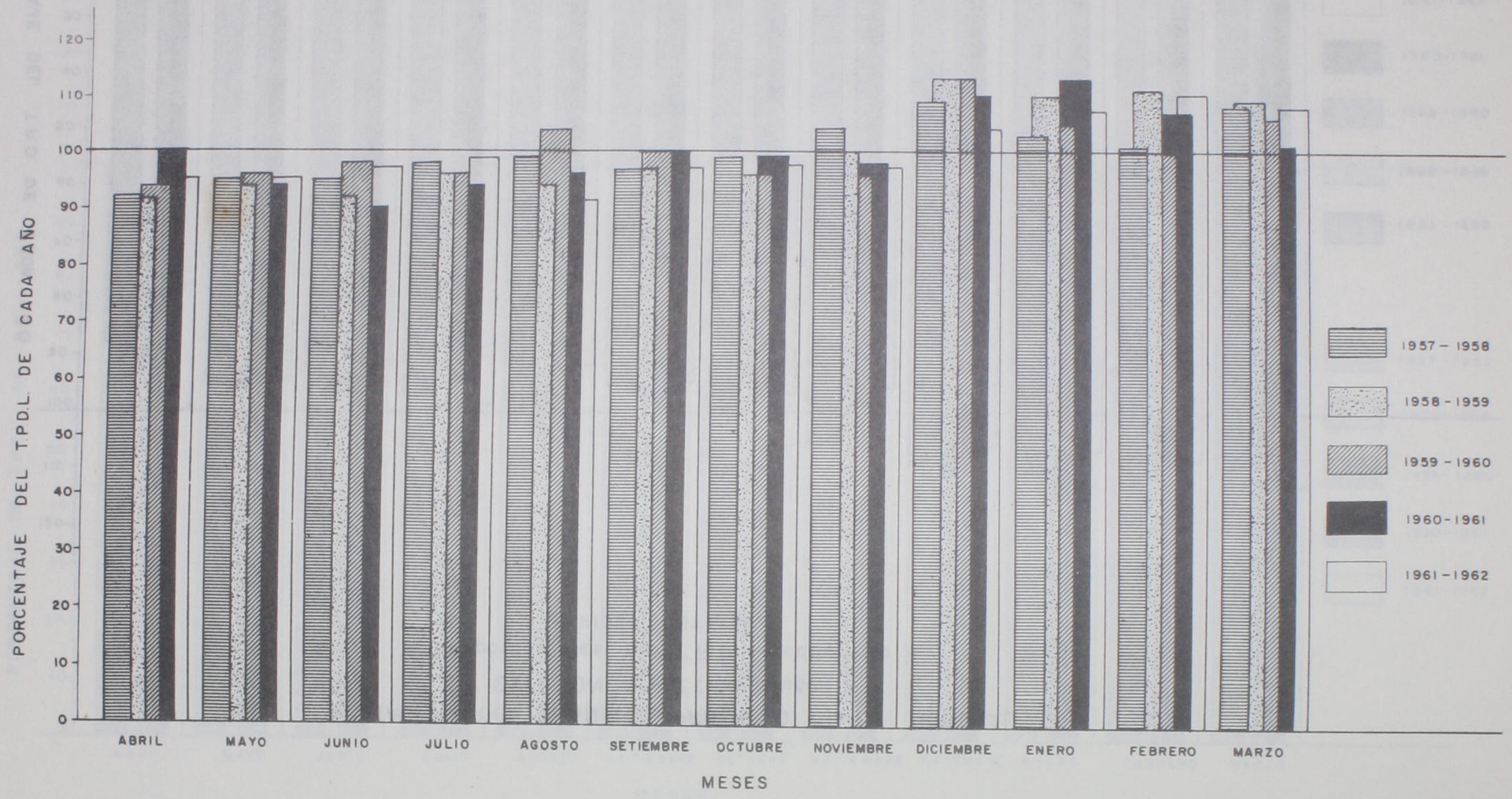


VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO MENSUAL DIAS LABORABLES

ESTACION E.P. 2 (La Uruca)

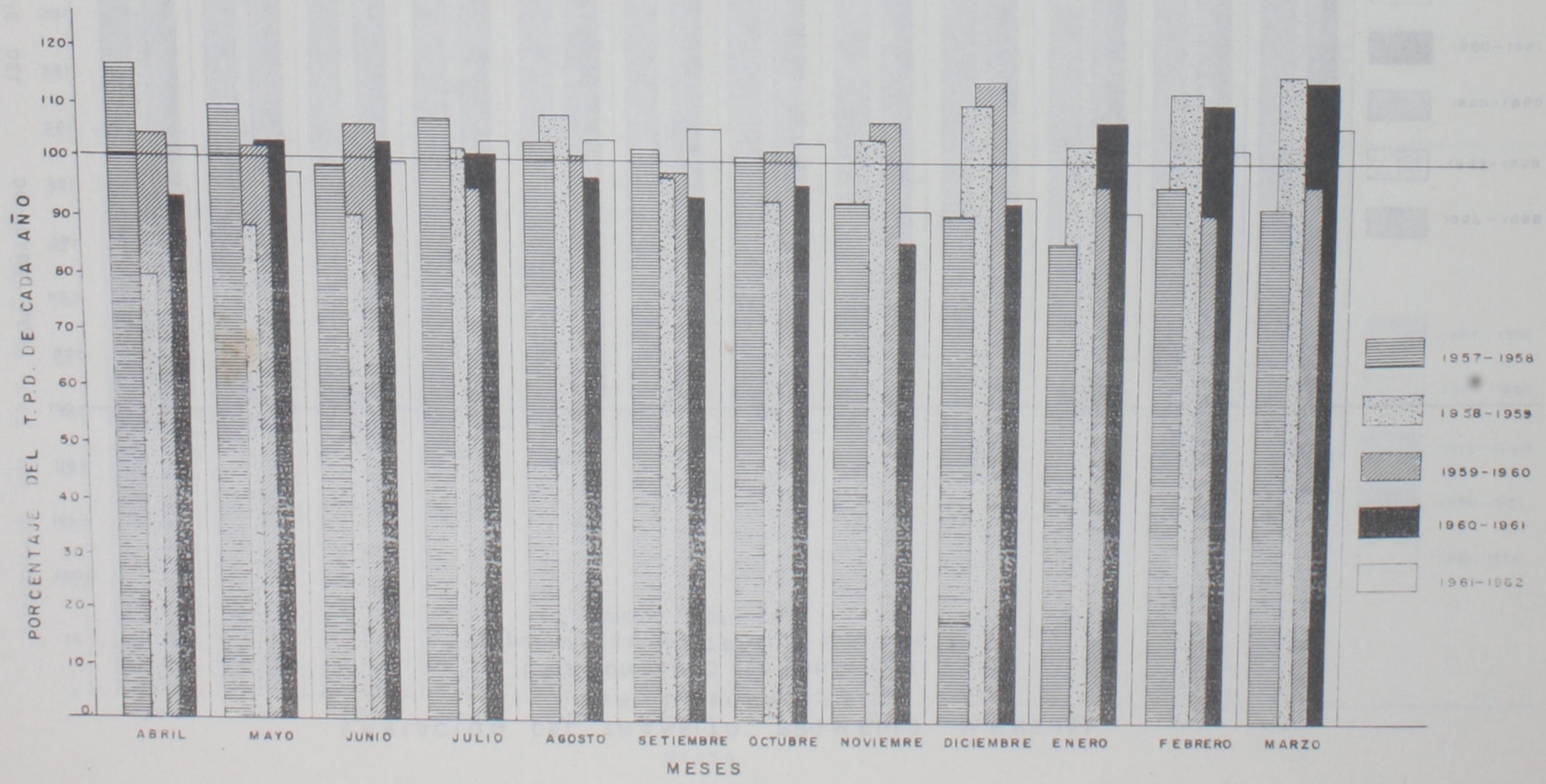
(En porcentajes del T.P.D.L. de cada año)

PERIODO 1957 - 1962

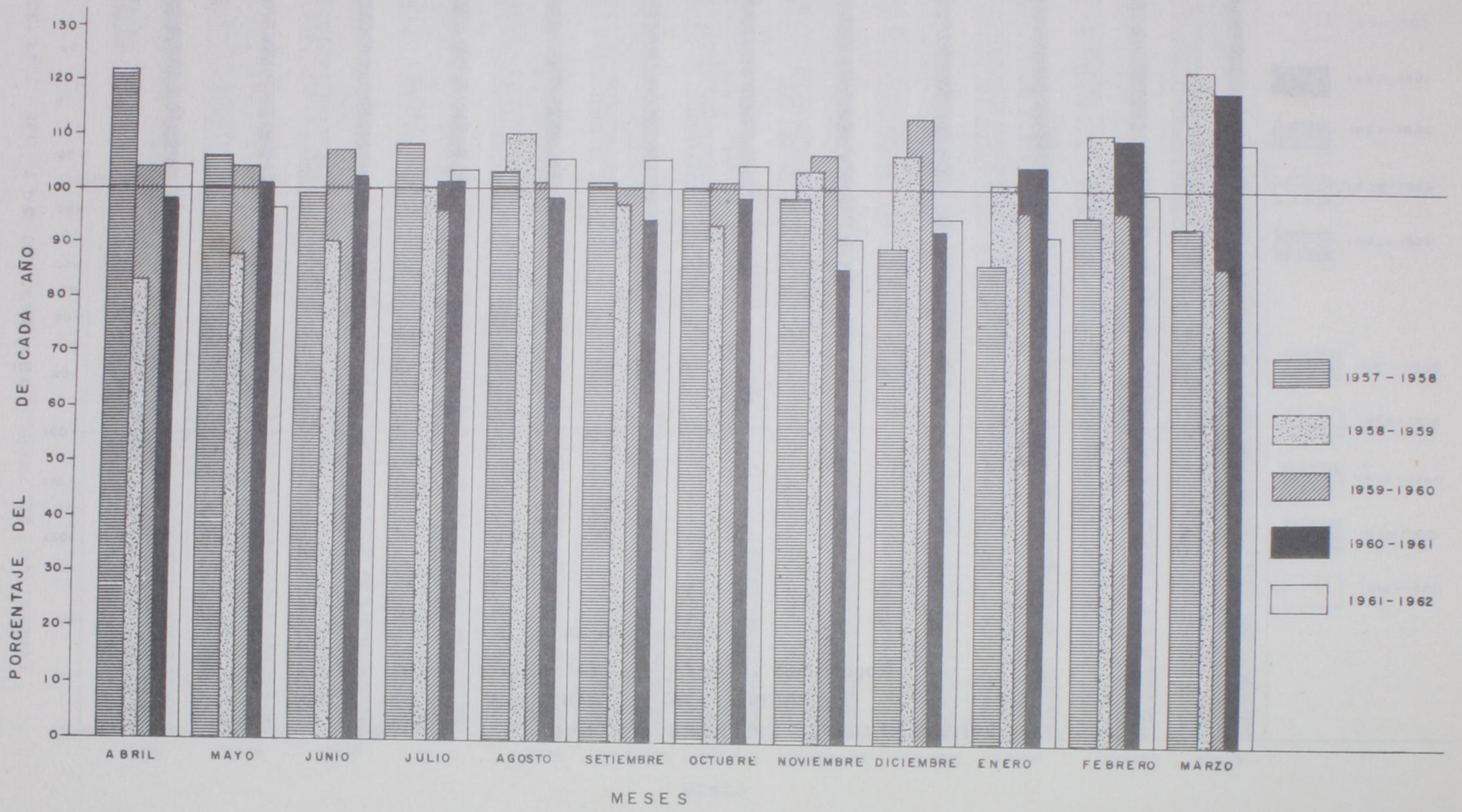


VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL
ESTACION E.P. 3 (La California)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)

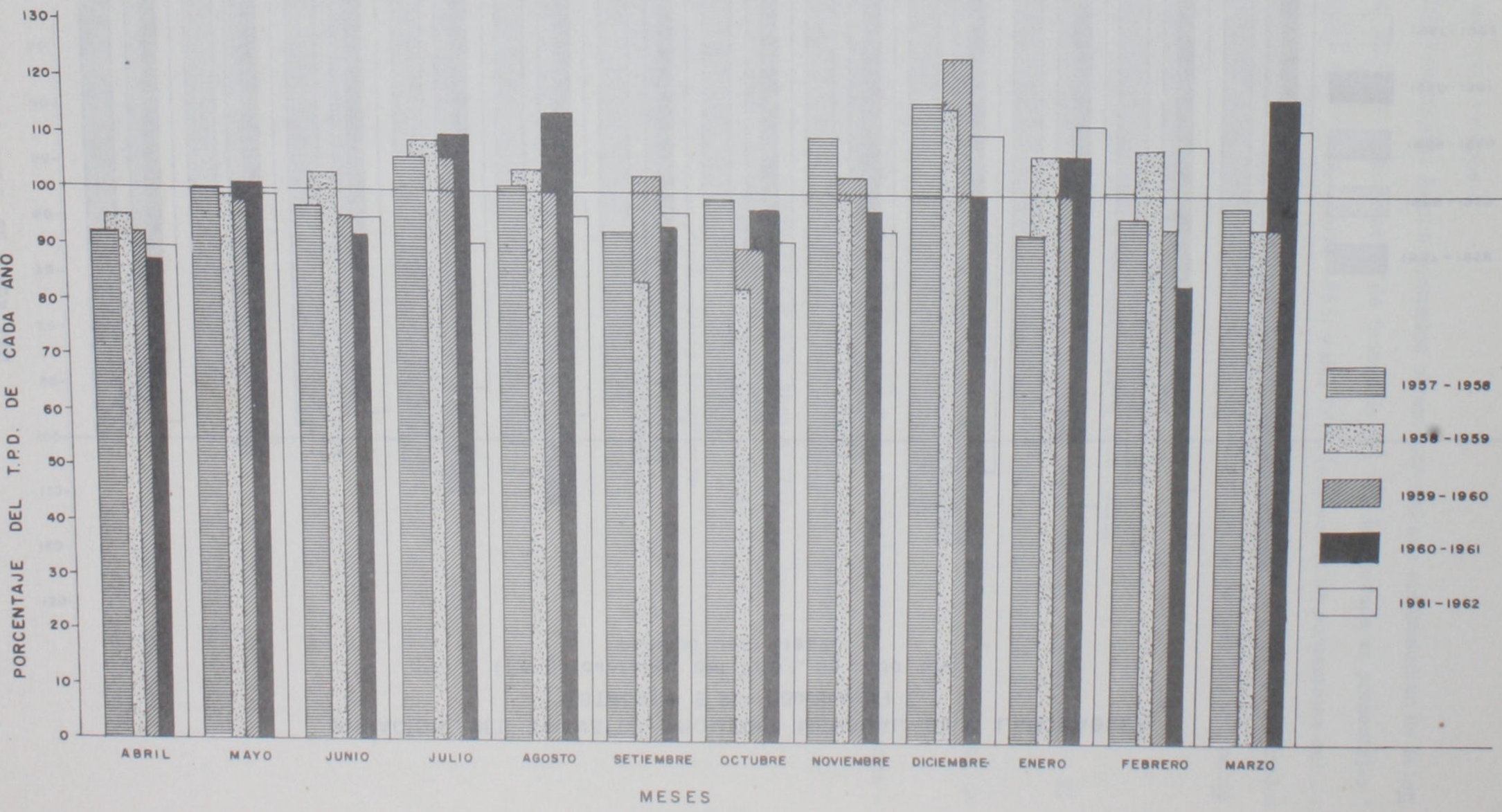
PERIODO 1957 - 1962



VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO MENSUAL
DIAS LABORABLES
ESTACION E.P. 3 (La California)
(En porcentajes del T.P.D.L. de cada año)
PERIODO 1957- 1962



VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL
ESTACION E.P. 4 (Guadalupe)
(En porcentajes del T.P.D. de cada año)
PERIODO 1957 - 1962

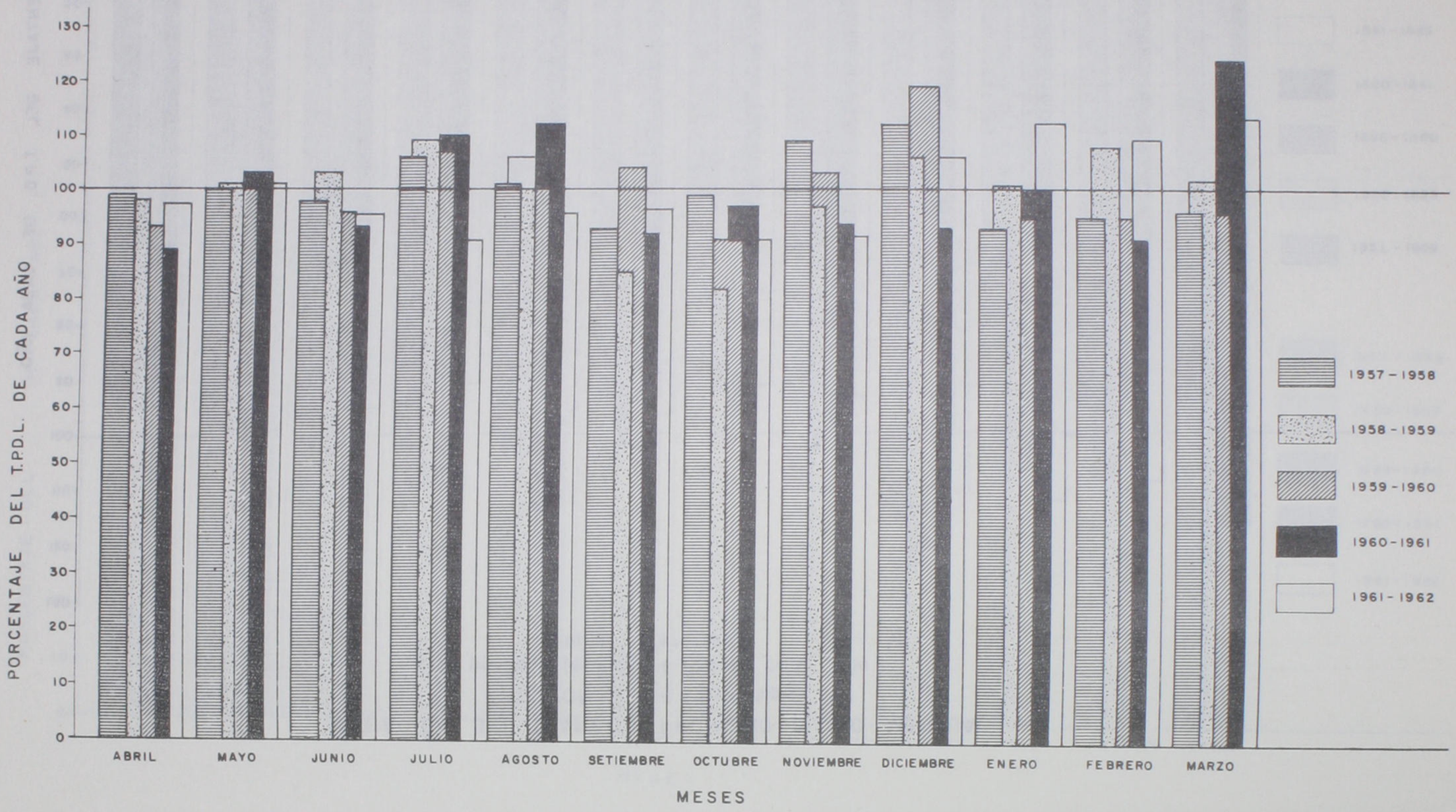


VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO MENSUAL DIAS LABORABLES

ESTACION E.P. 4 (Guadalupe)

(En porcentajes del T.P.D.L. de cada año)

PERIODO 1957 - 1962



entre 365 días en lugar de 12 meses .

Los promedios móviles resultantes fueron centrados obteniendo así una aproximación de la tendencia del TPD y del TPDL. A la estimación de tendencia del TPD (expresada en porcentajes del TPD) para el período Abril 1957- Marzo 1958; y del TPDL (expresada en porcentajes del... TPDL del mismo período), se le ajustó una línea recta ($y = a + bx$), por el método de cuadrados mínimos (polinomios ortogonales, ajuste de primer grado), con el fin de obtener las proyecciones del tránsito.

ESTIMACION DEL TPD Y DEL TPDL EN LA ESTACION EP-1 (San Pedro)

El TPD y el TPDL, en la Estación EP-1 (San Pedro), presenta una tendencia ascendente. El porcentaje de aumento anual del TPD es aproximadamente de 7% y el del TPDL 7.5%.

Los Gráficos correspondientes expresan las variaciones del TPD y del TPDL en porcentajes de los respectivos valores del período 1957-1958.

Las ecuaciones que resultaron de la aplicación del método de cuadrados mínimos a las variables consideradas (TPD y TPDL) en porcentajes del año base son las siguientes:

$$y = 104.89 + 0.56x \quad \text{para el TPD}$$

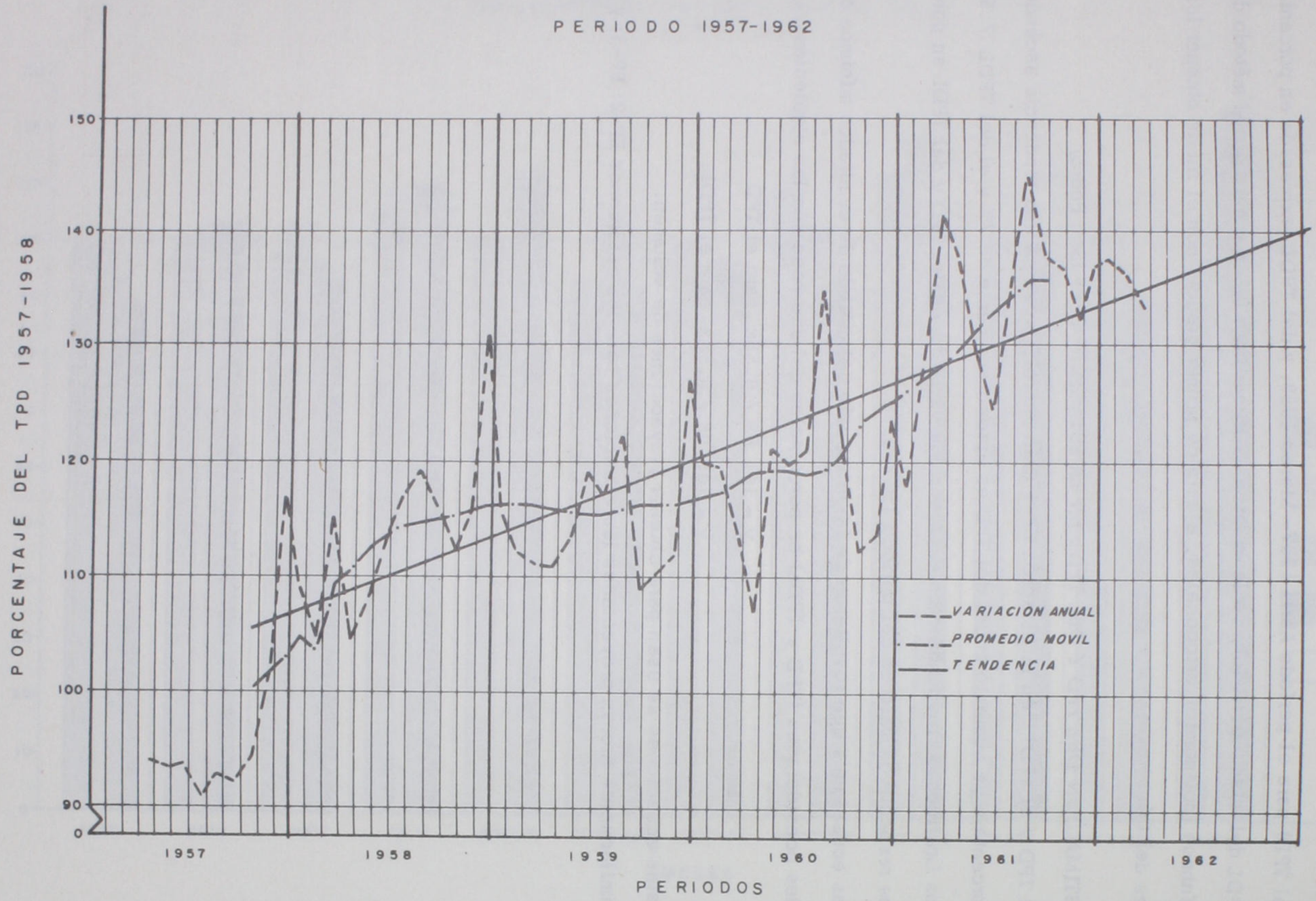
$$y = 105.09 + 0.58x \quad \text{para el TPDL}$$

Estas ecuaciones se usan para obtener proyecciones de volumen.

Similarmente fueron proyectadas las ecuaciones para las estaciones EP-2; EP-3; y EP-4.

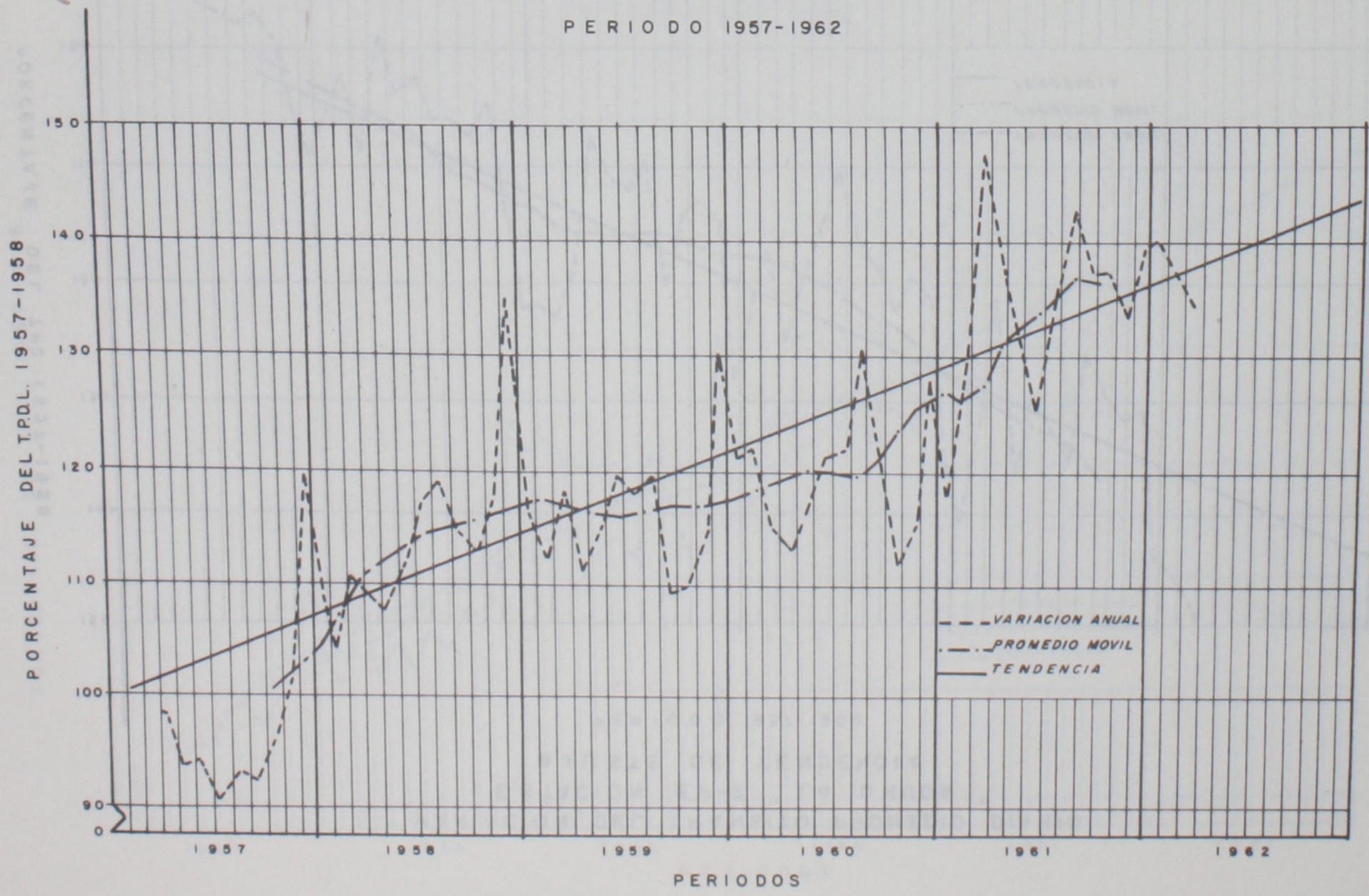
VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO
ESTACION E P-I " SAN PEDRO"
AJUSTE DE TENDENCIA

PERIODO 1957-1962



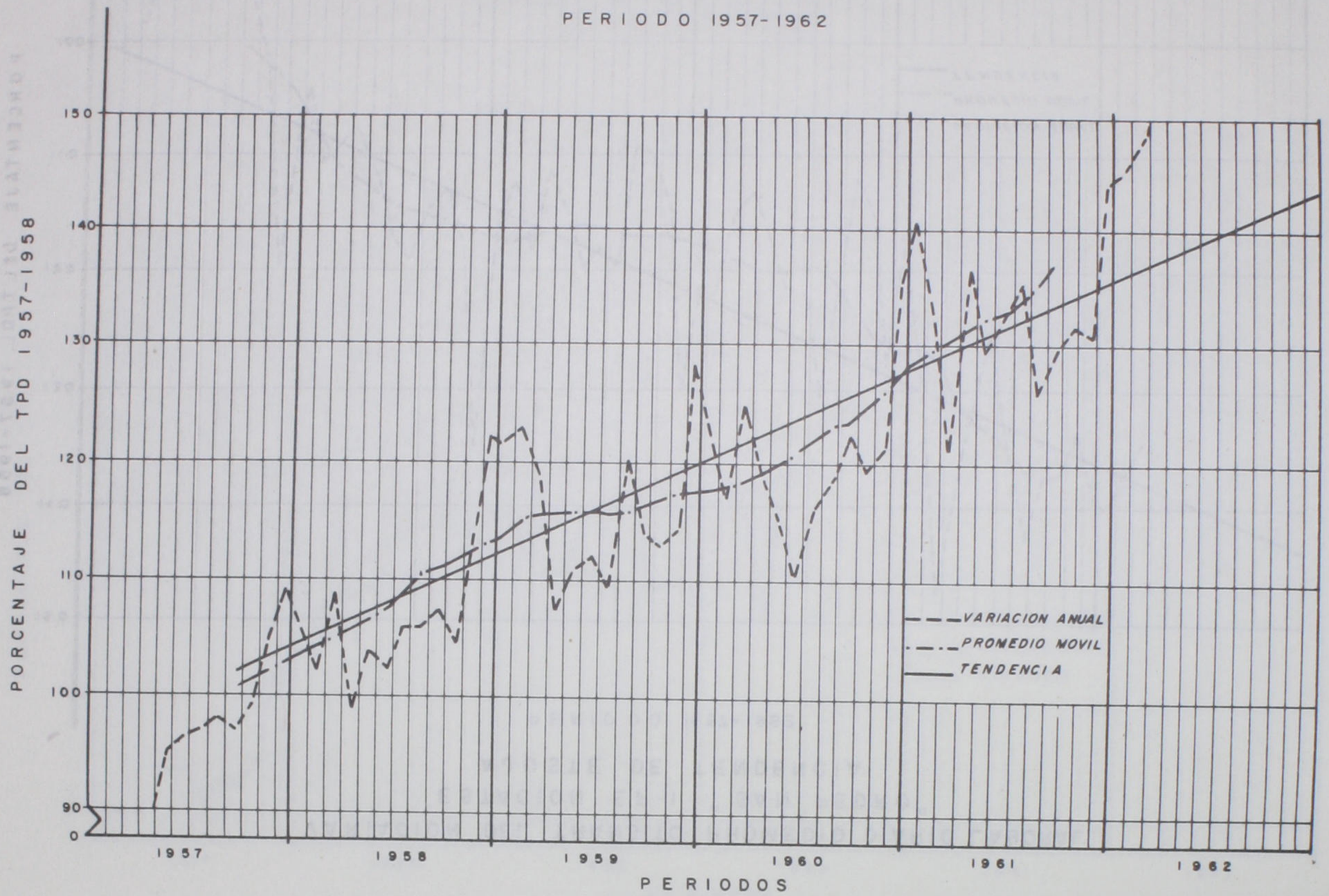
VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO LABORAL
ESTACION EP-I "SAN PEDRO"
AJUSTE DE TENDENCIA

PERIODO 1957-1962

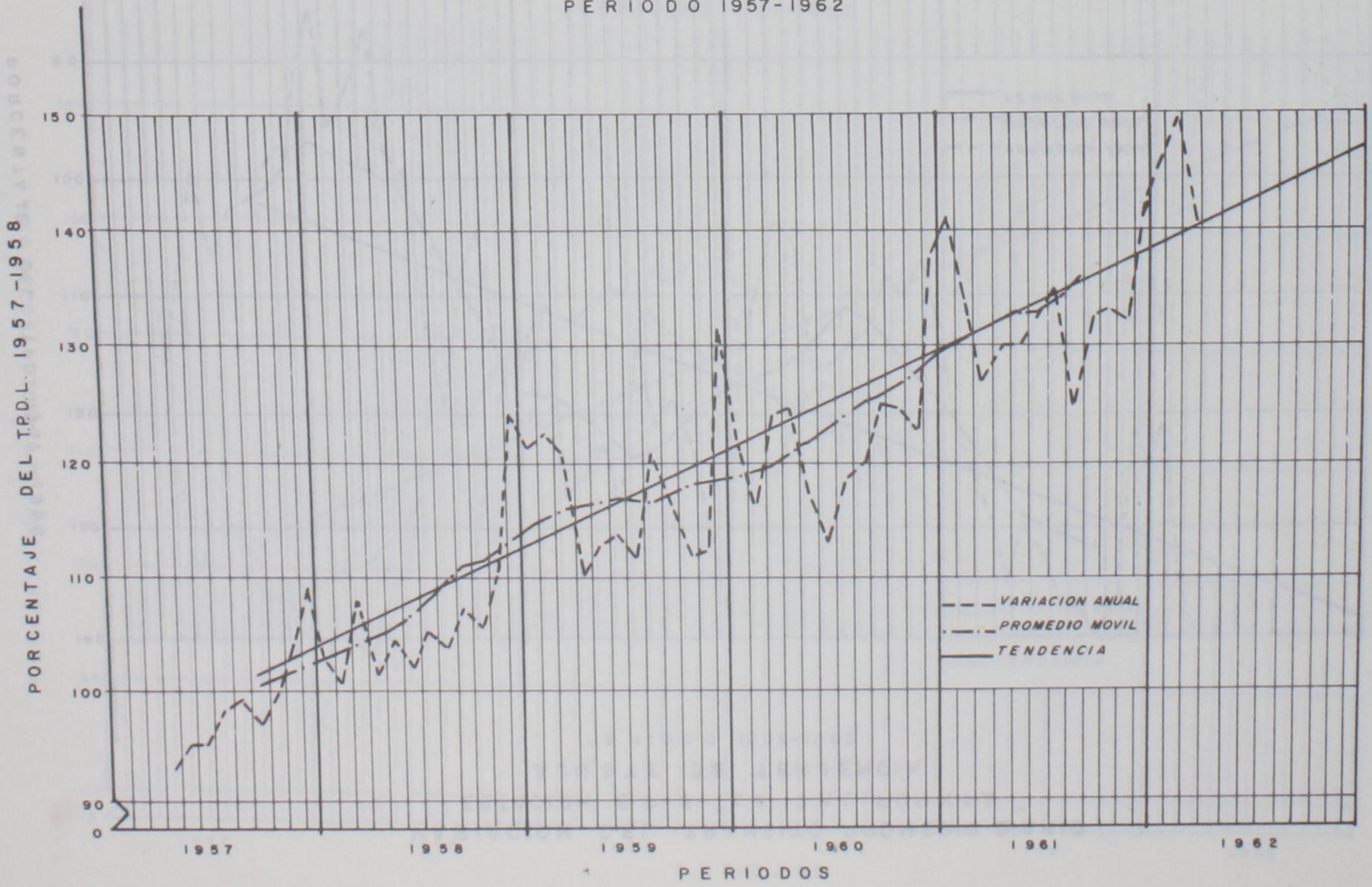


VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO
ESTACION EP-2 " LA URUCA "
AJUSTE DE TENDENCIA

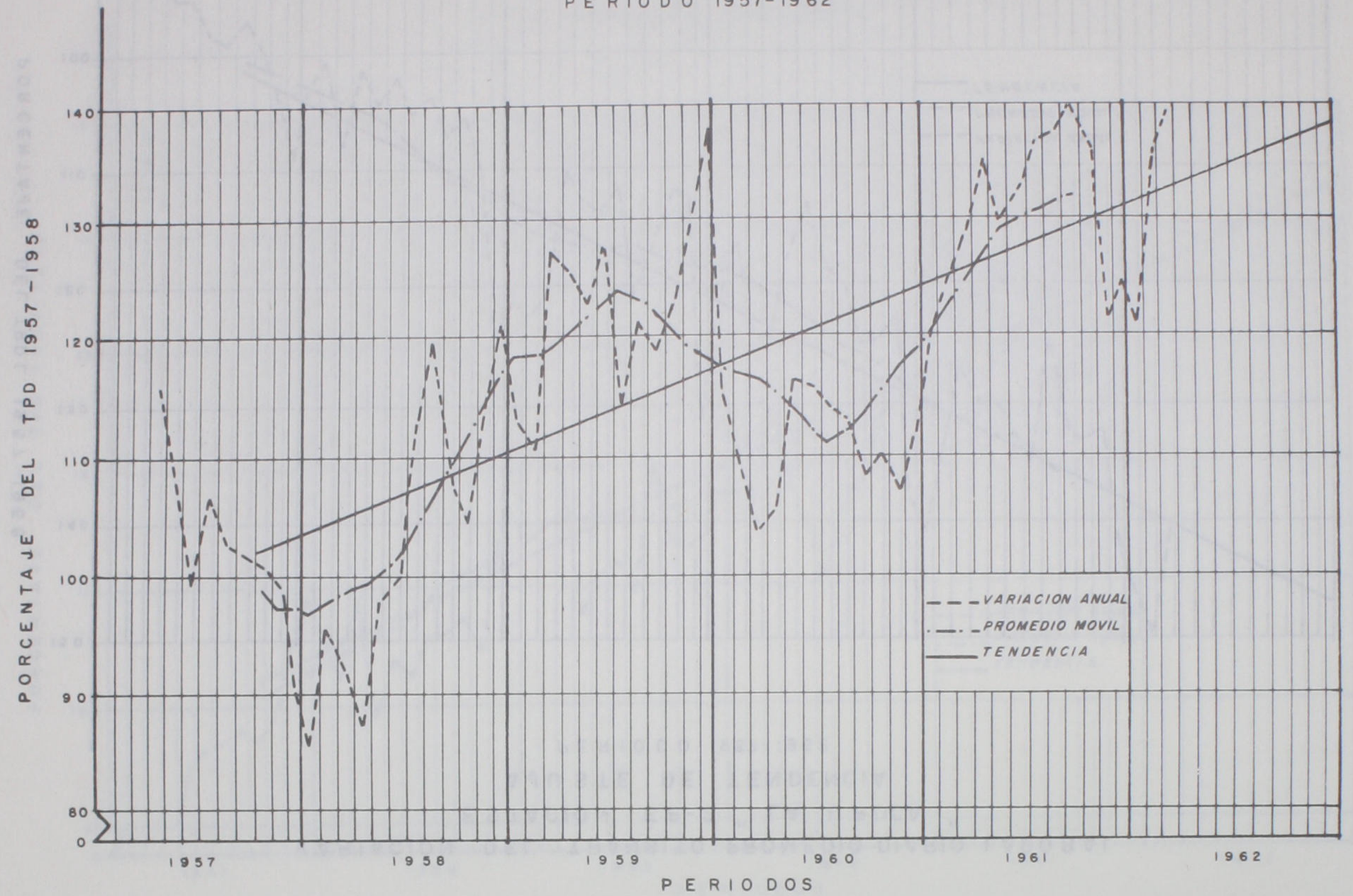
PERIODO 1957-1962



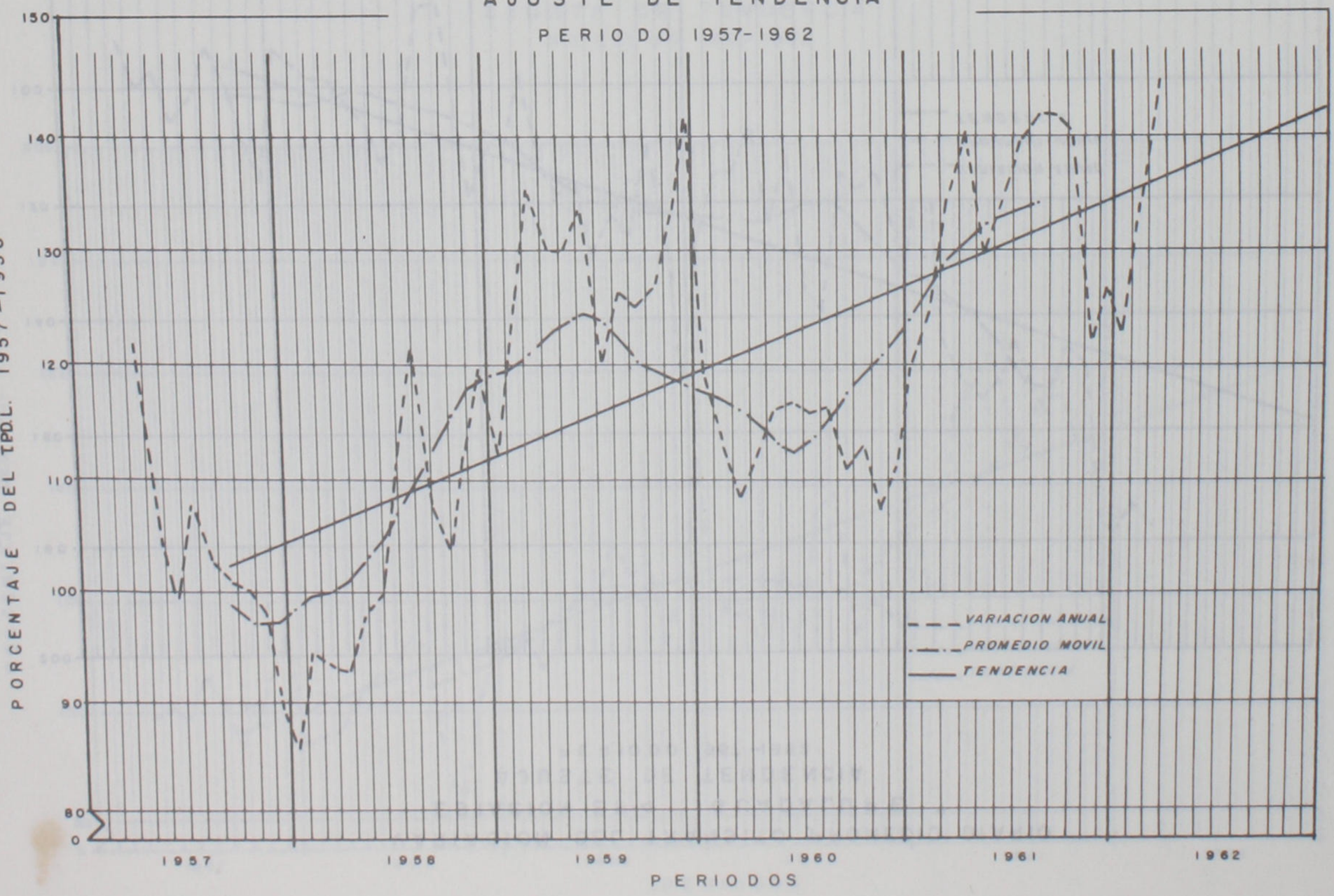
VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO LABORAL
ESTACION EP-2 " LA URUCA "
AJUSTE DE TENDENCIA
PERIODO 1957-1962



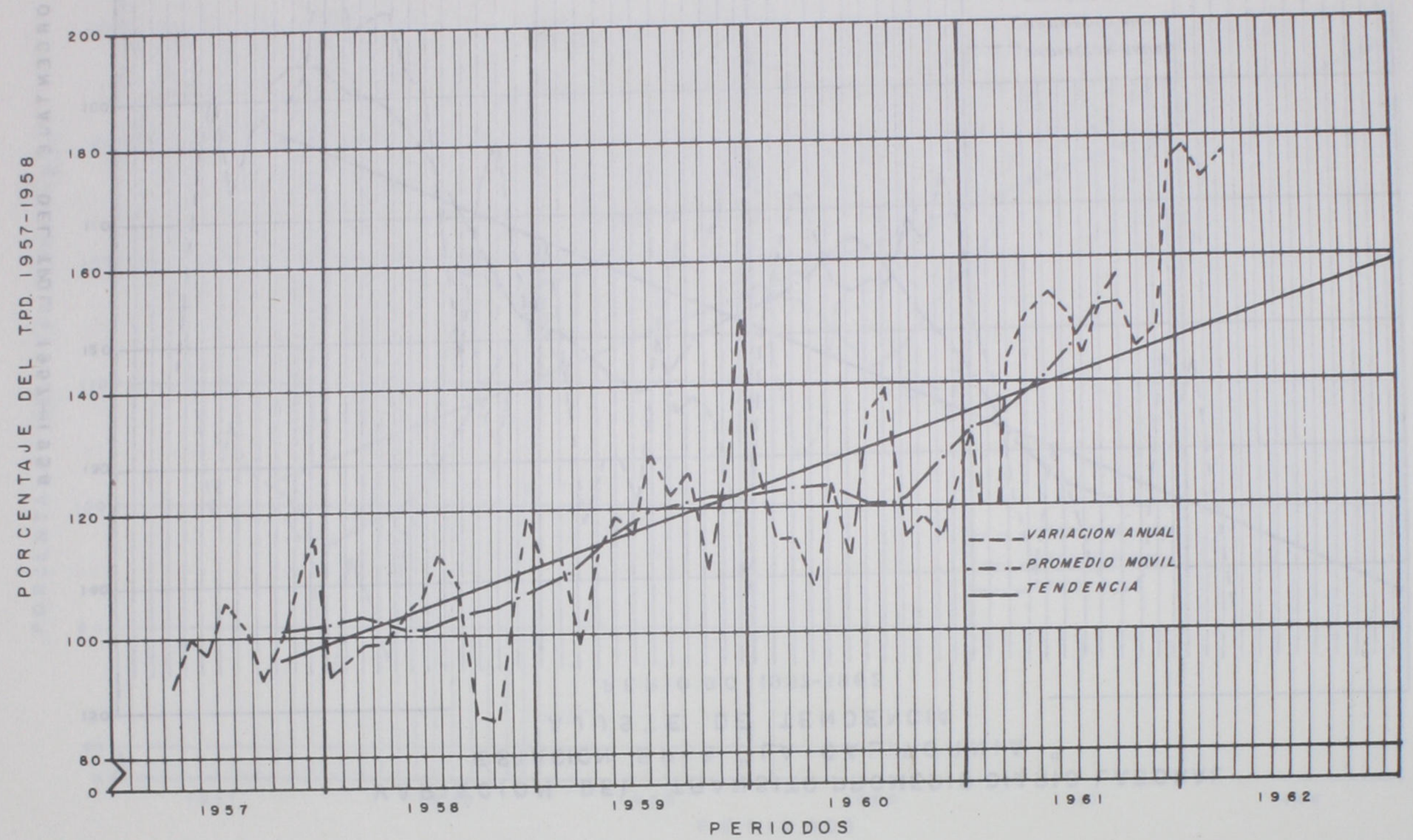
VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO
ESTACION EP-3 "LA CALIFORNIA"
AJUSTE DE TENDENCIA
PERIODO 1957-1962



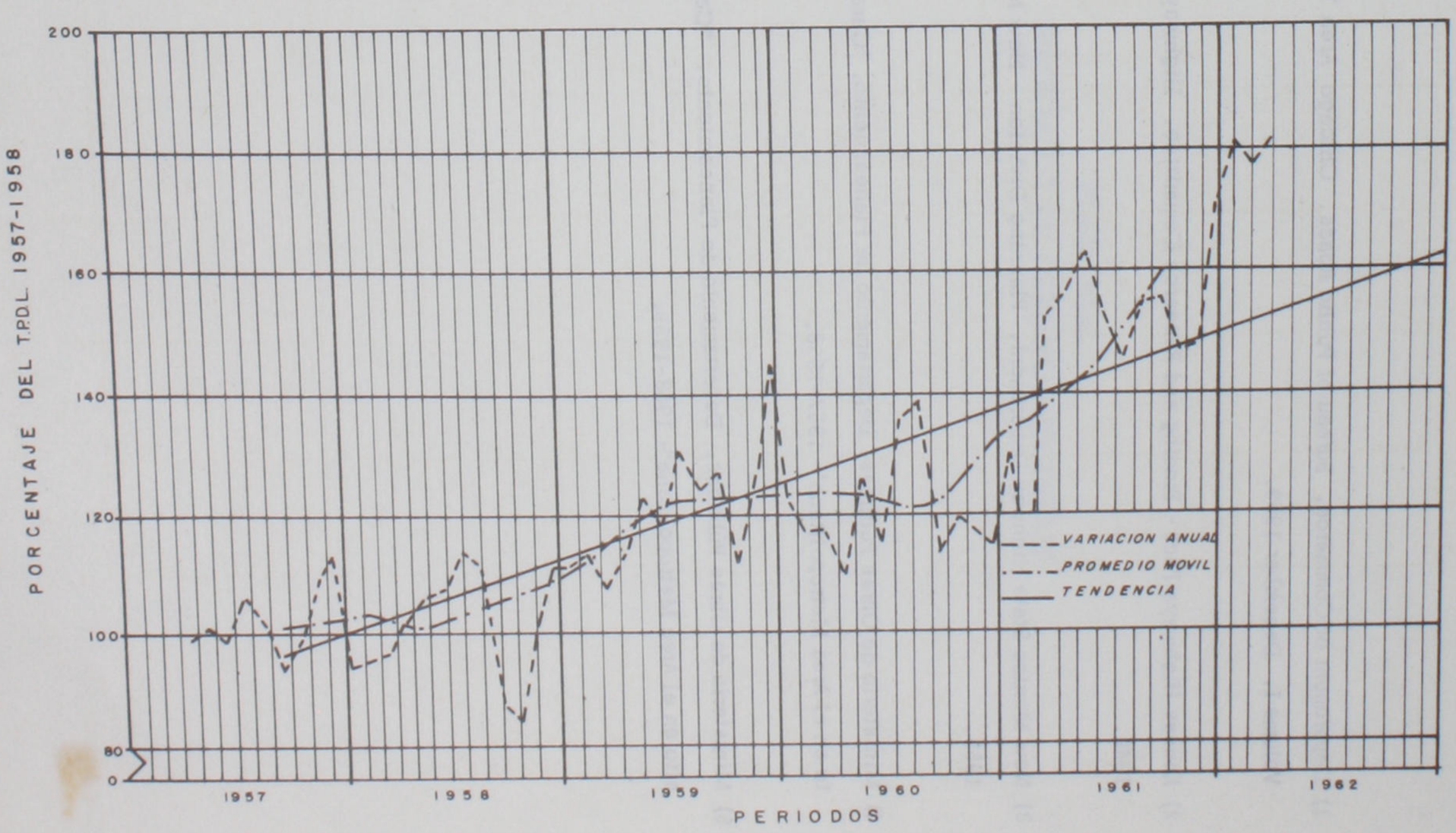
VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO LABORAL
ESTACION EP-3 "LA CALIFORNIA"
AJUSTE DE TENDENCIA



VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO
ESTACION E.P-4 " GUADALUPE "
AJUSTE DE TENDENCIA
PERIODO 1957-1962



VARIACION DEL TRANSITO PROMEDIO DIARIO LABORAL
ESTACION E.P.-4 " GUADALUPE "
AJUSTE DE TENDENCIA
PERIODO 1957-1962



BIBLIOGRAFIA

1) Department of Commerce. Bureau of Public Roads. Chicago Area Transportation Study. Volume I. December 1959.

2) Kansas Highways Fact - Finding and Research Committee. Highway Needs of Kansas 1948.

3) New Mexico State Highway Department. Planning Division - New Mexico Traffic Survey. 1958.

4) Ministerio de Obras Públicas. Departamento de Planeamiento. 'Características del Tránsito en el Area Metropolitana'- 1957-1958.

5) Ministerio de Obras Públicas. Departamento de Planeamiento. "Características del Tránsito en el Area Metropolitana"- 1958-1959.

PLAN VIAL

PROYECTO DE CAMINOS VECINALES

ORGANIZATION OF AMERICAN STATES

NINTH PAN AMERICAN HIGHWAY CONGRESS

Washington, D.C. May 6-18, 1963

OAS Official Records OEA/Ser.K/I.9.1 (English)

Original Language: English Chapter IV Topic 8 of the Agenda Doc. No.

Distribution: Limited

PLAN FOR COUNTY ROADS

SECCION CAMINOS VECINALES - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

SUMMARY

The administration of county roads of Costa Rica, has been under the direction of the "Juntas Cantonales"(*) who are responsible for collecting contributions necessary for construction and maintenance of local roads. The allotment of funds is usually made with a local criteria.

The lack of unity of action of these committees, together with poor organization and the different economic possibilities of the areas involved, has brought about many deficiencies in the county road system that the Central Government has found it necessary to approach this problem on a nationwide basis.

With that purpose in mind, it was necessary to make an objective survey of the extension, productivity and location of areas involved. This report presents the results of the study made for that purpose.

Index derived from factors of production, population and agricultural area.

Farm to market roads cannot be evaluated exclusively by economic considerations derived from traffic volumes; vehicle traffic on these roads is slow and inefficient as compared to highway traffic and there are usually fluctuations depending on the type of agricultural activites and harvest seasons.

In order to justify the construction or betterment of these roads, it is necessary to measure their economic and social importance, as related to their areas of service.

Since it is impossible to obtain an absolute value of those conditions, it is necessary to establish a comparison between existing roads and the country's area, population and production.

(*) Cantones are territorial and political divisions similar to counties in USA.

The demand for roads in a particular area is directly related to the ratio of "cultivated area to existing road mileage". With similar criteria, this demand could be based on the ratio of "population to existing road mileage" or "value of production to existing road mileage". A given zone may be divided into areas, 1, 2, 3, ..., n, and let:

$P_1, P_2, P_3, \ldots P_n$, the respective population (number of inhabitants)

$V_1, V_2, V_3, \ldots V_n$, the respective values of production

$A_{t1}, A_{t2}, A_{t3}, \ldots A_{tn}$, the respective total areas

$A_{c1}, A_{c2}, A_{c3}, \ldots A_{cn}$, the respective cultivated areas

$A_{d1}, A_{d2}, A_{d3}, \ldots A_{dn}$, the respective areas cultivated by their owners

$K_1, K_2, K_3, \ldots K_n$, the respective kilometers of existing roads

If it is assumed that the demand for roads depends exclusively on population it could be expressed with the following relation:

$$\text{Demand for roads} = \frac{\text{Population}}{\text{Kilometers of roads}} \qquad D_P = \frac{P}{K}$$

Using this expression for zones 2 and 5:

$$D_{P_2} = \frac{P_2}{K_2} \qquad D_{P_5} = \frac{P_5}{K_5}$$

If D_{P_2} is larger than D_{P_5}, zone 2 has more inhabitants per kilometer of road than zone 5 and consequently the latter is in more need of roads than the former.

Likewise an expression considering only the value of production could be:

$$D_V = \frac{V}{K}$$

Similar expressions considering separately the relation of kilometers of roads to total area, total cultivated area and area cultivated by their owners would be as follows:

$$D_{at} = \frac{A_t}{K} \qquad D_{ac} = \frac{A_c}{K} \qquad D_{ad} = \frac{A_d}{K}$$

In order to obtain a satisfactory relation of the different indices, it is necessary to refer them to the same base.

In this manner it is possible to obtain a direct comparison between the different districts and the zone under consideration.

The indices of demand as derived for areas A_t, A_c, A_d, may be combined in a single one, which could be their geometric mean:

$$D_{A_x} = (D_{At} \times D_{A_x} \times D_{A_d})^{1/3}$$

$$= \frac{(\%A_{t_x} \times \%A_{c_x} \times \%A_{d_x})^{1/3}}{\%K_x}$$

The numerato will be called "percentage of equivalent area" of zone x ($\%A_x$), and D_{A_x} is the index of demand for this area.

It follows:

$$\%A_x = (\%At_x \times \%A_{c_x} \times \%A_{d_x})^{1/3}$$

where:

$$D_{A_x} = \frac{\%A_x}{\%K_x}$$

The indices of demand for the different factors (population, production and area)computed with the geometric mean of the three indices will give the index of relative demand, as follows:

$$D_x = (D_{P_x} \times D_{V_x} \times D_{A_x})^{1/3}$$

$$D_x = \frac{(\%P_x \times \%V_x \times \%A_x)^{1/3}}{\%K_x}$$

This could be considered as an expression of the degree of use or demand of existing roads. The expression does not measure the efficiency of agricultural production nor the social condition of inhabitants.

According to this formula, if the area is reduced, mantaining the same value of production,the need of roads diminishes. Conversly, the greater the area (with equal values of production) there will be a greater need of roads. For that reason it was necessary to introduce a factor that gives consideration to the production per unit for area so as to obtain a formula better adjusted to the actual need.

$$I_x = D_x \times \frac{V_x}{A_x} \qquad I_x = \frac{(\%A_x \quad \%P_x \quad \%V_x)^{1/3}}{\%K_x} \frac{V_x}{A_x}$$

Index of land tenancy.

A road priority program which only considers the factors described above, is deficient when the different economic conditions of farmers are not recognized, because of difficulty to obtain data relating to distribution of net income of inhabitants of different districts. Assuming that an index of land distribution is related to income, the "Index of land tenancy" is derived from the "Lorentz curve" graph which compares the cumulative percentage of owners (or number of farms) with the cumulative percentage of farm areas. In order to obtain a uniform curve all values were expressed as percentages. This curve will approach a diagonal of the square when the land distribution among the different owners approaches a maximun.

It can be reported that the greater the area of the "ogive", the greater the distribution of the land and the better the distribution of net income.

The Section of County Roads of the Ministry of Public Works, according to the criteria hereby detailed, established the differents "indices of tenancy of the land".

The Lorentz Curve.

This curve, which represents land distribution was the basis for the "land tenancy index".

The construction of the curve is as follows:

Assume an area of 10.000 manzanas(*) which consist of 100 farms with the following distri - bution:

Size	1 to 75	75 to 500	500 to 4.000	4.000 to 8.000	8.000 to 20.000	Total
No. of farms (f)	60	25	9	4	2	100
Occupied area (a)	3.000	10.000	27.000	24.000	36.000	100.000

Then the number of farms and their corresponding maximum areas will be:

Maximum size	75	500	4.000	8.000	20.000
No. of farms (f)	60	85	94	98	100
Occupied area (a)	3.000	13.000	40.000	64.000	100.000

Expressing these figures in percentages:

Maximum size	75	500	4.000	8.000	20.000
% No. farms (%f)	60	85	94	98	100
% Occupied area (%A)	3	13	40	64	100

The Lorentz curve was constructed by plotting %f vs %A (Fig 1). The diagonal of this graph represents a distribution of 10% of the farms corresponding to 10% of the area, 35% of the farms, to 35% of the area, etc.

The distribution improves as the Lorentz curve comes closer to the diagonal. Considering the area "S" of the shaded portion of graph No. 1, it is noted that the larger the area the better the distribution with a maximum value of the area corresponding to the triangle OPQ. Thus the "Index of tenancy of the land", established as the existing relation of "S" to the area of trian gle OPQ, may be expressed as follows:

$$i = \frac{S}{\text{area } \triangle \text{ OPQ}}$$

Where i = index of land tenancy.

Than values of "i" between zero and one will always correspond to the minimum and maximum distribution respectively. Making OP = PQ = 1, as it is shown on Fig. No. 2:

$$\text{area } \triangle \text{OPQ} = \tfrac{1}{2} \times 1 \times 1 = \tfrac{1}{2}$$

and then:

$$i = \frac{S}{\frac{1}{2}} = 2\,S \quad (1)$$

(*) 1 manzana = 1.73 acres.

where : $S = S_n = S_1 \neq S_2 \neq S_3 \neq \ldots \neq S_n$

Index of need.

The products of the indices of demand, unit production and tenancy of the land, were arranged in groups in descending order.

These groups were represented in different colors on maps in order that the choice of roads according to the needs of the different areas could be made properly.

The final choice was made by taking into consideration the number of kilometers the Central Government considered possible to finance and by using the results of the present study as a guide but not an absolute guide.

The principal reason for not following strictly the results of the study is that all calculations were based on the 1955 census and of course present local conditions in many areas have changed since the last census.

The graphs included show the roads for which application has been made for financial assistance to the Bank for International Development and the zones of greater or lesser need as determined in this study.

The index, which is the product of demand, unit production and land tenancy, is referred to as "Index of Need".

A similar analysis will be made this year when the 1963 census for cattle and agriculture is completed, in order to continue the program for construction and maintenance of the county road system of Costa Rica.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos
Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo IV Tema 8 de la Agenda Doc. No.

Distribución: Limitada

PLAN VIAL - PROYECTO DE CAMINOS VECINALES

SECCION CAMINOS VECINALES - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

CONSIDERACIONES GENERALES:

La república de Costa Rica en Centro América tiene una superficie de 50.000 kilómetros cuadrados, y una población de 1.250.000 habitantes. Es un país predominantemente agrícola, donde la producción agropecuaria representa la tercera parte del producto territorial bruto, y la ocupación del 55% de la población económicamente activa.

La mayor parte del territorio, que no ha sido incorporado a la producción agropecuaria, se encuentra cubierto de bosques tropicales. Suelos fértiles y recursos hidráulicos abundantes, han hecho posible el desarrollo de la producción agrícola y ganadera del país.

Hay seis regiones agrícolas principales, tres de ellas en el centro del país (café, caña, lechería) y las restantes (granos, ganado de carne, banano) en los litorales.

La topografía de Costa Rica es muy quebrada. En la parte más estrecha, con un ancho aproximado de 130 kilómetros, se presenta la máxima altura de 3.800 metros.

En el país existen actualmente 19.200 Km. de caminos, carreteras y veredas, de los cuales el 82% (15.742 Kms.) son de tierra; el 12.30% de los caminos y carreteras tienen alguna mejora en su superficie, y sólo el 5.70% son pavimentados. Las veredas, generalmente imposibles de utilizar por los vehículos motorizados, forman el 24.60% del total.

La división entre carreteras nacionales, carreteras regionales y caminos vecinales, es un tanto arbitraria, ya que los textos legales existentes pretenden separarlas por medio de una especificación geométrica o de construcción, sin relación con lo que ocurre en estas diferentes vías.

Actualmente se prefiere definir (en el Ministerio de Obras Públicas) como carreteras nacionales o regionales las vías que tienen como terminales ciudades o poblaciones de considerable

importancia, posibles áreas de turismo, ferrocarriles o puertos.

Por diferencia, los caminos transitables por vehículos motorizados, por lo menos parte del año, que no caigan dentro de las dos categorías anteriores, son caminos vecinales.

Los caminos vecinales son las vías rurales que comunican las regiones agrícolas y ganaderas con las carreteras, ferrocarriles, aeropuertos o embarcaderos, desde los cuales se transportan los productos a los centros de consumo.

La importancia de los caminos vecinales se comprueba con los datos de los medios utilizados para transportar la producción, y el sitio a donde se transportan los productos, dados por las 43.086 fincas que había en el país hace pocos años. (Atlas Estadístico de Costa Rica-1953).

PRINCIPAL MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO PARA SACAR LOS PRODUCTOS

MEDIO	No. de Fincas	Porcentajes
A pie	2.274	5.28
Bestia	11.461	26.60
Carreta	19.007	44.11
Camión	2.075	4.82
Tren	495	1.15
Lancha	1.249	2.89
Avión	8	0.02
Otros	6.517	15.13
TOTAL	43.086	100.00

LUGAR A DONDE LAS FINCAS SACAN LOS PRODUCTOS

LUGAR	No. de Fincas	Porcentajes
Carretera	6.092	14.14
Ferrocarril	3.379	7.84
Puerto	4.566	10.60
Aeropuerto	226	0.53
Mercado	9.591	22.26
Ingenio o Beneficio	8.860	20.56
Otros	10.372	24.07
-------	43.086	100.00

De los datos anteriores se puede observar que el 44.11% de las fincas utilizaban carretas para transportar sus productos.

Las carretas son vehículos que necesitan caminos de las características de vecinales; no pueden utilizar las estrechas, empinadas, sinuosas y mal mantenidas veredas; tampoco son vehículos eficientes donde hay carreteras; por tanto el 4.82% de las fincas que utilizan camiones, dependen de carreteras nacionales o regionales, dejando el 44.11% de las fincas depen

dientes de los caminos propiamente vecinales para el transporte de sus productos.

El mantenimiento de estos caminos se ha encomendado a las Juntas Cantonales, agrupaciones de vecinos encargados de fijar y cobrar las contribuciones de los propietarios, necesarias para la mejora y mantenimiento, siguiendo un criterio de necesidad determinado localmente. La falta de unidad en la acción de las Juntas locales, aunada a defectos de organización y actividad, además de la variable capacidad económica de las diversas regiones, ha ido produciendo una cantidad de deficiencias en los caminos vecinales, que el gobierno central ha sentido necesario atacar en conjunto.

Para tal fin se necesita medir en la forma más objetiva la posible extensión y localización de las áreas que están más necesitadas. Este informe tiene por objeto dar a conocer los resultados del estudio llevado a cabo para llenar ese objetivo.

INFORMACION DISPONIBLE.

Para realizar el estudio se contó con las siguientes fuentes de información: Censo Agropecuario de Costa Rica (1955); este trabajo ofrece información completa y extensa de las características de producción y uso de la tierra de las zonas agrícolas del país, la división de la tierra entre los pobladores y condiciones de estos últimos, todo al nivel de distrito que es la más pequeña división territorial administrativa.

"La Colonización Agraria en Costa Rica", libro del Dr. Gerhard Sandner, geógrafo alemán, quien desde el año 1957 estuvo en Costa Rica estudiando la forma como se han ido ocupando las áreas de colonización agrícola; indica muy claramente el resultado de la presencia o ausencia de caminos en las zonas recién ocupadas por trabajadores agrícolas. También ofrece sistemáticas descripciones de las distintas áreas del país, y sus actividades.

Finalmente se ha contado con la colaboración de un conjunto de funcionarios ocupados en construir y reparar caminos y carreteras, cuya experiencia de campo ha servido en la etapa final del estudio, para comparar la efectividad del método (derivado de censos) para medir la necesidad de caminos vecinales en el país.

UN INDICE DERIVADO DE FACTORES DE PRODUCCION, POBLACION Y AREA AGRICOLA.

Se ha partido del principio de que los caminos vecinales no pueden justificarse exclusivamente por consideraciones económicas derivadas de los volúmenes de tránsito; el tránsito motorizado en los vecinales es reducido, lento, ineficiente si se le compara con el de una carretera, y fluctuante con los cambios en la actividad agrícola.

Para justificar un camino vecinal, debe medirse la importancia económica y social del mismo

en la zona o zonas a que sirve.

Como no es posible medir en forma absoluta la necesidad, debe primero establecerse una comparación entre los caminos existentes y las condiciones de área, población y producción de todo el país.

Se puede considerar que la demanda de caminos en una zona está directamente relacionada al cociente de "Area Cultivada/Kilometraje existente"; con similar criterio se podría relacionarla directamente a "Población/Kilometraje existente" o a "Valor de la Producción/Kilometraje existente".

Considérese las zonas 1,2,3....,n, en que se divide una región determinada.

Llámese:

$P_1, P_2, P_3, \ldots . P_n$, las respectivas poblaciones (número de habitantes)

$V_1, V_2, V_3, \ldots . V_n$, los respectivos valores de la producción vendida

$A_{t1}, A_{t2}, A_{t3} \ldots . A_{tn}$, las respectivas áreas totales

$A_{c1}, A_{c2}, A_{c3}, \ldots . A_{cn}$, las respectivas áreas cultivadas

$A_{d1}, A_{d2}, A_{d3}, \ldots . A_{dn}$, las respectivas áreas cultivadas por sus propios dueños

$K_1, K_2, K_3, \ldots . K_n$, los respectivos kilometrajes de caminos existentes.

Se puede asumir que la demanda de caminos depende exclusivamente de la población; esto puede expresarse como una relación cuya fórmula es:

$$\text{Demanda de caminos (dependiente de población)} : \frac{\text{Población}}{\text{Kilometraje de caminos}}$$

$$D_P = \frac{P}{K}$$

Si se aplica esta expresión a las zonas "2" y "5", se tiene, respectivamente:

$$D_{P_2} = \frac{P_2}{K_2} \qquad D_{P_5} = \frac{P_5}{K_5}$$

Si D_{P_2} es mayor que D_{P_5} la zona 2 tiene más habitantes por kilómetro de camino que la zona 5, y en consecuencia ésta última está menos necesitada de caminos que la 2.

De la misma manera se puede formar una expresión que considere sólo el valor de la producción:

$$D_V = \frac{V}{K}$$

Expresiones similares, que consideren por aparte la relación del área total, el área cultivada, el área cultivada por sus dueños, y el kilometraje de caminos, son:

$$D_{at} = \frac{A_t}{K} \qquad D_{ac} = \frac{A_c}{K} \qquad D_{ad} = \frac{A_d}{K}$$

Para relacionar bien los índices obtenidos mediante estas fórmulas, es necesario llevar todos

los factores a una misma base, expresándolos en forma de porcentajes; para una área "x" se tiene:

$$D'P_x = \frac{\% P_x}{\% K_x} = \frac{\frac{100\ P_x}{\varepsilon P}}{\frac{100\ K_x}{\varepsilon K}} = \frac{\varepsilon K}{\varepsilon P} \times \frac{P_x}{K_x}$$

$$D'P_x = \propto P \times DP_x$$

Expresiones similarmente obtenidas son:

$$D'V_x = \frac{\%V_x}{\%K_x} = \frac{\varepsilon K}{\varepsilon V} \times \frac{V_x}{K_x} = \propto_V \times DV_x$$

$$D'at_x = \frac{\% at_x}{\% K_x} = \frac{\varepsilon K}{\varepsilon at} \times \frac{at_x}{K_x} = \propto_{at} \times Dat_x$$

$$D'ac_x = \propto ac \times Dac_x$$

$$D'ad_x = \propto a_d \times Dad_x$$

En estas expresiones, $\propto P$, $\propto V$, $\propto at$, $\propto ac$, $\propto ad$, tienen, cada una, un valor constante para todas las zonas, de manera que las relaciones entre D_{P_1}, D_{P_2}, D_{P_3}, ... D_{P_n}, y las correspondientes D'_{P_1}, D'_{P_2}, D'_{P_3}, ... D'_{P_n}, son iguales. La introducción de factores $\propto$ lo que consigue es referir todas estas relaciones a una misma base; permitiendo que la D de cada zona o distrito, por sí sola, indique el grado de demanda sobre los caminos de cada división o conjunto de las zonas.- Por ejemplo, suponiendo que se tiene sólo tres zonas, 1,2,3, y que se va a aplicar sólo el índice de demanda derivado de las poblaciones:

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona Total
$P_1 = 5$	$P_2 = 3$	$P_3 = 7$	$P_T = 15$
$K_1 = 2$	$K_2 = 5$	$K_3 = 4$	$K_T = 11$
$DP_1 = 5/2$	$DP_2 = 3/5$	$DP_3 = 7/4$	$DP_T = 15/11$

Las expresiones anteriores nos dan directamente la relación entre el índice de demanda de cada zona y de la zona total.

$$D'P_1 = \frac{11}{15} \times \frac{5}{2} \qquad D'P_2 = \frac{11}{15} \times \frac{3}{5} \qquad D'P_3 = \frac{11}{15} \times \frac{7}{4} \qquad D'P_T = \frac{11}{15} \times \frac{15}{11}$$

$$D'P_1 = 1.66 \qquad D'P_2 = 0.44 \qquad D'P_3 = 1.28 \qquad D'P_T = 1$$

En esta forma, la comparación de cada distrito con la zona o área total, se obtiene directamente.

Los índices de demanda derivados de las áreas A_t, A_c, y A_d, pueden ser resumidos en uno so

lo que sea la media geométrica de los tres, en la forma siguiente:

$$D_{A_X} = (D_{A_t} \times D_{A_C} \times D_{A_d})^{1/3}$$

$$D_{A_X} = \left[\frac{\%A_{t_X}}{\%K_X} \times \frac{\%A_{C_X}}{\%K_X} \times \frac{\%A_{d_X}}{\%K_X}\right]^{1/3}$$

$$= \frac{(\%A_{t_X} \times \%A_{C_X} \times \%A_{d_X})^{1/3}}{\%K_X}$$

en donde el numerador es lo que se llamará "porcentaje de área equivalente" de la región x ($\%A_X$), y D_{A_X} es el índice de demanda que toma en cuenta sólo esta área.

Se tiene entonces: $\%A_X = (\%A_{t_X} \times \%A_{C_X} \times \%A_{d_X})^{1/3}$

de donde: $D_{A_X} = \frac{\%A_X}{\%K_X}$

Teniendo ya definidos índices de demanda para cada uno de los factores (población, producción y área), se pueden introducir en una fórmula que de el índice de demanda relativa. Utilizando la media geométrica de los tres índices.

$$D_X = (D_{P_X} \times D_{V_X} \times D_{A_X})^{1/3} \qquad D_X = \left[\frac{\%P_X}{\%K_X} \times \frac{\%V_X}{\%K_X} \times \frac{\%A_X}{\%K_X}\right]^{1/3} \qquad D_X = \frac{(\%P_X \times \%V_X \times \%A_X)^{1/3}}{\%K_X}$$

Esta fórmula podría considerarse como la expresión de un mayor o menor grado de uso de carga, o de demanda de los caminos existentes. La expresión no califica ni considera la eficiencia de la producción agrícola, ni la condición social de los habitantes.

Puede conducir a resultados aparentemente ilógicos, que se detallan seguidamente y terminan de indicar que la expresión por sí sola, no es suficiente índice de la necesidad de caminos.

Los índices D_1 y D_2 de dos regiones que tienen respectivamente $\%A_1$, $\%P_1$, $\%V_1$, $\%K_1$, $\%A_2$, $\%P_2$, $\%V_2$, $\%K_2$, son:

$$D_1 = \frac{(\%A_1 \times \%P_1 \times \%V_1)^{1/3}}{\%K_1} \qquad D_2 = \frac{(\%A_2 \times \%P_2 \times \%V_2)^{1/3}}{\%K_2}$$

Si $\%A_2 = 2\ \%A_1$ y todos los demás factores correspondientes son iguales, se tiene:

$$D_1 = \frac{(\%A_1 \times \%P_1 \times \%V_1)^{1/3}}{\%K_1} \qquad D_2 = \frac{(2\ \%A_1 \times \%P_1 \times \%V_1)^{1/3}}{\%K_1}$$

$$D_2 = 2^{1/3} \times D_1 = 1.26\ D_1$$

Si $\%A_2 = \%A_1/2$ y todos los demás factores iguales, se tiene:

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo IV Tema 8 de la Agenda Doc. No.

Distribución: Limitada

PLAN VIAL - PROYECTO DE CAMINOS VECINALES

SECCION CAMINOS VECINALES - MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

RESUMEN

El mantenimiento de los caminos vecinales de Costa Rica, se ha encomendado a las Juntas Cantonales, agrupaciones de vecinos encargadas de fijar y cobrar las contribuciones de los propietarios, necesarias para la mejora y mantenimiento, siguiendo un criterio de necesidad determinado localmente. La falta de unidad en la acción de las Juntas locales, aunada a defectos de organización y actividad, además de la variable capacidad económica de las diversas regiones, ha ido produciendo una cantidad de deficiencias en los caminos vecinales, que el gobierno central ha sentido necesario atacar en conjunto.

Para tal fin se necesita medir en la forma más objetiva posible la extensión y localización de las áreas que están más necesitadas. Este informe tiene por objeto dar a conocer los resultados del estudio llevado a cabo para llenar ese objetivo.

INDICE DERIVADO DE FACTORES DE PRODUCCION, POBLACION y AREA AGRICOLA.

Se ha partido del principio de que los caminos vecinales no pueden justificarse exclusivamente por consideraciones económicas derivadas de los volúmenes de tránsito; el tránsito motorizado en los vecinales es reducido, lento, ineficiente si se le compara con el de una carretera, y fluctuante con los cambios en la actividad agrícola.

Para justificar un camino vecinal, debe medirse la importancia económica y social del mismo en la zona o zonas a que sirve.

Como no es posible medir en forma absoluta la necesidad, debe primero establecerse una comparación entre los caminos existentes y las condiciones de área, población y producción de todo el país.

Se puede considerar que la demanda de caminos en una zona está directamente relacionada al cociente de "Area cultivada/Kilometraje existente", con similar criterio se podría relacionarla directamente a "Población/Kilometraje existente" o a "Valor de la Producción/Kilometraje existente".

Considérese las zonas 1,2,3...,n, en que se divide una región determinada.

Llámese:

$P_1, P_2, P_3, \ldots P_n$, las respectivas poblaciones (número de habitantes)

$V_1, V_2, V_3, \ldots V_n$, los respectivos valores de la producción vendida

$A_{t1}, A_{t2}, A_{t3} \ldots A_{tn}$, las respectivas áreas totales

$A_{c1}, A_{c2}, A_{c3}, \ldots A_{cn}$, las respectivas áreas cultivadas

$A_{d1}, A_{d2}, A_{d3}, \ldots A_{dn}$, las respectivas áreas cultivadas por sus propios dueños

$K_1, K_2, K_3, \ldots\ldots K_n$, los respectivos kilometrajes de caminos existentes.

Se puede asumir que la demanda de caminos depende exclusivamente de la población; esto puede expresarse como una relación cuya fórmula es:

$$\text{Demanda de caminos (dependiente de población)} : \frac{\text{Población}}{\text{Kilometraje de caminos}}$$

$$D_P = \frac{P}{K}$$

Si se aplica esta expresión a las zonas "2" y "5", se tiene respectivamente:

$$D_{P_2} = \frac{P_2}{K_2} \qquad D_{P_5} = \frac{P_5}{K_5}$$

Si D_{P_2} es mayor que D_{P_5} la zona 2 tiene más habitantes por kilómetro de camino que la zona 5, y en consecuencia ésta última está menos necesitada de caminos que la 2.

De la misma manera se puede formar una expresión que considere sólo el valor de la producción:

$$D_V = \frac{V}{K}$$

Expresiones similares, que consideren por aparte la relación del área total, el área cultivada, el área cultivada por sus dueños, y el kilometraje de caminos, son:

$$D_{at} = \frac{A_t}{K} \qquad D_{ac} = \frac{A_c}{K} \qquad D_{ad} = \frac{A_d}{K}$$

Para relacionar bien los índices obtenidos mediante estas fórmulas, es necesario llevar todos los factores a una misma base, expresándolos en forma de porcentajes.

En esta forma, la comparación de cada distrito con la zona o área total, se obtiene directamente.

Los índices de demanda derivados de las áreas A_t, A_c, y A_d, pueden ser resumidos en uno so

lo que sea la media geométrica de los tres, en la forma siguiente:

$$D_{A_x} = (D_{A_t} \times D_{A_c} \times D_{A_d})^{1/3}$$

$$= \left[\frac{\%At_x \times \%A_{c_x} \times \%A_{d_x}}{\%K_x}\right]^{1/3}$$

en donde el numerador es lo que se llamará "porcentaje de área equivalente" de la región x ($\%A_x$), y D_{A_x} es el índice de demanda que toma en cuenta sólo esta área.

Se tiene entonces:

$$\%A_x = (\%At_x \times \%A_{c_x} \times \%Ad_x)^{1/3}$$

de donde:

$$D_{A_x} = \frac{\%A_x}{\%K_x}$$

Teniendo ya definidos índices de demanda para cada uno de los factores (población, producción, y área) se pueden introducir en una fórmula que de el índice de demanda relativa. Utilizando la media geométrica de los tres índices.

$$D_x = \left[D_{P_x} \times D_{V_x} \times D_{A_x}\right]^{1/3}$$

$$D_x = \left[\frac{\%P_x \times \%V_x \times \%A_x}{\%K_x}\right]^{1/3}$$

Esta fórmula podría considerarse como la expresión de un mayor o menor grado de uso de carga, o de demanda de los caminos existentes. La expresión no califica ni considera la eficiencia de la producción agrícola, ni la condición social de los habitantes.

Según esta fórmula, si disminuye el área, manteniéndose el mismo valor de la producción, y en consecuencia aumentando el valor unitario del área cultivada, disminuye la necesidad de caminos; el desarrollo anterior también indica que hay la condición contraria, que a mayor área, con el mismo valor de la producción- área unitariamente menos valiosa - se necesitarían más caminos. De allí se dedujo que es necesario introducir un factor que considere la producción unitaria, con el fin de obtener una fórmula más ajustada a la necesidad real.

$$I_x = D_x \times \frac{V_x}{A_x} \qquad I_x = \left(\frac{\%A_x \ \ \%P_x \ \ \%V_x}{\%K_x}\right)^{1/3} \times \frac{V_x}{A_x}$$

INDICE DE TENENCIA DE LA TIERRA.-

Una localización de caminos que considera sólo los factores hasta ahora descritos es insuficiente porque no reconoce la distinta condición económica de los agricultores. Habiendo sido

imposible contar con estudios o datos que dieran la distribución de ingreso neto de los habitantes de los distintos distritos, se tuvo que recurrir a un índice de la distribución de la tierra, suponiendo que tal distribución está bastante relacionada con la distribución de ingreso.

Se llama en este escrito "Indice de Tenencia de la Tierra" un número derivado de un gráfico de comparación entre el porcentaje acumulativo de propietarios (o número de fincas) y el porcentaje acumulativo del área de las fincas. Este tipo de gráfico en algunos libros de estadística se conoce como "curva de Lorentz"; la reducción a porcentajes de todos los valores lo que busca es tener un gráfico cuadrado dentro del cual se plotea una "curva" u ojiva.

El gráfico se acercará más a una diagonal del cuadrado conforme sea mayor la distribución de la tierra entre los propietarios.

Se deduce así que cuanto mayor sea la superficie de la ojiva mayor será la distribución de la tierra, y mejor distribuido estará el ingreso neto entre los habitantes de la zona o zonas.

La Sección de Caminos Vecinales del Ministerio de Obras Públicas, de acuerdo con el criterio que se expondrá en el presente trabajo, estableció, entonces, el "índice de tenencia de la tierra".

LA CURVA DE LORENTZ.-

Esta curva, que representa perfectamente la igualdad o desigualdad en datos de distribución es la base en la deducción del "índice de tenencia de la tierra". Ella se construye en este caso, de la manera siguiente:

Supóngase una extensión de 100.000 manzanas constituida de 100 fincas cuya distribución por tamaño es la que sigue:

Tamaños	1 a 75	75 a 500	500 a 4.000	4.000 a 8.000	8.000 a 20.000	Total
No. Fincas (f)	60	25	9	4	2	100
Area ocupada (a)	3.000	10.000	27.000	24.000	36.000	100.000

Entonces, los números de fincas y sus áreas correspondientes a tamaños máximos cada vez mayores será:

Tamaño máximo	75	500	4.000	8.000	20.000
No. fincas (f)	60	85	94	98	100
Area ocupada (A)	3.000	13.000	40.000	64.000	100.000

Expresado esto en porcentajes se tiene:

Tamaño máximo	75	500	4.000	8.000	20.000
% No. fincas (% f)	60	85	94	98	100
% Area ocupada (% A)	3	13	40	64	100

Ahora bien la curva de Lorentz se construyó ploteando %f contra %A (Ver Fig. 1).
La diagonal en el gráfico de la Fig. 1 representa la igualdad perfecta, esto es, aquella distribución en la que se tiene que por ejemplo al 10% de las fincas corresponde el 10% del área, al 35% de las fincas el 35% del área, etc.
La distribución entonces será mejor cuanto más se acerque la curva de Lorentz a dicha diagonal, o bien si se considera la superficie "s" correspondiente a la porción sombreada del gráfico 1, se puede decir que tal distribución es mejor cuanto mayor sea "s", siendo su valor máximo el que corresponde al triángulo OPQ.
Con base en lo expresado se decidió establecer, como "Indice de Tenencia de la Tierra" la relación existente entre "S" y el área del triángulo OPQ. Es decir que si se llama con "i" a dicho índice se puede escribir:

$$i = \frac{S}{\text{área } \triangle \text{ OPQ}}$$

Y de esta manera se tendrá siempre valores de "i" comprendidos entre 0 (cero) y 1 (uno) que corresponden respectivamente a la peor y a la mejor distribución.
Haciendo OP = PQ = 1, tal como se muestra en la figura 2, entonces se tendrá:

$$\text{área } \triangle \text{ OPQ} = \tfrac{1}{2} \times 1 \times 1 = \tfrac{1}{2}$$

y por consiguiente:

$$i = \frac{S}{\frac{1}{2}} = 2S \qquad (1)$$

siendo: $\Sigma S = S_n = S_1 \neq S_2 \neq S_3 \neq \ldots\ldots \neq S_n$

INDICE DE NECESIDAD.-

Los índices de demanda, producción unitaria, tenencia de la tierra, multiplicados, dieron una serie de valores que fueron divididos en grupos, de mayor a menor.
Esos grupos de valores se representaron con colores o tonos sobre mapas, con el fin de escoger las rutas que sirvieran a las regiones más necesitadas.
La escogencia se hizo al final considerando el número de kilómetros que el gobierno central estimó posible de financiar, y atendiendo a los resultados de este estudio como una guía general, no absolutamente determinante. La razón principal por la que no se siguió el resultado del estudio al pie de la letra, fue la de que el Censo en que se basaron los cálculos es de 1955, y según el conocimiento de funcionarios locales y lo escrito por el Dr. Gerhard Sandner en su libro, las condiciones locales en algunas regiones han cambiado. En todo caso, los gráficos adjuntos muestran o contrastan los caminos cuya financiación se ha solicitado al ... BID con relación a las zonas de mayor o menor necesidad que determinó este estudio.

El índice producto del de demanda, producción unitaria y tenencia de la tierra, es el que se ha llamado Indice de Necesidad.

Cálculos iguales se harán este año en cuanto se haya efectuado el Censo Agropecuario de... 1963, con el fin de seguir programando la construcción y mantenimiento de los caminos vecinales de Costa Rica.

$$D_2 = \left(\frac{\%A_1/2 \times \%P_1 \times \%V_1}{\%K_1}\right)^{1/3} = (1/2)^{1/3} \times \quad D_1 = 0.79\ D_1$$

Según esta fórmula, si disminuye el área, manteniéndose el mismo valor de la producción, y en consecuencia aumentando el valor unitario del área cultivada, disminuye la necesidad de caminos; el desarrollo anterior también indica que hay la condición contraria, que a mayor á - rea, con el mismo valor de la producción- área unitariamente menos valiosa - se necesitarían más caminos. De allí se dedujo que es necesario introducir un factor que considere la produc ción unitaria, con el fin de obtener una fórmula más ajustada a la necesidad real.

$$I_X = D_X \left[\frac{V_X}{A_X}\right] \qquad I_X = \left(\frac{\%A_X \times \%P_X \times \%V_X}{\%K_X}\right)^{1/3} \times \frac{V_X}{A_X}$$

Con la fórmula modificada los ejemplos anteriores quedarían así:

$\%A_1$ $\qquad$ $\%A_2 = 2\%\ A_1$

$\%P_1$ $\qquad$ $\%P_2 = \%P_1$

$\%V_1$ $\qquad$ $\%V_2 = \%V_1$

$\%K_1$ $\qquad$ $\%K_2 = \%K_1$

$$I_1 = \left(\frac{\%A_1 \times \%P_1 \times \%V_1}{\%K_1}\right)^{1/3} \times \frac{V_1}{A_1} \qquad I_2 = \left(\frac{2\ \%A_1 \times \%P_1 \times \%V_1}{\%K_1}\right)^{1/3} \times \frac{V_1}{2A_1}$$

$$I_2 = \frac{1.26}{2} \times I_1 = 0.63 \times I_1$$

$\%A_2 = \%A_1/2$

$\%P_2 = \%P_1$

$\%V_2 = \%V_1$

$\%K_2 = \%K_1$

$$I_2 = \left(\frac{\%A_1/2 \times \%P_1 \times \%V_1}{\%K_1}\right)^{1/3} \times \frac{V_1}{\frac{A_1}{2}}$$

$$I_2 = 2\ (1/2)^{1/3} \times I_1$$

$$I_2 = 1.58 \times I_1$$

Se comprueba que a igualdad de población, valor de producción, y kilometraje de caminos, pre senta mayor índice de demanda sobre los caminos existentes, el área que tenga una produc - ción unitaria más eficiente.

EL INDICE DE TENENCIA DE LA TIERRA.-

Una localización de caminos que considera sólo los factores hasta ahora descritos es insufi - ciente porque no reconoce la distinta condición económica de los agricultores. Habiendo sido imposible contar con estudios o datos que dieran la distribución de ingreso neto de los habi - tantes de los distintos distritos, se tuvo que recurrir a un índice de la distribución de la tie -

rra, suponiendo que tal distribución está bastante relacionada con la distribución de ingreso. Se llama en este escrito "Indice de Tenencia de la Tierra" un número derivado de un gráfico de comparación entre el porcentaje acumulativo de propietarios (o número de fincas) y el porcentaje acumulativo del área de las fincas. Este tipo de gráfico en algunos libros de estadística se conoce como "curva de Lorentz"; la reducción a porcentajes de todos los valores lo que busca es tener un gráfico cuadrado dentro del cual se plotea una "curva" u ojiva.

El gráfico se acercará más a una diagonal del cuadrado conforme sea mayor la distribución de la tierra entre los propietarios.

Se deduce así que cuanto mayor sea la superficie de la ojiva mayor será la distribución de la tierra, y mejor distribuido estará el ingreso neto entre los habitantes de la zona o zonas.

Un aspecto de suma importancia a considerar dentro de los estudios de planificación para la construcción de caminos complementarios, es el régimen de tenencia de la tierra prevalecien te en las posibles zonas afectadas.

Debe apreciarse con la mayor claridad o exactitud, hasta que punto es adecuado o no la distribución de la tierra en una u otra región y esto no puede lograrse si no se dispone, por ejemplo de un índice que califique esa condición.

La Sección de Caminos Vecinales del Ministerio de Obras Públicas, de acuerdo con el criterio que se expondrá en el presenta trabajo, estableció, entonces, el "Indice de Tenencia de la Tierra".

LA CURVA DE LORENTZ.-

Esta curva, que representa perfectamente la igualdad o desigualdad en datos de distribución es la base en la deducción del "índice de tenencia de la tierra". Ella se construye en este caso, de la manera siguiente:

Supóngase una extensión de 100.000 manzanas constituida de 100 fincas cuya distribución por tamaño es la que sigue:

Tamaños	1 a 75	75 a 500	500 a 4.000	4.000 a 8.000	8.000 a 20.000	Total
No. Fincas (f)	60	25	9	4	2	100
Area ocupada (a)	3.000	10.000	27.000	24.000	36.000	100.000

Entonces, los números de fincas y sus áreas correspondientes a tamaños máximos cada vez mayores será:

Tamaño máximo	75	500	4.000	8.000	20.000
No. fincas (f)	60	85	94	98	100
Area ocupada (A)	3.000	13.000	40.000	64.000	100.000

Expresado esto en porcentajes se tiene:

Tamaño máximo	75	500	4.000	8.000	20.000
%No. fincas (%f)	60	85	94	98	100
%Area ocupada (%A)	3	13	40	64	100

Ahora bien la curva de Lorentz se construyó ploteando %f contra %A (Ver Fig. 1). La diagonal en el gráfico de la Fig. 1 representa la igualdad perfecta, esto es, aquella distribución en la que se tiene que por ejemplo al 10% de las fincas corresponde el 10% del área, al 35% de las fincas el 35% del área, etc.

La distribución entonces será mejor cuanto más se acerque la curva de Lorentz a dicha diagonal, o bien si se considera la superficie "s" correspondiente a la porción sombreada del gráfico 1, se puede decir que tal distribución es mejor cuanto mayor sea "s", siendo su valor máximo el que corresponde al triángulo OPQ.

Con base en lo expresado se dicedió establecer, como "Indice de Tenencia de la Tierra" la relación existente entre "S" y el área del triángulo OPQ. Es decir que si se llama con "i" a dicho índice se puede escribir:

$$i = \frac{S}{\text{área } \triangle \text{ OPQ}}$$

Y de esta manera se tendrá siempre valores de "i" comprendidos entre 0 (cero) y 1 (uno) que corresponden respectivamente a la peor y a la mejor distribución.

Haciendo OP = PQ = 1, tal como se muestra en la figura 1, entonces se tendrá:

$$\text{área } \triangle \text{ OPQ} = \tfrac{1}{2} \times 1 \times 1 = \tfrac{1}{2}$$

y por consiguiente:

$$i = \frac{S}{\frac{1}{2}} = 2\,S \quad (1)$$

siendo: $S = \varepsilon S_n = S_1 + S_2 + S_3 + \ldots + S_n$

La superficie "S" puede determinarse con un planímetro. Sin embargo, la máxima exactitud puede lograrse mediante un proceso mecánico de operaciones que, si se dispone de máquinas IBM, resulta además, sumamente rápido.

Dicho proceso se establece de acuerdo con el siguiente desarrollo:

Sean, para una extensión determinada, $f_1, f_2, f_3, \ldots f_n$, los números de fincas cuyos tamaños máximos son, respectivamente $X_1, X_2, X_3, \ldots X_n$, siendo $X_n > X_{n-1}$.

Sean también $Q_1, Q_2, Q_3, \ldots Q_n$, las áreas correspondientes a cada uno de tales grupos de fincas.

Entonces se puede decir que el número de fincas, F_n, cuyo tamaño máximo es X_n, está dado

por:

$$F_n = f_1 + f_2 + f_3 + \ldots + f_n = \Sigma f \quad (2)$$

y que, el área A_n, abarcada por las F_n fincas es:

$$A_n = a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n = \Sigma a \quad (3)$$

De acuerdo con estas expresiones, los números de fincas y sus áreas correspondientes a tamaños máximos cada vez mayores son:

Tamaño Máximo (x)	X_1	X_2	X_3	X_n
No. Fincas (F)	$F_1 = f_1$	$F_2 = f_1 + f_2$	$F_3 = f_1 + f_2 + f_3$	$F_n = f_1 + f_2 + \ldots + f_n$
Area ocupada (A)	$A_1 = a_1$	$A_2 = a_1 + a_2$	$A_3 = a_1 + a_2 + a_3$	$A_n = a_1 + a_2 + \ldots + a_n$

Ahora bien, la curva de Lorentz, según se explicó anteriormente, se construyó ploteando los porcentajes de "F" contra los porcentajes respectivos de "A", ésto es, ploteando los puntos $\left(\frac{100F}{F_n}, \frac{100A}{A_n}\right)$, o bien, para que OP = PQ = 1, los puntos $\left(\frac{F}{F_n}, \frac{A}{A_n}\right)$ (Ver Figura 2).

Si así se procede se tendrá:

$$S_1 = \frac{1}{2}\left[\frac{A_1}{A_n}\right]\left[\frac{F_1}{F_n}\right] = \frac{1}{2A_n \times F_n} \times (a_1) \times f_1$$

$$S_2 = \frac{1}{2}\left[\frac{A_2}{A_n} + \frac{A_1}{A_n}\right]\left[\frac{F_2}{F_n} - \frac{F_1}{F_n}\right] = \frac{1}{2\,A_n \times F_n}(a_1 + a_2 + a_1)\,(f_1 + f_2 - f_1) = \frac{1}{2\,A_n \times F_n}(2a_1 + a_2)\,f_2$$

$$S_3 = \frac{1}{2}\left[\frac{A_3}{A_n} + \frac{A_2}{A_n}\right]\left[\frac{F_3}{F_n} - \frac{F_2}{F_n}\right] = \frac{1}{2\,A_n \times F_n}(a_1 + a_2 + a_3 + a_1 + a_2)(f_1 + f_2 + f_3 - f_1 - f_2) = \frac{1}{2\,A_n F_n}(2a_1 + 2a_2 + a_3)\,f_3$$

$$S_n = \frac{1}{2}\left[\frac{A_n}{A_n} + \frac{A_n-1}{A_n}\right]\left[\frac{F_n}{A_n} - \frac{F_n-1}{F_n}\right] = \frac{1}{2A_n \times F_n}(2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + \ldots + 2a_{n-1} + a_n)\,f_n$$

Luego:

$$\Sigma S = S = \frac{1}{2\,A_n \times F_n}(a_1 f_1 + (2a_1 + a_2) f_2 + (2a_1 + 2a_2 + a_3) f_3 + \ldots + (2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + \ldots 2a_{n-1} + a_n)\,f_n)$$

Y, de acuerdo con (1), (2) y (3):

$$i = 2S = \frac{a_1 f_1 + (2a_1 + a_2) f_2 + (2a_1 + 2a_2 + a_3) f_3 + \ldots + (2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + \ldots + 2a_{n-1} + a_n)\,f_n}{\Sigma a \quad \Sigma f}$$

Y escribiendo:

$$C_n = 2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + \ldots + 2a_{n-1} + a_n$$

entonces se tendrá:

$$i = \frac{C_1 f_1 + C_2 f_2 + C_3 f_3 + \ldots + C_n f_n}{\Sigma a \times \Sigma f} = \frac{\Sigma (C f)}{\Sigma a \quad \Sigma f}$$

Las operaciones a seguir en el cálculo de "i" pueden ordenarse como en la siguiente tabla:

DATOS		CALCULOS	
f	a	C	C_f
f_1	a_1	$C_1 = a_1$	$C_1 \ f_1$
f_2	a_2	$C_2 = 2a_1 + a_2$	$C_2 \ f_2$
f_3	a_3	$C_3 = 2a_1 + 2a_2 + a_3$	$C_3 \ f_3$
⋮	⋮	⋮	⋮
f_n	a_n	$C_n = 2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + \ldots 2a_{n-1} + a_n$	$C_n \ f_n$
Σf	Σa		$\Sigma(C_f)$

Se presenta ahora un ejemplo del cálculo del índice de tenencia de la tierra para un distrito de Costa Rica: el de mayor índice, San Francisco de Goicoechea, en la provincia de San José. La curva de Lorentz de este distrito aparece en el gráfico adjunto (Fig. 3). También se incluye la tabla que permite trazar ese gráfico.

Código		Tamaño en manzanas		
1	de	1	a menos de	1.50
2	"	1.50	"	5
3	"	5.	"	10
4	"	10.	"	15
5	"	15	"	20
6	"	20	"	30
7	"	30	"	50
8	"	50	"	100
9	"	100	"	145
10	"	145	"	175
X	"	175	"	250
Y	"	250	"	285
M	"	285	"	500
N	"	500	"	1.000
O	"	1.000	"	1.430
P	"	1.430	"	1.500
Q	"	1.500	"	3.500
R	"	3.500	y más	

San Francisco de Goicoechea.-

Tamaño	No.- de fincas	Area de las fincas	Doble Area	Doble Area por número de fincas
1	1	1	1	1
2	2	4	6	12
3	2	13	23	46
	5	18	30	59

$$\text{Indice de tenencia} = \frac{59}{5 \times 18} = \frac{59}{90}$$

$$= 0.65556$$

Tamaño	No. de fincas	% acumulativo No. de fincas	% del área	% acumulativo del área
1	20	20	5.56	5.56
2	40	60	22.22	27.78
3	40	100	72.22	100.00
	100		100.00	

INDICE DE NECESIDAD.-

Los índices de demanda, producción unitaria, tenencia de la tierra, multiplicados, dieron una serie de valores que fueron divididos en grupos, de mayor a menor,

Esos grupos de valores se representaron con colores o tonos sobre mapas, con el fin de escoger las rutas que sirvieran a las regiones más necesitadas.

La escogencia se hizo al final considerando el número de kilómetros que el gobierno central estimó posible de financiar, y atendiendo a los resultados de este estudio como una guía general, no absolutamente determinante. La razón principal por la que no se siguió el resultado del estudio al pie de la letra, fue la de que el Censo en que se basaron los cálculos es de .. 1955, y según el conocimiento de funcionarios locales y lo escrito por el Dr. Gerhard Sandner en su libro, las condiciones locales en algunas regiones han cambiado. En todo caso, los gráficos adjuntos muestran o contrastan los caminos cuya financiación se ha solicitado al BID con relación a las zonas de mayor o menor necesidad que determinó este estudio.

El índice producto del de demanda, producción unitaria y tenencia de la tierra, es el que se ha llamado Indice de Necesidad.

Cálculos iguales se harán este año en cuanto se haya efectuado el Censo Agropecuario de 1963, con el fin de seguir programando la construcción y mantenimiento de los caminos vecinales de Costa Rica.

Las regiones agrícolas de Costa Rica
1958

Nicaragua

Panama

0 20 40 60 km

Agricultura intensa

Ganadería lechera intensa

Cultivos tropicales arbóreos

Agricultura y ganadería extensa con excedentes de producción en algunas zonas.

Ganadería extensa en fincas grandes y haciendas

Bosques con pequeñas zonas de penetración y agricultura de subsistencia

1 Café

2 Café y caña

3 Café, caña y tabaco

4 Caña y café

5 Caña, maíz y piña

6 Caña, café, arroz, maíz y yuca

7 Rotación cultivos anuales y repasto: papa, hortaliza, ganadería lechera

8 Tabaco, maíz, café y caña

9 Ganadería lechera intensa

10 Cacao, banano y yuca

11 Palma oleaginosa y maderas de construcción

12 Banano

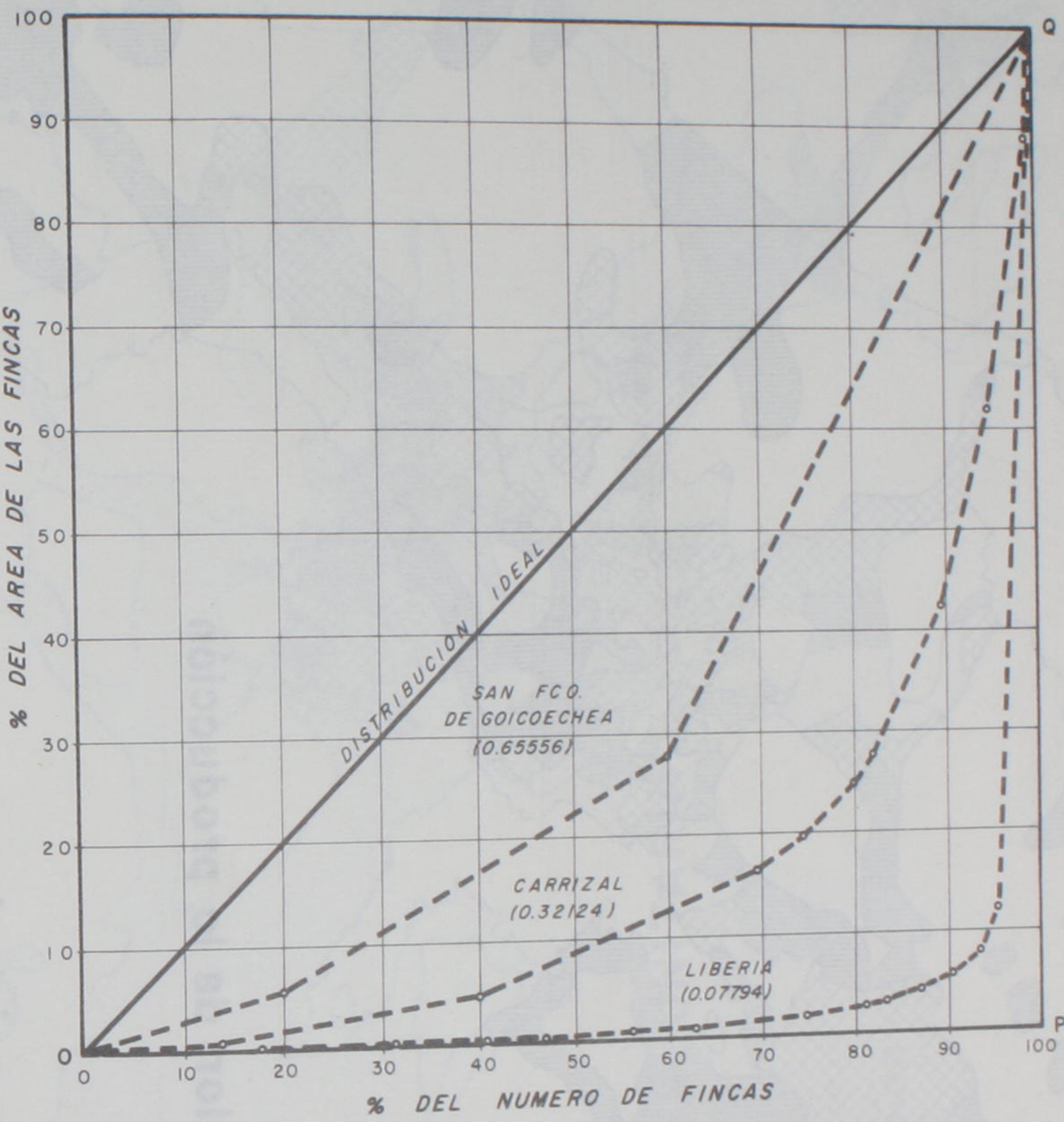
13 Arroz, maní y yuca

14 Todos los productos en particular maíz, arroz, frijol; variación según el clima y otros factores

15 Algodón, millo, ajonjolí

86° 85° 84° 83° 11° 10° 9°

CURVA DE LORENTZ PARA LA DETERMINACION DEL INDICE DE TENENCIA DE LA TIERRA



SAN FRANCISCO DE GOICOECHEA

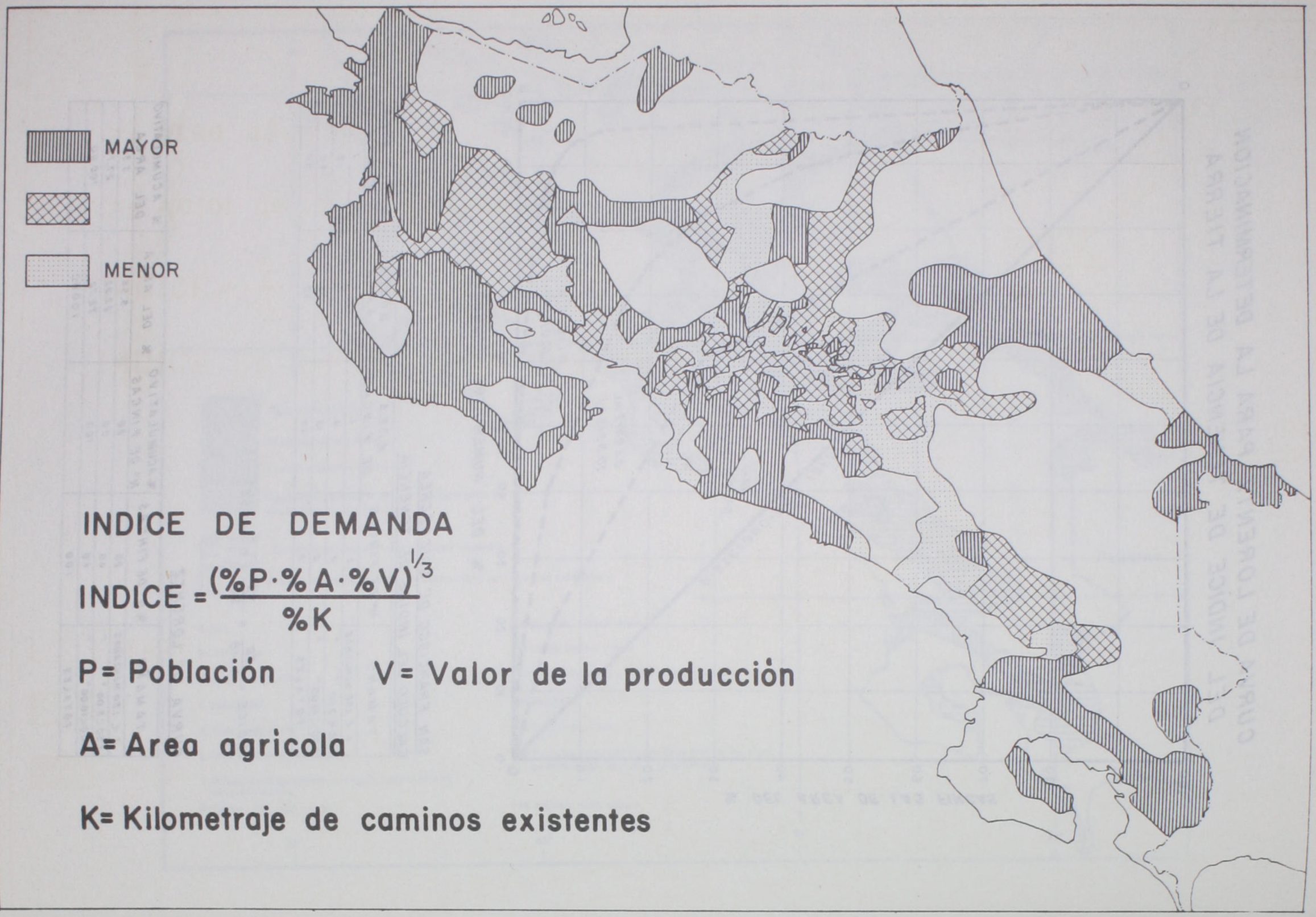
CALCULO DEL INDICE DE TENENCIA

TAMAÑO	Nº DE FINCAS	AREA DE FINCAS	DOBLE AREA	DOBLE AREA POR Nº DE FINCAS
1 < 1.50 MANZANAS	1	1	1	1
1.50 < 5.00 " "	2	4	6	12
5.00 < 10.00 " "	2	13	23	46
TOTALES	5	18	30	59

$$INDICE = \frac{59}{5 \times 18} = \frac{59}{90} = 0.65556$$

CURVA DE LORENTZ

TAMAÑO	% Nº DE FINCAS	% ACUMULATIVO Nº DE FINCAS	% DEL AREA	% ACUMULATIVO DEL AREA
1 < 1.50 MANZANAS	20	20	5.56	5.56
1.50 < 5.00 " "	40	60	22.22	27.78
5.00 < 10.00 " "	40	100	72.72	100.00
TOTALES	100		100.00	



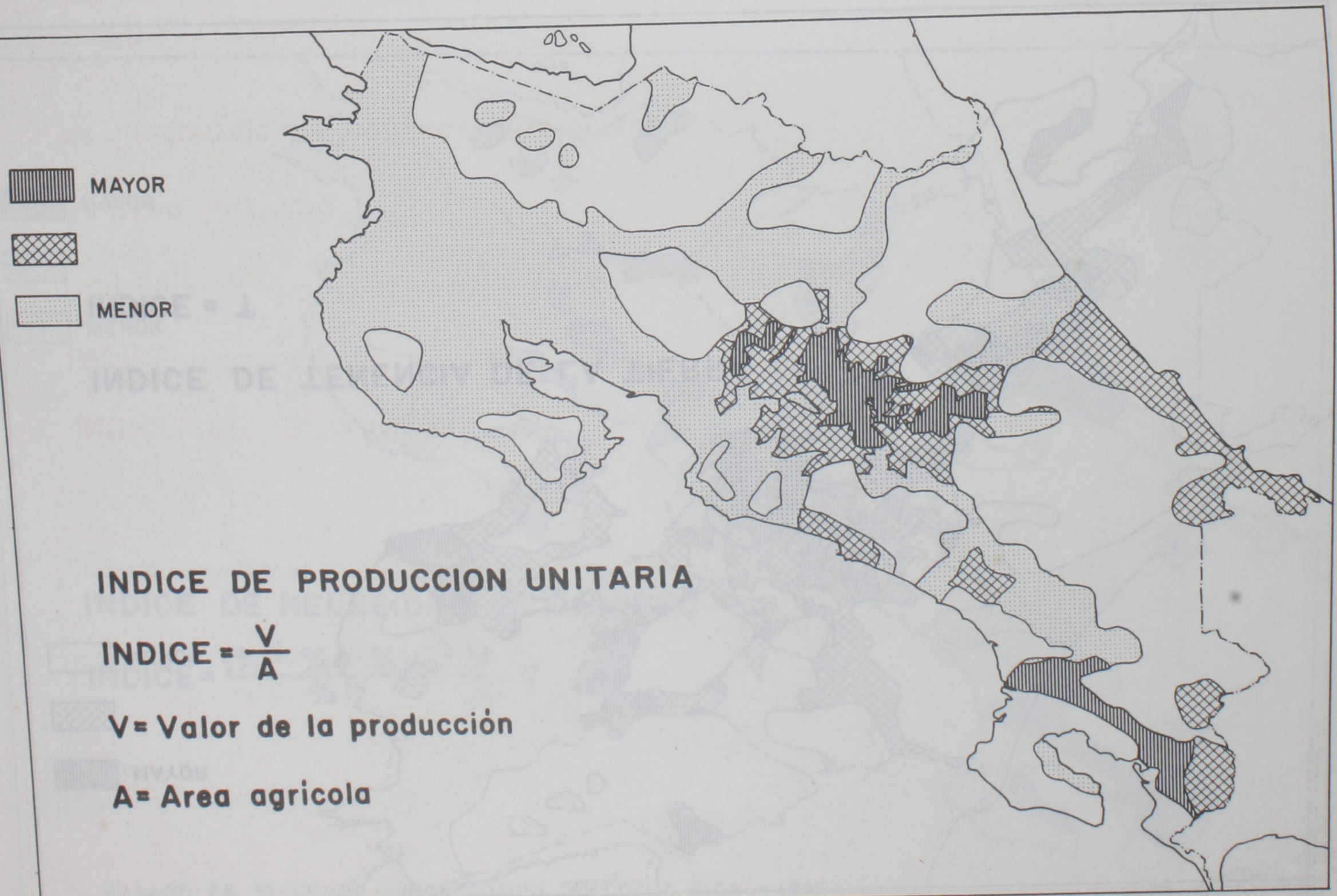
INDICE DE DEMANDA

$$\text{INDICE} = \frac{(\%P \cdot \%A \cdot \%V)^{1/3}}{\%K}$$

P= Población V= Valor de la producción

A= Area agricola

K= Kilometraje de caminos existentes



INDICE DE PRODUCCION UNITARIA

$$\text{INDICE} = \frac{V}{A}$$

V= Valor de la producción

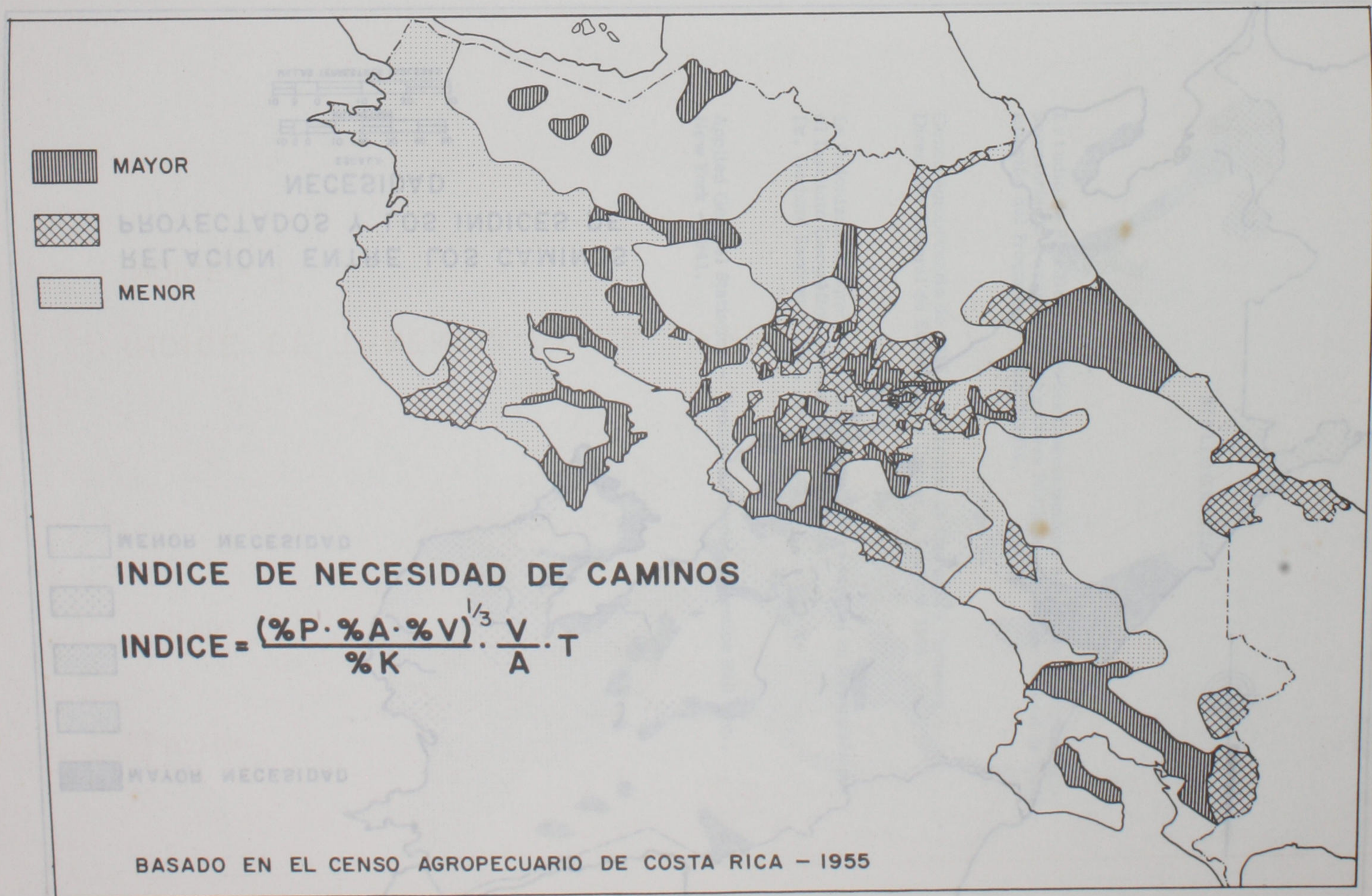
A= Area agricola

MAYOR

MENOR

INDICE DE TENENCIA DE LA TIERRA

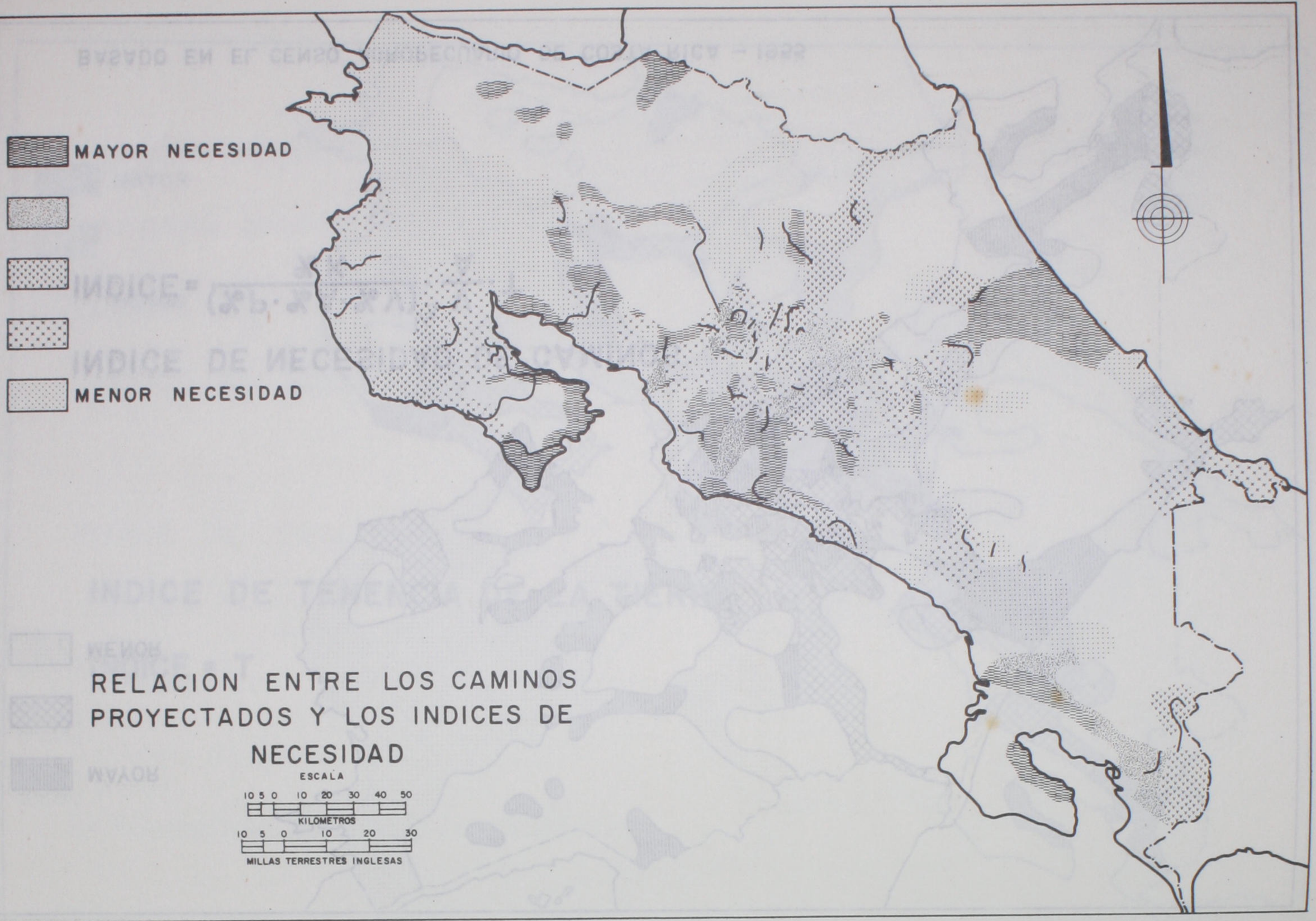
INDICE = T



INDICE DE NECESIDAD DE CAMINOS

$$\text{INDICE} = \frac{(\%P \cdot \%A \cdot \%V)^{1/3}}{\%K} \cdot \frac{V}{A} \cdot T$$

BASADO EN EL CENSO AGROPECUARIO DE COSTA RICA – 1955



RELACION ENTRE LOS CAMINOS PROYECTADOS Y LOS INDICES DE NECESIDAD

ESCALA

10 5 0 10 20 30 40 50
KILOMETROS

10 5 0 10 20 30
MILLAS TERRESTRES INGLESAS

BIBLIOGRAFIA

Estudio de Planificación de las Comunicaciones del Estado de Michoacán.- Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.- Dirección General de Planificación del Programa.- México 1958.

Censo Agropecuario de 1955.- Ministerio de Economía y Hacienda.- Dirección General de Estadística y Censos - San José 1959.-

La Colonización Agraria en Costa Rica.- Ed. en español en preparación por el Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.
Dr. Gerhard Sandner - Kiel, 1961.

Applied General Statistics.- Croxton & Cowden.- Prentice Hall Inc., New York - 1941.

LA CARRETERA INTERAMERICANA
EN COSTA RICA

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

NOVENO CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS

Washington, D.C. 6-18 de mayo de 1963

OEA
Documentos Oficiales
OEA/Ser.K/I.9.1
(español)

Idioma Original: Español Capítulo I Tema de la Agenda Doc. No.

Distribución: Limitada

LA CARRETERA INTERAMERICANA EN COSTA RICA

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

COSTA RICA

INFORME DE LA FEDERACION INTERNACIONAL DE CARRETERAS

La Federación Internacional de Carreteras es una organización versada en el campo de la vialidad internacional, por intermedio de sus programas de información educativos, que realiza en cooperación con 66 sociedades en pro de buenos caminos, hace conciencia sobre su importancia, y desempeña papel preponderante en el auge de las construcciones viales en todo el mundo.

El informe sobre la Carretera Interamericana prometido, fue presentado en el mes de junio de 1960. Comienza el informe por hacer una narración de los antecedentes históricos del Sistema Panamericano de Carreteras que permite al lector enterarse de los orígenes del proyecto en el que se han invertido enormes sumas de dinero, han intervenido estadistas de visión en el futuro, y han consagrado lo mejor de sus vidas tantos ingenieros capaces, y centenares de humildes obreros de las repúblicas americanas.

El tercer capítulo se dedica a justificar económica y socialmente a la carretera, demostrando cómo ha contribuido al aumento de la producción agrícola, al desarrollo industrial, y al mejoramiento en las normas de vida de los pueblos de Centro América. Continúa luego mostrando un análisis financiero del dinero gastado en cada país, con una estimación de los fondos adicionales necesarios para la terminación total de las obras, que estima en $ 29,931,237.00 .

El siguiente capítulo se dedica a una descripción del estado de la carretera correspondiente al año de 1960, estimando después los costos de mantenimiento para un período de 6 años, incluyendo a los 6 países, por un valor total de $ 15,400,350.00.

A continuación recalca la necesidad de una adecuada y eficiente conservación, aduciendo

multitud de buenas razones para ello. Estima que el costo total de la carretera hasta su completa terminación será de aproximadamente $ 300,000,000.00, lo cual daría un costo de mantenimiento por seis años, de apenas el 5 % del valor de la obra, demostrando así la imprescindible necesidad de los trabajos de conservación para no perder la gran inversión que ha significado la construcción de la importante obra.

Finalmente los últimos capítulos se destacan porque en ellos se desarrolla en forma extensa el último de los puntos solicitado por la Conferencia de Ministros, presentando un plan general para organizar y financiar la Autoridad de Mantenimiento. Consideramos que las proposiciones formuladas son las de mayor importancia dentro del informe, las cuales textualmente dicen:

1) " La Federación reconoce tanto la necesidad como la factibilidad de crear la Autoridad para la administración y conservación de la Carretera Panamericana en Centro América y Panamá. Opinamos que una conservación adecuada y uniforme promoverá el máximo uso de esta gran vía hemisférica para el comercio y el turismo."

2) " Nuestro informe hace notar que a pesar de que existen ciertos convenios estableciendo una total responsabilidad para la conservación de la Carretera entre los países atravesados por ella, debemos ser realistas en reconocer que mientras la Carretera no esté dada al servicio con la garantía de que se pueda viajar en toda su extensión ininterrumpidamente, el tránsito comercial y turístico no puede establecerse en una forma que produzca adecuado ingreso nacional que asegure la requerida conservación y cuidados posteriores a la construcción.

Por lo menos durante los próximos años siguientes a su terminación, los gastos de conservación deben ser concebidos como servicios de post construcción. Por lo tanto nosotros, no solamente urgimos a los Estados Unidos a tomar parte en la Autoridad de la Carretera Interamericana, sino que creemos que los Estados Unidos deben ayudar económicamente a esta Autoridad Administrativa hasta en un 50 % de los gastos en el próximo período de seis años ".

ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA INTERAMERICANA EN COSTA RICA

FRONTERA CON NICARAGUA - SAN RAMON: Longitud 235 kilómetros.

En este trayecto se terminó la construcción de la Carretera Interamericana, quedando asfaltada la calzada, pero diversas fallas indican la necesidad de reconstruir gran parte de la vía .

En general pueden apreciarse dos secciones:

1) Frontera con Nicaragua - Cañas: Longitud 123 kilómetros.

En esta sección la carretera atraviesa terrenos bajos y planos, mostrando una construcción

superior comparada con los siguientes tramos. La superficie de rodamiento se mantiene en condiciones satisfactorias, debido en gran parte a la imprimación de los espaldones en ciertas secciones del trayecto; el sello está muy bien conservado y apenas comienza a dar muestras de desgaste. Se encuentran muy pocos derrumbes, lo que demuestra la adecuada estabilidad de cortes y terraplenes. La vegetación en el derecho de vía está muy crecida y amenaza invadir la calzada. Es imprescindible desmontar al menos el ancho necesario para que no se impida la buena visibilidad. Realmente este tramo de la Interamericana es el único que está definitivamente terminado en todo el país. Puede considerarse que ha entrado dentro de la etapa correspondiente a un mantenimiento rutinario consistente en limpieza de cunetas y alcantarillas, desmonte del derecho de vía, remoción ocasional de pequeños deslizamientos de tierra, y la hechura de tratamientos bituminosos de sellado, de acuerdo a los períodos recomendables para la mezcla asfáltica usada, o al estado de deterioro en que se encuentre la superficie.

2) Cañas - San Ramón: Longitud 112 kilómetros.

En gran parte de la longitud de este trayecto la carretera se encuentra fallada: con multitud de huecos, hundimientos, y el pavimento bituminoso desgastado y agrietado. Todo provocado por fallas en el proceso de construcción, al no dársele a la capa de piedra base el grosor necesario para resistir las cargas y estar constituida por materiales con índice de plasticidad mayor de lo conveniente.

Para reparar la parte defectuosa que está principalmente localizada entre Barranca y San Ramón con 38 kilómetros de longitud, será necesario reconstruirla en su totalidad. El Bureau of Public Roads hizo un estudio de suelos, mediante pruebas de C.B.R. y elaboró planos mostrando los diferentes grosores de piedra base necesaria, para adicionar a la existente, y formar una estructura capaz de resistir en forma adecuada las cargas de diseño. Después deberá construirse de nuevo el pavimento bituminoso.

Los trabajos de reconstrucción deberán contemplar también la ampliación de bermas y hechura de cunetas que en este trayecto no cumplen con las dimensiones pedidas por la sección transversal típica.

SAN RAMON - EL COCO:

El Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas ha elaborado un estudio económico que incluye cuatro posibilidades para unir por carretera al Aeropuerto Internacional El Coco con San Ramón. El análisis de las dos primeras rutas se refiere a la carretera existente, primero en su estado actual, y después mejorada por una ampliación de la calzada y

una repavimentación. La tercera ruta comprende una nueva localización, mejorando alineamiento y gradientes y siguiendo sensiblemente el actual trazado. La cuarta posibilidad consiste en construir la carretera por una zona completamente diferente, que no cruza por las poblaciones situadas entre los puntos de origen y final.

El trabajo realizado próximamente será presentado al público impreso en forma de folleto. Se caracteriza por la seriedad que los funcionarios de Planeamiento han puesto en el análisis de este importante estudio, el cual contiene multitud de tablas, gráficos, planos, etc., que demuestran ampliamente las razones que se tuvieron para adoptar la decisión final.

A continuación nos permitimos exponer algunas consideraciones extractadas del informe, porque estimamos que una descripción de la Carretera Interamericana debe incluir el trayecto San Ramón a Cartago, aunque no esté incluido en el convenio cooperativo que existe para construir la carretera entre los Gobiernos de Costa Rica y los Estados Unidos.

Estado Actual: Longitud 56.6 kilómetros.

La carretera atraviesa por zonas muy quebradas localizadas entre los 600 metros y 1,200 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por tener un alineamiento pobre, lleno de curvas muy cerradas, algunas hasta de 20 metros de radio, y pendientes muy fuertes; teniendo el 21% de la longitud inclinaciones superiores al 7 %. En general puentes y alcantarillas mayores presentan ancho reducido, la mayoría apenas con capacidad para una vía de circulación. Las cunetas laterales están deficientes, obstruidas en su mayoría, y en grandes tramos formadas por zanjas anchas y profundas sumamente peligrosas al tráfico. Prácticamente no existen espaldones y por efecto de la erosión se han producido canales a las orillas de la calzada. En general el pavimento se encuentra en malas condiciones.

En ambos lados de la carretera, en toda su longitud, la zona tiene un gran desarrollo agrícola y está densamente poblada, lo cual ocasiona problemas de tránsito. Las zonas urbanas localizadas a lo largo de la vía obligan a una forzosa disminución de la velocidad.

Las poblaciones, las fincas, los ingenios, las industrias, etc., tienen íntima conexión con la carretera, y producen un intenso tráfico local compuesto por autobuses, tractores agrícolas con remolques, y carretas que congestionan la vía y retrasan el flujo normal de tránsito directo que utiliza la carretera.

Proyecto Escogido para el Futuro:

El estudio económico realizado demostró que la cuarta alternativa era la mejor, o sea la de construir la carretera por una zona totalmente nueva, que disminuye la longitud actual entre

los extremos en 17 kilómetros. Tendrá una capacidad que le permitirá absorber el tráfico previsto para el año 1985.

Las normas geométricas de diseño escogidas son las siguientes: el ancho de la calzada será de 7.30 metros con espaldones de 1.80 metros en los primeros 23 kilómetros a partir de El Coco y de 6.70 metros de ancho y 1.20 metros de espaldones en la restante longitud. La máxima pendiente será del 6 % y el radio mínimo de curvatura de 70 metros. La longitud del radio fue necesario disminuirla hasta 70 metros a expensas de la capacidad y velocidad directriz de la carretera, para que el alineamiento horizontal de la vía se acomodara en forma económica a las condiciones topográficas de ciertas zonas montañosas por donde atraviesa.

La ruta escogida no pasa a través de ninguna de las poblaciones localizadas en el trayecto actual. Parte del final del camino de acceso al Aeropuerto Internacional El Coco en el costado norte, y atraviesa zonas cultivadas principalmente por cereales, café, y caña de azúcar. Encontrándose también importantes ingenios situados en zonas adyacentes a la línea, como son: El Porvenir, Cataluña, La Joya, Providencia y La Argentina. Finalmente entronca con la Carretera Interamericana a 1,900 metros de la Iglesia de San Ramón en dirección a Barranca, evitando así el paso por la zona urbana de San Ramón.

EL COCO - SAN JOSE: Longitud 14 kilómetros.

Está actualmente en construcción una amplia autopista de cuatro vías para comunicar el Aeropuerto Internacional El Coco con la ciudad de San José. Será la mejor carretera de todo el país por sus altas normas geométricas de diseño y por la calidad de su construcción. Al centro de las cuatro vías tendrá una franja verde para dividir las vías con circulación en sentidos opuestos. El Departamento de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas elaboró los planos de todo el trayecto y construyó por administración la primera parte, de La Sabana a La Uruca; incluyendo el puente continuo de 3 luces de hormigón armado sobre el río Torres. La segunda parte se está construyendo por contrato con una importante compañía, teniendo el Ministerio la función de inspeccionar la ejecución de las obras. El dinero para la financiación fue conseguido mediante un empréstito con el Banco de Exportación e Importación de los Estados Unidos.

El Bureau of Public Roads colaboró gentilmente con este proyecto, aportando el trabajo de sus más capaces ingenieros del Departamento de Puentes, quienes dirigieron los estudios y el diseño de las importantes estructuras que se están construyendo sobre los ríos Virilla y Segundo, además tiene funcionarios trabajando como fiscalizadores de los trabajos en representación del Banco de Exportación e Importación, en forma que es conveniente a la economía del

Gobierno.

SAN JOSE - TARAS: Longitud 19.5 kilómetros.

El Departamento de Vialidad del MOP ha elaborado planes para repavimentar y ampliar la calzada de la carretera existente entre San José y Tres Ríos, mejorando el trazado en el tramo que cruza por Curridabat, evitando la esquina en ángulo recto que ahí existe, pero en general el nuevo trazado se ciñe sensiblemente a la actual carretera. El ancho de la calzada será de .. 7.30 metros, similar en todo al trayecto que se mejoró y reconstruyó hace algunos años entre Tres Ríos y Taras, que tiene buenas normas de diseño y una excelente construcción con pavimento de concreto asfáltico.

Ante la dificultad de desviar la carretera al atravesar Tres Ríos o la casi imposibilidad de ampliarla por los problemas que esto acarrea, y el alto precio de los terrenos urbanos a expropiar, los funcionarios de Vialidad han resuelto repavimentar y acondicionar otra calle más de la ciudad para dividir por cada una el flujo de vehículos en sentidos opuestos, sirviendo así cada una de ellas para una sola vía de tránsito.

TARAS - SAN ISIDRO DE TEJAR: Longitud 6.1 kilómetros.

La Carretera Interamericana en la parte sur del país comienza en la ciudad de Cartago y se dirige hacia San Isidro del General. Los vehículos en tránsito están obligados a entrar en la ciudad, por una carretera estrecha con gran desarrollo urbano por ambos lados, desde la población de Taras y luego salir en igualdad de condiciones hasta San Isidro de Tejar, afrontando los atrasos y peligros que significa el atravesar zonas densamente pobladas. La longitud a recorrer entre ambos pueblos es de 8.1 kilómetros.

Para evitar esa inconveniente condición, la Dirección de la Carretera Interamericana hizo los estudios para construir un ramal de carretera que evitara la pasada por Cartago y sus inadecuados tramos de acceso y de salida.

El nuevo trazado parte desde 150 metros antes del puente sobre el río Taras y se desvía hacia la derecha (viniendo desde Tres Ríos), siguiendo la margen derecha del mismo río, atraviesa por potreros y algunos cafetales con un magnífico alineamiento hasta salir al puente sobre el río Purires ya en la Carretera Interamericana. Los planos de este trayecto fueron hechos por la Sección de Diseño de CIA, habiéndose utilizado para su estudio fotografías aéreas que amablemente facilitó el Instituto Geográfico.

SAN ISIDRO DE TEJAR - SAN ISIDRO DEL GENERAL: Longitud 108 kilómetros.

Este tramo de carretera está constituido por una capa de piedra base que ha llegado a tener

una buena compactación debida al tráfico que la ha utilizado durante 20 años aproximadamente, no obstante presenta una superficie de rodamiento irregular e inadecuada a los vehículos, que ocasiona altos costos en los servicios de transporte. Los primeros 30 kilómetros se caracterizan por tener un alineamiento inadecuado, con radios de curvatura hasta de 48 metros y fuertes pendientes con inclinaciones hasta del 7 % en considerables longitudes. La capa de piedra es de grosor variable, ha estado sujeta a un regular mantenimiento por parte del Ministerio de Obras Públicas, consistente en la colocación de grava procesada luego con nivelado ra.

Las cunetas en algunos tramos son de forma irregular y profunda. Se observan multitud de fallas por deslizamiento en los taludes de los terraplenes, provocados por exceso de agua subterránea y por no haberse construido originalmente con la debida compactación.

Los siguientes 47 kilómetros tienen un trazado mejor, para velocidades directrices comprendidas entre 60 y 70 kilómetros por hora. Las pendientes son del mismo orden que las indicadas para el principio de este trayecto.

Atraviesa por el Cerro de la Muerte que es el sitio de mayor altitud de toda la Interamericana en Centro América y Panamá, con 3,345 metros sobre el nivel del mar. Desde este punto pueden apreciarse en días despejados los Océanos Atlántico y Pacífico; es en general una región desolada con vegetación de páramo. Se viaja con bastante comodidad en este tramo de la carretera.

Los finales 37 kilómetros, hasta llegar a San Isidro del General, son los más difíciles de transitar porque su construcción no se ajustó a los planos, teniendo en muchas partes apenas una construcción provisional caracterizada por ser muy angosta la calzada, con curvas muy cerradas y pendientes muy fuertes que hacen el tránsito peligroso, especialmente a los vehículos de carga.

En el transcurso del año 1962 se puso en ejecución el Proyecto 13, el cual es únicamente de ingeniería, consistente en la localización en el campo del nuevo alineamiento propuesto para los 108 kilómetros de San Isidro de Tejar al valle del General, mostrado en los planos elaborados por el Bureau of Public Roads. Mediante el trabajo de 3 cuadrillas de topografía que se alojaron en diferentes sitios a lo largo del trayecto, se comenzó a localizar y estudiar la línea propuesta. Se dejaron monumentos de referencia para localizar en cualquier momento los puntos de control. El nuevo alineamiento se ajusta a las especificaciones para una carretera de montaña, cuyas normas son muy modestas, para la velocidad directriz de 40 kilómetros por hora en el primero y último tramos mencionados. Sin embargo, el diseño geométrico fue cuidadosamente estudiado; tiene curvas de transición o espirales para unir tangentes a circula-

res, y curvas compuestas para evitar las tangentes de insuficiente longitud, además del sobreancho a la calzada correspondiente a los diferentes grados de curvatura, todo lo cual se manifiesta en una eficiencia máxima de la carretera dentro de las normas establecidas. Por lo quebrado de la topografía, el alineamiento vertical permanecerá igual al del diseño original.

Con la localización de la nueva línea se encontró que en ciertos tramos, para efectuar un escaso mejoramiento al trazado existente, era necesario hacer cortes a los paredones en forma de tajada, con escaso grosor y mucha altura, que perturbarían el equilibrio de taludes ya estables y con vegetación protectora, o bien la construcción de terraplenes en forma de agregados adyacentes a los ya existentes, de difícil compactación y que resultarían con precaria estabilidad. En tales casos se recomendó desechar los cambios, o se modificó la línea evitando incurrir en situaciones como las indicadas.

El complicado alineamiento localizado, se realizó sin mayores contratiempos, gracias a la preparación y experiencia del personal que integró las cuadrillas de topografía.

También se estudiaron las condiciones de drenaje que existen y las modificaciones complementarias y nuevas obras a realizar, tales como cambios o extensiones a las alcantarillas, la necesidad de nuevas cunetas de guarda a construir, drenajes subterráneos adicionales a instalar, etc.

La Sección de Laboratorio estudia el carácter y calidad de las canteras de piedra, localizadas para la construcción de subbase y base granulares con determinadas graduaciones, y para su utilización como agregado a la mezcla de concreto asfáltico. Se hacen nuevas pruebas de C. B.R. (California Bearing Ratio) para complementar y verificar el estudio que hizo al respecto el Bureau of Public Roads.

Ha prevalecido el criterio de desechar como capa integrante del pavimento la capa de piedra existente porque el material tiene un índice de plasticidad mayor que el permitido por las Especificaciones Normales para Caminos Públicos FP-61, que regirán las normas de la futura construcción, tampoco cumple con la graduación adecuada y ha estado expuesta a una contaminación superficial por materiales arcillosos.

El nuevo diseño se hizo considerándola simplemente como subrasante, lo cual aumentará la capacidad de soporte de la carretera por ser una capa de piedra bien compactada que por años ha resistido el tráfico.

Con el dinero aportado por el Senado de los Estados Unidos, el 4 de octubre de 1962, se tiene proyectado sacar a licitación la construcción de considerable longitud de este trayecto, ya que el dinero que tiene actualmente el Gobierno de Costa Rica para la Interamericana es limitado y no alcanza para financiar la construcción de todo el trayecto.

MANTENIMIENTO RECOMENDABLE:

En toda la longitud se recomienda un mantenimiento que sea lo estrictamente necesario para pasar, en vista de que en futuros contratos se rectificará el trazado y se hará una reconstrucción total.

Se recomienda mantener las cunetas y alcantarillas limpias y la superficie de rodamiento en condiciones aceptables mediante la operación de motoniveladora.

El Ministerio de Obras Públicas tiene a la carretera en estado satisfactorio a su condición de carretera provisional.

SAN ISIDRO DEL GENERAL - FRONTERA CON PANAMA: Tiene una longitud de 204.2 kilómetros. Este trayecto tiene la terracería y las obras de drenaje debidamente terminadas; la subbase de piedra ya colocada, y los 39 puentes recién construidos y puestos en servicio. Faltan por construirse, la capa de piedra base y el pavimento bituminoso.

Puede considerarse como el trayecto que más problemas presenta en la actualidad, por su condición de estar en proceso de construcción, por los complejos y difíciles terrenos que atraviesa y por encontrarse abierta al tráfico en forma irrestricta.

Por la topografía y por el estado en que se encuentra se puede dividir en 3 grandes secciones bien definidas:

1) Sección de San Isidro del General al puente sobre el río Térraba en el cruce superior: Longitud: 71.2 kilómetros.

En los primeros 14 kilómetros se observa que la subbase ha resistido relativamente bien el tráfico porque no se notan fallas de importancia, aunque sí hay multitud de huecos.

Para su mantenimiento es necesario someterla a operaciones propias de la niveladora, consistentes en alisar las irregularidades, restituir al centro el material suelto y acordonado a los lados, y finalmente formar nuevamente la sección transversal típica de la calzada, que permite el correcto flujo del agua hacia las cunetas. Se deberá agregar material de piedra base adicional para rellenar los huecos que no se cubran con las operaciones de nivelación.

También es necesario limpiar cunetas y desmontar la vegetación que amenaza con invadir la calzada.

De estos primeros 14 kilómetros de longitud, hay 7.4 kilómetros que tienen ambas capas, la subbase y la base, con un grosor total de 14", que es el requerido para soportar la carga para la cual está diseñada la carretera. Sin duda por esta razón se ha mantenido en mejores condiciones. En la longitud restante de este tramo la subbase tiene apenas 6" de espesor colocada sobre terreno arcilloso de clasificaciones A-6 y A-7.

Los siguientes 57.2 kilómetros de esta sección requieren las mismas operaciones de nivelación, relleno de huecos, y desmonte de espaldones. Además se observan gran cantidad de derrumbes que obstruyen las cunetas, necesitándose urgente limpieza para evitar el desborde del agua sobre la calzada que ocasiona grandes daños.

Existen zonas donde la subbase ha fallado por intrusión de arcilla de la subrasante. Para reparar el daño es necesario limpiar el área del material contaminado, colocar una capa de refuerzo consistente en grava de río de 30 centímetros de grosor aproximadamente, y una capa superior de 5 centímetros de piedra quebrada para base. Finalmente deberá compactarse y dársele la debida sección transversal.

Se observan grandes tramos, en general desde Volcán en adelante, donde la subbase fue construida con grava de río carente de buena graduación de tamaños. Las partículas finas consistentes en arena, se agregaron posteriormente para llenar los vacíos y poder procesar el material. La subbase así construida quedó apta para soportar carga, pero la arena no es adecuada para constituir la superficie de rodamiento, al no resistir la abrasión de las llantas de los vehículos, ni la acción erosionante del agua de lluvia. Por este motivo se notan grandes extensiones donde la piedra gruesa está expuesta y ocasiona una marcha lenta e irregular a los carros, además de sufrir un mayor deterioro por no aplicarse la carga sobre una capa homogénea, que la distribuya a la subrasante, sino a piedras que actúan separadamente produciendo más bien concentraciones de carga.

El mantenimiento que se recomienda consiste en la colocación de una capa de piedra quebrada de $1\frac{1}{2}$ pulgadas de grosor que permita las operaciones de nivelación y forme una conveniente superficie de rodamiento.

2) Sección del Térraba, cruce superior a la población de Palmar: En esta sección que tiene una longitud de 50 kilómetros pueden distinguirse 3 tramos bien definidos:

a) Térraba al puente Curré: Longitud 22 kilómetros.

Se nota la subbase carente de finos, con la sección transversal perdida, las cunetas muy obstruidas y en pésimo estado, y el agua fluyendo por la vía causándole grandes perjuicios. Se recomienda agregar una capa de $1\frac{1}{2}$" de piedra quebrada para realizar operaciones de nivelación formando de nuevo la sección transversal; hacer limpieza y reconstrucción de cunetas en su totalidad, y remoción de algunos derrumbes pequeños.

La vegetación consistente en arbustos espinosos ha invadido gran parte de la calzada al extremo de entorpecer grandemente la visibilidad, especialmente en las curvas, donde la circulación es peligrosa. La limpieza de vegetación debe ser tal que elimine los arbustos que im

piden el drenaje a ambos lados de la calzada, abarcando una distancia prudencial de 5 metros en las partes llanas que estén al mismo nivel de la carretera, y hasta una distancia menor en los rellenos y en los cortes cuando no se impide la visibilidad.

b) Puente sobre el río Curré al puente Disciplina: Tiene una longitud de 9 kilómetros.

La carretera está ubicada en espacio cortado a la roca correspondiente a la margen derecha del río Térraba; los cortes son muy altos en roca inestable que fácilmente se descompone por la acción de la lluvia y del aire, cayendo en forma de polvo que obstruye las cunetas continuamente, provocando un mantenimiento costoso.

La peor condición de este tramo consiste en los grandes deslizamientos de roca existentes que están en equilibrio inestable. Con seguridad caerán mayores cantidades de roca y tierra, cuando se intente removerlos.

En la mayor parte de este trayecto se viaja por un camino de desvío paralelo a la verdadera línea, que está obstruida por los mencionados derrumbes.

El camino de desvío está soportado sobre el material que se cortó originalmente para la construcción de la carretera y que se botó a la orilla del río. Fue tanto el material sobrante que se formó una especie de explanada muy ancha localizada a la par y a la misma altura de la carretera. Este material sobrante se ha mantenido durante 4 años o más, teniendo la apariencia de estar bien consolidado, a pesar de no haberse compactado especialmente.

Recomendamos tomar en consideración efectuar cambios de línea, apartándola de los grandes paredones y ubicándola sobre la zona de desecho, si estudios de ingeniería demuestran que existe suficiente estabilidad y una razonable seguridad para hacerlo.

Con los cambios de línea se obtendrían las siguientes ventajas:

1) No sería necesario remover los deslizamientos existentes.

2) El mantenimiento rutinario de cunetas se simplificaría al evitarse la caída del polvo producido por la desintegración de la roca.

3) Se evitaría el peligro a los vehículos de sufrir el impacto de piedras que continuamente están cayendo de los altos cortes.

En la zona adyacente al estribo N° 1 del puente Curré se hizo un cambio de línea con los propósitos mencionados y ha resultado satisfactorio.

Por lo demás en este tramo no existe vegetación, para el mantenimiento del desvío es necesario someterlo a operaciones de nivelación.

c) Disciplina a Palmar: Con una longitud de 19 kilómetros.

Esta parte está en mucho mejores condiciones. La subbase fue hecha con piedra quebrada caliza de Cajón o con piedra quebrada de Palmar. En general no existen fallas de la subbase

pero hay multitud de huecos que deben taparse mediante operaciones de nivelación y colocación de material adicional.

Debe limpiarse y desmontarse el derecho de vía.

Parte de las cunetas, en los cortes, están obstruidas por polvo de roca y por pequeños deslizamientos.

3) Sección de Palmar a la Frontera con Panamá: El trayecto tiene una longitud de 93kilómetros.

En términos muy generales se dividirá en 2 partes esta sección:

d) Palmar a puente Ballast Pit: Con una longitud de 39 kilómetros.

En general la subbase fue hecha con material calizo quebrado, excepto de Palmar al puente Culebra que es de grava de río con tamaños de 6" a 8".

Para el mantenimiento es imprescindible procesarlo mediante operaciones de motoniveladora, y agregarle piedra quebrada adicional para rellenar y compactar luego la multitud de huecos existentes. Hay algunas fallas de la subbase.

Existe un relleno completamente fallado, habiéndose deslizado más o menos todo el material desde la línea de centro a la derecha; este daño es grave y requiere la inmediata reparación - por existir el peligro de que el mal continue y se paralice el tránsito por la carretera. La vegetación en este tramo es muy exuberante, consistente en pasto y zacate que en algunos tramos ha invadido la calzada. Existe una cuadrilla del Ministerio de Obras Públicas carente de equipo por haberse dañado, dedicada a labores de limpieza, motivo por el cual la situación no es tan crítica. Es necesario limpiar las cunetas que están obstruidas y causan grandes perjuicios.

e) Ballast Pit a la Frontera con Panamá: Este tramo tiene una longitud de 54 kilómetros.

El trabajo a realizar en esta parte es el mismo que para el tramo anterior, solamente que la carretera está en peores condiciones. Principalmente adelante del puente Coto, en parte de la carretera localizada en pendiente, se observan las cunetas obstruidas y el agua al desbordarse sobre la carretera ha lavado la piedra quebrada formando cárcavas a través y longitudinalmente de la calzada.

En una longitud aproximada de 20 kilómetros, la carretera no tiene subbase.

Es imprescindible someter a operaciones de nivelación y agregar material adicional y compactar la multitud de huecos existentes.

También existen tramos fallados donde es necesario colocar material de refuerzo consistente en grava de río. La vegetación en este último tramo está muy crecida, el zacate ha invadido gran parte de la calzada.

Puntos de la Carretera que requieren mantenimiento especial:

Localizados en todo el trayecto se encuentran los siguientes tramos de carretera que requieren una reconstrucción o mantenimiento especial, que implican estudios de ingeniería o la utilización de materiales y maquinaria que no son comunes en los trabajos de rutina.

Convento: Deslizamiento de grandes proporciones de material saturado muy inestable.

Ceibo: Deslizamiento grande con levantamientos donde se localiza la calzada.

Puerto Nuevo: Deslizamiento hacia el río Térraba de la roca que soporta la carretera por la descomposición provocada por los agentes atmosféricos.

Esquinas: Desplazamiento del corte del lado izquierdo hacia la carretera. Falla de la subbase por exceso de agua.

Coto: Area que ha ocasionado multitud de deslizamientos de importancia.

Corredores: Deslizamiento grande que obstruye todo el ancho de la carretera.

Se encuentran también dos grandes alcantarillas obstruidas que ponen en peligro la estabilidad de los respectivos terraplenes por la formación de embalses de agua, localizados entre los puentes Ceibo y López la primera, y la segunda en la cercanía del puente Coto.

Consecuencias que entraña la falta de mantenimiento adecuado:

De acuerdo con la anterior descripción del estado físico actual de la Interamericana entre San Isidro del General y la Frontera con Panamá, se deduce que el mantenimiento ha sido casi nulo, excepto por el trabajo realizado por la cuadrilla de trabajadores del Ministerio de Obras Públicas, insuficiente para conservar la magna obra.

Por haberse terminado y puesto en servicio los puentes del Proyecto 9, se establecerá en breve tiempo, un tráfico permanente de vehículos durante todas las épocas del año.

Es en consecuencia el momento oportuno para iniciar un trabajo intensivo de reconstrucción y mantenimiento. Por tener la carretera apenas la subbase colocada, su capacidad para soportar cargas, es menos de la mitad de la que tendría si estuviera terminada. En vista de que la construcción no se ha efectuado en proceso continuo, el trabajo de mantenimiento debe ser más cuidadoso y efectivo en el estado actual, que podría denominarse de interconstrucción; y si la vía está abierta al tránsito, es mayor la razón para mantenerla intensivamente.

Es imprescindible establecer la máxima capacidad de soporte de la carretera, y mediante romanas para pesar camiones, controlarlos y prohibir la circulación de aquellos que sobrepasen la carga permitida.

Cuando a un terreno se le trasmiten, a través de una subbase granular, cargas mayores que las permisibles, se producen deformaciones permanentes. La arcilla se introduce dentro del ma-

terial granular, lo contamina, destruye su resistencia mecánica, e imposibilita la distribución de la carga aplicada sobre una área mayor de la subrasante.

Con las continuas aplicaciones de dichas cargas, la intrusión de arcilla dentro de la subbase aumenta, hasta que la atraviesa en su totalidad y aparece en la superficie, ocasionándose "Falla de la Subbase". Cuando este fenómeno se presenta ya la capacidad soportante de la capa granular es nula. Los materiales que la constituyen, así contaminados, no pueden utilizarse nuevamente y deben reponerse en su totalidad.

La reconstrucción, el mantenimiento, y el control de cargas son de vital importancia. Si en el futuro continuara prevaleciendo la falta de atención a la carretera, sufrirá un mayor y rápido deterioro, y no es exagerado el afirmar que podría llegarse hasta su total destrucción.

Solución que se propone:

Localizados en diferentes puntos de la carretera, existen grandes apilamientos de piedra quebrada, con el propósito de utilizarlos en la construcción de la capa de piedra base mediante futuros contratos. Se recomienda usar parte de esa piedra en el trabajo de reconstrucción y mantenimiento, habiéndose obtenido previamente la autorización de los organismos correspondientes. El material de refuerzo para la subbase se encuentra en abundancia en ríos y tajos, cuya lista se puede suplir en cualquier momento, así como la de los apilamientos de piedra.

Se estima que la cantidad de piedra quebrada necesaria es del orden de los 20,000 metros cúbicos, y la grava para refuerzo es aproximadamente otro tanto igual.

Maquinaria:

A continuación se indica el carácter de la maquinaria que se recomienda y que es típicamente de mantenimiento:

Motoniveladoras: Necesarias para dar la adecuada sección transversal a la carretera, alisando las irregularidades mediante el corte, y relleno en las depresiones. Para correr el material suelto y acordonado a los lados, hacia el centro y luego poder dar el bombeo adecuado.

Muy útiles para la limpieza de cunetas obstruidas.

Cargadores: Para la remoción de derrumbes, para cargar piedra quebrada y grava de río. Se recomienda usar del tipo de llantas de hule para asegurar una rápida movilidad característica de los trabajos de mantenimiento.

Vagonetas: Apropiadas para toda clase de acarreos: tierra, piedra, grava, e incluso el personal destinado a los trabajos de la vía. Se recomienda que sean de tipo liviano para evitar grandes concentraciones de carga en las ruedas, que perjudiquen a la misma carretera.

Camiones de tipo dempster: Para remover la tierra de ciertos trabajos hechos a mano, que se

echaría en las cajas metálicas de estos camiones, habiéndose previamente colocado en los sitios adecuados.

Compactadores vibratorios: Para compactar el material colocado rellenando huecos o áreas donde se ha reparado la subbase. Se sugiere el uso de compactadores vibratorios porque los materiales a compactar serán de carácter granular. También se asegura una rápida movilidad de la maquinaria, muy conveniente a estos trabajos.

Cantidad de maquinaria a usar:

En cada una de las Secciones: San Isidro a Térraba y Palmar a la Frontera con Panamá, se recomienda poner a trabajar la siguiente maquinaria en forma permanente:

1 Motoniveladora

1 Cargador

3 Vagonetas

1 Camión Dempster

1 Aplanadora de compactación vibratoria

1 Camioneta tipo pick-up

Para el trayecto de Térraba a Palmar se recomienda poner a trabajar en forma permanente:

1 Motoniveladora

1 Cargador

2 Vagonetas

1 Camión Dempster

Personal:

Se estima que para hacer la limpieza y el desmonte 2 veces al año, complementar la limpieza de cunetas, y desaterrar alcantarillas y cabezales en toda la longitud de San Isidro a Panamá, se requieren 5 cuadrillas de peones. Cada cuadrilla estaría integrada por 12 peones con salario de ₡ 1,50 la hora, y un capataz con salario de ₡ 2,50 la hora.

Para trabajar en la vía en operaciones de arreglo de subbase y relleno de huecos, se requieren 3 cuadrillas con 6 peones y 1 capataz cada una.

Justificación del pago en forma cooperativa de los costos de mantenimiento:

La fase inicial de la construcción correspondiente al trayecto que estamos analizando, se terminó en mayo de 1961, y comenzará apenas en diciembre de 1962 a producir los beneficios que proporciona una carretera internacional de tránsito permanente, al haberse terminado los puentes recién construidos, que garantizan el viaje en forma regular y segura.

Si bien es cierto que durante los veranos anteriores pasaron automóviles y camiones, el viaje fue siempre aventurado y riesgoso por la inseguridad y peligro que significaba el vadear los ríos, con fondo irregular de piedras, grava y arena, que atascaban o causaban averías con frecuencia a los vehículos.

Durante el lapso comprendido entre la terminación de la primera etapa de construcción y la fecha actual, la carretera ha producido muy modestos beneficios y ha sufrido un considerable deterioro.

Principalmente los daños los ocasionaron los deslizamientos de tierra desprendidos de los paredones. La mayoría fueron ocasionados por haberse hecho los cortes en el terreno, con una inclinación superior a la que permite la estabilidad de la tierra y roca cortadas. Al no tener una razonable seguridad en su estabilidad, continuamente caen grandes derrumbes, cuya ocurrencia era lógico esperar. La remoción en consecuencia, no debe considerarse como una operación de mantenimiento, sino como parte misma de la construcción que se ha postergado y que debe realizarse conforme se vaya presentando, hasta que los taludes tomen la natural inclinación a la cual puedan permanecer estables.

Los daños provocados por los derrumbes son: contaminación de la subbase, erosión del material granular por el agua al estar obstruidas las cunetas, saturación de la subrasante y falla de la subbase; son consecuencia directa de los derrumbes y su reparación deberá considerarse también como parte diferida de la construcción.

La reparación de los daños ocasionados por el tránsito al circular por una carretera que es débil para soportarlo debe considerarse como un mantenimiento de interconstrucción. Finalmente hay que considerar los tramos donde existen daños de naturaleza diferente cuya reparación implica estudios de ingeniería y la utilización de maquinaria pesada de construcción. Para atravesarlos existen en algunos, caminos de desvío, o se pasan en precarias condiciones por la verdadera ruta. Como ejemplo pueden citarse: los derrumbes en Convento, los deslizamientos con alteración de la topografía en las cercanías del río Ceibo en el sitio denominado El Majijo, los derrumbes, de la cuneta y el espaldón, hacia el río Térraba, en Puerto Nuevo, etc. Deben considerarse como condiciones "heredadas" de la primera etapa. En la ejecución de los respectivos contratos no se reconstruyeron las zonas dañadas y cuando se recibió la obra terminada, ya éstas existían.

Para el Ministerio de Obras Públicas significaría una tarea de inmensas proporciones el tener que realizar el costoso trabajo de mantenimiento, que en realidad es de construcción postergada y de interconstrucción, en sección de la Carretera Interamericana que apenas comenzará a tener verdadera importancia dentro de la economía nacional, cuando el compromiso adquirido

por el Gobierno de la República fue el de asumir la responsabilidad de mantenerla, a partir del momento en que la carretera estuviere terminada.

Por los motivos expuestos creemos de justicia que los trabajos de mantenimiento se paguen cooperativamente entre los Gobiernos de Costa Rica y los Estados Unidos, opinión que concuerda con la proposición formulada por la Federación Internacional de Carreteras en el informe presentado, y que textualmente dice:

" Para aceptar una total responsabilidad de mantenimiento, IRF propone la creación de una Autoridad Interamericana de Mantenimiento de la Carretera, del cual todas las repúblicas centroamericanas, Panamá y los Estados Unidos sean miembros y al cual como miembros todos los países contribuyan. En tanto que el 50 % de los costos de mantenimiento del Sistema de la Carretera Panamericana en las repúblicas de la América Central y Panamá fuera aportado por cada uno de estos países, el 50 % restante sería aportado por los Estados Unidos ".

ORGANIZACION INTERNA

Si la proposición de la Federación Internacional de Carreteras es aceptada y los Estados Unidos colaboran en el pago de los trabajos de mantenimiento, formalmente proponemos que sea la Dirección de la Carretera Interamericana (CIA) la encargada de ejecutarlos, porque es una dependencia del Ministerio de Obras Públicas, creada especialmente para atender todos los proyectos relacionados con la Carretera Interamericana.

Los trabajos deberían hacerlos la CIA por administración, mediante la elaboración previa de proyectos de mantenimiento de acuerdo a planes definidos, en los cuales se habrían establecido cantidades para los diferentes items, con los respectivos precios unitarios. En esa forma los proyectos tendrían costos conocidos de antemano y programas a cumplir, de acuerdo con estudios que definieran las obras más importantes a realizar.

Se ejecutarían en forma parecida a los Proyectos 10-A y 13. El primero fue de construcción y el Ministerio de Obras Públicas actuó como Contratista; el segundo lo ejecuta CIA por administración, siendo un proyecto de ingeniería únicamente.

Mensualmente se harían informes y estimaciones del trabajo realizado, para presentarlos al Bureau of Public Roads, que consideramos ser la agencia adecuada que el Gobierno de los Estados Unidos destinaría para inspeccionar los trabajos y administrar los fondos.

El Bureau of Public Roads mensualmente después de analizar y verificar las cuentas presentadas, haría el correspondiente reembolso a CIA del dinero gastado durante el mes, en igual forma que se acostumbra con los contratos en ejecución, y que constituye una operación rutinaria.

CIA mediante sus secciones ya creadas de Diseño, Construcción, Laboratorio y Contabilidad, está en capacidad de asumir los nuevos trabajos; casi puede afirmarse que sin aumentar el personal de oficina. Para ejecutar los trabajos de campo, cuenta con un cuerpo de ingenieros e inspectores que demostró eficiencia y capacidad en la realización de los 39 puentes de hormigón y de acero, que constituyen el Proyecto 9, cuyas obras principales fueron llevadas a feliz término, faltando únicamente para finalizar determinados trabajos complementarios de importancia secundaria que se harán el próximo verano.

ORGANIZACION INTERNACIONAL

En el informe de la Federación Internacional de Carreteras se hace especial énfasis en la creación de una Autoridad Internacional, para la conservación y administración de la Carretera Interamericana en Centro América y Panamá, encaminada hacia la obtención de un sólido programa de larga trayectoria, que se desarrolle bajo la autoridad internacional cooperativa, la que cuente con fondos, poder administrativo y responsabilidad para acometer la tarea y llevarla a cabo efectivamente.

Creemos que es necesaria la creación del organismo internacional propuesto para realizar los propósitos mencionados, solamente estimamos que debe encargarse principalmente de una labor de planeamiento y coordinación de los trabajos a realizar, teniendo en mente la idea de ofrecer a los usuarios una carretera segura con características uniformes, pero prescindiendo de asumir las labores ejecutivas, las que sugerimos se hagan mediante organizaciones internas en cada país, semejantes a la propuesta en el artículo anterior. En esa forma se evitaría la creación de una organización nueva, que tendría duplicidad de funciones con las organizaciones ya existentes y trabajando para los proyectos de construcción en la misma carretera. Si los trabajos de mantenimiento se conducen en igual forma que los de construcción, no hay razones para dudar en la obtención de una efectividad igual a la de éstos. La Autoridad Internacional estudiaría y aprobaría previamente todos los trabajos a emprender, escogiéndolos de acuerdo a la mayor conveniencia para la carretera, analizada como unidad en Centro América y Panamá.

Se encargaría también de planear obras de mejoramiento para el futuro con su correspondiente financiación, entre las cuales podrían enumerarse: colocación de señales uniformes a lo largo de toda la ruta, instalación de barandas de seguridad en los tramos que las requieran, construcción de losas de hormigón armado como acceso a los puentes, pintura de la línea de centro de la calzada, siembra de zacate en los taludes para preservarlos de la erosión, etc.

Tendría a su cargo el estudio de la maquinaria y materiales a usar y la publicación de licitaciones para su adquisición.

En el informe de la FIC se hace mención del siguiente trabajo que consideramos de mucha urgencia en la actualidad:

" Se hacen indispensables los arreglos para lograr uniformidad y pronta atención en las aduanas y oficinas de inmigración para los viajeros internacionales y para los vehículos comerciales ".

Se ha demostrado que a los viajeros se les obliga continuamente a soportar largas esperas e infinidad de molestias por parte de las autoridades fronterizas de los diferentes países. Algunas veces son ocasionadas por no existir una igualdad en la tramitación de documentos en los países, lo cual produce incumplimiento de los turistas por la confusión creada, y la mayoría de las veces se debe a la falta de atención de las mencionadas autoridades, quienes a menudo - son ineficientes para realizar el trabajo con la celeridad requerida.

La Autoridad Internacional que se pretende crear deberá encarar primordialmente esta tarea, la cual con seguridad será fácil de realizar para un organismo de carácter internacional integrado con representantes de todos los países afectados.

Con la reciente adopción de la integración económica centroamericana, la Carretera Interamericana adquiere vital importancia, se puede afirmar que gran parte del éxito que pueda tener, depende del estado de conservación y de las facilidades al tránsito que ofrezca la carretera. Creemos que en el Noveno Congreso Panamericano de Carreteras, a celebrarse en Washington, del 6 al 18 de mayo de 1963, los Gobiernos de los países centroamericanos y Panamá, deben proponer la adopción del informe de la FIC como base de discusión, y luego reformarlo mediante enmiendas que propongan los representantes de los diferentes países, hasta obtener finalmente la creación de medidas reales y efectivas en pro de la Carretera Interamericana.

RESUMEN

En vista de que la Carretera Interamericana entre San Isidro del General y la Frontera con Panamá está en proceso de construcción, se recomienda ejecutar el siguiente programa para preservarla:

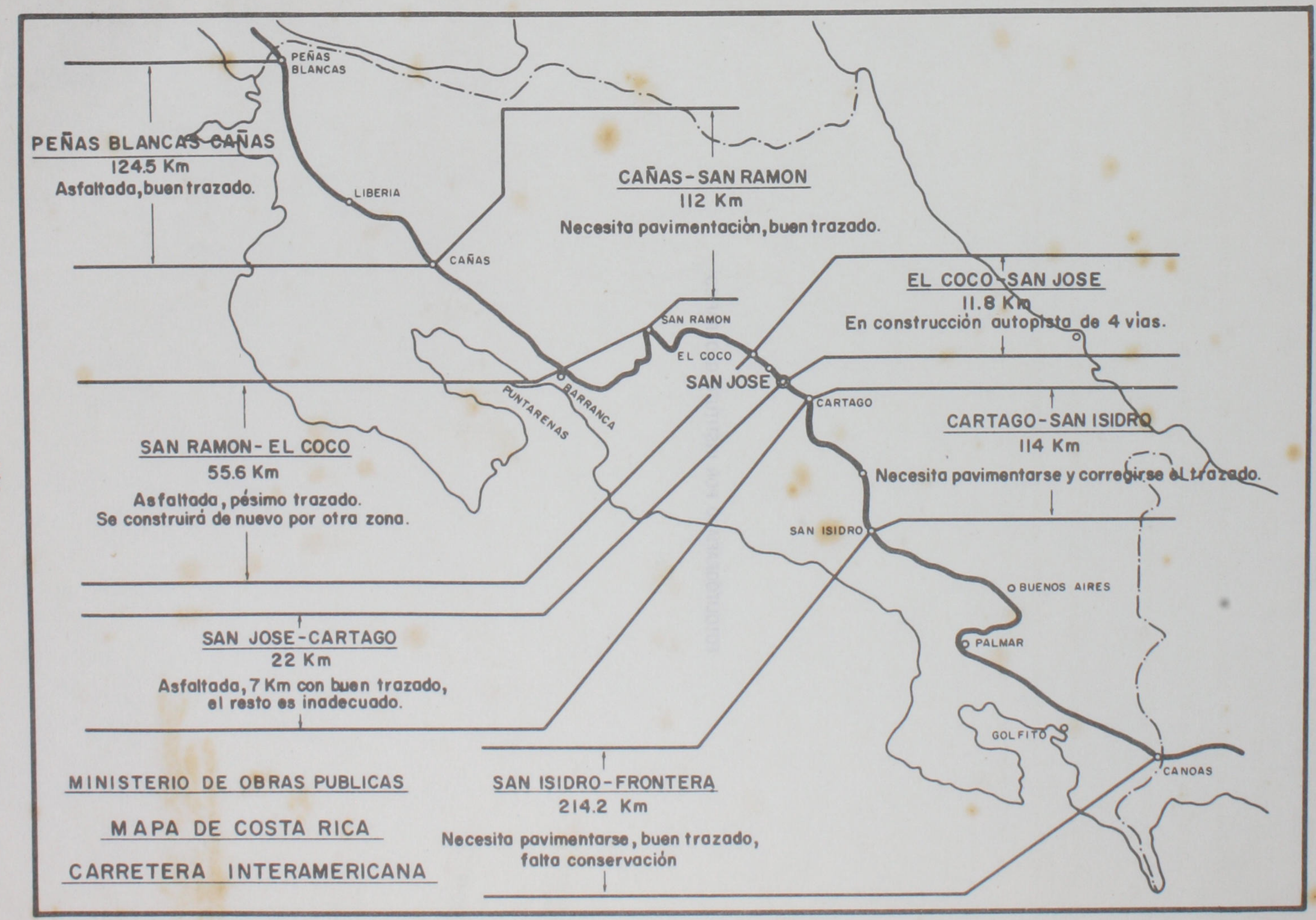
1) Controlar y limitar la carga de los vehículos de acuerdo con la capacidad actual de soporte de la carretera. Estimamos que es el momento oportuno, ya que a partir de diciembre próximo quedará abierta al tráfico en forma permanente.

2) Comenzar una intensa labor de reconstrucción y mantenimiento en este trayecto utilizando, con previa autorización de los propietarios, la piedra quebrada de los apilamientos localiza-

dos en el trayecto.

3) Gestionar ante el Bureau of Public Roads el pago en forma cooperativa de los costos de reconstrucción de este trayecto por no estar la obra terminada, y porque se consideran parte misma de la construcción que se han postergado.

Para el Noveno Congreso Panamericano de Carreteras se recomienda la adopción de las propuestas que hace la Federación Internacional de Carreteras en el informe para la Interamericana, en Centro América y Panamá.


PEÑAS BLANCAS
PEÑAS BLANCAS CAÑAS
124.5 Km
Asfaltada, buen trazado.
LIBERIA
CAÑAS
CAÑAS - SAN RAMON
112 Km
Necesita pavimentación, buen trazado.
SAN RAMON
EL COCO
SAN JOSE
EL COCO - SAN JOSE
11.8 Km
En construcción autopista de 4 vias.
CARTAGO
CARTAGO - SAN ISIDRO
114 Km
Necesita pavimentarse y corregirse el trazado.
SAN ISIDRO
BUENOS AIRES
PALMAR
GOLFITO
CANOAS
PUNTARENAS
BARRANCA
SAN RAMON - EL COCO
55.6 Km
Asfaltada, pésimo trazado.
Se construirá de nuevo por otra zona.
SAN JOSE - CARTAGO
22 Km
Asfaltada, 7 Km con buen trazado,
el resto es inadecuado.
SAN ISIDRO - FRONTERA
214.2 Km
Necesita pavimentarse, buen trazado,
falta conservación
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
MAPA DE COSTA RICA
CARRETERA INTERAMERICANA

FOTOLITOGRAFIADO POR INSTITUTO GEOGRAFICO