

DATOS SOBRE DEMANDA, CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA RED
VIAL DEL ISTMO CENTROAMERICANO

Informe elaborado para el Subcomité Centroamericano de Transportes por el Sr. Luis Carlos Cho, experto de la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas.

11/11/11
11/11/11
11/11/11

11/11/11

11

11/11/11

11/11/11

11/11/11

11/11/11

11

11/11/11

11/11/11

11/11/11

11/11/11

11/11/11

11

11

11

11

11

11

11/11/11

11

11

11

11

11

11

I. INTRODUCCION

La necesidad cada vez mayor de disponer de datos básicos para la formulación de los planes de desarrollo económico de los países centroamericanos, ha inducido a los organismos regionales e internacionales a convocar reuniones de distintos especialistas, desde grupos de trabajo de funcionarios técnicos hasta de representantes calificados del más alto nivel político. La conveniencia de establecer programas de actividades, de capacitar personal para dirigirlos y llevarlos a cabo, han dado lugar a diversas resoluciones y acuerdos de unos y otros grupos que a su vez han originado múltiples actividades, y en ocasiones han requerido la intervención de expertos para la realización de estudios especiales. Sobre el sector transporte, y en especial sobre carreteras, ha realizado la CEPAL una serie de ellos.^{1/} A esos trabajos deben agregarse los que han elaborado la Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana (SIECA), el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), y otros organismos nacionales e internacionales.

Para dar a conocer y coordinar la labor realizada en Centroamérica en el aspecto de los transportes se efectuaron entre 1958 y 1963 dos reuniones del Subcomité Centroamericano de Transportes, y se celebró en 1967 la primera reunión del Grupo de Trabajo sobre Estadísticas de Transporte; en esta última se recomendó llevar a cabo, entre otras actividades,

1/ Véanse, El transporte en el Istmo Centroamericano. Reglamentación del tráfico internacional por carretera, (TAA/LAT/3 y Add.1), 1955 y 1956; Especificaciones provisionales para la construcción de carreteras en Centroamérica y Panamá (TAA/LAT/19/Add.1, Add.2 y Add.3), 1958; Estudios sobre pesas y medidas en los países centroamericanos (TAA/LAT/20), 1958; Métodos y criterios actuales de diseño y construcción de pavimentos flexibles en Centroamérica (E/CN.12/CCE/SC.3/6; TAO/LAT/37), 1962; Red vial centroamericana (E/CN.12/CCE/250; TAO/LAT/38), 1962; Carreteras, puertos y ferrocarriles de Centroamérica (E/CN.12/CCE/SC.3/20; TAO/LAT/43; E/CN.12/CCE/324), 1965; Programa de inventario y estudios dinámicos en carreteras de Centroamérica y Panamá (E/CN.12/CCE/SC.2/102; TAO/LAT/74), 1967; Mantenimiento y reconstrucción de caminos (E/CN.12/CCE/SC.3/23; TAO/LAT/96), 1968; Evaluación de proyectos viales Vol. I y II (E/CN.12/CCE/SC.3/25); TAO/LAT/95), 1968.

un programa de dos años sobre un inventario de carreteras y acelerar la iniciación de un programa combinado de estadísticas de transportes referente a Centroamérica y Panamá.

Contribuyen las páginas que figuran a continuación con los datos que en ellas aparecen --sobre demandas de tránsito, pasajeros y toneladas-kilómetro transportados, capacidades y niveles de servicio de algunas de las carreteras más transitadas-- al análisis de mayor amplitud que se está llevando a cabo en la CEPAL, sobre diferentes alternativas de los diversos servicios de transportes y comunicaciones en la zona del Mercado Común Centroamericano.

II. EVOLUCION DEL TRANSPORTE POR CARRETERA

1. Consideraciones generales acerca del desarrollo de las carreteras en Centroamérica

La red de carreteras centroamericanas ha ido incrementándose al llevarse a la práctica el plan que se aprobó en 1963 en la primera reunión de Ministros de Economía y Obras Públicas con el propósito de favorecer el proceso de la integración centroamericana. (Véase el cuadro 1.)

Por diversas razones no ha sido posible avanzar por igual con la celeridad que hubiese sido deseable en todas las actividades relacionadas con el transporte y las comunicaciones.

En 1951 existía una red vial transitable en todo tiempo de 9 669^{2/} kilómetros, con superficie de pavimento o revestida, que en 1962 se había incrementado hasta la cifra de 18 373 km (tasa de crecimiento del 6 por ciento anual); es decir, se construyeron cerca de 9 000 km en unos 11 años. La tasa de crecimiento subió aproximadamente en un 8 por ciento anual, al construirse cerca de 9 000 km más de caminos durante los 5 años siguientes, con lo que se llegó a contar en 1967 con una red transitable en todo tiempo de 27 247 km. El incremento anual fue en realidad mayor porque algunas carreteras fueron reconstruidas y mejoradas y otras lo están siendo para atender un tránsito de vehículos cada día más intenso que exige diseños geométricos y estructurales relacionados con la demanda, el adelanto técnico y la economía de los transportes.

En la actualidad se está llevando a efecto un programa modificado que comprende 2 293 km de ampliación, mejoramiento, reconstrucción y construcción de diferentes rutas de la red centroamericana, con una inversión total de 125 millones de pesos centroamericanos.^{3/} El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) ha aprobado por su parte un nuevo programa que comprende hasta 1973 e incluye nuevos proyectos de importancia regional.

^{2/} Véase el documento Carreteras, puertos y ferrocarriles de Centroamérica (E/CN.12/CCE/324; TAO/LAT/48) *op. cit.*, cuadro 4.

^{3/} Informe sobre los programas realizados en la red vial centroamericana y los programas de inversión, 1968-71, SIECA (69 VII/5/20), cuadro 3.

Cuadro 1

RED VIAL CENTROAMERICANA, 1962-67

(Kilómetros)

País	1962 ^{a/}	1963	1964	1965	1966	1967
<u>Guatemala</u>		<u>12 188^{b/}</u>	<u>11 230</u>	<u>11 522</u>	<u>11 623</u>	<u>11 788</u>
Pavimentados	1 286	1 496	1 475	1 593	1 623	1 728
Revestidos	5 074	5 752	6 389	6 564	6 635	6 638
Tierra		4 940	3 366	3 365	3 365	3 422
<u>El Salvador</u>		<u>8 527^{c/}</u>	<u>8 524^{b/}</u>	<u>8 525^{b/}</u>	<u>8 554</u>	<u>8 641</u>
Pavimentados	741	1 057	1 056	1 096	1 176	1 184
Revestidos	2 783	2 024	2 000	1 984	1 510	1 486
Tierra		5 446	5 468	5 445	5 868	5 971
<u>Honduras</u>		<u>3 530^{c/}</u>	<u>3 500^{b/}</u>	<u>3 638^{b/}</u>	<u>3 830^{d/}</u>	<u>4 120</u>
Pavimentados	349	430	381	380	400	416
Revestidos	2 097	850	840	1 403	2 000	2 481
Tierra		2 250	2 278	1 855	1 430	1 223
<u>Nicaragua</u>		<u>6 192</u>	<u>6 200</u>	<u>6 475</u>	<u>6 689</u>	<u>9 992</u>
Pavimentados	802	802	800	811	878	1 147
Revestidos	1 790	1 790	1 825	2 114	2 261	3 702
Tierra		3 600	3 575	3 550	3 550	5 143
<u>Costa Rica</u>		<u>14 406</u>	<u>16 060</u>	<u>17 610</u>	<u>17 675</u>	<u>18 060</u>
Pavimentados	1 289	1 089	1 120	1 148	1 166	1 190
Revestidos	820	3 175	4 322	4 462	4 561	4 692
Tierra		10 142	10 618	12 000	11 948	12 178
<u>Panamá^{e/}</u>		<u>6 226</u>	<u>6 241</u>	<u>6 548</u>	<u>6 634</u>	<u>6 712</u>
Pavimentados	723	1 063	1 135	1 291	1 355	1 400
Revestidos	677	1 274	1 254	1 179	1 171	1 183
Tierra		3 889	3 852	4 078	4 108	4 129
<u>Total</u>	<u>18 431</u>	<u>20 802</u>	<u>22 597</u>	<u>24 025</u>	<u>24 736</u>	<u>27 247</u>
Pavimentados	5 190	5 937	5 967	6 319	6 598	7 065
Revestidos	13 241	14 865	16 630	17 706	18 138	20 182
Porcentaje de incremento anual		1.13	1.09	1.06	1.03	1.10

Fuente: Datos oficiales de las Direcciones Generales de Caminos de los países del Istmo Centroamericano.

a/ Carreteras, puertos y ferrocarriles de Centroamérica (E/CN.12/CCE/SC.3/20), se exceptúa Panamá; b/ International Road Federation; c/ Estudio Centroamericano de Transporte, 1964-65; d/ Cifras aproximadas; e/ No incluye la Zona del Canal (227 kilómetros pavimentados).

/cuyo valor

cuyo valor estimado, agregado a la suma anterior, alcanza un total de 480 millones de pesos centroamericanos.^{4/}

Panamá, a su vez, ha programado la construcción de una autopista, aparte de la sección de la carretera Interamericana que deberá atravesar la región del Darién en una extensión de 320 km y que supone una inversión de 120 millones de dólares. La inversión total proyectada para vías de transporte en Centroamérica asciende a 600 millones de dólares, con un total de 2 613 km.

Debe señalarse, sin embargo, que los fondos asignados por los gobiernos a inversiones en infraestructura vial no alcanzan a cubrir una demanda que crece a un ritmo acelerado y en forma desordenada. Es de considerar también que las inversiones en la red vial, en su totalidad inversiones públicas que dependen casi siempre de decisiones políticas y están sometidas a presiones privadas, locales y regionales, se destinan a obras que no son sufragadas por sus usuarios en particular sino por todos los contribuyentes.

Las limitaciones presupuestarias se traducen, además, en políticas de mantenimiento insuficiente de las obras públicas y en un señalamiento secundario de prioridades que dan por resultado un deterioro prematuro de muchas vías de comunicación.

Los intereses contrapuestos en muchas ocasiones, la escasez de fondos nacionales, y la necesidad de recurrir a préstamos internacionales exigen el establecimiento de criterios adecuados aplicables a la evaluación de cada proyecto vial desde los puntos de vista técnico y económico.

2. Estructura y control del parque de vehículos

El acervo de vehículos, las características y la evolución de los mismos, son el factor determinante del tránsito de las carreteras, y el indicador del grado de progreso económico de los distintos países.

Su clasificación es muy compleja por los distintos usos a que se destina, por los diferentes mecanismos y las diversas formas en que se

^{4/} Banco Centroamericano de Integración Económica, Hacia la integración física de Centroamérica, mayo de 1969.

controlan, matriculan, registran, etc., en cada país. Aunque existen algunos acuerdos regionales sobre algunos aspectos viales todavía no se ha logrado establecer un sistema de clasificación uniforme, aparte del habitual en automóviles, autobuses y camiones.

En 1962 había en los países centroamericanos 164 471 vehículos (véase el cuadro 2), un 6 por ciento de los cuales eran autobuses y un 27 por ciento, camiones. La población total del área era entonces de 12.6 millones de habitantes que arrojaba un promedio de 76.6 personas por vehículo. El acervo total aumentó en 1965 a 201 258 vehículos y en 1967, a 243 471. De esta última cantidad, el 6.6 por ciento correspondía a autobuses y el 21 por ciento a camiones, que podían utilizar un total de 15.0 millones de habitantes, promedio de 61.6 personas por vehículo. (Véase el cuadro 3.) El incremento anual promedio del acervo total de vehículos para el período 1962-67 fue de 9.6 por ciento aproximadamente, y la tasa de crecimiento geométrico, de alrededor de 8.2 por ciento.

A título de comparación puede señalarse que en 1956 los países europeos tenían un promedio ponderado de 25 personas por vehículo,^{5/} y que dicho promedio fue, en 1964, de 2.2 por vehículo para los Estados Unidos; de 5.0 para Francia; de 6.1 para el Reino Unido; de 20.9 para Venezuela; de 36.7 para México; de 54.9 para el Brasil; de 61.4 para el Perú, y de 69.4 personas por vehículo para Colombia.^{6/}

La industria básica del transporte está representada por el autobús y el vehículo de carga, como función de servicio público, y la explotación es a menudo de carácter privado, con cierto control estatal. La proporción de autobuses se ha mantenido constante dentro del incremento total de vehículos, habiendo mejorado su seguridad, comodidad y capacidad; en contraste, la proporción de vehículos de carga ha acusado cierta disminución que se compensa con un extraordinario aumento de dimensiones y capacidad y la especialización del tipo de transporte en relación con la clase de mercancía que traslada. La fabricación de vehículos de carga acusa una tendencia a aumentar la capacidad y peso por eje, que exceden de los de diseño previstos para las carreteras centroamericanas construidas.

^{5/} Boletín anual estadístico de transporte europeo, Naciones Unidas, 1957.

^{6/} Rafael Gal y Mayor, Ingeniería de Tránsito, Segunda edición.

Cuadro 2

ISTMO CENTROAMERICANO: PARQUE DE VEHICULOS, 1962, 1965 Y 1967

País	1962 ^{a/}	1965	1967
<u>Guatemala</u>	<u>44 898</u>	<u>45 102</u>	<u>55 600</u>
Automóviles	29 400	31 775	51 100
Autobuses	2 857	2 250	2 900
Camiones	12 641	11 077	1 600
<u>El Salvador</u>	<u>30 383</u>	<u>37 478</u>	<u>44 345</u>
Automóviles	21 000	25 467	30 342
Autobuses	1 508	2 021	2 268
Camiones	7 875	9 990	11 735
<u>Honduras</u>	<u>14 932</u>	<u>18 797</u>	<u>21 607</u>
Automóviles	9 500	10 273	11 496
Autobuses	1 407	1 842	3 196
Camiones	4 025	6 682	6 915
<u>Nicaragua</u>	<u>18 599</u>	<u>24 369</u>	<u>29 321</u>
Automóviles	12 330	15 771	20 212
Autobuses	843	2 533	1 649
Camiones	5 426	6 065	7 460
<u>Costa Rica</u>	<u>24 781</u>	<u>34 880</u>	<u>45 665</u>
Automóviles	15 581	22 733	29 772
Autobuses	1 377	1 952	2 215
Camiones	7 823	10 195	13 678
<u>Panamá^{b/}</u>	<u>30 878</u>	<u>40 632</u>	<u>46 933</u>
Automóviles	22 403	30 065	34 969
Autobuses	1 807	2 162	2 361
Camiones	6 668	8 405	9 603
<u>Total</u>	<u>164 471</u>	<u>201 258</u>	<u>243 471</u>
Automóviles	110 214	136 084	177 891
Autobuses	9 799	12 760	14 589
Camiones	44 458	52 414	50 991

Fuente: Datos oficiales de las Direcciones de Caminos de los países del Istmo.

a/ Estudio Centroamericano de Transporte (1964-65), e International Road Federation, Panamá, datos oficiales.

b/ Transportes y Comunicaciones. No se incluye la Zona del Canal que en 1962, 1965 y 1967 tenía respectivamente, 12 942, 15 048 y 16 500 vehículos.

Cuadro 3

ISTMO CENTROAMERICANO: POBLACION Y HABITANTES POR VEHICULO

País	Población (millones)	Habitante/vehículo
<u>Total</u>	<u>15.0</u>	<u>61.6^{a/}</u>
Guatemala	4.7	84.5
El Salvador	3.2	72.2
Honduras	2.5	115.6
Nicaragua	1.8	51.2
Costa Rica	1.5	32.8
Panamá	1.3	27.7

a/ Promedio para el área.

Hasta la fecha no se ha realizado una investigación detenida sobre las cargas que soportan los pavimentos existentes, ni se ha investigado el efecto en los mismos de las cargas transportadas por los vehículos según diferentes pesos brutos y frecuencias de ocurrencia. Tampoco se ha acordado una clasificación uniforme de camiones por la carga útil de los mismos. En el "Acuerdo centroamericano sobre circulación por carretera, 1958", vigente en los países centroamericanos, se determinan pesos y dimensiones máximas para los vehículos, pero sólo en Nicaragua, Costa Rica y Panamá parece haberse llevado algún control sobre los camiones.

Hasta ahora no se ha llevado a cabo un estudio referente a la capacidad de los camiones. En el Estudio Centroamericano de Transportes, 1964-65, figura la información que recoge el cuadro 4, referente a camiones pesados (por lo general se consideran camiones ligeros los de 1.2 toneladas de capacidad). De la encuesta de "origen y destino" de dicho estudio, se deduce que la utilización de los camiones pesados ha sido del 50 por ciento de su capacidad, con una carga promedio de 2.68 toneladas por vehículo.

Cuadro 4

ISTMO CENTROAMERICANO: CAPACIDAD DE
CAMIONES PESADOS (6 LLANTAS O
MAS), 1964

Pais	Capacidad (toneladas)
Guatemala	5.3
El Salvador	5.2 ^{a/}
Honduras	5.4
Nicaragua	6.6
Costa Rica	4.8 ^{b/}
Promedio	5.3

a/ De acuerdo con características de
fábrica.

b/ De acuerdo con la ley.

En Panamá, para conocer esos datos, entre otros, se levantó en 1967 un "Primer censo nacional de transporte terrestre" del que no han podido derivarse conclusiones por haberse recibido información muy incompleta.

3. La red regional y sus normas actuales de diseño

El Istmo Centroamericano dispone actualmente de un total de 5 300 km de caminos en Centroamérica más 950 km en Panamá. (Véase el cuadro 5.)

La carretera troncal es un sector de la Panamericana que se denomina Interamericana y se extiende 2 494 km desde la frontera de México-Guatemala hasta la ciudad de Panamá, prologándose hacia el sur 336 km en dirección a Colombia. A comienzos de 1968, dicha carretera (CA-1) estaba casi totalmente pavimentada (faltaban 328 km en Costa Rica y 81 km en Guatemala). Algunos tramos, construidos hace mucho tiempo, han requerido mejoramientos tanto del diseño geométrico como del estructural. Las características técnicas del camino varían en los distintos países por los que atraviesa

Cuadro 5

ISTMO CENTROAMERICANO: RED VIAL^{a/}

(km)

Carretera	Designación	Total	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
<u>Total</u>		<u>6 252</u>						
Interamericana	CA-1	2 494	507	307	151	384	654	491
Litoral Pacífico	CA-2	645	330	315				
Litoral Pacífico	CA-3	239			<u>b/</u>	<u>b/</u>		
Chamalecón-La Libertad	CA-4	386		124	<u>b/</u>			
Interoceánica "Puerto Cortés-Júcaro Galán"	CA-5	439			<u>b/</u>			
Tegucigalpa-Yalagüina	CA-6	189			<u>b/</u>	<u>b/</u>		
San Miguel-San Antonio Marcala	CA-7	203		<u>b/</u>	<u>b/</u>			
El Molino-La Cuchilla	CA-8	147	49	98				
Interoceánica "San José-Puerto Matías de Gálvez"	CA-9	414	414					
Río Hondo-Nueva Coatepeque	CA-10	116	<u>b/</u>		<u>b/</u>			
Vado Hondo-La Entrada-Santa Rosa-Marcala	CA-11	289	<u>b/</u>		<u>b/</u>			
Acajutla-Padre Miguel	CA-12	136	<u>b/</u>	<u>b/</u>				
Puerto Cortés-Entre Ríos	CA-13	97	<u>b/</u>		<u>b/</u>			
Panamericana	PA-1	336						<u>b/</u>
Transístmica-Panamá-Colón	P-2	53						53
Divisa-Las Tablas	P-3	67						67

Notas: Para mayor detalle de los proyectos véase Informe sobre programas realizados en la red vial centroamericana y los programas de inversión, 1968-71 (SIECA/69/VII/5/20).

a/ Véase mapa 1.

b/ Tramos parciales en estudio y construcción unen estos países.

por no haberse llegado a aprobar normas regionales uniformes. Cada país utiliza sus propias normas de diseño (véase el cuadro 6),^{7/} que por lo general se derivan de las de la AASHO,^{8/} y para construcción utiliza especificaciones derivadas de las normas FP-61,^{9/} de los Estados Unidos.

Se han elaborado algunas especificaciones de diseño y construcción para Centroamérica por expertos de las Naciones Unidas, grupos técnicos y compañías consultoras diversas, pero por algunas razones y por falta de coordinación las recomendaciones no se han llevado a la práctica. Actualmente se pretenden definir normas de diseño que tengan presentes los aspectos técnicos y económicos del área y se programa para 1970 iniciar un estudio regional en el que habrán de concretarse especificaciones definitivas apropiadas y uniformes para toda la región.

^{7/} Del Estudio Centroamericano de Transporte, 1964-65, op. cit., Tabla IV.

^{8/} American Association of State Highway Officials.

^{9/} Especificaciones de construcción de proyectos federales de carreteras, BPR. USA.

III. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PRINCIPALES CARRETERAS DEL AREA

1. Carretera Interamericana (CA-1) (longitud total 2 494 km)

a) Guatemala

Los 507 km de esta vía están constituidos por 81 km de grava (tramo frontera México-Puente Arroyo, por pavimentar) y 426 km pavimentados de asfalto; tienen dos carriles de 6,00 metros de ancho con hombros, o bermas, de 1,30 metros a ambos lados; una vía expresa de 4 km de longitud con 4 carriles de tránsito atraviesa la capital del país.

El 30 por ciento del terreno que atraviesa la carretera es ondulado, y un 70 por ciento, montañoso; sus características físicas corresponden a las consideradas como del tipo D en el cuadro 6 y con carga sobre el pavimento de 10 000 libras por rueda. La superficie se encuentra en buenas condiciones.

b) El Salvador

Los 307 km de la carretera están totalmente pavimentados de asfalto; los dos carriles, de 6,10 metros de ancho y 1,50 metros de berma a cada lado, fueron construidos hace muchos años y su mejoramiento se ha llevado a cabo para poder atender los requerimientos de un tráfico intenso. Se incluye en este kilometraje una autopista de 22 km (Ilopango-La Cuchilla) con 4 carriles. La carretera atraviesa en un 50 por ciento de su extensión terreno plano, en un 30 por ciento, terreno ondulado y en un 20 por ciento, montañoso. Puede clasificarse entre las de características secundarias del cuadro 6, con especificaciones para carga sobre el pavimento de 8 toneladas métricas por eje. La superficie se encuentra en buenas condiciones.

c) Honduras

Los 151 km de Honduras están totalmente asfaltados, con 2 carriles de 7,00 metros de ancho y bermas de 1,50 metros a cada lado. Atraviesa terrenos

Cuadro 5

CENTROAMERICA: NORMAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CARRETERAS

CEPAL/MEX/69/23

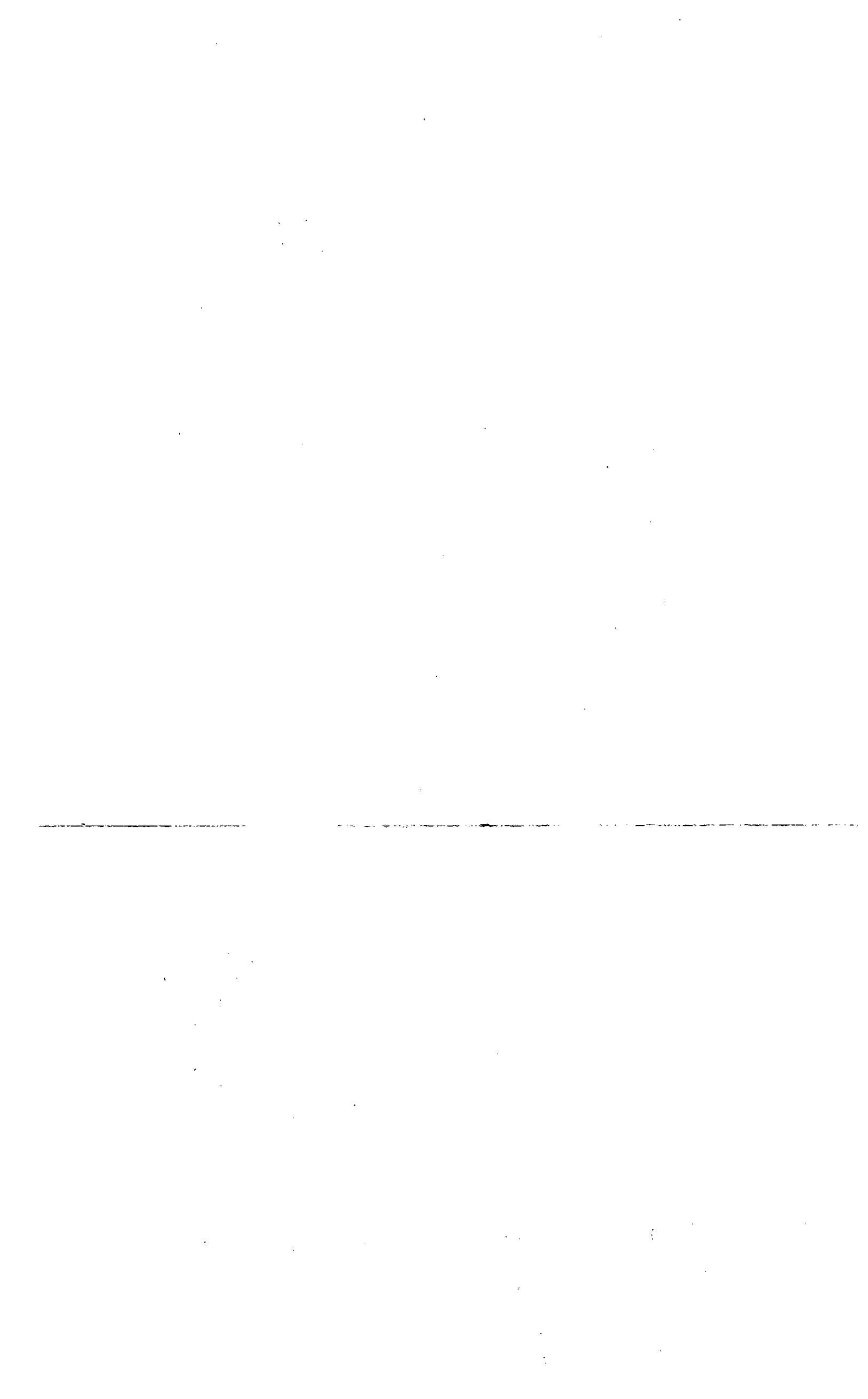
Pág. 13

Partida vfa	Guatemala					El Salvador				Honduras				Nicaragua				Costa Rica			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Prima rias	Secun- darias	Tercia rias	Rura les	Clase AA (más de 500 VPD) ^{b/}	Clase A (400-500 VPD) ^{b/}	1a. clase (100-400 VPD) ^{b/}	2a. clase (50-100 VPD) ^{b/}	Nacionales		Departa- mentales		Promedio diario del trán- sito anual estimado			
														1a. clase	2a. clase	1a. clase	2a. clase	3 000	1 000	400	100
Anch. del derecho de vfa (m)	50	25	25	25	25	30	20	20	15	30	30	30	30	30	30	25	20	40	40	24	12
Anch. de la explanación (m)	15	12.0	12.0	11.0	9.5	11.0	9.5	8-7	6-5	-	-	-	-	8.5	8.0	6.0	5.0	13.4	12.8	9.15	8.55
Anch. del firme (m)	2x7.2	7.2	6.5	6.0	5.5	7.9	6.5	-	-	7.0	7.0	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	5.0	7.3	6.7	6.1	4.1
Pendiente máxima (porcentaje)																					
Terreno llano	3	6	6	6	8	5	5	6	6	3-6	4-7	5-8	7-8	3	3	8	10	4	5	5	5
Terreno ondulado	4	7	7	7	9	6	6	8	8	4-7	6-8	6-9	9-11	5	5	10	12	5	6	6	7
Terreno montañoso	5	8	8	8	10	7	8	10	10	6-8	8-9	8-10	12	7	7	12	15	6	7	7	9
Velocidad de diseño (km/hora)																					
Terreno llano	100	80	80	80	80	90	80	60	50	100	80	80	50	80	80	60	50	112	96	96	88
Terreno ondulado	80	60	60	60	60	70	70	50	40	80	60	60	40	60	60	45	40	96	80	80	72
Terreno montañoso	60	40	40	40	40	50	50	40	30	60	50	40	25	50	40	30	30	64	64	64	56
Distancia de visibilidad de frenado (metros)																					
Terreno llano	160	110	110	110	55	160	130	120	100	150	105	105	65	110	110	75	65	183	145	145	126
Terreno ondulado	110	70	70	70	40	130	100	100	80	105	80	80	50	75	75	50	45	145	127	107	96
Terreno montañoso	70	40	40	40	30	100	80	80	60	80	65	50	25	45	45	40	35	84	84	84	73
Radio mín. de las curvas (m)																					
Terreno llano	375	225	225	225	75	250	150	150	100	191	191	163	71	200	150	100	60	580	350	290	250
Terreno ondulado	225	110	110	110	47	200	100	100	50	125	115	95	47	150	100	60	40	350	250	195	160
Terreno montañoso	110	47	47	47	30	80	60	40	20	71	71	47	25	50	50	30	25	160	160	125	95
Carga de diseño para puentes ^{a/}																					
Anchura de bermas (m)	3.5	1.75	1.45	1.30	0.75	1.85	1.5			1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	-	-	3.0	3.0	2.4	1.8
Anchura de puentes (m)	-	8.50	8.50	6.50	6.00	8.50	7.4	6.50	3.60	8.9	8.9	7.9	6.0	7.3	7.3	3.5	3.5	9.1	8.5	7.3	7.3

^{a/} La carga calculada para puentes es H15,- S12 en todos los casos, salvo en Costa Rica, donde se emplea H20 - S16 para las rutas de mayor tránsito y H15 para las de menor tránsito.

^{b/} Significa vehículos por día.

/en un



en un 70 por ciento planos y en un 30 por ciento ondulados. Sus características físicas corresponden a las clasificadas como de clase A en el cuadro 6. La superficie está en buenas condiciones.

d) Nicaragua

Los 384 km de Nicaragua están totalmente pavimentados aunque al norte de Managua 232 km tienen la superficie en malas condiciones. El camino de 2 carriles de 6.00 metros de ancho con bermas de 1.00 metro, atraviesa una zona en un 10 por ciento plana, un 30 por ciento ondulada y un 60 por ciento montañosa. Hacia el sur, siguen 68 km de Managua hasta Nandaime, por terreno ondulado con superficie de asfalto en buenas condiciones, con 2 carriles de tránsito de 5.50 metros de ancho y 0.70 de berma imprimada. De Nandaime hasta la frontera con Costa Rica, 2 carriles de 6.00 metros y bermas de 1.00 metro, pavimentados con asfalto recorren 84 km de terreno plano.

Las características físicas de la carretera corresponden a las de segunda clase del cuadro 6, con especificaciones de construcción para 8 toneladas de carga por eje de vehículo.

En la actualidad se construye sobre esta ruta, desde Managua a Las Mercedes, una autopista de 7 km con 4 carriles construidos con especificaciones para 10 toneladas de carga por eje de vehículo.

e) Costa Rica

De 654 km de longitud total, la carretera se extiende desde la frontera con Nicaragua hasta El Coco, poblado próximo a la capital; 289 km están recubiertos de asfalto, el 58 por ciento en malas condiciones pero en proceso de mejoramiento. Tiene 2 carriles de 6.00 metros con bermas de 0.60 metros. La región por la que atraviesa la carretera es 30 por ciento llana, 30 por ciento ondulada y 40 por ciento montañosa. Del Coco a San José hay una autopista pavimentada de 14 km, con dos vías de 2 carriles cada una de 7.30 metros, 1.8 metros de berma imprimada. De San José a Cartago siguen 22 km por terreno ondulado, con pavimento asfáltico, dos carriles de 6.00 metros y bermas de 1.20 metros. La superficie se encuentra en buenas condiciones. De Cartago a San Isidro, 328 km tienen el pavimento en construcción,

/con carriles

con carriles de 6.00 metros de ancho y bermas de 1.50 metros a cada lado. Atraviesa terrenos un 30 por ciento planos, un 20 por ciento ondulados y un 50 por ciento montañosos. Corresponde por sus características físicas al tipo 400-1 000 del cuadro 6, y sus especificaciones de construcción son de 8 toneladas por eje, de vehículo. Actualmente se construye la carretera El Coco-San Ramón que sustituirá al tramo actual, donde existe un puente estrecho de una sola vía, y cuyas características geométricas resultan inadecuadas para el volumen de tránsito.

f) Panamá

La carretera se prolonga 491 km totalmente pavimentados, con superficie de hormigón. Desde la frontera de Costa Rica hasta Chorrera, 459 km tienen 2 carriles de 6.10 metros de ancho con bermas de 1.50 metros a cada lado. Atraviesa terreno plano en un 70 por ciento, ondulado en un 20 por ciento y montañoso el 10 por ciento restante. Sus características físicas corresponden a las de carretera primaria. (Véase el cuadro 7.)

Desde Chorrera hasta la ciudad de Panamá siguen 33 km aproximadamente que incluyen 14 km correspondientes a la Zona del Canal. Sus carriles son de 5.50 metros de ancho con bermas de 1.20 a cada lado; la superficie del camino se encuentra en regular estado, con deterioros parciales y diseño de baja velocidad para una corriente de tránsito abundante; sus características son de carretera secundaria. Se han concluido los estudios y planos para construir una autopista pavimentada de 19 km de longitud, con 4 carriles de 7.30 metros de ancho, más bermas de 2.20 metros a cada lado.

2. Carretera Litoral del Pacífico (CA-2) (longitud total 645 km)

a) Guatemala

De 330 km de longitud, esta parte de la carretera atraviesa por una zona de terreno 70 por ciento plano y 30 por ciento ondulado; está pavimentada con asfalto, tiene 2 carriles de 7.20 metros, bermas de 1.80 metros y características físicas que corresponden a las del tipo B del cuadro 6 con

Cuadro 7

PANAMA: NORMAS PARA LA CLASIFICACION DE CARRETERAS

	Primaria	Secundaria
Ancho del derecho de vía (m)	100	40
Ancho de la explanación (m)	12	10
Ancho del firme	6.1	5.5
Pendiente máxima (porciento)		
Terreno plano	5	5
Terreno ondulado	6	7
Terreno montañoso	7	10
Velocidad de diseño (K.P.H.)		
Terreno plano	97	80
Terreno ondulado	80	60
Terreno montañoso	64	40
Distancia de visibilidad de paso (m)		
Terreno plano	150	100
Terreno ondulado	100	70
Terreno montañoso	70	40
Radio mínimo de las curvas (m)		
Terreno plano	450	300
Terreno ondulado	300	150
Terreno montañoso	150	50
Carga del pavimento (toneladas)	10	8
Carga de diseño para puentes	H15-S12	H15-S12
Anchura de puente (m)	7.3	7.3
Anchura de bermas (m)	0.75	0.75

/excepción

excepción del tramo Santa Lucía-Taxisco, de 83 km, que corresponde al tipo E, tramo en el que se encuentran puentes de un solo carril; se proyecta mejorar el alineamiento; la superficie se encuentra en buen estado.

b) El Salvador

Con 315 km de extensión, y pavimentada con asfalto, la carretera tiene 2 carriles de 7.30 metros más bermas de 1.85 metros a ambos lados. Sus características físicas corresponden al tipo señalado como primario en el cuadro 6. Atraviesa una zona de terreno 60 por ciento plano y 40 por ciento ondulado.

3. Carretera transístmica Panamá-Colón (P-2)

De 54 km de longitud, esta carretera está pavimentada con hormigón y tiene una anchura de 7.30 metros por calzada, con bermas de 2.40 metros a ambos lados. Atraviesa en toda su extensión terreno ondulado y sus características geométricas permiten una velocidad de 64 kph, con radios mínimos de 150 metros distancia de pasada de 70 m, pendientes máximas del 6 por ciento, carga estructural H 15-S12 y pavimento para 10 000 libras, por eje de vehículo. Su superficie está siendo mejorada en la actualidad.

IV. EL TRANSITO, EN PASAJEROS-KILOMETRO Y TONELADAS-KILOMETRO

El flujo de tránsito varía, según épocas y lugares. El conocimiento de sus tendencias permite elaborar proyecciones y programar futuras obras de infraestructura así como su mantenimiento. Por lo general, todos los países centroamericanos disponen de equipo, personal y programas para efectuar aforos de tránsito^{10/} hasta donde lo permiten los fondos destinados a esa actividad y en la medida que lo aconsejan las necesidades del desarrollo económico.

Las experiencias de todo el mundo presentan similitudes que han permitido definir fórmulas y criterios para determinar, con respecto a tramos diversos clasificados, proyecciones distintas de demanda. Los datos más usuales para la adopción de esos criterios se basan en el tránsito promedio diario (TPD), en el volumen horario de diseño (VHD) y en porcentajes de los tipos de vehículos que utilizan la carretera. En el cuadro 8 se anotan algunos datos referentes al tránsito promedio diario (TPD), por carreteras y países, y al porcentaje de autobuses y camiones que transitan por ellos.

Estos datos, clasificados y analizados, permiten calcular estimaciones de vehículos-km anuales, por tramos y países. Además con los promedios de personas por vehículo, se calculan los pasajeros-km anuales, y con los porcentajes de camiones y de su capacidad de carga y coeficiente de utilización, las toneladas-km anuales.

El cuadro 9 incluye un cálculo de vehículos-km, camiones-km, pasajeros-km y toneladas-km referido a los diferentes tramos de carreteras regionales que pasan por El Salvador.

En forma similar, y con la colaboración de todas las Direcciones de Caminos del Istmo Centroamericano, se obtuvieron las cifras de 1967 que aparecen en el cuadro 10.

10/ Honduras los inició en 1969.

Cuadro 8

ISTMO CENTROAMERICANO: AFOROS DE TRANSITO EN LAS DISTINTAS
GARRETERAS DEL ISTMO, 1967

Carretera	Longitud (km)	T.P.D. (Vehículos)	Camiones (Por ciento)	Autobuses (Por ciento)
<u>Guatemala</u>				
CA-1 Norte	325	500	30	15
Sur	158	650	25	15
CA-2	330	850	40	10
CA-8	48	300	35	5
CA-9 Atlántico	296	900	40	10
Pacífico	98	2 300	25	10
CA-10	97	300	25	10
CA-11	51	50	40	15
CA-12	25	50	45	10
<u>El Salvador</u>				
CA-1 Norte	72	1 500	25	15
Sur	165	1 200	25	15
CA-2	306	700	40	10
<u>Honduras</u>				
CA-1	151	500	35	15
<u>Nicaragua</u>				
CA-1 Norte	220	1 000	30	15
Sur	132	900	30	15
CA-3	140	1 750	25	a/
CA-6	26	300	30	a/
<u>Costa Rica</u>				
CA-1 Norte	291	800	40	15
Sur	329 ^{b/}	250	35	15
<u>Panamá</u>				
PA-1 Norte	459	1 000	40	25
P-2 Transístmica	54	3 700	40	25

Nota: No se incluyen las áreas suburbanas situadas dentro de un radio de 20 km en las capitales con T.P.D.A. mayor de 3 000 vehículos.

a/ Información no procesada.

b/ El pavimento en proceso de construcción.

Cuadro 9

EL SALVADOR: TRANSITO Y CALCULO DE TON-KM Y PASAJERO-KM, MOVIDOS POR LAS CARRETERAS INDICADAS, 1968

Ruta	Longitud (km)	Tránsito promedio diario	Vehículos-km anual	Camiones por día	Camiones-km anual
CA-1 Interamericana					
<u>Occidente</u>					
Frontera Guatemala-Sta. Ana	28	339	3 464 580	96	981 120
Sta. Ana-La Cuchilla	44	2 676	42 976 560	693	11 129 580
La Cuchilla-San Salvador	22	4 988	40 053 640	1 257	10 093 710
<u>Oriente</u>					
San Salvador-San Vicente	56	1 838	37 568 720	328	6 704 320
San Vicente-Río Lempa	34	912	11 317 920	222	2 755 020
Río Lempa-San Miguel	50	1 256	22 922 000	330	6 022 500
San Miguel-La Unión	35	625	7 984 375	222	2 836 050
CA-2 Litoral					
Frontera Guatemala-Acajutla	43	570	8 946 150	327	5 132 265
Acajutla-La Libertad	77	269	7 560 245	154	4 328 170
La Libertad-Comalapa	30	582	6 372 900	228	2 496 600
Comalapa-Zacatecoluca	24	1 587	13 902 120	447	3 915 720
Zacatecoluca-Usulután	54	1 455	28 678 050	582	11 471 220
Usulután-El Delirio	36	789	10 367 460	330	4 336 200
El Delirio-Intibucá	24	340	2 978 400	95	832 200
Intibucá-La Unión	25	164	1 496 500	54	492 750
CA-4 La Libertad-Frontera con Honduras					
La Libertad-Sta. Tecla	27	985	9 707 175	207	2 039 985
San Salvador-Comalapa	12	3 442	15 075 960	677	2 965 260
Comalapa-Desvío a Chalatenango	37	1 080	14 585 400	408	5 510 040
Desvío a Chalatenango-El Poy	46	298	5 003 420	119	1 998 010

/(Continúa)

Cuadro 9 (Conclusión)

Ruta	Longitud (km)	Tránsito promedio diario	Vehículo-km anual	Camiones por día	Camiones-km anual
CA-7 San Miguel-Frontera Honduras					
Ruta Militar-San Francisco Gotera	14	266	1 359 260	54	275 940
San Francisco Gotera-Perquín	37	64	864 320	22	297 110
CA-8					
La Cuchilla-Sonsonate	40	2 583	37 711 800	1 177	17 184 200
Sonsonate-Ahuachapán	35	200	2 555 000	45	574 875
Ahuachapán-El Jobo	15	251	1 374 225	98	536 550
CA-12					
Acajutla-Sonsonate	20	1 969	14 373 700	845	8 168 500
Sonsonate-Sta. Ana	35	350	4 471 250	70	894 350
Sta. Ana-Metapán	59	339	7 300 365	184	3 962 440
Ruta Militar					
San Miguel-Desvío a Gotera	18	900	5 913 000	296	1 944 720
Desvío a Gotera-San Carlos	36	614	8 067 960	275	3 613 500
San Miguel-El Delirio	18	1 014	6 661 980	330	2 168 100
El Triunfo-Santiago de María	12	383	1 677 540	45	197 100
Santiago de María (CA-2)	25	383	3 494 875	73	666 125
Sitio del Niño-Apopa	22	836	6 713 080	381	3 059 430
Comalapa-San Salvador	32	1 868	21 818 240	449	5 244 320
Sta. Ana-Chalchuapa	10	2 158	7 876 700	608	2 219 200
Chalchuapa-Ahuachapán	20	975	7 177 500	100	730 000
Total			430 312 370		136 640 305

Nota: De un estudio de origen y destino se obtuvo un promedio de 5.5 pasajeros por vehículo (1968), de 2.45 ton/camión para el movimiento nacional y 5.30 ton/camión para el transporte internacional. Para obtener las ton-km, se multiplicó el valor de camión-km anual por el factor de 2.45 ton/camión en forma general, Para 1968.

Viajero-km = 430.3 x 5.5 = 2 366 millones; ton-km = 136.6 x 2.45 = 334.7 millones. Tonelaje flotante de frontera = 92.9 millones. El crecimiento global de tránsito es el 10 por ciento, de acuerdo con el Estudio de Factibilidad de Ingeniería y Economía. La Cuchilla-Sta. Ana-El Portezuelo, 1966, por la Dirección General de Caminos. Para 1967. Vehículo-km 430.3 x .909 = 391 para pasajero-km; vehículo-km 136.6 x .909 = 126.6 para ton-km.

Cuadro 10

ISTMO CENTROAMERICANO: VEHICULOS-KM, PASAJEROS-KM Y TONELADAS-KM, 1967

(Millones)

País	Vehículos-km	Pasajeros-km ^{a/}	Toneladas-km ^{a/}
Guatemala	615	3 118	704
El Salvador	391	1 982	331
Honduras	-	-	-
Nicaragua	464	2 352	320
Costa Rica	394	1 998	332
Panamá	451	2 287	389

a/ Se utilizaron los valores de 5.07 personas por vehículo y 2.68 toneladas por vehículo de carga del único "origen y destino" completo y determinado por el Estudio Centroamericano de Transporte, 1964-65.

V. CAPACIDAD Y GRADO DE UTILIZACION (NIVEL DE SERVICIO)

Se entiende por capacidad de una carretera, o sección, el número máximo de vehículos que puede transitar por ella en un período de tiempo dado, en las condiciones en que se encuentra la carretera y el volumen de tránsito. Dicha capacidad puede ser práctica o posible y se determinan en función del número de vehículos, del tipo de tránsito, del diseño geométrico, de la anchura de los carriles, de las bermas laterales y del estado en que se encuentra la carretera. Se considera que la capacidad posible máxima es de 2 000 vehículos por hora. La capacidad práctica máxima es igual a 900 vehículos por hora y se obtiene a una velocidad promedio de seguridad de 110 kilómetro por hora, una velocidad de operación de 80 kilómetros por hora y con una distancia para rebasar mayor de 450 metros en toda la longitud.

Se define como nivel de servicio la combinación de un número infinito de características diferentes de las condiciones de operación, que pueden presentarse en un determinado carril o carretera para poder acomodar volúmenes determinados de tránsito. En todo nivel de servicio se puede acomodar una gama de volúmenes horarios de tránsito y un volumen horario máximo, consiguientemente el término nivel de servicio refleja el grado de utilización que se haría de la vía para esas gamas de volúmenes horarios. En la determinación del nivel de servicio (o grado de utilización) influyen la velocidad de los vehículos, la duración del recorrido, las interrupciones del tránsito, el trazado del camino, las características de los vehículos (confort y facilidad de conducción) la seguridad, la existencia de señales viales, la presencia de puentes, etc.

Para definir con precisión los términos anteriores tienen que analizarse y relacionarse muchos factores distintos. El Manual de Capacidad de Carreteras, 1965 proporciona la mayor información a este respecto. Dicho Manual se ha basado en investigaciones llevadas a cabo en carreteras con mejores características de diseño y construcción que las del Istmo Centroamericano, por lo que sólo puede aplicarse en él con ciertas restricciones.

A pesar de que Costa Rica, Guatemala y Panamá han tratado de establecer ciertas constantes para adaptar las especificaciones del manual a las circunstancias locales, la experiencia ha sido escasa; por ello parece preferible adoptar las relaciones que aparecen en los cuadros 10-7, 10-8 y 10-9 del Highway Capacity Manual, 1965 -- que se incluyen como cuadros 11/ Highway Capacity Manual, 1965.

A-1, A-2, A-3 y A-4, anexos a este trabajo^{12/} con ciertas adaptaciones para tomar en cuenta diferentes condiciones del terreno, de velocidades de diseño y del estado del pavimento, para poder hacer una estimación de capacidades y grados de utilización de las principales carreteras centroamericanas. Como un ejemplo de criterios tomados en cuenta y cálculos prácticos llevados a cabo se incluye el cuadro 11 que muestra una estimación de capacidad y grado de utilización de la Carretera Interamericana de El Salvador de la que se ha excluido el tramo de la autopista, es decir los 20 km próximos a la capital que tienen una capacidad superior a 3 000 vehículos por día. (Véase el cuadro 11.)

Por el mismo procedimiento se ha efectuado el cálculo de las capacidades, volúmenes y grados de utilización de las carreteras Interamericana, Litoral del Pacífico y Transistmica. En el cuadro 12 se anotan los factores de restricción de la capacidad (2 000 v/h) según grado de utilización, anchos de calzada y berma y composición del tránsito, así como las capacidades y grados de utilización (sin incluir zonas suburbanas) y los volúmenes de tránsito de diseño por hora, que representan el 12 por ciento del tránsito promedio diario anual.

La relación entre los dos últimos datos ha permitido llegar a la conclusión de que, salvo la Transistmica, en las carreteras estudiadas ocurre un tipo de tránsito fluido y que su límite de saturación parece que no habrá de presentarse dentro de los próximos 10 años, si se estima un promedio de incremento del flujo de vehículos del 7 por ciento anual en las zonas rurales..

^{12/} En la traducción (no oficial), se ha hecho la conversión de pies a metros y de millas a kilómetros.

Cuadro 11

EL SALVADOR: DATOS Y CALCULOS REFERENTES AL TRAMO DE LA
CARRETERA CA-1

El Salvador. Carretera Interamericana (CA-1) (longitud total 307 km)

Sección Norte: longitud 72 km; TPD, 1 500; camiones 25 por ciento; autobuses 15 por ciento.

Sección Sur: longitud 165 km; TPD, 1 200; camiones 25 por ciento; autobuses 15 por ciento

Tipo de terreno: plano 50 por ciento (80 km/h de velocidad); ondulado 30 por ciento (70 km/h de velocidad); montañoso 20 por ciento (50 km/h de velocidad).

Velocidad promedio de seguridad: 45 M/h (75 km/h)

Velocidad de operación: 35 M/h (56 km/h)

Distancia de pasada, mayor de 1 500 pies (60 por ciento)

Factores de restricción:

- a) Por características del terreno y velocidad (Tabla 10-7 del Highway Capacity Manual, 1965), nivel de servicio D, $v/c = 0.57$;
- b) Por ancho del carril y distancia de obstrucción lateral, Tabla 10-8, carril 10' + obstrucción 6' $W = 0.78$;
- c) Efecto de camiones y autobuses (Tabla 10-9 HCM), equivalente de camiones $0.50 \times 2.0 + 0.30 \times 5.0 + 0.20 \times 12.0 = 4.9$ vehículos livianos; equivalente de autobuses $0.50 \times 2.0 + 0.30 \times 4.0 + 0.20 \times 6.0 = 3.4$ vehículos livianos.

$$\text{Factor T} = \frac{1}{0.6 \times 1 + 0.25 \times 4.9 + 0.15 \times 3.4} = 0.43$$

Volumen de tránsito:

- a) Volumen horario. Nivel de servicio D
 $c = 2\ 000\ v/c\ WT = 2\ 000 \times 0.57 \times 0.79 \times 0.43 = 387\ v/h$
 - b) Volumen horario de diseño. 12 por ciento de TPD
Sección Norte: $v = 1\ 500 \times 0.12 = 180\ v/h$
Sección Sur: $v = 1\ 500 \times 0.12 = 144\ v/h$
-

ISTMO CENTROAMERICANO: CONDICIONES DE OPERACION Y NIVELES DE SERVICIO DE LAS CARRETERAS INDICADAS

Carretera	País	Longitud en porcentaje según terreno			Velocidad promedio (KPH)		Visibilidad > 457 m (porcentaje)	Nivel de servicio <u>a/</u>	Ancho de carril y distancia a obstrucción lateral (metros) <u>b/ c/</u>	Vehículos pesados (porcentaje)		Equivalente de automóviles	
		Plano	Ondulado	Montañoso	Diseño	Operación				Camiones	Autobuses	E _t	E _b
CA-1 Interamericana													
Guatemala-norte		30	70	0	56	-	-	E	3.05+1.80	30	15	4.10	3.40
sur		30	70	0	56	-	-	E		25	15	4.10	3.40
El Salvador-norte		50	30	20	72	56	60	D	3.05+1.80	25	15	4.90	3.40
sur		50	30	20	72	56	60	D		25	15	4.90	3.40
Honduras		70	30	0	80	64	60	C	3.65+1.80	35	15	3.25	2.60
Nicaragua-norte		10	30	60	56	-	-	E	3.05+1.20	30	15	8.90	5.00
sur		100	0	0	80	64	80	C	3.05+1.20	30	15	2.50	2.00
Costa Rica-norte		0	60	40	56	-	-	E	3.05+0.60	40	15	7.80	4.80
sur		30	20	50	<u>d/</u>	<u>d/</u>	<u>d/</u>	<u>d/</u>	3.05+1.80	35	15		
Panamá <u>e/</u>		70	20	10	112	80	80	B	3.05+1.80	40	25	3.75	2.80
CA-2 Litoral													
Guatemala		70	30	0	80	64	80	C	3.65+1.80	40	10	3.25	2.60
El Salvador		60	40	0	80	64	80	C	3.65+1.80	40	10	3.50	2.80
P-2 Transístmica													
Panamá		0	100	0	72	56	60	D	3.65+1.80	40	25	5.00	4.00

a/ Tabla 10-7 Highway Capacity Manual.

b/ Tabla 10-8 Highway Capacity Manual.

c/ Se agregó 0.30 m al carril por la berma imprimada, en aquellos casos descritos con anterioridad.

d/ Pavimento en construcción.

e/ Frontera-Chorrera.

Cuadro 13

ISTMO CENTROAMERICANO: FACTORES DE RESTRICCIÓN, VOLUMEN DE SERVICIO Y GRADO DE RESTRICCIÓN DE LAS CARRETERAS INDICADAS

CEPAL/MEX/69/23
 TAO/LAT/101
 Pág. 28

Carretera	País	Factores de restricción				Máximo volumen de servicio	Volumen horario de día	Tipo de operación para nivel de servicio dado
		v/c ^{a/}	Anchos W ^{b/}	Tránsito T ^{c/}	Combinado F			
<u>CA-1</u>	<u>Interamericana</u>							
	Guatemala-norte	1.00	0.81	0.44	0.356	712	60	libre
	sur	1.00	0.81	0.47	0.381	762	78	libre
	El Salvador-norte	0.57	0.79	0.43	0.194	388	180	libre
	sur	0.57	0.79	0.43	0.194	388	144	libre
	Honduras	0.47	1.00	0.49	0.230	460	60	libre
	Nicaragua-norte	1.00	0.76	0.25	0.190	380	120	libre
	sur	0.53	0.73	0.63	0.244	488	108	libre
	Costa Rica-norte	1.00	0.69	0.23	0.159	318	96	libre
	sur	<u>d/</u>	0.81	<u>d/</u>	<u>d/</u>	<u>d/</u>	30	libre
	Panamá <u>e/</u>	0.42	0.77	0.39	0.126	252	120	libre
<u>CA-2</u>	<u>Litoral</u>							
	Guatemala	0.53	1.00	0.49	0.260	520	102	libre
	El Salvador	0.53	1.00	0.46	0.244	488	84	libre
<u>P-2</u>	<u>Transístmica</u>							
	Panamá	0.57	1.00	0.30	0.171	342	370	normal

a/ Tabla 10-7 Highway Capacity Manual.

b/ Tabla 10-8 Highway Capacity Manual.

c/ Se agregó 0.30 m al ancho de carril por la berma imprimada, en aquellos casos descritos con anterioridad.

d/ Pavimento en construcción.

e/ Frontera-Chorrera.

Anexo

Cuadro A-1

EQUIVALENCIAS PROMEDIO DE CAMIONES Y AUTOBUSES CON RESPECTO A
AUTOMOVILES PARA TRAMOS PROLONGADOS DE CARRETERAS DE DOS
CARRILES, DE ACUERDO CON EL TIPO DEL TERRENO

Equivalencia	Nivel de servicio	Equivalencia en número de automóviles para:		
		Terreno llano	Terreno ondulado	Terreno montañoso
E _T (Para camiones)	A	3	4	7
	B y C	2.5	5	10
	D y E	2	5	12
E _B (Para autobuses ^{a/})	Todos los niveles	2	4	6

Nota: Traducción no oficial del cuadro 10.9a del Highway Capacity Manual.

a/ En la mayoría de los casos no se requieren estimaciones por separado; háganse sólo cuando el volumen de tránsito de autobuses sea considerable.

Cuadro A-2

FACTORES PROMEDIO DE AJUSTE PARA CAMIONES, PARA TRAMOS
 PROLONGADOS EN CARRETERAS DE DOS CARRILES a/

P _T (Porcentaje de camiones)	T (Factor de ajuste para camiones)									
	Nivel de servicio									
	Terreno llano			Terreno ondulado				Terreno montañoso		
	A	B y C	D y E ^{b/}	A	B y C	D y E ^{b/}	A	B y C	D y E ^{b/}	
1	0.98	0.99	0.99	0.97	0.96	0.96	0.94	0.92	0.90	
2	0.96	0.97	0.98	0.94	0.93	0.93	0.89	0.85	0.82	
3	0.94	0.96	0.97	0.92	0.89	0.89	0.85	0.79	0.75	
4	0.93	0.95	0.96	0.89	0.86	0.86	0.81	0.74	0.69	
5	0.91	0.93	0.95	0.87	0.83	0.83	0.77	0.69	0.65	
6	0.89	0.92	0.94	0.85	0.81	0.81	0.74	0.65	0.60	
7	0.88	0.91	0.93	0.83	0.78	0.78	0.70	0.61	0.57	
8	0.86	0.90	0.93	0.81	0.76	0.76	0.68	0.58	0.53	
9	0.85	0.89	0.92	0.79	0.74	0.74	0.65	0.55	0.50	
10	0.83	0.87	0.91	0.77	0.71	0.71	0.63	0.53	0.48	
12	0.81	0.85	0.89	0.74	0.68	0.68	0.58	0.48	0.43	
14	0.78	0.83	0.88	0.70	0.64	0.64	0.54	0.44	0.39	
16	0.76	0.81	0.86	0.68	0.61	0.61	0.51	0.41	0.36	
18	0.74	0.80	0.85	0.65	0.58	0.58	0.48	0.38	0.34	
20	0.71	0.77	0.83	0.63	0.56	0.56	0.45	0.36	0.31	

Nota: Traducción no oficial del cuadro 10.9b del Highway Capacity Manual.

a/ No se aplica a los autobuses cuando se consideran por separado; utilícese en su lugar el cuadro anterior (10.9a del HCM) con el 10.12 del mismo manual.

b/ Capacidad.

Cuadro A-3

NIVELES DE SERVICIO Y VOLUMENES MÁXIMOS DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES BAJO CONDICIONES DE TRANSITO ININTERRUMPIDO

Nivel de servicio	Condiciones de tránsito		Visibilidad para rebasar > 450 m (porcentaje)	Valor básico (límite para una velocidad promedio de seguridad de 112 km/h a/	Razón volumen de servicio / capacidad (v/c)					Volumen máximo de servicio bajo condiciones óptimas a velocidad promedio de seguridad de 112 km/h (total de automóviles por hora en ambas direcciones)
	Descripción	Velocidad de operación (km/h) a/			Valores referidos a velocidades promedio de seguridad b/					
					96 km/h	80 km/h	72 km/h	64 km/h	56 km/h	
A	Fluido (flujo libre)	≥ 96	100	0.20	-	-	-	-	-	400
			80	0.18	-	-	-	-	-	
			60	0.15	-	-	-	-	-	
			40	0.12	-	-	-	-	-	
			20	0.08	-	-	-	-	-	
			0	0.04	-	-	-	-	-	
B	Normal (flujo estable) (máxima velocidad)	≥ 80	100	0.45	0.40	-	-	-	-	900
			80	0.42	0.35	-	-	-	-	
			60	0.38	0.30	-	-	-	-	
			40	0.34	0.24	-	-	-	-	
			20	0.30	0.18	-	-	-	-	
			0	0.24	0.12	-	-	-	-	
C	Normal (flujo estable)	≥ 64	100	0.70	0.66	0.56	0.551	-	-	1 400
			80	0.68	0.61	0.53	0.446	-	-	
			60	0.65	0.56	0.47	0.441	-	-	
			40	0.62	0.51	0.38	0.332	-	-	
			20	0.59	0.45	0.28	0.222	-	-	
			0	0.54	0.38	0.18	0.112	-	-	
D	Normal (aproximación de flujo inestable) (baja velocidad)	≥ 56	100	0.85	0.83	0.75	0.67	0.58	-	1 700
			80	0.84	0.81	0.72	0.62	0.55	-	
			60	0.83	0.79	0.69	0.57	0.51	-	
			40	0.82	0.76	0.66	0.52	0.45	-	
			20	0.81	0.71	0.61	0.44	0.35	-	
			0	0.80	0.66	0.51	0.30	0.19	-	
Eg/	Irregular (flujo inestable)	48 ^{d/}	e/		= 1.00					2 000
F	Congestionado (flujo inestable)	48 ^{d/}	e/		No es significativo f/					Muy variable (0 a máximo)

Nota: Traducción no oficial del cuadro 10.9A del Highway Capacity Manual. a/ La velocidad de operación y la razón volumen de servicio/capacidad (v/c) son factores independientes del nivel de servicio; ambos límites deben tomarse en cuenta al calcular cualquier nivel de servicio; b/ En los casos en que no aparecen datos, la velocidad de operación requerida no pueda lograrse ni aún con bajos volúmenes de tránsito; c/ Capacidad; d/ Aproximadamente; e/ No se puede rebasar; f/ La razón volumen de tránsito de demanda/capacidad puede perfectamente pasar de 1.00, lo que indica sobrecarga.

Cuadro A-4

EFFECTO COMBINADO DE LA ANCHURA DE LOS CARRILES Y LAS LIMITACIONES DE LAS ZONAS LATERALES SOBRE LA CAPACIDAD Y VOLUMENES DE SERVICIO DE LAS CARRETERAS DE DOS CARRILES CON CONDICIONES DE TRANSITO ININTERRUMPIDO

Distancia del borde del carril de tránsito a la limitación lateral (metros)	Factores de ajuste W_L y W_C por ancho de carril y por limitación lateral ^{a/}															
	Cuando la limitación se encuentra de un solo lado ^{b/}								Cuando la limitación se encuentra en ambos lados ^{b/}							
	3.65		3.35		3.05		Ancho de carril (metros)		3.35		3.05		2.75			
	B	EC/	B	EC/	B	EC/	B	Nivel de servicio EC/ B	EC/	B	EC/	B	EC/	B	EC/	
1.80	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76
1.20	0.96	0.97	0.83	0.85	0.74	0.79	0.68	0.74	0.92	0.94	0.79	0.83	0.71	0.76	0.65	0.71
0.60	0.91	0.93	0.78	0.81	0.70	0.75	0.64	0.70	0.81	0.855	0.70	0.75	0.63	0.69	0.57	0.65
0	0.85	0.88	0.73	0.77	0.66	0.71	0.60	0.66	0.70	0.76	0.60	0.67	0.54	0.62	0.49	0.58

Nota: Traducción no oficial del cuadro 10.8 del Highway Capacity Manual.

a/ Los factores de ajuste W_C , han sido dados para el nivel E, capacidad y los factores W_L , para el nivel B. Interpóñense para los otros niveles.

b/ Incluye un margen para tránsito en sentido opuesto.

c/ Capacidad.

