

Distr.  
RESTRINGIDA  
E/CEPAL/R.287/Add.4  
9 de septiembre de 1981  
ESPAÑOL  
ORIGINAL: INGLES

---

CEPAL  
Comisión Económica para América Latina

LA PLANIFICACION DEL TRANSPORTE EN LOS PAISES DEL CONO SUR

Las metodologías aplicadas en Paraguay



INDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción .....	1
2. Estudio Integral del Transporte .....	2
3. Asistencia Técnica, 1976-1977 .....	10
4. Estudio de Asistencia Técnica, 1978-1980 .....	15
5. Evaluación de las metodologías utilizadas .....	20
Anexo 1 - El modelo para estimar los superávit y déficit por zona en el Estudio Integral de Transporte del Paraguay: su funcionamiento en el caso de cuatro productos específicos ..	29
1. El arroz .....	29
2. La soja .....	30
3. El cemento .....	31
4. Productos diversos .....	31
Anexo 2 - Método para estimar los beneficios debido a no clausurar una sección de carretera .....	33
Anexo 3 - El modelo matemático para planificación de los transportes desarrollado por el consultor de la Asistencia Técnica a la Oficina de Coordinación y Planificación Integral de Transporte, 1978-1980 .....	35
Suplemento - Ejemplo de modo de operación de la fórmula de partición modal propuesta por el consultor de Asistencia Técnica, 1979 .....	39



## LAS METODOLOGIAS PARA LA PLANIFICACION INTEGRAL DEL TRANSPORTE EN EL PARAGUAY

### 1. Introducción

Durante los últimos diez años en el Paraguay se han realizado tres estudios nacionales de transporte integral que han abarcado todo el país. Ellos son:

a) El Estudio Integral del Transporte, realizado entre los años 1971 y 1973 por dos empresas consultoras, la BCEOM de Francia y la ENECON del Paraguay. El estudio fue financiado en parte por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) como organismo ejecutor. El estudio fue encargado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Paraguay;

b) El estudio de Asistencia técnica a la Oficina de Coordinación y Planificación Integral del Transporte del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, que se llevó a cabo en 1976 y 1977 por un consorcio paraguayo-argentino de empresas consultoras, SEA, EIT y CONTEC;

c) Una revisión del anterior que realizaron las mismas empresas entre 1978 y 1980, y que lleva el mismo título.

En el primero de estos estudios se utilizó una versión del modelo tradicional de transporte integral mientras que en los otros dos se emplearon métodos simplificados. No obstante, en el tercero el consultor presentó un modelo relativamente sencillo, pero sin ajustar los parámetros ni aplicarlo. Por lo tanto, en la práctica dicho modelo no contribuyó al desarrollo de las directrices de planificación sugeridas por el grupo consultor.

El presente capítulo ofrece una síntesis de las metodologías en cada uno de los tres estudios, concentrándose en el análisis de las carreteras y del tránsito por carretera a fin de reducir el volumen de trabajo a un nivel práctico, pero sin pasar por alto aquellos aspectos de la planificación del transporte en el Paraguay que se consideran de interés general. Las redes del transporte fluvial y ferroviario de Paraguay tienen características especiales, por lo que un análisis detallado de las metodologías de planificación utilizadas para estos modos de transporte es de escasa aplicación en otros países.

En general, los dos últimos estudios recurrieron bastante a algunas de las técnicas analíticas desarrolladas en el primero, lo que no quiere decir que no

/hayan introducido

hayan introducido algunas técnicas interesantes. Influyó mucho en la calidad de los trabajos el hecho de que en Paraguay no hubiese estadísticas económicas básicas desglosadas en el sentido espacial. Así, para el estudio a) incluso debieron realizarse estimaciones del producto por división administrativa del país en tanto que el estudio c) debió pronosticar el tráfico por medios indirectos en vez de utilizar las tendencias históricas como en el estudio b), puesto que en los años transcurridos entre el segundo y el tercer estudios se hizo muy poco en el campo de la medición del tráfico. Por lo tanto, al evaluar las metodologías hay que tener presente las limitaciones a que estuvieron sujetos los analistas.

## 2. Estudio Integral del Transporte

Este trabajo puede analizarse desglosándolo como sigue:

- i) Desarrollo de estadísticas económicas y demográficas básicas;
- ii) Determinación de las cantidades por transportar;
- iii) Estimación del tráfico por tramo;
- iv) Determinación del programa de inversiones.

A continuación se examina cada uno de estos acápite:

Desarrollo de estadísticas económicas y demográficas básicas. Para estimar el crecimiento del tráfico y del consumo había que disponer de indicadores macroeconómicos básicos; también se necesitaban estimaciones de la población. Las estimaciones del crecimiento económico del país se extrapolaron a 1983, año horizonte del estudio, a partir de los pronósticos del Plan de Desarrollo Económico y Social de mediano plazo 1971-1975. Las estimaciones de la población se basaron en la evolución anterior, pero además se incorporaron en ellas en forma general los efectos que habría de tener el mejoramiento esperado de la situación económica, puesto que se suponía que la tasa neta de emigración bajaría a cero.

El crecimiento económico proyectado se expresó en la forma de un pronóstico del producto nacional bruto (PNB) desglosado por sectores principales. Dicho pronóstico se utilizó para comprobar que en general la proyección fuese compatible con las perspectivas del balance de pagos del país y que cualquier déficit de cuenta corriente podría cubrirse con la importación de capitales. Después de comprobar que los pronósticos de crecimiento económico eran realistas, se utilizaron para establecer las sumas de que se dispondría, primero para

/inversiones en

inversiones en el sector público en su conjunto y segundo, para invertir en transporte. Más adelante, el último sirvió para apreciar el plan de inversiones elaborado por el estudio.

También hubo que estimar el producto bruto actual y futuro por departamentos (es decir, por zonas del país). Fue preciso hacerlo, entre otros motivos para facilitar la estimación del consumo por departamento que, a su vez, es un elemento necesario para estimar los volúmenes por transportar. El método utilizado varió según la partida del producto nacional bruto de que se tratase, pero en general todos los componentes de éste, que ya se habían estimado y pronosticado, se distribuyeron entre los departamentos de acuerdo con un índice razonable. Por ejemplo, el componente "construcción" se distribuyó de acuerdo con la población urbana, mientras que para el ganado se utilizó un índice combinado de los animales beneficiados y de la producción de huevos.

Durante esta primera etapa del estudio, los analistas tuvieron que hacer frente a la falta de estimaciones del crecimiento económico a largo plazo y a la escasez de estadísticas desglosadas por regiones.

Además, los consultores hicieron una estimación independiente de la tasa de descuento para su uso posterior al estimar el valor actual de los beneficios económicos de los proyectos en estudio. Se hizo una revisión de las diversas consideraciones conceptuales pertinentes, pero finalmente se optó por una tasa de 10% anual, al parecer porque se utilizaba en el Brasil. Sin embargo, los consultores fueron de opinión de que también debían utilizarse tasas de 5 y 15% para pruebas de sensibilidad.

Determinación de las cantidades por transportar. Los consultores estimaron la producción y el consumo actual y futuro por zona de una variedad de productos distintos, sobre la base de encuestas y de la información disponible procedente de diversas fuentes. Las estadísticas básicas correspondieron a los años 1970 ó 1971, según el producto, aunque para estimar la matriz definitiva del año de base se adoptó como norma el año 1971. Mediante la observación (o extrapolación de la observación en los casos en que los datos básicos correspondían a 1970) se establecieron matrices de origen-destino por modo de transporte correspondientes a este año. A continuación se proyectaron la producción y el consumo a 1983, que es el año horizonte. Al parecer, las matrices para los modos de transporte en conjunto correspondientes a ese año se establecieron partiendo de la base de

que la distribución correspondería a la observada en el año base. La partición por modo se realizó mediante un modelo sencillo, no comprobado.

El modelo de producción y consumo abarcó 21 grupos principales de productos diferentes, algunos de los cuales incluían subproductos, lo que elevó a 33 el total de productos analizados. El método de análisis varió en los detalles según el producto, la forma en que se comercializa, sus características y la información disponible. El anexo 1 del presente capítulo ofrece una síntesis de los principios adoptados para analizar las cuatro agrupaciones de productos.

En el caso de la mayoría de los productos agrícolas se dispuso de estimaciones de la producción por departamento para el año de base. En general, no hubo información básica sobre el consumo interno, por lo que ella debió obtenerse por ejemplo estimando un consumo unitario por persona basado en el excedente de producción por encima de las pérdidas y las exportaciones netas, lo que, unido a la población de cada departamento, permitió estimar el consumo por departamento. Ordinariamente se dispuso de estadísticas sobre el consumo externo o las exportaciones, pese a la impresión de que no siempre eran confiables, en especial en el caso del comercio transfronterizo a distancias cortas o medianas. En lo que toca a los productos industriales, se conocía la producción de las plantas principales.

El consumo se dividió en zonas de acuerdo con un índice adecuado, tal como el producto bruto por departamento (para algunos productos industriales) o una medida de la población (en el caso de algunos productos de consumo). Respecto de muchos productos agrícolas se desarrolló un modelo en dos etapas para representar la producción de la materia prima en el interior y la recepción de ésta en las plantas elaboradas, que luego producían para el consumo interno o para la exportación.

Al parecer, junto con estimarse la producción y el consumo por zona, se desarrollaron matrices por modo de transporte a través de un conocimiento logrado por observaciones en el terreno. Aparentemente no se utilizó un modelo sistematizado para simular la distribución. El informe del estudio no es claro sobre la forma en que se obtuvieron las matrices para el año base. Cabe suponer que se estimaron realizando sondeos entre aquellos que tenían conocimientos detallados sobre cada producto y su comercialización y también a partir de la información obtenida de las encuestas realizadas en las carreteras. En todo caso, la obtención

/de matrices



de matrices por producto en el Paraguay en la época en que se realizó el estudio se facilitó muchísimo debido a que en el país había un solo mercado grande, Asunción, un número reducido de plantas elaboradoras grandes en un sector determinado y sólo algunos corredores de comercio exterior bien establecidos. Sin embargo, la falta de un modelo regular y comprobado de distribución (y de uno de la repartición por modo de transporte) para el año base tuvo que haber dificultado la estimación de las matrices del año horizonte.

La producción y el consumo del año horizonte se establecieron de diversas maneras, en la forma indicada en el anexo 1. Es difícil generalizar al respecto, pero se puede distinguir entre los productos para el consumo interno y los productos para la exportación. En el caso de algunos productos que se destinan principalmente al consumo interno se utilizó el consumo estimado para 1983 para determinar el volumen producido. Este consumo se estimó a partir de las tendencias del consumo per cápita implícito (o sobre la base de las tendencias estimadas por la FAO) y de la población futura por departamento. En algunos casos se utilizaron las elasticidades de ingreso para hacer un pronóstico elemental del consumo futuro per cápita. En el caso de los productos destinados fundamentalmente a la exportación, la producción se determinó directamente mediante un estudio de la evolución anterior o por algún otro medio (según el producto), obteniéndose la cantidad disponible para exportación del excedente después de contemplar un margen para consumo interno. Al parecer no había estudios detallados sobre el potencial del mercado externo. En algunas oportunidades se sabía la ubicación de la planta elaboradora en el año horizonte gracias a que se conocían los planes del sector pertinente. De lo contrario, se partió de la base de que las plantas actuales ampliarían su capacidad de acuerdo con la demanda de servicios.

El informe del estudio no explica con claridad la forma en que se derivaron las matrices para el año horizonte. Al parecer, la distribución por productos se realizó más bien de manera informal sobre la base de la distribución observada en el año de base. La división por modo de transporte se realizó de dos maneras. En muchos casos se mantuvo la partición por modo del año base sin utilizar modelos convencionales. Sin embargo, en otros se elaboró un modelo de partición por modo de transporte utilizando una curva de desviación derivada de la experiencia reunida en Francia. Al parecer no ha habido tentativa alguna de comprobar la función a la luz de la situación del Paraguay.

El modelo de partición modal se utilizó cuando podía variar el equilibrio competitivo entre los diversos modos del año de base al año de horizonte. Se especificaron tres redes de transporte alternativas y se aplicó el modelo a cada una de ellas. Las alternativas eran:

- i) Todas las carreteras interurbanas pavimentadas más ferrocarriles;
- ii) Las principales carreteras interurbanas pavimentadas más ferrocarriles;
- iii) Las principales carreteras interurbanas pavimentadas sin ferrocarriles.

La curva de desviación determina la partición entre dos modos basada en los costos económicos variables a largo plazo del transporte y por el hecho de utilizar tales costos proporciona la repartición modal que puede considerarse óptima desde el punto de vista del Paraguay. El costo del transporte de las mercancías importadas y exportadas incluía el traslado hasta y desde el buque oceánico en el puerto de Buenos Aires; los costos de transporte considerados en Argentina fueron más bien los fletes. Hay que tener presente que la distribución espacial se basó implícitamente en los costos considerados por el usuario o por el empresario de transporte, mientras la partición modal se basó en los costos económicos para el Paraguay. La curva de partición sólo sirve para la opción bimodal y no queda en claro la forma en que la utilizaron los consultores para estimar la partición modal cuando existían tres modos de transporte, como solió suceder.<sup>1/</sup> Al parecer no se consideró como variable independiente del modelo el costo por concepto de intereses de las mercancías en tránsito; además no hubo un costo supuesto que representase la preferencia por un modo determinado debido a mayor confiabilidad, frecuencia, etc., de un medio con relación al otro.

Cabe señalar que había 16 zonas internas y tres externas. Las primeras corresponden a los departamentos en que se divide el país para fines administrativos, mientras que las segundas son respectivamente Argentina, Brasil y todos los demás países en su conjunto.

Estimación del tráfico por tramo. Probablemente, ya que el informe del estudio no es claro al respecto, el tráfico interzonal del año base se ha asignado de acuerdo con el costo mínimo, aunque fuesen pocos los casos en que efectivamente se podía optar entre caminos.

---

<sup>1/</sup> Se puede aplicar el modelo bimodal a pares de modos sucesivos cuando la alternativa entraña más de dos modos de transporte. Sin embargo, por lo general este método no produce una solución única y por ésta y otras razones es inaceptable.

Además, basándose en encuestas y la diferencia entre el volumen de tráfico interzonal asignado y el tráfico contabilizado, se hicieron estimaciones del tráfico intrazonal local en camión por tramo. Respecto del año horizonte se llevó a cabo un análisis más complejo que incluyó la estimación del tráfico generado por el mejoramiento de las carreteras. Se hizo una asignación a cada una de las tres redes alternativas con y sin el tráfico generado en cada caso. Ello dio lugar a seis alternativas por tramo. Al parecer, el objetivo fue obtener una gama de estimaciones dentro de la cual podría situarse el valor real.

Al parecer, el tráfico interzonal no generado se asignó de la misma manera que en el año base. El tráfico intrazonal de carga correspondiente al año horizonte se estimó partiendo de la base de que la elasticidad entre este tráfico y el producto económico del departamento en que se encontraba el tramo en cuestión era de 1.3. Parece que esta elasticidad fue más bien una conjetura razonable y no el resultado de una investigación minuciosa.

No obstante haberse partido de la base de que el mejoramiento de las carreteras generaría algún tráfico interzonal de pasajeros, no se pensó que por la misma razón se estimularía el tráfico de carga, pese a que sí se consideró que seguramente el tráfico local de carga acusaría cierto aumento, el que proporcionalmente se fijó en la mitad de la tasa calculada para el movimiento de personas. Por lo tanto, en esta reseña hay que tener en cuenta el método utilizado para estimar el volumen de viajes personales generado.

Se consideraron dos clases de tráfico generado. Primero se estimó la generación que resultaría cuando se pavimentara un camino, al evitar su cierre en la temporada de las grandes lluvias. Pese a que los autores del informe reconocieron que el volumen de dicho tráfico debía estimarse en forma mucho más minuciosa, se aplicó una alternativa pragmática en virtud de la cual se partió de la base de que, en caso de cerrarse el camino, no se alcanzaría el nivel potencial de tráfico establecido a través del estudio de las estadísticas de medición, mientras que si el camino se pavimentase habría generación de tráfico, la que no existiría si el camino fuese intransitable. Segundo, se hicieron estimaciones del tráfico generado por la reducción del costo de explotación, suponiendo una elasticidad discrecional de 1.6. Se partió de la base de que en realidad la mitad del tráfico local tendría lugar en el tramo de la carretera principal en estudio y la otra en caminos de acceso no mejorados. Asimismo, se realizó un análisis para establecer el tráfico interzonal de pasajeros generado.

/Determinación del

Determinación del programa de inversiones. El programa de inversiones se estableció en varias etapas. Los métodos utilizados fueron en su mayor parte aproximativos y no necesariamente compatibles con los conceptos económicos pertinentes, pero podrían haber producido resultados útiles y prácticos.

En la primera etapa se elaboraron curvas para cada tipo factible de camino que estimaron el costo total de los viajes y de la infraestructura combinados (en el eje y) en función del tráfico (en el eje x). Las curvas se comprobaron respecto de dos combinaciones de tráfico optativas y de cuatro regiones del país por separado. Se establecieron los niveles críticos de tráfico en que una clase de carretera se hace más económica que otra.

En la etapa siguiente se utilizaron las curvas para calcular el costo total descontado por concepto de viajes e infraestructura si cada clase inicial de carretera analizada se convirtiese en cada una de las clases mejoradas viables. De esta manera se definieron las secuencias óptimas, es decir, aquellas que se traducían en el costo total más bajo a lo largo de todo el período en estudio. Esta segunda etapa del procedimiento se llevó a cabo en condiciones promedio y a tasas de crecimiento anual del tráfico de 7 y de 10%. A partir de ello se sacaron conclusiones generales sobre la correcta ordenación de los planes de mejoramiento; por ejemplo, una secuencia  $x \rightarrow y \rightarrow z$  podría resultar inferior al cambio directo de  $x$  en  $z$  sin pasar por  $y$ .

La tercera etapa consistió en elaborar un programa teórico de inversiones. La base de éste la formaron los proyectos que podían justificarse considerando aquella de las seis alternativas 2/ relacionadas con cada tramo cuyo pronóstico de tráfico era más bajo, cualquiera que ello fuese. Se partió de la base de que la tasa de crecimiento del tráfico entre el año base y el año horizonte se mantendría constante. Esto permitió establecer el año en que debería mejorarse la clase original de carretera de que se tratase y convertirla a la categoría siguiente y la fecha en que había que mejorar esta última, y así sucesivamente. La ordenación resultante se modificaría de acuerdo con los análisis realizados en la segunda etapa antes señalada. Este procedimiento dio por resultado un conjunto básico de proyectos. El programa se completó analizando detalladamente

---

2/ En síntesis son: el tráfico de cada una de las tres redes respecto de las cuales se estimó separadamente la distribución modal, cada una de ellas considerando y sin considerar el tráfico generado.

los proyectos que sólo podían justificarse considerando los niveles del tráfico situados entre el mínimo y el máximo e incluyéndolos también si su tasa anual de retorno alcanzara 10% durante el período del programa.

Finalmente, en la cuarta etapa se corrigió el programa de inversiones así obtenido de tal modo que se pudiese invertir una suma más o menos pareja de dinero todos los años y que las etapas de construcción siguiesen un patrón lógico y eficiente. El total de la inversión recomendada y estimada de esta manera quedó dentro de la disponibilidad total de recursos estimada en una etapa preliminar del programa aunque no resulta claro cuál fue el procedimiento adoptado para seleccionar los proyectos con este fin. Es posible que la tasa de descuento utilizada en el análisis de costo-beneficio fuese particularmente apropiada. Los consultores realizaron pruebas de sensibilidad, cambiando los supuestos para los cálculos de beneficios y costos y, de esta manera, variando el tamaño del presupuesto total que se destinaría a carreteras. El conjunto central de supuestos utilizó una tasa de descuento de 10% y no consideró el valor del tiempo que los pasajeros dedicaban a su traslado. Se hicieron otras pasadas del modelo variando los costos de construcción en más y menos 10%; considerando el valor del tiempo de las personas (utilizando los costos de construcción estándar); y con tasas de descuento de 5% y de 10% (una vez más utilizando los costos de construcción estándar pero sin considerar el valor del tiempo que las personas dedican a trasladarse de lugar). El programa central se elaboró reconociendo que en los primeros años del decenio gran parte de los fondos disponibles sería absorbida por proyectos ya aprobados.

Los costos de construcción se estimaron en forma analítica aproximativa puesto que sólo se dispuso de un pequeño número de contratos de los cuales obtener una pauta y entre los existentes la gama de precios era muy amplia debido a la falta de competencia entre los contratistas. Además sólo existía un número reducido de estudios de factibilidad recientes para indicar los costos posibles. Se establecieron los costos de construcción de cada una de siete clases de carreteras factibles para cuatro regiones del país. Se indicaron por separado los costos en divisas y moneda local. El método utilizado concordaba con el modelo básico que se utiliza en ingeniería y que consiste en estimar primero las sumas en juego en las distintas clases de obras en diferentes lugares del país y luego aplicarles los datos sobre costo unitario (aunque se aplicó en general y no

proyecto por proyecto). Al comienzo se estimó que los costos debían especificarse por separado para los terrenos planos y montañosos, pero la diferencia entre ambos conjuntos de estimaciones habría sido inferior al grado de exactitud del procedimiento de estimación global, aunque se consideró que una variación de magnitud similar constituiría una prueba de sensibilidad válida. El costo de reemplazo de una clase de camino por otra se estimó a partir de las cantidades y costos unitarios de construcción de ambas, calculando la diferencia.

No se hizo intento alguno por estimar los costos en precios sombra, sea de la mano de obra o de las divisas, por lo cual los costos económicos utilizados se relacionan más que nada con los costos financieros descontados los impuestos y subsidios.

Aunque el programa de inversiones se elaboró sin aplicar valores por concepto del tiempo que las personas destinan a su traslado, para fines de comparación conviene considerar los valores obtenidos. Los consultores hicieron un intento muy simplista por fijarle un valor al tiempo destinado a traslados comparando los costos para el usuario y el tiempo de viaje que entrañan los distintos modos de transporte. El valor del tiempo de las personas que viajan en automóvil se fijó en 35 guaraníes por hora y el de los usuarios del transporte colectivo en 15 guaraníes por hora, ambas cifras bastante conservadoras y razonables si se tiene presente que los ingresos por hora de estas personas son bastante más altos. (En esa fecha el tipo de cambio era de 123.6 guaraníes por dólar estadounidense.)<sup>3/</sup>

### 3. Asistencia Técnica, 1976-1977

La metodología utilizada para los trabajos La asistencia técnica, 1976-1977 y Estudio Integral presenta dos diferencias fundamentales, aparte de otras importantes pero de detalle. Las dos primeras son:

i) En el estudio de Asistencia Técnica se calculó por separado el tráfico de los distintos tramos de carrera, sin remitirse a un modelo integral de la demanda.

ii) Al parecer el programa de inversiones recomendado en el estudio de Asistencia Técnica se basó en evaluaciones de proyectos que incluían los beneficios correspondientes al ahorro de las personas por concepto de tiempo de viaje (pese

---

<sup>3/</sup> Banco Central del Paraguay, Boletín Estadístico, febrero de 1980, p. 24.

a que es la práctica corriente no incluir entre los beneficios de un proyecto de carretera interurbana la cantidad que los viajeros están dispuestos a pagar por la economía de tiempo no trabajado).

El informe del estudio no es claro respecto de varios puntos, por lo cual la metodología exacta sólo puede deducirse de la experiencia recogida de estudios análogos realizados en otros lugares. En este sentido el estudio de Asistencia Técnica 1976-1977 no es más criticable que muchos otros estudios, pero en algunas materias quizá tienda a confundir al lector no especialista en la materia. Por ejemplo, los cuadros intermedios sobre costos de explotación de los vehículos excluyen expresamente los valores personales del tiempo, cuya obtención no se explica en el informe. Por otra parte, el cuadro de beneficios y costos por tramo que se considera en la evaluación económica cuenta el ahorro de tiempo personal como beneficio y el programa de inversiones recomendado se basa en este último supuesto.

Desde el punto de vista de las carreteras, el objetivo del análisis era elaborar un programa anual de inversiones para el mejoramiento y la construcción de caminos entre 1977 y 1986. El Gobierno del Paraguay ya había aprobado algunos proyectos que se llevarían a cabo durante este período, por lo que se incluyeron sin evaluarlos. Además, el programa comprendía algunos proyectos de carreteras cuyo objeto fundamental era el desarrollo o la seguridad nacional, o ambas cosas. Es probable que estos proyectos hayan sido sugeridos por el gobierno, pero de todas formas no fueron evaluados por el grupo consultor.

El análisis comienza por estimar los recursos para inversión en carreteras de que probablemente podría disponerse durante el período. En vista de que a mediados de los años setenta la proporción del producto interno bruto que se destinó a inversiones en carreteras fue bastante elevada, para fines de proyección se redujo levemente aunque el alto crecimiento previsto (y logrado) de la economía nacional aseguraría que, en cifras reales, el valor absoluto de los recursos para inversión habría de aumentar de año en año.

Las estimaciones del tráfico por tramo se obtuvieron separadamente respecto de cada uno de ellos y no mediante un modelo integral. Para algunos años hubo información sobre el tráfico de la mayoría de los tramos, a menudo por clase de vehículo. Este tráfico se convirtió en una base común aplicando factores de ajuste por estaciones y, basándose en la medición reajustada, se obtuvo una tasa

/de crecimiento

de crecimiento por tipo de vehículo, sea por regresión (cuando había estadísticas para una serie de años) o estimando una tasa de crecimiento compuesta desde el primero hasta el último punto de información. Cuando la tasa de crecimiento así obtenida resultó inferior a 4 o superior a 10% al año, se utilizaron estos límites. Estas proyecciones pueden considerarse como el "tráfico normal". Los pronósticos del tráfico futuro también contemplan dos categorías de tráfico generado o provocado, una vez más calculado por tramo y no en forma integrada.

El primer tipo de tráfico generado que se examina es aquel proveniente del hecho de que un camino puede utilizarse en forma permanente después que se le ha aplicado una capa de revestimiento. El anexo 2 del presente capítulo muestra la fórmula utilizada para evaluar los beneficios provenientes de esta clase de tráfico generado, la que al parecer incluye un elemento que implícitamente estima su volumen. El informe del estudio presenta esta fórmula sin dar explicación alguna a su respecto, pero hay una referencia de la cual posiblemente pueda obtenerse dicha explicación. A falta del documento a que alude la referencia hay que interpretar cuál es la lógica probable de la fórmula, lo que no resulta fácil. Al parecer, se basa en una estimación del número de vehículos-día que se pierden como consecuencia del cierre de la carretera, multiplicada esta cifra por el costo económico del tiempo de vehículo.

Además, el modelo incluye un procedimiento de ajuste, que podría considerarse razonable aunque discrecional, y que es un componente muy importante del modelo, para reconocer que el manejo de los vehículos permite un grado de flexibilidad de operación y en esta manera puede limitar el costo económico de los cierres. Por ejemplo, si un camino queda cerrado durante algunos días, muchas veces los vehículos que habrían transitado por él pueden usarse en otras tareas en otros lugares hasta que el camino se reabra. Además, el modelo desarrollado permite que se reconozca, también en forma arbitraria, que un vehículo no podría transitar aun si la sección del camino en consideración estuviese habilitada, puesto que otro tramo de la ruta del vehículo todavía permanecería cerrado.

La segunda clase de tráfico generado que se examinó es el proveniente de una reducción de los costos de explotación. Se tuvo en cuenta para el tráfico de vehículos livianos y autobuses, pero no para el de camiones que, según se consideró, era independiente de los costos de viaje. La elasticidad supuesta entre los costos de explotación económica y el tráfico del tramo fue de 1.8 para

/los vehículos



los vehículos livianos y 1.5 para el tráfico de autobuses. Los beneficios de esta clase de tráfico generado se combinaron en una fórmula general que establece los beneficios totales debidos a la vez al tráfico generado ordinario y a esta segunda categoría. La fórmula es elegante, si bien no del todo correcta desde el punto de vista conceptual, aunque en la práctica es probable que sus inconvenientes no tengan mayor importancia.

Los costos de la inversión se calcularon descontados los impuestos, pero sin otros ajustes por concepto de precios sombra para cada sección de camino cuyo mejoramiento se sugiere y para todas las clases viables de caminos. Las clases de carreteras existentes que se consideraron fueron de tierra, grava y pavimentadas, potencialmente las últimas también podrían ser clases mejoradas. Los costos se estimaron de una manera tradicional en ingeniería, calculando primero el costo unitario de los insumos pertinentes. A continuación, éstos se transformaron en costos por actividad, por ejemplo, estabilización del subsuelo o transporte de grava fina por kilómetro, por metro cúbico u otra unidad apropiada. Luego se estimaron las cantidades necesarias para cada actividad y se calculó el costo del proyecto resultante teniendo presente las variadas circunstancias imperantes en las diversas regiones del país. El margen para imprevistos usado fue de 10%. Cada vez que ello fue posible, se utilizó información obtenida de estudios de factibilidad anteriores.

Se estimaron 4/ los beneficios por km en guaraníes correspondientes a cualquier cambio de la clase inicial de camino a uno mejor, independientemente de los distintos proyectos, bajo una serie de circunstancias. Se confeccionaron cuadros de los beneficios calculados de esta manera, los que luego se utilizaron para interpolar los beneficios provenientes de determinados proyectos. Las distintas circunstancias consideradas fueron:

- i) Volumen de tráfico: se consideraron 7 niveles diferentes entre 10 y 1 000 vehículos diarios;
- ii) Tasa de crecimiento del tráfico: se consideraron 5 tasas diferentes de 2 a 10% anual, calculándose los beneficios de cada una;
- iii) Composición del tráfico: se calcularon los beneficios de cuatro combinaciones de tráfico diferentes.

---

4/ A partir de costos de explotación de vehículos calculados previamente para cada clase de vehículo y clase de carretera, incluida la economía de tiempo propio.

Como las pruebas de sensibilidad, los cuadros de beneficios también se elaboraron teniendo presente una tasa de descuento de 15% en vez de 10%, con y sin apreciar el valor del ahorro de tiempo personal. El caso en que se basó el programa de inversiones comprende el valor del ahorro de tiempo para las personas y utiliza una tasa de descuento de 10% anual. Los beneficios también incluyeron la variación de los costos del mantenimiento de la carretera en los casos en que se reemplaza una clase determinada por otra. Se actualizaron los costos de mantenimiento que figuraban en el Estudio Integral y para cada clase de carretera se incluyeron a la vez un costo fijo por kilómetro y un elemento que variaba en relación directa con el volumen de tráfico (pero no con la composición del tráfico).

Respecto de cada tramo se estimaron diversas medidas convencionales del valor económico neto para cada tipo de mejoramiento viable, por ejemplo de tierra a grava o de grava a pavimento. El estudio no evaluó la posibilidad de mejorar los caminos por etapas y no intentó estimar derechamente el año óptimo de construcción. En todos los casos, se partió de la base de que la construcción abarcaría el período comprendido entre 1977 y 1978, descontándose los beneficios desde 1979 hasta 1998.

El programa de inversiones recomendado comprende proyectos ya aprobados y carreteras para el desarrollo o de valor estratégico, que no se evaluaron. El programa se estimó de manera de aprovechar al máximo la disponibilidad de fondos prevista y se graduó de manera que se invirtiese prácticamente la misma suma todos los años manteniendo una secuencia lógica en los trabajos. Sin embargo, incluye algunos proyectos inesperados. Así, por ejemplo, incluye la pavimentación de la carretera que va desde Mbutuy al km 153 no obstante haberse estimado que la tasa de rentabilidad interna de este proyecto sólo era de 8% (incluso valorizado el ahorro de tiempo personal). Al parecer, algunos de los proyectos se incluyeron en el programa aplicando criterios no convencionales que el informe del estudio no explica. Por ejemplo, el programa comprende la pavimentación del tramo Bellavista-Desvío Bella Vista pese a que los cálculos de los propios consultores revelan que la alternativa de reemplazar el camino de tierra existente por uno de grava tiene una rentabilidad económica menos desfavorable (una relación costo/beneficio de 0.17 en vez de 0.14, utilizando una tasa de descuento de 10% e incluyendo el ahorro de tiempo personal). Aunque el tráfico

de este tramo aumentara al ritmo más alto supuesto de 10% al año, el proyecto no llegaría a ser rentable dentro del lapso abarcado por el programa de inversiones. Como se dijo, los consultores incluyeron en el programa algunos proyectos que no se evaluaron, y es posible que aplicasen un criterio subjetivo atribuyendo beneficios extraordinarios a los proyectos evaluados y asignándoles una tasa de rentabilidad baja cuando dichos proyectos también cumplieran una función estratégica o de desarrollo, pese a que el informe del estudio no alude a esto. De ser así, quizá ello podría contribuir a explicar el contenido del programa recomendado, pero haría que el valor de todo el procedimiento analítico resultase discutible.

#### 4. Estudio de Asistencia Técnica, 1978-1980

En lo que respecta a carreteras, el objetivo fundamental del estudio de Asistencia Técnica, 1978-1980 fue actualizar el programa de inversiones en carreteras elaborado en el estudio anterior del mismo título. Participaron en él las mismas empresas consultoras del primero y en algunos aspectos la metodología utilizada fue similar.

No se utilizó un modelo de transporte integral propiamente tal. Sin embargo, el mandato para realizar el estudio exigía construir un modelo de esta clase. Ello se hizo pese a que el modelo no se aplicó sino que se desarrolló (y supuestamente se probó) y se entregó al cliente para su futura utilización. Se espera que algunos de los técnicos del país que trabajaron con los consultores puedan manejar y actualizar el modelo. Deberían hacerse esfuerzos concertados por asegurar que las energías consagradas a su desarrollo no caigan en el vacío. El anexo 3 del presente capítulo contiene una descripción del modelo. Es bastante sencillo, pero tiene algunas características interesantes (por ejemplo, el planteamiento de la repartición modal) y podría contribuir provechosamente a la planificación del transporte en el Paraguay. No obstante, para que sea plenamente efectivo, hay que invertir bastante en encuestas y medición del tráfico, así como perfeccionar y actualizar el modelo de producción y consumo concebido inicialmente en el Estudio Integral.

Pese a que la metodología utilizada para actualizar el programa de inversiones en carreteras fue similar a la utilizada en el estudio de asistencia técnica anterior, es mucho más detallada. Una vez más se estimó el tráfico independiente para cada tramo, pero el método de proyección fue diferente. Esto era

/necesario, ya

necesario, ya que habían pocas estadísticas recientes de tráfico a partir de las cuales calcular las tasas de crecimiento. Al parecer, los consultores consideraron que convenía estimar el tráfico futuro sobre una base más firme que la evolución anterior del tramo pertinente a lo largo de un número reducido de años. Sin embargo, tropezaron con el problema de que la falta de estadísticas regionales sobre Paraguay no ofrecía alternativas atrayentes. La base de las estimaciones de tráfico fue un conjunto de cifras de medición del tráfico que databan de 1976 y que se habían obtenido para realizar un estudio sobre las necesidades de mantenimiento de los caminos.

Esta información se proyectó utilizando razonamientos subjetivos e informales, examinando las informaciones disponibles de una serie de fuentes a partir de las cuales se sacó un consenso. Entre dichas fuentes cabe mencionar el incremento del consumo de gasolina y diesel oil, las recaudaciones de los peajes y un procedimiento que ya había sido utilizado por analistas contratados para realizar estudios de factibilidad de carreteras para estimar las tasas de crecimiento del tráfico. De acuerdo con las ventas de combustibles y las entradas por concepto de peaje, el crecimiento último había sido muy alto - muchísimo más que el del producto interno bruto del país, que por su parte había aumentado a tasas muy elevadas a fines de los años 70. Finalmente, se especificaron las tasas de crecimiento por departamento para 4 períodos separados entre 1976 y el fin del período en estudio, es decir, el año 2003. En general, estas tasas de crecimiento revelan una tendencia declinante y ordinariamente son más altas en las zonas menos desarrolladas, en especial los primeros años.

La red de tramos de carretera considerados para el segundo proyecto de asistencia técnica fue más amplia que aquella del primero. Comprendió no sólo el sistema de carreteras interurbanas principales sino también otros tramos que lo unen con las ciudades principales de los distritos o municipios más importantes. El número de clases de caminos considerado también fue superior al abarcado por el estudio anterior. Las principales clases de caminos seguían siendo pavimentados, mejorados (de grava) y de tierra, pero los costos de explotación desarrollados incluyen el reconocimiento de que un camino principal de tierra tiende a ser mejor que uno secundario también de tierra. La evaluación consideró la posibilidad de mejorar los caminos de tierra más importantes mediante su pavimentación con la opción de incluir dentro del programa de obras

/inmediato el

inmediato el mejoramiento hasta llegar a un estado de "obra básica" susceptible de revestir posteriormente con pavimento. Los caminos secundarios de tierra podían mejorarse hasta llegar a ser pavimentados de grava o de obras básicas.

Los costos de inversión se estimaron en forma mucho más detallada que en el proyecto de asistencia técnica anterior, ajustándose la clase propuesta de cada camino a la demanda del tráfico. Las distintas clases de obras se clasificaron en cuatro categorías, la más importante de las cuales fue la construcción de nuevas obras tales como el mejoramiento del pavimento o la pavimentación de sectores actualmente no pavimentados. Dentro de esta categoría, los tramos abarcados por trabajos de esta naturaleza se dividieron en tres clases. La primera abarcó los que tienen mayor densidad de uso, a cuyo respecto se calculó el costo de la pavimentación en una sola etapa. La segunda comprendió caminos menos transitados respecto de los cuales se calculó el costo de los trabajos iniciales de mejoramiento y la realización de las obras básicas, postergándose la pavimentación hasta una etapa posterior, siempre y cuando ello fuese necesario. La tercera clase estaba formada por aquellas secciones menos transitadas en cuyo caso sólo se contemplaron las obras básicas, no proponiéndose pavimentación. Desglosando aún más, cada sección de una carretera se asignó a un grupo de acuerdo con la topografía circundante y otros factores que influyen en los costos de construcción. Para este último grado de desagregación se establecieron las cantidades, el costo unitario y por lo tanto el costo total de construcción. El costo de los puentes se estimó por separado. Finalmente, en todos los casos se dio un margen de 5% para la movilización del personal, 15% para imprevistos, 8% para supervisión de las obras y 2% para estudios y elaboración de proyectos. (El costo de las obras en algunos tramos de la carretera según lo estimado en el segundo proyecto de asistencia técnica, comparado con aquel calculado en el primero, acusa cierta variación, pero ello no significa necesariamente que en el primero se haya subestimado o sobrestimado en relación al segundo, aunque si se deseara una comparación más estricta habría que hacer una investigación más a fondo.)

La segunda categoría de obras comprendió el refuerzo del pavimento existente, estimándose el costo en líneas generales de la misma manera anterior. La tercera sólo abarcó dos carreteras, cada una de las cuales está formada por varios tramos que se propuso reacondicionar para adaptarlos a un mayor tráfico.

Las obras entrañaban un ensanchamiento cuyo costo podía obtenerse a partir de un estudio de factibilidad anterior. Finalmente, la cuarta categoría era la construcción de caminos alimentadores.

La evaluación económica sólo se hizo respecto de los proyectos comprendidos en la primera categoría. El programa de inversiones en obras de refuerzo del pavimento se estableció fundamentalmente a partir de una evaluación de ingeniería para determinar en qué momento el pavimento existente se consumiría totalmente por el tráfico previsto. En lo que toca a uno de los dos caminos incluidos en la tercera categoría ya se había realizado un estudio de factibilidad que ofrecía una estimación de los beneficios económicos que se obtendrían del programa, para compararlo directamente con los demás proyectos cuyos beneficios fueron estimados por el grupo consultor que realizó el estudio de Asistencia Técnica. El otro proyecto de la tercera categoría no había sido objeto de un estudio de factibilidad, pero los consultores lo incluyeron en el programa de inversiones propuesto, calculando los beneficios que se obtendrían de él. No explican la forma en que lo hicieron, y la metodología de evaluación económica utilizada para los proyectos de la primera categoría no sirve para manejar proyectos de ensanchamiento de caminos. El programa de inversiones para caminos alimentadores se determinó en forma subjetiva sobre la base de las condiciones locales y de las prioridades del gobierno, de manera que fuese compatible con el programa de inversiones en caminos principales.

En vista de las incertidumbres que rodean al método con arreglo al cual se evaluaron los proyectos de la tercera categoría para su posible inclusión en el programa de inversiones propuesto, la reseña que sigue se aplica fundamentalmente a los proyectos de la primera categoría. Para cada clase de camino (pavimentado, ripiado, principal de tierra y secundario de tierra) se especificó una velocidad según la clase de vehículo y la naturaleza del terreno (plano u ondulado). A partir de lo anterior se estableció el costo económico de funcionamiento de los vehículos por clase de camino y tipo de terreno, basando los cálculos en un vehículo liviano (60% de camiones pequeños tales como el Chevrolet C10 y 40% de automóviles tipo VW Brasilia), un autobús de 32 asientos (Mercedes Benz, chasis 1113) y un camión de 9 toneladas de capacidad útil (sobre el mismo chasis del autobús).

La evaluación económica reconoció entre los beneficios el ahorro de tiempo de los usuarios. Respecto de los automóviles se utilizó el sueldo por hora estimado como valor del tiempo de los conductores que se trasladan al trabajo o que viajan con fines comerciales, mientras que a los demás usuarios se les asignó 70% de dicho valor. En lo que toca a los viajes para otros fines el valor del tiempo se fijó en 35% de la cifra anterior. Para estimar el valor del tiempo de las personas que viajan en autobús se aplicaron los mismos principios salvo que en su caso el valor básico se fijó en 40% del de los conductores de automóviles, a fin de expresar el menor ingreso que perciben.

En el caso de los proyectos que no se traducían en un ahorro de distancia, los beneficios simplemente se estimaron multiplicando el tráfico según la clase de vehículo por la diferencia por concepto de costo de explotación, incluidos los valores asignados al tiempo de los usuarios entre la clase de camino existente y la propuesta. En los proyectos que modificarían de manera significativa la distancia del tramo se contempló un margen por este concepto. En el caso de algunos proyectos se consideró que el mejoramiento del camino atraería tráfico que de lo contrario habría seguido utilizando otras vías. Cada vez que fue posible se estableció el alcance de la desviación de acuerdo con las conclusiones de una encuesta parcial de origen/destino que se había realizado para un estudio anterior de factibilidad. En los demás casos se estimó en forma subjetiva. La disminución del costo económico proveniente de la desviación del tráfico se incluyó entre los beneficios del mejoramiento. Al parecer, no se restó el tráfico que se había desviado a un tramo mejorado del trayecto que seguía antes por lo que es posible que el programa de inversiones contenga un elemento de doble contabilidad del tráfico.<sup>5/</sup>

Al comienzo las relaciones entre beneficios y costos se estimaron partiendo de la base de que la construcción comprendería los años 1982 y 1983, de que en 1993 habría que reconstruir y de que los beneficios en el período de 1984 a 2003 deberían descontarse, contabilizándose un valor residual de 40% al final del período. La tasa de descuento utilizada fue de 11% al año, un punto porcentual más alta que la utilizada en el primer proyecto de asistencia técnica.

---

<sup>5/</sup> En la parte del informe del estudio que resume el desarrollo del programa de inversiones en carreteras hay una frase que dice que el ahorro por concepto de costos de explotación incluye los beneficios provenientes de evitar el cierre al tránsito en los caminos no pavimentados (en los períodos de grandes precipitaciones). Sin embargo, parece que al describirse más detalladamente la metodología no se menciona cómo se hizo esto y posiblemente lo señalado en el resumen sea un error.

Se elaboró un programa de inversiones para el período comprendido hasta 1989. Este programa comprendía proyectos ya aprobados, estuviesen o no en ejecución, y tenía en cuenta el monto a que probablemente ascendería el presupuesto de inversiones, el que se establecía en forma relativamente más detallada que en el primer proyecto de asistencia técnica. Los distintos proyectos abarcados se clasificaron de manera de dar una ordenación lógica al programa, asignándose a los primeros años aquellos proyectos cuya tasa de rentabilidad era más alta. De igual manera que en el primer proyecto de asistencia técnica el programa elaborado por los consultores comprendía algunos proyectos que, a juicio de ellos mismos, no tenían rentabilidad económica dentro del plazo abarcado por el programa. Por lo tanto, cabe pensar que recomendaron que se invirtiese en la construcción de carreteras más de lo que a su juicio valía la pena.

##### 5. Evaluación de las metodologías utilizadas

La metodología utilizada para el Estudio Integral del Transporte se determinó en parte por la relativa falta de información económica básica y los consultores debieron destinar tiempo a labores que no habrían sido necesarias si la base de datos disponible hubiese sido más amplia. Por ejemplo, si hubiesen existido algunas estimaciones del ingreso por departamento, no habría habido tanta necesidad de desarrollar estimaciones del producto bruto por zona. Es posible que la falta de información básica haya sido decisiva en la elección de las técnicas bastante imprecisas que se utilizaron en diversas etapas de los análisis. Sin embargo, es un hecho que partes de éstos se hicieron en forma más aproximada de lo conveniente y ello puede haber influido en la calidad de los resultados obtenidos. La crítica de la metodología que figura a continuación se centra necesariamente en lo que se consideran imperfecciones. Por este motivo, es posible que el lector se forme una impresión injustamente desfavorable sobre la labor que realizan los consultores, a menos que se percate claramente de que la metodología presenta muchas características dignas de mérito que no se analizan en la presente evaluación. Es posible que algunas partes de la presente evaluación sean erradas, puesto que las correspondientes explicaciones dadas por los consultores en el informe del estudio no fueron lo suficientemente amplias y claras, o ambas cosas. En diversas oportunidades a lo largo del informe no fue posible formarse una idea cabal de las técnicas utilizadas a partir de las explicaciones

/proporcionadas y



proporcionadas y el lector que desee hacerlo debe "interpolar" a partir de fragmentos de información que figuran en el documento y un conocimiento de las metodologías usadas en otros estudios de la misma naturaleza.

A continuación se enumeran y se analizan someramente algunos aspectos discutibles de la metodología utilizada en el Estudio Integral del Transporte:

i) La determinación de la producción y consumo por zona para el año horizonte no tuvo presente algunas tendencias importantes. Por ejemplo, la cantidad de cemento producida y la distribución por zonas del consumo de este producto no consideró el proyecto de la presa Itaipú que, por ser el proyecto más grande de esta naturaleza que se haya emprendido en el mundo hasta la fecha, consumiría enormes cantidades de cemento. Además, para citar otro ejemplo, se vinculó el incremento de la producción de soja con aquel de la producción de trigo (que se estimó por separado). Este procedimiento no tiene en cuenta el auge del mercado de soja en los años 70 y la participación cada vez mayor del Paraguay como abastecedor.

ii) Al parecer, los consultores no utilizaron un modelo de distribución propiamente tal. Aunque la distribución del año base puede haberse simulado adecuadamente conociendo los canales de comercialización, etc., la falta de un modelo de esta naturaleza hace muy difícil simular bien la forma en que la futura distribución se adaptará a un cambio en las condiciones de accesibilidad.

iii) No queda claro que se haya procurado comparar el tráfico simulado del año base con el observado en los diversos tramos de la red, pese a que puede haber habido algún intento de hacerlo al que el informe no presta la debida atención.

iv) Al parecer, el procedimiento utilizado para distribuir el tráfico entre los distintos modos rivales en el año horizonte tiene varios inconvenientes importantes: a) el modelo no se habría comprobado, de tal modo que los consultores no habrían tenido oportunidad alguna de encarar el problema con que tropiezan muchos consultores al realizar estudios sobre el transporte en América Latina, a saber, que los modelos tradicionales no permiten simular adecuadamente el comportamiento observado en cuanto a la elección de modo; b) en este caso, el hecho de que no se comparasen las indicaciones del modelo con el comportamiento real en el Paraguay habría sido un inconveniente particularmente importante ya que la propia curva de partición se desarrolló en Francia en condiciones

/totalmente diferentes

totalmente diferentes de las del Paraguay; c) la variable independiente del modelo de distribución modal fue el costo relativo del transporte por los dos modos en cuestión especificados en función de costos económicos variables a largo plazo, que no necesariamente se relacionan de manera bien definida con los costos que de hecho determinan el comportamiento de los usuarios de servicios de transporte; d) el modelo sólo puede ocuparse de la elección entre dos modos de transporte, aunque en algunos casos parece haberse aplicado a una elección entre tres. Las deficiencias globales del elemento de partición modal del estudio parece ser uno de los inconvenientes conceptuales más importantes de la metodología y tiene que haber influido en la calidad de los resultados alcanzados.

v) Posiblemente, la manera en que se formuló el programa de inversiones propuesto adolezca de contradicciones de concepto. Al parecer no hubo plena conciencia de la interdependencia entre los distintos proyectos alternativos. Por ejemplo, algunos proyectos de carretera se justificaron partiendo del supuesto de que el tráfico se situaría en algún punto intermedio entre los niveles mínimo y máximo calculados. Por lo general puede suceder que si continúa funcionando el ferrocarril (y hay que tener presente que el programa de inversiones recomendado sí incluye un margen para la rehabilitación de este medio de transporte) algunos de los proyectos de carreteras incluidos en el programa de inversiones no lleguen a niveles de tráfico suficientes para justificar su inclusión. Para citar otro ejemplo, la metodología no permite adoptar una decisión racional sobre la conveniencia de seguir mejorando un tramo cuyo mejoramiento puede justificarse sobre la base de niveles de tráfico mínimos hasta llegar a una categoría superior a la incluida en el programa. Se podría continuar la lista de contradicciones, pero probablemente no es justo hacerlo, ya que muchos estudios presentan deficiencias similares y en un estudio de objetivos relativamente globales, como el Estudio Integral, es posible que no tenga mayor importancia práctica.

Se estima que la metodología desarrollada por los consultores que participaron en el Estudio Integral constituye un buen punto de partida para investigaciones posteriores. Por desgracia, parece que prácticamente no se ha hecho nada en este sentido. Los proyectos de asistencia técnica posteriores y quizá también el lado paraguayo del equipo consultor del Estudio Integral han

actualizado algunos aspectos, pero no hay prueba de ello. Por ejemplo, habría sido muy útil mantener actualizado el modelo de producción y consumo, puesto que habría sido inapreciable para los proyectos de asistencia técnica posteriores, que debieron recurrir a medios bastante insatisfactorios para estimar el tráfico.

La metodología utilizada para el estudio realizado por la Asistencia Técnica, 1976-1977, fue menos general y completa que la utilizada en el Estudio Integral. El primero no utilizó un modelo de demanda de viajes (de acuerdo con el sentido usual de la expresión) y, como se dijo, estimó el tráfico directamente por tramo en una forma insatisfactoria desde el punto de vista conceptual, aunque quizá destinada a hacer frente a una limitada disponibilidad de recursos. La base metodológica utilizada para el estudio de Asistencia Técnica, de 1976 a 1977, no se prestaba para dar sino una idea muy general sobre el orden de prelación de las inversiones. Es difícil formarse una idea adecuada de lo que hicieron realmente los consultores en algunas etapas de su trabajo, debido a que las explicaciones del informe del estudio son incompletas. El texto es particularmente confuso en lo que toca a la valorización del tiempo de las personas que viajan.

A continuación se ofrece una evaluación de algunos aspectos de la metodología:

i) El método utilizado para estimar el tráfico es conceptualmente insatisfactorio. Sin embargo, en la práctica quizá sea tan bueno como el que se usó para el Estudio Integral, que adoptó un procedimiento basado en el análisis de sistemas, pese a que en el detalle tiene algunos aspectos poco convenientes. En el procedimiento usado por la Asistencia Técnica cada tramo se trata como entidad separada, mientras que en la realidad el tráfico de un tramo interactúa con el de los demás. El hecho de que la metodología utilizada no pueda tratar la red como un conjunto integral formado por tramos separados que se disputan entre sí la demanda de viajes disponibles presenta las siguientes desventajas prácticas:

a) los principios utilizados no pueden estimar los efectos en un tramo "x" del mejoramiento del tramo vecino "y", que en realidad podría hacer que el primero ganase o perdiese tráfico; b) la proyección del tráfico de un tramo sobre la base del crecimiento histórico del tráfico del mismo no tiene en cuenta el cambio de las circunstancias económicas; c) la metodología no puede estimar en forma satisfactoria el tráfico generado por los proyectos de desarrollo en gran

/escala, tales

escala, tales como la presa de Itaipú; d) es sumamente difícil compatibilizar las informaciones sobre medición del tráfico reunidas a lo largo de un número de años en fechas distintas y por grupos de personas diferentes. Por lo tanto, es muy peligroso estimar las tasas de crecimiento del tráfico a partir de un conjunto pequeño de datos reunidos de esta manera.

ii) La forma en que estimó el tráfico generado presenta problemas análogos. En general, el método para estimarlo no tiene en cuenta que seguramente cualquier viaje generado habrá de abarcar más de un tramo. Por el contrario, entraña que el tráfico generado en un tramo no utiliza ningún otro. Además, hay que reconocer que en la práctica un viaje generado puede ser un viaje de desvío, por ejemplo, si no se ha mejorado la carretera hacia la cual se llevó, el desarrollo que la originó puede haberse producido en otro lugar del país.<sup>6/</sup>

iii) Los costos utilizados para realizar la evaluación económica no contemplan margen para la probabilidad de que en el Paraguay los costos de capital, mano de obra y divisas sean distintos de aquellos que predominan en el mercado: es decir, no se hicieron ajustes por concepto de precios sombra salvo para descontar los impuestos a la compraventa y otros análogos.

iv) Es usual no incluir el ahorro de tiempo no trabajado entre los beneficios derivados de los proyectos de carreteras interurbanas. En este caso, los consultores contemplaron el valor monetario de esta clase de ahorro entre los beneficios de los proyectos utilizados para determinar el programa de inversiones, pese a que los cuadros intermedios de costos específicamente excluyen el valor del tiempo y el informe no expresa en parte alguna en qué forma se obtuvieron dichos valores. Debido a la falta de una descripción más explícita se requiere experiencia técnica y un análisis detallado de las secciones pertinentes del informe para deducir que las evaluaciones se hicieron de manera de incluir entre los beneficios el valor asignado al tiempo de las personas.

v) Al parecer, la formulación del programa de inversiones no mantiene una relación coherente con los beneficios que se prevé obtener de los distintos proyectos, puesto que incluye proyectos que los propios consultores demostraron que no eran rentables, incluso considerando el ahorro de tiempo como beneficio.

---

<sup>6/</sup> Desde el punto de vista conceptual, la cuestión es interesante; en la mayoría de los casos su importancia práctica es escasa.

Cabe pensar que los consultores dedujeron de su análisis que la suma que había que invertir en carreteras debía ser inferior al 1.5 a 1.7% del producto interno bruto que, a su juicio, sería la disponible para proyectos de carreteras, si hubiesen incluido en el programa de inversiones recomendado sólo aquellos proyectos que les parecían rentables.

vi) La evaluación económica de los proyectos sólo permitió seleccionar de manera muy general las alternativas de inversión. Además, contenía ciertos errores conceptuales que quizá no hayan influido demasiado en el programa de inversiones recomendado. Por ejemplo, la evaluación de los beneficios emanados del tráfico generado se basó únicamente en los costos económicos (de la explotación de los vehículos) en vez de incorporar también los costos de uso percibidos como hay que hacerlo según la teoría.

Es probable que el equipo que llevó a cabo el estudio tuviese que trabajar sin disponer de los recursos humanos y financieros que habrían sido necesarios para la realización de un estudio lo suficientemente completo. Por ejemplo, probablemente el método para estimar el tráfico debería concebirse como resultado de la búsqueda de la solución más aceptable entre varias no óptimas. De esta manera, no hay que considerar por ningún motivo que las críticas a la metodología utilizada sean una crítica al equipo consultor sino más bien a las condiciones en que debieron actuar. La metodología contiene algunos elementos que deberían ser analizados por otros analistas trabajando en circunstancias análogas con vistas a su adopción. Como instrumento didáctico tiene muchos aspectos meritorios.

El segundo Estudio de asistencia técnica para el período 1978-1980 fue en muchos sentidos más completo que el anterior, por ejemplo con relación a la estimación de los costos de construcción y al número de clases de caminos considerados. Sin embargo, en otros sentidos utilizó una metodología más simplificada: por ejemplo, no incluyó la estimación del tráfico que se generaría a raíz del mejoramiento de los caminos, pese a que no queda muy en claro si se incluyó o no la generación de tráfico resultante de evitar el cierre de los caminos de tierra durante los períodos de lluvias torrenciales.

Lo más probable es que los consultores de este segundo proyecto de Asistencia Técnica se viesen tan limitados como los que realizaron el primero en lo que respecta a la metodología, debido a que no pudieron realizar encuestas cuyos

/resultados podrían

resultados podrían haber permitido un análisis más exhaustivo. En general, su informe es más explicativo que el del primer proyecto de asistencia técnica, pero sigue siendo insuficientemente claro en algunos aspectos. Por ejemplo, es ambiguo respecto a si se estimó o no la cantidad de tráfico generado al mejorar un camino para hacerlo transitable todo el año y no explica la forma en que se evaluaron los beneficios del ensanchamiento de los caminos cuando la metodología de evaluación desarrollada no es apta para abordar dicha tarea. Al igual que en el primer proyecto de asistencia técnica, en el segundo parece haber una contradicción entre la lista de proyectos que, según demuestran los consultores, son económicamente rentables y el contenido del programa de inversiones propuesto. A continuación se analizan más a fondo algunos aspectos metodológicos del segundo proyecto de Asistencia Técnica.

i) La evaluación económica de los proyectos incluye el valor del tiempo que ahorran los viajeros por concepto de horas no incluidas en el horario de trabajo, pese a que es una práctica habitual no incluir tales beneficios en la evaluación de proyectos (en lo que toca a los proyectos de caminos no urbanos). Asimismo, los consultores parecen confundir el tiempo destinado a viajes dentro de la jornada de trabajo y el tiempo que se destina al traslado entre el lugar de trabajo y el hogar (o cualquier otro lugar), pese a que desde el punto de vista conceptual estas dos clases de tiempo son distintas y deben asignárseles valores diferentes. Esta confusión que no deja de ser común entre los analistas del transporte tanto de América Latina como de otras regiones tiende a sobrestimar los beneficios que se obtienen de los proyectos de inversión. (Sin embargo, debería felicitarse a los consultores del segundo proyecto de asistencia técnica porque en su informe explican la forma en que establecieron los valores del tiempo utilizados, cosa que no se hizo en el primer proyecto.)

ii) No hay ajustes por concepto de precios sombra de las inversiones o de los costos de explotación, salvo el descuento de los impuestos de la compra-venta y otros. Este defecto se asemeja al del primer proyecto de Asistencia Técnica (no obstante, es probable que últimamente en el Paraguay haya disminuido la necesidad de desarrollar y utilizar estos factores de ajuste, al desarrollarse y liberalizarse la economía).

iii) El método de proyección del tráfico difiere del utilizado en el primer proyecto, pero de todas formas se trata cada tramo como una entidad

/separada, estimándose

separada, estimándose el tráfico independientemente del de los tramos vecinos. El segundo proyecto de asistencia técnica aplicó un sistema de estimación que tal vez sea preferible al empleado en el primer estudio, quizá como reacción a cualesquiera deficiencia que pudiese contener el primero. Sin embargo, tampoco es capaz, por ejemplo, de estimar en qué medida habrá de desviarse el tráfico como consecuencia del mejoramiento.

iv) Parte del programa de inversiones recomendado por los consultores se elaboró mediante lo que podría llamarse una evaluación de ingeniería en virtud de la cual la programación del refuerzo del pavimento se basó en el deterioro de la superficie del camino debido al volumen de tráfico. Otra parte del programa se estableció a través de la evaluación económica realizada como parte del propio estudio, mientras que una tercera se basó en estimaciones de los beneficios económicos netos calculados por los consultores para estudios de factibilidad anteriores. El programa de inversiones se completó con la recomendación de construir caminos secundarios, que no se basó en ninguna evaluación, sea de ingeniería o económica, sino más bien en el supuesto de que se construirían tantos kilómetros al año. Compatibilizar los distintos métodos de evaluación utilizados es una tarea muy difícil y en realidad exige reevaluar todos los proyectos utilizando los mismos principios de evaluación. No se hizo ningún intento por lograr esta clase de compatibilización y, por lo tanto, en general, lo más probable es que el programa global de inversiones elaborado no sea óptimo.

Por otra parte, el hecho de que el programa no sea óptimo se acentúa por la inclusión de algunos proyectos que a juicio de los consultores tendrían beneficios económicos netos negativos.

Se espera que el modelo de transporte desarrollado por los consultores que intervinieron en el segundo proyecto de Asistencia Técnica habrá de ponerse en ejecución y perfeccionarse prestando bastante atención a la generación de la información sobre los factores de que depende su éxito, de tal manera que la planificación del transporte en el Paraguay pueda volver a realizarse en la forma integral iniciada por el Estudio Integral de comienzos de los años setenta, pero en gran medida abandonada desde entonces, quizá porque los fondos destinados a ello fueron insuficientes. Las metodologías no integrales que se han utilizado en el país a partir de esa fecha tienen algunos aspectos interesantes y han logrado mucho de lo que se esperó de ellas, pero probablemente constituyen una especie de transición entre un enfoque integral amplio y métodos más sencillos.





Anexo 1

EL MODELO PARA ESTIMAR LOS SUPERAVIT Y DEFICIT POR ZONA EN EL  
ESTUDIO INTEGRAL DE TRANSPORTE DEL PARAGUAY:  
SU FUNCIONAMIENTO EN EL CASO DE CUATRO  
PRODUCTOS ESPECIFICOS

1. El arroz

El tratamiento del arroz abarcó dos diferentes productos, el arroz en cáscara desde el productor hasta los centros de procesamiento y el arroz en forma limpia desde estos últimos hasta el consumidor. La única información de entrada disponible en forma apta para ser usada en el análisis era la producción anual por departamento desde 1962 a 1970. No hubo registros de comercio exterior para el producto en 1970, aunque se sabía que existía exportación a través del Departamento de Amambay al Brasil. Sin embargo, tal comercio fue desconocido para los propósitos del análisis.

Para el año base, 1970, como se ha dicho, la producción de arroz en cáscara ya era conocida. El consumo industrial se estimó en función de las ubicaciones y capacidades de las plantas de procesamiento, la mayoría de las cuales estaban en Asunción. Asimismo, el consumo per cápita se estimó en 8.4 kilogramos para ese año. Esta cifra fue derivada en forma independiente y resultó ser consistente con las estimaciones hechas por la FAO. Al parecer, este mismo consumo per cápita fue usado sin ajustes para todas las zonas del país. Por otra parte, para las estimaciones realizadas se asumió que durante el procesamiento del producto se pierde el 35% del peso original.

Para 1983 se supuso que habrá un equilibrio entre la demanda y la oferta interna del país, es decir, que no habrá comercio exterior. El volumen total que sería transportado se determinó a través de la elasticidad de demanda con respecto al ingreso que había estimado la FAO. La producción de arroz y las cantidades procesadas en las plantas estuvieron basadas en las de 1970, suponiendo que la ubicación de las plantas permanecería igual.

Al evaluar el método usado se concluyó que éste era muy simplificado y en algunas partes conceptualmente errado. Por ejemplo, se empleó una elasticidad de ingreso para prever el consumo hasta 1983, pero se supuso que tanto en 1970 como en 1983 el consumo per cápita por departamentos no variaría, según el ingreso per cápita de éstos. (Cabe recordar que tales ingresos ya habían sido estimados.)

## 2. La soja

Se consideró tanto los granos como el aceite; las tortas fueron consideradas aparte. La producción de granos en 1970 fue asignada por zona según informaciones proporcionadas por el Ministerio de Agricultura, y se estimó una pérdida de 11% de la producción. En este año, excepcionalmente, no hubo exportaciones, por lo que se supuso que el total de la producción de granos se destinaría a las cuatro plantas de procesamiento, cuyas ubicaciones eran conocidas. Al parecer, la producción de aceite de las plantas se estimó a través de coeficientes técnicos. El aceite exportado se asignó a Asunción y Encarnación, los puertos de salida, y probablemente el consumo interno per cápita fue determinado a partir de conocer la producción de aceite, el volumen exportado y la población del país.

La producción de soja hasta 1983 fue determinada suponiendo que su tasa de crecimiento sería igual a la ya estimada para el trigo, puesto que se consideró que ambos eran cultivados en rotación. Se estimó que las plantas de procesamiento mantendrían su ubicación geográfica, aunque presentarían diferentes tasas de crecimiento de la producción. Se supuso que un tonelaje considerable de granos sería exportado en el año 1983 a través de los puertos de Asunción y Encarnación. Cómo se estimó la cantidad exportada, no está explícito en el informe del estudio, aunque posiblemente se empleó el principio de que las exportaciones igualarían el residuo entre la capacidad de las plantas y la producción de granos.

Se consideró que la tasa de crecimiento en el consumo de aceite sería igual a la tasa de crecimiento de la población y que el exceso sobre el consumo interno sería exportado. Aparentemente, se supuso que de cada planta sería exportada una misma proporción de la producción.

La crítica más importante al método usado sería la supuesta conexión entre la producción de trigo y la de soja. Como resultado de esta vinculación, el EIT-PY subestimó la producción futura de soja. Desde 1970 el Paraguay ha participado en el auge de la soja en América del Sur. El estudio consideró que la producción en 1983 sería de 240 000 toneladas. En 1976 la producción ya habrá superado esta estimación para 1983 y la producción verdadera en 1983 podrá ser dos o tres veces la estimada por el consultor. El método de proyección esencialmente consideró que la soja era un producto de importancia secundaria y que el volumen producido dependería de la producción del trigo, de esta manera no reconociendo el valor de la soja en sí misma a la economía del Paraguay.

### 3. El cemento

La producción y su ubicación fue obtenida de fuentes ya disponibles para el año 1970. Aunque no se explica en el informe del estudio, se constaba que el consumo fue distribuido según la población urbana. Se supuso que el consumo crecería en igual proporción a la tasa histórica, lo que exigiría una ampliación de la capacidad de producción. El consultor estimó que, debido a las indivisibilidades, la planta que sería instalada dejaría un margen para exportación en 1983. La distribución del consumo en 1983 se basó en la distribución de la población urbana.

La mayor crítica que se puede formular al método usado es que no se reconoce el impacto de las grandes obras que necesitan el cemento en la distribución del consumo ni en la demanda total. Entre ellas se cuenta la represa de Itaipú, que consume grandes cantidades de cemento, puesto que es el proyecto más grande de este tipo en el mundo entero.

### 4. Productos diversos

Los productos diversos considerados por el consultor fueron los productos que juntos forman volúmenes significativos por transportar, aunque los productos individuales que componen la categoría no tendrían importancia y no podrían ser tratados en forma individual. Se trataron por separado los productos diversos de exportación, los de importación y los internos.

Los productos de exportación son principalmente agrícolas. Se supuso que su punto de origen era Asunción (el movimiento hasta Asunción se trata en el movimiento de productos diversos internos) y el de destino era Argentina, bien para el consumo en este último país o en tránsito hacia otros países. El volumen del intercambio era conocido a través de las estadísticas de exportación de los productos individuales del Banco Central. La proyección hasta 1983 fue estimada con una tasa de crecimiento de 6% al año, un promedio de la tasa estimada para la producción del sector agrícola, la de la exportación de los productos agrícolas y la de la exportación de los productos varios.

En el caso de los productos de importación, se supuso que el mercado era Asunción, tanto en 1971 como en 1983. La mayoría de los productos son bienes intermedios y de capital y fueron proyectados hasta el año 1983 según una elasticidad (1.3) con respecto al PIB del país estimada de las tendencias del pasado

y la suposición de que la tasa de crecimiento del PIB sería 6% hasta 1983. Pero la proyección de dos componentes de los productos diversos de importación fue realizada en forma separada debido a sus características distintas; el asfalto, cuya importación varía mucho entre un año y el próximo, dependiendo de la ejecución de obras que consuman el producto, fue proyectado con una tasa de crecimiento un poco mayor que la del Plan de Desarrollo Económico y Social 1971-1975; las bebidas y tabacos son destinados particularmente a la reexportación y se usó una tasa de crecimiento conservadora. En general, para 1971 la distribución de las importaciones por país de origen (Argentina, Brasil, Uruguay y otros) fue conocida; para 1983, la distribución entre estos cuatro países y grupos de países fue modificada para reconocer la esperada mayor importancia del Brasil.

De encuestas en las carreteras alrededor de Asunción y en otros puntos del país se estimó una matriz origen-destino del movimiento de los productos diversos internos para 1971. La matriz para 1983 fue derivada de la aplicación al tráfico de 1971 de un factor igual a la razón entre el PIB departamental de 1983 y el de 1971 al exponente 1.3. Este proceso fue usado para estimar el tráfico local o intrazonal. El tráfico interzonal para 1983 fue estimado aplicando al volumen de 1971 el medio geométrico de los factores de crecimiento (después de la aplicación de la elasticidad 1.3) de tráfico intrazonal para las zonas origen y destino.

Cualquier comentario en los métodos usados para derivar los flujos de productos diversos tiene que mencionar que supone, implícitamente, que un producto que se produce en el interior del país para luego ser exportado está proyectado hasta 1983 por un método que difiere entre los dos segmentos de su viaje, o sea, entre el punto de producción y Asunción y entre Asunción y el exterior. Este hecho produciría inconsistencias en las estimaciones para 1983. (Del mismo modo, inconsistencias semejantes se producirían para un producto importado.) Hay que decir también que, en efecto, los métodos usados producen matrices en forma directa, sin tener que aplicar un modelo de distribución a las producciones y consumos estimados por zona.

Anexo 2

METODO PARA ESTIMAR LOS BENEFICIOS DEBIDO A NO CLAUSURAR  
UNA SECCION DE CARRETERA

La fórmula básica es:

$$C_D = \frac{CT \cdot R \cdot D_i^2}{2 \times (365)^2 L'} \cdot (p + a f_1) \quad (1)$$

en la cual  $C_D$  representa el costo debido a clausuras en  $\$$  por vehículo-km,

$CT$  es el costo del vehículo dependiente del tiempo en  $\$$  por vehículo-km,

$R$  es el recorrido anual del vehículo en km,

$D_i$  es la duración en días de las clausuras en un año,

$L'$  es la longitud promedio de recorrido por viaje en caminos que se clausuran,

$p$  es la proporción del tráfico que quedará totalmente libre de clausuras luego de la mejora.

$$a = 1 - p$$

$f_1$  es un factor que tiene en cuenta el grado de simultaneidad de la clausura de la ruta estudiada y de las que la alimentan. Si no hay simultaneidad es

$f_1 = 1$ ; si son absolutamente simultáneas es  $f_1 = 0$ .

Se adoptó  $f_1 = 0.5$ .

La lógica de la fórmula no es fácil de entender, puesto que está presentada sin explicación. Hay que derivar su racionalización.

Si un vehículo estuviese parado durante todo el año, el costo correspondiente se representaría por  $(CT) (R)$ . El costo por día parado sería este monto dividido por el número de días al año y el costo por clausura de  $D_i$  días sería

$$\frac{CT \cdot R \cdot D_i}{365} \quad (2)$$

Para tomar en cuenta que el vehículo no necesariamente quedaría sin trabajo productivo si el camino estuviese cerrado, especialmente si la clausura fuese por un período relativamente corto, se podría usar en esta expresión el cuadrado de la parte  $D_i \div 365$ . El desarrollo hasta este punto da un costo por vehículo por clausura de  $D_i$  días. El objetivo del ejercicio es estimar un costo por vehículo-kilómetro y, aparentemente el resultado de la fórmula (1), o sea  $C_D$ , es multiplicado por la cantidad de vehículos-kilómetro en el camino que serían cancelados por la clausura. Así, hay que estimar el costo por vehículo-kilómetro perdido.

/Si el

Si el costo por vehículo por clausura es  $\frac{CT.R.D_i^2}{365^2}$ , y cada vehículo recorre  $L'$  kilómetros en el camino cerrado, entonces el costo por vehículo-kilómetro se obtiene de esta última expresión dividida por  $L'$ , queriendo representar por  $L'$  la distancia viajada en el mismo camino que está sujeto a ser clausurado. La fórmula (1) también contiene el factor de dos en el denominador. Este factor se incluye para reconocer que la clausura resultaría en la supresión de viajes, cada uno de los cuales tendría en promedio un valor neto de la mitad del costo por viaje debido a la clausura.

El término  $(p + af_1)$  se incluye en reconocimiento de que si el camino que se va examinando fuese habilitado, el tráfico que lo usará aún no podría viajar, puesto que otro tramo en su ruta pudiese encontrarse cerrado.

Anexo 3

EL MODELO MATEMATICO PARA PLANIFICACION DE LOS TRANSPORTES  
DESARROLLADO POR EL CONSULTOR DE LA ASISTENCIA TECNICA  
A LA OFICINA DE COORDINACION Y PLANIFICACION  
INTEGRAL DE TRANSPORTE, 1978-1980

Introducción

Los términos de referencia de la asistencia técnica exigieron que el consultor desarrollara un modelo de transporte para Paraguay. El modelo desarrollado aparentemente no fue usado en un caso práctico, sino dejado en las manos del cliente para que él lo implementase. Una parte de la información básica que necesitaría el modelo antes de ser aplicado no estaba disponible, especialmente aquella que se referiría a la distribución de los flujos actuales de transporte. Posiblemente el modelo fue implementado con la información de esa naturaleza producida por el consultor para el Estudio Integral de Transporte del Paraguay en los primeros años de la década de 1970, pero el informe de la Asistencia Técnica no da evidencia del hecho.

Aunque no haya evidencia de que el modelo fue implementado en un caso real, el consultor dejó una descripción muy clara y explícita de él en su informe. Sin embargo, es dudoso que el cliente pueda implementarlo sin contar con la cooperación del consultor dada la falta de experiencia respecto a ese tipo de modelo en el Paraguay.

Sin embargo, la descripción sirve para introducir los conceptos involucrados en modelos de ese tipo. El consultor sugiere cuál sería la manera más apta de implementarlo; por ejemplo, puede ser operado simultáneamente con hasta cuatro tipos diferentes de tráfico, proponiendo que esos cuatro tipos sean:

- i) Pasajeros de bajos ingresos.
- ii) Pasajeros de altos ingresos.
- iii) Cargas a granel.
- iv) Cargas perecederas y generales.

Además, especificó cuáles medios de transporte serían disponibles para tratar cada uno de esos tipos de tráfico para el componente del modelo que simula la partición entre los medios.

/Parece que

Parece que el consultor construyó cinco redes, especificándolas en términos físicos con las características actuales del sistema de transportes en el país.

Estas redes son:

- i) De carreteras.
- ii) De recorrido de ómnibus.
- iii) Ferroviaria.
- iv) De vías fluviales.
- v) Aérea.

Se supuso que los pasajeros de altos ingresos, por ejemplo, escogerían entre el ómnibus de lujo (más bien que el regular), el auto particular y el avión y que no considerarían la posibilidad de viajar por el bus regular, por barco fluvial ni por tren en las condiciones actuales.

El modelo fue desarrollado con 96 zonas (controides), aunque parece que ninguna matriz fue construida. El plan de zonas fue especificado, describiendo cada zona geográficamente.

Se sugirió que al principio el modelo debiera ser usado en la evaluación económica de la construcción de una carretera o de la mejora a una carretera, usándolo en escala reducida para ganar experiencia antes de aplicarlo a nivel del país.

El modelo no tiene un componente de distribución propiamente tal, aunque sí tiene un módulo para actualizar una matriz ya existente. Así, se trata esencialmente de las operaciones de repartición intermodal, asignación y evaluación. El consultor reconoce que es muy sencillo. Sin embargo, su estructura modular permite que una parte sea revisada mientras que se mantengan constantes los otros módulos. Esa estructura modular es una de las atracciones del modelo. Serviría como herramienta de enseñanza además de ser útil en la planificación misma de los transportes.

Más adelante, se da una descripción resumida de cada componente principal del modelo. Sin embargo, no se analizará en este anexo los componentes del modelo que tratan de los chequeos de consistencia de datos ni de la modificación de las redes. Mas cabe señalar que el modelo desarrollado por el consultor sí contiene módulos que tratan de esas tareas.

/Estimación de



### Estimación de las matrices

El modelo supone que ya existen matrices por producto y por tipo de pasajeros para el año de base. Contiene un módulo que acepta una matriz del año de base y que la modifica para que sea apta para el año-horizonte por el método de Fratar. El consultor reconoce las deficiencias de esa metodología en el texto de la descripción, pero la considera apta para el modelo en su forma inicial.

### La repartición de los flujos entre los medios

El módulo que trata de la partición es tanto elegante matemáticamente como útil. Es multidimensional (o sea, puede considerar cualquier número de modos de transporte). El suplemento de este anexo lo describe y da los resultados de una aplicación ilustrativa. Es posible que la forma funcional de la transformación de los costos por medio no sea exactamente apta para el Paraguay, puesto que no parece que hubiese una comparación con otras formas en su desarrollo, pero cambiar la forma funcional sería relativamente fácil, si la experiencia con la forma actual así lo aconsejare.

### La asignación

El módulo de asignación usa el principio de "todo o nada", a través del algoritmo de Moore. Este principio es bastante adecuado a las condiciones de un ambiente como el paraguayo, en donde muchas veces -una vez tomada la decisión de viajar entre un par de zonas específicas por un medio de transporte- no hay más que una ruta disponible.

### La evaluación económica

Se recomienda el principio de escoger entre alternativas con base en la diferencia en los costos económicos de operación entre dos redes alternativas. Se da una descripción muy clara del contexto en el cual ese principio debería ser aplicado, aunque no hay una explicación respecto a que el principio es conceptualmente incorrecto, posiblemente porque el consultor creía que en las aplicaciones imaginadas en el Paraguay sus deficiencias teóricas no serían importantes en la práctica.

/Conclusiones sobre

### Conclusiones sobre el modelo y sugerencias sobre su desarrollo futuro

El modelo es probablemente apto para iniciar la planificación de los transportes por métodos sistemáticos y matemáticos en forma regular en el Paraguay. Sin embargo, su desarrollo apenas se ha iniciado y deberá continuar cuando se haya desarrollado experiencia en su uso. Ese desarrollo deberá concentrarse en los siguientes aspectos:

i) Deberá existir la opción de derivar las matrices por un método que reconozca la accesibilidad. El consultor está consciente de que el método de Fratar es deficiente en este aspecto. En el Paraguay, el sistema de transportes aún está en un estado muy embrionario y se esperaría que la distribución de los flujos de transporte en el futuro se ajustase a la manera en que crezca la accesibilidad. Además, si un modelo gravitacional, o similar, estuviese disponible, facilitaría el desarrollo de las matrices para el año base.

ii) Deberá haber un mayor grado de consistencia entre los componentes del modelo. Así, por ejemplo, las matrices para el año-horizonte son determinadas sin referencia a los costos de transporte, mientras que la repartición entre medios reconoce los costos por todos los medios disponibles.

iii) El método propuesto para la evaluación económica no es correcto conceptualmente y debería reconocer aquellas preferencias por un medio más bien que por otro que corresponden a consideraciones que no se reflejan en los costos de transporte usados en la partición intermodal. La evaluación deberá proceder por el método de "consumer surplus" propiamente tal en la mayoría de los casos y, en otros más complejos, por el método del superávit del productor.

iv) Aunque no sea muy necesario en las condiciones actuales en el Paraguay, las labores futuras para perfeccionar el modelo deberán atender a la incorporación del impacto de la congestión en la metodología total.

Además, el consultor sugiere que se realicen las siguientes tareas que permitirían la implementación del modelo en aplicaciones reales:

- i) Conteos y encuestas de los tráficos.
- ii) Determinación de los costos de transporte por tramo.
- iii) La estimación de parámetros económicos y demográficos para cada zona.

Suplemento

EJEMPLO DE MODO DE OPERACION DE LA FORMULA DE PARTICION MODAL  
PROPUESTA POR EL CONSULTOR DE ASISTENCIA TECNICA, 1979

1. La fórmula básica es 
$$P_j = \frac{1}{R_j^\alpha \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i^\alpha}}$$

$P_j$  = proporción del flujo que usaría el medio "j".

$R_i$  = costo por medio "i".

$j = 1, 2, \dots, i, \dots$

$\alpha$  = la elasticidad especificada

2. Si se considera el siguiente ejemplo en que el costo por el medio 1 es 17 guaraníes, por el medio 2 es 12 guaraníes y por el medio 3 es 25 guaraníes, con dos elasticidades de demanda alternativas, la primera 1.25 y la segunda 3.00, se tiene que:

a) Para la elasticidad de 1.25, el valor de la sumatoria es 0.091631. La proporción asignada al medio 1 es  $(0.091631 \times 34.5192)^{-1}$ , o sea, 0.3152. La proporción estimada para el medio 2 es 0.4886 y la que corresponde al medio 3 es 0.1952; y

b) Para la elasticidad de 3.00, lo que supone una mayor interacción entre el costo de transporte y la cantidad transportada, las proporciones se hacen 0.2405, 0.6838 y 0.0756, respectivamente. Nótese que se asigna una mayor proporción al medio más barato, en este segundo caso.