

**INT-1494**

Distr.  
INTERNA

E/CEPAL/IN.29  
24 de marzo de 1982

ORIGINAL: ESPAÑOL

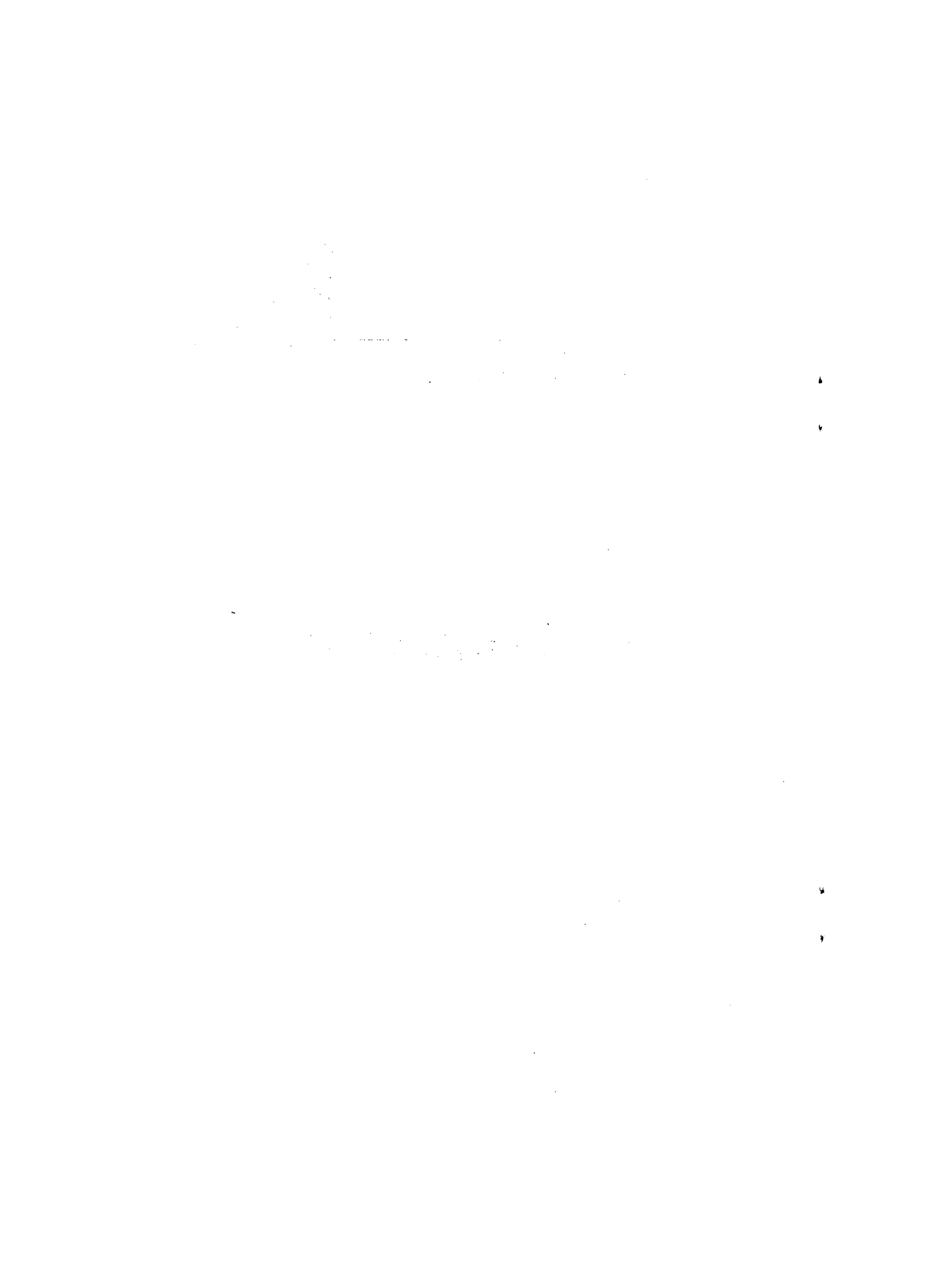
---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina

ASPECTOS METODOLOGICOS DEL ESTUDIO INTEGRAL DEL TRANSPORTE  
EN BOLIVIA: DESCRIPCION Y EVALUACION

82-3-599



INDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. RESUMEN DE LA METODOLOGIA UTILIZADA POR EL ESTUDIO INTEGRAL DEL TRANSPORTE EN BOLIVIA .....	2
2.1 Introducción .....	2
2.2 Reseña de la metodología utilizada .....	3
3. EVALUACION DE LA METODOLOGIA UTILIZADA POR EL ESTUDIO .....	13
3.1 Introducción .....	13
3.2 El modelo de la partición modal de la carga .....	14
3.3 La conversión de flujos de carga en flujos vehiculares .....	16
3.4 La evaluación económica de los proyectos y la formulación del programa recomendado de inversiones .....	17
3.5 Modelos de distribución de la carga .....	19
3.6 El submodelo de los camiones vacíos .....	20
3.7 La preparación de datos de planificación para el modelo de transporte .....	21
3.8 La estimación de los costos económicos .....	21
3.9 Conclusiones sobre la metodología utilizada por el EIT-BOL..	23
4. DESCRIPCION DETALLADA DE LA METODOLOGIA .....	26
4.1 Proyecciones demográficas y socioeconómicas básicas .....	26
4.1.1 Introducción .....	26
4.1.2 Proyección de población .....	26
4.1.3 Proyección económica: generalidades .....	27
4.1.4 Proyecciones comerciales .....	27
4.1.5 Proyección de la producción .....	28
4.2 Patrones alternativos de desarrollo .....	28
4.3 Estimación de las variables socioeconómicas para cada patrón de crecimiento .....	30
4.3.1 Introducción .....	30
4.3.2 Población .....	31
4.3.3 Ingreso zonal .....	32
4.3.4 Demanda final e intermedia .....	32
4.3.5 Estimación de la producción .....	35
4.3.6 El patrón de desarrollo de 1989 .....	36
4.3.7 Los patrones de desarrollo de 1999 .....	38
4.4 La especificación de las redes para el modelo de transporte.	39
4.4.1 Tipos de proyectos de transporte analizados .....	39
4.4.2 Especificación de redes .....	40
4.4.3 La estimación de trayectorias .....	44
4.5 El modelo de distribución de la carga .....	46
4.5.1 Introducción .....	46
4.5.2 La selección de tipos de modelos .....	46
4.5.3 Modificación de las matrices de camiones considerando los viajes generados .....	49

	<u>Página</u>
4.6 La partición modal de los movimientos de carga .....	49
4.6.1 Introducción .....	49
4.6.2 Especificación y calibración de modelos .....	50
4.6.3 Extensión al transporte fluvial .....	52
4.7 La asignación de los flujos .....	53
4.7.1 Introducción .....	53
4.7.2 Asignación de los flujos de camiones cargados .....	53
4.7.3 Estimación de los flujos de camiones vacíos .....	54
4.8 La evaluación de proyectos .....	55
4.8.1 Introducción .....	55
4.8.2 Evaluación de proyectos mediante la metodología del excedente del consumidor .....	58
4.8.3 Evaluación de proyectos de carreteras de penetración y caminos vecinales .....	60
4.8.4 El modelo de las normas de diseño y mantenimiento de carreteras .....	61
4.8.5 Otras evaluaciones de proyectos .....	64
4.9 El programa recomendado de inversiones .....	66
4.9.1 Introducción .....	66
4.9.2 Estimación del monto disponible para inversiones en transporte .....	66
4.9.3 La especificación del programa recomendado de inversiones .....	68

ASPECTOS METODOLOGICOS DEL ESTUDIO INTEGRAL DEL TRANSPORTE EN  
BOLIVIA: DESCRIPCION Y EVALUACION

1. INTRODUCCION

En los últimos 15 años Bolivia ha encargado dos estudios integrados del transporte, que se han realizado con la orientación técnica de consultores externos, en ambos casos procedentes de los Estados Unidos.<sup>1/</sup> El primer estudio se llevó a cabo a mediados y en los últimos años del decenio de 1960 con el título de Estudio del Transporte en Bolivia (Bolivian Transport Survey). Los consultores respectivos fueron Daniel, Mann, Johnson y Mendenhall, en asociación con el Stanford Research Institute y Alan M. Voorhees and Associates Inc., y el estudio se menciona más comúnmente como el estudio DMJM. Dicho estudio fue llevado a cabo para el Gobierno de Bolivia, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) como organismo de ejecución y el Fondo Especial del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como fuente de financiamiento. Se reconoce en general que el impacto del estudio sobre planificación del transporte en Bolivia fue algo menor que el que cabía haber esperado. Sin embargo, puede haber actuado como catalizador en la obtención de recursos externos para facilitar la rehabilitación del sistema ferroviario, además de servir como una valiosa fuente de información sobre el sector de transporte.

Sin embargo, haya ó no haya alcanzado el estudio DMJM una repercusión importante en el desarrollo del sistema de transporte en el país, estas tres instituciones participaron conjuntamente en la realización de un segundo estudio, cuya primera fase abarcó los años 1979 y 1980. Este segundo estudio lleva el nombre de Estudio Integral del Transporte en Bolivia y en la presente monografía se denominará EIT-BOL. El consultor de este segundo estudio fue Wilbur Smith and Associates. El estudio comprende dos etapas y varios objetivos. La presente monografía se refiere únicamente a la primera etapa (ya que la segunda etapa aún no se había iniciado) y a uno de los objetivos de ésta, vale decir, la elaboración del programa de inversión a diez años, y, en forma menos detallada, para el próximo decenio. Asimismo, se refiere concretamente a la metodología utilizada para la simulación de flujos de carga, la preparación de insumos para esta metodología, la evaluación de

---

<sup>1/</sup> Sin embargo el equipo de estudio fue verdaderamente multinacional, aunque la sede de la empresa está en los Estados Unidos.

proyectos y la formulación del programa de inversiones. Deja sin abarcar una parte considerable del EIT-BOL, por ejemplo, los cambios institucionales recomendados por el consultor y gran parte de la metodología utilizada para el análisis del movimiento de personas, aunque, en los casos en que es necesario, se formulan observaciones acerca de estos otros aspectos. Se adopta la cobertura parcial de la monografía para centrarse en un tema específico, a fin de no exceder el suministro de recursos comprometidos para los análisis y de ser consecuente con las monografías que se están preparando para otros países del Cono Sur.

La monografía se divide en cuatro capítulos de los cuales esta introducción es el primero. En el segundo, se resume la metodología utilizada. Esta se evalúa en el tercero. En el cuarto capítulo se proporciona un análisis detallado, etapa por etapa, de la metodología.

## 2. RESUMEN DE LA METODOLOGIA UTILIZADA POR EL ESTUDIO INTEGRAL DEL TRANSPORTE EN BOLIVIA (EIT-BOL)

### 2.1. Introducción

La preparación de un plan nacional de transporte para Bolivia constituye probablemente una tarea más difícil que la de preparar un plan análogo para cualquier otro país de América Latina debido tanto a la insuficiencia general de la base estadística existente, que exigió que el consultor formara su propia base de datos y estableciera índices básicos, como a la condición relativamente poco desarrollada del país, que hace particularmente difícil la tarea de predecir la actividad económica durante el período necesario para la evaluación de la mayoría de los proyectos de inversión en el sector del transporte. El consultor del estudio trató de resolver este problema en la mejor forma que pudo preparando tres planes alternativos de desarrollo para 1999, el segundo de los dos años utilizados como horizonte.

A través de todo su análisis, el consultor empleó un enfoque práctico antes que uno técnicamente complejo y refinado. La metodología utilizada no es la correspondiente a los últimos adelantos de la técnica pero en muchos casos los errores que se han deslizado por no considerar esos adelantos son probablemente muy pequeños. No habría valido la pena intentar un mayor refinamiento en un medio de predicciones tan inciertas, en que se disponía de tan pocos datos básicos.

El EIT-BOL fue bien dirigido y cumplió una gran labor, pues analizó más proyectos de inversiones potenciales que lo que suele considerarse en un estudio integrado del transporte. Un análisis de los informes del EIT-BOL no revela que las

/evaluaciones de

evaluaciones de proyectos se hicieran en forma apresurada (lo que habría afectado su calidad), como ocurre a veces con estudios de esta naturaleza, constreñidos por un calendario estricto, salvo que por lo visto no se llevó a cabo ningún análisis de sensibilidad excepto en casos específicos.<sup>1/</sup> Sin embargo, el informe final, sus anexos, y los documentos de trabajo editados por el EIT-BOL no siempre permiten comprender completamente todos los elementos de la metodología usada, aunque cabe señalar que el EIT-BOL está muy bien documentado en comparación con otros estudios equivalentes.

## 2.2. Reseña de la metodología utilizada

En Bolivia, como en la mayoría de los países, las predicciones socioeconómicas a largo plazo que existen no tienen dimensión espacial. De este modo, el consultor del EIT-BOL se vio obligado a preparar sus propias predicciones como parte del estudio integral del transporte. Al hacerlo se guió por una predicción macroeconómica a largo plazo hecha por el Banco Central de Bolivia hasta fines del siglo y las proyecciones demográficas hechas por el Centro Latinoamericano de Demografía de las Naciones Unidas (CELADE) y adoptadas por el Gobierno de Bolivia.

En primer lugar, la predicción macroeconómica fue desagregada y a continuación se reexpresó en unidades físicas y no monetarias (en los casos en que ello fue necesario), utilizando esencialmente las cifras del Banco Central como totales de control a los que debían ajustarse las predicciones más desagregadas. Los resultados de este ejercicio guiaron la cuantificación detallada de un patrón de tendencias de desarrollo, mediante el cual se estimaron los datos zonales correspondientes a las diversas variables necesarias por el modelo de transporte como insumos, que eran las siguientes:

- población total
- población dispersa o campesina
- población económicamente activa
- producto interno bruto por habitante como sustituto bastante aproximado del ingreso por habitante para la población dispersa y no dispersa
- producción de bienes por tipo
- consumo de bienes por tipo

---

<sup>1/</sup> La interconexión ferroviaria entre Cochabamba y Santa Cruz sí estuvo sujeta a un análisis de sensibilidad, y algunas de las aplicaciones del modelo HDM (véase la sección 4.8.4) se podrían interpretar como pruebas de sensibilidad. Después de la preparación del borrador del informe final, se investigó una alternativa de política de tarifas ferroviarias.

En primer lugar, estas variables se especificaron respecto del año base, 1977, para cada una de las 77 zonas en que fue dividido el país. El consultor hizo uso de la información estadística y de otro tipo de que disponía, a veces teniendo que aprovechar información no del todo adecuada. En un caso, el del cálculo de la producción agrícola, se encargó un estudio especial para el EIT-BOL que complementó, aunque no completó, la información existente sobre este sector. Se efectuó también una encuesta exhaustiva de usuarios de las carreteras que abarcó tanto la estación de las lluvias como la temporada seca. Por lo general la producción fue muy fácilmente asignada a las zonas, ya que se conocían las ubicaciones de las fábricas y las granjas, pero el consumo tuvo que distribuirse en general como una función de la población por zonas y del ingreso (en el caso de la demanda final) y de las ubicaciones de las fábricas y granjas (para el consumo intermedio).

Las proyecciones se hicieron de diferentes maneras dependiendo del producto en particular, a fin de asegurar siempre la coherencia con las predicciones del Banco Central. Las predicciones por separado de la producción, el consumo, las importaciones y las exportaciones fueron comprobadas para asegurar la coherencia interna y fueron revisadas cuando se juzgó necesario. La distribución geográfica de la producción futura fue derivada generalmente de la correspondiente al año base y de las tendencias pasadas, salvo cuando algunos proyectos de desarrollo conocidos hacían que tal suposición fuese poco realista.

El EIT-BOL utilizó dos años de proyección: 1989 y 1999. El consultor consideró que el desarrollo económico del país estaba bastante bien determinado hasta 1989 por la situación existente y los proyectos de desarrollo que se estaban llevando a la práctica o que era muy probable que se ejecutaran. Así, pues, consideró que era necesario especificar sólo un patrón de desarrollo para dicho año. Sin embargo, en contraste con su opinión de que el futuro del país podía predecirse en forma adecuada hasta 1989, el consultor consideró que cualquier ejercicio de predicción del patrón de desarrollo de Bolivia hasta 1999 tuvo necesariamente un margen de error muy grande. Se consideró que el futuro a largo plazo del país dependería de los proyectos de desarrollo, que llegaran a ejecutarse y de la medida en que cada proyecto se llevara a la práctica, así como de las perspectivas generales de crecimiento económico en los años noventa. Probablemente para 1999 se habrían ejecutado o se estarían ejecutando proyectos que no se han concebido hasta ahora (especialmente en el caso de que se produjeran importantes nuevos descubrimientos de hidrocarburos

/y otros



y otros minerales). De este modo se esbozaron cuatro patrones alternativos de desarrollo para 1999, uno de los cuales se destinó más tarde ya que era demasiado parecido a uno de los otros para que tuviera efectos muy diferentes sobre el sector del transporte. Sin embargo, cabe subrayar que en el modelo de transporte se examinó sólo una alternativa.

El principio general utilizado para especificar en la forma requerida por el modelo de transporte el patrón único de desarrollo para 1989 y los diversos patrones considerados para 1999 fue el siguiente: un cierto número de proyectos de desarrollo fueron asociados con cada patrón y cada uno fue cuantificado en cuanto a la medida en que habría sido ejecutado para el año de proyección en particular. El emplazamiento de un proyecto de desarrollo en cualquier zona atraería naturalmente a dicha zona un cierto número de personas económicamente activas, un cierto número de familiares a cargo y generaría producción agrícola, industrial o minera. A su vez, estas personas y la consiguiente actividad económica generarían consumo. Cuando el proyecto o los proyectos no aumentarían ni el empleo ni la población en más de la tendencia de crecimiento en estas variables predichas por el patrón de tendencias de desarrollo, se supuso que el proyecto estaba abarcado por el crecimiento natural contenido en la tendencia. En este caso no se hizo ningún ajuste a la población zonal y a los totales de empleo. En los casos en que el proyecto o los proyectos agregaran más empleo y/o población que los agregados por la predicción de tendencias (entre el año base y el año de proyección), se agregaron empleo y población adicionales al total zonal y se sustrajeron de los totales correspondientes a otras zonas. El consultor estableció un conjunto de directrices básicas que rigieran esta transferencia de personas y empleo, aunque el procedimiento fue en gran medida subjetivo. La producción del proyecto o de los proyectos se agregó a la producción total zonal en las agrupaciones de productos respectivas (menos el crecimiento natural, si lo hubiera) y se ajustó el consumo para que reflejara el número diferente de personas que vivían en la zona.

El consultor tuvo también que establecer los niveles de ingreso medio (producto interno bruto) para cada posible patrón de desarrollo. Supuso que la media de 1989 correspondería a la media estimada por el Banco Central para el año mientras que la alternativa "C" para 1999 correspondería también a la predicción del Banco Central. En cuanto a las alternativas "A" y "D" para 1999 (no se continuó con la alternativa "B" ya que era demasiado parecida a la "C"), se introdujeron cambios arbitrarios en

/la estimación

la estimación del ingreso medio, disminuyéndolo y aumentándolo respectivamente, a fin de que reflejara los distintos grados de desarrollo incluidos. Sin embargo, aunque en términos ordinales los ajustes fueron lógicos (es decir, las disminuciones y los aumentos eran razonables), no se hizo ningún intento por asegurarse de que en términos cardinales las cifras de ingreso medio correspondieran al monto de la proyección generada (es decir, que las cantidades de los ajustes de disminución y aumento fuesen coherentes).<sup>1/</sup> (Cabe tener presente que el ingreso medio para la nación era un factor determinante de las estimaciones zonales de ingreso per cápita y que éstas fueron utilizadas a su vez para calcular la demanda de los productos de consumo.)

El EIT-BOL preparó con fines de análisis una red comprometida para 1989, una red de prueba para 1989, una red de prueba para 1999 y una nueva red de prueba para 1989 considerando que los fletes ferroviarios se fijarían de acuerdo con las políticas corrientes y no al costo marginal a largo plazo.<sup>2/</sup> Para economizar en lo que se refería a tiempo de computadora y a los esfuerzos necesarios para preparar insumos para las corridas de computadora, el consultor calculó los flujos de tráfico para este número limitado de redes y, por consiguiente, cada red de prueba tuvo que incluir un gran número de diferentes proyectos. Sin embargo, estas economías estaban en alguna medida en conflicto con el objetivo del EIT-BOL de evaluar proyectos y no redes que contuvieran una selección de proyectos. Siempre es posible extraer la influencia de cualquier proyecto específico "y" sobre los flujos calculados para cualquier proyecto "x" mediante la reasignación manual, pero a veces ésta puede ser una tarea poco práctica y sumamente complicada. Así que se trató de incluir en las redes de prueba únicamente aquellos proyectos que el procedimiento de evaluación demostrara que se justificaban dado que ello ayudaría a obviar la necesidad de reasignar tráfico debido a la no justificación de determinados proyectos incluidos en la red de prueba, aunque se sabía que con este procedimiento no se podría evitar tener que hacer reasignaciones en todos los casos.

De este modo, se estableció un procedimiento de preselección mediante el cual podían evaluarse los proyectos en una forma preliminar. En caso de demostrarse que

---

<sup>1/</sup> Si las alternativas A y D hubiesen llegado a analizarse por el modelo de transporte, los ajustes se podrían haber revisado.

<sup>2/</sup> Además, después de la preparación del borrador del informe final, se analizó, para 1989, la red recomendada con la política tarifaria preferida para los ferrocarriles.

/definitivamente no

definitivamente no se justificaban, para el año horizonte de que se tratara, no serían incluidos en la red de prueba. El procedimiento de preselección equivale a la estimación de la tasa de retorno de un solo año (año de proyección) suponiendo que el crecimiento del tráfico se ajustara a la tendencia histórica. Se utilizó únicamente para los planes de carreteras ya que, por razones políticas, los proyectos ferroviarios propuestos tenían que ser evaluados mediante el modelo de transporte y un procedimiento cabal de evaluación (excepto en algunos pocos casos en que la factibilidad económica pudo descartarse definitivamente sin que el proyecto fuese considerado por el modelo), y los proyectos relativos a oleoductos y ríos eran en gran medida independientes de los demás servicios de transporte.

El modelo de transporte a que se refiere la presente monografía no se utilizó para estimar el tráfico aéreo, que se calculó mediante otro modelo; tampoco se utilizó para simular flujos de comercio con otros países y el comercio de tránsito internacional. Estos flujos internacionales se calcularon mediante un modelo más simple y se agregaron a los flujos estimados por el modelo de transporte para la evaluación de proyectos situados cerca de las fronteras (y otros proyectos de carácter particular, tales como la conexión entre los componentes andinos y orientales del ferrocarril estatal). El modelo de transporte fue generalmente práctico más bien que complejo y refinado. Presenta algunas características interesantes.

La distribución de los flujos de carga fue simulada mediante tres submodelos diferentes, uno de los cuales se utilizó para cada uno de 37 tipos de productos. El primer submodelo era un programa lineal mediante el cual se simularon los flujos entre las zonas de producción y las zonas de consumo sobre la base de la minimización del costo total del transporte.<sup>1/</sup> El segundo tipo de submodelo fue de distribución proporcional independiente del costo del transporte.<sup>2/</sup> El tercer tipo fue un modelo gravitacional con una sola restricción (al extremo de la producción).<sup>3/</sup> El costo añadido al procedimiento fue el flete (o costo para el usuario) por el modo de

---

<sup>1/</sup> Esta opción fue usada para 23 de los 37 grupos de productos, principalmente los homogéneos, tales como el maíz, el trigo y el mineral de hierro.

<sup>2/</sup> Esta opción se empleó solamente para vehículos y equipos de transporte.

<sup>3/</sup> El modelo gravitacional fue aplicado en los casos de otros productos de origen animal, frutas, vegetales, otros productos agrícolas, bebidas, otros comestibles y productos del tabaco, textiles y productos de cuero, y otros grupos de productos relativamente heterogéneos.

transporte de menor costo. Se consideró que no era posible realizar calibración alguna con los dos primeros tipos de submodelo.

Después de estos diversos procedimientos la distribución fue refinada mediante un procedimiento en que se calcularon los flujos generados como resultado de reducciones en los costos de transporte en relación con la red comprometida. No se utilizó ningún ejercicio de calibración para verificar este procedimiento de refinación.

La partición modal de la carga fue simulada mediante un sencillo modelo de elección bimodal, diseñado para simular la opción entre transporte por carretera y por vía férrea, en que se estimó la proporción del flujo que utilizaría el ferrocarril en vez del camión como una función de la relación entre los costos para el usuario de los dos modos competidores utilizando curvas calibradas según los datos observados. Para el modelo de partición modal los costos fueron definidos de manera diferente que los utilizados para distribución, y la principal diferencia consistió en que para la partición modal los costos incluían interés sobre el tránsito de la carga, pero únicamente con respecto a una estimación del tiempo transcurrido en patios ferroviarios mientras la carga se encontraba en camino. Los costos ferroviarios incluían también una estimación de los costos de un tramo de transporte por carretera en los puntos de origen y de destino del viaje. En el modelo de partición modal elaborado para el año base se consideraron los costos realmente pagados por el usuario respecto de las alternativas de carretera y ferrocarril. Para las primeras pruebas de los años de proyección la partición modal se basó en los costos marginales a largo plazo. Si este principio se hubiera aplicado en el año base, los costos de los fletes ferroviarios habrían sido más bajos que lo que realmente fueron. Para 1989, dos nuevas corridas del modelo utilizaron diferentes fletes ferroviarios para analizar los efectos de la diferencia entre los dos principios.

El consultor trató primero de verificar el modelo según el tipo de producto, pero no se identificó a este nivel ninguna correlación entre la partición modal y los costos relativos en parte debido a la cantidad limitada de datos observados. A continuación, decidió combinar las observaciones en dos macroagrupaciones, es decir, productos agrícolas y no agrícolas. Para estas dos macroagrupaciones las funciones fueron ajustadas, pero el consultor deseaba que la partición modal fuera específica según el tipo de producto. De este modo, especificó los que se denominaron factores "de calidad relativa de servicios percibida por el usuario" definidos de modo que, para cada grupo de productos, se agregaba un valor al costo estimado

/de la

de la alternativa ferroviaria para reproducir en mejor forma la partición modal observada. La magnitud de los factores de "calidad relativa de servicios percibida por el usuario" fue a veces muy grande comparada con los costos de transporte y estos factores fueron muy significativos en la simulación de la partición modal.

Al principio, se tuvo la intención de utilizar el modelo de partición modal únicamente para la elección entre el ferrocarril y la carretera. Más tarde se comprendió que en las redes de prueba del año horizonte se habían formulado hipótesis de que existían proyectos carreteros y ferroviarios en partes del país que estaban reservados hasta la fecha al transporte fluvial y que había que simular una partición modal para los flujos de carga en estas regiones. El consultor decidió utilizar el modelo de partición modal entre el ferrocarril y la carretera aparentemente sin enmendar, después de haber dividido primero los flujos que se examinarían en aquéllos en que el transporte fluvial competiría con el ferrocarril y aquéllos en que el transporte por carretera sería el competidor.

El modelo de asignación del EIT-BOL era considerablemente más ambicioso que algunos otros modelos de este tipo general. En cierta medida incorporaba funciones del modelo de partición modal más que del de asignación propiamente tal. El modelo de partición modal del EIT-BOL estimó los flujos de carga (según tipo de productos) por carretera y ferrocarril. Los flujos por carretera se dividieron aún más entre camiones grandes, medianos y pequeños, los que constituyen esencialmente diferentes submodos de transporte, sobre la base de curvas determinadas empíricamente que relacionaban el número de camiones de cada tipo utilizado para viajes de distintas duraciones con objeto de transportar un tonelaje dado de carga. Las observaciones utilizadas para calibrar las curvas provenían de la encuesta de usuarios de las carreteras que, sin embargo, no fue de un tamaño suficiente que permitiera que las curvas se identificaran por grupo de productos. De este modo, se calculó una curva para todos los productos combinados y ésta fue ajustada luego según factores de "productos" para producir funciones por grupo de productos. Estos factores de "productos" servían para los mismos efectos que los factores de "calidad relativa de servicios percibida por el usuario" en el caso del modelo de partición modal.

Habiendo calculado estos movimientos de camiones cargados, el consultor calculó luego los viajes de camiones vacíos por tamaño del camión y de pares de zonas como un proceso de dos etapas. En primer lugar, utilizando una rutina de regresión sobre datos de la encuesta de usuarios de las carreteras, se determinaron

/los viajes

los viajes "excesivos" de camiones vacíos, habiendo más de esos movimientos para un mayor flujo no direccional de camiones cargados entre las zonas y para un menor tiempo de viaje entre las zonas respectivas. En segundo lugar, el número total de viajes de camiones vacíos se determinó equilibrando el número total de camiones entre las dos zonas. El consultor estimó asimismo los viajes intrazonales de camiones vacíos mediante un modelo sencillo y pragmático.

Los proyectos evaluados por el EIT-BOL fueron de diversos tipos y, por lo tanto, tuvieron que ser evaluados con diversas metodologías. Sin embargo, se intentó producir resultados en un formato constante, independientemente de cual fuera el principio de evaluación, es decir, tasas internas de retorno y valores presentes netos, de modo que se pudiera idear un programa de inversiones incorporando de manera imparcial los proyectos evaluados por las diferentes metodologías. No obstante, esta meta no llegó a alcanzarse en la práctica, principalmente porque el método del excedente del productor, aplicado a la evaluación de los caminos de penetración, se tradujo en beneficios más altos de lo que habría sido razonable esperar. Por lo tanto, este tipo de proyecto fue evaluado por un sistema de puntajes, que incorporó los resultados de las evaluaciones por el método del excedente del productor pero que también incluyó otros factores.

Una metodología de evaluación utilizada fue la del excedente del consumidor, reducido a economías de costo para el tráfico existente en aquellos casos en que no había cantidades significativas de tráfico generado. Este principio se utilizó para evaluar los proyectos en las partes más desarrolladas del país a nivel estratégico, es decir, para determinar si un proyecto era o no era económicamente viable más bien que para optimizar sus características particulares.

El segundo método fue el del excedente del productor que se utilizó para evaluar proyectos en las partes menos desarrolladas del país donde la relación entre el tráfico generado y el tráfico existente sería particularmente elevada. En esos casos, el proyecto de transporte sería efectivamente tratado como un componente de un proyecto de desarrollo general. Este método no fue restringido a los proyectos de caminos secundarios sino que se utilizó también para evaluar proyectos de carreteras de penetración en las partes menos accesibles del país. Como ya se ha mencionado, el método del excedente del productor no pudo aplicarse sin ser complementado por otras consideraciones. Se descubrió que los beneficios estimados por el método del excedente del productor para los caminos de penetración eran generalmente

/relativamente altos

relativamente altos en comparación con los beneficios estimados para otros tipos de proyecto. Además, estos beneficios fueron superiores a los que se consideraba razonable desde las dos perspectivas siguientes: i) los mercados, a veces muy limitados, para los productos agrícolas generados, y ii) las posibilidades de atraer campesinos a las zonas del país donde se construirían caminos de penetración (que son generalmente muy aisladas y poco desarrolladas) desde el relativamente desarrollado altiplano. Por lo tanto, se elaboró un sistema de evaluación pragmático por el cual a cada proyecto le fue asignado un puntaje para medir su desempeño con respecto a cada uno de una serie de factores relacionados con la probabilidad de éxito del proyecto. A cada factor se asoció una ponderación según la cual se estimó un puntaje general por cada proyecto que sirviera para determinar el programa de inversión en caminos de penetración. Cabe notar que los resultados de este procedimiento, por ser valores no expresados en unidades monetarias, no pudieron ser comparados con los de las evaluaciones de otros tipos de proyecto.

El tercer método era esencialmente una variación del primero, pero aplicado a un nivel más detallado para refinar las características de los proyectos y estimar las normas de mantenimiento convenientes. Particularmente interesante es el modelo de diseño y mantenimiento de carreteras (modelo HOM), utilizado para evaluar diferentes especificaciones para la reconstrucción y mejoramiento de carreteras y las normas de mantenimiento. Este modelo básicamente simula la condición de una carretera a partir de un conocimiento del estado preexistente de ella, el flujo de tráfico y su composición, la política de mantenimiento y reconstrucción adoptada, el desempeño de los vehículos en función de la condición de la carretera y las condiciones ambientales. Se puede simular diferentes políticas y, aplicando parámetros de costo a los resultados de la simulación, se puede estimar el valor económico relativo de las diferentes políticas.<sup>1/</sup>

Los proyectos incluidos en la red de prueba de 1989 fueron: i) considerados por inclusión en el programa de inversión hasta 1990 si la tasa de retorno del año era elevada, en cuyo caso se calcularon su tasa interna de retorno y su valor presente neto a la tasa de descuento del 12% anual;<sup>2/</sup> ii) aplazados para su examen

---

<sup>1/</sup> Además se elaboró un método específico para analizar la factibilidad de nuevos puentes, esencialmente mediante la estimación del costo de las demoras si el tráfico fuese paralizado por falta de un puente.

<sup>2/</sup> Se supuso que los beneficios económicos variaban directamente con el nivel de tráfico. En algunas evaluaciones se usó el 8% como la tasa de descuento.

para 1999 si la tasa de retorno del año era marginal, o iii) rechazados abiertamente. Para los proyectos viables para 1989 se calculó la fecha óptima de iniciación, para su ulterior uso en la formulación del programa de inversiones. Los flujos de tráfico en algunos casos fueron tomados directamente del modelo de transporte y en otros fueron modificados mediante reasignaciones manuales a partir de los tráficos estimados por el modelo. En los casos en que fue necesario, se añadieron movimientos de carga internacional estimados por separado. El tráfico intrazonal fue reconocido por suponerse que formaría la misma proporción del tráfico total en cada tramo en el año de proyección que en 1977, el año base. Los flujos de tráfico en 1999 se estimaron suponiendo el patrón de desarrollo "C" y no se llevó a cabo ningún análisis de sensibilidad.

Un componente importante del proceso de formular programas de inversión consistió en la asignación presupuestaria que tiene el objetivo de seleccionar de un conjunto de proyectos, todos factibles suponiendo la tasa de descuento dada, aquella combinación que maximice el valor presente neto del programa y en que el límite presupuestario no sea excedido. La necesidad de utilizar tal procedimiento se derivó de que el consultor debía aceptar como dada una lista relativamente grande de proyectos que ya habían sido comprometidos antes de que él concluyera sus labores. Especialmente en los primeros años del decenio de 1980 el presupuesto de inversión en transportes, aun en las condiciones más optimistas, no sería mucho mayor que el valor combinado de los proyectos comprometidos. Así, entre todos los proyectos que serían beneficiosos económicamente si hubiera una cantidad ilimitada de fondos disponibles para inversión a una tasa de descuento fija, tenían que escogerse los que deberían tener prioridad, postergando los demás para un período subsecuente cuando hubiese menores restricciones presupuestarias y/o menos proyectos comprometidos.

El procedimiento de asignación presupuestaria acepta como insumos, por cada tramo (ferroviario, carretero, etc.), proyectos de diferentes calidades técnicas para diferentes años de inauguración, todos mutuamente excluyentes entre sí. El valor presente neto (a la tasa de descuento supuesta) y los costos (de inversión) por año son especificados para cada proyecto. Usando un algoritmo de programación matemática se selecciona la combinación de proyectos que maximice el valor presente neto, por cada período de tiempo, sujeto a que los costos totales de los proyectos seleccionados sean iguales o menores que los límites presupuestarios en esos períodos.

/Habiéndose analizado



Habiéndose analizado la tendencia histórica del presupuesto para inversión en transportes, se especificaron tres alternativas para el monto de recursos disponibles hasta 1990, separándose los períodos 1981 a 1983, 1984 a 1986 y 1987 a 1990. El programa de inversiones básico supone que regirá la alternativa más alta, o sea la menos restrictiva, aunque se examinará a través del procedimiento señalado el impacto en el programa si hubiese mayores restricciones presupuestarias. En las aplicaciones del procedimiento se consideró tanto la inversión en carreteras como en el mantenimiento de las mismas, con lo cual se reconoció la competencia entre la construcción y el mantenimiento en el presupuesto del Servicio Nacional de Caminos (SNC). El programa para el período 1991-2000 no fue dividido en subperíodos (conforme a los términos de referencia del EIT-BOL) y el consultor reconoció que constituía únicamente una guía general.

### 3. EVALUACION DE LA METODOLOGIA UTILIZADA POR EL EIT-BOL

#### 3.1 Introducción

Como ya se mencionó, el EIT-BOL utilizó una metodología que era esencialmente práctica y diseñada para las necesidades de la ocasión, en vez de ser representativa de los últimos adelantos de la técnica en materia de planificación estratégica del transporte. Entre las ventajas que presenta el utilizar el tipo de metodología adoptado se incluye la facilidad con que puede entenderla el personal técnico local adecuadamente idóneo, con poca o ninguna experiencia previa en este aspecto particular de la planificación del transporte, y la estructura modular del modelo que permitiría que ese personal utilizara partes de la metodología preparada para resolver problemas particulares incluso después de que el equipo consultor hubiera abandonado el país.

Al parecer, el EIT-BOL fue especialmente bien administrado y las relaciones entre el personal consultor y el personal local de contraparte fueron excepcionalmente buenas. Además impresiona mucho la cantidad de trabajo realizada, la mayor parte del cual se hizo sin sacrificar la calidad. Como herramienta educacional, la metodología elaborada y aplicada fue sin duda muy apropiada. Como herramienta de planificación del transporte fue probablemente adecuada, pero presentaba algunas deficiencias intrínsecas que afectarían la calidad de los resultados producidos. Sin embargo, al mismo tiempo presenta algunas características interesantes que deberían evaluarse con algún detalle con miras a su adopción más amplia en otros estudios. En esta sección de la monografía se evalúan algunas características de

/la metodología

la metodología que son de particular interés. Las conclusiones generales se presentan en la sección 3.9.

### 3.2 El modelo de partición modal de la carga

Como se ha descrito en forma resumida en la sección 2.2 de la presente monografía y se describe con mayores detalles en la sección 4.6, el modelo de partición modal elaborado y aplicado para simular las decisiones de elección de modos de transporte, con respecto al tráfico de carga, era un simple modelo bimodal. Por diversas razones no se puede esperar que este modelo, que supone un papel importante en el proceso total de planificación, de una indicación segura de la partición modal de los flujos de carga en Bolivia en el futuro. Entre esas razones se incluyen las siguientes:

i) El modelo no fue calibrado con éxito. Como se explica en la sección 4.6, al consultor le fue imposible lograr una calibración satisfactoria al nivel de los 37 tipos separados de productos y tuvo más bien que adecuar la función de partición modal a dos agrupaciones amplias de productos. Sin embargo, continuó tratando de derivar un procedimiento de partición modal que fuera específico según el tipo de producto en un intento de reconocer las características particulares de los distintos productos. De este modo, al costo estimado para el modo ferroviario por cada tipo de producto se agregó un factor para representar altos componentes de costo por ferrocarril no incluidos en el costo estimado. Este factor se denominó "calidad relativa de servicios percibida por el usuario" cuyo solo nombre provocaría considerables sospechas entre los planificadores experimentados del transporte. Fueron estimados a fin de simular en la mejor forma posible la partición modal observada correspondiente al año base. Los planificadores prácticos de transporte están habituados a utilizar factores del mismo tipo genérico que estos factores de "calidad relativa de servicios percibida por el usuario" en sus intentos por hacer que un modelo se adapte bien al comportamiento observado corriente. Si bien necesariamente hacen que el modelo sintetice los datos observados, por lo general no aportan nada a las facultades explicativas del modelo y ayudan a crear un falso sentido de confianza en él. De este modo, el modelo resultante sólo puede producir predicciones confiables en condiciones ceteris paribus. Es muy dudoso que estos modelos se deban utilizar para predecir futuros patrones de transporte.

ii) La dificultad experimentada en los intentos por calibrar el modelo probablemente derivan de que se omitió algunos elementos importantes de los costos

/considerados por

considerados por el usuario en el momento de decidir qué modo de transporte va a usar. Si entre los costos tuvieran que incluirse todos aquellos que son considerados en forma explícita o implícita por el expedidor, cabría esperar que se hubiera logrado una calibración satisfactoria, aunque esto no sería seguro dado que los expedidores pueden no tener una percepción clara de los costos verdaderos, especialmente de aquellas alternativas de modos de transporte que usan con poca frecuencia. Entre los elementos de costo que podrían tener influencia figuran los siguientes:

- a) Costos del interés sobre todo el tiempo de tránsito. Se consideraron solamente las demoras en los patios ferroviarios. Sin embargo, la diferencia entre estos costos por ferrocarril y por carretera es generalmente de poca significación dadas las tasas de interés que se aplican normalmente.
  - b) La desviación estándar del tiempo de llegada respecto del tiempo de llegada medio. Por lo general las llegadas de los envíos ferroviarios a su punto de destino son más difíciles de predecir que las llegadas de los envíos por carretera.
  - c) Las pérdidas debidas a dirección equivocada, deterioro y robo. En general, aunque no necesariamente en Bolivia, estas pérdidas son más importantes en el caso de las mercaderías expedidas por ferrocarril puesto que el transporte por este modo supone una mayor cantidad de operaciones de manipuleo, cada una de las cuales pone la carga en un cierto grado de peligro.
  - d) Costos de transbordo. Las mercaderías enviadas por ferrocarril por lo general tienen que ser transbordadas ya sea en el punto de origen del viaje, en el punto de destino o en ambos lugares. Esos costos fueron reconocidos en la formulación de la partición modal del EIT-BOL pero solamente de manera muy aproximada, puesto que la inadecuada disponibilidad de datos impidió el uso de opciones más exactas.
- iii) El modelo elaborado puede analizar únicamente la situación de elección entre dos modos. Fue desarrollado para dividir los flujos entre la carretera y el ferrocarril. No podía ser utilizado para simular la elección entre alternativas dentro de estas dos macroagrupaciones. Sin embargo, el consultor tuvo que aplicarlo para predecir la partición modal entre el río, la carretera y el ferrocarril. Hizo todo lo que pudo dada la herramienta inadecuada de que disponía, pero el modelo fue utilizado muy fuera de contexto en esta aplicación. No había garantía alguna de que las funciones de partición modal derivadas finalmente pudieran simular de modo

/satisfactorio la

satisfactorio la partición entre el río y ya fuese la carretera o el ferrocarril (teniendo presente que en los costos utilizados en la relación de costos probablemente se omitieron algunos componentes importantes de los costos que los expedidores realmente consideran) y el consultor tuvo que dividir los flujos en aquéllos en que el río competiría con el ferrocarril y aquéllos en que el río competiría con la carretera, mientras que en la práctica el río competiría tanto con la carretera como con el ferrocarril respecto de algunos transportes.

Por consiguiente, los resultados de los análisis de partición modal para los años horizontes realizados por el EIT-BOL deben ser tratados con considerable cautela.

### 3.3 La conversión de flujos de carga en flujos vehiculares

Los modelos de partición modal y de distribución dieron por resultado la estimación de flujos de carga por modo de transporte y par de zonas. Para las mercancías enviadas por carreteras, estos flujos fueron convertidos en el número de vehículos de distintos tipos utilizados por el procedimiento que se describe en la sección 4.7. Básicamente, se predijo el número de camiones grandes, medianos y pequeños utilizados para transportar 10 toneladas de carga como una función de la duración del viaje. Se utilizaron los datos obtenidos en las encuestas de usuarios de las carreteras para determinar las funciones, aunque en el documento pertinente de trabajo no se indica en qué medida la función ajustada concordaba bien con las observaciones.

La función estimada muestra que el tamaño medio de los camiones por lo general aumenta con el tiempo de viaje. Esto es intuitivamente plausible, pero es pertinente preguntarse si la relación estimada es adecuada a los fines de proyección. Difícilmente se podrá decir que tenga un sólido fundamento de comportamiento. La elección del tamaño del camión probablemente esté estrechamente determinada por el precio que le costaría al expedidor enviar la carga que tiene disponible a un destino en particular. Ya sea que el viaje demore 200 minutos o 500 minutos, la relación entre el costo de utilizar un camión grande y el de utilizar un camión pequeño puede verse no afectada en gran medida. De este modo, el tiempo de viaje puede estar causalmente muy poco relacionado con el tamaño del camión, aun cuando los dos factores puedan estar positivamente correlacionados. Podría ser particularmente peligroso utilizar el tiempo de viaje como la (única) variable independiente para predecir el uso de camiones de diferentes tamaños.

/Un factor

Un factor que probablemente tenga mayor interacción causal con el tamaño de los camiones sea el volumen del embarque, conjuntamente con la medida en que se requiera una entrega rápida. Si el volumen es pequeño y se necesita una entrega rápida, sería poco económico enviar la carga inmediatamente disponible en un camión grande, ya que no se utilizaría toda la capacidad del camión y sería contraproducente esperar que se dispusiera de más carga para poder llenar un camión grande, ya que el destinatario podría no tolerar la consiguiente demora, lo que costara la espera en cuanto a intereses y sueldo de la tripulación.

Si el consultor hubiera elaborado un submodelo para predecir tamaños de camiones que fuera de carácter auténticamente causal, el modelo resultante probablemente habría sido poco práctico, en particular ya que no sería probable que se dispusiera de los datos de insumo necesarios. Sin embargo, recurriendo a una solución fácil, es decir, la especificación de un modelo capaz de simular razonablemente bien la realidad, pero que tiene poca significación desde el punto de vista del comportamiento, el consultor puede haber adoptado una alternativa metodológica que tiene una capacidad muy limitada de predecir el factor que tiene por finalidad predecir.

El EIT-BOL reconoció la utilidad de repartir los flujos por carretera entre tipos diferentes de camiones y, por lo tanto, merece elogios. Sin embargo, estos elogios deben diluirse un poco debido al método utilizado en la repartición. Quizás el asunto debería haberse abordado mediante un modelo integrado de partición submodal (por ejemplo, entre camiones pequeños, medianos y grandes) y modal (por ejemplo, entre camiones en general y trenes). Sin embargo, tal modelo podría haber exigido mayor cantidad de datos, tal vez de mejor calidad. Se repartieron los flujos por tipo de camiones para mejorar la sensibilidad del modelo de transporte, un objetivo de significación pero no de gran importancia, que pudo no justificar mayores gastos en la recopilación de mayor cantidad de datos.

#### 3.4 La evaluación económica de proyectos y la formulación del programa recomendado de inversiones

Es evidente que la formulación del programa de inversiones y la evaluación económica de proyectos presentan características interesantes, principalmente positivas, pero con algunos elementos negativos. Entre las características positivas figura la forma en que el EIT-BOL pudo evaluar un gran número de proyectos utilizando diferentes metodologías, cada una de ellas adecuada al proyecto que se estaba evaluando, y obtener resultados en un formato muy coherente que permitió que la gran

/mayoría de

mayoría de estos proyectos fuesen simultáneamente considerados para su inclusión en el programa de inversiones propuesto.1/

Es posible criticar a nivel conceptual algunos de los procedimientos de evaluación económica utilizados, pero muchas de esas críticas carecerían de importancia práctica ya que tendrían únicamente resultados marginales en los resultados de los cálculos. Siempre hay peligros al hacer críticas específicas de dichos procedimientos en cualquier caso, dado que pueden servir para crear una impresión injustamente parcial en la mente del lector acerca de lo que es un proceso de evaluación bien administrado y lógicamente estructurado.

Uno de los comentarios críticos sostiene que la evaluación económica fue diseñada meramente para evaluar los proyectos en cuanto a su eficiencia económica, y se refería poco a consideraciones sociales o estratégicas, aunque el consultor admitió que éstas podían ser consideradas por otros más adelante.2/ Pasar prácticamente por alto tales consideraciones en cualquier país latinoamericano constituye una omisión importante, tal vez especialmente en Bolivia. Por lo general no sería posible que estas consideraciones se reflejaran adecuadamente en el programa de inversiones una vez que este último hubiese sido preparado mediante un procedimiento basado esencialmente en la eficiencia económica, ya que, por ejemplo, el consultor no habría evaluado proyectos que pueden tener poco valor económico pero un gran valor social o estratégico ya que proyectos de esta índole (carreteras) habrían sido eliminados en la etapa del procedimiento de preselección.3/

No cabe duda que una de las innovaciones más interesantes introducidas en la planificación del transporte a nivel nacional en el Cono Sur por el EIT-BOL fue el modelo HDM. De otro lado, cabe considerar si este modelo fue alimentado con datos de calidad suficiente. Por tratarse de un modelo que opera en un nivel de detalle bastante fino sus resultados serían muy sensibles a modificaciones en los datos de entrada. En gran parte, las relaciones estadísticas que gobiernan los costos de operación de los vehículos en función de la condición de la carretera y el grado de deterioro de la carretera en función del volumen de tránsito fueron calibraciones

---

1/ Sin embargo, este esquema fue parcialmente distorsionado por la necesidad de evaluar los caminos de penetración mediante un sistema de puntajes y no completamente por el método del excedente del productor. Véase la sección 4.8.3 de esta monografía.

2/ Sin embargo, en un caso se indicó que una alternativa más costosa en términos económicos puede preferirse a otra que no proporcionaría las mismas ventajas estratégicas.

3/ Cabe señalar que hubo conversaciones entre miembros del equipo del consultor y representantes del Gobierno de Bolivia después de terminada la primera fase del EIT-BOL destinadas a identificar un programa de inversión que el Gobierno pueda aprobar.

/ajustadas en

ajustadas en Kenia a principios y mediados de los años setenta. Las condiciones de Kenia, con respecto al clima, por ejemplo, las altitudes de grandes partes del país y los tipos de vehículos y caminos son muy diferentes a las de Bolivia. Las relaciones fueron revisadas por el equipo del EIT-BOL cuando los coeficientes de Kenia evidentemente no se podían aplicar a las condiciones de Bolivia, pero es posible que en otras ocasiones los coeficientes de Kenia no aparecieran inadecuados para las condiciones de Bolivia, aunque realmente lo fueran. Cabe señalar que Brasil considera justificado llevar a cabo una investigación muy amplia, que está costando varias decenas de millones de dólares, esencialmente para determinar la forma exacta de las relaciones para las condiciones de ese país. Puesto que el EIT-BOL no tuvo la oportunidad de realizar una investigación comparable, debido a restricciones financieras y de tiempo disponible -ya que hay que recoger datos durante varios años- habría que considerar los resultados del modelo HDM como estimaciones preliminares.

### 3.5 Modelos de distribución de la carga

En forma un tanto inusual, el EIT-BOL utilizó tres modelos separados de distribución de carga. Con cada tipo de producto se asoció la más apropiada de las tres variantes lo que, al parecer, constituye claramente una característica atractiva del EIT-BOL. Algunos estudios integrados de transporte han utilizado sólo un modelo gravitacional para la distribución de la carga 1/ y otros han utilizado únicamente el principio conceptualmente muy diferente de minimizar los costos de transporte (por ejemplo, mediante un programa lineal), 2/ a menudo sosteniendo que el tipo de submodelo escogido era claramente el más apropiado. Sin embargo, el EIT-BOL admitió que un modelo diferente podría ser el más apropiado para diferentes tipos de productos. El submodelo particular utilizado para cada tipo de producto fue seleccionado de una manera generalmente subjetiva teniendo presentes las características del producto, la información obtenida en encuestas de usuarios de las carreteras y los datos de los flujos de fletes de la ENFE.

Sin embargo, los atractivos de este principio tal vez hayan disminuido por la falta de cualquier intento por calibrar la minimización de costos y las alternativas proporcionales de distribución. (Véase la sección 4.5.2.) El consultor afirma que

---

1/ Por ejemplo, el Plan Nacional de Transportes de Argentina, 1979-1980.

2/ Por ejemplo, el Estudio Integrado de Transporte de la República Oriental del Uruguay, 1976-1977.

/no hay

no hay ningún parámetro que pueda utilizarse en la calibración, pero se trata de una excusa algo débil en el caso del modelo de minimización de costos. Podría haberse mejorado la capacidad de dicho modelo de reproducir las matrices observadas ajustando, en un ejercicio de calibración que podría tener importancia real más bien que superficial, los costos por concepto de interés relacionados con el tiempo en tránsito e impedancias en conectores de centros de gravedad, pero al parecer no se ha considerado la posibilidad de hacerlo.

### 3.6 El submodelo de los camiones vacíos

Se puede señalar que el submodelo de los camiones vacíos del EIT-BOL representa una interesante etapa intermedia en el tratamiento de esta etapa de un estudio integrado de transporte, al estar situado entre la consideración prácticamente nula del asunto en algunos estudios y enfoques conceptualmente más satisfactorios que aún aguardan ser puestos en funcionamiento. Como tal, es digno de un estudio detenido con miras a considerar la posibilidad de incorporar modelos conexos en estudios análogos que se efectúan en otros lugares.

Sin embargo, el submodelo presenta ciertas deficiencias. En cierto modo, no es capaz de reflejar los verdaderos determinantes del comportamiento. Una de las hipótesis fundamentales en que se basa es que el flujo de camiones vacíos entre un par de zonas varía con el flujo de camiones cargados entre las mismas zonas (directamente) y con el tiempo de viaje entre ellas (inversamente). Podría perfectamente haber una correlación entre los movimientos de camiones vacíos y estos dos factores, pero no se puede señalar de manera razonable que ninguno de ellos esté relacionado con la simulación del comportamiento de dichos movimientos. Un método más satisfactorio de calcular los flujos de camiones vacíos no trataría un par de zonas independientemente de otros pares de zonas <sup>1/</sup> y se interrelacionaría con el modelo de partición modal por cuanto se especificarían las bajas tarifas camioneras cada vez que camiones descargados o parcialmente cargados transitaran por la ruta respectiva. Sin embargo, semejante enfoque exigiría una solución iterativa y no sería práctico dadas las instalaciones y servicios computacionales de que normalmente disponen los planificadores del transporte en América Latina.

---

<sup>1/</sup> El consultor había tenido experiencia anterior y no plenamente exitosa en Argelia, con un modelo que reconoció la triangularización de movimiento de los camiones, y, por tanto, prefirió utilizar una versión más sencilla en el caso de Bolivia. ("Triangularización" significa que un camión se detiene para recoger y/o dejar carga, en otro punto entre su lugar de origen y destino.)



### 3.7 La preparación de datos de planificación para el modelo de transporte

La predicción de datos de planificación en el contexto boliviano para un año tan distante como 1999 es muy difícil de hacer de manera satisfactoria debido al actual estado relativamente subdesarrollado del país, lo que da una idea muy vaga de la forma en que la economía podría evolucionar a largo plazo. El consultor reconoció la incertidumbre actual que rodea el patrón de desarrollo del país en el año 1999 estimando, en diferentes niveles de detalle, cuatro alternativas de desarrollo o uso del suelo para dicho año. Se tenía la intención de evaluar la propuesta inversión en transporte con diferentes insumos de planificación para 1999 de modo que pudiera establecerse la sensibilidad de los resultados de las evaluaciones a esos insumos para su consideración en la elaboración del programa recomendado de inversiones. Sin embargo, dicha prueba de sensibilidad no fue llevada a la práctica durante la primera fase del EIT-BOL; al parecer realmente se utilizó un sólo conjunto de datos de planificación para 1999.

Los métodos utilizados para especificar los datos de planificación para las cuatro alternativas fueron relativamente complejos pero no siempre conceptualmente satisfactorios. Por ejemplo, los niveles del producto interno bruto asociados con las diferentes alternativas de desarrollo no fueron necesariamente compatibles con la producción generada por ellos. Como otro ejemplo, la técnica utilizada para transferir la población y el empleo entre zonas cuando se suponía que se ejecutaban grandes proyectos de desarrollo fue más bien arbitraria y subjetiva. Sin embargo, los métodos utilizados fueron probablemente adecuados para la preparación de un pequeño número de alternativas de desarrollo que se utilizarían en pruebas de sensibilidad. Sin embargo, como no se llevó a cabo ninguna de esas pruebas de sensibilidad, habría sido mejor haber transferido recursos de la estimación de los tres patrones de desarrollo no utilizados al ulterior refinamiento de la única alternativa que se utilizó.

### 3.8 La estimación de los costos económicos

El EIT-BOL, en común con varios otros estudios del mismo tipo, interpretó de manera relativamente conservadora el carácter de los costos económicos para su uso en la evaluación económica de los proyectos. Un costo económico se define correctamente como el costo de oportunidad de los recursos consumidos, pero los costos económicos calculados por el consultor no se ajustaron a esta definición ya que no se reconocieron tipos de ajustes de precios "sombra" posiblemente importantes.

/Los costos

Los costos económicos del EIT-BOL son simplemente costos financieros (precios de mercado) una vez extraídos los impuestos y subsidios. Hay varias formas en que los costos así calculados pueden no igualar los costos económicos, una de las cuales, probablemente la más importante en el contexto boliviano, se refiere al tipo de cambio.

En 1977 el tipo de cambio oficial era de veinte pesos bolivianos por cada dólar estadounidense, lo que puede haber constituido un reflejo fiel del verdadero estado del mercado en esa época, pero las dificultades financieras del país obligaron en los dos o tres años subsiguientes a una devaluación del peso boliviano del 25%. En febrero de 1982 se desvalorizó en 75% más. Pero incluso si el tipo de cambio oficial era parecido al tipo de cambio en el mercado libre, el costo real o "precio sombra" de las divisas estaba probablemente representado de manera inadecuada por el tipo de cambio oficial debido a la existencia de derechos considerables y otras barreras a la importación. Es ciertamente efectivo que las barreras impuestas oficialmente a menudo no coincidían con las que realmente se aplicaban, debido al floreciente comercio de contrabando, pero todavía habría sido cierto que, dependiendo de la hipótesis utilizada para los cálculos, el precio sombra de la divisa habría revelado que el peso era un producto más barato que lo que indicaba el tipo oficial de cambio.

Las proyecciones económicas del Banco Central adoptadas por el EIT-BOL implican que deben adoptarse medidas para fortalecer la situación de la nación en materia de cuenta externa. Esto puede entrañar derechos de importación más elevados y más estrictos, subsidios a las exportaciones, o una devaluación de la moneda, pero de cualquier manera tendería a disminuir el costo de oportunidad del peso a algo menos de 0.5 dólar estadounidense, su valor oficial en 1977. Sin embargo, el EIT-BOL utilizó el tipo de cambio de veinte pesos por dólar en la estimación de los costos económicos hasta el año 1999. Diferentes escuelas de pensamiento sobre el tema de la fijación de "precios sombra" de las divisas (y otros artículos) no concuerdan plenamente en cuanto a los principios de valoración que han de utilizarse, pero por lo menos existe la clara necesidad de efectuar pruebas de sensibilidad con respecto a los costos económicos, las que no se llevaron a cabo.

### 3.9 Conclusiones sobre la metodología utilizada por el EIT-BOL

Es imposible realizar un estudio integrado del transporte que satisfaga a todo el mundo, pero el EIT-BOL puede haberse acercado tanto a la perfección como cualquier otro. Todos los estudios de transporte entrañan necesariamente llegar a soluciones de transacción. Cualquier estudio puede hacerse metodológicamente más atrayente si se adopta un enfoque más generalizado y refinado de los modelos matemáticos, pero esto sólo se justificaría si se dispusiera de más datos básicos que lo que ocurre generalmente, si los costos de tiempo de computadora no tuvieran importancia y si no hubiera necesidad de proporcionar capacitación en el terreno al personal local. De este modo, probablemente nunca valga la pena adoptar metodologías con los últimos adelantos de la técnica para estudios integrados de transporte en América Latina (ni tal vez en ninguna otra parte) ya que: i) a menudo los datos básicos son muy restringidos tanto en calidad como en cantidad; ii) el tiempo de acceso a las computadoras en América Latina a menudo tiene un elevado costo de oportunidad debido al limitado suministro de servicios de computación, y iii) posiblemente el objetivo más importante de tales estudios es, o por lo menos debería ser, la capacitación de personal local en los conceptos básicos de planificación práctica del transporte. Otra importante consideración es que las metodologías que incorporan los últimos adelantos de la técnica son, casi por definición, poco probadas en la práctica y ha habido algunas experiencias desafortunadas en América Latina de compañías consultoras de fuera de la región que han tratado de aplicar metodologías avanzadas y han tropezado con dificultades extremas que no fueron resueltas satisfactoriamente.

En ningún sentido importante, salvo tal vez respecto del uso del modelo de diseño de carreteras (véase la sección 4.8.4) y del procedimiento de asignación presupuestaria (4.9.3), adoptó el EIT-BOL procedimientos en que se aplicaran los últimos adelantos de la técnica; es más, en algunos aspectos la metodología general del estudio fue muy anticuada. Esto es efectivo en especial respecto del empleo de procedimientos de distribución no integrados con los procedimientos de partición modal, el empleo de una forma simplista de submodelo de partición modal entre dos modos de transporte y el cálculo de la asignación de la carga a camiones de diferentes tamaños fuera del modelo de partición modal.

Generalmente la metodología no se basó mucho en la simulación del comportamiento, es decir, no trató realmente de explicar los procesos de adopción de decisiones (en vez de correlacionar los resultados de estos procesos con variables

/conexas), y

conexas), y de este modo no pudo responder adecuadamente a preguntas pertinentes que tal vez se desee hacerle. Por ejemplo, si se cambiara la legislación relativa a las cargas máximas según ejes, el conjunto de modelos indicaría que no habría cambio en la repartición de flujos asignados a la carretera por tipo de camión. El modelo indicaría, como otro ejemplo, que si se duplicaran las velocidades de los servicios de trenes de carga (aunque ello sea poco probable) y se elevaran en un 10% las tarifas, en ese caso menos tráfico utilizaría los trenes de carga. Además, informaría que, si a los camiones que llevan productos agrícolas desde la zona "A" a través de la zona "B" a la zona "C" y que regresan descargados a la zona "A" en busca de otra carga, debido a la no disponibilidad de carga de regreso, se les ofreciera la oportunidad de llevar productos desde una nueva granja o cantera o fábrica en "C" a "B", en ese caso rechazarían la oportunidad. El modelo utilizado simularía que se adquirirían nuevos camiones para atender el movimiento de "C" a "B" compartiendo la misma carretera que los camiones vacíos que regresaran de "C" a "A" en busca de su próxima carga.

La adopción de una metodología no basada en la simulación del comportamiento no reduciría necesariamente la capacidad de los modelos elaborados de simular con precisión los movimientos efectivos de transporte en Bolivia. De la misma manera, la introducción de un gran número de variables ficticias en una regresión puede permitir que la variable dependiente sea muy bien explicada por la relación desarrollada. El equivalente de las variables ficticias en el modelo de transporte elaborado por el EIT-BOL son características tales como los factores de "calidad relativa de servicios percibidas por el usuario" utilizados en el modelo de partición modal y los factores "de productos" utilizados en la parte de camiones cargados del modelo de asignación. Estos factores aseguran que el modelo elaborado es capaz de reproducir bien el patrón observado de transporte, pero no dicen nada en absoluto acerca de por qué se produjo dicho patrón.

Sólo si el modelo explicara más acerca de por qué ocurrió el patrón observado de transporte en vez de sólo simularlo sería adecuado para predecir futuras reacciones de la demanda ante cambios hipotéticos en el patrón de la oferta. Cabe considerar que el modelo elaborado por el EIT-BOL puede dar a los planificadores del transporte de Bolivia un sentimiento de falsa seguridad por cuanto ven que el modelo sintetiza bastante bien lo que está pasando y por consiguiente pueden concluir que

/será muy

será muy bueno para simular lo que pase en el futuro. Como se ha señalado en la presente sección, hay motivos razonables para considerar que no hará tal cosa.

De este modo, el EIT-BOL puede haber confiado demasiado en los métodos pragmáticos. Al no elaborar un modelo suficientemente profundo y capaz de simular los verdaderos determinantes del comportamiento, puede haber producido un modelo bastante complicado y en cierto modo atractivo que es intrínsecamente incapaz de hacer lo que se pretendía que hiciera, es decir, predecir cómo cambiarán los patrones de transporte en Bolivia cuando se introduzcan cambios en la infraestructura y en los arreglos institucionales.

Las críticas que se hacen en la presente sección no están dirigidas al equipo del EIT-BOL; como se ha dicho, el estudio fue muy bien manejado, el equipo fue muy productivo y se utilizaron algunos métodos de análisis muy interesantes. Dada la disponibilidad de tiempo y de otros recursos, era imposible para el EIT-BOL elaborar una metodología capaz de simular en forma segura la manera en que la demanda reaccionaría ante condiciones modificadas de la oferta. Las críticas se pueden aplicar de manera más razonable a las condiciones institucionales en que se efectuó el estudio. Vale la pena considerar los rendimientos marginales de la inversión de más tiempo y otros recursos en un estudio de transporte de la índole del EIT-BOL. Estos rendimientos podrían ser muy elevados. En un bajo nivel de inversión, el rendimiento de la inversión es probablemente cercano al cero e incluso puede ser negativo. Más allá de un cierto nivel de inversión la tasa marginal de retorno probablemente aumente abruptamente para elevar el proyecto de planificación del transporte a un estado de viabilidad económica en una determinada escala. En realidad, a ciertos niveles de inversión los rendimientos marginales pueden ser muy elevados. Tal vez sería pertinente preguntarse si el EIT-BOL podría haber producido más beneficios para Bolivia de haberse aumentado la escala del estudio.

#### 4. DESCRIPCION DETALLADA DE LA METODOLOGIA

##### 4.1 Proyecciones demográficas y socioeconómicas básicas

###### 4.1.1 Introducción

Como se explicará en secciones posteriores de la presente monografía, el EIT-BOL especificó un plan de uso del suelo, o patrón de desarrollo, para 1989 y cuatro planes alternativos para 1999. Estas cuatro opciones podrían haberse utilizado como insumos de los modelos de transporte, aunque en realidad sólo se utilizó la alternativa c.1/ Los diversos patrones de desarrollo fueron cuantificados en un proceso de dos etapas. En primer lugar, se estableció un patrón de tendencia y, en segundo lugar, esta tendencia fue ajustada, en una forma que se describirá más adelante, para producir cada una de las diversas alternativas particulares.

Evidentemente, el patrón de tendencia tenía que especificarse al nivel espacial, es decir, se tenían que especificar las variables para cada zona en que se dividió el país para los fines del modelo de transporte. Era necesario que esta especificación a nivel espacial fuera compatible con los totales de control establecidos para la nación en su totalidad, mediante proyecciones de las principales variables demográficas y socioeconómicas a nivel nacional, que estaban basadas en un conjunto de predicciones hechas por el Banco Central de Bolivia o adoptadas por dicha institución a partir de predicciones hechas en otras partes. El documento de trabajo N° 41 2/ del EIT-BOL describe las proyecciones que se resumen e interpretan en la presente sección. El documento de trabajo no es siempre suficientemente explícito, así que el lector a veces tiene que inferir cuál fue realmente la metodología utilizada por el consultor, problema que se repite en mayor o menor medida en otros informes del EIT-BOL y, muchas veces de manera más grave, en informes de estudios semejantes.

###### 4.1.2 Proyección de la población

La proyección de la población supuesta por el EIT-BOL es la utilizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y es la mayor de tres tendencias alternativas predichas por el CELADE. Su realización entrañaría una inversión de las tendencias

---

1/ Véase la sección 4.2.1. El consultor tuvo la intención de utilizar las alternativas A y D para las pruebas de sensibilidad, pero finalmente ello no ocurrió.

2/ El título de este documento, Factores socioeconómicos que afectan a la demanda de transporte de mercaderías, lleva al parecer a conclusiones un tanto erróneas.

/recientes. El

recientes. El EIT-BOL derivó de esta proyección cálculos de la población económicamente activa. Se supuso que las tasas de actividad aumentarían a fines del siglo con respecto a sus niveles actuales. La base para la tendencia prevista en la población económicamente activa fue una predicción de corto a mediano plazo hecha para el Plan de Desarrollo Económico y Social 1976-1980, ajustada convenientemente para que se adecuara a los resultados del censo de población de 1976.

#### 4.1.3 Proyección económica: generalidades

El Banco Central había efectuado una predicción del posible desempeño económico hasta fines del siglo en que se hicieron estimaciones del producto interno bruto (PIB) por sectores. El EIT-BOL esencialmente aceptó esta predicción y la desagregó y amplió cuanto pudo en los sectores de mayor interés para el estudio, es decir, importación, exportación, consumo y producción. El Banco Central adoptó un punto de vista relativamente conservador de las perspectivas de la economía boliviana comparada con su desempeño efectivo entre 1970 y 1978. El Banco Central supuso que se estimularían las exportaciones mientras que habría un programa para sustituir importaciones con la producción interna, reduciendo de esta manera a la mitad el déficit de la balanza comercial como proporción del producto interno bruto del país a fines del siglo.

#### 4.1.4 Proyecciones de comercio

Las estimaciones del Banco Central incluían una proyección de las exportaciones según su valor. El EIT-BOL preparó una proyección desagregada por agrupaciones de productos compatibles con esta proyección utilizando otras fuentes suplementarias de información y suposiciones que se consideraban razonables. En el procedimiento utilizado hubo comprobaciones para cerciorarse de que las predicciones de exportaciones eran compatibles con las proyecciones hechas respecto de la producción y el consumo. Habiendo proyectado las exportaciones según su valor, las estimaciones así derivadas fueron convertidas a toneladas, operación que resultó difícil debido al suministro insuficiente de información básica. Exigió que se hicieran algunas suposiciones inconvenientemente audaces, tales como predecir el precio de las exportaciones de gas natural, que pueden no haber sido enteramente compatibles con las suposiciones hechas por el Banco Central al preparar su predicción de exportaciones según su valor. En cualquier caso, el resultado del análisis efectuado por el EIT-BOL fue una proyección de las exportaciones al nivel de detalle de 10 productos del sector minero, 4 del sector agrícola, 5 del sector industrial secundario, además del petróleo y del gas natural.<sup>1/</sup>

<sup>1/</sup> Es decir, 21 grupos de productos, número que se compara con los 37 grupos utilizados para proporcionar un insumo para el modelo de transporte.

/Se efectuó

Se efectuó un tipo análogo de análisis para las importaciones, las que se predijeron para 25 grupos diferentes de productos. También en este caso, la información disponible no fue suficiente.

#### 4.1.5 Proyección de la producción

En las estimaciones de la producción según su valor se utilizaron los datos de las Cuentas Nacionales del Banco Central que dan el valor de la producción y el valor agregado por agrupaciones de productos. Se disponía de esos datos únicamente para el período 1970-1975 y, por lo tanto, hubo que calcular las cifras del año base, 1970, así como las cifras correspondientes a los años horizontes. Los datos disponibles fueron convertidos a toneladas, de distintas maneras para diferentes tipos de productos, y a veces el análisis tuvo que compensar debido a que la información disponible era incompleta.

El volumen de la producción del sector minero fue proyectado utilizando los resultados de los cálculos ya efectuados al proyectar las exportaciones. La producción del sector agrícola fue proyectada utilizando la información sobre rendimiento por producto en años recientes suministrada por el Ministerio de Asuntos Rurales y Agricultura. En la producción futura de artículos manufacturados se hizo uso de las estadísticas sobre producción según tipo de artículos en años recientes en cuanto a peso u otras medidas físicas. La futura producción forestal fue calculada más simplemente como una función de la producción agrícola.

Las predicciones del Banco Central incluyeron una estimación del crecimiento del producto interno bruto que fue adoptada por el EIT-BOL y se utilizó en diferentes aspectos del estudio, como se explicará más adelante.

#### 4.2 Otros patrones posibles de desarrollo

El EIT-BOL utilizó dos años futuros de análisis, a los que se refiere como años de proyección, que son 1989 y 1999. El modelo de transporte fue aplicado para esos dos años y, por lo tanto, hubo que preparar datos sobre uso del suelo para ambos.

El consultor consideró que para 1989 el desarrollo económico del país ya estaría muy bien prescrito por los proyectos de desarrollo existentes, en ejecución o cuya ejecución se encontrara razonablemente bien asegurada. De este modo, sólo un plan de uso del suelo fue analizado para 1989. En cambio, una vasta gama de posibles patrones de desarrollo podía materializarse para 1999. El consultor subrayó

/la dificultad



la dificultad de predecir la estructura de la economía boliviana para 1999, porque depende de proyectos cuya ejecución aún no puede ser prevista; quizás ni siquiera la índole de los propios proyectos pueda preverse. De este modo, inicialmente se especificaron para 1999 tres planes posibles ("A", "B" y "C"), uno de los cuales (la alternativa "B") fue desechado más tarde ya que se parecía mucho a uno de los otros para que tuviera efectos muy distintos sobre los flujos de transporte, un cuarto plan, la alternativa "D", se desarrolló más adelante.

La especificación de las alternativas de desarrollo tuvo que ser realizada completamente por el consultor ya que no existía ningún plan de desarrollo espacial a largo plazo para el país. Las alternativas ideadas por el consultor no pretendían ser consideradas como estrategias óptimas de desarrollo a largo plazo sino más bien una gama de alternativas dentro de las cuales era probable que se encontrara el resultado final. El consultor menciona que tendría poco sentido que estimara la trayectoria óptima de desarrollo para el país ya que el desarrollo no sigue en Bolivia ni en ninguna otra parte una trayectoria óptima.

Se cuantificaron las tres alternativas "A", "C" y "D", enumeradas en orden ascendente de rendimiento económico; aunque sólo la alternativa "C" fue plenamente especificada a nivel zonal. El consultor asoció los cálculos de producto interno bruto del Banco Central con la alternativa "C". Se asignó al plan "A" un nivel de producto interno bruto 10% inferior al plan "C", mientras que se supuso que el plan "D" tenía un nivel de producto interno bruto un 20% superior, sin efectuar ninguna comprobación para cerciorarse de que estas diferencias en producto interno bruto realmente fuesen compatibles con los diferentes niveles de producción de los demás patrones de desarrollo.

El consultor consideró que la industria manufacturera tenía mayor densidad de capital que los sectores primarios y de este modo asoció con la alternativa "A" menos industria manufacturera ya que el menor crecimiento económico generado por esta alternativa generaría a su vez menores fondos para la inversión. De este modo, esta alternativa daría por resultado una concentración de la actividad económica en la minería y la agricultura que, implícitamente, el consultor consideró que utilizarían menos capital. La alternativa "A" concentra también el desarrollo en unos pocos polos distintos y en este sentido representa una continuación del actual patrón de crecimiento. En la alternativa "C", el crecimiento pareciera estar más ampliamente difundido, pero con una concentración en el eje central del país, o sea

/en la

en la línea desde La Paz hasta Santa Cruz de la Sierra pasando por Cochabamba. La alternativa "D", que supone esencialmente un nivel más elevado de productividad de los mismos proyectos de desarrollo incluidos en la opción "C", tiende a intensificar este patrón de crecimiento.

#### 4.3 Estimación de las variables socioeconómicas para cada patrón de crecimiento

##### 4.3.1 Introducción

El EIT-BOL utiliza 77 zonas internas de tráfico para las que se calcularon los valores correspondientes a las variables económicas, sociales y demográficas que se consideraba influían en la generación o en la atracción de viajes. Estas variables fueron especificadas para los dos años horizontes, así como para el año base, y para cada patrón de crecimiento, de los cuales, como ya se explicó, hay sólo uno para 1989, pero tres para 1999. El consultor cuantificó las siguientes variables para cada zona:

- i) población total;
- ii) población dispersa o campesina;
- iii) población económicamente activa;
- iv) producto interno bruto por habitante, como aproximación grosera del ingreso por habitante;
- v) producción de bienes por tipo;
- vi) consumo de bienes por tipo.

El procedimiento básico consistió en primer lugar en cuantificar un patrón de tendencias de desarrollo. A continuación se identificaron proyectos específicos de desarrollo los que luego se cuantificaron en lo referente a empleo, población, producción y consumo. Los patrones posibles de desarrollo fueron construidos mediante la especificación de diferentes conjuntos de proyectos de desarrollo, con variación permitida con respecto a la etapa de desarrollo (por ejemplo, un proyecto puede ser llevado a una etapa superior de desarrollo en la alternativa "D" que en la "C"). La predicción de tendencia sirvió como la base de todos los patrones posibles de desarrollo, y se modificó sucesivamente a la luz de los diferentes proyectos de desarrollo incluidos dentro de cada uno. Se puede entender que la predicción de tendencia representa el crecimiento natural de los innumerables proyectos más pequeños de desarrollo, cada uno de los cuales es demasiado pequeño para ser cuantificado de manera independiente.

/La forma

La forma en que se efectúa la predicción de tendencia se examina más adelante y a continuación figura una explicación de cómo fue ajustada para incorporar los proyectos particulares incluidos dentro de cada alternativa de desarrollo.

#### 4.3.2 Población

Las conclusiones del censo de 1976 constituyeron la base para el cálculo de población de 1977. El INE informó que en el censo había habido hasta cierto punto una notificación incompleta y por lo tanto todas las poblaciones zonales fueron aumentadas en la misma proporción a fin de compensar dicha deficiencia. El censo proporcionó información a un nivel de detalle más fino que el de las zonas utilizadas por el EIT-BOL y de este modo las cifras censales, adecuadamente aumentadas, fueron agregadas a los totales zonales. La proyección hasta 1989 y 1999 se llevó a cabo en un proceso de dos etapas. En primer lugar, se extrapoló la población correspondiente a cada zona hasta 1989 y 1999 por las tasas anuales de crecimiento para la zona observadas entre los censos de 1950 y 1976. A continuación, las estimaciones así derivadas fueron corregidas de manera que la población total resultara la misma que la calculada en la proyección base igualada con la predicción económica del Banco Central.<sup>1/</sup> En el documento de trabajo pertinente no se indica cuál de varios posibles métodos se utilizó para llevar a cabo este último ejercicio de corrección.

También se deja sin explicar la forma exacta en que se calculó la población dispersa o campesina, y un ejercicio exploratorio con un calculador manual no arrojó luz sobre los detalles de los procedimientos utilizados. Sin embargo, está claro que la cifra del año base para cada zona se derivó de la información censal mientras que la proyección a los años de proyección entrañó la extrapolación de la disminución relativa de la población rural como una proporción de la población total entre los dos censos. (Nótese que población rural y población dispersa o campesina no son exactamente la misma cosa ya que la población rural incluye a las personas que viven en aldeas y villorrios, cosa que no sucede en el caso de la población dispersa.)

La estimación de la población económicamente activa se hizo difícil debido a alguna variación en la definición de la actividad económica entre distintas fuentes. Sin embargo, la información censal, adecuadamente corregida, fue utilizada para las cifras del año base y se supuso que la tasa de actividad aumentaría del 32.2% en el

---

<sup>1/</sup> Véase la sección 4.1.2.

año base al 33.5% para 1989 y al 35.0% para 1999. Las tasas de actividad del año base en cada zona fueron corregidas proporcionalmente para reflejar este supuesto aumento en la tasa de actividad general en toda la nación.

#### 4.3.3 Ingreso zonal

Los resultados del censo de 1976 no incluían ninguna información sobre ingreso personal y por lo tanto el consultor consideró necesario utilizar el producto interno bruto per cápita como sustituto del ingreso. Gracias a las predicciones del Banco Central, se disponía de estimaciones del producto interno bruto per cápita para cada año de interés, a saber 1977, el año base, 1989 y 1999, y se utilizaron dichas estimaciones como base para la estimación del producto bruto per cápita por zona respecto de las poblaciones dispersas y concentradas por separado, como se explica más adelante.

Existía información sobre el campo de variación entre el ingreso de estos dos grupos en el presente y en el pasado. La diferencia en favor de la población concentrada ha ido en aumento, pero el consultor supuso que esta tendencia se invertiría debido a la inmigración hacia las zonas urbanas de los elementos rurales más pobres (aunque ello ha ocurrido también en el pasado reciente). Asoció para cada año una relación entre el ingreso de la población concentrada y el de la población dispersa. Se calculó el ingreso medio (producto interno bruto) per cápita por zona correspondiente al año base asignando a cada zona un factor inicial determinado subjetivamente que da su nivel de ingreso como proporción del promedio nacional estimado independientemente. La aplicación de estos factores permitió que se calculara un promedio nacional implícito que, utilizando el primer conjunto de factores zonales, era diferente de la cifra estimada independientemente. El conjunto inicial de factores fue luego ajustado hasta que el promedio implícito coincidió razonablemente bien con el estimado independientemente. El mismo procedimiento se utilizó para los años horizontes, salvo que se elevó el producto interno bruto medio estimado independientemente para hacerlo coincidir con las predicciones del Banco Central y que se revisaron los factores zonales de conformidad con la interpretación subjetiva del consultor de la probable distribución espacial de los frutos del progreso económico boliviano.

#### 4.3.4 Demanda final e intermedia

Se determinó el consumo anual por zona de los distintos tipos de bienes. En los párrafos siguientes se analizan los productos por macroagrupaciones de productos,

/y se

y se trata especialmente la forma en que se calculó el consumo total. En el documento de trabajo pertinente no se explica adecuadamente la manera como se distribuyó el consumo por zonas. Sin embargo, está claro que la distribución del consumo de los bienes intermedios se basó en la capacidad y la ubicación de las empresas que utilizan bienes como insumos de sus actividades, mientras que la distribución de los bienes consumidos directamente se basó en la población y en el ingreso, reconociendo que los patrones de consumo de la población dispersa pueden diferir de los de la población concentrada.

Para los productos agropecuarios (definidos para incluir los productos ganaderos en el EIT-BOL), el componente utilizado como insumo industrial fue proyectado con arreglo al crecimiento de las industrias consumidoras. Para los bienes consumidos como demanda final, se hicieron estimaciones del consumo per cápita en años recientes a partir de datos sobre producción, exportación e importación. Estas estimaciones fueron consideradas al calcular subjetivamente las tasas futuras de consumo, que luego se aplicaron, a su vez, a los totales de población para calcular las tendencias del consumo total.

Respecto de los hidrocarburos, el documento de trabajo pertinente no es explícito en cuanto a la forma en que se proyectó el consumo. Sin embargo, se sabe que básicamente la proyección fue derivada de estimaciones hechas por la empresa estatal Yacimientos Petroleros Fiscales Bolivianos (YPFB).

El consumo de minerales se proyectó sobre la base de la demanda intermedia de las fundiciones y plantas análogas ya que la demanda final carece de importancia. La expansión planeada abarcó las estimaciones a mediano plazo del consumo más allá del cual tuvieron que hacerse suposiciones. La compañía nacional de acero dio a conocer sus planes de expansión, que fueron considerados por el consultor, quien decidió suponer que la producción de mineral de hierro permanecería a niveles modestos suficientes para una pequeña cantidad de comercio de exportación, como se concluyó en un estudio sectorial realizado previamente. En cuanto a los minerales de valor inferior, como la cal y el yeso, no se disponía de información sobre la producción y, por consiguiente, el consultor calculó el consumo existente según las necesidades de los principales consumidores industriales.

Para la estimación del consumo de artículos manufacturados, el EIT-BOL dividió estos artículos en tres grupos amplios. En el primer grupo se incluyeron aquellos productos que se consumen directamente como demanda final conjuntamente con aquéllos

/cuyo consumo

cuyo consumo total está tan estrechamente vinculado a la demanda final que la estimación del consumo puede basarse en ella. Entre esos artículos se incluyen el azúcar, los confites y los tejidos. Para los productos alimenticios se utilizó una fórmula específica para determinar el consumo futuro por persona ya que el consultor deseaba representar el impulso dado al consumo por los niveles de ingresos más elevados. A continuación se señala la fórmula que se utilizó. Al parecer, daría por resultado incrementos mínimos en el consumo per cápita no importa cuáles sean las variables de insumo (viabes) que se especifiquen. Puede haber sido mal citada en el documento de trabajo pertinente,<sup>1/</sup> que está deficientemente redactado en algunas partes y a veces no da una idea clara de los procedimientos realmente adoptados por el consultor. La ecuación es la siguiente:

$$R_i^{t+1} = (R_y^{t+1} - R_p^{t+1}) \times R_i^t \times f,$$

en la que  $R_i^{t+1}$  = tasa media de incremento del consumo per cápita del artículo l en el período (t + 1), definido como 1977-1989.

$R_y^{t+1}$  = tasa anual media de incremento del producto interno bruto en el período (t + 1).

$R_p^{t+1}$  = la correspondiente tasa de aumento de la población.

$R_i^t$  = la tasa anual media de incremento del consumo per cápita del artículo l en el período t, definido como 1970-1977.

f = el factor establecido para ajustar la ecuación; en el caso del período 1977-1989 se fijó en 0.8.

Esta fórmula se aplicó también a la estimación del consumo para 1999 a partir del predicho para 1989, pero con "f" fijado en la unidad. La fórmula no fue verificada mediante comparación con tendencias pasadas del consumo. En cuanto al consumo de artículos textiles, el consultor decidió calcular el consumo futuro a partir de su conocimiento del tema.

Respecto de los productos forestales y los muebles, aquella parte del consumo que está directamente relacionada con la demanda final se predijo mediante una fórmula análoga pero que produce resultados más positivos, aun cuando está basada en suposiciones arbitrarias. Esta segunda fórmula es la siguiente:

$$R_i^t = R_p^t + (R_y^t - R_p^t) (f),$$

<sup>1/</sup> Documento de trabajo N° 49, p. 21, edición en inglés.

/en que

en que los valores asignados a "F" fueron los mismos utilizados anteriormente mientras que las condiciones se definen de igual manera. Nótese que en esta segunda fórmula no se utiliza la tasa de aumento del consumo en un período anterior como parámetro de insumo. El consumo intermedio de productos forestales y muebles, es decir, aquella parte no relacionada directamente con la demanda final, no se pudo relacionar con la producción de las industrias consumidoras debido a la falta de información acerca de éstas, así que fue relacionado con la producción manufacturera en general. El consumo de celulosa y productos de papel a granel fue relacionado con la producción de otros tipos de papel mientras que el consumo de otros productos de papel fue proyectado mediante la misma fórmula que se utilizó para los productos forestales y los muebles.

El segundo grupo de productos manufacturados comprendía los productos químicos y derivados del petróleo, los que se dividieron en productos de consumo intermedio y de demanda final. El consumo intermedio abarca una amplia gama de industrias y por lo tanto fue relacionado con el producto interno bruto.

El tercer grupo comprendía una variedad de artículos industriales utilizados primordialmente como consumo intermedio. Según el producto, el consumo se calculó mediante el crecimiento de las industrias consumidoras o generalmente mediante el producto interno bruto.

#### 4.3.5 Estimación de la producción

En cuanto a los productos agropecuarios y forestales, la producción del año base por producto y zona fue calculada a partir de las estadísticas desagregadas de producción disponibles o fue dada directamente por esas estadísticas, algunas de las cuales fueron reunidas especialmente para el EIT-BOL.

En el documento pertinente de trabajo no se explica adecuadamente en qué forma se hicieron las proyecciones, pero probablemente estaban de acuerdo con las proyecciones derivadas de la predicción del Banco Central para la economía. El resultado fue una predicción de la producción por zona y tipo de producto. La producción futura de hidrocarburos fue finalmente basada en proyecciones de YPF, aunque anteriormente se habían elaborado proyecciones propias.

En el caso de la producción minera también la proyección se basó probablemente en las proyecciones socioeconómicas básicas de producción, pero la conexión exacta no es explicada, en el documento de trabajo pertinente ni es revelada fácilmente mediante comparaciones numéricas. Para los minerales de más baja ley, tales como

/la cal,

la cal, la arena y el yeso, debido a la falta de estadísticas apropiadas de producción, la producción existente se asignó sobre la base de la distribución conocida de las plantas que utilizaban estos productos como insumo, recurriendo aparentemente a la relación costo-ineficacia de transportar esos materiales considerables distancias, lo que tendería a minimizar la medida en que el transporte se produce a través de fronteras zonales. La encuesta de usuarios de las carreteras permitió formarse una idea acerca del origen zonal de los materiales utilizados por las obras en construcción. Se predijo la producción por zona y tipo de mineral.

Se utilizaron dos fuentes de información en la determinación de la distribución zonal de la producción manufacturera: implícitamente la primera proporcionaba la producción por agrupación de productos y la otra era un directorio de establecimientos participantes en el sector. En cuanto a las industrias orientadas hacia el consumidor en que cabía la producción mediante técnicas "artesanales", el consultor sospechó que en el directorio no se enumeraban todos los productores de menor importancia. Así, pues, supuso que a los establecimientos enumerados en el directorio correspondían las dos terceras partes de la producción en cada departamento y que el rendimiento de cada productor que figuraba como radicado en la ciudad central de cada departamento era dos veces el de otros establecimientos en el mismo departamento. La producción no enumerada se distribuyó según la población económicamente activa encontrada por el censo de 1976. Para las industrias orientadas a la producción de bienes intermedios se supuso que todos los productores figuraban en lista pero que, una vez más, los establecimientos de las ciudades centrales eran dos veces tan productivos como los demás, excepto donde el conocimiento local demostraba que esta suposición no era válida.

Para la proyección de la producción manufacturera se supuso que los cambios relativos en la producción departamental entre 1970 y 1975 continuaría al mismo ritmo hasta 1989, lo que estaba supeditado a la influencia de los planes locales de desarrollo. Se utilizó la distribución proporcional de 1989 para 1999 o la tendencia fue más extrapolada, según el caso particular. Las cantidades totales que han de distribuirse provienen aparentemente de las proyecciones básicas.

#### 4.3.6 El patrón de desarrollo de 1989

La cuantificación del patrón de desarrollo de 1989 se llevó a cabo de la siguiente manera. Cada proyecto (en gran escala) incluido en el patrón fue cuantificado en términos de empleo, población, producción y consumo. Los valores de estas

/variables se



variables se agregaron a los totales zonales estimados en la proyección de tendencias. En los casos en que los proyectos así cunatificados agregaron a los totales zonales una cantidad dentro del crecimiento estimado para la zona entre 1977 y 1989 por la proyección de tendencias se supuso que la proyección de tendencias incluía el proyecto o los proyectos en gran escala y que no era necesario efectuar ningún ajuste a la proyección de tendencias de estas variables por este concepto. Donde el proyecto o los proyectos agregarían crecimiento del empleo en exceso del estimado en el pronóstico de tendencias se efectuaron ajustes a la población zonal y a los totales de empleo correspondientes a otras zonas para transferir recursos a la zona que contenía el proyecto.

Esta transferencia fue simulada bajo la guía de un conjunto de normas de procedimientos que se enumeran a continuación:

i) El empleo y la población fueron de preferencia transferidos desde zonas vecinas, desde zonas que aparentemente tendrían exceso de recursos humanos (según el pronóstico de tendencias) o desde zonas en el Altiplano desde las cuales es política gubernamental trasladar a la población hacia las partes potencialmente más ricas del país.

ii) En las ciudades más grandes con infraestructura social muy bien desarrollada cada empleado trasladado sería acompañado por otros dos que se ocuparían en la producción de bienes y servicios auxiliares.

iii) En otras partes esta relación sería de uno a tres, para reflejar la infraestructura social menos desarrollada en las zonas alejadas de las ciudades principales.

iv) Un proyecto rural que ocupa a una familia directamente requeriría también la mitad de otra familia para servicios de apoyo.

v) El tamaño de la familia es de cinco personas como promedio.

Cuando los proyectos asignados a una zona en particular dan por resultado un nivel más elevado de producción de un artículo en particular que el calculado en la proyección de tendencias, la producción asociada con la zona sería la producción de 1977 más la producción del proyecto. Sin embargo, se consideró que cualquier producción extraordinaria por encima de la contenida en la proyección de tendencias sería marginal y que el cálculo del producto interno bruto de la proyección básica (basado en la predicción del Banco Central) no sería afectado.

/Los proyectos

Los proyectos en gran escala exigirían insumos que fueron estimados mediante la aplicación de coeficientes técnicos. Aunque en el documento de trabajo pretinente no se pormenoriza sobre este punto, en algunos casos se supuso que se aumentaría la producción total de los insumos, o que se incrementarían las importaciones, el consumo en otras partes disminuiría o se reducirían las exportaciones. Salvo en los casos en que una asignación especial era apropiada, el consumo por zona de los bienes de consumo se calculó por lo general mediante la siguiente fórmula en que "C" denota el volumen de consumo de un bien particular, "P" la proporción de la población total, "i" una zona y "T" a Bolivia en su totalidad.

$$\frac{C_i 89}{C_i 77} = \frac{C_T 89}{C_T 77} = \frac{P_i 89}{P_i 77}$$

Nótese que el ingreso no se utiliza como una variable independiente en esta expresión. Para el patrón de tendencias de desarrollo se señala que el ingreso es un determinante de la asignación del consumo final estimado.<sup>1/</sup> Así pues, al parecer existe una incoherencia conceptual en esta parte de la metodología utilizada, aunque debe suponerse que cualquier inconsistencia no tiene ninguna significación práctica.

#### 4.3.7 Los patrones de desarrollo de 1999

La misma metodología general se aplicó para cuantificar cada patrón de desarrollo de 1999, aunque sólo uno estaba efectivamente en el nivel zonal correspondiente a este año. Sin embargo, hubo algunas diferencias de poca importancia, por ejemplo:

i) En las alternativas "A" y "D" el producto interno bruto estimado fue arbitrariamente modificado (disminuido y aumentado, respectivamente) con respecto al de la proyección básica. Esto conduciría lógicamente a niveles más bajos o más elevados de consumo, pero no hay pruebas en el documento de trabajo respectivo de que ese menor o mayor consumo fue en realidad calculado mediante las fórmulas elaboradas por el consultor que figuran en la sección 4.3.4. Sin embargo, en el caso de la alternativa "D", algunos ajustes de aumento se efectuaron arbitrariamente.

ii) En el patrón "D", el total de la población fue revisado y aumentado para que reflejara la atracción de mejores condiciones económicas para emigrantes previos.

---

<sup>1/</sup> En la página 28 del documento de trabajo 49.

#### 4.4 La especificación de las redes para las corridas del modelo de transporte

##### 4.4.1 Tipos de proyectos de transporte analizados

El EIT-BOL analizó diversos tipos diferentes de proyectos que fueron tratados en forma separada. Los proyectos se pueden agrupar de la siguiente manera:

i) Proyectos de frontera. El modelo computarizado de transporte se utilizó únicamente para el análisis del tráfico interno. El uso de este modelo dio por resultado, por ejemplo, que no se asignara ningún tráfico en absoluto a los enlaces entre Ollagüe y el nodo interior más cercano. De este modo, el modelo no pudo proporcionar guía alguna acerca de la utilidad de los proyectos situados cerca de las fronteras nacionales. Los flujos en los enlaces que se refieren a estos proyectos se calcularon fuera del modelo de transporte. Este modelo se aplicó en forma manual, aunque la intención inicial era que fuese computarizado.

ii) Proyectos de desarrollo. En los proyectos analizados mediante el método de evaluación del excedente del productor no se pudieron utilizar únicamente los resultados del modelo de transporte puesto que están ubicados en regiones del país con muy poco tráfico durante el año base. Una proporción importante de los flujos sobre esos enlaces de transporte serían locales y no transporte interzonal y la mayoría se generaría por el desarrollo del cual forma parte el proyecto. De esta manera, las estimaciones a partir del modelo de transporte tuvieron que ser complementadas mediante estudios detallados de casos. Estos proyectos están en gran medida fuera del alcance del presente análisis.

iii) Proyectos de mejoramiento y rehabilitación de carreteras. Estos proyectos fueron analizados mediante el Modelo de Diseño y Mantenimiento de Carreteras (Highway Design Model) (HDM), aunque los flujos se calcularon con la ayuda del modelo de transporte. La rehabilitación del sistema ferroviario se evaluó de una manera comparable aunque no mecanizada. (La forma en que se aplicó el modelo de transporte implica que se emprenderán todos los proyectos esenciales de rehabilitación, porque los costos de operación de los vehículos utilizados por el modelo suponen que las carreteras quedan en condiciones aceptables.)

iv) Proyectos especiales. Al EIT-BOL le correspondió también evaluar determinados proyectos específicos que requerían un tratamiento adecuado a sus características. Entre tales proyectos se incluye la posibilidad de utilizar aeronaves para el transporte en la región de Beni y en otras regiones. Estos proyectos también se encuentran fuera del alcance del presente análisis.

/v) Proyectos

v) Proyectos de aviación civil. Estos proyectos fueron analizados con la ayuda de un modelo de transporte aéreo, diferente del modelo de transporte general. No se tratan en la presente monografía.

vi) Puentes. Se evaluaron proyectos de construcción de puentes por un método que es básicamente el del excedente del consumidor. Los beneficios fueron estimados mediante la determinación de los costos de las demoras debido a la intránsitabilidad del camino si no existiera un puente.

La presente monografía está dirigida especialmente a analizar los tipos de proyecto (ii) y (iii), pero se ocupa también del análisis de los proyectos i) y vi).

#### 4.4.2 Especificación de redes

Por razones de economía, el EIT-BOL trató de correr el modelo de transporte sólo dos veces para cada año horizonte. El objetivo era evaluar los distintos proyectos y no comparar otras posibles redes, cada una de las cuales puede contener un gran número de proyectos y así el consultor tuvo que prestar considerable atención a la tarea de seleccionar los proyectos que se incluirían en la red de prueba para cada año horizonte, de modo que se pudieran utilizar los flujos de tráfico estimados para los distintos proyectos a fin de proporcionar un insumo para su evaluación. Era particularmente importante evitar cuanto fuese posible la estimación de tráfico en cualquier proyecto "x" que constituyera el resultado no tanto de las características del proyecto "x" sino de las de algún otro proyecto "y" que compitiera con él o lo complementara. El consultor señaló que si se asignaba al proyecto "x" tráfico que era realmente dirigido a él por otro proyecto "y" que no era justificable, la influencia del proyecto "y" sobre el proyecto "x" debía extraerse antes de tratar de evaluar el proyecto "x". De este modo, trató de minimizar la necesidad de tener que comprometerse en la tarea a veces sumamente complicada de reasignar manualmente el tráfico incluyendo en la red de prueba analizada mediante el modelo de transporte sólo aquellos proyectos en que había una buena posibilidad de demostrar que se justificaban. 1/

Así, pues, el EIT-BOL elaboró un sistema de preselección de proyectos para su posible inclusión en las redes de prueba. El consultor reconoció el peligro de ser

---

1/ Ya que la red es relativamente sencilla, esta tarea de efectuar reasignaciones se pueden hacer por computador, aunque ello pueda ser costoso.

/excesivamente estricto

excesivamente estricto en lo referente a la interpretación de los resultados de los procedimientos de preselección ya que al actuar en esa forma se podían excluir proyectos cuya justificación era posible demostrar mediante el procedimiento de evaluación plena sin que tuvieran siquiera la oportunidad de avanzar lo suficiente en el proceso de selección para ser considerados mediante este procedimiento de evaluación.

El procedimiento de preselección se utilizó únicamente para los proyectos de carreteras. No era viable realmente evaluar otros proyectos mediante el mismo procedimiento normalizado y de cualquier manera algunos proyectos ferroviarios considerados para su inclusión en la red de prueba de 1989 tenían importancia para distintos grupos de intereses dentro del país, por lo que el consultor se consideró obligado a evaluarlos todos mediante el procedimiento de evaluación completa si tuviesen una posibilidad de mostrarse económicamente factibles. Los proyectos fluviales y de oleoductos eran completamente independientes de otros posibles proyectos o estaban relacionados con ellos de una manera simple que se podía manejar mediante el análisis manual. Por lo tanto, no era necesario aplicarles el procedimiento de preselección.

El procedimiento de preselección equivale a la estimación de la tasa de retorno para un solo año para cada posible condición mejorada de la carretera. Difiere al procedimiento de evaluación económica plena en varios aspectos, el más importante de los cuales, según el consultor, es que las estimaciones de tráfico se determinan mediante la extrapolación a partir de los datos de cuenta observados en vez de calcularse mediante el modelo de transporte. Aunque no se menciona en el texto del documento de trabajo pertinente, al parecer el procedimiento sería valioso por cuanto proporciona una comprobación de los resultados del procedimiento de evaluación económica plena.

El procedimiento de preselección se utilizó no sólo para determinar si un proyecto particular debía ser incluido en la red de prueba sino también la forma en que se lo debería incluir. Las posibles condiciones futuras de las carreteras varían desde simples mejoras de superficie hasta diferentes tipos de reconstrucción que implican realineación.

Tal como se aplicó al año horizonte 1989, el procedimiento de preselección sugirió que se incluyeran proyectos carreteros por un valor de 21.380 millones de pesos de 1977. Esta suma sobrepasaba en forma considerable la cantidad de que

/probablemente se

probablemente se dispondría entre 1981 y 1989 para invertir en las carreteras. (El total de fondos disponibles para inversión en proyectos de transporte se había calculado previamente mediante un análisis que examinó la tendencia pasada en la relación de la inversión en el sector de transporte con el producto interno bruto y la inversión total. 1/ Se hizo también una partición indicativa por modo, basándose en las tendencias pasadas, aunque el consultor reconoció que no se debería ser demasiado dogmático en la estimación de la probable partición modal de fondos de inversión dado que la partición óptima debería ser una recomendación del EIT-BOL).

De este modo, la lista de proyectos preseleccionados fue revisada especificando normas inferiores para muchos de los proyectos incluidos de manera arbitraria aunque habría sido posible abordar el problema desde el punto de vista de elevar la tasa más baja de retorno de 1989 aceptable para los proyectos preseleccionados. (El consultor no menciona esta última opción, tal vez más satisfactoria). Aun reducido en escala de esta manera, el costo total de los planes producidos mediante el procedimiento de preselección ascendió a una cantidad mayor que el presupuesto previsto para esos planes entre 1981 y 1989. El consultor no introdujo ninguna nueva reducción en la escala del programa, convenciéndose de que la suma estimada disponible para planes de carreteras no era inviolable y que deberían incluirse más proyectos en la red de prueba que los que se podían llevar a cabo con la suma prevista de que probablemente se dispondría para inversión a fin de asegurarse de que todos los proyectos posibles fuesen cabalmente evaluados.

El principal propósito del modelo de 1999 aplicado era permitir la estimación de beneficios de los proyectos en dos puntos diferentes en el tiempo de modo que pudiera determinarse la distribución a través del tiempo de estos beneficios. Era también necesario para evaluar más detenidamente los proyectos que no llenaran los requisitos para ser ejecutados para 1989. Se utilizó el patrón de desarrollo C para especificar los parámetros socioeconómicos para la aplicación de 1999 y no se llevaron a cabo análisis de sensibilidad con otros insumos de uso del suelo. Se tuvo la idea inicial de realizar tales análisis, pero la disponibilidad de tiempo no lo permitió al final. En la red de prueba de 1999 se incluyeron proyectos adicionales no relacionados con carreteras que no estuvieran incluidos en la red de 1989, esencialmente debido a que no hubo otros proyectos razonables que se presentaran. Tampoco hubo otros nuevos proyectos de carreteras que entrañaran nueva construcción en lugar del mejoramiento de un camino existente.

/Los planes

---

1/ Véase la sección 4.9.3.

Los planes de mejoramiento de carreteras que iban a incluirse fueron derivados por el mismo procedimiento de preselección que se utilizó para 1989. Sin embargo, en la aplicación de 1999 no hubo efectivamente ninguna limitación presupuestaria, debido a la combinación de una mayor suma pronosticada de fondos de inversión disponibles para el sector y cierta falta de proyectos adecuados. Por lo tanto, para 1999 el modelo de preselección se utilizó esencialmente para identificar las condiciones de las carreteras que se incluirían en la aplicación del modelo.

Como parte de la primera fase del mismo EIT-BOL, se especificaron cuatro redes para los análisis de años horizontes. Entre éstas se incluyeron la red comprometida de 1989, la red de prueba de 1989 y la red de prueba de 1999. Además, se especificó otra red, a la que se llamó la red de prueba de fletes de 1989. La necesidad de esta alternativa final surgió debido al principio adoptado por el EIT-BOL de utilizar fletes equivalentes a los costos marginales de las corridas de los modelos de años horizontes. La ENFE, la compañía estatal de ferrocarriles, basa sus fletes en un monto considerablemente mayor que los costos marginales a fin de sufragar en la mayor medida posible sus costos totales. Por lo tanto, se especificó una segunda red de prueba de 1989 que incorpora las tarifas ferroviarias fijadas a su nivel probable y no según su costo marginal. Luego, de concluidos los análisis de la primera fase propiamente tal, se hizo una aplicación con la demanda en 1989 a una red que contenía los proyectos recomendados, para confirmar los flujos de tráfico estimados por estos proyectos. Cabe hacer notar que no se aplicó el modelo combinando la demanda de 1977 con la red de prueba de 1989 ni la de 1999 con esa misma red. Así, habría sido imposible estimar los beneficios de los proyectos durante una serie de años por lo tanto habría sido imposible también determinar el valor presente neto por cada uno, si no se hubiese supuesto que los beneficios variarían en forma proporcional a los volúmenes de tráfico (o según otra función de tráfico). Ello habría sido bastante justo dado que no hubo, o más bien, se supuso que no habría congestión.

Desde el punto de vista del transporte de carga, las redes se especificaron de manera convencional. En cada una de ellas se incluyeron cuatro modos (de flete):

- i) Camiones, que no estaban limitados a desplazarse por rutas fijas.
- ii) Trenes de carga, que se supuso recorrían rutas fijas, especificadas en los cálculos de computación por la serie de enlaces que atraviesan.
- iii) Buques fluviales en los sistemas Orthon, Bení, e Ichilo-Mamoré

/iv) Ductos

iv) Ductos para petróleo, gas natural productos derivados del petróleo. 1/

Los enlaces en cada una de las diversas subredes modales fueron especificados de manera convencional con un gran número de descriptores suplementarios para indicar la característica física del enlace y el carácter de su medio ambiente. Estos se utilizaron en la estimación de costos por enlace y, por lo tanto, en la estimación de los árboles (trayectorias de costo a través de la red).

#### 4.4.3 La estimación de las trayectorias

Los fletes de camionaje por kilómetro viajado varían apreciablemente en Bolivia, lo que depende no sólo de si la carretera está o no está pavimentada sino también de la índole del terreno y de la ubicación del enlace dentro del país (porque los costos unitarios de los insumos del transporte por carretera varían notablemente dentro del país según la accesibilidad y las escalas de salario, que son más altas en Santa Cruz y en Pando que en otros lugares). Con el motivo de emplear las tarifas de camionaje en la calibración del modelo de transporte, el EIT-BOL efectuó un análisis relativamente exhaustivo de dichas tarifas y se concluyó que éstas variaban según si el movimiento era i) interdepartamental, ii) interprovincial en el caso de productos agropecuarios o iii) interprovincial respecto de otros productos. La conversión de los parámetros de enlace físico en términos de costos se hizo por separado para cada una de estas tres categorías. Las tarifas se calcularon de la manera más desagregada para la segunda categoría, es decir, el movimiento interprovincial de productos agropecuarios, mediante una fórmula que comprendía un término constante y una relación lineal con la distancia recorrida, con coeficientes separados que regían la variación en materia de distancias según si el camino estaba o no estaba pavimentado y si el enlace estaba ubicado en un terreno plano, ondulante o montañoso. Finalmente, la tasa estimada calculada en esta forma fue multiplicada por un factor que indicaba en cual de las seis regiones tenía lugar el movimiento primordialmente para representar las escalas regionales de salarios y las variaciones en los costos de otros insumos.2/ Cabe señalar que en las aplicaciones de 1989 y 1999, en lugar de los fletes, se emplearon los costos económicos del transporte camionero.

---

1 El gas natural, necesariamente transportado en ductos, no se analizó. No se evaluó en el modelo tampoco el transporte de petróleo crudo cuya producción se espera que caiga y que es poco susceptible a la competencia intermodal en Bolivia. Solamente en el caso de los productos derivados del petróleo puede haber competencia con otros modos y así sólo este transporte fue sujeto a modelaje,

2/ Nótese que en las tarifas de camionaje no se tiene en cuenta de ninguna manera explícita el factor de almacenamiento del producto de que se trata, que se especifica por peso en toneladas. /Los fletes



Los fletes ferroviarios se especificaron en una u otro de las dos formas para cada movimiento de estación a estación respecto de seis grupos de productos, que fueron definidos según el tipo de vagón ferroviario utilizado. Una forma fue mediante referencia a las tarifas efectivas (disponibles en cinta de computadora) que fueron cargadas por la ENFE en un período reciente mientras que la otra, que se utilizó para estimar la tasa correspondiente a movimientos no abarcados por los datos observados recibidos de la ENFE, suponía la estimación de la tarifa mediante una ecuación simple de regresión lineal calibrada a partir de los datos observados. Es interesante observar que el consultor podría haber calculado las tarifas tabulada directamente empleando los libros de tarifas de la ENFE, proceso que se podría haber computadorizado muy fácilmente. Sin embargo esta opción no se adoptó porque se reconoció que una gran parte del tráfico ferroviario paga tarifas específicas diferentes de las tabuladas.

El consultor calculó también los fletes del transporte fluvial y los costos de ductos.

Las etapas ulteriores de la labor de modelamiento, notablemente la partición modal y las asignaciones, requerían la estimación de costos por cada modo viable entre el par de origen y de destino, ofreciera o no ofreciera el modo respectivo la trayectoria más barata a través de la red. El principio básico utilizado para calcular las trayectorias consistió en estimar la ruta que da por resultado el tiempo más breve, aun cuando el costo para el usuario a lo largo de la trayectoria con el tiempo más breve no fuera necesariamente el menor para el modo de que se trataba. Se calcularon cuatro conjuntos de trayectorias para el año base para su uso en el ejercicio de calibración (se calcularon conjuntos equivalentes para los análisis de años horizontes). Estos conjuntos de trayectorias fueron los siguientes:

i) Trayectorias ferroviarias favorecidas. A fin de asignar al ferrocarril todos aquellos movimientos en que podía resultar viable utilizar el ferrocarril, todos los tiempos de tránsito ferroviario fueron divididos por un factor de cuatro, factor que fue determinado sobre la base de lo que parecía ser razonable.

ii) Trayectorias por carretera y río, que fueron derivadas excluyendo el movimiento ferroviario.

iii) Trayectorias por ducto y ferrocarril, que fueron estimadas combinando las trayectorias ferroviarias favorecidas con la opción del ducto.

iv) Trayectorias por ducto y carretera, que fueron estimadas excluyendo la opción del ferrocarril.

/Descartando los

Descartando los dos últimos conjuntos, que sólo se refieren a los productos derivados del petróleo, las trayectorias del tipo i) determinaban los costos por vía férrea y las del tipo ii) los costos por carretera, para el análisis de partición modal. Los costos fueron estimados examinando someramente las trayectorias de tiempo mínimo.

#### 4.5 El modelo de distribución de la carga

##### 4.5.1 Introducción

La distribución de los flujos de carga en el EIT-BOL se realizó de manera un poco distinta que en estudios análogos realizados en el Cono Sur. Los procedimientos utilizados fueron prácticos e interesantes si bien no representan por lo general un pensamiento acorde con los últimos adelantos de la técnica. Por ejemplo, los costos utilizados para el proceso de distribución no están funcionalmente vinculados con los utilizados en la partición modal, y la distribución se llevó a cabo antes de la partición modal e independientemente de ella. Esta concentración en consideraciones prácticas más bien que conceptuales se repite a intervalos en todos los análisis del EIT-BOL, como se señala en la presente monografía. No significa necesariamente ninguna insuficiencia de la metodología adoptada.

##### 4.5.2 La selección de tipos de modelo

En total, el EIT-BOL utilizó tres principios separados para la distribución de los flujos de carga y el modelo particular utilizado para cada agrupación de productos se decidió sobre la base de lo que parecía ser razonable para el producto de que se trataba utilizando un juicio subjetivo en vez de una norma formal de decisión. Las tres alternativas abarcan distintos grados de dependencia de la distribución respecto del costo del transporte. Son las siguientes:

i) Minimización del costo de transporte, es decir, máxima dependencia de la distribución respecto del costo del transporte.

ii) Distribución proporcional, es decir, ninguna dependencia respecto del costo del transporte.

iii) Un modelo gravitacional, es decir, dependencia intermedia respecto del costo del transporte.

La definición de costo utilizada en cada caso, para el año base, fue el costo efectivo del flete para el usuario, es decir, el flete pagado, suponiendo que se utiliza un transportista público, que es lo normal en Bolivia. Para los años hori-

/zontes, la

zontes, la distribución se basó en costos económicos variables. 1/

Cabe señalar también que, respecto del transporte en camiones, la distribución estimada fue revisada mediante la aplicación de un modelo de generación de viajes que utiliza el costo del transporte zona a zona como determinante del monto de generación, como se explica en la sección 4.5.3.

El principio de distribución mediante la minimización del costo de transporte se utilizó para más de la mitad de las 37 agrupaciones de productos. El algoritmo exacto que utilizó el consultor no se describe en el documento de trabajo pertinente, pero probablemente utilizó un programa lineal en que la función objetiva era el costo del transporte total, que había de ser minimizado. Las ecuaciones de restricción habrían asegurado que la suma de los flujos procedentes de cada zona igualaran la producción predeterminada para la zona respectiva y que los flujos totales hacia cada zona se ajustaran al consumo zonal estimado previamente. Esta alternativa se utilizó para aquellas agrupaciones de productos que incluían sólo una mercadería o una selección de diferentes productos en que cada uno constituía un sustituto muy aproximado de los demás. En tales casos, la preferencia de los consumidores impondr generalmente que el producto no proviniera de un lugar más apartado que la zona de producción más próxima (desde el punto de vista del costo del transporte).

La segunda alternativa fue utilizada únicamente para una agrupación de productos, es decir, vehículos y equipo de transporte. Implícitamente, se consideró que las elasticidades de demanda con respecto al costo, tanto elasticidades directas como cruzadas, eran nulas respecto de la gama pertinente para cada producto separado incluido dentro de la agrupación. La producción de cada zona productora de mercaderías en esta agrupación fue distribuida proporcionalmente a cada zona de consumo en relación con el consumo de la misma, sin referirse en absoluto a los costos de transporte en la distribución.

El tercer método utilizado fue un modelo gravitacional. Este modelo se utilizó para las agrupaciones de productos que comprenden varios artículos relativamente, pero no completamente, homogéneos, tales como la fruta, otros productos químicos y la

---

1/ Véase la sección 4.4.2. Para 1989 el modelo de transporte se aplicó con tasas fijadas de acuerdo con los principios corrientes de determinación de tarifas.

maquinaria. Los productos de una fuente serían sustitutos de productos de otras fuentes hasta cierto punto, pero todavía habría alguna preferencia de los consumidores por la opción más cara, por ejemplo, peras en lugar de las manzanas más baratas. El modelo gravitacional utilizado estaba restringido en un solo punto, al extremo de la producción (production constrained) y de este modo no garantizaría que el consumo total preestablecido de cualquier producto de cualquier zona sería satisfecho en realidad por los productos que fluyeran hacia ella desde todas las zonas productoras. La función de disuasión utilizada en él es empírica, es decir, no restringida para amoldarse a una función matemática en particular.

El consultor calibró el modelo gravitacional pero no los demás modelos de distribución ya que sostuvo que con las otras alternativas no había ningún parámetro que pudiera haberse ajustado en el procedimiento de calibración. Sin embargo, es probable que la peculiar forma del modelo utilizado para una agrupación particular de productos era en realidad el más apropiado para su utilización comparando la matriz generada por él con la matriz determinada a partir de la encuesta de usuarios de las carreteras, y las estadísticas de tráfico de la ENFE. La calibración del modelo gravitacional entrañaba la comparación entre la distribución sintetizada de la duración de viaje con la distribución establecida al combinar la información sobre movimientos ferroviarios (obtenida de la ENFE) con la de la encuesta de usuarios de las carreteras. Se tomó en consideración una notificación incompleta de los viajes intrazonales en la encuesta de usuarios de las carreteras. 1/ Se puso término al procedimiento de calibración comparando los flujos observados y sintetizados a través de líneas de conteo (screen lines).

Los principios generales descritos anteriormente fueron modificados para unas pocas agrupaciones de productos que presentaban características especiales. Por ejemplo, en los casos del azúcar y del cemento, en el modelamiento se reconocieron separadamente los movimientos entre el productor y el centro de distribución y luego desde este último hasta el consumidor. El primer tramo fue modelado según aquella de las tres alternativas que se consideró que era la más apropiada mientras que la última sección del movimiento aparentemente fue modelada empleando la segunda alternativa. Se estableció que la producción del centro de distribución equivalía

---

1/ La forma en que esto se hizo no se describe plenamente en el documento de trabajo pertinente, aunque el número total de viajes intrazonales fue determinado estudiando la relación entre la producción zonal y el consumo zonal de cada producto

al consumo en la zona a la que prestaba servicios. Un procedimiento análogo se utilizó para los productos derivados del petróleo que son transportados por ductos durante la mayor parte de su viaje. En cuanto a la distribución de productos alimenticios desde las ciudades a las zonas que las rodean estos productos fueron tratados como una agrupación separada aunque comprendieran varios productos diferentes y hubieran sido tratados como tales para la simulación del movimiento desde las zonas productoras al punto de distribución de la ciudad.

#### 4.5.3 Modificación de matrices camioneras a causa de viajes generados.

El tráfico camionero generado se calculó después de aplicarse el modelo de partición modal, pero puede describirse en el presente documento. La fórmula básica es la siguiente:

$$G_{ijs} = N_{ijs} \left( \frac{C_{ijs}}{T_{ijs}} - 1 \right)$$

en que  $G_{ijs}$  = Tráfico generado entre las zonas  $i$  y  $j$  para el tipo de camión  $s$ .

$N_{ijs}$  = Tráfico normal entre las zonas  $i$  y  $j$  para el tipo de camión  $s$ .

$C_{ijs}$  = Costo del transporte entre las zonas  $i$  y  $j$  por tipo de camión  $s$  en la red comprometida

$T_{ijs}$  = Costo del transporte entre las zonas  $i$  y  $j$  por tipo de camión  $s$  en la red de prueba.

En la forma en que se expresa la ecuación en el presente documento (y se expresa en el correspondiente documento de trabajo del EIT-BOL) no hay ningún parámetro de calibración. Sin embargo, una forma más general de la ecuación es la siguiente:

$$G_{ijs} + N_{ijs} = N_{ijs} \left( \frac{C_{ijs}}{T_{ijs}} \right)^k$$

y se podría haber emprendido un ejercicio de calibración para calcular el valor más apropiado de  $k$ . En el modelo,  $k = -1$

Parecería que el consultor no calibró esta ecuación y que, por lo tanto, no reflejaría necesariamente el comportamiento real, pero cualquier error puede haber tenido una importancia comparativamente pequeña dado que los volúmenes totales de tráfico generado calculados en esta forma fueron relativamente pequeños.

#### 4.6 La partición modal de los movimientos de carga

##### 4.6.1 Introducción

El modelo de partición modal del EIT-BOL fue bastante independiente del modelo de distribución; los árboles de costo utilizados en él no fueron reingresados en el modelo de distribución, e incluso utilizó una definición diferente de los costos.

/El modelo

El modelo de partición modal es simple y práctico. Como ha ocurrido en otras partes del Cono Sur, el consultor experimentó considerables dificultades para calibrarlo y sería justo señalar que no se logró una calibración satisfactoria.

El modelo se aplicó sólo a un subconjunto de agrupaciones de productos, es decir, a los que tienen una opción de modelo viable. Entre las agrupaciones de productos excluidas estaban los productos derivados del petróleo transportados únicamente por oleoductos, la distribución de gas envasado que sólo se realiza por carretera y el tramo entre el centro de distribución y el consumidor de los movimientos de azúcar y cemento, que también se realiza únicamente por carretera. Al parecer, el consultor trató inicialmente de aplicar el modelo de partición modal sólo a las decisiones entre la carretera y el ferrocarril, ya que otras alternativas podían entregarse satisfactoriamente a modelos menos formales, pero, como se explica más adelante, llegó a utilizarse también para simular la elección entre tres modos de transporte (río, carretera y ferrocarril), aunque no estaba concebido para manejar más que el caso de dos modos.

#### 4.6.2 Especificación y calibración del modelo

El modelo es de la categoría de curva de desviación especificada en términos de relaciones, más bien que diferencias. La forma de la relación de costos es la siguiente:

$$X = \frac{C}{R + O + D + E + F}$$

en la que:

- X = Proporción del flujo de un producto específico entre un par de zonas en que se estima necesario utilizar ferrocarril.
- C = Costo del viaje por carretera de zona a zona.
- R = Costo del viaje por ferrocarril de zona a zona o sea entre las estaciones representativas de las respectivas zonas.
- O = Costo del viaje por carretera a la estación ferroviaria terminal en el punto de origen.
- D = Costo del viaje por carretera desde la estación terminal ferroviaria en el punto de destino.
- E = Costo del exceso de tiempo, que se define más adelante
- F = Factor aplicado a las curvas de promedio para dar las curvas específicas de los productos.

/Para la

Para la tentativa de calibración, los costos utilizados fueron las tarifas correspondientes. El costo de exceso de tiempo, es decir "E", es el costo de la demora producida en las estaciones de clasificación ("patios"), etc., durante el viaje por ferrocarril valorado según referencia al valor unitario del producto que se transporta y un costo de oportunidad del capital del 12% anual. Nótese que se refiere únicamente a los atrasos producidos en el movimiento ferroviario por sobre los tiempos de tránsito que se codificarían en la red. Se llegó a determinar que el tiempo de viaje codificado es igual en general por carretera y por ferrocarril, por lo que se consideró que no había necesidad de incluir el tiempo de viaje codificado en la formulación del modelo de partición modal. Se determinaron los puntos probables de demora examinando los árboles y aplicando un atraso de un día para cada punto así identificado.

Los valores asignados a los parámetros "O" y "D" en la fórmula fueron calculados suponiendo que se trataba de un viaje por carretera de 10 kilómetros en cada caso, ya que la ENFE informó que estos movimientos eran cortos. <sup>1/</sup> Al parecer, no se reconoció explícitamente ningún costo de transbordo, aunque la mayor parte de esos costos serían sufragados por el flete camionero ya considerado.

Al principio, se realizaron tentativas de calibrar el modelo separadamente para cada agrupación de productos, pero ello resultó imposible y no se detectó ningún ajuste satisfactorio. De este modo, las agrupaciones de productos fueron agregadas en dos macroagrupaciones, a saber productos agropecuarios y otros productos y el modelo fue calibrado para cada una de ellas, produciendo resultados que satisficieron al consultor.

Sin embargo, el EIT-BOL trató de especificar por separado la forma de la relación de partición modal para cada agrupación de productos y no sólo para los dos macrogrupos de productos. De este modo, se derivó para cada agrupación de productos un conjunto de factores, descritos como factores de "calidad relativa de servicios percibida por el usuario". El factor para cada agrupación de productos fue determinado de modo que diera por resultado el mejor ajuste a los datos del año base. El valor del factor es positivo si se tiende menos a que la mercadería utilice

---

<sup>1/</sup> Cabe mencionar que el modelo de partición modal se calibró utilizando solamente datos sobre movimientos, de los cuales tanto la zona de origen como la de destino poseían un terminal ferroviario. Una vez calibrado, fue aplicado a todos los movimientos, incluyéndose en el costo ferroviario el costo del traslado camionero interzonal hacia y desde el terminal de origen o destino, cuando fue necesario.

el ferrocarril que el promedio correspondiente a la macroagrupación de la que forma parte (y viceversa). Tal como se utilizó, el factor de "calidad relativa de servicios percibida por el usuario" era aditivo más bien que multiplicativo. Su valor fluctuó entre -370 (hierro y acero) y 1 000 (frutas). Por lo visto, estos factores pueden tener repercusiones muy significativas en la relación de costos calculada. Por ejemplo, en el caso de un movimiento de más de 400 kilómetros los costos carreteros y ferroviarios pueden ser, cada uno, del orden de magnitud de 300 a 400. Es evidente que si se agrega a los costos ferroviarios, el denominador de la fórmula, un factor que fluctúa entre - 370 y 1 000, su efecto en la relación de costos es muy importante.

#### 4.6.3 Extensión al transporte fluvial

Cabe agregar que el consultor consideró más tarde que era necesario sintetizar futuras particiones modales que abarcaran el transporte fluvial para aquellas redes de prueba que incluían proyectos carreteros y ferroviarios propuestos en zonas en que el transporte fluvial mantiene actualmente un monopolio, en particular en el Beni. Se presentó una dificultad con la inclusión de nuevas conexiones carreteras y ferroviarias en esta zona en que ahora se utiliza exclusivamente el transporte fluvial, con lo que se necesitaba una partición entre tres modos de transporte. Dado que el modelo elaborado por el consultor explícitamente bimodal, tuvo que aplicarse un poco fuera de contexto. Los flujos fueron divididos subjetivamente en aquéllos en que el río competiría principalmente con la carretera y aquéllos en que el ferrocarril sería el principal competidor. Las curvas de desviación calibradas para la partición entre la carretera y el ferrocarril fueron entonces aplicadas a la partición entre río y carretera y entre río y ferrocarril, sin modificación. En el documento de trabajo pertinente 1/ no se aclaran algunos detalles importantes sobre cómo se realizó esto; por ejemplo si el factor de "calidad relativa de servicios percibida por el usuario" derivado para la partición entre carretera y ferrocarril se utilizó también en la división del tráfico entre el río y el ferrocarril, y en caso de haber sido así, en qué forma se aplicó.

---

1/ Documento de trabajo N° 54, Predicciones de flujos para las redes comprometida y de prueba de 1989. Es posible que la versión original en inglés sea más clara.



#### 4.7 La asignación de flujos de carga

##### 4.7.1 Introducción

El EIT-BOL se fijó una meta relativamente ambiciosa respecto del modelo de asignación de flete por carretera. 1/ El producto requerido era la estimación de flujos de camiones vacíos y cargados según tres categorías de tamaños. El ejercicio se llevó a cabo de una manera práctica que carece de cualidades en materia de refinamiento conceptual y simulación del comportamiento, pero que presenta ciertos atractivos. En su preparación, el consultor hizo uso de la experiencia adquirida en un estudio realizado previamente en el Africa septentrional.

##### 4.7.2 Asignación de flujos de camiones cargados

Se utilizaron para la asignación trayectorias de tiempo mínimo "todo o nada", las mismas para cada tipo de vehículo. El modelo de asignación tiene esencialmente dos componentes: el submodelo de camiones cargados y el submodelo de camiones vacíos. En primer lugar, describimos el submodelo de camiones cargados.

El consultor estimó el flujo de camiones cargados entre cada par de zonas según el tamaño de los vehículos y el tipo de los productos. Procedió de la siguiente manera. A partir de las entrevistas a los usuarios de las carreteras, se calibraron curvas de datos relativas al número de: a) camiones grandes, b) camiones medianos y c) camiones pequeños "necesarios" (ésta es la palabra utilizada por el documento de trabajo; al parecer, "utilizados" sería más apropiado) para transportar 10 toneladas en viajes de diferentes duraciones. Estas curvas fueron preparadas para todos los productos combinados ya que las entrevistas a los usuarios de las carreteras no proporcionaron suficiente información de insumo para que el ejercicio se llevara a cabo a nivel de las distintas agrupaciones de productos.

A fin de permitir un tratamiento diferencial de cada agrupación de productos, se utilizaron los mismos datos de entrevistas a los usuarios de las carreteras para desarrollar factores ("factores de productos") para cada agrupación. Estos factores ajustan el número de camiones estimados por las curvas de todos los productos a los que se aplican a cada agrupación separada de productos. Estos "factores de productos" recuerdan los factores de "calidad relativa de servicios percibida por el usuario" del análisis de partición modal. Al parecer, se consideró que los datos de entrevistas a los usuarios de las carreteras eran adecuados para esta tarea, aun cuando

---

1/ Se supuso que el flete ferroviario se desplazaba sobre rutas fijas y sólo se consideró un tipo de tren.

/no permitían

no permitían que las curvas fuesen estimadas por agrupaciones de productos. Estos factores de productos eran necesarios ya que:

i) algunos productos rara vez se despachan en pequeñas cantidades y de este modo rara vez utilizan camiones pequeños;

ii) algunos productos se despachan "en pequeños envíos en que la carga del camión es determinada por el volumen y no por el peso", es decir, reconociendo que el factor almacenamiento influye en el número de camiones necesarios.

En el documento de trabajo figura el resultado de este ejercicio mediante un cuadro en que se comparan los movimientos observados de camiones con los movimientos sintetizados de camiones según el tamaño de los camiones y la duración del viaje, para todas las estaciones de entrevista. Por lo general los flujos sintetizados son muy parecidos a los observados, lo que tal vez no sea sorprendente si se considera que se utilizaron como insumo los "factores de productos", que tienen alguna relación con las variables ficticias ("dummy") en el análisis de regresión. Se desconoce si el ajuste fue bueno en las distintas estaciones o respecto de los distintos movimientos desde el punto de origen al de destino.

#### 4.7.3 Estimación de los flujos de camiones vacíos

El modelo de camiones vacíos fue aplicado separadamente a cada tamaño de camión. Se puede describir en dos etapas. En primer lugar, está la estimación de los movimientos "excesivos" de camiones vacíos, que es con mucho el proceso más complicado. A continuación está la estimación de otros movimientos de camiones vacíos. Los movimientos "excesivos" de camiones vacíos son los que están por sobre los viajes necesarios para equilibrar la dirección de los flujos entre cada punto de origen y de destino.

Se utilizó una ecuación estimada por regresión para calcular los movimientos "excesivos" de camiones vacíos. La forma de esta ecuación de regresión es la siguiente:

$$E_{AB} = p \left( \frac{F_{AB} \times F_{BA}}{T_{AB}} \right) q$$

en la que  $E_{AB}$  = Número de movimientos "excesivos" de camiones vacíos desde la zona A a la zona B de un tamaño particular de camiones.

$F_{AB}$  = Número de movimientos de camiones cargados desde A a B de ese tamaño de camiones.

$T_{AB}$  = Tiempo de viaje desde A hasta B. (Esto es lo mismo que  $T_{BA}$ ).

p, q, r son constantes determinadas en la estimación de la ecuación.

/En el

En el caso de los camiones grandes, por ejemplo, los valores estimados fueron 11, 16; 0,4711 y 0,4844, respectivamente.

El efecto de utilizar esta ecuación es asignar más movimientos excesivos de camiones vacíos mientras más alto sea el número de camiones llenos que van de A a B o de B a A y mientras más bajo sea el tiempo total de viaje entre las dos zonas.

Como ya se mencionó, el EIT-BOL entiende por movimientos excesivos de camiones vacíos aquellos que no son necesarios simplemente para asegurarse de que el flujo desde A hasta B sea el mismo que el de B a A. Después de haber utilizado la ecuación para calcular  $E_{AB}$ , y suponiendo que  $F_{AB}$  sea mayor que  $F_{BA}$ , el número de camiones vacíos que va desde A hasta B es simplemente  $E_{AB}$ . El número de camiones vacíos en la dirección inversa se calcula por simple aritmética como  $F_{AB} - F_{BA} + E_{BA}$ .

Este método, aunque tal vez no basado firmemente en premisas de simulación de los procesos que determinan el comportamiento, proporciona una manera muy original de abordar un problema que con frecuencia no se aborda en absoluto. Tal vez valga la pena ilustrar mediante un ejemplo simple en qué forma funcionaría este método. Imaginemos que 50 camiones llenos (grandes) van de A a B y que 40 se desplazan en dirección opuesta. El tiempo de viaje es de 900 minutos. Utilizando estas cifras,  $E_{AB}$  llega a 14,85, que es el número de camiones vacíos que van de A a B. El número de camiones vacíos que van de B a A es dado por 50 menos 40 más 14,85, es decir 24,

Esta fórmula no podría utilizarse para viajes intrazonales ya que no se definió el tiempo de viaje para estos viajes. De este modo, se utilizó en su lugar la siguiente fórmula:  $E_A = sF_A^t$

en la que "s" y "t" son constantes que hay que determinar y  $E_A$  y  $F_A$  son los equivalentes de  $E_{AB}$  y  $F_{AB}$  en la ecuación interzonal.

#### 4.8 La evaluación de proyectos

##### 4.8.1 Introducción

El EIT-BOL utilizó varios métodos diferentes de evaluación de proyectos y el método variaba según el carácter del proyecto. Para los proyectos carreteros y ferroviarios se pueden distinguir tres tipos básicos de principios de evaluación, además del procedimiento de preselección descrito en la sección 4.4.2 de la presente monografía. 1/ Son los siguientes:

---

1/ Este procedimiento de preselección es esencialmente una forma abreviada de la evaluación del excedente del consumidor.

/i) Excedente

- i) Excedente del consumidor
- ii) Excedente del productor
- iii) Modelo de las normas de diseño y mantenimiento de carreteras.

En la práctica algunos proyectos fueron efectivamente analizados mediante una combinación de métodos.

El método del excedente del consumidor fue utilizado para valorar proyectos en partes relativamente desarrolladas del país sobre las cuales se consideraron algunas pocas variaciones en normas de diseño. Por ejemplo, se propuso la sección desde Santa Bárbara hasta Bellavista de la carretera entre La Paz y Trinidad para unas alternativas de mejoramiento, en cuanto a reconstrucción y pavimentación, mientras que en el caso de la sección comprendida entre San Borja y San Ignacio de Moxos y la sección desde allí hasta Trinidad la única alternativa evaluada fue la transformación de tierra a grava y el mejoramiento de los puentes. En muchos casos, donde el tráfico desviado y generado carecía de importancia, el método se reduce a la estimación de economías de costos para el tráfico existente y su crecimiento natural.

El método del excedente del productor fue aplicado a proyectos de carreteras en regiones poco desarrolladas del país, principalmente carreteras de penetración y caminos vecinales. En general dio por resultado que se estimaran beneficios bastante altos en comparación con los estimados por los otros métodos de evaluación, y mediante su aplicación habría sido posible justificar proyectos de esta naturaleza en gran escala. Sin embargo, el consultor consideró que el método del modo en que se aplicó tendió a sobreestimar los beneficios, por dos razones:

i) Supone que la producción fomentada por la mejora en la accesibilidad podría venderse a precios determinados. Sin embargo, muchas veces esta suposición tiene validez limitada porque el tamaño de los mercados locales con frecuencia podría ser restringido y los costos de transporte para llevar la producción a otros mercados, especialmente los extranjeros, podrían resultar prohibitivos.

ii) Las partes menos desarrolladas del país son poco pobladas. La mano de obra necesaria tendría que trasladarse desde las zonas más desarrolladas del país. Aunque la política del gobierno sea fomentar tales migraciones, éstas son difíciles llevar a cabo en escala suficiente dadas las atracciones bastante escasas para la vida humana moderna que existen en las regiones poco desarrolladas. En algunas partes de Bolivia ha habido inmigración de otros países pero el Gobierno obviamente no desea confiar en mano de obra extranjera para desarrollar las zonas más atrasadas del país.

/Por estas

Por estas dos razones el consultor decidió no confiar completamente en el sistema de evaluación mediante el método del excedente del productor. Los resultados de estas evaluaciones siguieron siendo usados en la determinación de los beneficios de las carreteras de penetración y caminos vecinales pero fueron incorporados en un esquema más general que se basa en la estimación de un puntaje para cada proyecto. Se asignó un puntaje para estimar el desempeño probable del proyecto de diversos puntos de vista. Se asignó una ponderación a cada punto de vista y de esta manera se calculó un puntaje general para cada proyecto.

Finalmente, se empleó el modelo de normas de diseño y de mantenimiento de carreteras (modelo HDM). Este modelo básicamente se basa en el principio de evaluación del excedente del consumidor, pero funciona en una escala muy detallada. Simula el desempeño de una carretera y de su tráfico, dadas las condiciones de la carretera, las condiciones ambientales, los volúmenes y los tipos de tráfico, así como las políticas de conservación y construcción de carreteras y los parámetros de costo pertinentes. Además estima como resultado el costo total del mantenimiento y conservación de la carretera y de operación de los vehículos. Al aplicarse el modelo suponiendo diferentes políticas, por ejemplo, se pueden comparar económicamente las diversas políticas entre sí.

El modelo de transporte proporcionó insumos a todos los tipos de evaluación y fue especialmente importante en los tipos i) y iii). Sin embargo, en algunos casos sus resultados habrían tenido que ser modificados ya que el objetivo del EIT-BOL era evaluar los proyectos en forma aislada y el modelo de transporte combinaba muchos proyectos en una red. De esta manera, el flujo asignado a cualquier proyecto por lo general habría sido no sólo una función de las características de este proyecto sino también de la calidad de otros proyectos. Así, pues, el equipo de estudio tuvo que dedicarse a la tarea a menudo sumamente compleja de reasignar los viajes manualmente (o sustituir métodos computarizados). En algunos casos esto es sumamente laborioso (y completamente poco práctico) para hacerlo a mano con el poder limitado del cerebro humano, pero en Bolivia la simplicidad de la red habría hecho la tarea menos compleja que en otros estudios.

El informe del estudio es a veces poco claro en lo que se refiere a la forma en que se llevaron a cabo las reasignaciones manuales. Cabe señalar que las evaluaciones fueron llevadas a cabo sobre la base de aplicaciones del modelo de transporte con los costos ferroviarios fijados en valores marginales, lo que suele dar por resultado, una reducción en comparación con las tarifas cobradas por la ENFE

/durante el

durante el período del EIT-BOL.

Cabe subrayar que el modelo de transporte representa solamente el tráfico interno. Los flujos de comercio exterior y de tránsito a través de Bolivia fueron estimados y asignados por modo y tramo de manera independiente, lo que el informe del EIT-BOL no describe bien. Luego fueron agregados a los flujos estimados por el modelo de transporte cuando se juzgó necesario.

Sin embargo, es evidente que la evaluación fue formulada esencialmente en términos de eficiencia económica y no se asignó ponderación directa a los asuntos sociales, de distribución, políticos o estratégicos en los cálculos, aunque a veces en el informe se hacen observaciones sobre estos aspectos.

#### 4.8.2 Evaluación de proyectos mediante la metodología del excedente del consumidor

Cuando los costos de transporte en el caso "con proyecto" serían mucho menores que los costos de transporte en el caso "sin proyecto", el método del excedente del consumidor fue sustituido por el método del excedente del productor, o los dos métodos se utilizaron conjuntamente. La fórmula básica utilizada para la estimación de beneficios por el método del excedente del consumidor fue la convencional en virtud de la cual se asignó al tráfico que se produciría - se introdujeran o no las mejoras - un beneficio del total de la diferencia en costo de transporte entre los casos "sin proyecto" y los casos "con proyecto", mientras que al tráfico que fluye sólo en este último caso (o sea el tráfico generado o diversificado) se asignó la mitad de la diferencia en costo como beneficio. Las evaluaciones no distinguían entre los costos económicos, financieros y percibidos del transporte, los costos utilizados siendo los económicos, lo que es conceptualmente erróneo aunque probablemente sea aceptable en la práctica.

Los flujos de tráfico de 1989 en el caso "sin proyecto" fueron tomados directamente de los resultados de la corrida del modelo de transporte para la red comprometida con la demanda de viajes de 1989. Esta red contiene únicamente los proyectos que ya existen y los que es prácticamente seguro que se ejecutarán. En algunos casos, fue posible tomar las estimaciones de flujos en el caso "con proyecto" directamente de los resultados de la asignación del modelo de transporte a la red que incluía todos los proyectos considerados, pero en otros casos ello no fue posible debido, por ejemplo, a que el proyecto que se evaluaba podía ser afectado por otro proyecto considerado injustificable pero que era incluido en la red que desvía el tráfico hacia o desde él, sin que éste tráfico hubiera sido desviado como resultado de las características del proyecto mismo que se consideraba

/Dado que

Dado que los proyectos habían de ser evaluados en forma aislada y en el análisis de las redes se consideraban redes enteras más bien que proyectos aislados, en casos como éste era necesario el empleo de submodelos de reasignación, lo que se hizo manualmente en la mayoría de los casos.

El procedimiento de submodelamiento era análogo al del modelo de transporte, salvo que no se intentaba ninguna redistribución ni repartición modal. Asimismo, según el documento de trabajo pertinente, el tráfico generado fue calculado para todos los tipos de tráfico y no sólo para el tráfico de camiones. 1/ (Véase la sección 4.5.3). Al comienzo, había pretendido evaluar los proyectos según patrones de uso del suelo en 1999 distintos del patrón "C", el caso básico, como exámenes de sensibilidad; sin embargo, ello no se hizo por falta de tiempo y otros recursos.

El procedimiento de preselección de proyectos descrito en la sección 4.4.2 de esta monografía también se basó en el principio de evaluación del excedente del consumidor. Se usó el procedimiento al principio para estimar una tasa de retorno en cada proyecto para el año 1989.

Si ésta era alta el proyecto sería evaluado en detalle e incluido en el programa de inversiones 1981-1989 y su construcción sería asignada a un año, o grupo de años, en función de la estimación de la fecha óptima de comienzo de las operaciones, es decir, el primer año en que la tasa de retorno del año único excediera la tasa de descuento. El año óptimo se refiere a la situación en que hay disponibilidad ilimitada de fondos para inversión dada a la tasa de interés que rija. Luego, se estimó la asignación de proyectos a ciertos años considerándose que la cantidad de fondos para inversión no sería ilimitada a través de un procedimiento de asignación presupuestaria. Este procedimiento, al que se alude en la sección 4.9.3 de esta monografía, asigna proyectos a ciertos años para que el valor presente neto de todos los proyectos sea maximizado según las restricciones presupuestarias. Otros proyectos fueron rechazados inmediatamente, a saber aquéllos con tasas muy bajas de retorno para 1989. Otros fueron rechazados para 1989, pero analizados respecto de 1999.

Para cada proyecto se calculó una tasa interna de retorno y un valor presente neto a una tasa de descuento del 12% anual, muchas veces considerando años alternativos de inauguración (para proveer insumos al procedimiento de asignación

---

1/ El borrador del informe del estudio puede haber sido objeto de un error de redacción en este sentido, o puede haber habido un error en la traducción del inglés. /presupuestaria).

presupuestaria). Sólo los proyectos con un beneficio positivo a esta tasa de interés fueron incluidos en el programa recomendado de inversiones aunque en el informe se señala que otras tasas del 6% al 12% fueron utilizadas también en la evaluación de proyectos. Aparentemente, la elección de la tasa del 12% se basó en consideraciones de carácter práctico.

Al parecer, se supuso que los beneficios variaban directamente con los flujos de tráfico asignados (para calcular valores presente netos); pero el borrador del informe final es muy vago sobre este asunto.

#### 4.8.3 Evaluación de proyectos de carreteras de penetración y caminos vecinales

Como ya se ha dicho, al comienzo se pretendió evaluar los proyectos de carreteras de penetración y caminos vecinales mediante el método del excedente del productor. Sin embargo, por las razones señaladas, ello no fue posible. El método finalmente empleado hizo uso del concepto del excedente del productor, pero en un contexto más general. El método adoptado se puede considerar básicamente como la estimación del monto mínimo de producción adicional que tendría que estimular el proyecto para que fuera factible en términos económicos y luego, considerar las posibilidades de que este monto mínimo fuera generado. El resultado del proceso no era una tasa de retorno y por tanto, los proyectos evaluados por él no podían ser comparados en forma directa con los evaluados por otros principios.

El método procura estimar cuantitativamente cada proyecto mediante un sistema de puntajes. Los puntos fueron asignados según el rendimiento de cada proyecto con respecto a los siguientes criterios:

1. Nivel mínimo de beneficios para justificar el proyecto. Estos niveles se expresaron en términos de ponderación por hectárea y así fueron determinados por distintas áreas de influencia. Un proyecto que necesita menos beneficios por hectárea obtiene más puntos que un proyecto que precisa más.

2. Nivel de utilidad por hectárea que el proyecto generaría a precios de 1977. Se da un mayor puntaje a proyectos que generarían mayores utilidades por hectárea. Para que un proyecto sea considerado lucrativo su puntaje combinado debe ajustarse a los criterios 1 y 2.

3. Variabilidad de precios. Se asignan más puntos si hay menos variabilidad.

4. Perspectivas de precios. Se asignan más puntos si hay mejores perspectivas.

5. Tamaño del mercado. Se reconoce que es muy difícil estimar el tamaño del mercado. El puntaje se basó en el número de hectáreas que el mercado puede soportar.

/6. Intensidad



6. Intensidad de mano de obra. Si la generación de producción agrícola exigiera una cantidad relativamente grande de migrantes, se reduciría la probabilidad de que el proyecto fuera exitoso.

7. Intensidad de capital. De manera aproximada, se reconoció que un proyecto que necesitara la inversión de mayores cantidades de capital tendría menores probabilidades de llegar a ser exitoso que uno que fuera menos exigente. Evidentemente, el puntaje asignado en relación con esta consideración tuvo que ser muy aproximado.

8. El clima. Este criterio dice relación con la atracción de la zona del proyecto desde el punto de vista de los migrantes, más que desde la perspectiva agrícola (la que ya se reconoció en el criterio 2).

9. Aislamiento. Este criterio fue definido como la suma de las distancias en línea recta de las cinco ciudades más cercanas con poblaciones de más de 5 000 personas.

10. Distancia del Altiplano y de los Valles. Se estimó la distancia entre el proyecto y la zona importante de población más próxima en el Altiplano o en los Valles.

Se asignó una ponderación a cada criterio y un puntaje general a cada proyecto. Nótese que el método de evaluación por el excedente del productor es la base de la estimación del puntaje con respecto a la consideración número 1 en esta lista. Cabe señalar que el nivel de desarrollo económico relativamente bajo ya alcanzado por Bolivia hace mucho más significativos que lo normal los métodos de evaluación de proyectos tales como el del excedente del productor en ese país. Los métodos elaborados para la evaluación de proyectos que comprendan cantidades relativamente pequeñas de tráfico generado son menos aptos en regiones poco desarrolladas.

#### 4.8.4 El modelo de las normas de diseño y mantenimiento de carreteras

El modelo de las normas de diseño y mantenimiento de carreteras (Highway Design Model) (HDM) empleado por el EIT-BOL se deriva de un modelo elaborado por el Laboratorio de Investigaciones sobre Transporte y Carreteras (Transport and Road Research Laboratory) del Reino Unido en Kenya en colaboración con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF).<sup>1/</sup> Como fue calibrado para las

---

<sup>1/</sup> Hizo uso de estudios metodológicos realizados en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, Estados Unidos de América, de nuevo en colaboración con el BIRF.

condiciones de Kenya, el HDM era claramente inapropiado para las condiciones de Bolivia en varios aspectos. Por ejemplo, algunas de las ecuaciones que comprende el modelo predicen las velocidades de diferentes tipos de vehículos como una función de diversas variables independientes, una de las cuales es la altitud de la carretera. Cuando se aplicaron al Altiplano boliviano las relaciones que hacen depender la velocidad de la altitud, ajustadas en Kenya resultaron obviamente extrapoladas fuera de contexto y tuvieron que cambiarse para que representaran velocidades razonables. Asimismo, fue necesario especificar completamente los datos de costos para las condiciones bolivianas.

El HDM es sumamente complejo y en la presente monografía no se hace ningún intento por describirlo. El lector interesado debería remitirse a las fuentes de referencia pertinentes.<sup>1/</sup> Se trata esencialmente de un modelo de simulación de la condición de las carreteras en el transcurso del tiempo, estimando su condición física como una función de su estado inicial, la política de mantenimiento adoptada, las condiciones ambientales, el volumen del tráfico y la composición del tráfico por tipo de vehículo. El modelo transforma los resultados de la simulación en términos físicos (consumo de combustible, depreciación de vehículos, desgaste de neumáticos, unidades necesarias de diferentes tipos de equipo de mantenimiento, etc.) en costos anuales que a continuación son actualizados en valores presentes. El usuario tiene que especificar los parámetros de costo, los flujos y el crecimiento del tráfico, la política de mantenimiento y el estado inicial de las carreteras, pero no es necesario enmendar las ecuaciones del modelo que simulan el funcionamiento de las carreteras, las velocidades de los vehículos, etc., aunque, como se ha mencionado el equipo del EIT-BOL tuvo que ajustar algunas de ellas para producir resultados lógicos. En el diagrama N°2 figura la forma básica del modelo.

---

1/ A road transport investment model for developing countries, de Robinson, Hide, Hodges, Rolt y Abaynayaka, Transport and Road Research Laboratory Report 674, 1975, The Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM): Model Structure Empirical Foundations and Applications, Departamento de Transportes, Agua y Telecomunicaciones del Banco Mundial, agosto de 1979.

El EIT-BOL informó a la CEPAL de que el modelo utilizado era la versión para Kenya y de este modo se supone que prácticamente los informes del Laboratorio de Investigaciones sobre Transporte y Carreteras y del BIRF coinciden.

El modelo no es de suyo un modelo de optimización, pero se puede utilizar para seleccionar las mejores políticas entre las que recibe como insumos, comparando alternativas sucesivas. Uno de los productos del modelo es un costo total actualizado (de operación de los vehículos, mantenimiento y construcción de carreteras) a la tasa de interés especificada. En el EIT-BOL se utilizó una tasa del 12% anual. El modelo HDM se aplicó para analizar los siguientes problemas:

i) Política de carga por eje de los vehículos. Se comparó la práctica existente de la combinación de una carga permitida por eje de 11 toneladas y su poco o ningún cumplimiento con la ley actual si se la hiciera cumplir y con una reducción a 8 toneladas, todas con diferentes supuestos con respecto a los volúmenes de tráfico y niveles de mantenimiento. El HDM fue aplicado para condiciones representativas, pero no para las verdaderas carreteras. Se extrajeron conclusiones de índole general.

ii) La carretera Cochabamba-Santa Cruz. Esta fue analizada por sección con miras a determinar la política óptima de rehabilitación de cada sección, con sujeción a diversas limitaciones presupuestarias (véase la sección 2.9).

iii) Otras importantes carreteras pavimentadas. Estas fueron analizadas de la misma manera que la carretera Cochabamba-Santa Cruz.

iv) Mejoramientos de carreteras no pavimentadas. Estas no fueron analizadas caso por caso por el modelo sino más bien según sus características generales, con objeto de identificar las normas de diseño óptimas para carreteras de diferentes clases. Para cada clase de carretera clasificada según el tipo de terreno, el nivel de tráfico en 1977, y el nivel de diseño existente, se determinó el mejoramiento preferido. Se calculó el valor presente neto de cada mejoramiento identificado.

v) Política de mantenimiento según el tipo del camino. Se aplicó el modelo para determinar cuál de entre seis políticas de mantenimiento (de rutina) para diferentes tipos de caminos pavimentados y no pavimentados generaría el menor costo total. Los caminos no pavimentados fueron clasificados en cuanto a si eran de tierra, de ripio deficiente o de buen ripio y según su volumen de tráfico. Se estimaron los costos totales para el período 1981-1990 utilizando en cada caso una tasa de descuento del 12%.

El análisis de los caminos pavimentados se realizó en básicamente la misma forma salvo que se identificaron distintas secciones de los caminos.

/vi) Equilibrio

vi) Equilibrio entre mantenimiento y mejoras/construcción en el presupuesto general de carreteras. Reconociendo los resultados de las aplicaciones del modelo de tipo v) se identificaron cinco políticas de mantenimiento (más la ya existente) en cada una de las cuales se especificó un programa de operaciones de mantenimiento para cada tipo de camino (clasificados según características físicas y nivel de tráfico). Las diferentes políticas representaban crecientes niveles de gastos respecto de la política existente mediante alternativas que entrañarían normas de mantenimiento sucesivamente más elevadas. Cada una de estas alternativas fue analizada por el HDM suponiendo un programa dado de inversiones en carreteras (para el período 1981-1990). Tres políticas fueron identificadas como económicamente viables con este análisis, ya que proporcionaban mayores valores presentes netos (a la tasa de descuento del 12%) para desembolsos de capital progresivamente mayores.

Cada una de estas tres posibles políticas se comparó luego con los planes propuestos de mejoramiento y construcción a fin de seleccionar el programa de gastos preferido que permitiera que todos los tipos de proyectos (de carreteras) compitiera por los fondos disponibles. El método utilizado para hacer tal cosa, el procedimiento de asignación presupuestaria, se menciona en la sección 2.9 de la presente monografía. La política preferida de mantenimiento se determinó suponiendo que se dispondría de los niveles alto y mediano de presupuesto y que se realizarían pruebas de sensibilidad para investigar la medida en que los cambios marginales en la disponibilidad de fondos afectarían los resultados.

Cabe mencionar en este punto que el modelo HDM estuvo estrechamente relacionado con el procedimiento de asignación presupuestaria para que en algunas aplicaciones se determinara la política óptima, y también las políticas que debería aplicarse si el presupuesto disponible fuese mediano y alto.

#### 4.8.5 Otras evaluaciones de proyectos

El EIT-BOL evaluó una vasta gama de proyectos de distintas clases. Sin embargo, durante todas las evaluaciones se trató de asegurar que los resultados de las evaluaciones fueran compatibles entre sí, para que todos los proyectos pudieran compararse mediante el procedimiento de asignación presupuestaria. Esta meta no fue alcanzada, como ya se ha mencionado, porque fue necesario emplear el sistema de puntajes para evaluar las carreteras de penetración y los caminos vecinales. Este método no permitió que los proyectos pudieran ser evaluados por el procedimiento de asignación presupuestaria, puesto que no dio por resultado beneficios en forma monetaria.

/No es

No es factible en una monografía como ésta describir exactamente los métodos de evaluación aplicados a todo tipo de proyectos. Las evaluaciones, excepto en el caso del sistema de puntajes corresponden al principio del excedente del consumidor, pero al nivel detallado revelan muchas variaciones dependiendo de la naturaleza particular del proyecto. Sin embargo, cabe mencionar que se evaluaron un número relativamente grande de proyectos de puentes mediante una metodología bastante interesante.

Los proyectos de puentes fueron evaluados de una manera relacionada con la metodología del excedente del consumidor estimando los costos del tráfico demorado a causa de un camino intransitable por falta de puente. El EIT-BOL reconoció dos tipos de demora: las generadas por períodos relativamente breves de bloqueo y las causadas por períodos más prolongados. (En el borrador del informe final no se define el período crítico que distingue a un período más corto de otro más largo). Para el período más corto, se calcularon los costos de la demora suponiendo que el tráfico se retrasaría como promedio la mitad de la duración del bloqueo y calculando los correspondientes costos para los vehículos, las tripulaciones y los pasajeros. Para las demoras más prolongadas se incluyeron también los costos de interés de la carga, pero se supuso que tanto las personas como los vehículos serían utilizados en alguna medida durante la espera hasta que la carretera estuviera transitable (aunque en actividades menos que plenamente productivas). La forma en que se llevó a la práctica esta suposición no se explica en el borrador del informe. Además, hay que mencionar algunas de las características distintas de la evaluación de proyectos ferroviarios.

El HDM está destinado al análisis de caminos más bien que de otros tipos de infraestructura del transporte. Sin embargo, los mismos principios básicos comprendidos en él fueron aplicados al análisis de la rehabilitación de vías férreas. El EIT-BOL analizó también la viabilidad de efectuar clausuras ferroviarias. El método utilizado para esto último corresponde a una versión simplificada del excedente del consumidor en la que no hay ni tráfico generado ni suprimido. Se supuso que, de ser clausurada una ruta ferroviaria, el tráfico se desplazaría a la carretera. Se calcularon los beneficios que se obtendrían al seguir funcionando el ferrocarril como el exceso de los costos de camionaje (en el caso de tráfico de carga) respecto de los costos ferroviarios variables. Se compararon los beneficios estimados de esta manera con los costos fijos del servicio ferroviario. El método utilizado era muy simple, pero puede dar una idea aproximada del valor que tiene

/mantener secciones

mantener secciones de la red ferroviaria. <sup>1/</sup> (Un análisis más completo tendría que considerar los costos de transbordar la carga entre el ferrocarril y la carretera y la posibilidad de que si se abandonara una sección de la red ferroviaria los anteriores usuarios de los servicios ofrecidos por ella escogieran enviar su carga completamente por carretera, reduciendo con ello el tráfico en otras partes del sistema ferroviario).

#### 4.9 El programa recomendado de inversiones

##### 4.9.1 Introducción

El EIT-BOL produjo un programa recomendado de inversiones para tres períodos cuatrienales hasta 1990 y otro para el decenio subsiguiente sin ninguna subdivisión en períodos más cortos. La forma exacta en que se elaboró el programa no está claramente explicada en el borrador del informe final y se deja al lector con algunas dudas en cuanto al modo de uso del procedimiento de asignación presupuestaria que selecciona proyectos para su inclusión en un programa de inversiones sujeto a una limitación presupuestaria demasiado severa para permitir que se ejecuten todos los proyectos cuya viabilidad se demuestre.

##### 4.9.2 Estimación del monto disponible para inversiones en transporte

El EIT-BOL efectuó un análisis muy exhaustivo, y necesariamente algo subjetivo, para calcular los probables recursos de que dispondría el sector público, para inversiones en transporte durante los dos períodos 1981-1990 y 1991-2000, este último con menos precisión que el primero. Se consideraron los gastos de mantenimiento conjuntamente con los costos de inversión en este ejercicio.

El método utilizado entrañó la estimación sucesiva de:

- el producto interno bruto del país;
- la inversión total;
- la inversión del sector público;
- la inversión del sector público en transporte.

Ya se había hecho la predicción del producto interno bruto, como se describió en la sección 4.1.3 de la presente monografía. Como se señaló en ella, el equipo de estudio consideró que las actuales perspectivas económicas mundiales algo sombrías

---

<sup>1/</sup> Cuando este método de análisis indicó que el tramo se debería abandonar, la indicación fue considerada también para el transporte de pasajeros.

y la débil situación financiera de Bolivia reducirían las posibilidades de crecimiento en el mediano plazo.

Se analizó la inversión total como proporción del producto interno bruto para los años 1973 a 1979. Como resultado de la tendencia así identificada se supuso que la participación de la inversión total aumentaría ligeramente hasta fines del siglo. Se supuso que la parte de este total correspondiente al sector público se estabilizaría a una tasa ligeramente menor que las del pasado reciente.

La parte de este último correspondiente al transporte fue analizada también durante el mismo período desde 1973 hasta 1979. Se encontró que tal participación había oscilado notablemente en los últimos años. De este modo, para abarcar la gama probable, se prepararon dos conjuntos de estimaciones del total de recursos disponibles para la inversión en transporte: uno, el menor, suponiendo que el sector del transporte recibiría el 20% del presupuesto de inversiones del sector público; y el otro, más elevado, que suponía que el sector recibiría el 30%. Más tarde, se preparó un conjunto mediano de estimaciones suponiendo una participación del 25%. Cada conjunto correspondientes a las opciones de desarrollo "A", "C" y "D" para el período 1981-2000, aunque al parecer se utilizaron únicamente las estimaciones correspondientes a la alternativa "C".

Se descartó luego el conjunto bajo de estimaciones, basado en la suposición de que el transporte recibiría el 20% del presupuesto del sector público, no tanto sobre la base de que sería improbable que se produjera tan baja disponibilidad de recursos sino más bien que suponer que se produciría dejaría al EIT-BOL con muy pocos recursos para asignar mediante su plan de inversiones recomendado en el período crítico 1981-1990, debido a la gran proporción de los recursos disponibles que corresponderían a los proyectos ya comprometidos y respecto de los cuales el EIT-BOL no tendría ninguna influencia. Así, pues, la tarea de especificar un programa recomendado de inversiones suponía que la disponibilidad de recursos se ajustaría a las participaciones mediana y alta del transporte en los recursos totales de inversión del sector público.

#### 4.9.3 La especificación del programa recomendado de inversiones

El programa básico de inversiones establecido por el EIT-BOL supuso la disponibilidad de un alto presupuesto de inversiones en proyectos de transporte en el período 1981-1989. Además, se identificó el programa de inversiones si el presupuesto alcanzase solamente al nivel medio. El presupuesto bajo fue descartado. Si hubiera sido analizado, habría dejado muy poca flexibilidad al consultor puesto que solamente en el subperíodo 1987-1989, de los tres subperíodos analizados separadamente hasta 1989 el presupuesto bajo excedió el valor de los proyectos que habrían sido factibles en términos económicos si el costo de capital hubiese sido la tasa de descuento de 12% por año.

El aspecto central del proceso de determinar los programas de inversión fue el procedimiento de asignación presupuestaria. Este procedimiento no se describirá en esta monografía excepto en forma muy introductoria por razones de brevedad. 1/ El método emplea la programación matemática para maximizar el valor presente neto del programa de inversiones sujeto a que en todos los subperíodos considerados el costo de todos los proyectos asignados al subperíodo no excede del presupuesto disponible.

Los insumos del modelo son informaciones sobre "unidades de inversión", que son alternativas mutuamente excluyentes para cualquier tramo de la red. Las unidades de inversión son efectivamente proyectos alternativos. Por cada tramo se podría especificar un número muy grande de proyectos que variase entre sí, tanto en términos de las normas de construcción, como de las fechas de ejecución. Debe conocerse para cada proyecto o unidad de inversión, el valor neto actual a una tasa de descuento común (12% por año en el caso del EIT-BOL), y también el costo de capital de cada proyecto.

Este procedimiento fue empleado para optimizar la selección de proyectos por subperíodos, (1981 a 1983, 1984 a 1986 y 1987 a 1989) por los presupuestos alto y medio. No fue aplicado en el desarrollo del programa 1990-1999 puesto que el costo total de los proyectos declarados factibles para este período costarían menos que el presupuesto estimado para inversión en transportes. En su aplicación a los sub-

---

1/ El lector interesado debe dirigirse al informe titulado Determination of Economically Balanced Highway Expenditure Programs under Budget Constraints: A Practical Approach por Watanatada y Harpal del BIRF y presentado en la Conferencia Mundial sobre la Investigación de Transporte, Londres, abril de 1980.

/períodos hasta



períodos hasta 1989 se consideró el mantenimiento de las carreteras como inversión; ello significa que el mantenimiento compite en cuanto a fondos disponibles con la construcción y mejoramiento de carreteras.

El Banco Mundial desarrolló el procedimiento de asignación presupuestaria para la selección de proyectos de carreteras, aunque consideró que se podía aplicar también a otros subsectores o al sector transporte en general. Aunque este aspecto no esté explícito en el informe del EIT-BOL, se supone que fue aplicado al sector transporte en general, excepto a los proyectos evaluados por el sistema de puntajes, para los cuales se asignó un monto de recursos por invertir.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for consistent data collection procedures and the use of advanced analytical techniques to derive meaningful insights from the data.

3. The third part of the document focuses on the role of technology in data management and analysis. It discusses how modern software solutions can streamline data collection, storage, and analysis processes, thereby improving efficiency and accuracy.

4. The fourth part of the document addresses the challenges associated with data management, such as data quality, security, and privacy. It provides strategies to mitigate these risks and ensure that the data remains reliable and secure throughout its lifecycle.

5. The fifth part of the document concludes by summarizing the key findings and recommendations. It stresses the importance of continuous monitoring and improvement of the data management process to adapt to changing organizational needs and market conditions.

1  
6

1  
2