

EXPERIENCIA DE CICLOVIA COMO MEDIO DE TRANSPORTE

Vicente Pardo y Francisco Martínez
Secretaría Ejecutiva
Comisión de Transporte Urbano

Resumen

La bicicleta presenta algunas características interesantes de analizar y que no han sido abordadas (al menos en Chile) dentro de la perspectiva de un medio de transporte alternativo. En la actualidad su uso se manifiesta bastante consolidado en algunas localidades: en la periferia de grandes ciudades (asociado a ciertos estratos socio-económicos), en ciudades pequeñas y en áreas rurales.

En este trabajo se presenta un diagnóstico a nivel preliminar sobre la realidad de la bicicleta como medio de transporte. En un área donde su uso es masivo se realiza una evaluación social de un proyecto de ciclovía. Para tal efecto se esboza una metodología de análisis del proyecto, consistente en la cuantificación de un conjunto de impactos sobre el sistema, derivados de la segregación de las bicicletas. El énfasis de este estudio radica en los impactos operacionales, recurriendo a la implementación de un modelo experimental de ciclovía respecto del cual se miden flujos y cambios en los tiempos de viaje fundamentalmente. Tales mediciones se apoyan en nuevas técnicas desarrolladas para el registro de datos a través de microcomputadores en terreno.

El trabajo presenta además un análisis de los viajes en bicicletas existentes en el área del proyecto, realizado a partir de una encuesta origen-destino ad-hoc. Concluye con un conjunto de conclusiones y recomendaciones sobre la manera de abordar el tema en el corto y mediano plazo y propone los aspectos centrales de un programa en tal sentido.

1. Introducción

La crisis energética y el deterioro progresivo en la calidad del medio ambiente ha servido de estímulo en los últimos años para la búsqueda de nuevas alternativas de transporte o bien para la revitalización de opciones que por diversos motivos habían sido abandonadas.

Cabe señalar que en los países en desarrollo la desaparición de ciertos medios de transporte, más que un proceso consciente y técnicamente fundado en el marco de las condiciones socio-económicas en ellos imperantes, ha correspondido a la práctica común de desplazar las opciones tradicionales por la vía de introducir las novedades tecnológicas de reciente desarrollo en el mundo industrializado.

Por otro lado, para tales países el incremento experimentado en los costos de transporte motorizado tiene un impacto significativo sobre

vastos sectores de la población, situación que sin duda afecta a la participación modal de los viajes. Esto puede llevar a acentuar -e incluso masificar- el uso de medios habitualmente considerados como "informales". Es decir, aquellos que históricamente han estado ausentes de los planes, políticas y presupuestos gubernamentales y que además han sido ignorados en las normas técnicas y legales que tienden a compatibilizar y a asegurar las condiciones de operación sobre la red vial.

La bicicleta es un medio de transporte informal cuyo uso es una realidad fácil de reconocer en áreas no urbanas, en ciudades de tamaño medio y en los barrios industriales y periféricos de las grandes urbes.

En Chile la presencia de la bicicleta como medio de transporte, aún significando un reducido aporte al movimiento total de personas, constituye en áreas específicas una alternativa masiva de movilización. La carencia de políticas explícitas orientadas a salvaguardar las condiciones de seguridad y operación de dicho medio constituye, también una característica de la situación nacional. Ello se traduce no sólo en altos índices de accidentes sino además, en deterioro generalizado de la operación de los medios de transporte con quienes comparte la infraestructura vial. Esto, sin duda, constituye un motivo adicional para el análisis de esquemas que permitan insertar y compatibilizar la bicicleta dentro del sistema de transporte.

La aproximación intuitiva al tema de la bicicleta normalmente recurre al expediente de los beneficios ambientales y de los menores costos de operación como argumentos para promover su uso masivo. Aunque tales argumentos probablemente coinciden con las principales ventajas de la bicicleta, es evidente que el análisis de su eventual incentivo como medio de transporte no puede restringirse sólo a ellos. Características de la demanda y de los niveles de servicio existentes sobre la red vial, en diversos sectores de la ciudad constituyen -entre otros- aspectos básicos a tener en cuenta a la hora de preguntarse sobre las ventajas reales que reportaría una política de promoción de la bicicleta o proyectos concretos en tal dirección. La experiencia parece indicar que cuando tales aspectos son omitidos, la aproximación intuitiva rápidamente deriva a campos ajenos al propio de la especialidad de transporte urbano.

Por último, conviene hacer notar que la perspectiva de transporte escogida para el análisis de la bicicleta no pretende desconocer sus usos alternativos, por ejemplo el recreacional, sino que valora las iniciativas que desde otras áreas permiten generar una cultura específica sobre el tema.

El presente trabajo intenta despejar algunas interrogantes sobre las características que envuelven a la situación actual del transporte en bicicleta y a partir de ello plantear orientaciones que pudieran favorecer su eventual utilización. Como método recurre al análisis de un proyecto específico. Esto es, una ciclovía en Av. Santa Rosa entre Lo Martínez y Américo Vespucio respecto de la cual se realiza un experimento local destinado a cuantificar cambios operacionales en todos los medios involucrados. Adicionalmente, se estiman los costos de

inversión y se analizan los resultados prácticos de la implementación de proyectos de esta naturaleza. Finalmente, sobre la base de una encuesta origen-destino realizada en el área del proyecto, se hace un análisis de las características de los viajes en el medio en cuestión.

Este documento parte con un diagnóstico preliminar de la bicicleta desde el punto de vista socio-económico y operacional. Continúa con una descripción del proyecto y del experimento realizado. Con posterioridad analiza los resultados obtenidos y presenta conclusiones y finalmente, plantea proposiciones de líneas de desarrollo.

2. Diagnóstico Preliminar

Parece existir consenso en que las condiciones climáticas y topográficas de Santiago, en general, no presentan mayores limitaciones al uso de la bicicleta como medio de transporte. Sin duda, se trata de aspectos básicos para entrar a analizar el tema y tal vez estos dones de la naturaleza constituyan el único patrimonio actual del que disponen sus usuarios.

2.1. Aspectos socio-económicos

Santiago, en su estructuración y equipamiento urbano no contempla la bicicleta como alternativa de transporte. La provisión de infraestructura y las reglamentaciones orientadas a privilegiar el transporte motorizado, en particular el automóvil privado, han contribuido a relegar a dicho medio a una función marginal e "informal" dentro del sistema.

Además -y tal vez sea el factor más importante-, la bicicleta no está culturalmente arraigada como modo de transporte y, por lo tanto, no existen tradiciones, estímulos o compensaciones sociales que favorezcan su utilización.

No obstante lo anterior, existen manifestaciones locales de su uso y hacia ellas apunta el análisis realizado.

En un intento por identificar tales áreas, se realizaron conteos preliminares en horas punta en diferentes puntos de la ciudad, obteniéndose resultados relevantes sólo en sectores periféricos e industriales, en general de ingresos medios o bajos. Esto último hecho no es novedoso, ya que, ligado a la actividad de la industria y de la construcción han existido por mucho tiempo ciertos hábitos ciclistas.

Pero, adicionalmente, es preciso señalar un hecho que podría estar afectando la partición modal de los viajes en los estratos socio-económicos medios y bajos y que, en este último caso, podría derivar en la aparición de una suerte de usuarios cautivos de la bicicleta. Este hecho tiene que ver con la variación experimentada en las tarifas del transporte público vs. la variación ocurrida en las remuneraciones en

el último tiempo. Al respecto (Fernández y de Cea, 1985), la tarifa de los taxibuses se ha incrementado en términos reales en un 88% entre 1978 y 1984 y la de los autobuses en un 140% para el mismo período. A su vez, en dicho lapso las remuneraciones reales promedio (INE, 1983, 1985), crecieron en un 4,6% 1/.

Las cifras de flujos de bicicletas (Tabla 1) ilustran la relevancia de aquellas correspondientes a Santa Rosa esquina Lo Martínez, principal acceso a la populosa comuna de La Pintana. Nótese (Fig. 1) que dicho flujo en la punta de la mañana llega incluso a igualar al de automóviles particulares.

La Pintana es una comuna nueva, cuya población se ha duplicado en los tres últimos años (Diagnóstico Comunal, 1985), en gran medida como consecuencia de la erradicación de campamentos llevada a cabo en diversas comunas de la capital. Al respecto, el total de inmigrantes a Diciembre de 1984 absorbía el 73,6% de dicho crecimiento, constituyéndose una población total a esa fecha de 148.533 habitantes. El tipo socio-económico de los inmigrantes y la carencia de infraestructura básica para hacer frente al explosivo crecimiento demográfico ha derivado en situaciones de extrema marginalidad social. En tales condiciones, es probable que la brecha producida entre remuneraciones y costo de transporte esté afectando a la generación y partición modal de los viajes, sobre todo si se toma en cuenta la magnitud local del problema de la desocupación. En estas condiciones los flujos de bicicleta relativamente mayores observados en dicha comuna sugieren una localización precisa de sus usuarios en los estratos socio-económicos inferiores.

Lugar	Hora	Flujo (sentido mayor) (Veh/hora)
SANTA ROSA esq. LO MARTINEZ	07:30-08:30	160
A. VESPUCIO esq. DEPARTAMENTAL	08:30-19:30	95
WALKER MARTINEZ esq. J.J. PEREZ	08:00-09:00	93
GENERAL VELASQUEZ esq. ALAMEDA	07:30-08:30	39

TABLA 1: Flujos de bicicletas observados en algunos puntos de la ciudad

1/ Debe tenerse en cuenta que el promedio puede ocultar variaciones distintas según estratos socio-económicos. Sin embargo, ello no afecta el sentido global de la comparación.

2.2. Aspectos operacionales

Existe una percepción generalizada del riesgo que significa viajar en bicicleta en la red vial de Santiago, en especial en la Red Vial Primaria. Ello unido a la carencia de terminales resguardados ("bicicletarios"), en los centros de atracción de viajes y en los puntos de transbordo sin duda contribuye a explicar la débil presencia de dicha alternativa de transporte en el contexto global de los viajes urbanos.

Si se analiza la infraestructura vial (geometría y construcción), la operación de las vías (sistemas de gestión y control) y la legislación de tránsito, no se perciben consideraciones especiales respecto de la operación de las bicicletas y en las cuales se aborden, por ejemplo, sus características de seguridad, velocidad y aceleración.

Por otro lado, existen presunciones de que los accidentes donde participan bicicletas y en los cuales se producen lesionados no son reportados con la misma frecuencia y detalle que aquellos casos que involucran sólo automovilistas. A pesar de ello, ciertos registros como el que se muestra en la Tabla 2, para el caso de La Pintana, ilustran una situación de claro deterioro en términos de seguridad.

HERIDOS	Nº	GRAVEDAD	DAÑOS A VEH. MOTORIZADOS Y BICICLETAS	CAUSAS ACCIDENTE
Sí	1	Menos graves	Sí	Imprudencia ambos conductores
Sí	1	Menos graves	Sí	" "
Sí	1	Graves	Sí	" "
Sí	1	Leve	Sí	Ebriedad ciclista
Sí	1	Graves	Sí	" "
Sí	1	Graves	Sí	Imprudencia ciclista
Sí	1	Menos graves	Sí	" "
Sí	1	Leves	Sí	Ebriedad ciclista
Sí	1	Graves	Sí	Imprudencia ciclista
Sí	1	Leves	No	" "

TABLA 2: Accidentes con participación de bicicletas reportados entre Junio de 1984 y Junio de 1985 1/

1/ Fuente: Carabineros de Chile, 13^a Comisaría "La Granja", Tenencia "La Pintana".

Para ilustrar el diagnóstico operacional en el caso específico del tramo Santa Rosa entre Américo Vespucio y Lo Martínez se realizaron mediciones de tráfico cuyos resultados pueden observarse en la Tabla 3. Tales cifras corresponden a observaciones realizadas en 3 períodos horarios. En ese sector Santa Rosa cuenta con una calzada con dos pistas de 3 metros en promedio, presenta pavimento en regular estado y prácticamente carece de bermas.

Los flujos presentados en la Tabla 3 indican que, a pesar de las pérdidas de capacidad ligadas a los problemas de estrechez, pavimento y bermas, la vía debería operar en un nivel de servicio aceptable y lejano a congestión.

Las tasas de ocupación, por otro lado, presentan valores superiores a los típicos de Santiago, incluso en el caso de vehículos livianos. Sobresale el valor correspondiente a locomoción colectiva para el sentido Sur-Norte, punta de la mañana (44,5 pasajeros en promedio).

Finalmente, las velocidades presentan valores relativos notablemente altos, tanto para buses como para vehículos livianos.

Luego, si el análisis se limitara a estos tres últimos aspectos, habría que concluir que Santa Rosa no tiene problemas en ese sector. Tal conclusión, sin embargo, conllevaría el error de no considerar las interacciones existentes entre las bicicletas y el resto de los vehículos, situación que crea condiciones de extrema inseguridad para todos los usuarios de la vía y que de alguna manera reduce también el nivel de servicio a una situación inferior a la posible con los flujos y capacidad existentes.

Por otro lado, cabe destacar que en dicho sector el transporte público aporta un 32,5% del flujo de vehículos, en tanto que transporta a un 84,8% de los pasajeros. En cambio, la bicicleta participa con un 11,3% del flujo y moviliza a un 1,4% de los pasajeros. La distribución horaria de flujos que se presenta en Fig. 1 y 2 ilustra la posición relativa de la bicicleta en el tráfico a lo largo del día para ambos sentidos.

La información anterior lleva a pensar en que las medidas de prioridad a la bicicleta difícilmente se justificarían desde el punto de vista socio-económico si los probables beneficios únicamente se cuantificaran para la demanda específica observada para ese medio. Pero hacerlo de tal manera significaría precisamente desconocer el mutuo condicionamiento entre la operación de los diversos medios de transporte, de donde se concluye que, como en cualquier proyecto de transporte urbano, el análisis debe considerar a todos los usuarios existentes dentro de un área previsible de impacto. Al respecto, la habilitación de una ciclovía segregada de la calzada se manifestó como un proyecto que podría reducir las interferencias entre vehículos y con ello generar beneficios sobre las bicicletas y también sobre transporte público y privado motorizados.

Este enfoque conduce a proponer la formulación de una metodología de evaluación de proyectos de ciclovía en términos consistentes con las herramientas que actualmente se utilizan para el análisis técnico y

FLUJO

FLUJO			FP (9:15-16:30)			PM (16:30-18:30)		
LIV.		LOC. COLEC.	LIV.		LOC. COLEC.	LIV.		LOC. COLEC.
N-S	180	76	24	174	99	21	157	94
S-N	177	95	61	134	86	33	134	97

TASA OCUPACION

TASA OCUPACION			FP			PM		
LIVIANO		LOC. COLEC.	LIVIANO		LOC. COLEC.	LIVIANO		LOC. COLEC.
N-S	1,79	15,9	1,58	12,9	2,02	29,9		
S-N	2,76	44,5	2,42	23,6	1,98	21,2		

VELOCIDAD

VELOCIDAD			FP			PM		
LIVIANO		LOC. COLEC.	LIVIANO		LOC. COLEC.	LIVIANO		LOC. COLEC.
S-N	47,3	43,6	46,8	43,8	48,3	42,3	42,6	

Tabla 3 : Mediciones de tráfico en Santa Rosa (entre Paraderos 28 y 35)

económico de otros proyectos del sector transporte urbano. El presente trabajo no pretende profundizar sobre este tema, pero sí hacer uso de consideraciones propias del nivel actual de desarrollo alcanzado en la evaluación de proyectos.

En síntesis, puede señalarse que de los antecedentes recopilados para el diagnóstico de la bicicleta en Santiago, el caso de La Pintana resultó particularmente atractivo, lo que motivó la definición de un proyecto de ciclovía y la implementación de un experimento destinado a cuantificar cambios operacionales, aspectos que se detallan en el capítulo siguiente.

3. Descripción del Proyecto

3.1. Características físicas y costos de inversión

El proyecto consiste en una ciclovía segregada de la calzada en una extensión de 3,85 Kms. (entre Américo Vespucio y Lo Martínez), contempla 3 alternativas desde el punto de vista de su ubicación: ciclovía unidireccional (una a cada costado de Santa Rosa), ciclovía bidireccional Oriente y ciclovía bidireccional Poniente. La sección de la primera corresponde a una calzada de 1,5 mts. de ancho con bombeo de 2% y las dos últimas consisten en calzadas de 1 mt. de ancho separadas por 80 cms. y con bombeo de 2%. El pavimento propuesto consiste en un doble tratamiento asfáltico ($e=0,02$), con base estabilizado $CRB > 80\%$ ($e=0,15$) y sub-base ($e=0,20$). Contempla además soleras tipo C en ambos costados.

Los costos de inversión de las alternativas valorados en precios privados y sociales se muestran en Tabla 4. Dicha estimación incluye: remoción de material inadecuado, sub-base, base estabilizado, doble tratamiento, señalización nueva, hormigón y acero estructural para obras de arte (puentes sobre canales menores), semáforos especiales en cruces, expropiaciones, despeje y limpieza. De las cifras se desprende que la inversión social por kilómetro de ciclovía oscila entre 5,4 millones de pesos para la alternativa unidireccional y 2,9 millones de pesos para la alternativa bidireccional Poniente (en moneda de Junio de 1985). En la escala de las inversiones en vialidad urbana puede considerarse que tales montos constituyen una magnitud menor.

ALTERNATIVA	INVERSION PRIVADA	INVERSION SOCIAL
Unidireccional	24,46	20,79
Bidireccional Oriente	17,61	14,97
Bidireccional Poniente	13,45	11,43

TABLA 4: Costos de inversión para tres alternativas de ciclovía
(en millones de pesos de Junio de 1985)

3.2 Impacto operacional

A diferencia de los costos de inversión, tema en el cual existe una vasta experiencia, los costos de operación ligados a la implementación de una ciclovía son absolutamente desconocidos. Intentar conocerlos significa primeramente identificar los impactos sobre distintos medios de transportes derivados de la segregación de las bicicletas y en segundo lugar, valorar tales impactos en términos de recursos consumidos y sus correspondientes precios sociales.

El método escogido para la cuantificación de impactos operacionales fué la realización de un experimento controlado de ciclovía consistente en un tramo de 446 mts. unidireccional, habilitado al costado Oriente de Santa Rosa entre Lo Martínez y la estación experimental agrícola La Platina.

La solución de pavimento adoptada para dicha ciclovía consistió en un compactado del terreno existente con agregado de maicillo previa realización de obras menores de drenaje. La señalización de tráfico utilizada correspondió a diseños ad-hoc, ya que la norma existente prácticamente no contempla signos especiales para bicicletas.

Desde el punto de vista operacional, el experimento se planteó como un análisis ex-post a través del seguimiento de las variables básicas: flujo y velocidad. Tenía como meta, además, la posibilidad de obtener curvas que ligaran ambas variables con el fin de lograr una herramienta de análisis más general y susceptible de aplicar a condiciones distintas a las locales, (Martínez, F. y Pardo, V., 1985).

Se ensayaron distintos métodos de medición de velocidad, todos apoyados por micro-computadores en terreno 1/, lo que obligó a hacer ajustes a las técnicas tradicionales de registro de tiempo y a desarrollar además software de comunicación con el computador principal y de procesamiento de los datos (Martínez, F. y Pardo, V., 1985).

3.3. Análisis de los viajes

Con el objeto de determinar diversas características físicas y socio-económicas de los viajes en bicicleta en el tramo del proyecto, se efectuó una pequeña encuesta origen-destino en el tramo de experimentación, cuyos resultados se comentan en el capítulo siguiente.

1/ Se utilizaron 2 micro-computadores EPSON, modelo HX 20.

4. Análisis de Resultados

Este capítulo aborda tres temas: el primero dice relación con los resultados del experimento de ciclovía y tiene que ver básicamente con los cambios en los tiempos de viaje que experimentan los usuarios de la vía con motivo de la segregación de las bicicletas. El segundo, a partir de tales resultados y de los costos de inversión señalados en la Tabla 4, plantea algunas consideraciones económicas ligadas a la eventual decisión de invertir en una ciclovía como la proyectada en Santa Rosa entre Américo Vespucio y Lo Martínez. El tercer tema analiza los resultados de la encuesta origen-destino de viajes.

4.1. Resultados del experimento de ciclovía

Como consecuencia de la implementación de una ciclovía, es razonable esperar no sólo cambios en los tiempos de viaje sino también en otros aspectos importantes del tráfico. En particular parecen relevantes al tipo de proyecto que nos ocupa posibles variaciones en los flujos (magnitud y composición) y en la tasa de accidentes. Sin embargo, el alcance y características del experimento de ciclovía llevado a cabo impidió obtener información relacionada con tales aspectos. Por un lado, aunque dicho experimento pudiera mejorar localmente las condiciones de operación, su extensión era insuficiente (446 mts.) como para que tales mejoras fueran perceptibles por los usuarios de los diferentes medios existentes en el eje y de ese modo influir en la demanda de viajes. Por otro lado, el tiempo de experimentación tampoco estuvo orientado a detectar cambios de tal naturaleza. En efecto, las mediciones con proyecto fueron realizadas sólo algunos días después de puesta en marcha la ciclovía y, por lo tanto, era razonable esperar que sólo fueran capturados los efectos directos e inmediados sobre el tráfico.

Aunque fueron medidos flujos para las situaciones sin y con proyecto, por las razones señaladas no se realizó un análisis comparativo entre ellos en orden a establecer cambios en la demanda. Finalmente, un aspecto que claramente no podía ser tratado en las condiciones del experimento era la evolución de los accidentes, razón por la cual sólo se realiza un análisis preliminar del tema.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de los tiempos medios de viaje medidos para las situaciones sin y con proyecto. Cabe señalar que en las mediciones de tiempo se usó el método del "arrival-output" y el método de las "patentes", ambos previamente modificados para ser implementados mediante micro-computadores en terreno (Martínez, F. y Pardo, V., 1985). Existiendo fundadas presunciones de la mayor exactitud del último de los mencionados sólo se muestran resultados obtenidos a través de dicho método.

PERIODO	SIN PROYECTO		CON PROYECTO		SIGNIFICANCIA DE LA DIF.	
	\bar{t}	σ	\bar{t}	σ		
Livianos	07:00-09:15	33,92	5,3	33,11	5,5	NO
	09:15-16:30	34,29	6,9	36,86	8,2	SI
	16:30-18:30	33,26	7,2	37,88	8,0	SI
Pesados	07:00-09:15	36,84	6,2	34,03	5,2	SI
	09:15-16:30	36,65	7,8	38,34	8,7	NO
	16:30-18:30	37,70	10,1	38,16	11,9	NO

TABLA 5: Tiempos observados para las situaciones sin y con proyecto

Los tiempos fueron medidos en el sentido Sur-Norte, en tres períodos y siete categorías de vehículos. Estas finalmente se redujeron a dos, ya que la participación de las restantes en el flujo era prácticamente irrelevante.

En el caso de las bicicletas, aunque se realizaron también mediciones de tiempo, éstas fueron desechadas por dos razones:

- la carpeta de rodado de la ciclovía tenía características diferentes a la de la calzada de Santa Rosa, lo que de alguna manera estaba afectando a los tiempos de viaje.
- parecía dudoso que pudiera existir beneficios relevantes por ahorro de tiempo a los usuarios de bicicleta dada la alta probabilidad de que en el tráfico mixto (sin proyecto), éstos operaran en condiciones cercanas a velocidad libre. Ello, porque las interferencias a tales vehículos afectaban principalmente en forma lateral, no existiendo restricciones aguas abajo.

Al respecto, parece indiscutible que el principal beneficio para los usuarios de bicicleta tiene que ver con la seguridad de operación que se alcanza con una ciclovía segregada.

Volviendo a la Tabla 5, se aprecia que en general las magnitudes de variación de tiempo de viaje en el tramo son reducidas y que sólo en el caso de vehículos livianos, punta de la tarde, ésta alcanza al 13%. Además, sólo en dos períodos para livianos (FP y PM) y en uno para pesados (AM) se obtienen diferencias significativas.

No existe explicación clara para entender el aumento de tiempo (significativo) de los vehículos livianos en fuera de punta y punta de la tarde. Es un resultado claramente contra-intuitivo en relación al experimento ejecutado, ya que eliminadas las interferencias de las bicicletas (a baja velocidad), sólo eran esperables mejores condiciones de operación para el resto de los vehículos. Las causas de este cambio en sentido opuesto al imaginado hay que buscarlas entonces en otros factores que

eventualmente afectaron al tráfico en esa oportunidad y que no fueron pesquisados en el proceso de medición. Ahora bien, si los ahorros de tiempo detectados para los vehículos pesados en la punta de la mañana están alterados también por tales factores, se podría pensar que, en condiciones normales dichos ahorros tendrían que ser mayores.

Además, cabe hacer notar que, por tratarse de una categoría que corresponde a vehículos de locomoción colectiva y que, habiéndose medido los tiempos en condiciones de máxima tasa de ocupación (punta de la mañana) los ahorros en cuestión pueden tener importantes proyecciones en términos del volumen total de beneficios. Este aspecto se aborda en el siguiente punto.

4.2. Consideraciones económicas

Si se consideran como válidos los ahorros de tiempo para los usuarios del transporte público en la punta de la mañana medidos en el experimento (Tabla 5), es razonable suponer que ellos son expandibles al menos en igual magnitud a todo el tramo del proyecto de ciclovía (Américo Vespucio - Lo Martínez). Ello porque las condiciones operacionales promedio de dicho tramo son más exigidas que las detectadas en el lugar del experimento, lo que hace suponer mayor dependencia entre los medios de transporte.

Haciendo uso de los datos de demanda en el tramo y de los factores y parámetros definidos por la Comisión de Transporte Urbano, se llega a que los ahorros de tiempo anuales para los usuarios de transporte público en sentido Sur-Norte, punta de la mañana, alcanzan a 16.660 hrs. Valorado a Junio de 1985, ello implica un beneficio de 1,12 millones de pesos al año.

Por otro lado y, dentro de las limitaciones del presente trabajo, no fué posible analizar los costos de operación de las 3 alternativas de ciclovía definidas. En estas condiciones se supondrá que las 3 son, en ese aspecto, equivalentes y por tal razón el análisis se realiza con respecto a aquella de menor inversión. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la decisión sobre la alternativa más conveniente tiene que ver también con el perfil definitivo que adopte Santa Rosa en la zona.

La alternativa a considerar (Tabla 4) corresponde a la bidireccional Poniente con M\$ 11,4 de costo de inversión. El análisis respecto de la justificación socio-económica de este proyecto se encuentra limitado por la existencia de datos parciales de beneficios. Es decir, sólo los beneficios relacionados con un período, un modo de transporte y un sentido de circulación, en circunstancias que el proyecto está diseñado para operar en ambos sentidos, actuar sobre todos los medios de transporte en el tramo y, obviamente operar en todos los períodos horarios.

A modo ilustrativo se ha creído conveniente estimar, por ejemplo, el monto de los beneficios que deberían producirse en el sentido Norte-Sur sobre la locomoción colectiva para que, agregados a los dictados para el sentido Sur-Norte, la inversión se hiciera rentable ($TRI_1 > 12\%$). Al

respecto, los cálculos indican que dicha condición se cumple para beneficios mayores o iguales a M\$ 0,25, es decir, un 22% de los beneficios existentes para el sentido Sur-Norte.

Este análisis preliminar basado sólo en consideraciones de tiempo ahorra do, merece los siguientes comentarios:

- a. Parece razonable que en el sentido Norte-Sur se generen como mínimo beneficios equivalentes al 22% de los existentes en el sentido opuesto. Es probable además que tales beneficios se concentren en la punta de la tarde, que es el período en el cual se carga el tráfico de todos los vehículos, incluídas las bicicletas, en dirección al Sur. Bajo tal hipótesis, el proyecto estaría siendo rentable con el sólo beneficio proveniente de los ahorros de tiempo a los usuarios de locomoción colectiva y durante un período horario por cada sentido de circulación.
- b. Se ha considerado que no se producen beneficios por concepto de ahorro en combustible, ya que el consumo de dicho recurso no varía en inmediaciones a las velocidades muestradas (45 Kph. en promedio). Al respecto, curvas como la presentada por N.A. Renouf, 1981, no acusan variación en tal sentido. Cabe señalar que dicha curva fué ajustada para camiones de 2 ejes y, por lo tanto, se refiere a la versión más cercana al estándar nacional en materia de vehículos de transporte de pasajeros.
- c. Tampoco se han considerado beneficios por disminución de accidentes. Al respecto, sólo se ha realizado una estimación preliminar de los ahorros que supondría la eliminación de los accidentes con participación de bicicleta, a través de la habilitación de una ciclovía segregada. Para ello, se ha supuesto que los accidentes reportados en la Tabla 2 son representativos y respecto de ellos se han estimado los costos de recuperación de heridos como beneficio del proyecto (nótese que se excluyen los costos por daños materiales y los costos por tiempo de recuperación de heridos).
- d. Por último, tampoco se han contabilizado beneficios por menor contaminación y se presume que éstos tendrían su origen en modificaciones en la demanda, tanto en la generación como en la partición modal.

4.3. Características de los viajes en bicicleta

En el tramo de experimentación y durante el desarrollo del mismo, se realizó una pequeña encuesta origen-destino, con el objeto de precisar el diagnóstico respecto del tipo de viajes que son satisfechos a través de este medio de transporte. Las variables encuestadas fueron las siguientes: localidad o comuna (según se tratase de un viaje corto o

largo), de origen y destino; tiempo de viaje percibido; motivo de viaje; edad; actividad; nivel de instrucción y restricción de horario.

Para efectos de este trabajo se analizarán sólo dos aspectos básicos: distribución de distancias de viaje y actividad de los usuarios.

a. Distancias de viaje.

Una de las principales interrogantes en torno al uso de las bicicletas consiste en determinar la longitud de los viajes que en ella pueden realizarse y a partir de ello hacer algún tipo de comparación con los viajes que se realizan en otros medios de transporte. Tal información permitiría estimar su potencialidad para conectar pares origen-destino en referencia a la situación global del sistema de transporte urbano.

En base a los orígenes y destinos declarados en la encuesta, se estimaron distancias de viaje, las que fueron ordenadas en intervalos a los que finalmente se asoció una determinada frecuencia de aparición. Estos resultados son contrastados (Tabla 6) con valores obtenidos para el Gran Santiago (SECTU, 1981) a partir de datos de viajes en locomoción colectiva y automóvil registrados en la Encuesta Origen-Destino de 1977.

DISTANCIA (Kms.)	LOC.COLECTIVA 1/	AUTOMOVILES 1/	BICICLETAS 2/
Menos de 3	27,2	28,3	30,2
3 - 6	23,6	24,3	23,0
6 - 12	40,2	41,2	36,2
12 - 20	8,6	5,3	9,8
Sobre 20	0,4	0,9	0,7

TABLA 6: Distribución porcentual de viajes según longitud

1/ Estimados a partir de la EOD 1977

2/ Estimado a partir de la encuesta ad-hoc sobre 417 viajes en bicicleta.

Aún aceptando que en el período de tiempo transcurrido entre ambas encuestas los viajes a nivel de Santiago pueden haber experimentado algún cambio en su longitud, resulta asombrosa la semejanza en magnitud y forma de los porcentajes de viajes de bicicleta con respecto a los otros medios, a través de los diferentes intervalos de distancia.

Existe una tendencia a creer que los viajes en bicicleta tienen un carácter más bien local (intervalo menor que 3 Kms.). Sin embargo, los resultados indican que, al menos en La Pintana, ello no es claro en términos absolutos y no es efectivo en comparación a los otros medios.

Para los viajes del intervalo siguiente (3 a 6 Kms. de longitud), el porcentaje en bicicleta disminuye como también ocurre (y casi en igual medida) con los de locomoción colectiva y automóvil. Todos remontan en el intervalo siguiente para volver a disminuir definitivamente con la distancia.

En forma similar a lo que ocurre con los viajes motorizados, existe una acumulación de desplazamientos en torno al intervalo 6 - 12 Kms. lo que en la escala urbana constituye un viaje de media distancia. Para los viajes largos (sobre 12 Kms.), las bicicletas en La Pintana muestran una posición relativa casi insospechada, superando incluso a la situación de los automóviles.

b. Actividades de los usuarios

El análisis de esta variable tenía por objeto obtener más información sobre el nivel socio-económico de los usuarios de bicicleta, partiendo de la base que todos ellos asumen la condición socio-económica global del área en estudio.

Para los 415 viajes encuestados, se observa la siguiente distribución porcentual de actividades:

Profesional	4,3
Empleado	1,9
Obrero	59,5
Comerciante	8,8
Estudiante	3,1
Dueña de casa	0,2
Desempleado	9,3
Otros	6,9

En rigor, el análisis debería comparar estos datos con los correspondientes a todos los que viajan en el eje, con el objeto de identificar la elección modal por actividad. En ausencia de tal información (la encuesta fué dirigida sólo a los ciclistas), sólo es posible usar los resultados para inferir conclusiones sobre la actividad de los viajeros y su condición socio-económica subyacente.

Al respecto, es relevante la participación de los obreros (59,5%), lo que lleva a plantear tres cuestiones básicas. En primer lugar, tal actividad normalmente está sometida a horario de trabajo, lo que sugiere una situación en que el viajero debe acomodar sus tiempos individuales a las demoras propias del medio de transporte en cuestión (válido especialmente para viajes largos). En segundo lugar, dicha adaptación plantea la existencia de soluciones de transporte propias para sectores de bajos ingresos, aspecto que debería llevar a complementar las metodologías normales de estudio a través de un análisis estratificado que identifique condiciones locales de demanda y, en

tercer lugar, se afianza la hipótesis respecto del carácter medio-bajo de los estratos sociales usuarios de la bicicleta.

5. Conclusiones

- a. Como se señaló al comienzo, este trabajo apuntó básicamente a medir el impacto operacional de la segregación de las bicicletas. Según se pudo apreciar, las variaciones de tiempo que, como se sabe, constituyen un aspecto esencial en un análisis de este tipo, en muchos casos fueron no significativas. Y aunque tradicionalmente se hubiera recurrido a la búsqueda de explicaciones en la metodología utilizada para medir tales tiempos, en este caso parece razonable desechar esa idea, toda vez que precisamente en el área de mediciones se implementaron mejoras sustantivas a través de la incorporación de microcomputadores para el registro de abundante y afinada información en terreno y su posterior tratamiento computacional (Martínez, F. y Pardo, V., 1985). En cambio, la explicación parece provenir con claridad de las condiciones en que opera el tráfico en el área. Ya en el diagnóstico y a la luz de las cifras se señalaba que tanto los flujos como las velocidades en el tramo correspondían a una situación holgada, desde el punto de vista operacional. En tal situación ocurre que la dependencia entre vehículos es reducida y por ello tienden a operar a velocidad libre. Por lo tanto, se dan dos tipos de situaciones: aquellas en que los vehículos circulan a velocidad muy cercana a la deseada y consecuentemente se verifica gran dispersión de las velocidades, independientemente del flujo, y aquellas situaciones en las cuales ocurren comportamientos eventuales de pelotón donde sí la circulación de los vehículos se ve restringida por muchas interferencias. Al plantear el análisis en base a tiempos medios se incurre en una mezcla de ambos efectos, lo que tiende a anular el impacto de las bicicletas sobre los tiempos de viaje, aspecto que precisamente se trata de investigar en el presente estudio. En todo caso, debe tenerse en cuenta que este tipo de problema tiende a desaparecer con niveles mayores de flujo y, por último, es posible, en las condiciones operacionales mencionadas, detectar y separar aquellas porciones de flujo que efectivamente se ven interferidas por la presencia de las bicicletas. Para ello, el único método que podría otorgar esa posibilidad es el basado en grabaciones de video.
- b. Sometido al rigor de los estándares actuales definidos para la evaluación de proyectos de inversión en el sector y, dentro de las limitaciones de recursos que caracterizaron al presente trabajo, se pudo demostrar a nivel preliminar que los proyectos de ciclovía pueden constituir alternativas de inversión socialmente rentables y competitivas, con la ventaja de requerir inversiones relativamente menores.
- c. Parece existir una relación entre el carácter informal de la bicicleta como medio de transporte y la condición socio-económica de sus usuarios. Tal correspondencia -según se vió- activa una potencialidad desconocida e insospechada respecto de la cantidad de viajes y distancias posibles de recorrer en un vehículo cuyas condiciones de operación son claramente inferiores.

La constatación del uso de la bicicleta en las condiciones descritas lleva a reflexionar sobre conceptos ligados a la evaluación de proyectos, entre otros, el valor del tiempo.

d. Mención especial corresponde a la presencia de la bicicleta en el sistema de transporte urbano, en términos de presentar posibilidades equivalentes a cualquier medio alternativo, para satisfacer viajes de cualquier distancia. Ello supone dos consecuencias básicas: la primera de ellas es que siendo la distancia de viaje uno de los criterios principales para la clasificación de vías (SECTU, 1981), desde ese punto de vista la bicicleta tendría que ser considerada en forma explícita (aspectos físicos y operacionales de la vialidad), incluso en la Red Vial Primaria.

En segundo lugar surge la idea de que la bicicleta podría constituir un medio de acercamiento al Metro, con perspectivas comparables a las de cualquier alternativa motorizada, en términos de las distancias susceptibles de servir en tales conexiones.

En suma, parece conveniente empezar a reconocer la potencialidad con que la bicicleta puede concurrir a la prestación de servicios de transporte urbano, atributo que adquiere especial relieve en la realidad socio-económica de los países en desarrollo.

e. Finalmente, y aunque el análisis realizado indica beneficios para los usuarios del transporte público (que concentran el 85% de los viajes en La Pintana), habría que preguntarse si una política de incentivo a la bicicleta no generaría un traspaso de viajes desde la locomoción colectiva al medio que nos preocupa, con todos los impactos que ello supondría desde el punto de vista de operación de la red y de eficiencia en el uso de la capacidad instalada. La respuesta a esta interrogante constituye una importante tarea por abordar, en la que obviamente tendrán especial atención los problemas de generación y participación modal de viajes.

6. Líneas de Desarrollo

a. Este trabajo constituye un primer asomo a la realidad de la bicicleta en Chile y como tal no puede ser utilizado para promover o inhibir su uso. En cambio, pretende constituirse en un estímulo para llevar a cabo un proceso de investigación y análisis aplicado que empiece con la búsqueda de soluciones a los problemas detectados en la realidad actual, para concluir en la formulación de políticas y proyectos específicos sobre el tema.

b. Al respecto, la Secretaría Ejecutiva de la Comisión de Transporte Urbano, ha elaborado una estrategia de tratamiento del problema (SECTU 1985), cuyos principales alcances son los siguientes:

- Diagnóstico a nivel nacional: uso y condiciones de uso de la bicicleta en diversas áreas del país; características de los viajes y los usuarios.
- Transferencia de tecnología: análisis de la experiencia de otros países con tradición de uso de la bicicleta, el marco socio-económico local, impactos sobre el tráfico motorizado, diseño geométrico y operacional de ciclovía, reglamentación de tráfico y aspectos ambientales.
- Proyectos de demostración: red de ciclovías en ciudades de tamaño medio, ejes de conexión al Metro, en el caso de Santiago, y red de ciclovías sobre la red local de Santiago.
- Aspectos a monitorear: conectividad de redes, problemas de trasbordo (ejes de conexión al Metro), comportamiento de intersecciones, análisis de terminales ("bicicletarios"), análisis de demanda, evaluación de diseños geométricos y operacionales, impacto ambiental y consideraciones energéticas en el uso de la bicicleta.

El plan descrito se sitúa en la perspectiva de generar en el país un núcleo técnico especializado de investigación aplicada y de desarrollo del uso de la bicicleta como medio de transporte, con referencia no sólo nacional sino latinoamericana. En esta tarea incorporaría todas las herramientas técnicas y económicas que contribuyen a hacer más eficiente la toma de decisión en las diferentes etapas del proceso de inversión. Además, debería desarrollar las que fuesen necesarias para elevar el análisis de evaluación de proyectos de promoción del uso de bicicletas a niveles que permitieran compararlos con proyectos alternativos en el sector.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los profesionales de SECPLAC de la I. Municipalidad de La Pintana y a los profesionales y trabajadores del POJH de esa Municipalidad, por la preparación y ejecución del experimento de ciclovía. En particular a la Sra. Eugenia Trujillo, por la labor de supervisión y análisis de las mediciones de tráfico.

Agradecen también a los alumnos, Sres. J. Pinilla, C. Correa y G. Espinoza, del curso de Evaluación de Proyectos de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Referencias

1. I. MUNICIPALIDAD DE LA PINTANA (1985) Diagnóstico Comunal 1985. Santiago.
2. FERNANDEZ, J.E. y DE CEA, J. (1985) An evaluation of the effects of deregulation policies on the Santiago Chile public transport system. 13th PTRC Summer Annual Meeting, University of Sussex, 15 - 18 Julio 1985, Inglaterra.

3. INE (1983) Índice de Remuneraciones. Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago.
4. INE (1985) Índice de Precios, Instituto Nacional de Estadísticas, Santiago.
5. MARTINEZ, F. y PARDO, V. (1985) Obtención de información de tráfico mediante el uso de micro-computadores in situ. Segundo Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile, 12 - 14 Noviembre 1985, Santiago.
6. SECTU (1981) Jerarquización de la red vial de Santiago. Documento de Trabajo, Comisión de Transporte Urbano, Santiago.
7. SECTU (1985) Perspectivas del uso de la bicicleta como modo de transporte. Documento de Trabajo, Comisión de Transporte Urbano, Santiago.
8. RENOUF, N.A. (1981) An analysis of the fuel consumption of commercial vehicles by computer simulation. TRRL Laboratory Report 973, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.

FLUJOS VEHICULARES
SANTA ROSA, SUR-NORTE, 25-04-85.

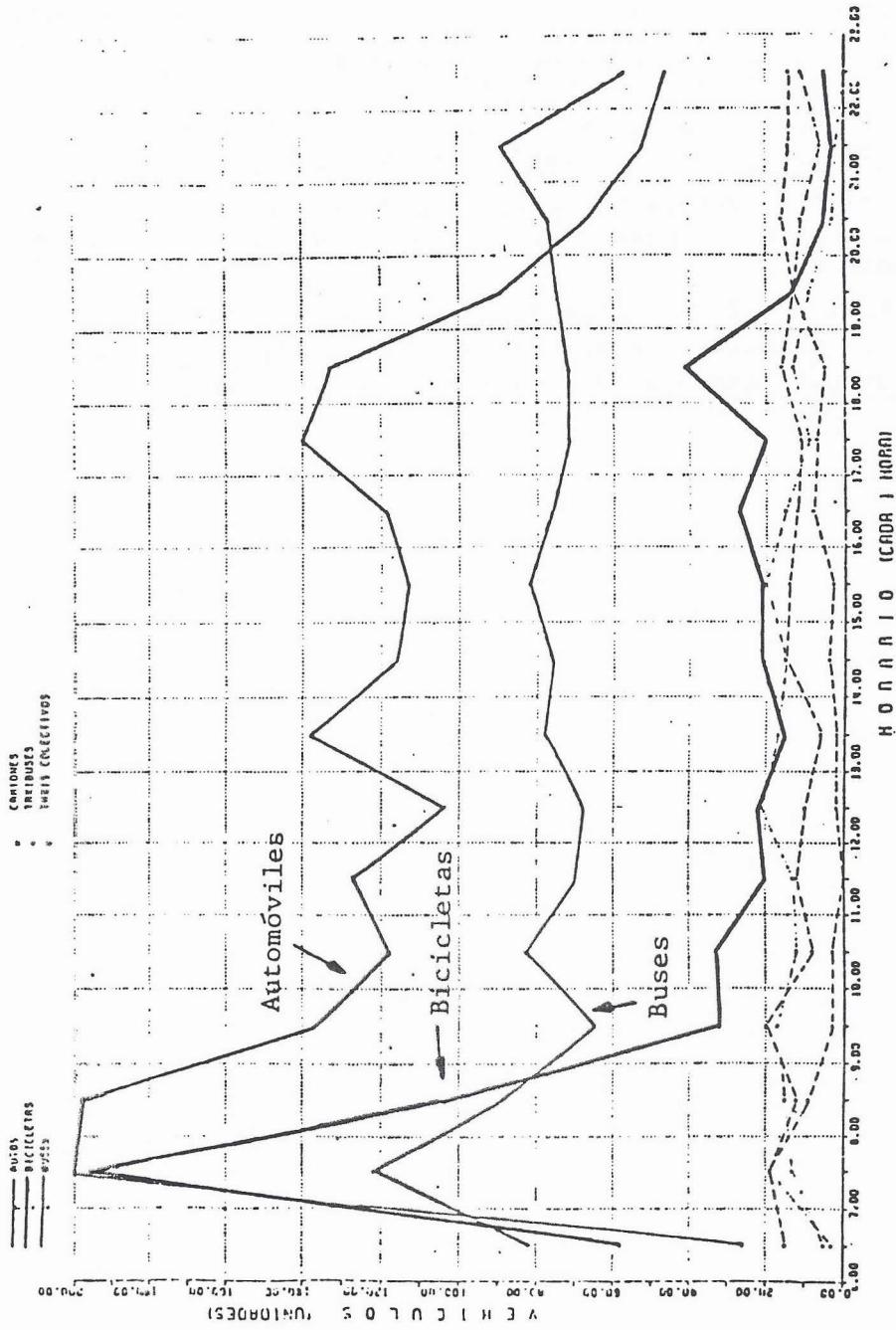


FIGURA 1 : Distribución horaria de flujo, sentido Sur-Norte

FLUJOS VEHICULARES
SANTA ROSA. NORTE-SUR. 25-04-85.

— Autos
— Bicicletas
— Buses

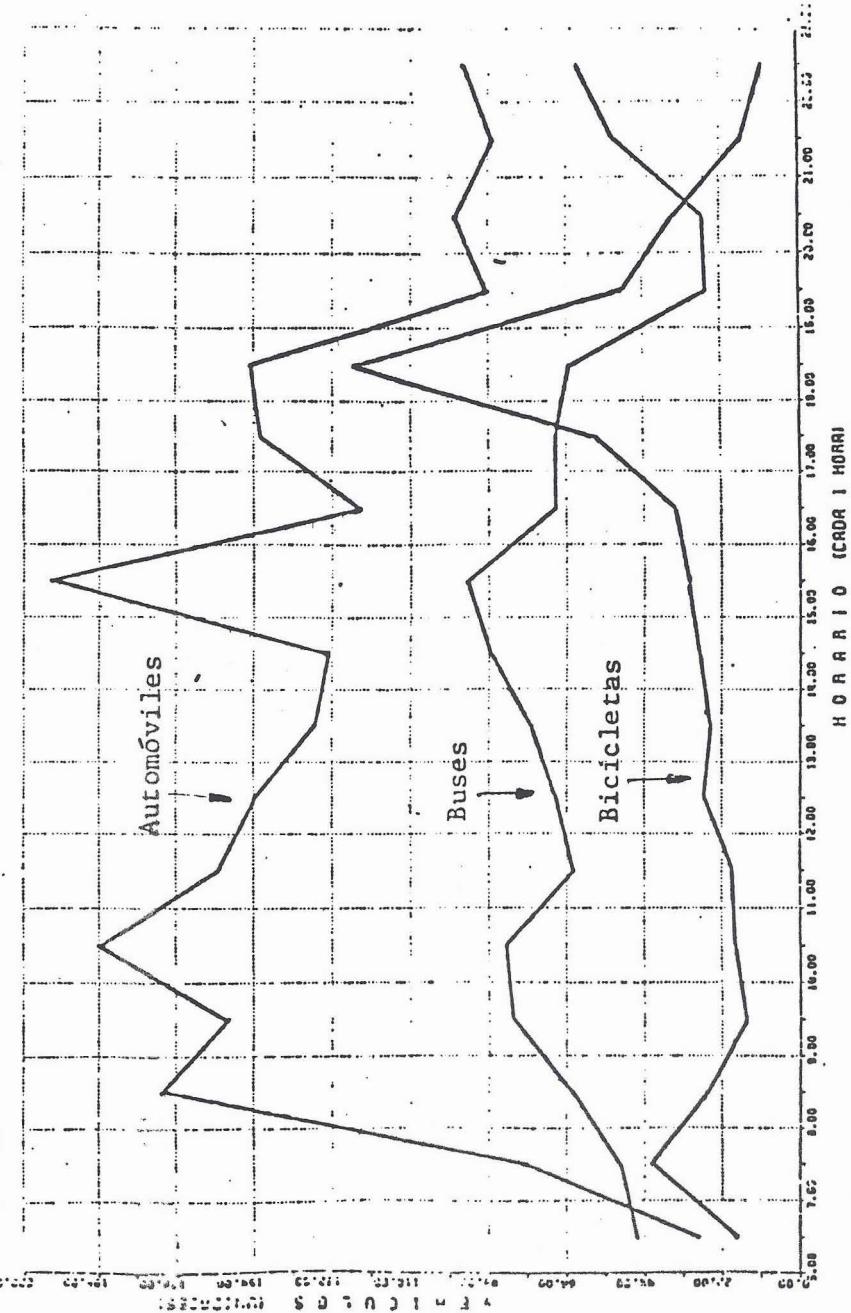


FIGURA 2: Distribución horaria de flujos, sentido Norte-Sur