
ESTIMACION DE BENEFICIOS ASOCIADOS A LA HABILITACION DE CICLOVIAS POR MEDIO DE UN MODELO DE MICROSIMULACION

Ricardo Briones Huerta, Italo San Nicolo Bisso
SECTRA Area Sur
Avenida Padre Hurtado 570, Tercer piso, Concepción, Chile
E-mail: rbriones@sectra.cl, isannicolo@sectra.cl

RESUMEN

Uno de los elementos esenciales para la estimación del impacto que genera la habilitación de una ciclo vía en un determinado eje vial, es contar con una herramienta que permita predecir dicho impacto sobre la operación de los vehículos usuarios en él.

Actualmente, la metodología existente se basa en la utilización del modelo SLAM System, cuya orientación es universal y no específicamente para la modelación de sistemas de transporte. Además de ello, dicha metodología fue definida para un ambiente sub-urbano, con pocas interferencias en calles transversales.

En este artículo se propone utilizar el modelo de microsimulación AIMSUN NG, como una herramienta de modelación y obtención de beneficios asociados a la habilitación de ciclo vías por medio de la estimación de curvas de beneficios. De este modo, y conociendo las características físicas y operativas de la vía en la cual se desee materializar una ciclo vía, sea factible obtener de una manera sencilla los beneficios asociados a su implementación.

Palabras clave: Ciclo vías, Beneficios, Microsimulación.

ABSTRACT

One of the essential elements for the estimation of the impact generated by the creation of cycle-track in a certain way is to have a tool to predict the impact on the operation of the vehicles users in it.

Currently, the existing methodology is based on the use of SLAM System model, whose approach is universal and not specifically to the modeling of transportation systems. Furthermore, this methodology was defined for a sub-urban environment with a few interference on side streets.

In this article we propose to use the microsimulation model AIMSUN NG as a modeling tool and obtain the benefits associated with a cycle-track, through the estimation of benefits curves. In this way, and knowing the physical and operational characteristics of the way on which to build the cycle-track, can be obtained in a simple way the benefits associated with its implementation.

Keywords: Cycle-track, Benefits, Microsimulation.

1. INTRODUCCION

Uno de los elementos esenciales para la estimación del impacto que genera la habilitación de una ciclovía en un determinado eje vial, es contar con una herramienta que permita predecir dicho impacto sobre la operación de los vehículos usuarios en él.

En la metodología descrita en el Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MIDEPLAN, 1998), se avanzó en el desarrollo de un procedimiento para estimar los beneficios asociados a la habilitación de ciclovías, para lo cual se utilizó el modelo SLAM System (Pritsker Corp., 1994) cuya orientación es universal y no orientada específicamente a la modelación de sistemas de transporte. Además de ello, dicha metodología fue definida para un ambiente sub-urbano, con pocas interferencias en calles transversales.

Dado lo anterior, y teniendo en cuenta que en Chile se han comenzado a aplicar los modelos de microsimulación, los que además de simular el comportamiento de vehículos y su interacción a nivel microscópico, permiten simular el comportamiento de los modos no motorizados, tales como peatones y bicicletas, se plantea utilizar el modelo AIMSUN NG (TSS, 2005) como herramienta de modelación y obtención de curvas de beneficios asociados a la habilitación de ciclovías.

Previo a la obtención de curvas de beneficios, el modelo de microsimulación fue validado por medio de la revisión y análisis de los consumos de tiempo y combustible, beneficios económicos, demoras, detenciones y velocidades. Una vez validado, se determinaron 36 curvas de beneficios que varían según el flujo vehicular de la vía analizada, las características operacionales y el flujo de bicicletas.

Este artículo se ha estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se profundiza en la validación del modelo AIMSUN NG como herramienta de modelación. En la sección 3 se detalla la obtención de curvas de beneficios, mientras que en la sección 4 se indica como utilizarlas. Finalmente, en la sección 5 se presentan las principales conclusiones.

2. VALIDACION DEL MODELO

En el último tiempo se ha acumulado una razonable experiencia con el modelo de microsimulación AIMSUN NG y en particular se ha investigado sobre la forma de cómo representar el efecto de la circulación de los ciclistas en una calzada compartida con vehículos motorizados. En tal sentido, se explica a continuación la forma de captar las mejoras de velocidad por causa de la habilitación de una ciclovía.

En primer término, cabe destacar que el modelo AIMSUN NG considera que las bicicletas circulan por el centro de una pista y en consecuencia, si la pista es única, no es posible su adelantamiento por parte de los vehículos motorizados, lo cual inhabilita esta opción como una situación base razonable.

Dado lo anterior, se definieron las posibles alternativas que se presentan a continuación, junto con su solución en lo que a modelación respecta.

**Sentido unidireccional,
1 pista**

Se modela como si entre intersecciones se generaran bolsones (tipo bus-bay, pero más largos), de tal forma que ahí se produzcan adelantamientos.

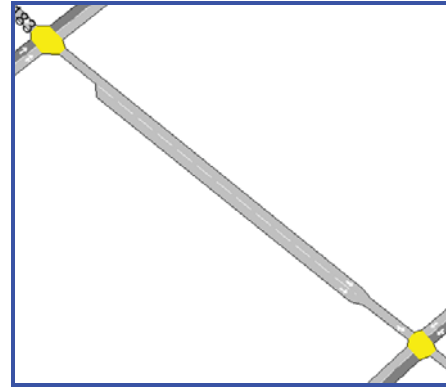


Figura 1: Modelación Sentido Unidireccional,
1 Pista.

**Sentido bidireccional,
1 pista por sentido**

Se modela al igual que en el caso anterior, pero considerando ambos sentidos de tránsito. Esta modelación puede representar también la posibilidad de sobrepasar el eje de la calzada, lo cual AIMSUN NG no lo permite (restricción de modelación).

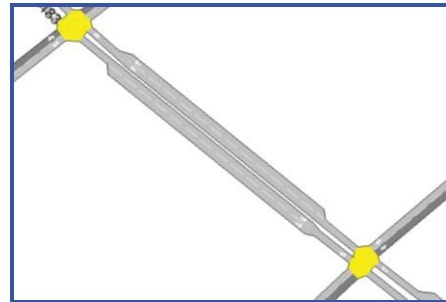


Figura 2: Modelación Sentido Bidireccional,
1 pista por sentido.

**Sentido unidireccional,
más de 1 pista por sentido**

Para esta situación se supuso que las bicicletas sólo utilizan la primera de las pistas, sin posibilidad de utilizar otra. Por otro lado, los vehículos motorizados pueden utilizar todas las pistas. En el caso de los vehículos motorizados que van por la primera pista y se topan con alguna bicicleta, tienen que esperar brecha en la pista aledaña para poder adelantar.

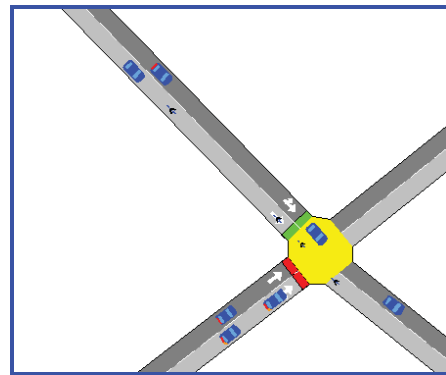


Figura 3: Modelación Sentido Unidireccional,
más de 1 pista por sentido.

**Sentido bidireccional,
más de 1 pista por sentido**

De la misma manera que para la modelación en sentido unidireccional, en este caso se restringe el flujo de bicicletas sólo a la primera pista, sin embargo para el resto de los vehículos motorizados esta permitido utilizar cualquier pista.

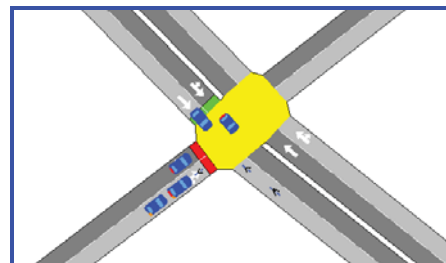


Figura 4: Modelación Sentido Bidireccional,
más de 1 pista por sentido.

La validación del modelo AIMSUN NG, se realizó sobre dos situaciones tipo. La primera representa un arco céntrico de ciudad de tamaño medio, en la cual se propuso una sección de calzada unidireccional de 2 pistas, que contiene dos intersecciones reguladas por semáforos. La segunda representa la situación de una pista con posibilidad de adelantamiento (bidireccional) con intersecciones prioritarias.

Sobre ambas situaciones tipo se realizó un experimento que contempló la modelación de diversos estados: baja, mediana y alta cantidad de bicicletas, así como sin bicicletas cuando existe una ciclovia habilitada.

Los valores utilizados para las diferentes categorías de bicicletas y de vehículos livianos se obtuvieron sobre la base de mediciones periódicas registradas para este tipo de vehículos.

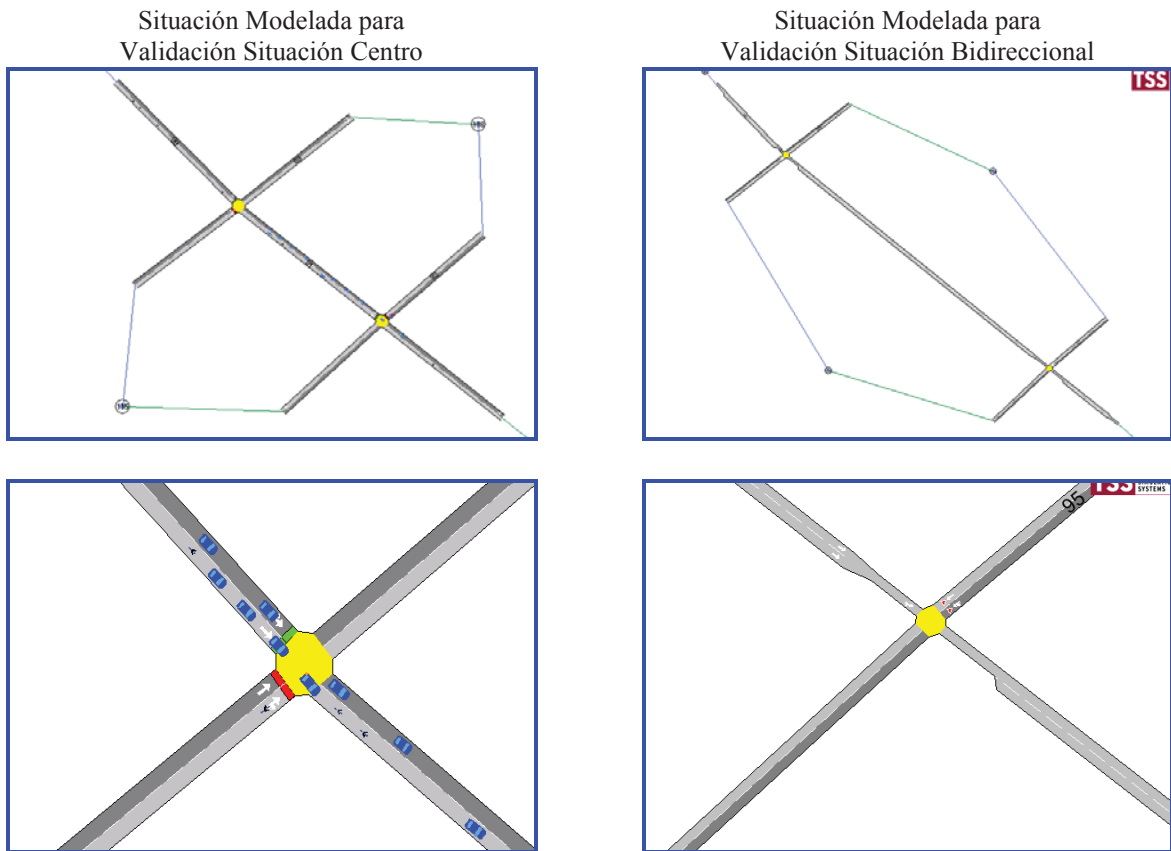


Figura 5: Modelación Situaciones para validar el modelo.

2.1 Construcción de Archivos de Entrada del Modelo

La construcción de la modelación se realizó en forma interactiva, ésta es una de las mayores ventajas del modelo AIMSUN NG. Por tal razón, a continuación se detallan los supuestos utilizados, de tal forma de precisar la construcción de las situaciones.

2.1.1 Definición de la Red

Para la construcción de la red fue necesario definir en primer lugar las Secciones (arcos), para luego unir estas secciones mediante los Nodos, los cuales corresponden a las intersecciones. En segundo lugar fue necesario definir los Centroides, los cuales representan a aquellas zonas de donde tienen origen y/o destino los viajes.

Para este caso, las secciones que se definieron fueron las necesarias para poder representar parte de un eje que contenga 2 intersecciones y por ende, 2 calles transversales. Para simplificar la modelación de las diferentes situaciones se trabajó con 4 centroides, al norte, al sur, al poniente y el último al oriente. De este modo fue sencillo definir los viajes.

2.1.2 Definición de parámetros de Microsimulación

Como se mencionó anteriormente, el modelo AIMSUN NG presenta una limitación al momento de la modelación de las bicicletas, y ésta es que ellas utilizan una pista completa al circular. Es por lo anterior, que se definió que la circulación de éstas quedara limitada exclusivamente a la primera pista, mientras el resto de los vehículos podían utilizar ambas pistas. Esto se logró dando la categoría de vía exclusiva a la segunda pista.

Los parámetros utilizados fueron los siguientes (Velasco, 2004):

Tabla 1: Parámetros Calibrados para Santiago, Chile (Velasco, 2004)

Parámetro	Valores por Defecto Iniciales	Media	Desv. Estándar	Máximo	Mínimo
Largo	(4,00;0,00;4,00;4,00)	4,32	0,31	4,98	3,73
Ancho	(2,00;0,00;2,00;2,00)	1,70	0,04	1,82	1,61
Aceptación de límite de velocidad	(1,00;0,00;1,00;1,00)	1,00	0,16	1,50	0,61
Velocidad máxima reservada	(100;20;150;80)	110	20	150	80
Distancia mínima entre vehículos	(1,00;0,00;1,00;1,00)	1,73	0,67	4,45	0,46
Velocidad de Yellow Box	14,40	3,6			
Desaceleración normal	(4,00;0,00;4,00;4,00)	3,20	0,23	4,00	2,50
Máxima aceleración	(2,80;0,00;2,80;2,80)	2,57	0,70	5,80	1,36
TR	0,75	0,90			
TRS	1,00	1,10			

La velocidad de cada tipo de vehículo fue de 15 km/h para las bicicletas y 40 km/h para los vehículos livianos, con una desviación estándar de 5 km/h. Nótese que esta velocidad se ingresa como velocidad deseada para el tipo de vehículo correspondiente.

Para estimar el Consumo de Combustible fue necesario definir para cada tipo de vehículo el consumo de éste mediante los parámetros definidos en el modelo. Obviamente al tipo de vehículo bicicleta no fue necesario ingresarle parámetros, ya que no presenta consumo de combustible. Para el caso del tipo de vehículo “coche”, que corresponde a los vehículos livianos, le corresponden los siguientes valores:

Tabla 2: Parámetros de Consumo, AIMNSUN NG.

Parámetro	Valor
F1 (reposo)	0.333
F1 (a 90 km/h)	9
C1 (acelerando)	0.42
F2 (a 120 km/h)	12
C2 (acelerando)	0.26
Fd (desacelerando)	0.537

Finalmente, fue necesario especificar la operación de las intersecciones contempladas en el experimento. Se definió que éstas operaban con semáforos, los cuales tuvieron un ciclo de 90 segundos y para el eje principal (fase 1) un tiempo de 46 segundos, mientras que para las calles transversales (fase 2), un tiempo de 36 segundos.

2.1.3 Definición de la demanda

AIMSUN NG, tiene la posibilidad de definir la demanda de acuerdo a dos alternativas, la primera es mediante matrices y la segunda mediante estados de tráfico. Esta última utiliza flujos sobre los arcos de entrada, los que se van asignando a lo largo de la red mediante porcentajes, lo cual resulta un poco engorroso para la variación de la demanda como lo requería este proyecto. Es por lo anterior y considerando que dada la configuración de centroides, las rutas origen-destino tendrían una única alternativa de ruta, que se optó trabajar con matrices.

2.2 Corrida y Validación de los Modelos

Tanto para la situación centro, como para la situación bidireccional presentada anteriormente, se utilizó el siguiente proceso de validación:

Para cada situación (cantidad de bicicletas, cantidad de vehículos livianos) se realizaron 30 experimentos. Lo anterior a causa de que por las características de un modelo de microsimulación, las que a grandes rasgos implican comportamientos individuales de los actores involucrados en la modelación, el realizar sólo un experimento podría traducirse en un sesgo que no entregaría resultados confiables.

Para la validación de la situación tipo centro con 2 semáforos los resultados obtenidos corresponden a un eje de 250 m., mientras que para la situación bidireccional con 2 intersecciones prioritarias los resultados obtenidos corresponden a un eje de 650 m. Por otro lado, dado que se trata de una calzada de 1 pista, se modelaron flujos vehiculares hasta 600 veh/h, con lo cual se evitaron situaciones de saturación, las cuales podían distorsionar los resultados.

Finalmente, para poder validar el modelo, se revisaron y analizaron los siguientes resultados: consumos de tiempo y combustible, beneficios económicos, demoras y detenciones, y velocidades.

2.2.1 Consumo de tiempo y combustible, demoras y detenciones.

Para el cálculo de los consumos de tiempo y combustible se utilizaron los consumos que entrega el modelo como producto (cantidad de horas que utilizaron los usuarios en trasladarse durante una hora de modelación y cantidad de litros que utilizaron los usuarios trasladándose durante una hora de modelación).

2.2.2 Beneficios económicos de tiempo y combustible

Para valorizar en precios sociales los consumos de tiempo y combustible se utilizaron los precios sociales que recomienda MIDEPLAN (2007). Para poder obtener beneficios se contrastaron las situaciones que tenían bicicletas (bajo, medio y alto) con aquella que presenta la ciclovía habilitada, de esta forma se pudo estimar los beneficios que representa una solución de ciclovía ante diferentes cargas de bicicletas sobre el eje. Es necesario recordar que estos beneficios corresponden a un eje de 250 m y 650 m. dependiendo de la situación.

2.2.3 Demoras y detenciones obtenidas de la modelación

Se analizaron los indicadores correspondientes a demoras en el arco y detenciones en el arco. Para lo anterior, se escogió como representativo al arco que se encuentra entre las dos intersecciones.

2.2.4 Velocidades obtenidas de la modelación

El último indicador de validación del modelo, correspondió a las velocidades obtenidas de la modelación para cada una de las situaciones. Para lo anterior, se escogió como representativo al arco que se encuentra entre las dos intersecciones.

2.3 Análisis Resultados Validación

De los análisis anteriores se extrajeron las conclusiones que llevan a validar el modelo AIMSUN NG:

- AIMSUN NG permite modelar las bicicletas. Si bien existen limitaciones mínimas, éstas se pueden sobrellevar mediante algunos supuestos de modelación.
- Al tener poca presencia de bicicletas y/o poco flujo vehicular, los consumos y beneficios tienden a ser muy similares a la situación con ciclovía habilitada. Sin embargo, al tener

situaciones con flujos considerables los resultados tienden a ser mucho más confiables. Es necesario mencionar que en aquellos casos donde hay poco flujo, sea de bicicletas o vehículos livianos, los consumos son bastante bajos, por tanto los beneficios también, por lo que aquellos resultados contra intuitivos se pueden despreciar.

- En una situación sin ciclovía, a mayor número de bicicletas, mayor es el consumo de combustible y tiempo por parte de los vehículos motorizados. Luego, al incorporar una ciclovía, aumentan los beneficios de combustible y tiempo de estos modos.
- Los beneficios presentan curvas de tendencia exponencial, siendo la de mayor cantidad de bicicletas la de mayor crecimiento, lo cual se esperaba intuitivamente.
- La gráfica de las velocidades presentan curvas decrecientes en la medida que aumenta el flujo vehicular y además, el efecto de las bicicletas aumenta la pendiente de la curva, lo cual también se esperaba intuitivamente.

3. OBTENCION DE CURVAS DE BENEFICIOS

Es importante mencionar que para cada escenario fue necesario realizar 30 corridas del modelo de microsimulación para poder obtener una media que no tuviera sesgo. Para la definición de escenarios se crearon 3 estados de cantidad de bicicletas (bajo, medio y alto), 4 estados de transporte público (sin transporte público, bajo, medio y alto) y por último 7 estados de vehículos livianos (50, 100, 200, 300, 400, 500 y 600). Dado lo anterior, para cada situación tipo fue necesario realizar 2520 modelaciones. Haber agregado una nueva variable hubiese implicado un aumento en el número de modelaciones muy difícil de llevar a cabo.

Sobre la base de los resultados obtenidos en la validación, se decidió generar curvas de beneficios económicos horarios en función de la cantidad de vehículos livianos, considerando distintos escenarios donde se varió la cantidad de bicicletas y la de transporte público. De esta forma fue posible obtener 12 curvas de beneficios económicos por cada situación tipo, una para cada escenario (Tabla 3).

Es necesario mencionar que los rangos adoptados tuvieron en cuenta mediciones de flujo realizadas en las ciudades de Curicó, Talca y Chillán (SECTRA, 2007) y dado que el modelo propuesto se utilizó para evaluar un conjunto de ciclovías en las 3 ciudades mencionadas, se definieron 5 situaciones tipo, que permiten generalizar el método planteado:

- **Situación calle centro:** caso idéntico al utilizado en la validación del modelo, presenta intersecciones seguidas (una cuadra), unidireccional, dos pistas. En caso de encontrarse un eje de similares características y bidireccional es factible utilizar dos veces esta situación, una para cada sentido.
- **Situación calle no centro:** similar al caso anterior, con la diferencia que la distancia entre las intersecciones es de 500 m.

- **Situación bidireccional baja interferencia:** contempla 1 pista por sentido y bajos niveles de flujo contrario (0 – 100 vehículos).
- **Situación bidireccional media interferencia:** contempla 1 pista por sentido y medianos niveles de flujo contrario (100 – 300 vehículos).
- **Situación bidireccional alta interferencia:** contempla 1 pista por sentido y altos niveles de flujo contrario (más de 300 vehículos).

Tabla 3: Definición de Escenarios (veh/h).

Cantidad de Bicicletas			Cantidad de Buses		
Categoría	Rango	Modelado	Categoría	Rango	Modelado
Bajo	0-30	15	Sin	0	0
			Bajo	1-50	25
			Medio	50-140	90
			Alto	sobre 140	200
Medio	30-70	50	Sin	0	0
			Bajo	1-50	25
			Medio	50-140	90
			Alto	sobre 140	200
Alto	sobre 70	105	Sin	0	0
			Bajo	1-50	25
			Medio	50-140	90
			Alto	sobre 140	200

Para verificar la consistencia de los resultados, se realizaron gráficos comparativos para una misma situación de carga en los distintos casos modelados. Para esto se eligió el escenario con mediana cantidad de bicicletas y mediana cantidad de transporte público para todas las situaciones. De lo anterior, se obtuvieron gráficos de velocidad, demoras por kilómetro y detenciones por kilómetro

Para los casos bidireccionales, la curva de velocidad, muestra que al aumentar los flujos las velocidades disminuyen con mayor rapidez que para el caso de las situaciones centro y no centro. Lo anterior tiene directa relación con la facilidad de adelantamiento que se tiene en cada caso. Los resultados son consistentes.

Para los casos bidireccionales, la curva de demora por kilómetro, muestra que al aumentar los flujos las demoras aumentan con mayor rapidez que para el caso de las situaciones centro y no centro. Lo anterior tiene directa relación con la facilidad de adelantamiento que se tiene en cada caso. Para el caso bidireccional con baja interferencia, se observa un comportamiento similar a la situación no centro, lo cual era esperable. Los resultados son consistentes.

Para los casos bidireccionales, la curva de detenciones por kilómetro, muestra que al aumentar los flujos las detenciones aumentan con mayor rapidez que para el caso de las situaciones centro

y no centro. Lo anterior tiene directa relación con la facilidad de adelantamiento que se tiene en cada caso. Las detenciones para los casos centro y no centro se mantienen constantes para los diferentes niveles de flujo, lo cual se explica por estar éstas sólo inducidas por los semáforos. Los resultados son consistentes.

De esta manera, se concluyó que los consumos en las situaciones de bidireccionalidad eran bastante mayores que los observados en las situaciones centro y no centro. Es por lo anterior que se profundizó el análisis, llegando a la conclusión que estos consumos eran irreales, influenciados por demoras inexistentes dadas por la imposibilidad de entrecruzamiento en el modelo AIMSUN NG al llegar al cuello de botella.

Finalmente se procedió a descartar esta modelación para las tres situaciones bidireccionales concluyendo que existe sólo una situación para el caso bidireccional.

Para una mejor estimación de las curvas fue necesario realizar algunas correcciones y supuestos a los resultados de beneficios presentados con anterioridad, los que se detallan a continuación:

- Valores negativos se descartan, ya que se asume que corresponde a la variabilidad de los flujos, y en general esta situación se da en condiciones de poco flujo de bicicletas, por lo cual el impacto de la ciclovía es muy menor.
- Se asume en principio, que la forma de la curva debería ser un polinomio de orden 2, sin embargo en casos de la situación No Centro se ajustó mejor un polinomio de orden 3, lo que tiene lógica pensando en que los beneficios si bien deben ser crecientes, a valores medios de vehículos livianos, la tasa de crecimiento decrece, para luego a mayor flujo aumentar. Lo anterior tiene que ver con la facilidad de alcanzar la velocidad deseada por causa de la distancia entre intersecciones.
- Se impuso como condición que las curvas pasaran por el 0, ya que al no pasar vehículos no hay beneficios.
- Los beneficios económicos sociales se determinan para una hora – kilómetro.

Dentro de las mejoras, destaca una mejor interpretación de la situación bidireccional, la cual a causa de restricciones del modelo AIMSUN NG, es la más complicada de representar. La modelación definitiva de esta situación consideró ambos sentidos.

Finalmente el modelo, cuyos parámetros para cada situación se presentan en la tabla 4, corresponde al siguiente¹:

$$\text{Beneficios} \left(\frac{\$}{\text{Hr} \cdot \text{Km}} \right) = A \cdot (\text{Vehículos Livianos})^2 + B \cdot (\text{Vehículos Livianos}) \quad (1)$$

¹ Los camiones se asimilan, utilizando el factor de equivalencia, a los vehículos livianos.

Tabla 4: Modelos de Beneficios por Ciclovía para una hora-kilómetro (\$/h·km)

Situación	Bicicletas	TP	Punta Mañana		Fuera de Punta	
			A	B	A	B
Centro	Bajo	sin	0.00190	1.08720	0.01435	-3.43024
Centro	Bajo	Bajo	0.00103	3.07125	0.00172	2.50572
Centro	Bajo	Medio	-0.00389	11.94921	-0.00395	10.03724
Centro	Bajo	Alto	-0.00607	18.29095	-0.00091	13.40527
Centro	Medio	sin	0.00854	3.80610	0.00442	4.88996
Centro	Medio	Bajo	0.01411	5.63577	0.01110	6.27404
Centro	Medio	Medio	0.02942	18.19322	0.02227	15.79211
Centro	Medio	Alto	-0.00645	58.20595	0.00026	45.31398
Centro	Alto	sin	0.03096	-1.48920	0.02881	-1.19629
Centro	Alto	Bajo	0.03044	0.96085	0.02607	2.15298
Centro	Alto	Medio	-0.01045	42.02807	-0.00415	33.58917
Centro	Alto	Alto	-0.03883	123.96413	-0.01862	94.98413
No Centro	Bajo	sin	0.00372	-0.76161	0.00366	-0.84480
No Centro	Bajo	Bajo	0.00183	5.42221	0.00089	4.73100
No Centro	Bajo	Medio	0.01317	6.90839	0.01075	5.40586
No Centro	Bajo	Alto	0.00729	15.36189	0.00571	12.20318
No Centro	Medio	sin	0.00680	1.97890	0.00641	1.85830
No Centro	Medio	Bajo	-0.00369	9.10568	-0.00155	7.21806
No Centro	Medio	Medio	0.02295	7.18823	0.01798	6.24831
No Centro	Medio	Alto	0.06436	-6.73526	0.06764	-10.33291
No Centro	Alto	sin	0.00765	5.06086	0.00725	4.71858
No Centro	Alto	Bajo	0.00940	9.39862	0.00470	9.22970
No Centro	Alto	Medio	-0.00561	27.28260	-0.00701	23.34690
No Centro	Alto	Alto	0.01954	29.99035	0.01457	24.76911
Bidireccional	Bajo	sin	0.00273	1.75306	0.00293	1.39316
Bidireccional	Bajo	Bajo	0.00400	2.82268	0.00487	2.03955
Bidireccional	Bajo	Medio	0.00958	2.56335	0.00610	3.34537
Bidireccional	Bajo	Alto	0.01369	3.61344	0.01005	3.45455
Bidireccional	Medio	sin	0.00787	6.57266	0.00742	6.10450
Bidireccional	Medio	Bajo	0.00547	11.18143	0.00631	9.29383
Bidireccional	Medio	Medio	-0.02562	29.05293	-0.01832	23.30754
Bidireccional	Medio	Alto	-0.01129	39.22933	-0.00735	31.52254
Bidireccional	Alto	sin	0.01456	16.48934	0.01366	15.24856
Bidireccional	Alto	Bajo	-0.00676	31.30040	-0.00319	26.41552
Bidireccional	Alto	Medio	-0.05971	72.15127	-0.04279	57.55933
Bidireccional	Alto	Alto	-0.10810	142.58738	-0.08021	112.14999

4. UTILIZACIÓN DE LAS CURVAS DE BENEFICIOS

Para una correcta utilización de las curvas encontradas, corresponde categorizar a cada uno de los ejes a analizar. Para esta tarea es necesario identificar si el eje es unidireccional, esta emplazado en el área céntrica o no, que magnitud de flujos de bicicletas presenta, que magnitud de flujo de transporte público presenta, que magnitud de vehículos livianos presenta y por último que longitud presenta. Hay que recordar que esta tarea es necesaria realizarla para ambos períodos contemplados (Punta mañana y Fuera de punta).

Es importante mencionar que no se debe considerar la modelación de una situación base, ya que los modelos están basados en beneficios. Solo se requeriría la modelación de situación base si los modelos estimaran consumos, donde sería necesario establecer el diferencial para obtener los beneficios.

La expansión anual de los beneficios se debe realizar considerando factores de expansión, utilizando una ponderación de acuerdo a las diferencias entre la hora en cuestión y la hora medida.

Finalmente, si existen ejes que tienen variaciones de flujo en su extensión, estos deben ser tramificados y considerar la información de VIVALDI (MIDEPLAN, 2002) para obtener un factor para los distintos tramos que pondere la información de los flujos medidos a aquellos tramos sin información.

5. CONCLUSIONES

Los beneficios de una ciclovía están asociados a ahorros de recursos de tiempo de viaje y combustible de los vehículos motorizados en una determinada red vial, cuando ésta se habilita. Estos beneficios se producen, dado que en la situación sin proyecto, los ciclistas utilizan la red vial disminuyendo sus condiciones de seguridad y generando aumento en el tiempo de viaje de los usuarios de modos motorizados.

En este artículo se ha planteado utilizar el modelo de microsimulación AIMSUN NG como una herramienta de modelación y obtención de beneficios asociados a la habilitación de ciclovías por medio de la estimación de curvas de beneficios.

Se ha propuesto que la evaluación se realice utilizando curvas que reflejan diferentes beneficios, los cuales varían según el nivel de flujo vehicular de la vía analizada, las características operacionales y el flujo de bicicletas. Estas curvas deberán actualizarse año tras año, según el vector de precios sociales vigentes definido por el Ministerio de Planificación.

Una aplicación de la metodología acá presentada, se encuentra disponible para las ciudades de Curicó, Talca y Chillán (SECTRA, 2007). No obstante, es necesario profundizar el estudio generalizando y validando las curvas en otras ciudades, dado que los rangos adoptados para la definición de escenarios tuvieron en cuenta mediciones de flujo realizadas en dichas ciudades.

Finalmente, se estima pertinente estudiar con mayor profundidad la situación bidireccional, la que debido a restricciones del modelo AIMSUN NG, es la más compleja de representar.

REFERENCIAS

Ministerio de Planificación y Cooperación (1998) **Metodología para la Evaluación de Sistemas de Ciclovías Urbanas**, Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana, Chile.

Ministerio de Planificación y Cooperación (2002) **Manual del Usuario VIVALDI versión 3.0**, Chile.

Ministerio de Planificación y Cooperación (2007) **Precios Sociales para la Evaluación Social de Proyectos**, Chile.

Pritsker Corp. (1994) **Slam System version 4.5 for Windows**. User's Manual.

SECTRA (2007) **Habilitación de Ciclovías en las ciudades de Curicó, Talca y Chillán**. Ministerio de Planificación, Chile.

TSS - Transport Simulation System (2005) **AIMSUN 5.0 Microsimulator** . User's Manual.

Velasco, L. M. (2004) **Calibración Parámetros Básicos Vehiculares para Flujo Interrumpido en Modelos de Simulación Microscópica: Getram en Santiago**. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.