

METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE PARADEROS EN  
CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE ALTA DEMANDA.

Rodrigo Fernández A., Jaime Gibon A.  
Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile  
Casilla 228/3, Santiago, Fono: 6894206, Fax: 6712799

Hugo Rubilar S.(\*)  
Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción  
Casilla 53-C, Concepción. Fono: 234985-A.2320, Fax: 249190

RESUMEN

El diseño de facilidades al transporte público de superficie en corredores de alta demanda, es un problema que debe enfrentar eficientemente la ingeniería de tránsito en ciudades donde éste es el principal modo de transporte de sus habitantes. Esto plantea un desafío que se vuelve imperioso si, además, las políticas que pretenden implementar las autoridades tienden hacia un traspaso de usuarios desde el automóvil particular a la locomoción colectiva.

En las anteriores condiciones, los paraderos constituyen el principal elemento que contribuye a facilitar el encuentro entre pasajeros y buses. Por lo tanto, su adecuado diseño y localización será la base de cualquier acción de gestión a la locomoción colectiva tendiente a mejorar su nivel de servicio.

Aún cuando en el país existen las herramientas computacionales que ayudan al diseño y gestión de paraderos (IRENE, BUSTOPS, TRANSYT), cada una de ellas por separado aborda una parte del problema que, necesariamente, debe ser tratado globalmente. Considerando lo anterior, el objetivo de este trabajo es proponer una metodología que considere estructuradamente todas las fases de la gestión de paraderos en corredores de transporte público de alta demanda.

(\*) Actualmente en CITRA Ltda.

## 1. INTRODUCCION

Dentro de los objetivos de la política de transporte urbano vigente está la modernización del sistema de transporte público y el mejoramiento de la eficiencia en el uso de la infraestructura vial. Parte del primero de estos objetivos se ha abordado mediante la licitación de algunos tramos de corredores de transporte público de superficie en Santiago, en tanto que para el segundo se menciona a la gestión de tránsito como una de sus componentes. Sin embargo, ambas medidas no siempre han marchado juntas, observándose ineficiencias en la forma como es usado el espacio vial por parte de los buses tanto dentro como fuera del área licitada, con el consiguiente deterioro de su nivel de servicio. Esto a su vez atenta contra uno de los resultados esperados de la modernización del transporte público, cual es producir un tránsito de usuarios desde el automóvil particular.

Para cortar esta tendencia es necesario un adecuado conocimiento de las condiciones de tráfico prevalecientes en nuestras ciudades, de modo de actuar en consecuencia. Es así como desde hace algunos años se ha venido investigando en el país sobre las peculiaridades que introduce en el tráfico la presencia de flujos importantes de buses (Gibson, 1988; Gibeon y Fernández, 1989). Como producto de esta labor, se ha detectado la necesidad de prestar atención a elementos como los paraderos, apenas tratados en la literatura, tanto en términos de modelación como de técnicas para su diseño y operación. El grado de elaboración alcanzado en estos resultados es disímil pero tiene en común una característica: son avances parciales en relación con algún problema específico que provienen herramientas ad-hoc para abordarlo.

Pese a su carácter parcial, algunos de estos avances están siendo utilizados de manera incipiente por la ingeniería nacional pues no hay técnicas alternativas comparables. De este modo se han generado algunos proyectos innovadores en ejecución o próximo a estarlo: el sistema de paraderos diferidos en La Alameda y un corredor segregado para buses en Av. Grecia, ambos en Santiago. Estos son realmente las primeras experiencias de técnicas de gestión avanzada para tráfico mixto en el país y posibilitarán disponer de un contexto empírico para enriquecer el estudio de fenómenos hasta ahora analizados en condiciones más primitivas de interacción de los vehículos. Es indudable la necesidad de profundizar el conocimiento de estos fenómenos, formalizar su tratamiento e integrarlo a la metodología establecida para la formulación y evaluación de proyectos de viabilidad urbana. En este contexto se inserta este trabajo.

En el país existen las herramientas computacionales que ayudan al diseño y gestión de paraderos, tales como el modelo de simulación de paraderos IREN, el sistema experto para el diseño y localización de paraderos BUSTOPS y el programa de simulación y optimización de redes TRANSYT. No obstante, cada una de ellas aborda una parte del problema por separado. Considerando lo

anterior, el objetivo de este trabajo es proponer una metodología que considere, integral y estructuradamente, todas las fases de la gestión de paraderos en corredores de transporte público de alta demanda, apoyándose en las herramientas computacionales disponibles para tal efecto. Lo anterior, a la espera del desarrollo de un modelo de simulación integrado para corredores de transporte público de superficie y frente a los requerimientos de los estudios de ingeniería en este campo.

Para lograr el objetivo señalado, en el capítulo siguiente se hace una revisión de las técnicas desarrolladas para la modelación de paraderos. Luego se describe, en el capítulo 3, la metodología propuesta para el diseño de paraderos en corredores de transporte público de alta demanda. En seguida, el capítulo 4 muestra la aplicación de la metodología y sus resultados, en base a antecedentes disponibles sobre el corredor Avda.B.O'Higgins de Santiago. Finalmente, se exponen los principales comentarios y extensiones derivadas de este trabajo en el capítulo 5.

## 2. MODELACION DE PARADEROS DE BUSES

La modelación de paraderos de buses, con miras a la gestión de facilidades al transporte público, es un tema escaso en la literatura internacional. Si bien se deben tener en cuenta las notables experiencias prácticas desarrolladas en Brasil - véase por ejemplo EBTU (1982) - desde el punto de vista estrictamente metodológico es poco el trabajo que se ha hecho sobre este tema fuera del país.

Un análisis teórico de los fenómenos relevantes en la circulación de tráfico mixto y la importancia de los paraderos en ellos, ha sido aportado con anterioridad por Gibson (1988). Allí se discute también la forma en que tales fenómenos podrían ser incorporados a modelos como TRANSYT, ya sea a través de los datos de entrada o de modificaciones al modelo de dispersión, como mediante el uso de un modelo complementario para simular los paraderos. De esta forma, se deriva la potencialidad de TRANSYT como herramienta de simulación para el diseño y evaluación de medidas de gestión al transporte público de superficie.

En relación a la modelación de paraderos de buses, Baeza y Gibson (1989) describen los principales submodelos relacionados con la estimación de capacidad y demoras de operación. La incidencia de éstas en una perspectiva más amplia es discutida en Gibson, Baeza y Willumsen (1989), así como las características básicas del programa de simulación de paraderos IRENE. En una revisión de los modelos disponibles para simular paraderos, Arany, Portugal y Tyler (1992) concluyen que IRENE es el más completo y sugiere extenderlo para considerar la interacción de un paradero con las intersecciones próximas y con la pista adyacente, extensiones que ya están contempladas.

En la misma revisión citada, se hace notar que algunos problemas

del diseño de paraderos no pueden ser debidamente abordados sino en una perspectiva de corredor, que supera las capacidades de IRENE. Es aquí donde BUSTOPS (Fernández, 1991; Fernández et al, 1992) presenta un interesante potencial. Concebido para apoyar las decisiones sobre localización y diseño funcional de paraderos a lo largo de un eje, su condición de sistema experto, lo hace susceptible de ser directamente enriquecido con las lecciones que se extraigan de las experiencias prácticas. Tyler y Willumseen (1989) han destacado la contribución que representa al tratamiento de problemas de diseño como éste, el uso de modelos basados en opiniones.

En esta perspectiva, la necesidad de integrar las técnicas de inteligencia artificial desarrolladas hasta el momento para la gestión del transporte público es una consecuencia ineludible. Al respecto, Fernández et al (1992) sugieren la forma de hacerlo en el caso de BUSTOPS e IRENE, en donde las decisiones del sistema experto en cuanto a localización y prediseño físico de los paraderos, podrían ser luego validadas y ajustadas en cuanto a capacidad mediante el modelo de simulación. En este trabajo también se plantea la posibilidad de complementar las decisiones con otros sistemas expertos para el diseño de esquemas de prioridad a los buses.

Sobre estas bases, al menos la complementación entre BUSTOPS, IRENE y TRANSYT parece ser la etapa siguiente para integrar estas técnicas a una adecuada gestión de facilidades a los buses. El resultado de esta iniciativa es la proposición metodológica que se detalla a continuación.

### 3. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE PARADEROS EN CORREDORES

En términos físicos un paradero está compuesto de un andén para el embarque y desembarque de los pasajeros y un área de parada para la detención de los vehículos. Ambos deben ser tales que den cabida en forma cómoda y organizada a todos los vehículos y pasajeros que a él convergen (Figura 1).

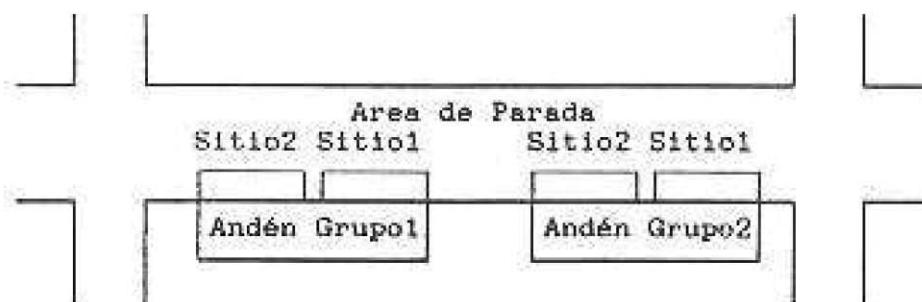


Fig.1: Configuración física de un paradero

El diseño de paraderos en corredores de transporte público ha demostrado ser, en el contexto de altos flujos de buses y demandas de pasajeros, una efectiva medida para otorgar facilidades a los buses (CADE-IDEPE, 1988). Dicho proceso ha de comprender las siguientes etapas (Fernández et al., 1992):

- un diagnóstico de las condiciones de circulación de los buses en el eje;
- el diseño físico y operacional de los paraderos a lo largo del corredor;
- una evaluación de las modificaciones derivadas de este diseño.

A su vez, la etapa de diseño físico y operacional de paraderos, por ejemplo árboles de parada con puntos de detención diferenciados como en la Fig.1, se refiere a las siguientes acciones:

- definir el espaciamiento óptimo entre áreas de parada en base a algún criterio de minimización de costos de usuarios y operadores;
- establecer la configuración física de cada área de parada en cuanto al número de grupos por paradero (puntos de parada con destinos afines dentro del área) y número de sitios por grupo;
- determinar la localización de cada paradero en concordancia con la ubicación de los puntos de demanda de pasajeros.

De acuerdo con esto, la metodología propuesta comprende en primera instancia un diagnóstico preliminar de las condiciones de operación del transporte público de superficie en el corredor, en base a las características de tramos homogéneos del mismo. De ello se encarga el sistema experto BUSTOPS, utilizando información de la longitud del corredor, el número de detenciones promedio de la locomoción colectiva, flujos agregados de buses y de autos. Este diagnóstico puede ser luego extendido al transporte privado y afinado en cuanto al transporte público, modelando la situación base con TRANSYT en arcos de tráfico general y con TRANSYT e IRENE para arcos de buses. Con ello se logra un diagnóstico definitivo de la circulación de tráfico mixto en el corredor.

En seguida, con BUSTOPS se realiza - si corresponde de acuerdo al diagnóstico - un prediseño general de áreas de parada para el corredor en su conjunto, estableciendo su espaciamiento y su configuración física preliminar en base al flujo de buses y demandas de pasajeros por paradero. Se determina además su localización de acuerdo a los principales puntos generadores de demanda y características geométricas del eje.

Posteriormente, se realiza un análisis de consistencia del

prediseño anterior a través del programa IRENE, obteniéndose la capacidad de cada paradero predefinido, así como las demoras y largos de cola que en él tienen lugar. Esta última información permite comprobar que los buses detenidos en el paradero no sobrepasen el número de sitios por grupo entregado por RUSTOPS. A su vez, posibilita tomar decisiones respecto de una reubicación y/o rediseño del área de parada en caso contrario, contando para ello con la opinión preliminar del sistema experto.

Finalmente, se pueden evaluar las modificaciones propuestas mediante el programa TRANSYT aplicado al tramo del eje en cuestión, asociando sin ninguna ambigüedad las demoras en los nuevos paraderos entregadas por IRENE al tiempo detenido en los arcos de buses. Al igual que en el diagnóstico, los impactos del rediseño de paraderos sobre el transporte privado son también recogidos con TRANSYT en los arcos de tráfico general restantes.

La Figura 2 muestra la estructura de la metodología para el diseño de paraderos en corredores de transporte público usando las herramientas de modelación antes descritas.

#### 4. APLICACION Y RESULTADOS

La metodología descrita en el Capítulo anterior fué aplicada al eje B.O'Higgins de Santiago entre las calles Nataniel/Teatinos y Santa Rosa/Mac Iver. El objetivo de este ejercicio fue simplemente verificar que la estructura de la metodología detallada en el capítulo anterior podía funcionar en un caso extremo como el del tramo referido.

Este sector de La Alameda presentaba una generalizada informalidad de operación de sus paraderos que derivaban en una extrema congestión de los mismos. Esto motivó un estudio y posterior mejoramiento de los paraderos en dicho sector realizado por CIS Ingenieros Asociados Ltda. (CIS, 1992). Este estudio, abordó el problema de rediseño de paraderos separando la modelación del transporte público y privado. Para el primero utilizó IRENE a fin de obtener variables de operación de paraderos, en tanto que para estimar variaciones en la velocidad de recorrido usó una relación exponencial negativa en función del número de detenciones. Por su parte, TRANSYT fué usado para analizar alineadamente el impacto sobre los vehículos particulares.

Aprovechando lo anterior y en función del objetivo planteado, se utilizaron la información y resultados relevantes contenidos en el informe de CIS (1992) para probar esta nueva metodología. Entre éstos está la calibración de parámetros y la medición de variables para la modelación del eje. Por ello, se decidió considerar la misma situación base para compararla con la alternativa de rediseño generada por la metodología propuesta. Esta situación base corresponde a la condición actual mejorada y contempló una formalización de los paraderos en ambos lados de la

calzada, operando con sitios diferenciados y adyacentes a la vereda (ver CIS, 1992 o Rubilar, 1993).

Luego, de acuerdo con la metodología, el primer paso es el diagnóstico preliminar mediante el sistema experto BUSTOPS. Para ello se cuenta con los siguientes datos referenciales:

- longitud del sector de análisis : 0.8 km;
- flujo promedio de autos en el sector: 2300 veh/h-sentido;
- flujo promedio de buses en el sector: 600 veh/h-sentido;
- promedio de detenciones en el sector: 8 det/sentido;

Este último dato supone que los buses se detendrán sólo una vez en cada uno de los paraderos establecidos en la situación base y al menos una vez en cada intersección semaforizada del sector.

De acuerdo con estos datos BUSTOPS estableció velocidades comerciales de los buses de 8 km/h en cada una de las calzadas. Además, dada la proporción de buses en el flujo, existen condiciones de prioridad de hecho para el transporte público. Recomendó por ende mejorar el diseño de los paraderos en esa parte de La Alameda.

Un diagnóstico más afinado de las condiciones de operación del tráfico en el eje con fines de evaluación, fué realizado, tal como lo sugiere la metodología, utilizando conjuntamente TRANSYT e IRENE. Sus resultados pueden encontrarse en Rubilar (1993).

Posteriormente, corresponde el prediseño de los paraderos en el corredor hecho por BUSTOPS. No obstante, dada la magnitud de la demanda de pasajeros en este sector de La Alameda, fue necesario separar cada uno de los sentidos de circulación en dos divisiones que generaron dos corredores hipotéticos. A su vez, el sector de análisis debe ser separado en tramos homogéneos, ya sea desde el punto de vista de la geometría, del flujo de buses o de la demanda de pasajeros. El criterio preponderante en este caso fue la geometría del corredor, generándose 2 tramos en sentido poniente-oriente (P-O) y 3 en sentido oriente-poniente (O-P).

A la luz de todo lo anterior, los espaciamientos óptimos resultantes por tramos homogéneos del corredor, para cada uno de los sentidos de circulación y divisiones, se muestran en la Tabla 1 (Rubilar, 1993).

Tabla 1: Espaciamiento óptimo (m)

Tramo	Sentido P-O		Sentido O-P	
	Div 1	Div 2	Div 1	Div 2
1	171	154	239	270
2	211	211	217	228
3	--	--	344	299

En la Tabla 1, en el sentido P-O el tramo 1 corresponde al de Nataniel-San Francisco y el tramo 2 a San Francisco-Santa Rosa. En sentido O-P el tramo 1 es Miraflores-San Antonio, el tramo 2 es San Antonio-Morandé y el tramo 3 Morandé-Teatinos. Por su parte, la división 1 en ambos sentidos es la más interna de la calzada y la 2 es la más cercana a la vereda. Dado estos espaciamientos, la cantidad de paraderos a diseñar y localizar en cada división de este sector de La Alameda resultó ser igual a 4 para el sentido O-P y 3 para la dirección P-O.

Con lo anterior, y conociendo los niveles de demanda de pasajeros y flujo de buses en cada sentido y división, se obtuvo la configuración física de cada paradero. Esta correspondió a un área de parada tipo, consistente en 2 grupos de 3 sitios cada uno, igual para cada sentido y división.

El siguiente paso consistió en localizar cada uno de estos paraderos en el tramo, considerando el espaciamiento óptimo previamente calculado, la configuración física de los paraderos, la geometría del corredor y la ubicación de los principales puntos generadores o atractores de la demanda de pasajeros. En esta etapa se debió hacer ajustes "manuales" al diseño en cuanto a la posición de los puntos de parada de cada grupo, producto de consideraciones de ancho de calzada y espacio para el resto del tráfico. Esto generó una configuración de paradas con andenes alternados entre islas y veredas, distinta pero similar a la propuesta por CIS (1992). Como resultado de este proceso, la localización, configuración y operación de los paraderos diseñada en base a las recomendaciones de BUSTOPS es mostrada en la Figura 3.

Durante la comprobación de la capacidad de cada paradero con IRENE no fué necesario modificar los prediseños entregados por BUSTOPS en cuanto a su número de grupos y sitios, pasándose directamente a la siguiente etapa de la metodología: la evaluación de las medidas de gestión del transporte público de superficie.

En la etapa arriba señalada se procedió a evaluar el rediseño y contrastarlo con la alternativa base definida, modelando el corredor conjuntamente con TRANSYT e IRENE. Detalles de esta modelación se encuentran en Rubilar (1993). A modo de síntesis, las redes TRANSYT que permitieron la evaluación se muestran en las Figuras 4 y 5.

Para la evaluación se asumió, al igual que en CIS (1992), que el rediseño trae beneficios sólo los días de semana entre los meses de marzo a diciembre, es decir, durante 220 días al año. Además, se asumió la existencia de tres períodos durante el día: punta mañana, de 2 horas de duración (440 h/año); punta tarde, de 2.5 horas de duración (550 h/año); y fuera de punta, de 9 horas de duración (1980 h/año). Los impactos considerados fueron consumos de combustible (en movimiento, en ralenti, por detención), tiempo de los usuarios y emisión de contaminantes

(CO, HC, NOx). En su valoración monetaria se consideraron los precios sociales a mayo de 1992.

Como resultado de la contrastación entre la operación de la situación base y la correspondiente al rediseño de paraderos presentado en la Fig.3, se estimaron los ahorros de recursos cuyo resumen es mostrado en la Tabla 2. En base a ellos, se deriva que el beneficio total por la implementación de los paraderos en ese sector de La Alameda asciende a \$ 827.4 millones por año. Dado que la inversión se estima en \$ 86.1 millones, los indicadores de rentabilidad arrojan un VAN al primer año de operación de \$ 551 millones y una TRI del 728%.

Tabla 2: Ahorros por el rediseño de paraderos en La Alameda

Periodo: Punta Mañana					
Impactos	Recursos/hora		Miles de \$/hora		Total (M\$/año)
	Autos	Buses	Autos	Buses	
Tiempo	-67 hr	1072 hr	-17.1	272.1	112192
Combust:					
- Movim.	-73 lt	66 lt	-4.6	39.2	-282
- Det.	29 lt	-12 lt	2.5	-1.1	628
- Ralenti	-4 lt	70 lt	-0.4	6.1	2518
Contamin:					
- CO	-32 kg	133 kg	-0.3	1.2	390
- HC	9 kg	16 kg	1.1	2.1	1404
- NOx	8 kg	9 kg	4.8	5.2	4407
Totales Periodo			-13.9	289.4	121256

Periodo: Fuera de Punta					
Impactos	Autos	Buses	Autos	Buses	Total
Tiempo	-40 hr	491 hr	-10.2	124.5	226350
Combust:					
- Movim.	-68 lt	81 lt	-4.7	5.8	2159
- Det.	7 lt	-13 lt	0.6	-1.1	-1114
- Ralenti	-2 lt	56 lt	-0.2	4.8	9176
Contamin:					
- CO	-24 kg	89 kg	-0.2	0.8	1125
- HC	7 kg	10 kg	0.9	1.3	4336
- NOx	7 kg	4 kg	3.8	2.2	11646
Totales Periodo			-9.9	136.2	253879

Tabla 2 (cont.)

Periodo: Punta Tarde					
Impactos	Autos	Buses	Autos	Buses	Total
Tiempo	133 hr	1479 hr	33.6	375.3	224932
Combust:					
- Movim.	19 lt	67 lt	2.8	4.6	4099
- Det.	-27 lt	-11 lt	-2.4	-1.0	-1830
- Ralenti	105 lt	129 lt	9.2	11.2	11191
Contamin:					
- CO	97 kg	308 kg	0.9	2.7	1960
- HC	23 kg	36 kg	3.0	4.5	4139
- NOx	11 kg	11 kg	6.5	7.7	7772
Totales Periodo			53.6	405.1	252262

## 5. COMENTARIOS FINALES

Este trabajo ha dado cuenta de una proposición metodológica para el diseño de paraderos de transporte público de superficie en corredores de alta demanda, basada en el uso estructurado de los modelos de simulación y sistemas expertos existentes para este propósito. De él se pueden deducir algunos comentarios.

La importancia de los paraderos en corredores urbanos como elementos claves para mejorar el nivel de servicio de los buses, hace imperioso que su diseño y gestión sea abordado mediante las herramientas y experiencia con que cuenta la ingeniería de tránsito nacional. En este sentido, este trabajo apunta con éxito hacia la necesaria integración de avances aislados logrados en el país en este ámbito.

En el plano práctico, la metodología propuesta demostró su potencialidad y operatividad al ser aplicada al más congestionado y principal tramo del corredor de transporte público de Santiago. Los resultados obtenidos al aplicar esta metodología son coincidentes en cuanto al diseño físico de paraderos con los de estudios previos. Esto debido fundamentalmente a la magnitud de los flujos de buses y demandas de pasajeros en el sector de análisis, junto con las restricciones geométricas del corredor que impiden, por ejemplo, disponer áreas de parada diferenciadas en doble andén y con pistas de adelantamiento. Esta fue la recomendación de BUSTOPS para los paraderos de La Alameda que, aunque deseable desde el punto de vista de la accesibilidad, no resultó físicamente factible. De haberlo sido, el diseño final habría sido radicalmente diferente. Naturalmente, las condiciones de este sector no se repiten en muchos otros sitios. De allí la importancia de disponer de un método de análisis más

estructurado.

La diferencia fundamental entre la metodología propuesta y la mera combinación de métodos ad-hoc más simples, radica en el tratamiento integrado del problema, la sistematización en la aplicación de las herramientas computacionales y la evaluación global del rendimiento del rediseño. Al respecto, la modelación consideró la interrelación entre tráfico mixto integradamente en una sola red TRANSYT, en vez de hacerlo con herramientas distintas para autos y buses. Esto permitió, por ejemplo, que en la evaluación del rediseño no fuese necesario usar la relación exponencial negativa para estimar la variación de velocidad de los buses, reservándola sólo para entregar un indicador preliminar del diagnóstico, que es en definitiva su espíritu.

Por lo tanto, la fortaleza conceptual de la proposición metodológica presentada es su coherencia en las distintas fases de la gestión de tráfico mixto en corredores: diagnóstico, prediseño global, ajustes al diseño individual y evaluación de facilidades al transporte público de superficie. No obstante, esta metodología debe entenderse en etapa de análisis y de aplicación experimental - con resultados promisorios hasta el momento - estando por ende sujeta a modificaciones y perfeccionamientos futuros. Entre éstos se encuentra el refinamiento de sus modelos constituyentes (IRENE y BUSTOPS) a la luz del seguimiento que se haga de modalidades de operación de paraderos más organizadas, como los actuales de La Alameda y del futuro corredor segregado de Av.Grecia. Al respecto, ya se han formulado nuevos proyectos de investigación en esta línea.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada gracias al aporte del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, proyecto 0275-92. Los autores agradecen también al Departamento de Transporte Urbano del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones la información proporcionada para la prueba de la metodología.

#### REFERENCIAS

- ARANY. M.C.M., PORTUGAL, L.S. y TYLER, N. (1992) Simulacao de pontos de onibus: Novos aspectos a serem considerados. Revista dos Transportes publicos ANTP Nº57, 119-130, Sao Paulo.
- CIS INGENIEROS ASOCIADOS (1992) Mejoramiento del sistema de paradas en Avenida Libertador Bernardo O'Higgins. Informe Final, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Santiago.
- BAEZA, I. y GIBSON, J. (1989) Modelación de la capacidad y demoras en paraderos de buses. Actas del IV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, 3-17, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.

CADE-IDEPE (1988) Investigación de análisis y seguimiento de transporte público. Informe final, Intendencia de la Región Metropolitana. Santiago.

EBTU (1982) Tratamento preferencial ao transporte coletivo por onibus. Trabalho elaborado pela Companhia de Engenharia de tráfego CKT, Brasilia.

FERNANDEZ, R. (1991) BUSTOPS: Un sistema experto para la localización y diseño preliminar de paraderos de alta capacidad. Actas del V Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, 379-398, Universidad de Chile, Santiago.

FERNANDEZ, R., ALARCON, R. y WOYWOOD, M. (1992) Sistemas expertos en la gestión de tránsito: Una aplicación al diseño de paraderos de buses. Actas del VII Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte (por aparecer), Universidad Simón Bolívar, Caracas.

GIBSON, J. (1988) Principios para la modelación de flujos de buses en redes de tráfico urbano. Actas del V Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte, 3-14, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

GIBSON, J., BAEZA, I. y WILLUMSEN, L. (1989) Bus-stops, congestion and congested bus-stops. Traffic Engineering and Control 30(6), 291-296. London.

GIBSON, J. y FERNANDEZ, R. (1989) Efectos de interacción de buses y autos en tráfico urbano. Actas del IV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, 33-50, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.

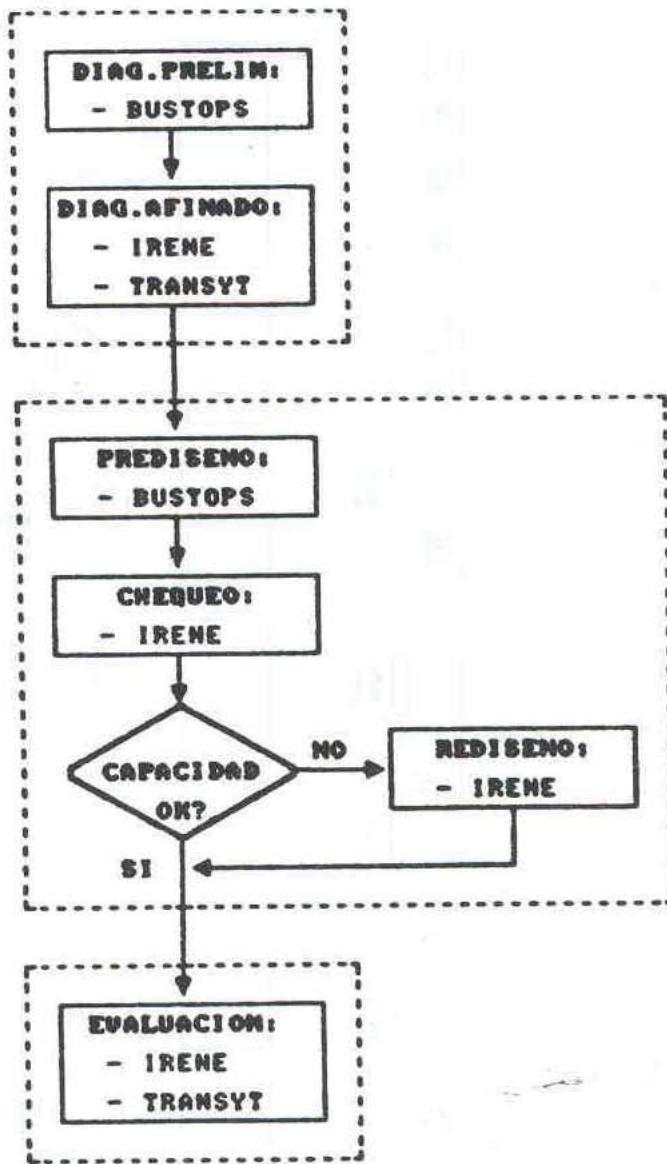
RUBILAR, H (1993) Diseño de facilidades al transporte público mediante herramientas de inteligencia artificial. Informe de Habilitación Profesional para optar al Título de Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, Concepción.

TYLER, N. y WILLUMSEN, L. (1989) Infrastructure design: An approach to bus priority systems using artificial intelligence techniques. Control, Computers, Communication in Transportation Symposium, París.

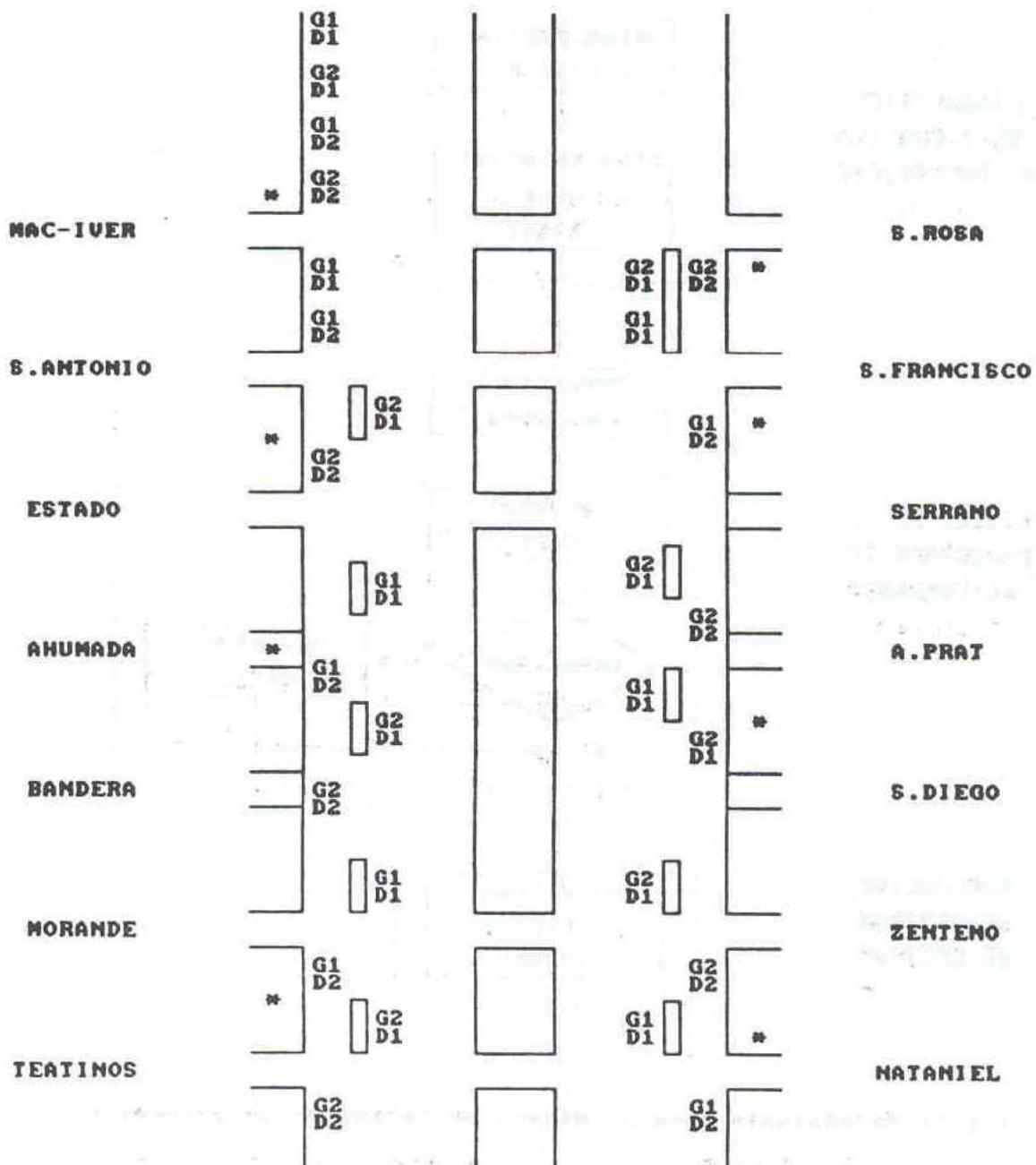
**DIAGNOSTICO  
DEL T.PUBLICO  
DE SUPERFICIE**

**DISEÑO DE LOS  
PARADEROS EN  
EL CORREDOR**

**EVALUACION  
DE MEDIDAS  
DE GESTION**



**Fig.2: Metodología para el diseño de paraderos en corredores**



Gn  
 Dm: ubicacion del punto de parada del grupo n de la division m  
 \* : ubicacion del centroide de demanda de pasajeros

Fig.3: Prediseño de paraderos en Av.B.O'Higgins según BUSTOPS

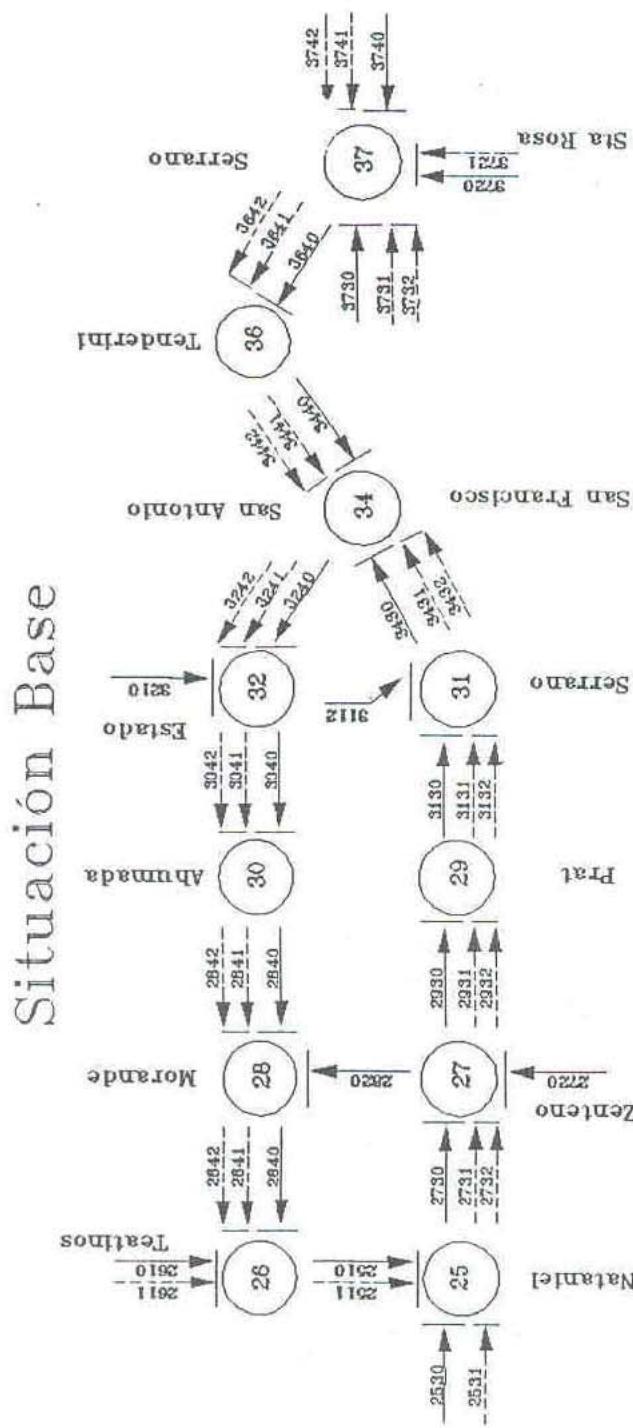


Fig. 4 : Red TRANSYT situación base

## Situación Anteproyecto

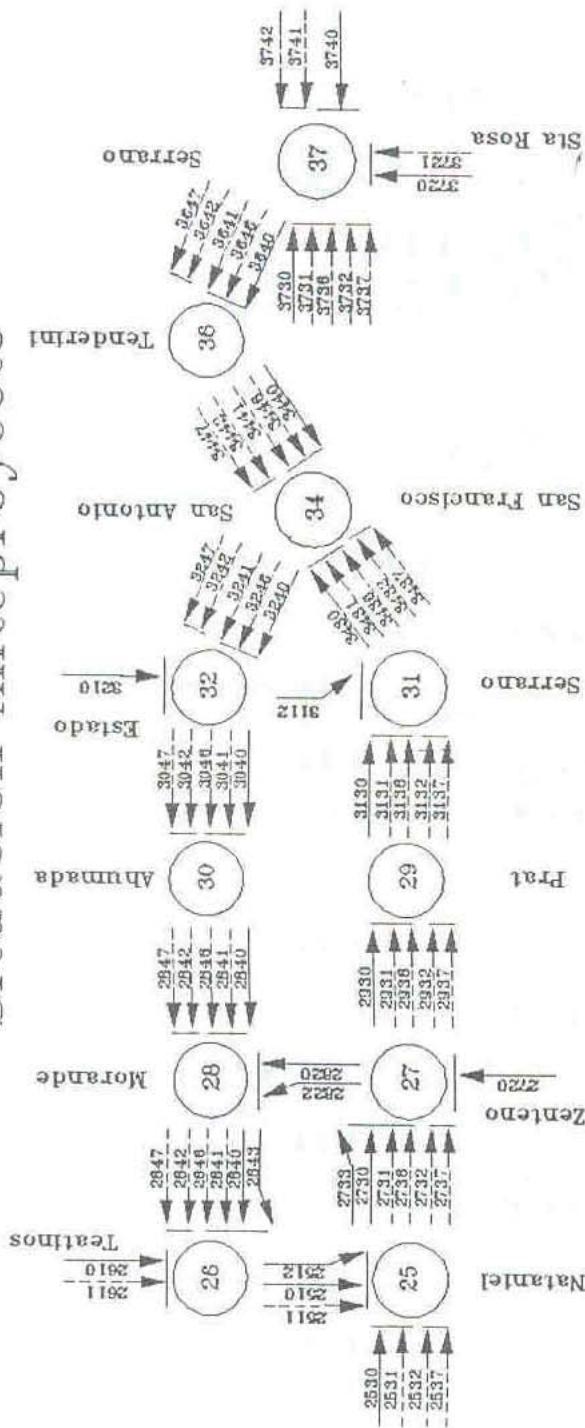


Fig. 5 : Red TRANSYT rediseño paraderos