Fideicomiso para la Realización de Obras y Proyectos de Vialidad y Transporte (FOVITRA):

Los fondos producidos por el SFM fluirán íntegramente hacia el FOVITRA que tendrá la forma de un consejo urbano y cuyo propósito es asegurar la puesta en marcha de las facilidades dentro de tiempo y calidad. Actúa dentro de las facultades que el ejecutivo estatal podrá conferir para el concesionamiento de la infraestructura en apoyo a la movilidad.

En su conjunto la operación coordinada de los elementos mecionados permitiría:

a. Plantear políticas de mercado sin distorsiones monopólicas.

b. Asegurar el uso más racional y eficiente de las facilidades urbanas.

c. Mecanismos de autosuficiencia financiera.

d. Una estructura racional de incentivos y castigos a la calidad en el transporte público.

XV. ¿COMO OPERA UN SISTEMA DE TRANSPORTE INTEGRADO?

Línea Troncal:

Para la comprensión del STI deberá partirse de dos conceptos fundamentales aplicados a los desplazamientos metropolitanos: la conmutacion de viajeros que forman corredores troncales, y la permanencia de un medio de penetración desde las zonas de origen y en las zonas de destino.

a. **Conmutación de viajeros**. Como ya antes se mencionó los viajeros urbanos, inician sus viajes en una zona de origen (alguna de las 793 que existen en la mancha urbana actual), utilizan segmentos de tipo local de la red metropolitana, después se agregan a un corredor o troncal (que son los de mejor conducta), avanzan sobre el corredor hasta que deben cambiar de dirección, moverse de nuevo en un segmento de tipo local de la red, para finalmente llegar a su puerta de destino final. Como puede apreciarse en el Diagrama 11.

Diagrama 11

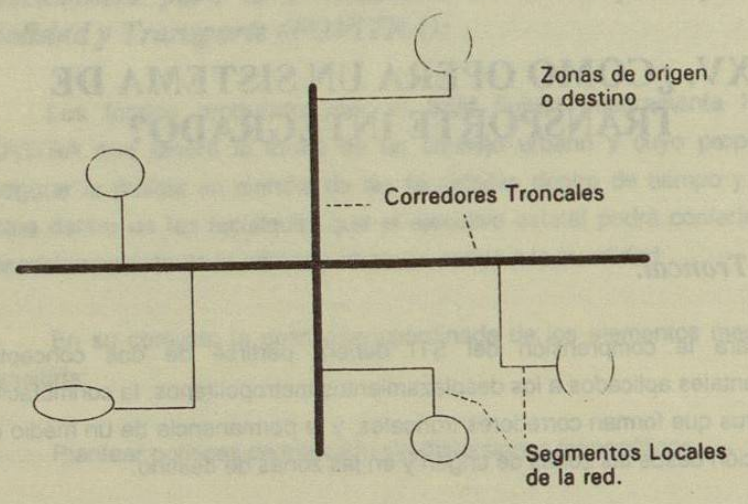


Diagrama Esquemático de Movilidad Metropolitana

b. **Permanencia de un medio de penetración**. Los cambios en la demanda se dan en los segmentos locales de la red, nunca en las troncales o corredores principales. Para acercar a los viajeros urbanos hacia las líneas troncales se hace necesario la operación de un sistema de rutas alimentadoras.

Actualmente todos los ramales de los itinerarios penetran hasta la troncal sobrecargando los corredores con el consecuente deperdicio de espacio vial y vehículos o capacidad instalada.

Sistema de Rutas Alimentadoras:

El Sistema de Rutas Alimentadoras (SRA) permite la integración de distintos medios de transporte metropolitanos, como son el camión que opera

en rutas convencionales, el metro, las rutas periféricas, los ecotaxis y el automóvil privado.

El diseño del SRA extiende la capacidad del metro más allá de la zona de influencia "a pie" con la que actualmente opera. Asimismo el SRA sirve a un mayor número de combinacones de origen-destino posibles, que actualmente los usuarios resuelven con las rutas radiales y periféricas fundamentalmente.

En la estimación de la demanda del SRA se utilizó la metodología ortodoxa que determina las probabilidades de uso de productos "sustitutos" para cada estrato socioeconómico. Se utilizaron los Costos Generalizados de Viaje de cada par origen-destino dentro de la zona de influencia actual y con la marcada por el SRA ya en operación. Se asume que en esta primera etapa del STI se mantiene el sistema de rutas radiales convencionales sin cambio alguno.

Asimismo se obtuvieron las elasticidades para el precio y velocidad, esta última como el atributo de servicio de mayor significancia estadística, para determinar cuál sería la tarifa óptima.

Para cada ruta del SRA se determinó el número de unidades necesario para servir sin excederse a los diferentes volúmenes de demanda de cada período del día. La implicación de este enfoque produce que el número de unidades promedio en operación equivale al 62% de las requeridas en la hora pico o de máxima demanda.

Las rutas del SRA operan como integradas, de tal suerte que los ingresos y egresos se asumen de todo el conjunto. La base conceptual se sustenta en las interdependencias de las demandas de las rutas alimentadoras. Dicho de otra manera, los ascensos de una ruta son fracciones de viaje que incluyen al metro u otras rutas del propio SRA.

Boleto Multimodal:

El primer efecto derivado de la presencia de un sistema integral es un aumento en el volúmen de oferta en el corredor. El Sistema de Transporte Integral (STI) capturará un volúmen determinado de pasajeros hasta llegar a la nueva condición de equilibrio.

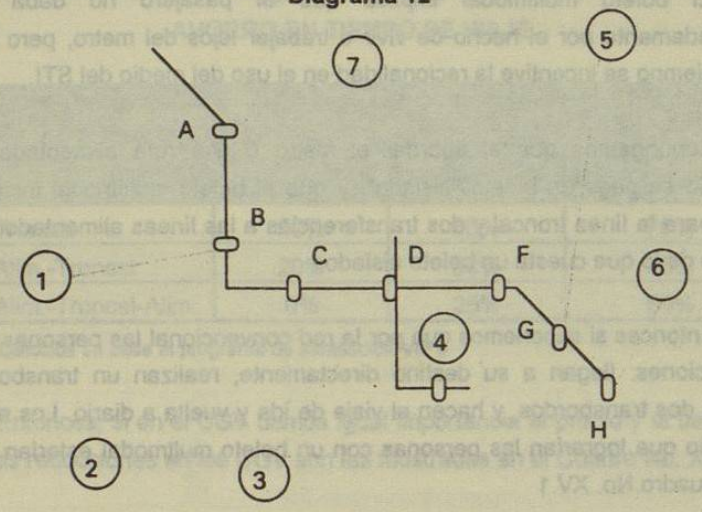
Sin embargo, para que pueda incrementarse la capacidad utilizada del corredor, es necesaria la implementación de un boleto multimodal, que permita racionalizar los precios que pagan los usuaros por utilizar el STI.

De acuerdo con los estudios de selección bimodal que se han efectuado para el AMM, un 74% de los pasajeros escogerá, de entre dos medios de transporte disponibles con iguales tiempos de viaje, aquel que represente al menos un reducción de 25% en el precio integral del viaje.

En el Diagrama 12 se ilustran diferentes decisiones de viaje. Las estaciones del metro se encuentran representadas por letras de la *A* a la *H*, mientras se indican 7 zonas metropolitanas.

Un conjunto de viajeros tienen como par O-D el ir de la zona 5 a la zona 2, bajo las condiciones actuales realizan el recorrido en autobús bajo determinado itinerario y su precio integral es *PI*. Con la presencia del metro pueden hacer el recorrido con la ruta: a) en autobús de la zona 5 a la estación *G*, transbordar al metro en la estación *G*, en la estación *G* esperar el siguiente tren , recorrido de la estación *G* a la estación *C*, transbordar al autobús en la estación *C*, esperar el paso del autobús en la estación *C* y recorrer en autobús el trayecto de *C* a su destino final. Se presume que existen algunos trayectos a pie.

Diagrama 12



Decisiones de Viaje Metro-Autobús

Si el precio de viaje en el STI para el par 5-2 es menor en un 25% en comparación con el autobús, entonces un 74% de los pasajeros escogerán el recorrido descrito en lugar de cualquier otra alternativa . Un acotamiento importante en esta decisión es el supuesto de que existe información perfecta hacia los usuarios, es decir, estos últimos conocen los tiempos de arribo en cada trayecto y las frecuencias de paso de cada medio. El análisis puede ampliarse al caso de los automóviles y taxis con el mismo razonamiento.

Si se pretendiese cobrar al pasajero un boleto "aislado" por cada segmento de viaje que realiza, no sería posible lograr la reducción del 25% del precio del viaje en un considerable número de viajeros.

Por otro lado, para que el SRA sea rentable no es necesario cobrar lo mismo que los camiones de las rutas convencionales, las rutas almentadoras son muy cortas y el número de pasajeros por kilómetro es muy elevado.

El boleto multimodal implica que el pasajero no deba pagar exageradamente por el hecho de vivir o trabajar lejos del metro, pero que al mismo tiempo se incentive la racionalidad en el uso del medio del STI.

Supongamos que al abordar el metro o una ruta alimentadora por separado se paga un boleto "aislado", y que el boleto multimodal incluye un boleto para la línea troncal y dos transferencias a las líneas alimentadoras por el doble de lo que cuesta un boleto aislado.

Entonces si suponemos que por la red convencional las personas tienen tres opciones: llegan a su destino directamente, realizan un transbordo, o realizan dos transbordos, y hacen el viaje de ida y vuelta a diario. Los ahorros en precio que lograrían las personas con un boleto multmodal estarían dados por el Cuadro.No. XV.1

Cuadro No. XV.1
AHORRO EN PRECIO INTEGRAL DE VIAJE

		Red Actual		
		Convencional	Conv.-Conv.	Conv.-Conv.-Conv.
S	Troncal	0%	50%	66%
T	Alim.-Troncal	-25%	25%	50%
I	Alim.-Troncal-Alim.	-50%	0%	33%

Fuente: Cálculos en base al programa de simulación VIP's

Adicionalmente, si agregamos que el STI al aprovechar la velocidad de las líneas troncales espera mejorar los tiempos de viaje en las magnitudes dadas en el Cuadro No. XV.2:

Cuadro No. XV.2
AHORRO EN TIEMPO DE VIAJE

S	Troncal	50%	65%	75%
T	Alim.-Troncal	20%	50%	65%
I	Alim.-Troncal-Alim.	0%	25%	50%

Fuente: Cálculos en base al programa de simulación VIP's

Entonces, si en el CGV damos igual importancia al precio y al tiempo de viaje, las reducciones en los CGV son las mostradas en el Cuadro No. XV.3.

Cuadro No. XV.3
REDUCCIONES EN EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE
(Con boleto multimodal)

S	Troncal	25%	57.5%	70.5%
T	Alim.-Troncal	-2.5%	37.5%	57.5%
I	Alim.-Troncal-Alim.	-25%	12.5%	44%

Fuente: Cálculos en base al programa de simulación VIP's

Es decir si consideramos que las rutas convencionales cuyos pasajeros no necesitan transbordar son principalmente las rutas periféricas. Entonces, el Sistema de Rutas Radiales convencionales solamente tendrían ventaja respecto al STI en aquellas combinacones que implican un solo transbordo y que en el STI implican dos transbordos.

Para ejemplificar que el STI no tendría éxito sin un boleto multimodal podemos echar un vistazo al Cuadro No. XV.4 de reducciones en los CGV en caso de que en el STI se cobraran boletos aislados.

Cuadro No. XV.4
REDUCCIONES EN EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE
(Sin tomar en cuenta boleto multimodal)

		Red Actual		
		Convencional	Conv.-Conv.	Conv.-Conv.-Conv.
S	Troncal	0%	50%	66%
T	Alim.-Troncal	-37.5%	12.5%	41.5%
I	Alim.-Troncal-Alim.	-58%	-16.5%	16.5%

Fuente: Cálculos en base al programa de simulación VIP's

Lo que implicaría una reducción de los usuarios que utilizarían el SRA de un 75%.

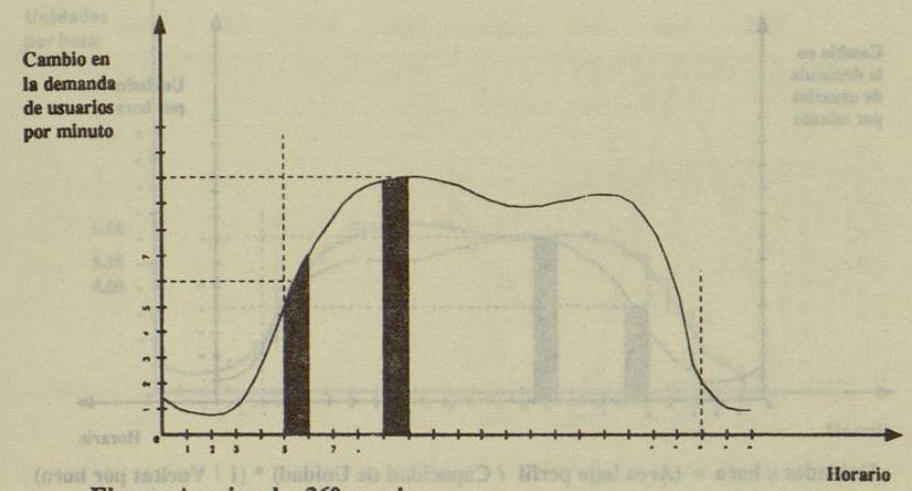
Administración de los Servicios:

Para organizar los servicios del STI se tienen que coordinar los servicios de las rutas alimentadoras con la línea troncal. El procedimiento se describe a continuación.

Según las zonas a las que sirva cada ruta alimentadora, se obtiene un perfil temporal de su demanda. El perfil temporal indica como va aumentando o disminuyendo la demanda durante el día.

Para encontrar la demanda por hora, hay que sumar (restar) el número de pasajeros que se van agregando (quitando) cada minuto. Esto se logra obteniendo el área bajo el perfil (Gráfica 13).

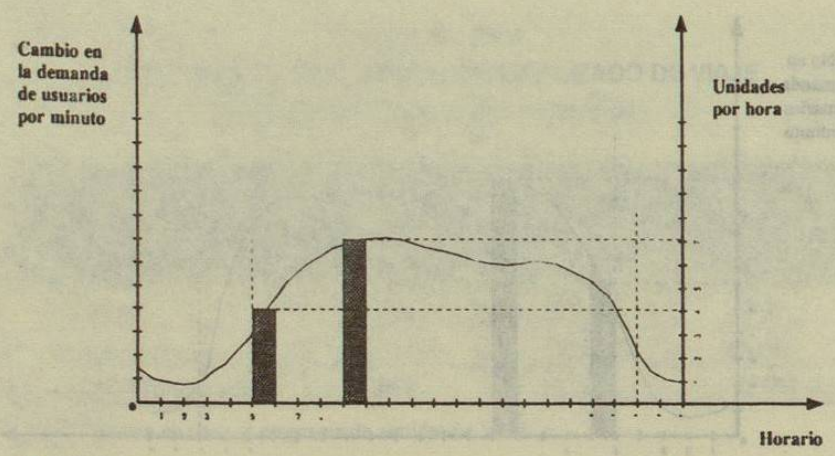
Gráfica No. 13
PERFIL DE DEMANDA



El area A es igual a 360 pasajeros
El area B es igual a 600 pasajeros

Para servir a un determinado perfil de demanda, es necesario conocer la capacidad de pasajeros que tiene cada unidad (digamos 50), y cuál es el tiempo de recorrido de la ruta (digamos 20 minutos). Como el área A son 360 pasajeros, entonces si se desea un promedio de 30 pasajeros por unidad, necesitamos (360/30) = 12 unidades por hora, pero como una unidad puede hacer dos recorridos por hora, se requieren (12/3) = 4 unidades en la primera hora (Gráfica No. 14).

Gráfica No. 14
CALCULO DE UNIDADES

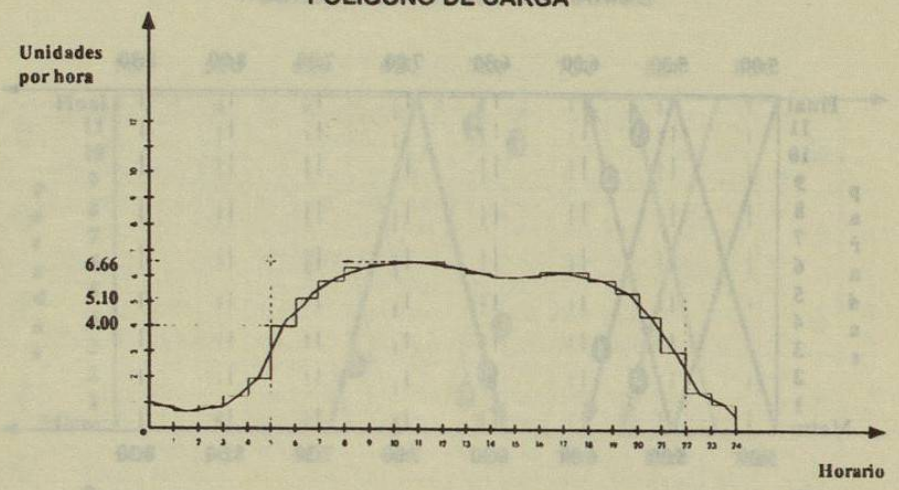


Unidades x hora = (Area bajo perfil / Capacidad de Unidad) * (1 / Vueltas por hora)

De igual forma de 9 a 10 a.m. la demanda es de 600 pasajeros (área B), por lo que se necesitan 7 unidades (600/30 = 20, y 20/3 = 6.66).

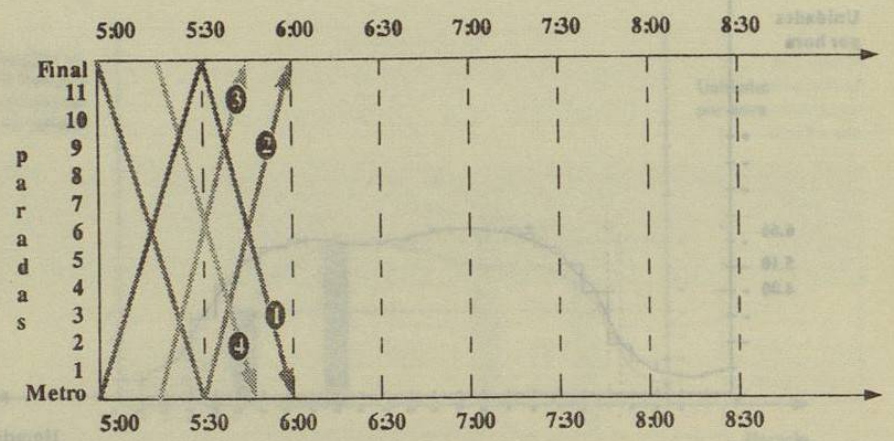
El cálculo del número de camiones requeridos por hora en una ruta en particular lo denominamos el Polígono de Carga. Dicho Polígono se utiliza para construir los Itinerarios de la Ruta. Para construir los siguientes itinerarios utilizaremos el ejemplo del último Polígono de Carga.

Gráfica No. 15
POLIGONO DE CARGA



Para construir el Itinerario de la Ruta nos apoyamos en la Gráfica No. 16 que mide en el eje horizontal el horario de servicio, y en el eje vertical las distintas paradas de la ruta. Si tenemos 12 paradas y a las 5:00 a.m. se lanza la unidad 1 desde la parada del METRO, entonces llegara a la parada FINAL a las 5:30 a.m. pasará por la parada 4 a las 5:10 y por la 8 a las 5:20.

Gráfica No. 16
CONSTRUCCION DE ITINERARIOS



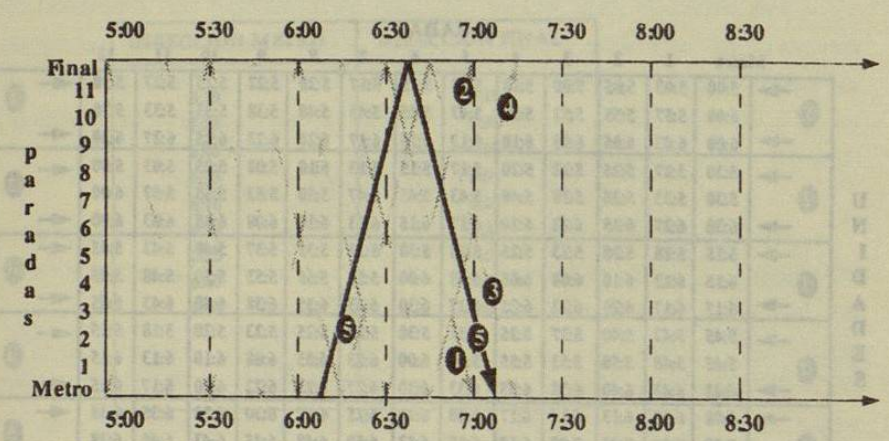
❸ A las 5:15 inicia camión No. 3 de la parada Metro
❹ A las 5:15 inicia camión No. 4 de la parada Final

De manera similar, la unidad 2 sale de la parada FINAL a las 5:00, pasa por la parada 8 a las 5:10, por la 4 a las 5:20 y llega al METRO a las 5:30.

Como en la primera hora se requieren cuatro unidades, después de 15 minutos se lanzan las unidades 3 y 4. Obviamente a las 5:30 las unidades número 1 y 2 continuan sus itinerarios. Como el Polígono de Carga indica que de 6:00 a 7:00 a.m. se requieren de 5 unidades, a las 6:07 se lanza otra unidad desde la parada METRO (Gráfica No 17).

El proceso seguirá de forma que se encuentre el itinerario de cada unidad. Se obtendría una tabla en la que se indica para cada unidad los horarios de salida, llegada y paso por las paradas.

Gráfica No. 17
CONSTRUCCION DE ITINERARIOS



❺ A las 6:07 se incluye una unidad adicional de acuerdo con el polígono de carga

Obviamente cada ruta deberá coordinarse con los arribos del metro de forma que los pasajeros que lleguen a una estación y que deseen tomar el metro, como los que arriben y deseen abordar una alimentadora, no tengan que esperar un tiempo excesivo

De la tabla de horarios de la ruta se obtienen los horarios de paso de cada parada. Esto se visualiza trazando una linea recta horizontal a cada parada en la Gráfica 17 de itinerarios, y se presenta en el Cuadro No XV 5

Cuadro No. XV.5

HORARIO DE RECORRIDO DE RUTA

UNIDADES		PARADAS: Metro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	→	5:00	5:03	5:05	5:08	5:10	5:13	5:15	5:17	5:20	5:22	5:25	5:27	5:30	←
1		6:00	5:57	5:55	5:52	5:50	5:47	5:45	5:43	5:40	5:38	5:35	5:33	5:30	1
	→	6:00	6:03	6:05	6:08	6:10	6:13	6:15	6:17	6:20	6:22	6:25	6:27	6:30	←
	→	5:30	5:27	5:25	5:22	5:20	5:17	5:15	5:13	5:10	5:08	5:05	5:03	5:00	←
2		5:30	5:33	5:35	5:38	5:40	5:43	5:45	5:47	5:50	5:52	5:55	5:57	6:00	2
	→	6:30	6:27	6:25	6:22	6:20	6:17	6:15	6:13	6:10	6:08	6:05	6:03	6:00	←
	→	5:15	5:18	5:20	5:23	5:25	5:28	5:30	5:32	5:35	5:37	5:40	5:42	5:45	←
3		6:15	6:13	6:10	6:08	6:05	6:03	6:00	5:58	5:55	5:53	5:50	5:48	5:45	3
	→	6:15	6:17	6:20	6:22	6:25	6:27	6:30	6:33	6:35	6:38	6:40	6:43	6:45	←
	→	5:45	5:42	5:40	5:37	5:35	5:32	5:30	5:28	5:25	5:23	5:20	5:18	5:15	←
4		5:45	5:48	5:50	5:53	5:55	5:58	6:00	6:03	6:05	6:08	6:10	6:13	6:15	4
	→	6:45	6:43	6:40	6:38	6:35	6:33	6:30	6:27	6:25	6:22	6:20	6:17	6:15	←
	→	6:08	6:10	6:13	6:15	6:17	6:20	6:22	6:25	6:27	6:30	6:33	6:35	6:38	←
5		7:08	7:05	7:03	7:00	6:58	6:55	6:53	6:50	6:48	6:45	6:43	6:40	6:38	5
	→	7:08	7:10	7:13	7:15	7:17	7:20	7:22	7:25	7:27	7:30	7:33	7:35	7:38	←

Para que se logren los horarios de paso en cada parada (Cuadro No. XV.6), deberá implementarse un sistema de señalización a los choferes en el que se indique la velocidad máxima de circulación entre paradas, si requiere quemar tiempo, etc. Adicionalmente en cada parada deberá indicarse el resto de paradas de la ruta, y el plano completo de rutas alimentadoras.

Cuadro No. XV.6

HORARIO DE PASO

DIRECCION METRO	DIRECCION FINAL
5:10	5:20
5:25	5:35
5:40	5:50
5:55	6:05
6:10	6:20
6:16	6:35
6:25	6:50
6:40	6:55
6:55	7:05
.	.
.	.
.	.

Descripción de Entes Participantes:

Para hacer posible el funcionamiento del STI, se necesita de la participación de una serie de organismos, instituciones, y empresas, las que juegan un papel más relevante son:

URBANA S.A., que es una empresa de capital mixto creado mediante emisión pública de acciones, de forma que se garantiza la más amplia y diversificada participación de la comunidad.

URBANA es responsable de la construcción de las líneas troncales, es propietaria del equipo de peaje, y colectará los ingresos producto del pago de los viajeros urbanos. A su vez es responsable del mantenimianto de las vías exclusivas de autobús, y pagará a los municipios por la utilización del capital público que significa el espacio urbano utilizado.

Adicionalmente URBANA construirá las terminales de intercambio y explotará las oportunidades comerciales que giran a su alrededor.

Los vehículos para uso en las rutas alimentadoras son propiedad de Empresas Transportistas y sus ingresos serán una función de los kilómetros vehículos recorridos y del cumplimiento de los itinerarios de servicio. Para tal efecto URBANA convoca a la participación de los inversionistas interesados en "arrendar" servicios de transporte.

Los ingresos que obtengan por el arrendamiento los transportistas interesados no dependerán de los pasajeros que aborden las unidades, sino de las distancias que recorran los vehículos en cuestión.

Los vehículos a utilizar en los carriles exclusivos de autobús también serán sujetos al mismo tratamiento de las alimentadoras, y serán arrendados por URBANA sobre las bases antes mencionadas.

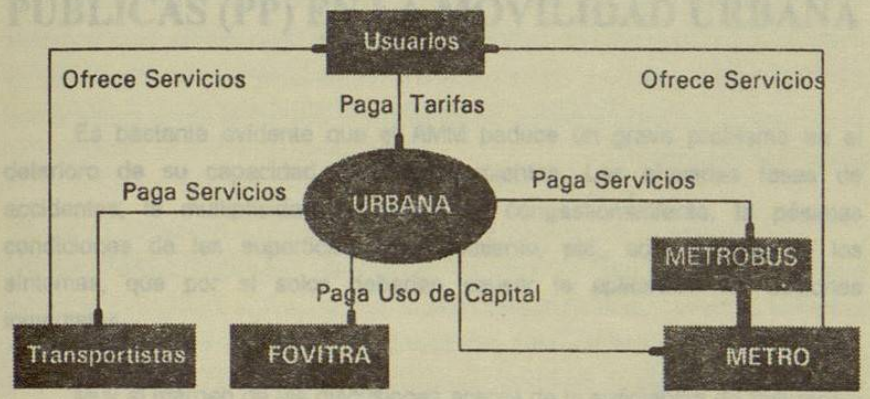
El aseguramiento de la calidad del servicio se realiza por una entidad denominada METROBUS. Está es la responsable del control radial de los itinerarios y de la inspección de los servicios que preste el STI.

METROBUS es un departamento filial de METRORREY y cobrará a URBANA los servicios prestados. METRORREY también recibirá ingresos de URBANA por los servicios de uso de capital que el Metro presta al SRA.

Las interconecciones entre las diferentes entidades se visualizan en el Diagrama 18, donde queda claro que los usuarios del transporte reciben servicios de parte de transportistas arrendadores de autobuses y del Metro.

Diagrama 18

ELEMENTOS PARTICIPANTES DEL STI



Asimismo, los usuarios pagan sus tarifas a URBANA, quien es la encargada de retribuir a los Transportistas y a METROBUS por los servicios prestados, y a FOVITRA y al METRO por el uso del capital que requiere el SRA.