

1. INTRODUCCION

El Area Metropolitana de Monterrey, como cualquier zona contemporánea se enfrenta en la actualidad a los retos y problemas que plantea el crecimiento de su población y economía. Sabemos que para afrontarlos debemos ser capaces de trascender los esquemas tradicionales y avanzar en dirección de implementar soluciones integrales a una serie de problemas de naturaleza compleja.

De primordial importancia resulta proporcionar en forma eficiente servicios urbanos tales como el abastecimiento de agua potable, energía eléctrica, y muy especialmente, un sistema de transporte de pasajeros acorde a la importancia de la ciudad.

Es de todos conocido que el Transporte Urbano es uno de los servicios públicos más esenciales para la vida económica de cualquier urbe. La degradación del transporte da lugar a la pérdida de eficiencia y desperdicio de recursos materiales y humanos, que se ven reflejados en deterioro de las condiciones de vida de sus habitantes.

Monterrey y su Area Metropolitana se encuentra en plena crisis de Transporte Urbano, es insuficiente, incómodo e inseguro. Pocas líneas o rutas de autobuses guardan las normas esenciales de sus fundadores: dar un buen servicio a cambio de buen precio. La urgencia de satisfacer la necesidad de transporte ha echado mano de todo.

Independientemente de esta situación en que se coloca al usuario, cada vez se aleja más la esperanza de reducir la contaminación, si no hacemos del transporte un sistema bien planeado y organizado, con desplazamientos a menor tiempo, con menor costo, con unidades cómodas y seguras y utilizando conductores capacitados y responsables.

Solo de esta manera seremos capaces de retirar del mercado el automóvil como elemento ideal para efectuar los desplazamientos.

2. ANTECEDENTES HISTORICOS

Las primeras unidades de transporte público fueron tranvías tirados por mulas; esto a pesar de las numerosas solicitudes de concesión para establecer tranvías eléctricos.

Aparecidos a finales del siglo XIX, los tranvías " tracción de sangre" preparaban el sistema más moderno, instalando las vías y adquiriendo los carros necesarios. Además de los circuitos internos, había una línea que conectaba la zona industrial del norte. Sin embargo, las altas inversiones requeridas para el uso de energía eléctrica retrasaron este proyecto.

No fue sino hasta el 25 de julio de 1907 cuando se inauguró después de 15 años de "mulitas", el primer tranvía eléctrico de Monterrey, con una línea que iba de la Plaza Zaragoza al Topo Chico. Para 1908, todas las líneas estaban ya electrificadas.

Un año después, el 25 de mayo de 1909, la Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey, absorbió la totalidad del sistema de transporte urbano. La tarifa era de cinco centavos por boleto.

Ahora bien, el sistema pronto empezó a enfrentar problemas, pues con la estrechez de las calles de la ciudad, se inició la competencia por espacio entre la circulación de automóviles y la de tranvías. Durante los años veinte este conflicto fue en aumento, y se complicó inclusive con la aparición, hacia 1925, de las primeras líneas de camiones de transporte público.

Esta situación, acompañada por el progreso de la pavimentación de calles, condujo a la autoridad a cancelar el contrato de la Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey el 30 de marzo de 1932.

La decisión de acabar con los tranvías para dar la total prioridad a los vehículos de gasolina parecía completamente racional en la realidad de aquellos años. Monterrey crecía rápidamente y los tranvías eran insuficientes; ampliar su servicio era sumamente costoso e interfería con el desarrollo del tránsito de automóviles; recordemos que la ciudad pasó de contar con 2,500 automóviles en 1933 a tener 6,100 en 1937. Además, las carreteras, que entonces comenzaban a construirse, permitían dar servicio de transporte a los poblados vecinos con camiones de pasajeros.

Así, el 30 de mayo de 1932 es dictada la ley que autoriza a los municipios a reglamentar los servicios públicos de transporte de carga y pasajeros.

Durante la década de los treinta, el nuevo sistema pareció dar un servicio satisfactorio. Para 1946 se contaba ya con 322 camiones de pasajeros, propiedad de 18 empresas de transporte urbano. Las empresas principales eran las de los Lazcano y de los Martínez Chavarría; existían además dos cooperativas de ex-tranviarios y la gran cooperativa Bandera Verde.

Si bien todo indica que durante los años treinta el sistema de transporte público daba bastante buen servicio las dificultades se iniciaron durante la década de los cincuenta. Las dos razones principales eran las limitaciones que imponía la trama vial y el crecimiento vertiginoso que experimentó la ciudad a partir de 1934.

Ambos aspectos están relacionados, pues la insuficiencia de las calles del Monterrey antiguo salía a relucir ante un crecimiento poblacional que desbordaba los límites tradicionales de la ciudad. Cada vez, más camiones

tenían que recorrer distancias mayores para dar su servicio a los nuevos pobladores; las viejas calles, por donde todos tenían que circular, eran día con día menos aptas para recibir dicho tránsito.

Dado que el crecimiento urbano no podía ser detenido, sólo quedaba el lento y difícil proceso de mejoramiento de la estructura vial. Durante los años cincuenta se lograron importantes mejoras, al ampliarse algunas avenidas como Padre Mier, y Juárez entre otras: con ello el problema del transporte tuvo una breve solución.

A finales de la década de los cincuenta, los empresarios solicitaron un aumento a las tarifas, el cual fue negado por el gobierno. Esto indujo a una suspensión del servicio del transporte, que paralizó la ciudad. Haciendo frente a la crisis, las autoridades tomaron la decisión de intervenir en forma temporal las instalaciones de empresarios y cooperativas; la intervención se inició el 20 de enero y duró una semana.

Unos meses después, el 15 de agosto de 1959, en un afán por resolver el problema del transporte, fue creada la Comisión Mixta del Transporte Urbano, unidad económico-jurídica destinada a regir el otorgamiento, vigilancia y caducidad de las concesiones y de los organismos para la prestación eficaz del servicio de transporte.

El ingrediente político vino a alimentar una situación cada vez más compleja. La ciudad seguía creciendo a un ritmo exagerado, provocando una agravación en las condiciones de funcionamiento del transporte público.

Durante los años sesenta, el gobierno actuó nuevamente decretando la ampliación de más avenidas como Cuauhtémoc y Pino Suárez. Sin embargo, estas obras pronto fueron insuficientes.

La fórmula "mejor vialidad" igual a "mejor transporte" alcanzó sus límites durante la década de los setenta. El problema ya no era únicamente facilitar la circulación de las unidades, sino el permitir su acceso a las nuevas zonas de vivienda popular, cada vez más numerosas y más alejadas del centro de la ciudad. A esto hay que agregar escasez creciente de inversión en el transporte, ocasionada por la crisis económica de 1974.

A mediados de esa década, las grandes obras viales dieron alguna esperanza, mas los problemas volvieron a empeorar al iniciarse una nueva y gravísima crisis económica. Durante la década de los ochenta, el estado del transporte público se convirtió en uno de los principales problemas del gobierno estatal.

La caída del poder adquisitivo de la población limitaba los aumentos en las tarifas consecuentemente las inversiones para mejorar las unidades, tanto privadas como de los permisionarios, eran escasas. Al mismo tiempo, la demanda de servicio continuó en aumento, agravando aún más las condiciones en que se brinda. El despertar de la conciencia ecológica vino a señalar más aún la mala calidad de los servicios prestados.

En ese contexto, se vislumbró la inmediata necesidad de recurrir al transporte público masivo, de tipo Metro, como la mayor solución viable.

3. CRECIMIENTO URBANO DEL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Desde 1940 la ciudad de Monterrey ha estado experimentando un crecimiento acelerado en su población, en sus actividades económicas y en su extensión geográfica. En 1960 la población asentada en el área metropolitana era de 708,399 habitantes, residentes en los municipios de Garza García, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina. En 1970 se integran a la mancha urbana los municipios de Apodaca y Gral. Escobedo, y el total de habitantes asciende a 1.2 millones.

Para 1980 la población total ascendía a 1.99 millones de personas. Esto implica un crecimiento de 80.6% en los veinte años, o sea, una tasa media anual de crecimiento de cerca de 5.2%, del cual por lo menos la mitad es explicado por la inmigración; en la década de los años setenta la población inmigrante que recibió el estado fué de 425,180 personas, que representaron un 17 por ciento de la población total. De ese total de inmigrantes recibidos por Nuevo León, el área de Monterrey recibió el 89%. Los estados de los que tradicionalmente proceden los inmigrantes son precisamente los vecinos de San Luis Potosí, Tamaulipas, Coahuila y Zacatecas.

El crecimiento económico del área es aún espectacular, según lo señala el Índice de la Producción Industrial. Entre 1960 (año en que se inicia el levantamiento del Índice) y 1970, el índice total aumentó en 151%; el índice de la producción de bienes duraderos experimentó un crecimiento de 164%, mientras que el de bienes no duraderos aumentó en 122%. Para el período 1970-1980, el crecimiento observado en estos indicadores fué, respectivamente, de 88%, 148% y 65%.

La década de los años ochenta trajo para Monterrey el gran reto de enfrentar la recesión nacional e internacional, fenómeno que impacta especialmente a ciudades industriales como la nuestra. A lo anterior se debe agregar el cierre de la Compañía Fundidora de Fierro y Acero y Aceros Planos, con la pérdida de 12,000 empleos directos y un número no determinado de empleos indirectos. Sin embargo, para el final de la década, la economía regiomontana logró recobrase: El índice general de la producción industrial aumentó en 25.1% entre 1980 y 1989; el índice de los bienes no duraderos creció en un impresionante 807.6%, en tanto que la producción de bienes durables retrocedió en 27.8%. Estas cifras indican un cambio estructural en la producción industrial de Monterrey, en favor de la producción de bienes no duraderos. Es conocido el hecho de que la producción de los bienes no durables (salvo excepciones como en el caso de la industria del tabaco) requiere cantidades mayores de trabajadores por unidad de producción y de capital: La implicación es evidente; a plazo mediano, la industria regiomontana puede ser una actividad que demande más mano de obra que en décadas anteriores, lo cual redundará en una mayor demanda por transporte urbano para trasladarse al trabajo.

El crecimiento urbano también puede observarse a través de la evolución de la mancha urbana. Esta era de 1778 hectáreas en 1930, mientras que para 1991 se estima en 39,930, donde se asienta una población de 3.3 millones de personas (Tabla # 1). Para el año 2,000, se estima que la mancha urbana será de 65,000 hectáreas, que darán albergue a una población de 5 millones.

Tabla # 1

Usos del Suelo en la Mancha Urbana

Uso	1981		1991		Incremento	
	Has.	%	Has.	%	Has.	%
Vivienda	9,945	38.7	17,704	44.3	7,759	78.0
Comercio y Gobierno	992	3.9	2,108	5.3	1,116	112.5
Industria	2,786	10.8	3,351	8.4	565	20.3
Areas verdes	1,792	7.0	1,397	3.5	- 395	- 22.0
Vialidad	1,080	4.2	3,834	9.6	2,754	255.0
Otras	9,143	35.4	11,536	28.9	2,393	26.2
Total	25,673	100.0	39,930	100.0	14,257	55.5

Fuente: 1983, UANL, El Transporte de Pasajeros en el AMM; 1991, Censo de Usos de Suelo, CET
 * Crecimiento únicamente en vialidades locales y no en la red primaria en la que intervienen los corredores congestionados.

3.1 Pronóstico de Crecimiento Urbano

La actual tendencia de incorporación de miembros adicionales de las familias a la fuerza de trabajo (ocasionada por el creciente deterioro en el poder de compra de los salarios), junto con la proliferación de la economía informal, van a provocar, incluso en el corto plazo, una mayor demanda de servicios.

En cuanto al uso habitacional de suelos urbanos, se considera que, analizando la situación por estratos socioeconómicos, en las próximas décadas la población de estrato alto continuará ocupando el municipio de Garza García y la hasta ahora parte rústica del sur de Monterrey. El estrato medio se extenderá hacia el noreste de Monterrey (municipio) y los mejores sitios de Guadalupe y San Nicolás. El estrato bajo tendrá a ubicarse en Santa Catarina, Apodaca, Gral Escobedo, García y Juárez.

Se observa también que la preferencia generalizada de la población, en cuanto a vivienda, es contar con una propiedad uni familiar con su terreno respectivo, para el año 2000 el total de unidades familiares será de 920 mil, las que demandarán espacio habitacional.

Por lo que toca a la infraestructura, se prevén insuficiencias en los sistemas colectores de drenaje sanitario en el (muy probable) caso de que la mancha urbana se extienda hacia el sur, el noreste y oriente. Otro problema previsible es la creciente insuficiencia del drenaje pluvial, provocada por la obstaculización de los cauces naturales de desagüe.

Como es de esperarse, seguirá la creciente insuficiencia de la infraestructura vial, producto del progresivo incremento de los movimientos vehiculares, ésto aunado a las características topográficas del terreno en que se

vehiculares, ésto aunado a las características topográficas del terreno en que se están asentando los nuevos desarrollos urbanos. Para aliviar el problema vial, así como el ecológico, se propone la búsqueda de nuevas áreas en los sectores noreste y oriente de la mancha urbana, para dar alojamiento a las nuevas áreas habitacionales, buscando lugares planos, siguiendo las pendientes naturales. Además de establecer mayores controles sobre los nuevos fraccionamientos, con una mayor participación de las autoridades municipales en los roles de autorización y control.

Las proyecciones de crecimiento de la población que se estiman son las siguientes: en un escenario de "crecimiento bajo", para el año 2000 se espera un total de 4.6 millones de habitantes (con una tasa media anual de crecimiento del orden de 3.2%); 5.9 millones para el 2010 y 7.7 millones para el 2020, con tasas medias anuales de crecimiento de 2.6%.

En el escenario de "crecimiento medio", las cifras correspondientes serían: año 2000: 5.0 millones, con tasa media anual de crecimiento de 4.0%; año 2010: 6.7 millones y año 2020, 9.0 millones, con tasas medidas anuales de crecimiento del orden de 3.0%.

El escenario de crecimiento alto señala lo siguiente: para el año 2000 deberá esperarse una población de 5.46 millones de personas; 8.89 millones para el 2010 y 14.48 millones para el 2020; las tasas medianas anuales de crecimiento se suponen, para las tres décadas, de 5.0%.

Y finalmente la incidencia superior del sector servicios en la economía impulsará la movilidad en el AMM, de 1.05 viajes por habitante al día a 1.41 para el año 2000.

4. VIALIDAD

El problema principal del tránsito radica en la enorme disparidad que existe entre los vehículos moderno y las calles antiguas. Monterrey, al igual que muchas otras ciudades del país, no escapa a este problema en donde la falta de planeación hace que los nuevos fraccionamientos enfrenten la escasez de la vialidad necesaria para trasladarse dentro de la ciudad.

4. 1. Situación Actual

De un total de 39,930 hectáreas que forman la mancha urbana de Monterrey, 3,834 están dedicadas a proporcionar la infraestructura de vialidad, lo que arroja aproximadamente un 10% para este uso del suelo. La proporción resulta baja en comparación con la correspondiente a la Zona Metropolitana de la ciudad de México, que en la actualidad asciende a poco más del 20%.

Examinando esta situación encontramos que el mejor dotado con infraestructura para vialidad es el suroeste, comprendiendo los municipios de Garza García y Santa Catarina, ya que tiene cerca del 25% de su superficie dedicada a este uso. Relativamente, también el sector oriente cuenta con buena vialidad, puesto que tiene 998 hectáreas de calles, el 16.7% de su superficie urbanizada.

La porción central de la mancha urbana cuenta con 1,008 hectáreas de vialidad, lo que significa un 13.36% de la superficie urbanizada; grosso modo, se puede hablar de un déficit de 100%; es decir, solamente en términos de superficie, debería contarse con otras 1,000 hectáreas dedicadas a vialidad. En apariencia, el sector que experimenta el mayor déficit en lo que respecta a vialidad, es el noroeste, dado que solamente cuenta con 183 hectáreas para calles, lo que representa un 2.14% de su superficie. Sin embargo, dos factores contribuyen a aliviar el problema en este sector: Primero, esta es una zona casi exclusivamente residencial, por lo que su atracción de viajes no es tan fuerte como la que ejerce el centro del área. Segundo, la mayoría de sus habitantes utiliza el autobús como principal medio de transporte, y este medio emplea la vialidad con mayor eficiencia que el automóvil particular. Otra zona conflictiva es la este-noreste, que comprende la fracción norte del municipio de Guadalupe y el sureste de San Nicolás. Asimismo, el sur de la mancha urbana cuenta con un 10% de su superficie dedicada a vialidad (Tabla # 3).

El AMM, está conformada principalmente por una **vialidad primaria** y otra **secundaria**, en donde la mayoría de sus avenidas se dirigen al centro de la misma, originando con ello una gran afluencia de vehículos en este sector.

Dentro de la **vialidad primaria** podemos considerar las llamadas vías de acceso controlado y las vías principales. Las vías de acceso controlado reciben este nombre en virtud de que su circulación es continua, se restringe el estacionamiento, la velocidad es alta y, principalmente, sus accesos son controlados a través del desnivel. El libramiento norte o "arco vial" es un ejemplo de este tipo: tiene una longitud de 65 kilómetros y une las carreteras de Monterrey a Saltillo, Monclova, Colombia, Nuevo Laredo, Miguel Alemán y Reynosa. Su objetivo principal es evitar el paso de tráfico pesado por la ciudad.

En la zona urbana, encontramos el Anillo Intermedio con una longitud aproximada de 27 kilómetros y 16 pasos a desnivel, formado por las avenidas Fidel Velázquez y Nogalar al norte; Constitución al Sur; Churubusco al oriente y Gonzalitos al poniente.

La avenida Gonzalitos presenta el mayor flujo vehicular en la ciudad, con 12,658 vehículos en ambas direcciones durante la hora pico (8:00 a 9:00 horas), seguida de Constitución con 12,244 vehículos, también en ambas direcciones durante esa misma hora, por lo que la intersección formada por estas dos avenidas es la que presenta mayor problemas de movilidad, encontrándose actualmente trabajando a nivel de saturación (Tabla # 2).

Las avenidas principales tienen en total una longitud de 164 kilómetros, un ancho promedio de 20-30 metros, el estacionamiento no está permitido, y son por las que transitan los grandes movimientos de vehículos. En el municipio de Monterrey las avenidas más importantes son: Aztlán, Abraham Lincoln, Ruíz Cortines, Raúl Rangel Frías, Paseo de la Victoria y Pablo A. González al poniente; Bernardo Reyes, Manuel L. Barragán y Universidad al norte; Félix U. Gómez al oriente; Franciso I. Madero, Cristóbal Colón, Pino Suárez, Cuauhtémoc, Zaragoza y Zuazua en el área central, y avenida I. Morones Prieto, Eugenio Garza Sada, Chapultepec, Revolución, Alfonso Reyes y Lázaro Cardenas al sur.

En San Nicolás de los Garza se tienen las siguientes: Universidad, Manuel L. Barragán, López Mateos y Félix Galván. En Guadalupe sobresalen las avenidas Azteca, Juárez, Miguel Alemán y Eloy Cavazos. En San Pedro Garza García se localizan las avenidas: Gómez Morín, Lic. Ricardo Margáin, San Pedro, Humberto Lobo, José Vasconcelos, I. Morones Prieto y Boulevard Díaz Ordaz. Finalmente, en Santa Catarina se tiene básicamente al Boulevard Díaz Ordaz.

De los municipios metropolitanos, San Nicolás y San Pedro presentan avenidas con flujos tan intensos como Monterrey, destacando M.L. Barragán 6748 vehículos; Universidad con 4239 vehículos y Gómez Morín con 5900 vehículos, todos considerados en ambas direcciones y durante la hora pico (Tabla # 2).

En la mayoría de las avenidas del municipio de San Pedro Garza García, la circulación de unidades de transporte colectivo es mínima, por lo que

el flujo principal lo conforman automóviles, reflejando las características socioeconómicas elevadas de su población.

En general, la traza vial que forman las avenidas principales facilita la comunicación centro-periférica, pero hace difícil la comunicación entre las áreas periféricas favoreciendo el congestionamiento vial y la contaminación atmosférica. A este respecto, al Plan Director de Monterrey señala que: "Las avenidas más importantes de las denominadas principales se orientan hacia el gran centro Metropolitano propiciando una mayor afluencia vehicular innecesaria a dicho centro. La comunicación entre periferias en la traza actual sólo se hace a través del anillo intermedio. Cabe destacar que la construcción de otras vías periféricas que comuniquen entre sí a los sectores poniente, norponiente y norte es imposible por estar separados por los cerros Mitras y Topo Chico, siendo su comunicación sólo por sus extremos mediante el libramiento vial y el anillo periférico, el cual se encuentra sólo parcialmente habitado. La comunicación entre las periferias norte, nororiente y oriente se realiza por el anillo intermedio o por vías más cercanas al centro, faltando por habilitar el anillo periférico vial intermedio" (Plan Director de Desarrollo Urbano del Area Metropolitana de Monterrey, 1988:59).

Las Vías secundarias tienen un ancho promedio de 12-30 metros, con generalmente 2-4 carriles de circulación y estacionamiento en uno o ambos lados, conectan el tránsito local con la vialidad primaria y tienen una longitud aproximada de 100 kilómetros. Las principales vías secundarias en Monterrey son: Las Rocas-Zempoala, Seguridad Social, Burócratas, Rodrigo Gómez, Almazán, Simón Bolívar, Av. Mitras, Guerrero, Magnolia, Los Angeles, Venustiano Carranza, Arramberri, Washington, Juárez, Río Pánuco y Boulevard Acapulco. En Guadalupe tenemos a: Las Américas, Arteaga, Lázaro Cárdenas, Pablo Livas, Serafín Peña y Nuevo León. En San Pedro Garza García básicamente la avenida del Rosario y Roberto G. Sada, mientras en Santa Catarina las de: Fidel Velázquez, Cuauhtémoc, Boulevard C.T.M. y Constitución.

Algunas vías primarias y secundarias tienen un ancho variable en su trayectoria, lo cual provoca "cuellos de botella" en algunos puntos, originando variaciones de velocidad e inseguridad en el trayecto. Los principales congestionamientos ocurren en los cruces de vías primarias a nivel, cuya capacidad generalmente esta saturada.

Hasta el año de 1991 se encontraban registrados 452,837 vehículos particulares en el AMM, cifra que no representa el total de los que circulaban realmente porque existen cerca de 100 mil vehículos flotantes pertenecientes a los estados vecinos. La distribución por municipios es la siguiente: Monterrey 330,519; Guadalupe 33,788, San Nicolás 39,156, Santa Catarina 7881, San Pedro Garza García 33,017, Apodaca 5,045 y Escobedo 3,071.

El AMM tiene uno de los índices más bajos de pasajeros por vehículo en el país (1.26), de lo cual se deriva que el auto particular se encuentra subutilizado en comparación con otros medios de transporte.

Finalmente, es necesario señalar un conjunto de problemas que guardan actualmente las vías: I) el drenaje pluvial presenta dificultades en la mayoría de ellas, sobre todo en aquellas localizadas en la parte baja de la ciudad que se inundan en la época de lluvias; II) los pasos peatonales son insuficientes y en ocasiones mal ubicados con respecto a los puntos con mayor flujo de peatones, III) existe cierta escasez de estacionamiento en las áreas de mayor actividad comercial, sobre todo en el llamado primer cuadro, IV) un factor muy importante en los problemas de vialidad del Area Metropolitana de Monterrey es la presencia de un gran número de camiones de transporte colectivo en solamente unas vías primarias y secundarias, ocasionando su rápida saturación, V) el 35% del sistema vial del AMM (1,460 de un total de 4,207 hectáreas), carece de pavimento, correspondiendo básicamente a las zonas periféricas de bajos ingresos (Plan Director de Desarrollo Urbano del Area Metropolitana de Monterrey, 1988:62).

Tabla # 2
Volumenes vehiculares en las principales Avenidas del
Area Metropolitana de Monterrey.
(Vehiculos/Hora)

Anillo Intermedio

AVENIDA	SENTIDO			
	S-N	N-S	O-P	P-O
Constitución	--	--	6484	6170
Gonzalitos	5792	6452		
Fidel Velazquez	--	--	5809	4277
Nogalar	2165	1832	--	--

Al Sur

AVENIDA	SENTIDO			
	S-N	N-S	O-P	P-O
Garza Sada	2199	1493	--	--
Revolución	5072	2119	--	--

Al Sur-Pte

AVENIDA	SENTIDO			
	S-N	N-S	O-P	P-O
Lázaro Cardenas	2737	1845	--	--
Vasconcelos	--	--	2293	2066
Morones Prieto	--	--	4783	2693

Al Sur-Ote

AVENIDA	SENTIDO			
	S-N	N-S	O-P	P-O
Pablo Livas	2363	1151	--	--
Eloy Cavazos	--	--	1451	572
Chapultepec	--	--	1595	832

Centro

AVENIDA	SENTIDO			
	S-N	N-S	O-P	P-O
Félix U. Gómez De: Constitución A: Washington	3484	2363		
De: C. Salazar A: Progreso	1831	1327		
Alfonso Reyes	2874	3568	--	--
Bernardo Reyes	1327	2537	--	--
Ruiz Cortines	--	--	1805	1920

Al Norte

AVENIDA	SENTIDO			
	S-N	N-S	O-P	P-O
Universidad	1924	2315	--	--
Manuel L. Barragan.	2539	4209	--	--

**Puentes sobre el
Río Santa Catarina**

AVENIDA	SENTIDO	
	S-N	N-S
Félix U. Gómez De: Constitución A: Washington	3484	2363
De: C. Salazar A: Progreso	1831	1327
Alfonso Reyes	2874	3568
Bernardo Reyes	1327	2537
Ruiz Cortines	--	--

a) Período analizados de 7:00 A.M. 10:00 A.M., con su hora de máxima demanda en ambos sentidos de circulación.

b) Fuente: Consejo Estatal del Transporte.

Tabla # 3

*Area de vialidad Primaria y Secundaria de los
15 distritos en que está dividida el área metropolitana de Monterrey*

Distrito	Area Total del Distrito M2.	Area Total de Vialidad M2.	Area de Vialidad Primaria y Secundaria M2.	Porcentaje de vialidad Primaria y Secundaria con respecto al Area Total del Distrito	Porcentaje de vialidad Primaria y Secundaria con respecto al Area de Vialidad por Distrito
1	7,507,985.00	1,486,954.00	1,046,987	13.9	70.0
2	20,437,130.00	2,762,644.00	1,613,840	7.9	58.0
3	17,544,900.00	2,180,420.00	1,114,186.95	6.3	51.0
4	36,692,366.00	4,162,935.00	1,625,210	4.4	39.0
5	36,633,600.00	3,156,835.00	1,440,995	3.9	45.6
6	31,577,299.00	2,376,180.00	844,530	2.7	35.5
7	13,851,300.00	1,639,008.00	981,160	7.0	59.8
8	27,345,860.00	3,090,084.00	730,150	2.7	23.6
9	11,478,200.00	1,542,663.00	526,228	4.6	34.1
10	26,599,600.00	1,456,720.00	725,470	2.7	49.8
11	44,103,113.00	3,930,802.00	1,053,508	2.4	26.8
12	18,895,300.00	955,280.00	429,881	2.3	45.0
13	50,636,200.00	4,240,805.00	1,557,623	3.0	36.7
14	33,695,100.00	2,668,694.00	904,886	2.7	33.9
15	22,303,046.00	2,687,339.00	780,609	3.5	29.0

Fuente: Consejo Estatal del Transporte

5. CARACTERISTICAS DE LA OFERTA

En la actualidad, el transporte de personas en el Area Metropolitana de Monterrey se efectua por camiones, peseras, metro y autom6viles entre otros, de estos la contribuci6n de los camiones tanto por su n6mero de unidades como por los viajes que se realizan en ellos es considerable, ya que cubren la mayor parte del 6rea conurbada.

Hacia el a6o de 1987 el servicio de transporte urbano de pasajeros era proporcionado por camiones y peseras, en el primer caso existían 108 rutas, teniendo en operaci6n un total de 2,400 unidades, en segundo caso el servicio era proporcionado por 930 unidades.

Para el a6o de 1990 el servicio sigui6 siendo proporcionado por camiones y peseras, aunque no se tiene informaci6n de estas 6ltimas su servicio es proporcionado mayormente en lugares en donde el acceso a los camiones es limitado, en el caso de los camiones el n6mero de rutas aumento a 127, mismas que daban servicio con un total de 2,840 unidades.

Posteriormente para el a6o de 1993 el n6mero de rutas paso a ser 143 con un parque vehicular de 3,440 lo que represent6 un incremento de 21% con respecto al a6o de 1990 y una tasa de crecimiento de 9.4% en relaci6n al a6o de 1987 (Tabla # 4).

Esta escasez de alternativas para transportarse y la alta concentraci6n de poblaci6n y de actividades econ6micas que experimenta el Area Metropolitana generaron ciertas insuficiencias en los servicios de transporte. Ante esta problem6tica se inici6 a partir del a6o de 1991 la Reestructuraci6n del Transporte Urbano, la cual ha incluido la Lnea Uno y Dos del Metro, aspectos como la renovaci6n de unidades del transporte urbano

(camiones), que a la fecha aproximadamente el 60% de los camiones que circulan no sobrepasan los 5 años de antigüedad, otra de las acciones llevadas a cabo fue la puesta en operación del Sistema de Ecotaxis que en la actualidad son un total de 13,400 unidades y del sistema de Rutas Periféricas con 16 líneas que representan al 11.19% de las rutas existentes.

Cabe señalar que actualmente las rutas de camiones son administradas tanto por permisionarios (53%) como empresarios (47%). Por su parte los Ecotaxis son en su mayoría operados por particulares los que a su vez se encuentran agrupados a alguna central obrera, cooperativa o trabajan independientemente. El caso del Metro es operado por un órgano descentralizado del Gobierno Estatal denominado Metrorrey.

Tabla # 4

TOTAL DE AUTOBUSES EN SERVICIO

AÑO	TOTAL DE AUTOBUSES EN SERVICIO	CAMBIO PORCENTUAL
1979	1030	60
1982	1650	45
1987	2400	18
1990	2840	21
1993	3440	

Fuente: Consejo Estatal del Transporte

5.1 Prestadores del Servicio

Tabla # 5

Prestadores del Servicio de Transporte Urbano

ADM. RUTAS URBANAS	NO. DE RUTAS		NO. DE UNIDADES	
EMPRESARIOS	60	37%	1,684	47%
PERMISIONARIOS C.T.M. - F.E.A.T.	59	37%	973	27%
PERMISIONARIOS C.T.M. - S.N.A.T.	21	13%	408	12%
PERMISIONARIOS C.T.M. GUADALUPE	11	7%	219	6%
PERMISIONARIOS C.R.O.C	9	5%	229	7%
PERMISIONARIOS TIERRA Y LIBERTAD	1	1%	44	1%
TOTAL	161	100%	3,557	100%

Tabla # 6

RUTAS URBANAS

RELACION DE UNIDADES POR MODELO Y POR GRUPO

EMPRESARIOS GRUPO	NO. DE RUTAS	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987 Y Anteriores	TOTAL
1. MARTINEZ CHAVARRIA	18	53	31	30	351	84	43	54	1	40	687
2. LIC. ABELARDO MARTINEZ	10	---	1	47	---	99	5	---	---	77	229
3. GRUPO LAZCANO	9	---	53	---	83	83	---	---	---	---	219
4. DR. JUAN M. GONZALEZ MARTINEZ	9	---	---	65	28	27	32	19	16	32	219
5. ING. JOSE JUAN MARTINEZ CHAVEZ	4	---	---	6	33	29	16	1	---	39	124
6. LIC. HERNAN MARTINEZ GARZA	5	---	---	---	29	23	4	18	2	30	106
7. SR. JULIAN TREVIÑO	2	7	---	2	16	12	10	2	---	1	50
8. TRANSP. MTY-SALTILLO	1	---	2	18	---	1	2	4	6	3	36
9. SR. CONCEPCION DUQUE	2	---	---	---	---	---	---	---	---	14	14
SUB TOTAL EMPRESARIOS	60	60	87	168	540	358	112	98	25	236	1,684

EMPRESARIOS GRUPO	NO. DE RUTAS	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987 Y Anteriores	TOTAL
C.T.M. - F.E.A.T.	59	10	63	76	271	205	58	52	33	205	973
C.T.M. - S.N.A.T.	21	7	31	30	98	105	14	16	5	102	408
C.T.M. - GUADALUPE	11	---	21	59	94	8	1	1	---	35	219
TIERRA Y LIBERTAD	1	1	---	---	---	1	---	---	5	37	44
C.R.O.C.	9	---	---	69	82	20	2	8	5	43	229
SUB TOTAL PERMISIONARIOS	101	18	115	234	545	339	75	77	48	422	1,873

RESUMEN GENERAL DE EMPRESARIOS Y PERMISIONARIOS

SUB TOTAL EMPRESARIOS	60	60	87	168	540	358	112	98	25	236	1,684
SUB TOTAL PERMISIONARIOS	101	118	115	234	545	339	75	77	48	422	1,873
TOTAL EMPRESARIOS Y PERMISIONARIOS	161	78	202	402	1,085	697	187	175	73	658	3,557

5.2 Número de rutas, itinerarios y condiciones operacionales de cada una por sector

**Condiciones Operacionales de las Rutas de Transporte Urbano en el
Área Metropolitana de Monterrey**

Tabla # 8

Sector: Norte

(Autobuses)

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
1 San Nicolás Larga Central	8	35 kms.	De las 3:30 a las 0:30	105 min.	3 min.	40			40
1 San Nicolas Larga Directa	8	38 kms.	De las 3:30 a las 0:30	105 min.	3 min.	40			40
7 Escobedo - Pastora	6	77 kms.	De las 4:00 a las 1:00	210 min.	14 min.	7			7
7 Escobedo	10	42 kms.	De las 4:00 a las 24:30	105 min.	5 min.	18		10	28
8 Larga Escobedo-Guadalupe	6	57 kms.	De las 3:50 a las 22:40	160 min.	5 min.	42	1	9	52
Ruta 17 Pio X	11	25 kms.	De las 4:40 a las 24:00	75 min.	3 min.	18			18
17 Santuario	11	23 kms.	De las 4:40 a las 24:00	75 min.	5 min.	15			15
18 Santuario	10	23 kms.	De las 4:30 a las 1:00	80 min.	4 min.	18		2	20
55 Topo Grande 6° Sector	10	42 kms.	De las 5:00 a las 23:00	110 min.	13 min.	8	2	1	11
55 Provileon						8		2	10
55 Fomerrey 9 y 36	9	40 kms.	De las 4:00 a las 23:00	120 min.	6 min.	24	3	2	29
55 Pedregal	9	45 kms.	De las 4:00 a las 23:00	120 min.	5 min.	21	4	2	27

Sector: Norte

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
64 Topo Chico- Clinica 6 IMSS	6	33 kms.	De las 4:30 a las 24:00	95 min.	6 min.	16		1	17
65	6		De las 4:30 a las 24:00	90 min.	10 min.	9			9
Col. Independencia	13	18 kms.	De las 6:00 a las 11:50	68 min.	3 min.	27			27
86 Monterrey-Satelite Nte.	10	50 kms.	De las 4:00 a las 24:55	100 min.	8 min.	15	1		16
86 Cosmopolis	9	49 kms.	De las 4:00 a las 1:30	90 min.	15 min.	6			6
86 Fraustio	10		De las 4:30 a las 00:55	90 min.	6 min.	15			15
86 Nogalar- Col. Independencia	10	24 kms.	De las 4:30 a las 1:30	106 min.	8 min.	13			13
86 Monterrey-Santa Rosa	7	49 kms.	De las 5:00 a las 1:00	90 min.	30 min.	3			3
86 Monterrey- E. Zapata	7	55 kms.	De las 4:00 a las 24:55	120 min.	15 min.	8			8
105 Pueblo Nuevo	9	44 kms.	De las 4:00 a las 1:00	120 min.	9 min.	19		1	20
105 Apodaca-Clinica 6	11	36 kms.	De las 4:00 a las 1:00	100 min.	9 min.	11	1		12
105 Nueva Apodaca-Centro	9	41 kms.	De las 4:00 a las 1:00	120 min.	10 min.	10		3	13

Sector: Norte

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
117 Vicente Guerrero	10		De las 4:00 a las 23:00	95 min.	5 min.	20			20
117 Directo	10		De las 4:00 a las 23:00	90 min.	5 min.	19	3		22
117 Unidad Laboral	10		De las 5:00 a las 23:00	90 min.	5 min.	20		2	22
117 Santa Rosa	8		De las 5:00 a las 23:00	120 min.	15 min.	10			10
129 Robles	9		De las 4:00 a las 1:30	120 min.	4 min.	30		2	32
129 Santo Domingo- Unidad Laboral	8	39 kms.	De las 4:20 a las 1:10	115 min.	7 min.	17		1	18
129 ApodacaClinica 6	10		De las 4:30 a las 1:30	100 min.	17 min.	6			6
129 Enramada	10		De las 5:00 a las 0:30	95 min.	14 min.	6		1	7
129 Fresnos	8	39 kms.	De las 4:00 a las 1:30	120 min.	8 min.	16			16
129 Nuevo Amanecer	8	38 kms.	De las 4:30 a las 1:30	120 min.	8 min.	14		2	16
134 Fresnos	8	36 kms.	De las 4:10 a las 1:10	125 min.	6 min.	23	3	4	30
134 Telefonos-Las Puentes	8	45 kms.	De las 4:20 a las 1:25	130 min.	6 min.	20	3	3	26

**Condiciones Operacionales de las Rutas de Transporte Urbano en el
Area Metropolitana de Monterrey**

Tabla # 9

Sector: Noreste

(Autobuses)

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
34 Centro	8	14 kms.	De las 4:30 a las 23:00	60 min.	4 min.	14		2	16
54 Mercado de Abastos	17	15 kms.	De las 4:30 a las 21:30	60 min.	15 min.	2		4	6
52 Guerrero	18	13 kms.	De las 4:00 a las 21:30	54 min.	14 min.	4		4	8
82	9		De las 4:30 a las 24:30	120 min.	4 min.	35		3	38
100 Linda Vista	10	24 kms.	De las 5:00 a las 22:00	90 min.	6 min.	14	1		15
102 Sada Vidrio	10	31 kms.	De las 4:30 a las 24:00	95 min.	12 min.	12	1	1	14
103 Valle Soleado-Centro	6	36 kms.	De las 4:20 a las 23:00	130 min.	14 min.	9			9
109 Valle soleado-Dulces Nombres	6	66 kms.	De las 4:30 a las 23:00	170 min.	15 min.	10		1	11
103 Valle Soleado - San Miguel	6	38 kms.	De las 4:20 a las 23:00	130 min.	15 min.	9			9
108 San Rafael-Linda Vista-Centro	9	31 kms.	De las 4:30 a las 23:00	100 min.	6 min.	17			17
108 Guadalupe-Expo	9	31 kms.	De las 4:00 a las 22:00	100 min.	7 min.	11	3		14
108 San Rafael- Linda Vista J. Mendez.	9	31 kms.	De las 4:00 a las 23:00	100 min.	8 min.	11		2	13

Sector: Noreste

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec. /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
110	9	32 kms.	De las 4:30 a las 24:00	95 min.	4 min.	28	1	1	30
122 Estancia	10	29 kms.	De las 4:30 a las 23:00	100 min.	7 min.	15		3	18
122 Mixcoac	9	38 kms.	De las 4:30 a las 23:00	110 min.	16 min.	7			7
122 Noria	9	48 kms.	De las 4:30 a las 23:00	100 min.	7 min.	16			16
122 Pueblo Nuevo- Cañada Blanca	10	52 kms.	De las 4:30 a las 23:00	140 min.	4 min.	34			34
122 Vidrio	10	29 kms.	De las 4:30 a las 23:00	110 min.	10 min.	13		2	15
123 Estancia	10	29 kms.	De las 4:30 a las 24:00	100 min.	7 min.	10			10
123 Casa Blanca	10	29 kms.	De las 4:30 a las 24:00	100 min.	7 min.	10			10
123 Sada Vidrio	10		De las 4:30 a las 24:00	100 min.	7 min.	9		1	10
124 Azteca	15		De las 4:30 a las 24:00	90 min.	12 min.	7		1	8
124 Mezquital -Nuevo Amanecer	8	35 kms.	De las 4:30 a las 1:00	120 min.	6 min.	18		3	21
125 Huinala-Monterrey	8	40 kms.	De las 4:30 a las 23:00	120 min.	8 min.	36			36

**Condiciones Operacionales de las Rutas de Transporte Urbano en el
Area Metropolitana de Monterrey
(Autobuses)**

Sector: Oriente Tabla # 10

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
2 Larga	6	42 kms.	De las 00:00 a las 00:00	155 min.	3 min.	71	11	2	84
3 Larga	9	52 kms.	De las 4:00 a las 23:30	135 min.	3 min.	39		6	45
3 Azteca	4	52 kms.	De las 4:00 a las 23:00	135 min.	6 min.	18	2	1	21
3 Circuito Local Provienda	11	33 kms.	De las 4:30 a las 23:45	105 min.	6 min.	18			18
3 Circuito Local Churubusco	11	33 kms.	De las 4:30 a las 22:45	105 min.	6 min.	23			23
29 Expo-Centro	11	23 kms.	De las 5:30 a las 24:00	85 min.	4 min.	20			20
70	8	37 kms.	De las 4:30 a las 23:30	120 min.	3 min.	38		2	40
71 3 Caminos	10	30 kms.	De las 4:30 a las 23:00	095 min.	6 min.	16		3	19
71 Crispin Treviño	10	33 kms.	De las 4:30 a las 23:00	100 min.	30 min.	3			3
72 Xochimilco	8	44 kms.	De las 5:30 a las 23:00	130 min.	7 min.	22		2	24
73 Tierra Propia	9	37 kms.	De las 4:00 a las 23:00	105 min.	5 min.	24			24
77 Zaragoza-Centro	10	30 kms.	De las 5:00 a las 22:00	112 min.	7 min.	17			17

Sector: Oriente

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
Zaragoza -Azteca	9	29 kms.	De las 5:30 a las 22:00	100min.	17 min.	6			6
80 Tacubaya- Villagran	8	30 kms.	De las 4:30 a las 23:00	120 min.	6 min.	22	2	1	25
81 Villa Olimpica	9	37 kms.	De las 4:30 a las 23:00	120 min.	7 min.	17			17
81 Tierra Propia- Mercado Colon	8	39 kms.	De las 4:30 a las 23:00	130 min.	8 min.	15			15
81 Tierra Propia-Guerrero	7	39 kms.	De las 4:30 a las 23:00	130 min.	18 min.	7			7
81 San Roque	8	55 kms.	De las 4:30 a las 23:00	130 min.	26 min.	5			5
83 Rancho Viejo	8	38 kms.	De las 4:30 a las 22:00	130 min.	9 min.	16		1	17
83 Tierra Propia (azul)	6	45 kms.	De las 4:00 a las 23:00	130 min.	6 min.	27			27
83 Ebanitos (verdes)	8	38 kms.	De las 4:30 a las 22:50	130 min.	6 min.	27			27
85 Villa Olimpica	9		De las 5:00 a las 0:30	90 min.	5 min.	18	2		20
85 Salvador Chavez	8		De las 5:00 a las 24:00	110 min.	9 min.	12			12
85 Monte Cristal- Arboledas S. Roque	7		De las 5:00 a las 23:00	120 min.	10 min.	12	2		14

Sector: Oriente

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
85 Rancho Viejo	6		De las 5:00 a las 24:00	100min.	6 min.	18	2		20
85 San Roque	6		De las 5:00 a las 0:30	120 min.	20 min.	6			6
85 Tierra Propia	8		De las 5:00 a las 24:30	100 min.	8 min.	12	2		14
85 Zertuche	9		De las 5:30 a las 23:30	80 min.	11 min.	7			7
89 Tamaulipas	7		De las 4:45 a las 24:50	110 min.	5 min.	25			25
89 Villa Juárez	6		De las 4:20 a las 23:00	125 min.	6 min.	21	3		24
89 Hector Caballero	6		De las 5:30 a las 21:30	110 min.	16 min.	7			7
89 Nuevo León	7		De las 5:30 a las 22:00	110 min.	12 min.	7	2		9
89 Santa Cruz	7		De las 4:45 a las 24:15	120 min.	6 min.	20			20
131 Infonavit - A. Nervo	9	28 kms.	De las 4:00 a las 23:00	90 min.	7 min.	12			12
131 Infonavit -Centro	9	27 kms.	De las 4:00 a las 23:00	90 min.	6 min.	13			13
215 Guadalupe-Penitenciaria	8		De las 4:10 a las 23:30	135 min.	4 min.	35			35

**Condiciones Operacionales de las Rutas de Transporte Urbano en el
Area Metropolitana de Monterrey
(Autobuses)**

Tabla # 12

Sector: Poniente

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
6 Larga	6	58 kms.	De las 4:30 a las 1:00	150 min.	5 min.	28			28
22 Emiliano	8	30 kms.	De las 5:00 a las 0:30	50 min.	5 min.	12			12
Zapata 22 Las Torres	8	34 kms.	De las 5:00 a las 23:00	65 min.	6 min.	13			13
118 Echeverría por Juan I. Ramón	8	0 kms.	De las 4:30 a las 24:45	120 min.	8 min.	15			15
118 Echeverría por C. Salazar	8		De las 4:30 a las 24:45	120 min.	10 min.	15			15
118 Secundaria por J. I. Ramón	8		De las 4:30 a las 24:45	120 min.	10 min.	15			15
118 Secundaria por C. Salazar	8		De las 4:30 a las 24:45	120 min.	10 min.	10		5	15
120 Pino Suarez 1	13		De las 4:30 a las 0:50	80 min.	4 min.	21			21
120 Lopez Mateos- Pablo A. Gonzalez	11		De las 4:30 a las 1:10	100 min.	3 min.	28			28
120 Carlos Salazar 3	10		De las 4:30 a las 23:30	100 min.	25 min.	4		1	5
126 Santa Catarina	8	36 kms.	De las 4:00 a las 24:00	110 min.	12 min.	19			19
126 Aurora	8	42 kms.	De las 4:00 a las 23:30	160 min.	16 min.	18		2	20

**Condiciones Operacionales de las Rutas de Transporte Urbano en el
Area Metropolitana de Monterrey
(Autobuses)**

Tabla # 13

Sector: Noroeste

Ruta	No. de Vueltas/ Unidad/Día	Kms. recorrido / Unidad / Día	Horario de Servicio	Tiempo de Rec /Unidad/ Vuelta	Frecuencia de paso física	Unidades de Servicio	Unidades de Descanso	Unidades en Reparación	Total de Unidades
9 Fome 1	10	30 kms.	De las 4:00 a las 1:00	120 min.	5 min.	23	2	1	26
9 Fome 35	10	38 kms.	De las 4:00 a las 1:00	120 min.	4 min.	33		3	36
10 Mitras	10	29 kms.	De las 4:00 a las 23:00	140 min.	4 min.	9	3		12
11 San Bernabe	10	42 kms.	De las 4:00 a las 24:00	130 min.	5 min.	27	5	3	35
12 Planta	10	26 kms.	De las 4:00 a las 0:45	95 min.	6 min.	13		11	24
13 Pedregal Hospital Universitario	6	31 kms.	De las 5:00 a las 0:30	120 min.	5 min.	34		10	44
21	8	35 kms.	De las 4:00 a las 23:30	130 min.	3 min.	60			60
23 Cedros	8	28 kms.	De las 4:00 a las 23:00	110 min.	7 min.	32	5		37
23 Cumbres	8	28 kms.	De las 4:30 a las 23:00	110 min.	7 min.	15			15
25	6	38 kms.	De las 4:00 a las 22:30	150 min.	2 min.	60		3	63
27 Valle Verde-P. de la Loma	6	44 kms.	De las 3:50 a las 12:35	165 min.	3 min.	45	3		48
31 Unidad Modelo	8	37 kms.	De las 3:45 a las 1:00	160 min.	6 min.	29	6	10	45

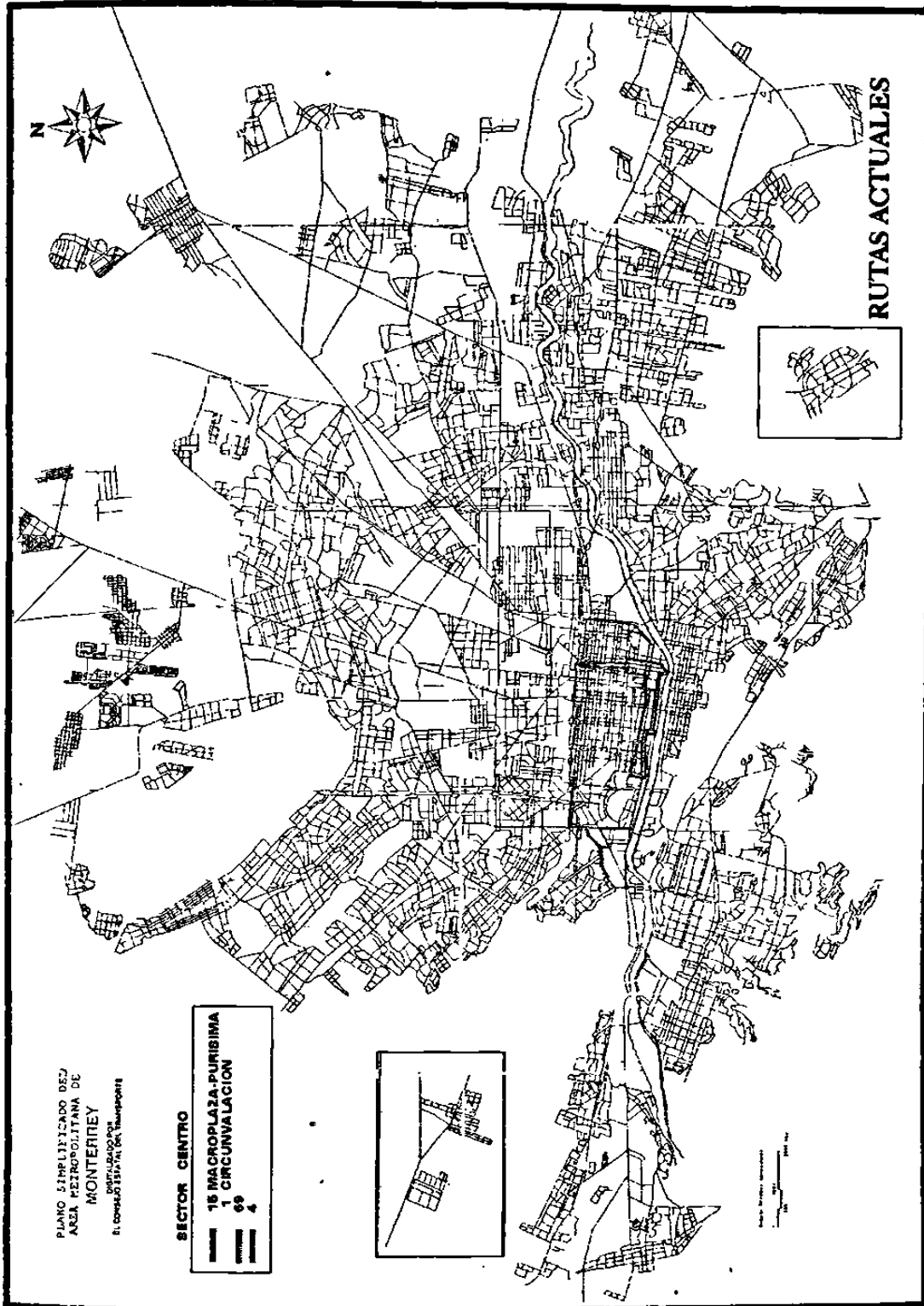


Figura # 1

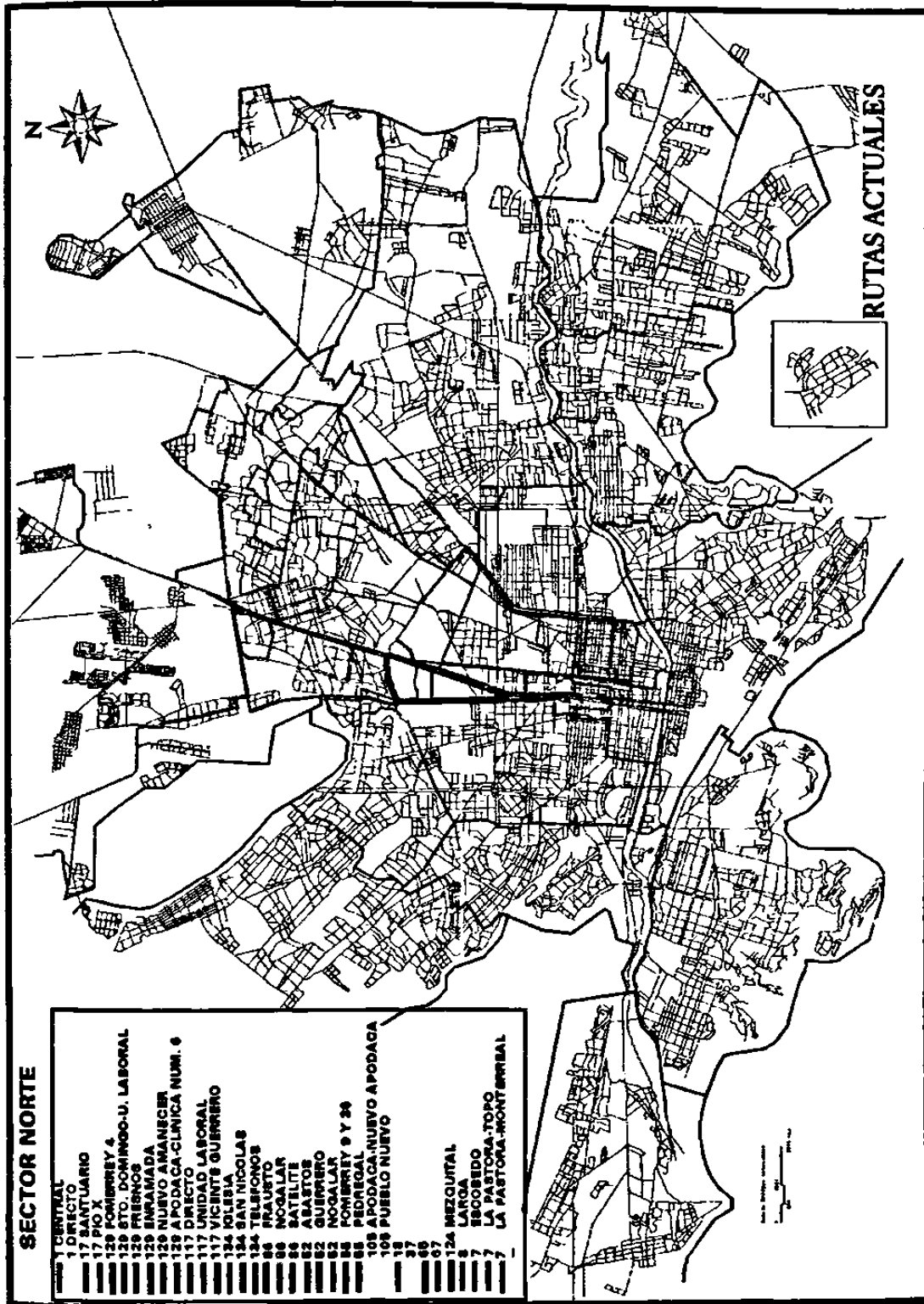


Figura # 2

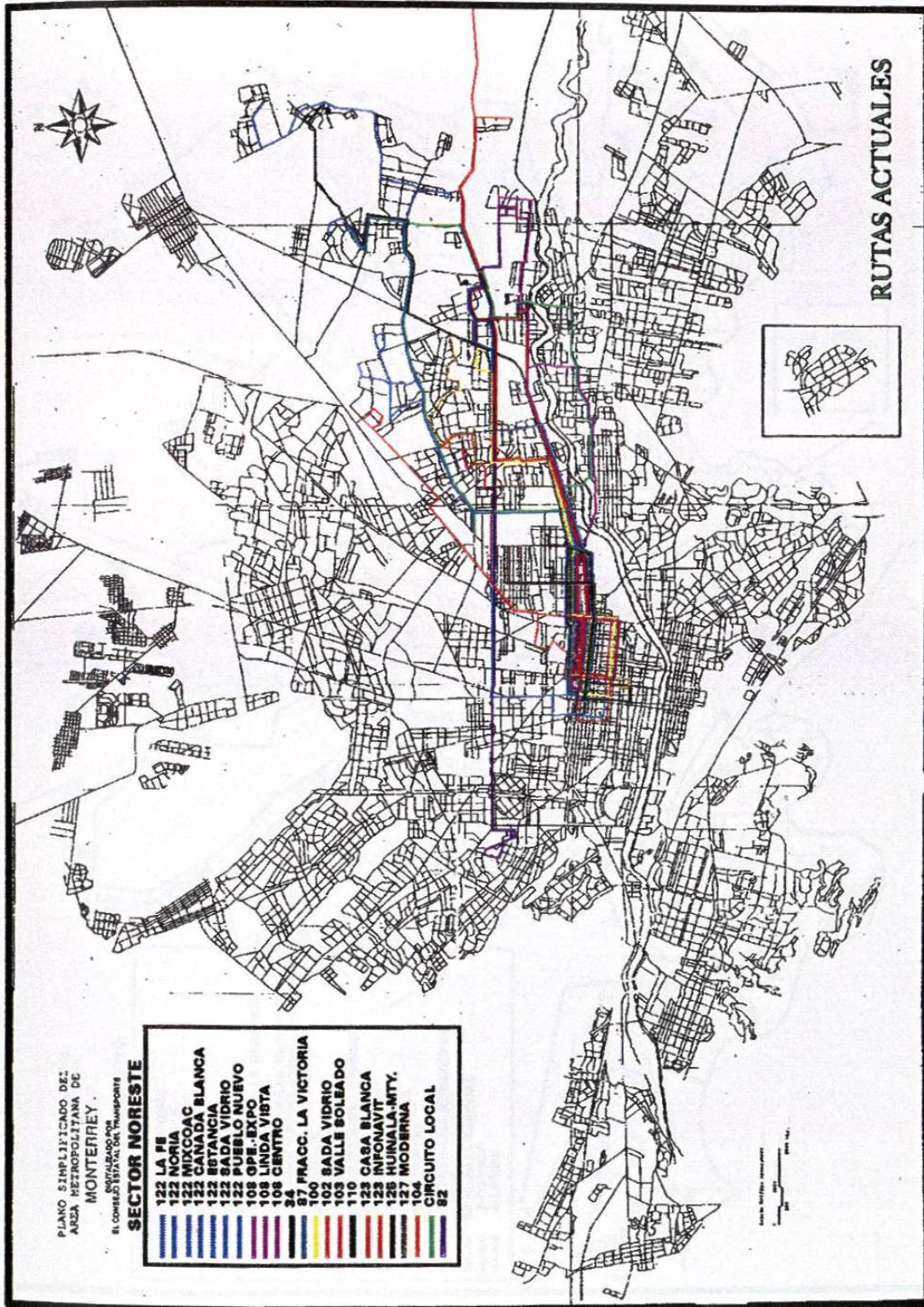


Figura # 3

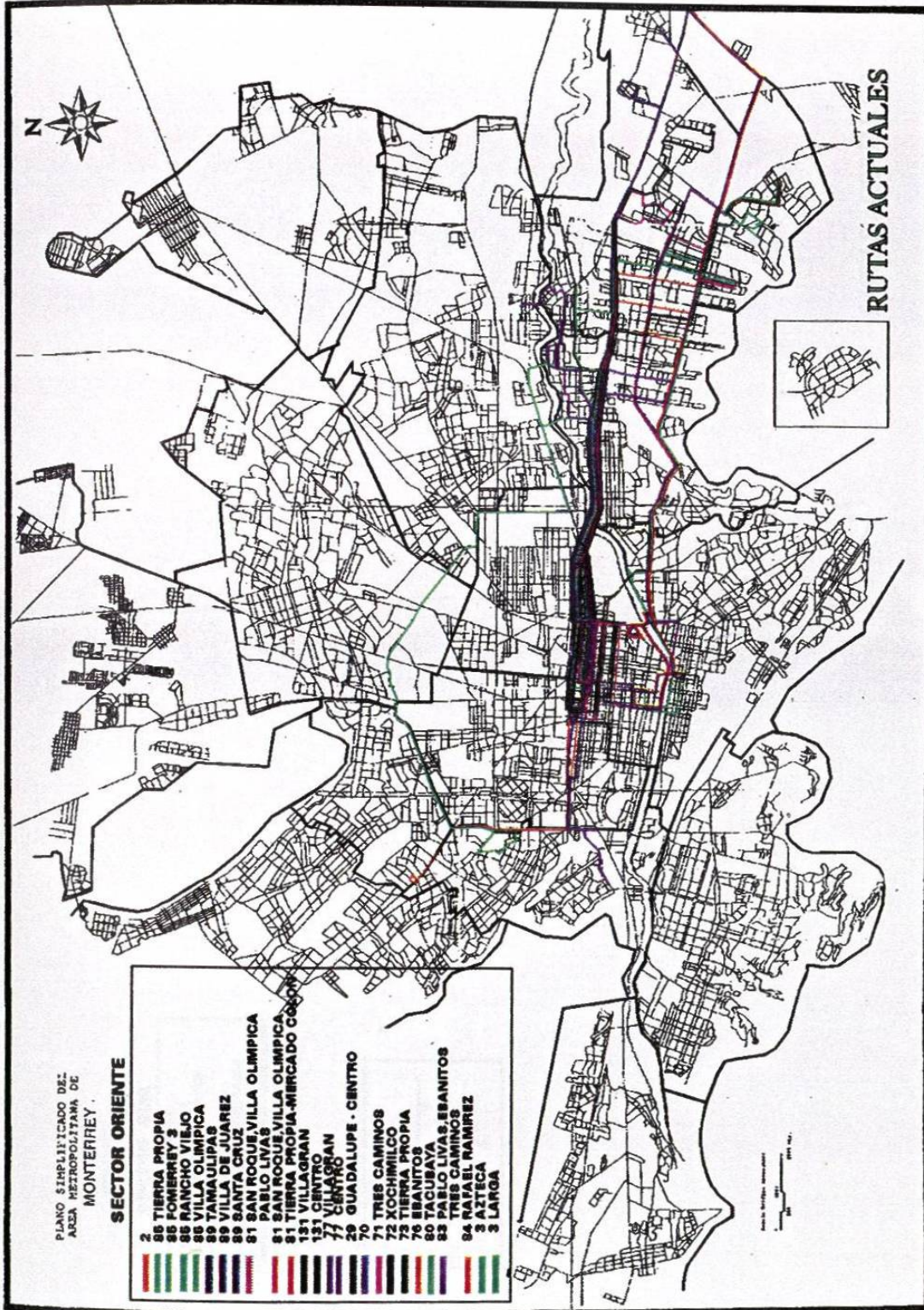


Figura # 4

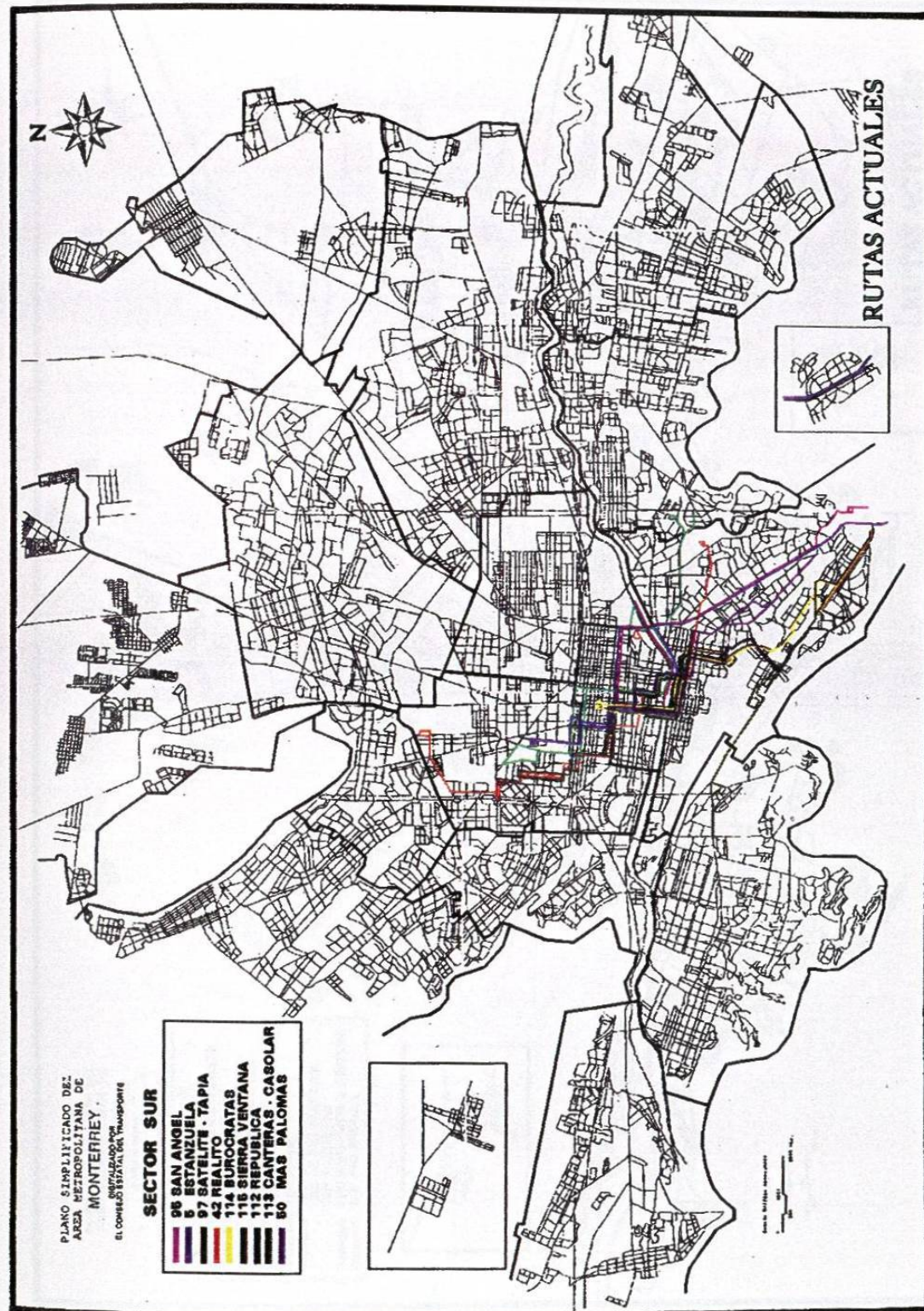


Figura # 5

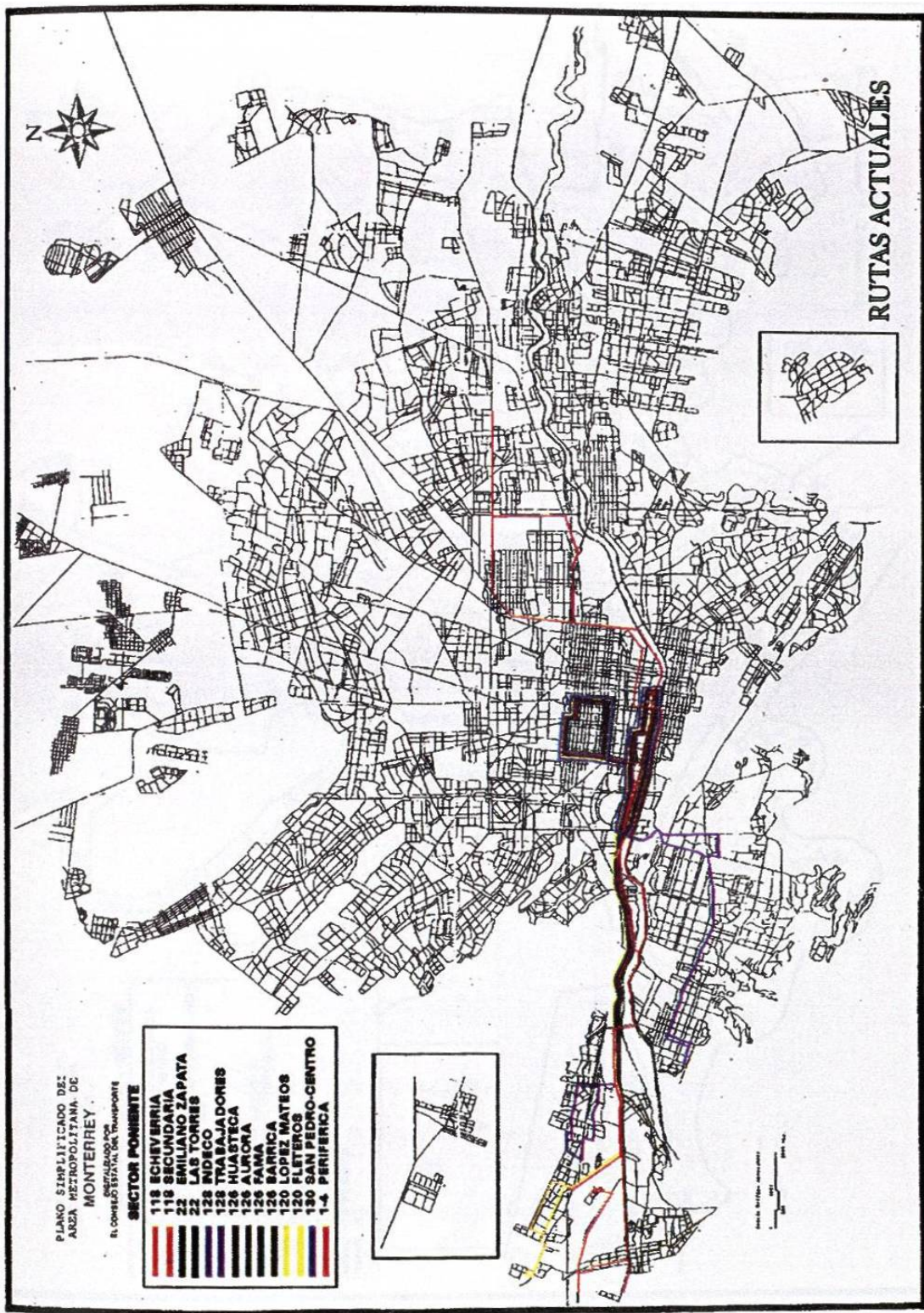


Figura # 6

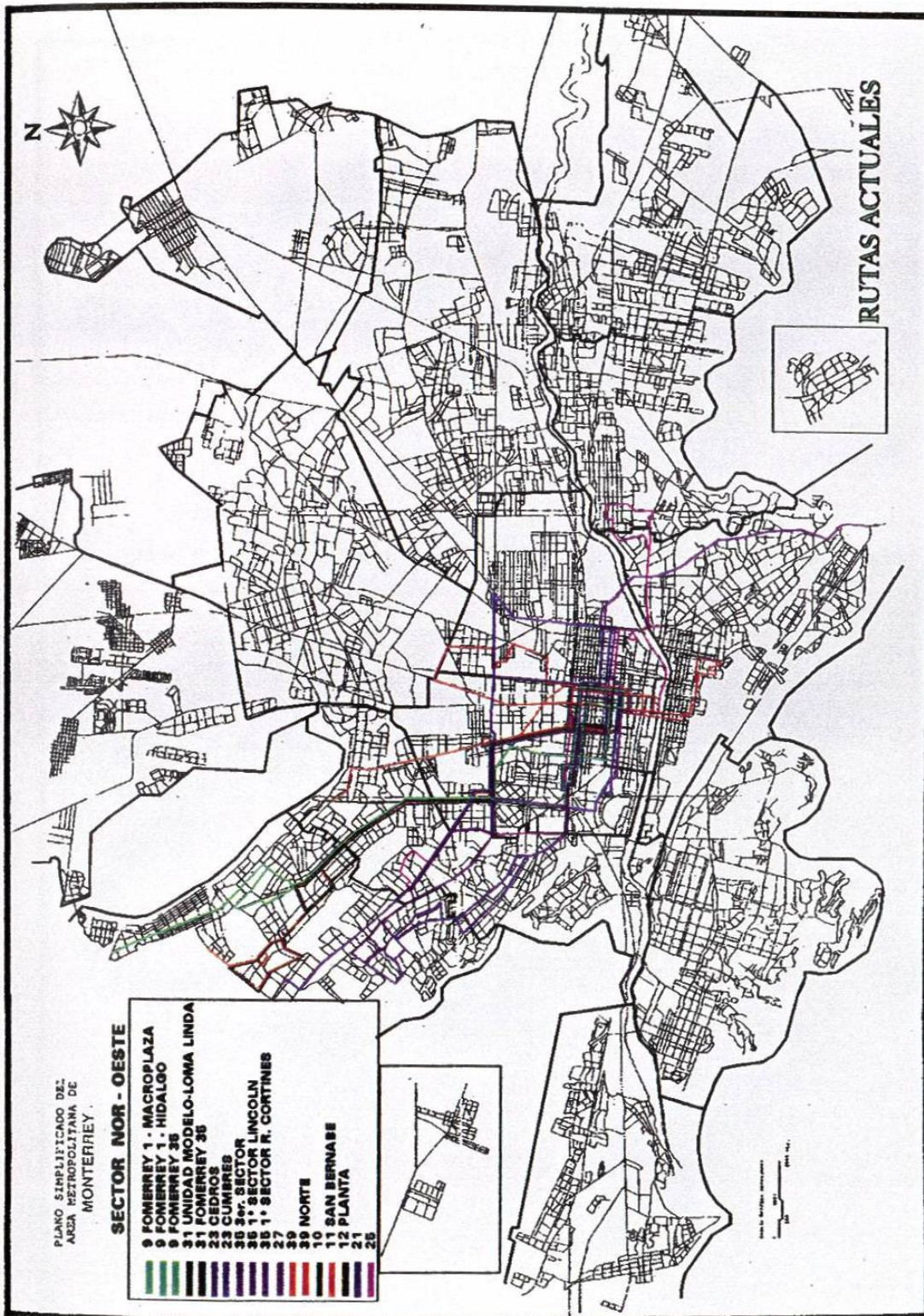


Figura # 7

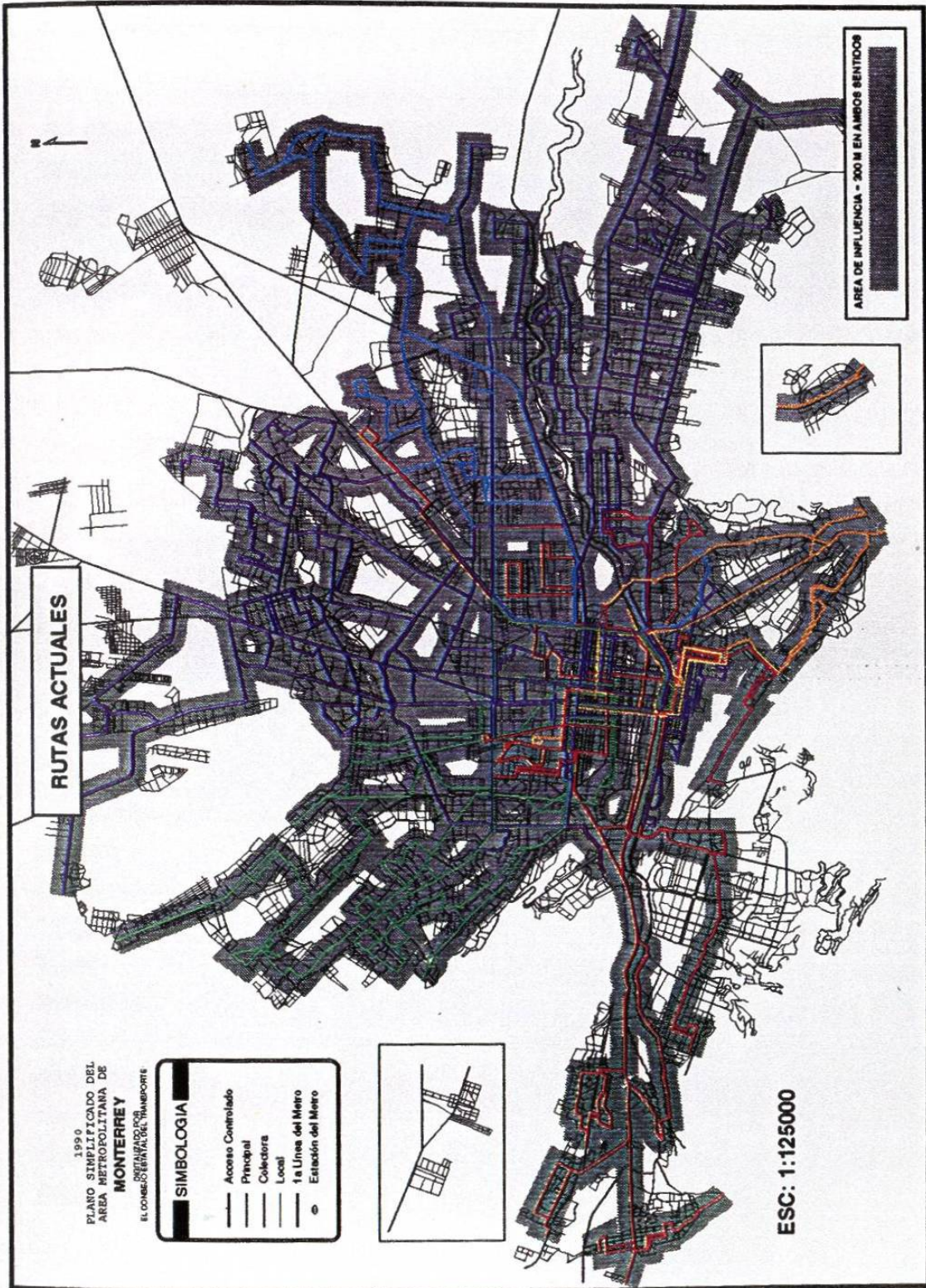


Figura # 8

5.3 Cobertura geográfica del servicio

Con el propósito de analizar la información con mas detalle, se ha dividido el Area Metropolitana de Monterrey en 15 Distritos geográficos (Figura # 9 y Tabla # 14), los cuales corresponden a los limites territoriales de aquellos Municipios Metropolitanos cuya extensión no es muy grande y para el caso de los otros Municipios se vieron divididos en dos más Distritos, así tenemos que:

Municipio	Distritos que lo conforman
Monterrey	1,2,3,4,7,8, y 9.
San Pedro Garza García	5.
Santa Catarina	6.
Escobedo	10.
San Nicolás de los Garza	11 y parte del 13.
Apodaca	12.
Guadalupe	parte del 13, 14, y 15.

La cobertura de los servicios de autobuses en el área conurbada es del 71.64% del área total, lo que equivale a 28,604.67 Has. Tomando lo anterior como referencia y de acuerdo a la clasificación de 15 distritos en que hemos dividido el Area Metropolitana para su estudio, referidos anteriormente, se tiene que la cobertura al interior de los distritos fluctua entre 28.44% y el 100% (Tabla # 15). Si se hiciera referencia a algunos de los distritos, en el caso del Distrito Uno, las razones de tipo económico, como el hecho de concentrar actividades comerciales, de servicios y la mayoría de las oficinas de Gobierno Estatal ha motivado que las rutas de camiones que convergen a dicha área cubran el 100% de la misma, así mismo dada la característica principal de las rutas, el hecho de ser radiales las hace converger hacia este distrito. A su vez el servicio de transporte en este distrito es proporcionado por el 83.92% de las rutas existentes lo que refleja la concentración de los servicios.

Por otra parte en el distrito dos, proporcionan servicio el 63.64% de las rutas de camiones mismos que cubren el 91.4% del área total del distrito, cabe señalar que estas rutas propiamente no convergen a esta área sino que inician su recorrido en determinada área de la periferia para a través de este distrito llegar a el distrito uno. El distrito tres es cubierto por el 50.35% de las rutas, las cuales cubren el 89.53% de la superficie total del distrito, al igual que el distrito dos la mayoría de las rutas que dan servicio a este distrito solo son paso hacia el distrito uno, sin embargo, en ambos distritos existen algunos talleres de rutas de camiones que las hace tener como punto de convergencia dicho distrito.

En el resto de los distritos se observa una gran dispersión de los servicios prestados por las rutas de camiones además de una fuerte desproporción en cuanto a cobertura, ejemplo de esto es el distrito 14 al que dan servicio el 18.18% de las rutas y que cubren un 76.38% de el área total del distrito. En igual situación se encuentra el distrito doce ya que dan servicio el 6.29% de las rutas y cubren un 67.17% del área total de dicha área.

Con respecto a esta desproporción en la cobertura, es posible que sea debido a que en algunas áreas de la periferia el acceso a los camiones sea difícil dada la poca disponibilidad de vías de comunicación adecuadas y la tendencia de las rutas a transitar unicamente por avenidas, por otra parte en algunos distritos como es el caso del distrito seis se dan problemas de territorialidad en donde unicamente dan servicio rutas pertenecientes a permisionarios lo cual agrava los problemas de la dispersión en el servicio y la escasez de oferta de transporte.

Por otra parte, cada distrito posee corredores de transporte establecidos en avenidas principales, en calles donde la vialidad es adecuada o bien en donde existen cruces importantes que son puntos de concurrencia de la población ya sea que existen grandes zonas habitacionales o porque existan centros de trabajo. Cabe agregar que aunque no existe un criterio establecido, es posible considerar un corredor de transporte a aquellos tramos de avenida o calle que concentran un número superior a las 100 unidades diarias en servicio. Así, en el Distrito 1, que en donde se concentran el mayor número de rutas y consecuentemente el mayor número de unidades, dado por la infraestructura comercial y de servicios existente, se detectan un total de 34

avenidas que en su mayoría tienen volúmenes de servicio superiores a las 100 unidades diarias. Entre estas avenidas se encuentran V. Carranza, Villagrán, Pino Suárez, Cuauhtémoc, Juárez Félix U. Gómez, Constitución, Ocampo, Hidalgo y Colón entre otras.

En el Distrito 2 se distinguen un total de 68 corredores que se encuentran repartidos en 16 avenidas, de las cuales sobresale la avenida Ruíz Cortines por la identificación de 11 corredores de transporte, entre otras avenidas sobresalen Bernardo Reyes, Universidad, Madero y Arteaga.

En la Av. Ruíz Cortines los corredores de transporte tienen en servicio un número que oscila entre las 92 y las 374 unidades diarias; en el caso de la Av. Lincoln se identifica un corredor de importancia entre las avenidas Gonzálitos y Rodrigo Gómez con un total de 203 unidades en servicio diarias; la avenida Bernardo Reyes en sus 7 corredores de transporte el número de unidades que prestan servicio diariamente es superior a 100.

En la Av. Fidel Velázquez se identifica un corredor de importancia que va de Barragán a Penitenciaria teniendo en un sentido 119 y en el otro 98. En Manuel L. Barragán del tramo Fidel Velázquez a Ruíz Cortines se encuentran 3 corredores en los que el volumen de servicio es superior a las 250 unidades diarias que va de 132 en tramo de Colón a Madero a 576 unidades en el tramo de Anaya - Calzada Victoria. En el sentido Sur Norte, el número de unidades diarias en servicio en los tres corredores es superior a las 400.

En Av. Madero dos de los tres corredores tienen un volumen superior a las 250 unidades diarias, tanto en el sentido Poniente-Oriente como en el sentido Oriente-Poniente.

Otras de las avenidas como Arteaga (en el sentido Poniente - Oriente) en el tramo Pablo A. González - Villagran y Guerrero (en el sentido Norte-Sur) en el tramo Colón - Calzada Victoria tienen 4 y 2 corredores de importancia en donde el volumen de camiones es mayor a 250 en la primera y 100 en la segunda.

En el caso de Rodrigo Gómez, en los dos corredores que se identifican en ambos sentidos se detectan un número de unidades superior a las 150 unidades, por último, en el caso de Simón Bolívar, en los dos corredores tanto de Sur a Norte y de Norte a Sur es superior a las 100 unidades diarias.

En el Distrito 3, existen un total de 36 corredores de transporte que se encuentran repartidos en 11 avenidas, de las cuales la Avenida Colón, Félix U. Gómez, Ruíz Cortínez y Miguel Alemán son las que mayor importancia tienen por tener en todos sus corredores un número superior a las 100 unidades. En el caso de Avenida Colón sus tres corredores tienen un volumen de servicio superior a las 400 unidades diarias derivado de la gran cantidad de rutas de camiones que convergen a dicha avenida. En Félix U. Gómez aunque con menor número de rutas en relación a la Avenida Colón en los cuatro corredores del tramo Los Angeles - Colón se observan 6 corredores de los cuales son solamente referidos en un solo sentido y que poseen un volumen de servicio en más de 200 unidades diarias. En el caso de Miguel Alemán en el tramo de Churubusco a Constituyentes de Nuevo León tiene 2 corredores los cuales observan un número de unidades en servicio diario superior a 150. Otras avenidas como Los Angeles y Churubusco tienen 1 y 2 corredores importantes respectivamente.

En el Distrito 4 la mayoría de los corredores por sus volúmenes de servicio se encuentran en la Avenida Eugenio Garza Sada siendo en su mayoría superiores a las 100 unidades diarias. Estos segmentos se encuentran en el tramo de Morones Prieto - Revolución.

En el Distrito 5, las arterias por las cuales fluyen las rutas son hacia las áreas en donde la infraestructura del sector es comercial o como en el caso de Morones Prieto en el tramo comprendido de Corregidora a Jiménez el encontrarse un centro universitario, además de áreas habitacionales ocasionando que se concentren un mayor número de unidades diarias siendo un total de 117. En seguida el tramo comprendido entre Jiménez y Campus UDEM el volumen de servicio es de 88 unidades diarias. De Poniente a Oriente la Avenida Morones Prieto no presenta los mismos niveles de servicio oscilando entre 61 y 88 unidades diarias en servicio. En la Avenida Lázaro Cárdenas tanto de

Oriente a Poniente como de Poniente a Oriente en el tramo comprendido de Real San Agustín y los límites del Distrito, el número de unidades diarias es de 51.

Por otra parte en Vasconcelos los niveles de servicio oscilan entre 29 y 96 unidades en servicio en tanto en el sentido Oriente - Poniente como Poniente - Oriente, de estas sobresale el tramo comprendido entre Calzada San Pedro y Corregidora con 96 unidades en servicio diarias, aunque con menor importancia existen otros corredores como son la Avenida Roble en el tramo de Gómez Morín - Margain Zozaya donde el número de unidades diarias es de 46 y la calle Jiménez que en el sentido Sur - Norte de Alfonso Reyes a Morones Prieto tienen un nivel de servicio que oscila entre 21 y 46 unidades diarias.

En el Distrito 7 se identifican un total de nueve avenidas por las cuales existen un total de 31 corredores de transporte. Así, en la Avenida Gonzálitos resaltan en importancia los segmentos comprendidos entre Lincoln- Ruíz Cortínes y Ruíz Cortines - Madero con 213 y 193 unidades en servicio diarias respectivamente, en el sentido Sur - Norte en los tramos comprendidos de Madero - Ruíz Cortines - Lincoln se detectan en servicio 164 y 220 unidades diarias. Por la avenida Lincoln que es en donde un número considerable de rutas circulan, se identifican los mayores corredores de transporte en donde el mínimo de unidades que circulan es de 151 tanto en el sentido Oriente - Poniente como en el sentido Poniente - Oriente y el máximo diario se da en los tramos de Gonzalitos y Cesena de Oriente - Poniente con 337 unidades y San José- Lincoln de Poniente - Oriente con 337 unidades. En la Avenida San Jerónimo en los tramos comprendidos entre Venustiano Carranza Gonzalitos y Pablo A. González - Gonzalitos ambos de Oriente a Poniente se registran 300 y 282 unidades diarias en servicio respectivamente. Otros corredores como Enrique Livas en el tramo de Gonzalitos - Paseo de los Leones presentan 73 unidades en servicio.

En el Distrito 8 se identifican un total de 58 corredores de transporte que se encuentran distribuidos en 17 avenidas. En el caso de la Avenida Ruíz Cortines tres corredores en el sentido Norte - Sur presentan un considerable número de unidades en servicio diarias como son el tramo de P. Infante - Estornino, Estornino - Seguro Social y Nogal - San José con 106, 135

y 106 unidades respectivamente, en el contrario sobresalen los tramos comprendidos entre León XIII - Nogal, Nogal - Estornino y Estornino - P. Infante, con 106 y 135 y 106 unidades diarias en servicio respectivamente.

Así mismo en la Avenida Lincoln de Norte a Sur entre Celso Cepeda - Cisne y Cisne y P. Familiar se registran 106 y 151 unidades en servicio diarias respectivamente, en los tramos de Planificación Familiar - Pelicano y Pelicano y Unificación Ejidal, registrándose un total de 151 y 106 unidades en servicio respectivamente. En la Avenida Aztlán de Norte a Sur se identifican dos corredores importantes que se encuentran entre Tlatelolco - Uxmal y Uxmal - Azteca con 101 y 148 unidades diarias respectivamente.

Entre otros corredores importantes se encuentran dos localizados E. Rangel - C. Real en el sentido Norte - Sur entre Obrero Mundial y Artículo 123 en el primero y el segundo entre Artículo 123 y B. Mitre con 141 y 112 camiones en servicio diarios respectivamente.

En el Distrito 9, se localizan 24 corredores encontrándose ubicados la mayoría de ellos en las avenidas Lincoln, Fidel Velázquez y Aztlán. En el caso de la Av. Lincoln los corredores vistos en ambos sentidos tiene volúmenes que oscilan entre 183 y 311 unidades diarias. Aztlán en sus corredores observa en ambos sentidos un volumen de unidades entre 63 y 148 diarias. Por último en otras avenidas como Almazán y Fidel Velázquez tiene corredores con un volumen de servicio superior a las 100 unidades.

El Distrito 10 aunque no tiene grandes corredores con grandes concentraciones de camiones distingue un total de 20, mismos que se ubican en 6 avenidas. Los corredores de más importancia por su volumen diario son la Av. Benito Juárez entre las calles Hidalgo y Paseo de la Amistad con 117 unidades diarias en servicio y en la Avenida M. Escobedo en el sentido Norte - Sur entre Sendero Norte y Yucatán.

El Distrito 11 contiene un total de 81 corredores que se encuentran distribuidos en 18 avenidas, entre ellas están Universidad en donde la mayoría de los corredores que se localizan en el tramo Sendero Norte - Fidel Velázquez tienen un volumen que está por encima de las 200 unidades diarias. En Fidel Velázquez de Poniente a Oriente en el tramo comprendido de Barragán a Félix U. Gómez identifica un total de 8 corredores, todos ellos de importancia dado que tiene en su mayoría un volumen diario mayor de 100 unidades. Avenidas como Manuel L. Barragán, Arturo B. de Garza, Santo Domingo y Diego Díaz de Berlanga, solo en algunos tramos el número es superior a las 100 unidades diarias en servicio.

El Distrito 12 tiene un total de 19 corredores localizados en 14 avenidas, sin embargo no tiene un volumen considerable de servicios diarios, siendo los más altos en las avenidas: Río Pílon (80), López Mateos (73) y Avenida México (74).

En el Distrito 13 las avenidas Miguel Alemán, Ruíz Cortines, Félix Galván y Acapulco son las que poseen los corredores con mayor volumen de servicio. M. Alemán en el tramo de Constituyentes de Nuevo León - Acapulco contiene un total de 4 corredores, de los cuales tres con un nivel de servicio superior a 200 unidades. En Ruíz Cortines, de los 6 corredores que posee 5 de ellos comprendidos entre el tramo de Churubusco - Tauro, tienen un volumen de servicio mayor a 100 unidades diarias en servicio. En Félix Galván del tramo Churubusco - Miguel Alemán los corredores tienen un nivel de servicio mayor a las 150 unidades diarias. En la Avenida Acapulco el nivel de servicio oscila entre 62 y 178 unidades en el tramo comprendido de Churubusco - Mixcoac.

En el caso específico de las rutas periféricas se distingue el hecho de haber creado corredores de oferta que no existían, principalmente establecidos en vías de acceso rápidas, uniendo puntos extremos de la ciudad específicamente zonas de alta densidad de población, además de proporcionar servicio en donde existen núcleos industriales y educativos entre otros.

En relación al sistema Metro el cual no obstante que se ha colocado como un servicio de transporte no solo rápido y de gran capacidad, sino competitivo con respecto a otros medios de transporte como son el auto y el camión, presenta como mayor deficiencia el que no se extiende hacia zonas con densidades de población alta, lo cual ayudaría a atenuar en cierta medida la escasa oferta de camiones en algunos distritos.

En cuanto al sistema de Ecotaxis, en sus inicios se contaba con un total de 2,534 unidades en circulación, cuya característica primordial era su servicio medido además de ser autos de tipo compacto. A la fecha han ocurrido cambios en este sistema, ya que se han integrado diversas agrupaciones que han incluido diferentes servicios además de tener en operación un total de 13, 400 unidades aproximadamente.

Figura # 9

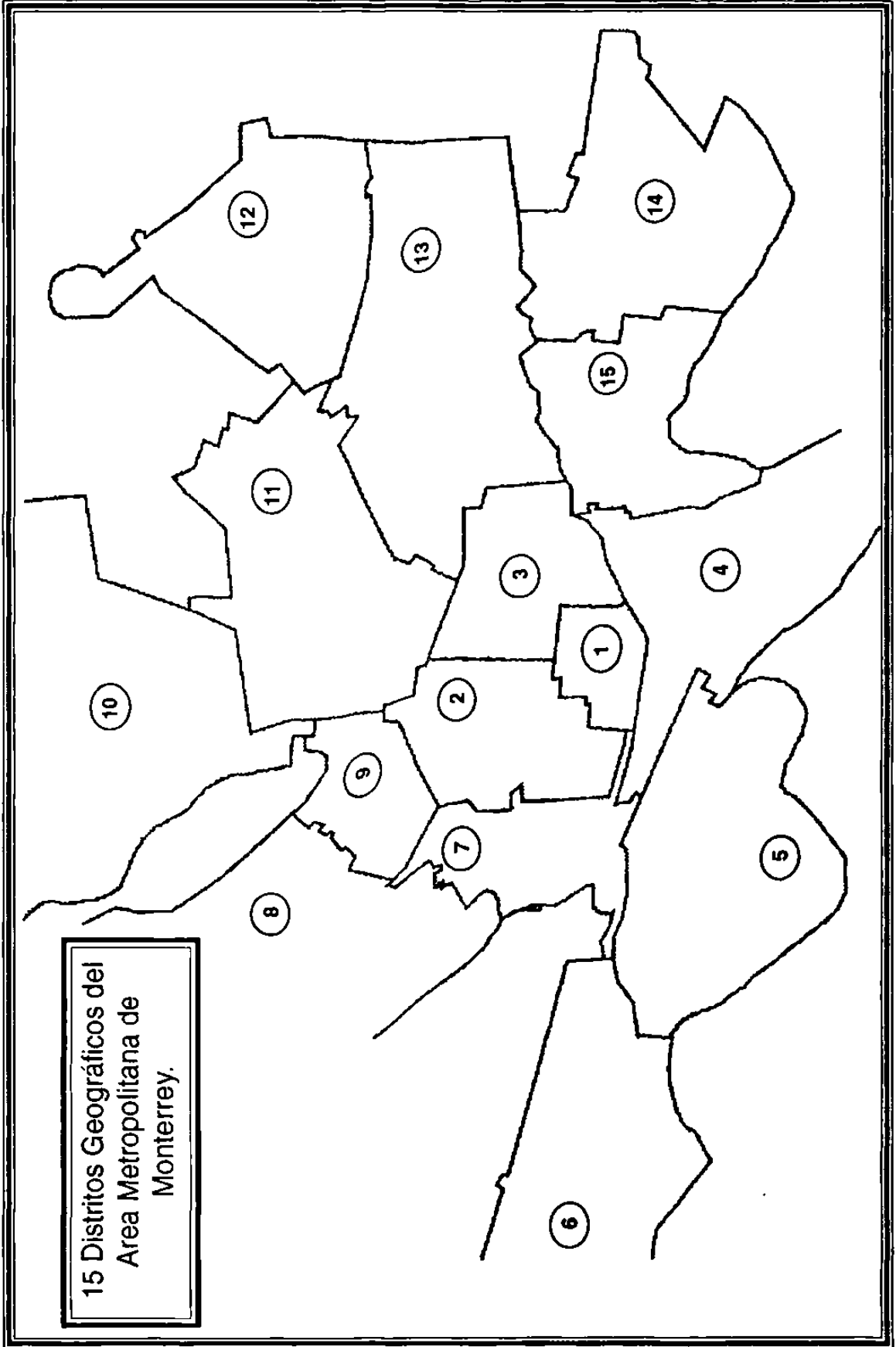


Tabla # 14

Servicio de Transporte Urbano (autobuses) en cada Distrito

Distrito	Número de Rutas	Unidades	Habitantes	Habitantes / Unidad
1	120	3,217	44,548	14
2	91	2,627	136,179	52
3	72	1,887	120,020	64
4	39	1,057	300,468	284
5	9	238	93,619	393
6	15	435	219,480	505
7	31	1,123	74,839	67
8	20	620	340,364	549
9	21	646	152,896	237
10	14	291	143,320	493
11	40	933	319,515	342
12	9	233	94,442	405
13	37	952	386,192	406
14	26	758	222,685	294
15	37	1,022	210,529	197

Fuente: Consejo Estatal del Transporte

Tabla # 15

*Cobertura del transporte urbano en el
area metropolitana de Monterrey*

Distrito	Area Total (Has.)	Area de Cobertura (Has.)	Porcentaje (Cobertura / Area Total)
1	750.80	750.80	100.00
2	2,043.71	1,868.00	91.40
3	1,754.49	1,570.80	89.53
4	3,669.24	2,764.00	75.33
5	3,663.36	1,042.00	28.44
6	3,157.73	2,137.60	67.69
7	1,385.13	1,044.80	75.43
8	2,734.59	1,997.60	73.05
9	1,147.82	899.20	78.24
10	2,659.96	1,817.20	68.32
11	4,410.31	3,406.00	72.23
12	1,889.53	1,269.20	67.17
13	5,063.62	3,878.80	76.60
14	3,339.51	2,573.47	76.38
15	2,230.30	1,585.20	71.08
Total	39,930.10	28,604.67	71.64

Fuente: Consejo Estatal del Transporte

6.0 EL MODELO DEL TRANSPORTE (DEMANDA)

El modelo del transporte requiere para su aplicación de una significativa cantidad de información que contenga desde la zonificación clara del área de estudio y la descripción de las actividades urbanas generadoras de viajes hasta el listado detallado de vialidades, nodos, rutas, centroides y estadísticas de viajes (Tabla # 10).

Usualmente, el área de estudio incluye a toda la mancha urbana de interés además de las regiones aledañas que se preve esta zona abarcará en el horizonte de planeación; delimitada el área, se procede a definir unidades de análisis o zonas que agrupen actividades homogéneas representadas por un punto virtual concentrador denominado centroide (definiéndose zonas residenciales, industriales, comerciales, etc.), en áreas circunscritas por límites naturales coincidentes con vialidades. Generalmente las zonas se agrupan en unidades mayores, conocidas como distritos, los cuales están limitados por jurisdicciones políticas naturales. Por otra parte, la información sobre las actividades urbanas debe ser suficiente para predecir los niveles futuros de actividad que sustenten los pronósticos de viajes; en términos generales basta con describir la actividad que da origen a la zona, cuantificando número de empleos, población y vivienda.

En cuanto al sistema vial de transporte propiamente dicho, es necesario contar con datos sobre la geometría de la red y niveles de servicio; esto es, deben formarse archivos de vialidades y sus principales intersecciones (nodos), rutas de los diversos medios de transporte público (autobuses urbanos, metro, tranvías y trolebuses), así como los niveles de servicio asociados que, en el caso de la red vial, corresponderán a sus características físicas (tipo, longitud, número de carriles) y, en el caso de la red de transporte, a la calidad y cobertura del servicio; asimismo, deberá cuantificarse la impedancia de cada

tramo que representa el "costo generalizado" (tiempo y/o costo) asociado a su recorrido. Finalmente, es necesario cuantificar los movimientos origen y destino entre cada par de zonas; esta actividad se efectúa usando una encuesta de viajes que permita, a través de la aplicación de un cuestionario sencillo a una muestra representativa de los viajeros, conformar una tabla histórica de viajes O-D (origen-destino)

Este cuestionario incluye básicamente el número de viajes realizados por día, orígenes, destinos, medio de transporte utilizado, propósito del viaje y características relevantes del viajero. Debido a su elevado costo, en ocasiones estas encuestas suelen actualizarse con muestreos complementarios de pequeña magnitud, entrevistas telefónicas, por correo y conteo de tránsito de vehículos, siempre y cuando pueda garantizarse una "reproducción" razonable de los viajes actuales.

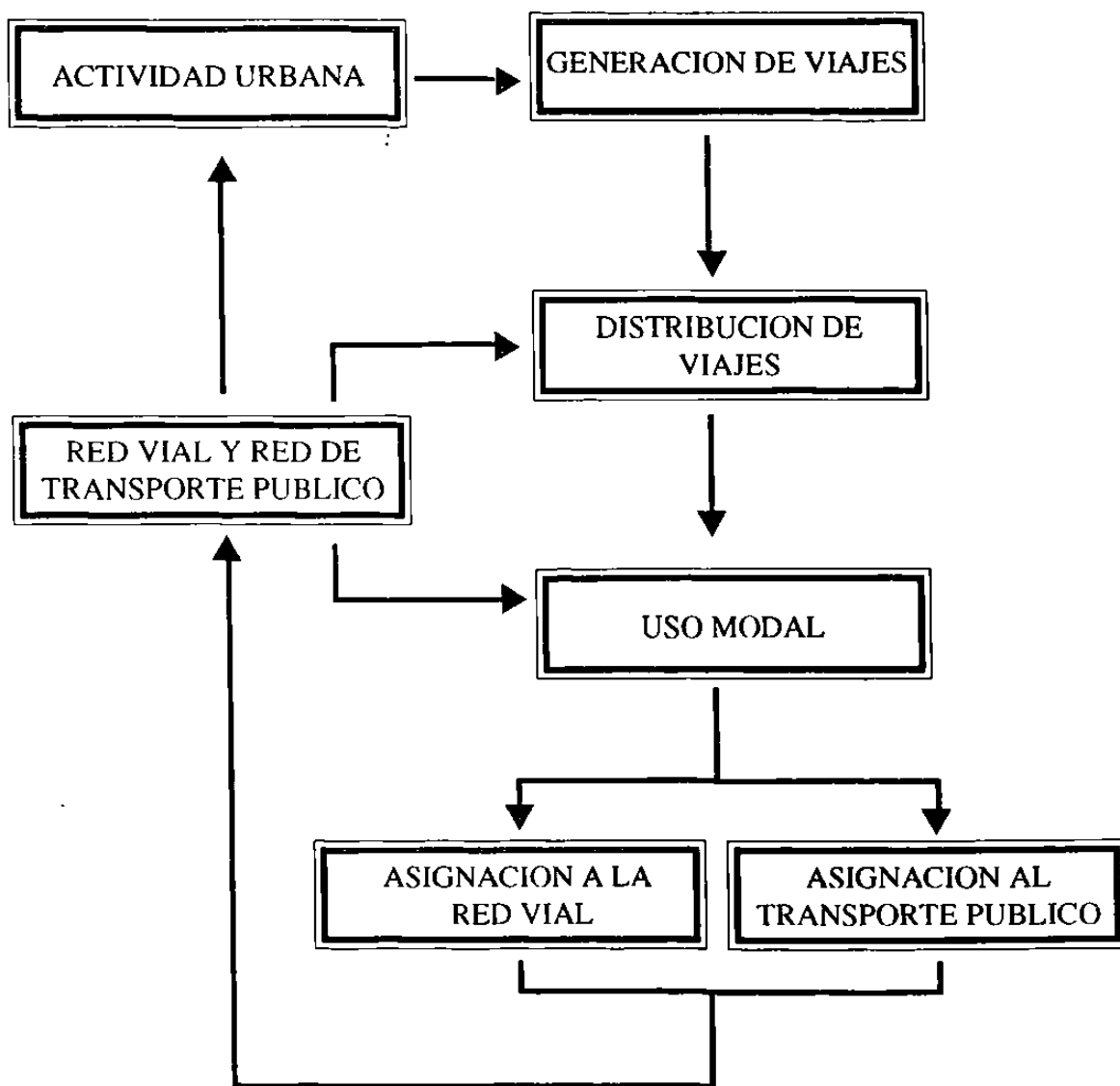


Figura # 10
MODELO GENERAL DE TRANSPORTE

6.1 El modelaje en Areas Metropolitanas

La aplicación del proceso de planeación del transporte urbano se inició con el Estudio de Tráfico del Area Metropolitana de Detroit en 1953-1955, expandiéndose posteriormente en el Estudio de Transporte del Area de Chicago (fines de los 50's). Los estudios indicados permitieron formalizar la aplicación de las técnicas para el modelaje matemático en el proceso de planeación del transporte urbano.

La experiencia se extendió rápidamente a otras zonas metropolitanas de los Estados Unidos como Hartford, Philadelphia y Pittsburg. La gran colección de datos involucra sí como los tardados procesos de calibración declinó el entusiasmo inicial. Fue más rápido el desarrollo herramental de las técnicas que lo que la tecnología computacional permitía en aquel entonces.

Un mayor avance se registró posteriormente en los 70's con el trabajo desarrollado conjuntamente por la Urban Mass Transportation Administration/Federal Highway Administration, que culminó en el paquete de software denominado UTPS (Urban Transportation Planning Systems). Rápidamente muchas dependencias en los Estados Unidos adoptaron la herramienta y el UTPS influenció fuertemente la estructura de los paquetes comerciales de los años siguientes.

El UTPS fue orientado inicialmente a sistemas grandes (IBM 360-375) con varias limitaciones y reducida capacidad de gratificación, con lo cual se "desconectaba" al usuario del problema.

A principios de los 80's, con la aparición de las microcomputadoras, los programas existentes fueron convertidos para lograr una mayor facilidad de explotación. Ejemplos de corridas que tomaban más de 12 horas en sistemas

grandes se estima que hoy pueda hacerse en 10 a 15 minutos en las microcomputadoras de nueva generación.

Las nuevas facilidades introducidas en el hardware como adopción de menús lenguajes más simples de comunicación hombre-máquina, interfases de graficación y manejo de bases de datos, ha fomentado la aparición de nuevos paquetes de software orientados a la planeación del transporte urbano. Con dichos paquetes se ha logrado establecer una verdadera comunicación entre el usuario y la terminal electrónica, dejando en ésta las labores tediosas de cálculo y reservándose para sí las importantes labores de análisis, lo que permite una retroalimentación en "tiempo real" para estimular la generación de nuevas opciones a ser evaluadas. Con ello se ha "invertido" por denominarlo de alguna manera, el proceso de avance de las técnicas versus las herramientas computacionales. (Tabla # 16)

Los nuevos paquetes comerciales disponibles, son sistemas que incorporan gráficas en pantalla, edición y administración de bases de datos, diseñados para usarse en microcomputadoras con capacidad de graficación de alta resolución o en terminales tipo "workstation". Los mayores avances se aprecian en el desarrollo de las bases de datos, los cuales han eliminado los tediosos formatos rígidos de entrada de datos a formatos flexibles e indexación automática de características de redes, comandos simples con órdenes de graficación orientadas al usuario, y en general, amplias facilidades para el análisis de situaciones de "que pasa si".

Adicionalmente, el uso en particular de los sistemas de información geográfica (GIS) será más común en las áreas metropolitanas, garantizándose una mezcla adecuada de datos entre agencias de planeación del transporte y otras dependencias gubernamentales. Esto aumentará tanto la cantidad de información como el nivel de detalle de la información disponible, posibilitando el desarrollo de paquetes de software de mayor cobertura, integrando el transporte a otros aspectos de desarrollo urbano y regional, y hacia una verdadera evaluación de "políticas de uso del suelo y su relación e impacto con el transporte y el medio ambiente".

PERIODO	TECNOLOGIA COMPUTACIONAL	ESTRUCTURA ANALITICA	HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES	EJEMPLOS DE PAQUETES COMERCIALES
1950's y 1960's	Grandes computadora sin gráficas	Modelos de demanda secuencial	Programas BPR, después FHWA	
1970's	Grandes y mini computadoras con cierta capacidad de gráficas y terminales interactivas	Paquetes grandes, integrados, multimodales de redes con algunos programas que corren separadamente Bases de datos especiales para transporte Análisis del medio ambiente agregado	Modelos de redes con restricciones de capacidad Modelos de impacto ambiental Modelos estocásticos de equilibrio	UTPS y otros programas europeos Microtrips
Inicio de los 80's	Microcomputadoras con cierta capacidad de graficación Programas adaptados de grandes computadoras Algunos sistemas interactivos de menú	Enfoque de paquetes y bases de datos iniciados con programas de administración de bases de datos Simulaciones más detalladas de transporte Modelado de análisis de políticas	Modelo de demanda desagregada para pasajeros Modelos de embarque-transporte de carga Modelos de TSM Mejores técnicas de calibración	Tranplan
Fines de los 80's y futuro	Microcomputadoras más grandes y rápidas con sistemas interactivos de menú y graficación Redes de comunicación con otras computadoras	Enfoque de paquetes y GIS Uso de sistemas expertos Interacción con otras bases de datos de planeación Intercambio más abierto de bases de datos de planeación y definición y evaluación de proyectos	Nuevos algoritmos de solución de redes Modelos de administración de demanda Métodos de combinación de bases de datos para estimar matrices O/D y generación de tráfico	EMME2, VIPSII STEPS

Tabla # 16
DESARROLLO Y TENDENCIAS DE LOS MODELOS DE PLANEACION DEL TRANSPORTE

6.2 Estudios previos necesarios

Es conveniente que los estudios que se realicen para el sistema de transporte urbano sean, no solamente aquellos que nos proporcionen información de las condiciones de operación actuales, sino todos aquellos que nos ayuden a elaborar un diagnóstico y análisis del sistema, además de poder establecer una planeación del mismo.

En el caso del Area Metropolitana de Monterrey, los estudios que se elaboraron para establecer las características de la movilidad fueron:

1. ZONIFICACION DEL AREA DE ESTUDIO.

Con el propósito de llevar una coordinación con la información censal que maneja el I.N.E.G.I. (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFICA E INFORMATICA) se dividió el Area Metropolitana de Monterrey, en 94 zonas geográficas, concordantes a los AGEB'S (Area Geoestadística Básica) que maneja ese Instituto, las cuales posteriormente se vieron subdivididas hasta tener 787 zonas con el propósito de obtener detalles más precisos de la movilidad.

2. ENCUESTA ORIGEN-DESTINO DOMICILIARIA.

Se levantaron aproximadamente 23,100 encuestas repartidas en las 600,000 viviendas registradas en el A.M.M., (según censos poblacionales Agua y Drenaje y Comisión Federal de Electricidad) las cuales representan cerca del 4% del Universo Total.

Este estudio es el que se considera base de la información de movilidad, dado que es el que nos proporciona los viajes realizados por los residentes del area, en estudio el modo en el que los realizan, el tiempo empleado y el propósito de los mismos.

3. DETERMINACION DEL USO DE SUELO EN CADA ZONA DE ESTUDIO.

Con apoyo de dos vuelos fotogramétricos realizados para el A.M.M., uno a color Escala 1:12,500 durante 1989 y otro blanco y negro Escala 1:25,000 durante 1990 utilizando fotointerpretación estereoscópica y con el apoyo de información de la SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO, se realizó un levantamiento detallado para clasificar las características y dimensiones de las áreas (habitacional, comercial, industrial, etc..) que conforman cada una de las zonas.

4. ENCUESTAS A CENTROS ATRACTORES DE VIAJES.

Con el propósito de obtener información referente a los viajes atraídos, se levantó una encuesta a los principales centros atractores, con la cual se obtuvieron datos como: giro o rama de actividad de la empresa, número de empleados, número de visitantes, área ocupada por la empresa, turnos laborables, zona donde se encuentra ubicada y horario de labores. Destacando que el levantamiento se realizó solamente en los centros atractores con mayor número de viajes.

5. ESTUDIOS ABORDO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTERANSPORTE URBANO.

Este estudio permitió determinar los volúmenes de pasajeros a lo largo de cada una de las rutas, su variación horaria y/o diaria y los puntos considerados como los de mayor atracción de ascenso y descenso de pasajeros, los cuales son detonadores para establecer la localización de las paradas del sistema.

6. VELOCIDAD Y DEMORAS EN LAS UNIDADES DEL TRANSPORTE URBANO.

Se realiza con el propósito de evaluar la calidad del servicio a lo largo de una ruta de transporte público, para lo cual se determinaron la ubicación, tipo y duración de las demoras, además del tiempo global y de marcha empleado en cada una de las vueltas.

7. INVENTARIO FISICO Y GEOMETRICO DE LAS AVENIDAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS Y COLECTORAS.

Este levantamiento nos brinda información del número de carriles, ancho de la avenida, existencia de estacionamiento en la vía pública y características del mismo, obstrucciones físicas (Isletas, camellones, etc.), condiciones de la superficie de rodamiento, presencia y localización de paradas de transporte urbano, sentido de circulación de las avenidas y existencia y condiciones del señalamiento.

8. AFORO Y CLASIFICACION VEHICULAR.

Este estudio es importante realizarlo, y mantenerlo actualizado dado que cualquier modificación a los itinerarios de alguna(s) de las rutas de transporte urbano, se vería reflejado en el nivel de servicio de las vías involucradas, por lo cual es necesario determinar el volumen vehicular de las avenidas y sus características particulares (clasificación vehicular, hora de máxima demanda, etc..).

9. TIEMPOS DE RECORRIDO Y VELOCIDAD EN LAS AVENIDAS.

Estos estudios igual que el anterior, es necesario efectuarlos con el propósito de establecer las condiciones antes y después de la vialidad en cuanto a niveles de servicio se refiere, al efectuar alguna modificación a los itinerarios de las rutas de transporte urbano, dado que uno de los parámetros que presenta un cambio mas importante es sin duda la velocidad de operación de los vehiculos dentro de la corriente del transito.

10. OTROS ESTUDIOS

Caben aquí, todos aquellos estudios que por sus características sirvan como apoyo a los análisis de vialidad y transporte, como son: censos poblacionales, estudios socioeconómicos de la población, estudios sondeos de opinión, etc.

6.3 Metodología para el análisis de la movilidad

- a. Distribución de Viajes
(Construcción de matrices de viajes.)
- b. Asignación o carga de viajes a la red vial básica.
- c. Calibración y validación de la asignación.
- d. Diseño y evaluación de redes de transporte.

a. Distribución de Viajes

El propósito de la fase de distribución de viajes es el de obtener un procedimiento que sintetice y conecte los viajes entre diferentes zonas, tanto para los viajeros cautivos del transporte colectivo como los viajeros que disponen de automóvil.

Cualquier matriz de distribución de viajes que sea sintetizada durante esta fase para el proceso de pronóstico de la demanda de viajes deberá satisfacer las ecuaciones de restricción de producción y atracción de viajes

$$\left(\sum_{i=1}^m P_i = \sum_{j=1}^n A_j \right)$$

El método de factores de crecimiento conocido como modelo de Fratar estima intercambios de una matriz de viaje para un año futuro, considerando que esta matriz de viajes es proporcional a la matriz de viajes del año base modificada por los factores de crecimiento de las zonas consideradas.

La técnica es útil para estimar viajes de paso y para actualizar las matrices de viajes en períodos cortos de tiempo. La deficiencia principal de este modelo consiste en que las matrices estimadas por esta técnica no son sensibles a los cambios de las propiedades de las redes de transporte.

TEORIA DEL METODO DE FRATAR

El método de Fratar difiere de los otros tres modelos en que se necesita una tabla de viajes, como dato. El usuario deberá proporcionar también un factor de crecimiento para cada zona de origen. Asimismo puede, si así lo desea, definir un factor de crecimiento para cada zona de destino. Si esto último no se da, se considera que los factores de crecimiento en el destino son iguales a los factores de crecimiento del origen.

Los factores de crecimiento se aplican a cada intercambio en la tabla de viajes proporcionada. La aplicación de factores se realiza de tal forma que el número de viajes en el origen siempre esté presente. El usuario es responsable de ver que el proceso iterativo continúe hasta que se obtenga un grado de precisión. La experiencia demuestra que con cuatro iteraciones es usualmente suficiente. Se deberán incluir diversas pruebas de tipo estadístico para auxiliar y completar la decisión anterior.

Generalmente la tabla de viajes obedece a un propósito definido de viaje, por lo que pueden existir varias tablas de viajes para ser procesadas.

La técnica empleada puede ser representada por la siguiente expresión matemática.

$$T_{ij}^{(k+1)} = (T_{ij}^k F_{ik}) F_{ik} \quad (1)$$

$$F_{ik} = \frac{T_j}{\sum_{j=1}^n T_{ijk}} \quad (2)$$

$$F_{ik} = \frac{T_i}{\sum_{j=1}^n (T_{ij}^k F_{jk})} \quad (3)$$

Y donde:

$T_{ij k}$ = viajes entre i y j para la iteración k (representa los viajes dados cuando $k=1$)

F_{jk} = Factor de crecimiento en el destino j (columna)

F_{ik} = Factor de crecimiento en el origen i (fila)

T_j = Total de viajes deseados para el destino j .

T_i = Total de viajes deseados para el origen

i = Número de la zona de origen, $j=1,2,\dots, n$

j = Número de la zona de destino, $j=1,2,\dots, n$

n = Número de zonas

k = Número de iteración, $k=1,2,\dots, m$

m = Número de iteraciones

Es evidente que el cálculo de:

$$T_{ij k} \quad F_{jk} \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Deberá ocurrir antes de que F_{ik} pueda ser obtenido. La fórmula (1) representa un proceso programado en dos pasos. La aplicación de este proceso a todas las zonas de origen representa una iteración.

Actualmente existen tres modelos de distribución de viajes que pueden ser clasificados como estocásticos. Estos modelos estiman los patrones de distribución de viajes, sintetizando una matriz que contiene las

probabilidades de que un viaje producido en una zona de origen dado encuentre una oportunidad de su atraída en una zona de destino específica. Estas probabilidades son obtenidas a partir del conocimiento de distribución de oportunidades de atracción, del tiempo de viaje y propiedades de área analizada. Cada uno de los tres modelos de distribución de viajes calcula las probabilidades en diferente forma.

El modelo gravitacional calcula la atracción relativa de una zona desde donde se produce el número de oportunidades en una zona y el factor de tiempo de viaje entre la suma de este producto por todas las zonas de atracción potencial.

El elemento crítico en este procedimiento de cálculo es la identificación de la función de los factores de tiempo de viaje, la cual produce una distribución de frecuencias de longitudes de viaje observadas. Estimaciones mejoradas de intercambios de viaje se obtienen si el modelo gravitacional se utiliza conjuntamente con viajes que han sido desagregados en grupos socioeconómicos.

TEORIA DEL MODELO GRAVITACIONAL

El planteamiento del modelo gravitacional se basa en la hipótesis de que los viajes producidos en un origen y atraídos por un destino son directamente proporcionales al total de viajes producidos en un origen y al total de viajes atraídos por un destino, a un término de calibración y posiblemente a un factor de ajuste socioeconómico. Esta relación puede ser expresada como sigue:

$$T_{ij} \propto P_i A_j F_{ij} K_{ij} \quad (1)$$

Donde:

T_{ij} = Viajes producidos en i y atraídos por j .

P_i = Total de viajes producidos en i .

A_j	=	Total de viajes atraídos por j.
F_{ij}	=	Término de calibración para el intercambio ij.
K_{ij}	=	Factor de ajuste socioeconómico para el intercambio ij.
i	=	Un número que identifica una zona de origen, $i=1,2,\dots,n$
n	=	Número de zonas
α	=	Símbolo de proporcionalidad

Estos términos serán explicados con una mayor amplitud más adelante, puesto que son básicos para diversos conceptos que se verán a continuación.

Para el planteamiento del modelo gravitacional se necesitan cuatro parámetros separados antes de que puedan ser calculados los intercambios de viajes (T_{ij}). Dos de los parámetros básicos, el número de viajes "productos" (P_j) y el número de viajes "atraídos" (A_j) para cada zona en el área de estudio, están relacionados con el uso del suelo y las características socioeconómicas de las personas que realizan los viajes. Ellos representan el resultado final de la fase de generación de viajes.

El modelo gravitacional distribuye los viajes producidos en una zona hacia la zona de atracción, mientras que otros modelos de viajes en uso distribuyen viajes de una zona de origen a una zona de destino. Para demostrar la definición de producción y atracción es necesario primero clasificar todos los viajes con base en el hogar y los viajes no basados en el hogar. Los viajes con base en el hogar siempre tienen un extremo en el lugar de residencia de la persona que realiza el viaje. Los viajes no basados en el hogar no tienen ningún extremo en la residencia de la persona que realiza el viaje.

Los viajes con base en el hogar siempre se producen en la zona de residencia de los viajeros, ya sea que se inicien o terminen en esa zona. Los

viajes con base en el hogar siempre son atraídos hacia los extremos de zonas no residenciales del viaje.

Los viajes no basados en el hogar son siempre producidos por las zonas de origen y atraídos por las zonas de destino.

La separación espacial entre las zonas puede ser medida por varios parámetros. Actualmente, la medida más efectiva ha sido el tiempo de viaje.

El tiempo total de viaje entre las zonas es la suma, sobre la ruta mínima, del tiempo de manejo entre zonas más el tiempo empleado al iniciar o finalizar un viaje en ambos extremos del mismo.

Los tiempos al iniciar o finalizar un viaje son adicionados para admitir variaciones en los tiempos para estacionar y caminar en estas zonas y causados por las variaciones del congestionamiento y en los estacionamientos. Esto permite una medición real de la separación espacial actual (en tiempo) entre lugares tales como trabajo, compras, etc.

El tiempo de manejo en la ruta mínima entre cada par de zonas se obtiene para la fase de asignación de tránsito. El proceso de asignación de tránsito trabaja con datos que muestran la distancia y la velocidad de viaje sobre rutas principales del sistema de transportación. Estos datos son usados de preferencia en vez de los tiempos de viaje reportados en la encuesta domiciliaria de O-D, debido a que las personas tienden a reportar tiempos de viaje con una aproximación de 15 minutos cuando se preguntan tiempos con una aproximación al minuto.

Los tiempos al iniciar o finalizar un viaje, por otro lado, pueden obtenerse de los datos sobre distancias promedio caminadas, que están generalmente disponibles en las encuestas sobre estacionamiento.

También pueden ser estimados a criterio por el personal. Un estimado razonable de tiempos al iniciar o finalizar un viaje es mucho mejor que omitirlos completamente.

Los tiempos de manejo intrazonales, el tiempo promedio de manejo o aquéllos viajes que se inician y terminan en la misma zona también serán estimados. Los tiempos al inicio y al finalizar un viaje deberán ser sumados al tiempo de manejo intrazonal para obtener el tiempo de viaje intrazonal.

Los factores de tiempo de viaje (F_{ij}) manifiestan el efecto que la separación espacial ejerce sobre los intercambios de viaje. Indican la resistencia a viajes interzonales debido a la separación espacial entre zonas. En efecto estos factores miden la probabilidad de realizar un viaje por cada minuto de incremento de tiempo de viaje. Actualmente los factores de tiempo de viaje se considera que permanecen iguales para una condición futura. Mientras que esta consideración parece estar apoyada por la investigación y la práctica, es importante que el tiempo de viaje utilizado en la aplicación del modelo sea consistente con los resultados de la tabla de viajes. Esto requiere que se haga una verificación después en la asignación de tránsito para estimar la velocidad a la cual el volumen asignado puede ser acomodado. Si los tiempos de viaje resultantes son significativamente diferentes que los que fueron considerados durante la aplicación del modelo gravitacional, el modelo gravitacional deberá nuevamente ser procesado para producir una tabla de viajes nueva. El uso de este procedimiento es particularmente importante para analizar alternativas futuras que involucren incrementos ligeros de la capacidad vial.

El dato restante empleado en la fórmula del modelo gravitacional refleja el efecto sobre los patrones de viaje de las características sociales y económicas de algunas zonas en particular o de porciones del área en estudio. Estas son representadas por el factor de ajuste de zona a zona (K_{ij}). Estos factores reflejan el efecto sobre los patrones de viaje de las características

sociales y económicas, las cuales no son tomadas en cuenta en ninguna otra forma por el modelo. Se ha encontrado que en caso de ser necesario deberán ser relacionados cuantitativamente con las características socioeconómicas de las zonas en particular para las cuales ellos se aplican. Es necesario relacionar los factores de ajuste con las características de las zonas para que puedan ser pronosticadas como una función de las condiciones socioeconómicas estimadas en el futuro. Sin embargo se ha aplicado este tipo de ajuste en el modelo gravitacional en pocas ciudades y se ha encontrado que es necesario usarlo.

La relación (1) puede ser escrita como una ecuación introduciendo un término constante C, como se indica a continuación:

$$T_{ij} = C P_i A_j F_{ij} H_{ij}$$

Un valor para la constante C para cualquier zona de origen j, C_j puede ser definida cuando se especifique que la suma de todos los T_{ij} para el origen i deberá ser igual a P_j.

$$P_j = \sum_{i=1}^n T_{ij} = \sum_{i=1}^n (C_i P_i A_j F_{ij} H_{ij})$$

$$C_i P_i \sum_{j=1}^n (A_j F_{ij} H_{ij}), i = 1, 2, \dots, n$$

Por lo tanto:

$$C_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^n (A_j F_{ij} H_{ij}), i = 1, 2, \dots, n}$$

Y (2) queda:

$$T_{ij} = \frac{(P_j A_j F_{ij} K_{ij})}{\sum_{j=1}^n (A_j F_{ij} K_{ij}), i = 1, 2, \dots, n} \quad (3)$$

Expresión que nos dá la fórmula estándar del modelo gravitacional.

El término de calibración, F_{ij} , se ha encontrado que generalmente es una función exponencial inversa de la resistencia al viaje (impedancia). Sin embargo no está obligada a tomar esa forma en particular. Esta elasticidad es, quizá, uno de los conceptos que da mayor solidez al modelo. Cuando han sido calculados todos los intercambios de viajes de acuerdo a la ecuación (3), los viajes totales producidos (filas) estarán correctos debido a la estructura de la ecuación (3). Sin embargo, los viajes totales atraídos (columnas) no necesariamente son semejantes a los valores deseados. Se emplea un procedimiento iterativo para afinar los intercambios calculados hasta que los viajes totales atraídos actualmente sean muy semejantes a los resultados deseados.

Después de cada iteración, los factores de atracción ajustados son calculados de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$A_{jk} = \frac{A_j}{C_j^{(k-1)}} A_j^{(k-1)} \quad (3)$$

A_{jk} = Factor de atracción ajustado para la zona de atracción (columna) j , de la iteración k .

$$A_{jk} = A_j \quad \text{cuando } k = 1$$

C_{jk} = Total de atracciones actuales (columna) para la zona j , de la iteración k .

- A_j = Total de atracciones deseadas para la zona de atracción (columna) j .
 i = Número de la zona de producción.
 j = Número de la zona de atracción.
 n = Número de la zonas
 k = Número de iteración, $n= 1,2,\dots,m$
 m = Número de iteraciones

En cada iteración se aplica la fórmula del modelo gravitacional para calcular los intercambios de viajes zonales utilizando los factores de atracción ajustados obtenidos en la iteración precedente. En la práctica la fórmula para el modelo gravitacional se expresa en la siguiente forma:

$$\left(T_{ijk} = \frac{P_j A_{jk} F_{ij} K_{ij}}{\sum_{j=1}^n (A_{jk} F_{ij} K_{ij})} \right)_P \quad (5)$$

Donde T_{ijk} es el intercambio de viajes entre i y j , para la iteración k y $A_{jk} = A_j$ cuando $k=1$. El subíndice j pasa a través de un ciclo completo cada vez que cambia k , e i pasa a través de un ciclo completo cada vez que cambia j . La fórmula (5) está comprendida entre paréntesis que tienen como p que indica que el proceso entero es realizado para cada propósito de viaje. Lo anterior es equivalente a colocar un subíndice p en cada variable de la ecuación (5).

El término de calibración, F_{ij} , es una función del tiempo de viaje, usualmente. Sin embargo su utilización es generalizada, usando una tabla más que una fórmula, para obtener valores de F_{ij} . El usuario obtiene una tabla de factores F (factores de tiempo de viaje) para cada propósito de viaje. algunos valores individuales están relacionados con incrementos a los tiempos de viaje.

Los árboles seleccionados son proporcionados por el usuario en donde se indican los tiempos de viaje interzonales. El factor F elegido para cada intercambio es por lo tanto una función del tiempo de viaje para ese intercambio.

Sin embargo, es evidentemente claro, que la tabla que suministra los valores de F al usuario para un propósito de viaje en particular podría fácilmente representar alguna otra función exponencial inversa continua. Es igualmente evidente que el contenido de los árboles seleccionados (tiempo de viaje intercentroideales) proporcionados por el usuario podrían reflejar algunas otras medidas de impedancia algo más que el tiempo solo. Esta característica del modelo lo convierte en una técnica muy general.

El procedimiento usual, habiendo elegido una medida apropiada de impedancia, es la de calibrar para los datos del año base. Considerando un conjunto de Factores F se ajusta hasta obtener resultados aproximadamente satisfactorios. Una discusión detallada del procedimiento de calibración se podrá obtener en la sección 3.

El término de ajuste, K_{ij} , a diferencia del factor F , se aplica sólo al intercambio ij . Si no es suministrado por el usuario los programas de computadora consideran que $k=1$ normalmente. Los factores k deberán ser usados sólo cuando puedan ser detectadas variaciones extremas de carácter socioeconómico. Usualmente se obtienen y aplican sobre una base de distrito a distrito a un corredor.

Los modelos de oportunidad de intervención calculan la atractividad relativa de una zona a partir del producto de una probabilidad acumulativa de que un viaje no encuentre un destino satisfactorio después de que un conjunto de oportunidades de destino han sido ya considerados. El procedimiento de calibración para los modelos de oportunidad de intervención no está suficientemente desarrollado como el del modelo gravitacional.

TEORIA DEL METODO DE OPORTUNIDAD DE INTERVENCION

Los modelos de oportunidad de intervención consideran que los intercambios de viaje entre una zona de origen y una zona de destino es igual al total de viajes que salen del origen multiplicados por la probabilidad de que cada viaje originado encuentre una terminal aceptable en un destino. Esto se expresa como sigue:

$$T_{ij} = O_i \cdot P(D_j) \quad (1)$$

Donde:

T_{ij} = Viajes entre la zona de origen i y la zona de destino j .

O_i = Total de viajes producidos y originados en la zona i .

D_j = Total de viajes atraídos por el destino de la zona j .

$P(D_j)$ = Probabilidad de que cada viaje originado en i encuentre un destino j en un término aceptable.

$P(D_j)$, es la probabilidad de que viaje originado en i encuentre un destino j en un término aceptable, está expresada como una función de D_j , el cual es el total de viajes atraídos en el destino de la zona j . D_j es utilizado debido a que el modelo considera que dos características zonales determinan la probabilidad de que un destino será aceptado. Ellas son el tamaño del destino y el orden en el cual es encontrado como viajes que van más allá del origen.

$P(D_j)$ también puede ser expresada como la diferencia entre la probabilidad de que los viajes originados en i encuentren un término deseable en uno de todos los destinos con base en su cercanía a i , incluyendo j y la probabilidad de que ellos encuentren un término deseable en todos los destinos, excluyendo a j . Por lo tanto:

$$T_{ij} = O_i \cdot (P(A) - P(B)) \quad (2)$$

Donde:

A = Suma de todos los destinos para zonas entre i y j en términos de su cercanía incluyendo a j.

B = Suma de todos los destinos para zonas entre y y j pero excluyendo a j.

Note que:

$$A = B + A_j \quad (3)$$

Entonces, es posible formular la función P. La probabilidad de que un viaje termine dentro de algún volumen o punto de destino es igual al producto de dos probabilidades. Estas son (a) la probabilidad de que este volumen contiene un destino y (b) la probabilidad de que un destino aceptable cercano al oriente del viaje no haya sido encontrado. Esto puede ser expresado con diferenciales como sigue:

Donde:

$$P = P(v)$$

V = Volumen en los puntos de destino (viaje en el extremo de destino) en el cual la probabilidad de un éxito terminal será calculado.

L = Densidad de probabilidad (probabilidad por destino) de aceptabilidad de destino en el punto en consideración.

Considerando L como constante, la solución a la ecuación (4) es:

$$P = 1 - ke^{-Lv} \quad (5)$$

Donde:

k = constante de integración

e = constante, base de los logaritmos naturales o neperianos, 2,71828...

Y puede demostrarse que $k = 1$ puesto que P debe ser cero cuando V es cero. La ecuación (5) queda:

$$P(V) = 1 - e^{-LV} \quad (6)$$

La función obtenida para $P(V)$ puede ser sustituida en la ecuación (2).

Esto es:

$$T_{ij} = O_i (e^{-LB} - e^{-LA}) \quad (7)$$

La ecuación (7) es la formulación estándar de los modelos de oportunidad de intervención. La formulación requiere que las zonas de destino sean ordenadas de acuerdo a su cercanía en tiempo de origen que esté siendo considerado. Esto es, los destinos son una secuencia de acuerdo al contenido de los árboles seleccionados asociados con el origen.

La ecuación (7) es también de interés debido a que, de igual modo que las fórmulas de Fratar y el modelo gravitacional, no es insistente en el hecho de que el número total de viajes originados sea utilizado. Es también relevante que T_{ij} represente una función curvilínea de L el cual puede ser obtenido como un valor máximo.

Puesto que el modelo está basado en la distribución de viajes originados se emplea una técnica iterativa similar a la que fue empleada en el modelo gravitacional es utilizada para obtener totales de destino calculados (columnas) para llegar a los valores deseados. Después de cada iteración se calculan los totales de los destinos ajustados por medio de la siguiente fórmula:

$$D_{jk} = \frac{D_j}{C_j^{(k-1)}} \quad D_j^{(k-1)} \quad (8)$$

D_{jk} = Totales de los destinos ajustados para la zona de destino (columna) j , iteración k .

$$D_{jk} = D_j \text{ cuando } k=1$$

C_{jk} = El total del destino actual (columna) para la zona j , iteración k .

k = Número de iteración, $k = 1, 2, \dots, m$.

m = Número de iteraciones

Estos totales de los destinos ajustados son aquellos que serán empleados en la siguiente iteración del modelo.

El tercer estocástico es el modelo de oportunidad competitivo. Este último modelo no ha sido considerado en estas notas.

La formulación del problema de transportación a partir de la programación lineal ha sido utilizada para análisis de distribución de viajes. La función objetivo que ha sido utilizada es la minimizar para los viajeros la cantidad total de tiempo de viaje entre un origen y un destino.

La distribución de viajes está sujeta a dos clases de ecuaciones de restricción de viaje. El modelo con base en la programación lineal es un modelo determinístico tal como ha sido planteado a la fecha.

La mayoría de los estudios comparativos de las técnicas de distribución de viajes indican que la técnica más confiable es la del modelo gravitacional.

Con la información derivada de la "Encuesta de Origenes y Destino", se determinan los viajes producidos a partir de cada una de las zonas en las que se divide el AMM. El resultado forma lo que se conoce como "vector de viajes producidos".

A partir de los censos de centros de atracción, se determinan los viajes que cada zona "atrae" por diferentes motivos. De esta forma se construye lo que es llamado "vector de atracciones".

Utilizando el "Modelo de Gravedad", se construye la matriz de viajes interzonal. Esta indica, cuantos viajes de una zona, se dirigen a cada una de las zonas restantes.

La información producida, se presenta en diferentes formas: por medio de transporte usado, por tipo de destino, por la distribución durante el día de los viajes, etc...

b. Asignación o carga de viajes a la red vial

1. Mediante un estudio de fotogrametría y un inventario geométrico detallado, se obtiene la información acerca de las características de la vialidad existente en el AMM, tales como: anchos, sentidos, intersecciones, semáforos, cargas actuales, etc.

2. La descripción de la red básica se "carga" a un modelo de simulación para ejecutar todo el trabajo de calculo combinatorio y de optimización requerido. Al sistema, se alimenta asimismo la "Matriz de Viajes".

3. El modelo de simulación, calcula las "Rutas Mínimas", para viajar entre todas las zonas, tanto en costo como en tiempo.

4. Cada grupo de viajes, de cada zona, es asignado a la ruta mínima correspondiente a las "Líneas de Deseo" de los usuarios, que quedaron plasmados en la "Matriz de Viajes" utilizada.

c. Calibración y validación de la asignación

1. La ciudad muestra un gran dinamismo, por lo que algunos de los valores usados en la asignación pueden cambiar durante el proceso de análisis, esto hace necesario, validar los resultados obtenidos de la simulación, para asegurar, que el modelo desarrollado, representa lo más fielmente posible el fenómeno de movilidad real.

2. Con los estudios de carga del sistema actual de autobuses y los aforos vehiculares, se obtiene la información de la conducta real de la movilidad. Esta información se parametriza, y permite comparar y destacar aquellos valores que muestran diferencias entre lo pronosticado por la simulación y el movimiento real.

3. Se ajustan los parámetros del modelo modificado las impedancias de la red básica en uso.

d. Diseño y evaluación de redes de transporte

1. Se determina el estado actual de uso de la capacidad de la red vial.

2. Se discriminan los valores de carga de cada eje o corredor de tráfico, para determinar la capacidad que deberá tener la solución propuesta.

3. Se prepara el diseño preliminar del recorrido que satisface las demandas o cargas de cada corredor, tomando como base las simulaciones de movilidad en el sistema de transporte colectivo.

4. Se generan alternativas de recorridos, tomando en consideración las posibilidades viales y la carga de los ejes.

5. Se alimentan las características de cada ruta o recorrido diseñado a un sistema evaluador el cual simula la operación del sistema de transporte (todo el conjunto de rutas). Como producto de la simulación, se obtiene el perfil de operación de cada ruta, y del sistema en su conjunto. Se determina los impactos en el usuario de las rutas diseñadas, en cuanto a costos, tiempos de viaje, ascensos, transbordos, longitudes de viaje, etc.

6. Se comparan los resultados obtenidos de las simulaciones entre sí. Se modifican y evalúan sucesivamente los diseños elaborados hasta lograr una solución óptima.

6.4 Condiciones actuales de la demanda

Actualmente el área conurbada de Monterrey concentra el 84% de la población del estado. Esta concentración de población derivada del desarrollo económico de algunas décadas ha generado una creciente demanda de servicios de transporte que en un principio era cubierta por camiones y que con el paso de los años, se han integrado otros medios de transporte como son las peseras, los ecotaxis y el metro.

Continuando con la división de los 15 distritos geográficos, resalta el hecho de que los distritos con menores área habitacionales son aquellos en donde una gran concentración de actividades comerciales y de servicio como el caso de distritos 1 (0.008) y 5 (0.005) hace que tengan poca importancia las áreas habitacionales respecto al área vial. Por el contrario en distritos como el 11, 12, 13, 14, y 15 las áreas habitacionales poseen mayor importancia con respecto al espacio vial, dado que es hacia donde han ocurrido los desbordamientos de población y que es donde se concentran asentamientos cuya características principal es la de ser estrato socioeconómico medio y bajo.

Mediante esta visión se tiene que el acceso que tiene la población a los diferentes modos de transporte en cada uno de los distritos varía de acuerdo a las condiciones socioeconómicos de los mismos, de acuerdo a esto se ha encontrado que los viajes realizados por la población, el 35.3% los realiza en automóvil, el 40.26% lo realiza medios de transporte colectivos como el camión y el restante 24.44% de los viajes los realiza en otros medios como pueden ser en bicicleta o a pie.

Así mismo al interior de cada uno de los distritos se observan las diferencias antes mencionadas ya que mientras en unos distritos la incidencia de los viajes en cuanto es mayor, en otros la incidencia de los viajes en camión

es mayor. Con esto se tiene que los distritos que sobresalen por tener el mayor número de viajes en auto son el uno con el 71.43% y el 5 con 70.31%, con respecto a este último distrito su alta incidencia puede ser debido a que es un asentamiento de estratos socioeconómicos medios y altos lo cual es característico en quienes usan automóvil, a esto cabe agregar que la disponibilidad de vehículos por vivienda es de 2.2 de acuerdo a información disponible para el año de 1991, además de que la oferta del servicio de camiones en ese sector no es considerable (Tabla # 17).

Por otra parte el uso de medios colectivos como son el camión y otros medios adquieren mayor incidencia principalmente en aquellos distritos en donde se han edificado asentamientos humanos debido al desbordamiento de población que han tenido los municipios que conforman el área conurbada y que en su mayoría están constituidos por estratos medio bajos y bajos. En este caso sobresalen los distritos 3, 4, 6, 8, 10 y 14 oscilando los viajes en medios colectivos entre el 43.61% y 53.11%.

Con respecto a los viajes por habitante, en el caso del automóvil oscilan entre 0.57 y 2.13, al anterior de cada distrito, mientras que para el camión los viajes por habitante oscilan entre 0.61 y 3.1.

De acuerdo a datos de 1991, el número total de viajes en camión (no incluyen regreso a casa) ascendía a 1'637,488, que a su vez se encontraban de la siguiente forma: El distrito uno generaba 64,438 viajes que representaban el 3.94% de los viajes, el principal destino de los mismos era hacia los distritos 1, 2, y 11 conformando el 71% de los viajes en camión; en el distrito dos se generaban un total de 139,538 viajes, de estos su destino final eran los distritos 1, 2 y 11 que recibían el 70.92% del total de los viajes generados en el distrito dos; por su parte el distrito tres generaba el 6.25% de los viajes en camión que a su vez tenían como destino principal los distritos 1, 2, 3, y 11; El origen del 9.16% de los viajes en camión eran del distrito 4 que a su vez tuvieron como destino final los distritos 1, 2, 4 y 11; los distritos 5, 7, 12 y 16 fueron los que generaron el menor número de viajes en camión y cuyo destino principal de los mismos fué el distrito uno; Con respecto al distrito seis en donde se generaban

el 6.56% de los viajes tenían como destino final el distrito 1 y 6; Los distritos 8 y 9 tenían el 9.81% y 5.61% del total de viajes generados respectivamente, los que a su vez tenían como destino principal los distritos 1 y 2. Por su parte los distritos 10 y 11 generaban el 4.9% y 9.52% respectivamente, por últimos los distritos 13, 14 y 15 generaron el mayor volumen de viajes en camión representando el 30.18%.

Mediante estos datos se observa que los principales generadores de viajes en camión lo son aquellos distritos en donde existe una gran densidad de población además de que la estructura socioeconómica de las mismas es en algunos casos media baja, y marginal.

Cabe señalar que la mayoría de los viajes generados tuvieron como destino final el primer cuadro de la ciudad y que comprende en este caso al distrito número uno ya que por centro de un sin número de actividades lo colocan como un lugar de atracción de viajes.

Por otra parte los viajes en automóvil sumaron un total de 955,295 viajes (sin incluir regreso a casa) los que de acuerdo a su origen se encontraban distribuidos de la siguiente manera; El 5.05 de los viajes en auto tenían como origen el distrito uno, el 10.94% iniciaban en el distrito dos, 4.28% se generaban en el distrito tres, en los siguientes distritos 4 y 5 se generaban el 14.35% y el 10.83%, hasta aquí cabe señalar que los distritos en donde se da una alta proporción es en donde predominan los asentamientos socioeconómicos medios y altos. Por otra parte el 3.87% de los viajes en auto correspondieron al distrito seis con características socioeconómicas media bajas, en la misma situación se encontraron los distritos 7,8,9, y 10, no así el distrito 11 que aún y que esta conformado por diferentes estratos generan el 11.81% de los mismos, así mismo de los restantes distritos solo el distrito 13 y 15 generaron una considerable proporción de viajes en automóvil (Figura # 11).

Así mismo, estos viajes tuvieron como destino los centros en donde se generan un gran número de actividades tanto económicos como educativas, por consiguiente los distritos más relevantes como receptores de viajes en auto son los distritos 1,2, 4 y 11. El primero como ya lo hemos

mencionado debido a la concentración de actividades comerciales y de servicio, en el caso del segundo además de la infraestructura comercial, y de servicio que concentra, en el se encuentran algunos centros universitarios y centros hospitalarios, por su parte el distrito 4 posee un centro de estudios que podría ser hacia el cual convergen una alta proporción de estos viajes. Por último en el distrito 11 hacia el cual convergen una parte considerable de los viajes en auto, podría argumentarse que es debido a la existencia de la Ciudad Universitaria y algunas industrias como HYLSA.

En cuanto a los motivos de viaje, los de mayor peso son los referentes a trabajo y estudio con un 86% aproximadamente. Por otra parte los tiempos de viaje son un fuerte incentivo para que las personas busquen como mejor alternativa el uso del automóvil, ya que es el medio en el cual se realiza el menor tiempo en los traslados. Así en el año de 1989 realizar viajes en camión dentro de un mismo distrito implicaba un tiempo promedio de 19 minutos aproximadamente que comparado con los viajes en auto era aproximadamente 7 minutos menos realizar estos traslados en este medio. Por lo tanto al realizar los traslados entre los distritos esta en función de las longitudes de viaje, del medio en que se realice y de las condiciones de vialidad existentes.

Consecuentemente, en el caso del distrito 1 el realizar viajes en camión de cualquier distrito que lo rodea cercano al mismo implicaba un tiempo aproximado de 25 minutos que es favorecido por la oferta de camiones que van a desembocar a dicho distrito. Por otra parte en la medida en que el distrito es más lejano el tiempo promedio va siendo mayor, pero no en todos los casos los viajes son directos de distrito a distrito por lo que el tiempo se ve alterado por los transbordos realizados, siguiendo este mismo caso, el distrito 12 es el que presenta un mayor tiempo en llegar a el distrito 1, contrariamente el distrito 7 que esta más cercano y además de ser atravesado por rutas que tiene como destino dicho distrito (Figura # 12).

Cabe señalar que la dispersión antes mencionada en cuanto a los servicios de las rutas de camiones tiene sus efectos sobre los tiempos de traslado, y de acuerdo a los datos de 1989 se observa en los distritos en donde la oferta de transporte es pequeña en relación al mercado se dan los mayores

tiempos, reflejo de esto son los distritos 12, 13, 14, y 15 en donde los tiempos en aproximadamente 50 minutos.

En comparación al año 1991, los tiempos de viaje en camión se vieron incrementados, lo cual puede ser debido a la realización de algunas obras viales y de transporte, entre estas últimas cabe destacar la construcción de Metro. De esta forma, al anterior de cada distrito el tiempo promedio se encontraba alrededor de un valor de 25 minutos, este incremento en el tiempo promedio podría obedecer a los mayores volúmenes de tanto de camiones como de automóviles en circulación principalmente en aquellos distritos en donde se da mayor concentración de actividades tanto económicas como educativas, este es el caso de los distritos 1, 2 y 11. Así mismo entre distritos el tiempo de viaje también fué superior lo cual puede ser motivado por la misma dispersión que ha conservado el servicio de camiones resaltando en aquellos distritos que se encuentran más alejados del distrito 1, como son el distrito 10, 12 y 14.

En cuanto a los tiempos en los viajes en automóvil se observa que estos se incrementaron al pasar de 12 minutos en 1989 a 17 minutos en 1991 dentro de un mismo distrito, este incremento se puede atribuir, al igual que en el caso de los camiones, al mayor número de vehículos en circulación.

Así mismo entre distritos es diferentes tiempos, siendo mayores los datos registrados para el año de 1991, incrementándose en la medida en que se incrementa la longitud de los viajes y la disponibilidad de espacios viales adecuados, lo anterior es evidente en aquellos distritos donde su reciente desarrollo ofrece pocas alternativas viales como es el caso de los distritos 10 y 12, aunque también se da en aquellos distritos en donde la saturación de avenidas se da ya sea porque convergen donde existen áreas comerciales y centros educativos entre otros, los casos más relevantes son en los distritos 1, 4 y 11.

Tabla # 17

*Movilidad y usos de suelo en el
area metropolitana de Monterrey*

Distrito	Habitantes	Empleos	% Automóvil	% Colectivo	% Otros	Viajes/Habitante		Empleos/ Area Vial	A. Inerte/ Area Vial	Viviendas/ Area Vial	Area Total	Area Vial	Viviendas
						Auto	Camión						
1	44,548	16,658	71.43	28.57	0.00	0.80	2.00	0.011	0.115	0.008	7,507,985.00	1,486,954.00	11,303
2	136,179	47,692	35.46	38.32	26.22	1.00	0.95	0.016	0.53	0.011	20,437,130.00	2,762,644.00	30,185
3	120,020	41,901	27.82	47.59	24.60	1.59	1.00	0.018	0.403	0.012	17,544,900.00	2,180,420.00	25,332
4	300,468	102,782	27.24	43.99	28.77	1.74	1.17	0.023	1.476	0.014	36,692,366.00	4,162,935.00	56,468
5	93,619	35,212	70.31	17.37	12.32	0.57	3.10	0.008	3.104	0.005	36,633,600.00	3,156,835.00	14,987
6	219,480	71,294	19.58	51.34	29.08	2.13	0.84	0.025	5.008	0.015	31,577,299.00	2,376,180.00	36,766
7	74,839	26,526	42.14	27.98	29.88	1.25	1.92	0.014	1.541	0.009	13,851,300.00	1,639,008.00	15,361
8	340,364	108,585	26.42	43.61	29.97	1.89	1.23	0.033	1.537	0.020	27,345,860.00	3,090,084.00	62,026
9	152,986	51,189	33.12	45.07	21.80	1.74	1.36	0.031	0.707	0.017	11,478,200.00	1,542,663.00	26,411
10	143,320	44,709	15.13	53.11	31.76	1.41	0.61	0.022	11.581	0.015	26,599,600.00	1,456,720.00	21,396
11	319,515	104,009	41.80	38.74	19.46	1.63	1.90	0.023	2.771	0.016	44,103,113.00	3,930,802.00	61,094
12	94,442	29,838	37.63	37.98	24.39	1.02	1.20	0.022	12.477	0.014	18,895,300.00	955,280.00	13,824
13	386,192	126,542	31.97	38.12	29.91	1.44	1.24	0.026	4.141	0.016	50,636,200.00	4,240,805.00	66,896
14	222,685	71,937	22.09	48.06	29.84	2.04	0.96	0.022	5.248	0.014	33,695,100.00	2,668,694.00	36,203
15	201,529	68,214	28.42	44.11	27.47	1.66	1.25	0.023	1.247	0.014	22,303,046.00	2,687,339.00	36,628
Total	2'850,096	947,089									399,300,999.00	38,337,363.00	514,870

Fuente: Consejo Estatal del Transporte

Figura # 11

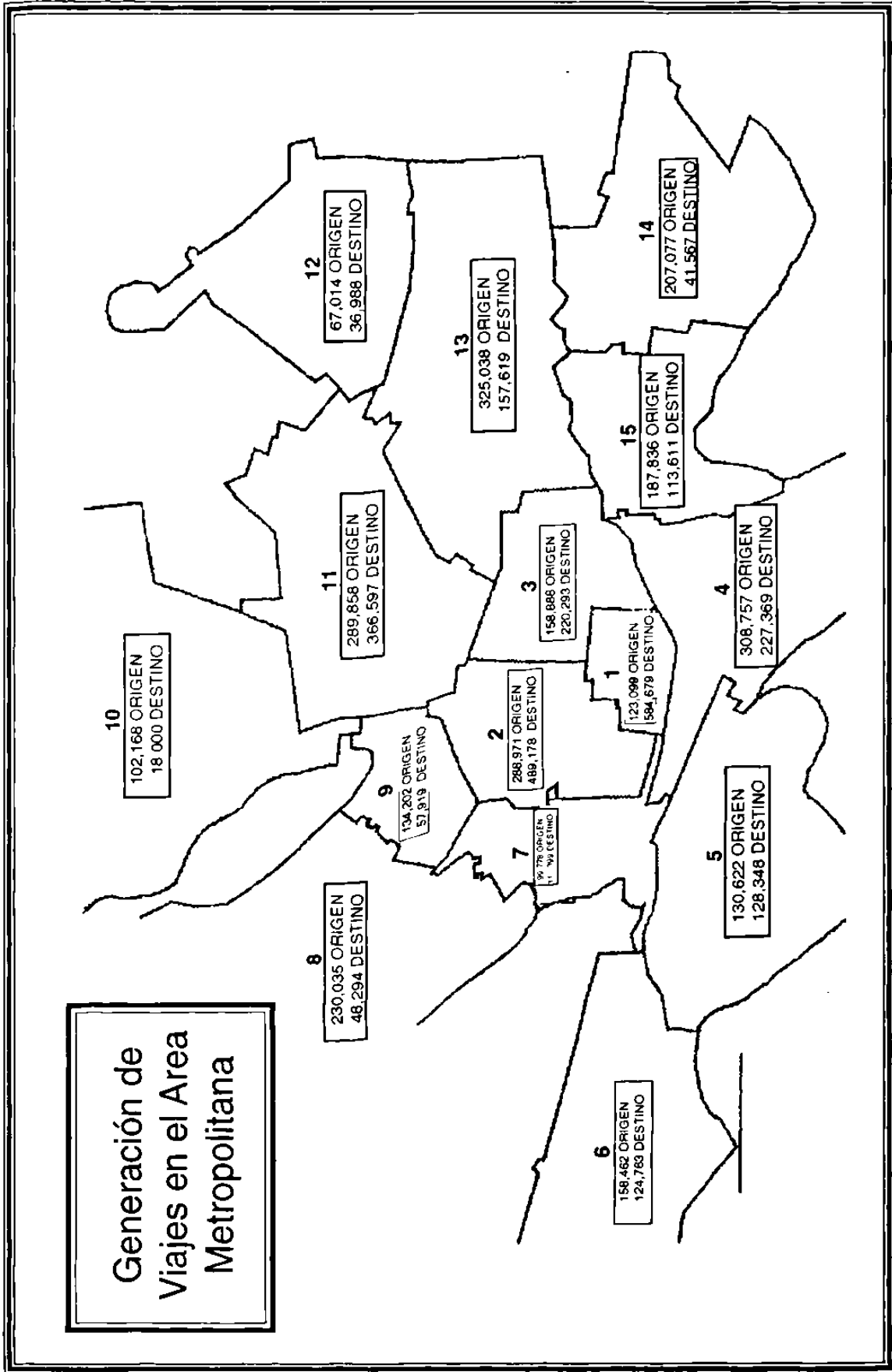


Figura # 12

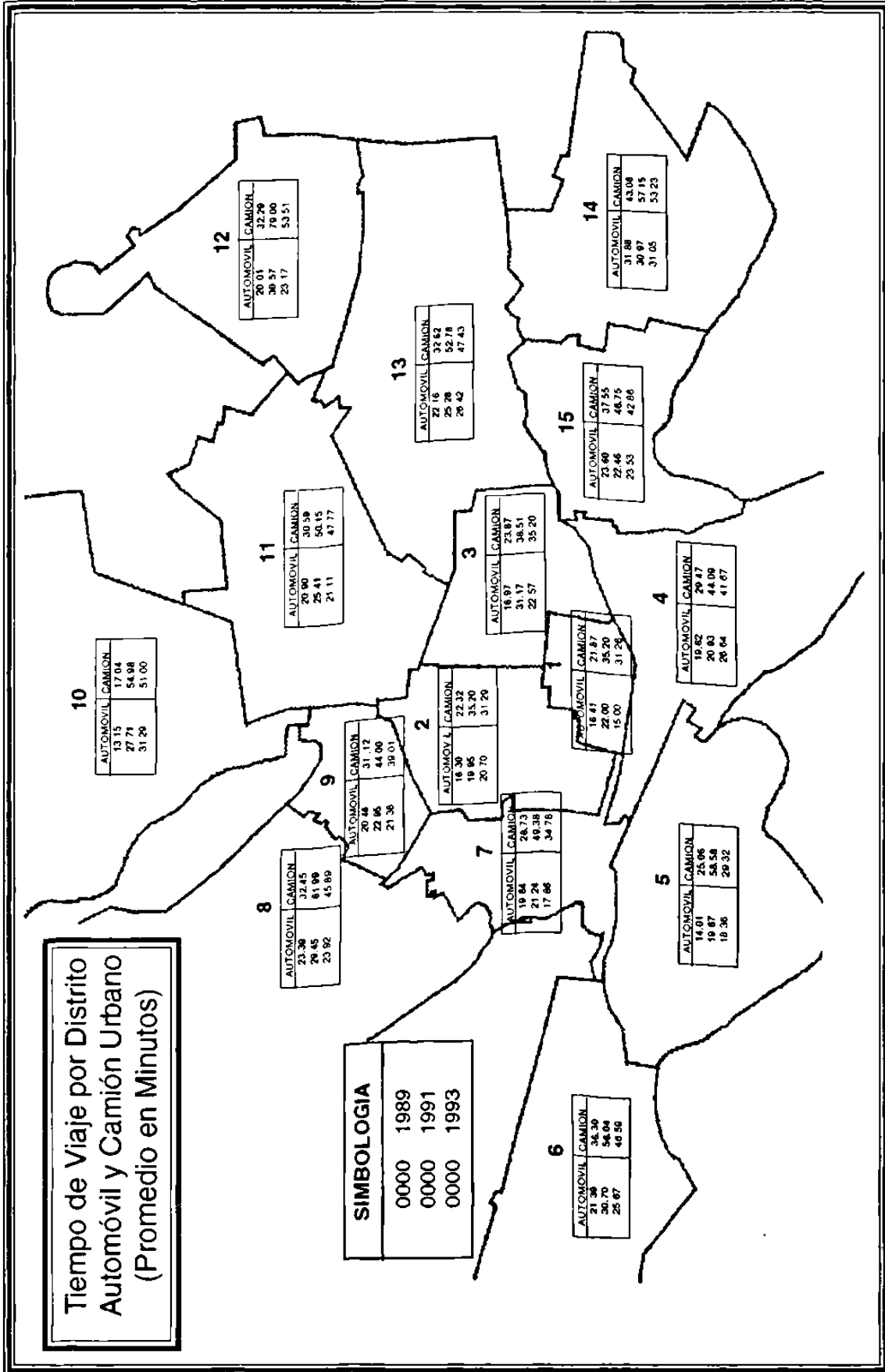


Figura # 13

Composición de Viajes por Estrato Socioeconómico

