

IV.1 INTRODUCCIÓN

El tema de la evaluación o estimación de los beneficios sobre los costos de los sistemas de administración del tránsito se ven complicados, ya que dependen de lo que hacen los demás, esto es, a una mala o buena operación por parte de los usuarios del sistema.

El desafío del Sistema Integral de Tránsito Metropolitano (SINTRAM) es promover la movilidad de personas o mercancías, de sus orígenes a sus destinos en forma más rápida y segura, minimizando los impactos negativos, como las demoras presentadas dentro del sistema.

La dificultad radica en medir la eficacia de la administración de los flujos del tránsito, esto es por el gran número de elementos involucrados en el sistema, como: la planeación de nuevas vías, el mantenimiento y mejora de la infraestructura vial existente, el estado de la superficie de los pavimentos, la necesidad de presupuesto en la planeación de infraestructura vial, la operación del tránsito, la correcta vigilancia del tránsito y la calidad de servicio que se presta en la operación de las vías; en cambio, el número de indicadores que permiten evaluar el sistema son muy pocos, como: los tiempos de recorrido, las demoras, las velocidades y los accidentes.

Otro tema complicado son los factores o coeficientes usados y obtenidos con datos actuales o pasados para predecir los datos futuros, con los cuales podemos obtener de manera cuantitativa las mejoras de estos sistemas.

Desde que se dio comienzo, en tiempos recientes, a los Sistemas Inteligentes para la Administración del Tránsito, se han desarrollado procesos y procedimientos de evaluación; pero éstos sólo sirvieron para evaluaciones particulares o específicas, denotando con ello que es imposible aplicar un método único para evaluar todos los sistemas en el mundo y que este mismo método de evaluación puede mantenerse para todas las evaluaciones en distintos periodos de tiempo, esto debido al constante cambio de la realidad urbana.

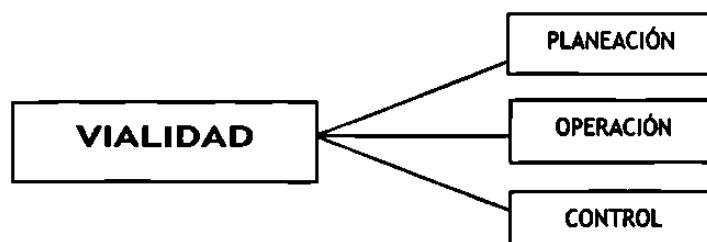
En el presente capítulo se realizará un análisis de los indicadores que miden el desempeño de las trayectorias de la red vial, así como la obtención de los coeficientes de predicción futura.

Además de realizar un sistema de medición donde se encuentren integrados tanto los indicadores de desempeño como los coeficientes de predicción futura, a fin de mostrar claramente los resultados a obtener y que de manera consecutiva permitan realizar de manera uniforme y continua los análisis de mejora de la fluidez del tránsito metropolitano en la ciudad de Monterrey, bajo la administración y operación del Sistema Integral del Tránsito Metropolitano, previendo en ellos que dichos coeficientes no podrán ser fijos debido al constante cambio de las condiciones urbanas.

IV.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN DEL TRÁNSITO

La misión de los organismos encargados de operar los sistemas de administración del tránsito tienen como objetivo promover la movilidad de las personas y mercancías, de sus orígenes a sus destinos, en forma rápida y segura, procurando minimizar los impactos negativos al medio ambiente y su entorno.

De manera general, los elementos fundamentales que integran el proceso son la planeación, la operación y el control; específicamente, en materia de vialidad se describe lo siguiente:



La planeación está conformada, a su vez, por:

- La planeación de nuevas vías.
- La planeación de mejoras a vías existentes.
- La planeación del mantenimiento.
- El presupuesto.
- La utilización de tecnologías de ayuda.

En la operación se incluye:

- La operación del tránsito.
- La ejecución de obras viales.
- La ejecución del mantenimiento.

En el control:

- La vigilancia del tránsito.
- El control de calidad.

La necesidad de medir o evaluar las mejoras o beneficios obtenidos por los avances y progresos en la planeación y operación del tránsito es sencillamente útil para administrar eficientemente los procesos del transporte y procurar una mejora continua.

Para ello se utilizan los llamados "indicadores de desempeño", los cuales son unidades que permiten calificar y cuantificar varios aspectos de la administración del tránsito.

En la tabla siguiente se muestran, de manera general, los indicadores de desempeño que son comúnmente utilizados en la práctica en la administración de las vialidades y del tránsito.

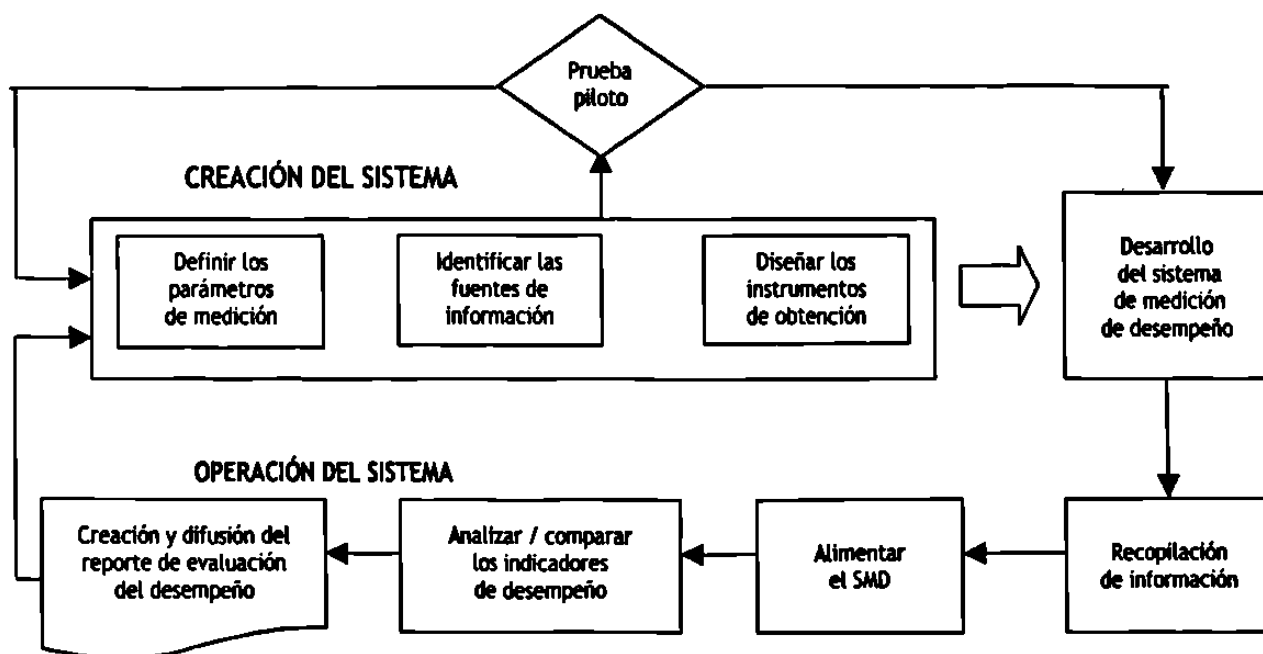
INDICADORES DE DESEMPEÑO	TIPO	UNIDAD DE EVALUACIÓN
PLANIFICACIÓN DE OBRAS VIALES		
Jerarquización funcional de la red.	interno	% de la red clasificada
Procedimientos de planeación de nuevas vías.	interno	Criterio experto
EJECUCIÓN DE OBRAS VIALES.		
Procedimientos de control de calidad de proyectos ejecutivos	interno	Criterio experto
Procedimiento de control de calidad de obra vial	interno	Criterio experto
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL TRÁNSITO.		
Procedimiento para la evaluación funcional.	interno	Criterio experto
Desempeño de la red vial (congestión).	externo	% de la red vial principal con V<15kph
Desempeño de la red vial (seguridad).	externo	Número de accidentes/número de vehículos
Desempeño de la red vial (movilidad).	externo	% de mejora de tiempos de viaje.
INFORMACIÓN DEL TRÁNSITO.		
Disponibilidad de información de tránsito.	interno	% de intersecciones con información.
OPERACIÓN DE LA RED VIAL.		
Problemas de tránsito y vialidad.	interno	Criterio experto
Diseño, colocación y mantenimiento de señalización.	interno	Criterio experto
GESTIÓN.		
Inventario técnico detallado de semáforos y señales.	interno	% de semáforos en la base de datos.
Manejo de información técnica y de equipamiento vial.	interno	Criterio experto.
ADMINISTRACIÓN.		
Disponibilidad de equipos adecuados.	interno	Criterio experto
Agilidad de la gestión administrativa.	interno	Criterio experto

De la tabla anterior, se definen dos tipos internos y externos, los cuales son derivados de lo siguiente: los medidores internos son aquellos que miden, los encargados de la administración desde el punto de vista de la planeación, del control, del análisis operacional del *software*, etc. y los externos son los que en campo pueden ser medidos o evaluados.

Otros de los elementos que integran de manera importante este proceso son los parámetros de medición, con los cuales podemos realizar la evaluación de los sistemas de administración del tránsito, estos con principalmente los tiempos de recorrido, las demoras, los derivados de una serie de estudios de ingeniería de tránsito, los cuales se describirán más adelante.

En general, la finalidad es desarrollar un Sistema de Medición de Desempeño, el cual es un conjunto de procedimientos e instrumentos para recopilar, analizar y evaluar información necesaria para mejorar la toma de decisiones y evaluar uno o más procesos de operación del tránsito.

El modelo a seguir es el siguiente:



A continuación se describirá textualmente el procedimiento a seguir paso a paso:

1. Definición de los Parámetros de Medición. Obtener los indicadores con estándares nacionales e internacionales, entendiendo los objetivos de las organizaciones interesadas, obteniendo así la lista de estos indicadores.
2. Identificación de las fuentes de información. Obtener las formas de la obtención de la información, y enlistar las fuentes.
3. Diseño de los instrumentos de medición. Se realiza la integración de los Parámetros de Medición, apoyados en tecnologías computacionales y datos muestrales.
4. Prueba Piloto. Realizar una prueba de campo para evaluar la aplicabilidad de los instrumentos y la calidad de la información.
5. Diseño final y desarrollo del Sistema de Medición del Desempeño. Adaptar el sistema de acuerdo a las condiciones prevalecientes y al sistema tecnológico, realizar las actualizaciones adecuadas y estructurar un programa de recopilación de información.
6. Recopilación de la información. Se realiza la recolección de la información de campo mediante los estudios de Ingeniería de Tránsito especificadas.
7. Alimentación de la base de datos del Sistema de Medición propuesto, validar la consistencia de la información, introducirla y procesarla.
8. Análisis de Indicadores de Desempeño. Realizar el análisis de la información generada en el Sistema de Medición propuesto comparándola con los objetivos y metas del Sistema, y así obtenemos su desempeño.
9. Creación y distribución del reporte de evaluación del desempeño. Adicionalmente se debe actualizar el Sistema de Medición de Desempeño.

IV.3 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN DEL SISTEMA

Antes de iniciar el método o procedimiento de medición, se requiere definir los indicadores de desempeño, los cuales son los parámetros y unidades de medida que nos permitirán calificar y cuantificar diferentes aspectos de la administración del tránsito.

Estos indicadores pueden ser internos o externos; para este caso, serán externos o finales.

Los indicadores que serán descritos a continuación, se definieron como parámetros de medición de las 15 trayectorias o rutas representativas de los viajes realizados en el área metropolitana de la ciudad de Monterrey.

- **Tiempos de recorrido**

Es el tiempo total empleado por un vehículo para realizar un viaje sobre una ruta o trayectoria.

- **Demora**

Tiempo perdido durante un recorrido o viaje debido a las condiciones del tránsito y a los dispositivos de control del tránsito.

- **Tiempo de marcha o tiempo restante**

Es el tiempo del vehículo en movimiento, durante un viaje o recorrido, donde no se contemplan paradas o demoras.

- **Velocidad de marcha**

Es la velocidad de un vehículo en un tramo de un camino, obtenida al dividir la distancia del recorrido entre el tiempo en el cual el vehículo estuvo en movimiento.

Los valores empleados se determinan como el cociente de la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por grupo determinado de ellos, entre la suma de tiempos correspondientes.

- **Velocidad global**

Es el resultado de dividir la distancia recorrida por un vehículo entre el tiempo total de viaje. En este tiempo total van incluidas todas aquellas demoras por paradas y reducciones de velocidad provocadas por el tránsito y el camino. No incluye aquellas demoras fuera del camino, como pueden ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes y recreación.

El objetivo de estos indicadores es evaluar la calidad de los movimientos vehiculares a lo largo de una ruta y determinar la ubicación, tipo y magnitud de los problemas presentados en la operación del tránsito.

IV.4 ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO EMPLEADOS

Los estudios de Ingeniería de Tránsito son la base para la solución de diversos problemas relacionados con el movimiento de los vehículos y los peatones, la finalidad es proporcionar seguridad y fluidez a sus movimientos dentro de la infraestructura vial de cada una de las ciudades.

Para la realización de este proceso de evaluación el enfoque esta dado por los estudios de tiempos de recorrido y demoras existentes en la zona metropolitana en estudio.

IV.4.1 Estudios de tiempos de recorrido y demoras

Los estudios de tiempo de recorrido y demoras, son útiles en la evaluación general de los movimientos del tránsito, dentro de un área o a lo largo de rutas viales específicas, permitiendo además ubicar y medir cada una de las demoras existentes en la zona de estudio.

Normalmente los estudios de tiempos de recorrido son costosos y requieren tiempo para lograr que los datos sean confiables estadísticamente.

Los resultados de estudio son útiles al suministrar, numéricamente, datos reales relativos a la efectividad de los dispositivos para el control del Tránsito (Semáforos); en estudios de "antes y después" y para análisis de los niveles de servicio en tramos clasificados por su función. Normalmente, estos estudios no aíslan los problemas de los puntos de congestión.

A continuación se describen de manera general las aplicaciones de la información de los tiempos de recorrido y demoras:

1. El tiempo de recorrido sirve para evaluar la eficiencia de una vía y es una medida relativa del grado de congestión que hay de ella. Puede usarse para calcular índices de congestión o suficiencia, a fin de comparar la facilidad que ofrecen a la circulación diversas vías entre si o una misma vía en distintas épocas.
2. Los datos sobre tiempos de recorrido pueden emplearse para hacer análisis de costos y beneficios o para estimar el consumo de combustible.
3. Los tiempos de recorrido se utilizan para predecir el volumen de tránsito que se encauzara por nuevas vías, así como para calcular los porcentajes de personas que usarán respectivamente el automóvil y el transporte colectivo.

4. Los datos sobre velocidad y demoras proporcionan información sobre los lugares donde se retrasa mas el tránsito y sobre las causas de estos retrasos.
5. Pueden usarse los tiempos de recorrido, para valorar la efectividad de ciertas medidas para regular el tránsito tales como prohibir la circulación en un sentido, o el estacionamiento, coordinar señales luminosas, etc.
6. Establecimiento de las tendencias de las velocidades de recorrido, por muestreo periódicos de las rutas principales.
7. Establecimiento de arcos de tiempo de recorrido o velocidad, para la aplicación de modelos de distribución de viajes y/o de asignación de viajes, en la planeación del transporte.
8. Realización de estudios de investigación que involucren características de recorridos en distancias razonables.

Los estudios de tiempos de recorrido y demoras normalmente se efectúan con cualquiera de los siguientes métodos: Método de las placas o Método del vehículo de prueba.

Para este análisis se aplicó únicamente el Método del Vehículo de Prueba o Vehículo flotante, el cual se describe a continuación.

Método del vehículo de prueba

El método de vehículo de prueba para obtener tiempo de recorrido, velocidad a lo largo de una ruta, congestionamiento de una ruta o datos sobre velocidades y retardos, es probablemente el método más flexible o adaptable y uno de los que se usan mas ampliamente. El estudio es realizado por dos personas: un anotador y el conductor del vehículo. El procedimiento requiere que el conductor controle la velocidad del vehículo; o sea, que éste se mantenga "flotando" en la corriente del tránsito (en este caso, él rebasa tantos vehículos como vehículos rebasen al vehículo de prueba), o que conduzca el vehículo a lo largo de la ruta, conservando la velocidad promedio del resto de los vehículos. En este último caso, el operador no debe intentar rebasar tantos vehículos como los que rebasan al vehículo de prueba, como en la técnica del vehículo "flotante".

Lugar del estudio

Puede ser cualquier ruta o trayectoria especificada con una longitud considerable se considera apropiada para un estudio de tiempos de recorrido y demoras. En general, el tramo debe tener una longitud mínima de 1.6 kilómetros, para asegurar la recopilación de cualquier dato significativo. Los estudios de tiempos de recorridos y demora, en el nivel urbano, se llevan a cabo en todas las rutas principales con altos volúmenes de tránsito y que se conectan con el centro de la ciudad.

Equipo

El equipo requerido para el estudio con el vehículo de prueba incluye:

- Uno o varios automóviles de prueba.
- Hojas de campo y de resumen.
- Cronómetros, según los datos a recopilar.
- Adicionalmente, se puede utilizar una grabadora.

Periodo de estudio

La duración del estudio depende generalmente de los datos que se requieran. Los estudios de velocidad de retardo o estudios de congestionamientos en rutas principales, usualmente se realizan en los periodos de máxima demanda, y los tiempos de recorrido y velocidades se realizan en periodos fuera de las horas de máxima demanda.

Los periodos de máxima demanda usualmente se presentan en la mañana (7:00 a 9:30 horas), mediodía (12:30 a 15:00 horas) y en la tarde (17:00 a 19:30 horas), pero es necesario mediante aforos, determinar estos periodos de máxima demanda antes de dar inicio a los estudios de recorridos.

Duración del estudio

El análisis de los patrones de variación de los tiempos de recorrido con flujo máximo y fuera de los máximos requieren de 12 a 13 recorridos, en cada dirección, para asegurar una precisión de +/- 10%. Pocos recorridos pueden dar resultados precisos, si la ruta no se divide en pequeños segmentos, para los que tendrán que estimarse las velocidades promedio. Son probablemente necesarios seis recorridos en cada dirección, para obtener resultados suficientemente precisos, que sean de utilidad.

Pueden usarse equipos de observadores que hagan el muestreo de los recorridos en un solo día u hora de máxima demanda, o equipos con poco personal, que realicen el trabajo en varios días.

Los estudios deben hacerse en tiempo normal, los martes, los miércoles o jueves, durante los periodos de máxima demanda, pero pueden ejecutarse durante cualquier día de la semana si el volumen correspondiente a los lunes o viernes no es muy distinto, aunque normalmente los volúmenes del tránsito del día viernes son más altos que los demás días de la semana, especialmente durante las horas de altas concentraciones.

Tamaño mínimo de la muestra

El tamaño mínimo de la muestra para un estudio de tiempos de recorrido y demora se basa en la necesidad concreta de la información. Los datos de la siguiente tabla proporcionan valores aproximados para el diseño y determinación del tamaño de la muestra, que varían de las condiciones del tránsito y las condiciones ambientales prevalecientes.

RANGO PROMEDIO DE LA VELOCIDAD DE RECORRIDO (KPH)	NÚMERO MÍNIMO DE RECORRIDOS PARA UN ERROR PERMISIBLE ESPECIFICO				
	+/- 2.0KPH	+/- 3.5KPH	+/- 5.0KPH	+/- 6.5KPH	+/- 8.0KPH
5.0	4	3	2	2	2
10.0	8	4	3	3	2
15.0	14	7	5	3	3
20.0	21	9	6	5	4
25.0	28	13	8	6	5
30.0	38	16	10	7	6

Si el tamaño de la muestra requerido es mayor, se deberá ampliar el estudio, en las mismas condiciones establecidas.

Demoras

Cuando es necesario anotar específicamente las demoras, esto se realiza simultáneamente en la hoja de campo. En ella se anotan las demoras motivadas por las paradas de los vehículos y por las disminuciones de la velocidad, así como la causa por la que se generó la demora, causas que generalmente son: semáforos en luz roja, señales de alto, giros de izquierda, vehículos estacionándose o saliendo del estacionamiento, estacionamientos en doble fila, congestión general, peatones cruzando, transporte público en su etapa de ascenso y descenso de pasaje, etc.

IV.5 DESCRIPCIÓN DE LOS COEFICIENTES DE PREDICCIÓN FUTURA.

Durante el proceso de evaluación, es necesario conocer, con base en predicciones la situación que se tendría de forma real, si no se hubiese implementado un sistema de administración del tránsito; de esta manera se puede realizar una evaluación del desempeño de dicho sistema.

Estos coeficientes se presentan para afectar los parámetros de medición del desempeño de los sistemas de administración del tránsito.

En nuestro caso, se tiene la necesidad de conocer bajo predicción, las demoras futuras, de la disminución de la velocidad, y el incremento del tiempo restante o de marcha, a partir de un año base.

IV.5.1 Coeficiente de demora

Este coeficiente permite obtener un coeficiente de incremento que, al multiplicarse por las demoras actuales, resultan las demoras futuras esperadas. Este coeficiente viene de un análisis realizado mediante *software* denominado (*Highway Capacity Software HCS*).

Los datos que sirven para el proceso interno de dicho *software* son los volúmenes vehiculares, los factores horarios de máxima demanda y la configuración de los carriles en intersecciones continuas o discontinuas, el ciclo y fases del semáforo, y otros datos, después de esto el *software* analiza las condiciones existentes, como punto de partida y estima las demoras probables, por ocurrir en esa intersección y su nivel de servicio para cada uno de las llegadas a la intersección.

Esto se realiza para cada intersección, de cada ruta o trayectoria (con las cuales se tienen todos los datos para este análisis y son aproximadamente 58 intersecciones, y cada trayectoria cuenta por lo menos con dos de ellas en su ruta), obteniéndose varios factores, que al sumarse, nos resultan los coeficientes de incremento de las demoras para cada una de las rutas, para cada periodo del día y sentido del viaje (ida o vuelta), el cual se multiplica directamente por el tiempo de demora del año base. Mas adelante se realizará una explicación clara mediante un ejemplo.

Cabe aclarar que el *software*, mencionado a futuro, posiblemente no mostrará los resultados esperados, ya que en su proceso interno las variables introducidas no reflejarán la realidad en las intersecciones analizadas.

IV.5.2 Coeficiente del tiempo restante

Las numerosas variables que intervienen en los tiempos de recorrido y espera son de revelante particularidad; por ejemplo, la duración de los desplazamientos constituye un aspecto marcado de las trayectorias en zonas urbanas, así como las condiciones de la infraestructura vial de los diversos modos de transporte.

Los esfuerzos por mejorar la administración del tránsito basan en general su mejoramiento en los tiempos de recorrido de los vehículos particulares y de los vehículos de transporte colectivo, pero los tiempos de espera o demoras para algunas ciudades son situaciones frecuentes en los centros urbanos: demoras en intersecciones, demoras por movimientos en cambios de dirección, atribución de prioridad a vehículos de emergencia o peatones, consumos excesivos de energéticos, emisión de contaminantes, deterioro de la infraestructura vial, exceso del número de demoras y aumento de los tiempos de recorrido.

Es por eso que diversos investigadores han propuesto la modelación lineal como un método adaptable a las condiciones ya mencionadas; uno de ellos es relacionando los tiempos de recorrido con los tiempos de espera (demoras) como un modelo de tipo lineal, el realizar este tipo de gráficas representa, al momento de graficarse, una nube de puntos de los datos experimentales de campo de dichos tiempos que se obtuvieron de los diversos recorridos, a través del centro urbano y capturados en el vehículo utilizado en el método del vehículo flotante o de prueba, pudiendo mediante regresión lineal obtener la recta que

modela el comportamiento de cada una de las trayectorias independientemente la hora en que se realizó el recorrido del análisis.

La precisión de cada una de las ecuaciones lineales obtenidas es de +/-8%. De esta manera se puede obtener una estimación lineal para cada una de las rutas, y por consiguiente, la proporción lineal obtenida de tiempos de espera y recorrido para un vehículo circulando dentro de una red corresponde a la proporción del promedio de los vehículos que se demoran en el sistema, durante el mismo periodo de tiempo.

Con este procedimiento se deriva una serie de fórmulas matemáticas que nos permiten obtener de manera algebraica el porcentaje de incremento para el tiempo esperado de los tiempos de marcha de los recorridos. La idea es aplicarlo a las 15 trayectorias, con los datos más recientes, cuyo procedimiento se verá más adelante.

Debido a que el sistema fue dividido en 15 trayectorias es necesario realizar una estimación para cada una de ellas para obtener un valor de ajuste para los tiempos de recorrido de ese año, ya que cada trayectoria tiene un comportamiento único en sus condiciones físicas, de volúmenes y de operación son distintas entre sí.

IV.5.3 Coeficiente de ponderación

Este coeficiente fue introducido en el procedimiento de manera inicial, para dar un peso a las trayectorias, dependiendo del periodo del día y del sentido del viaje, con la finalidad de dar más peso a los tiempos de las trayectorias con más demoras pues son éstas las que reflejan las condiciones y las dificultades del tránsito, como puede ser una congestión debida a la operación del sistema.

Lo que se pretende es lograr un equilibrio entre cada una de las 15 trayectorias.

El procedimiento para la obtención de dichos ponderadores se basó en lo estipulado en el contrato; éstos se obtuvieron de las demoras presentadas en los estudios de tránsito de tiempos de recorrido y demoras realizados en 1999, realizando un promedio de los datos obtenidos de los diversos recorridos y después, de manera porcentual, respecto a uno nos resulta un valor que finalmente da el peso para esa trayectoria, periodo y sentido.

V.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del Sistema Integral de Tránsito Metropolitano (SINTRAM) es promover la movilidad de personas y mercancías, de sus orígenes a sus destinos, en forma más rápida y segura, minimizando los impactos negativos, como las demoras presentadas dentro del sistema.

La dificultad radica en medir la eficacia de la administración de los flujos del tránsito; esto es, por el gran número de elementos involucrados en el sistema; en cambio el número de indicadores que permiten evaluar el sistema son muy pocos, como: los tiempos de recorrido, las demoras, las velocidades y los accidentes.

En este capítulo se realizará un análisis de la evaluación del Sistema Integral del Tránsito Metropolitano, para obtener el porcentaje de mejora de la fluidez de los viajes realizados en las 15 trayectorias del área metropolitana. En este trabajo se utilizará una metodología propuesta que se describirá brevemente antes de dar inicio a los cálculos que permitirán la obtención del porcentaje de mejora de la movilidad de los viajes urbanos.

El análisis de la información a utilizar es casi en bruto, aunque previamente se realizaron los ajustes de los tiempos de recorrido, por efectos de las condiciones imprevistas o no comunes (mantenimiento de la infraestructura principalmente) que alteran los estudios realizados por el Departamento de Ingeniería de Tránsito, además de haber establecido los factores a aplicar en este trabajo, con el cual se pueden establecer comparaciones respecto al año base.

La evaluación que se presenta corresponde a los años 1999-2001, y para cada de uno de los meses en que fueron realizados los estudios del año 2001, además de realizar una breve interpretación de los resultados, al final del capítulo.

V.2 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Para la elaboración del Sistema de Evaluación se propusieron 15 trayectorias de viaje en la Zona Metropolitana de la ciudad, las cuales fueron consideradas como las más representativas o rutas comúnmente usadas por la mayoría de los habitantes del municipio.

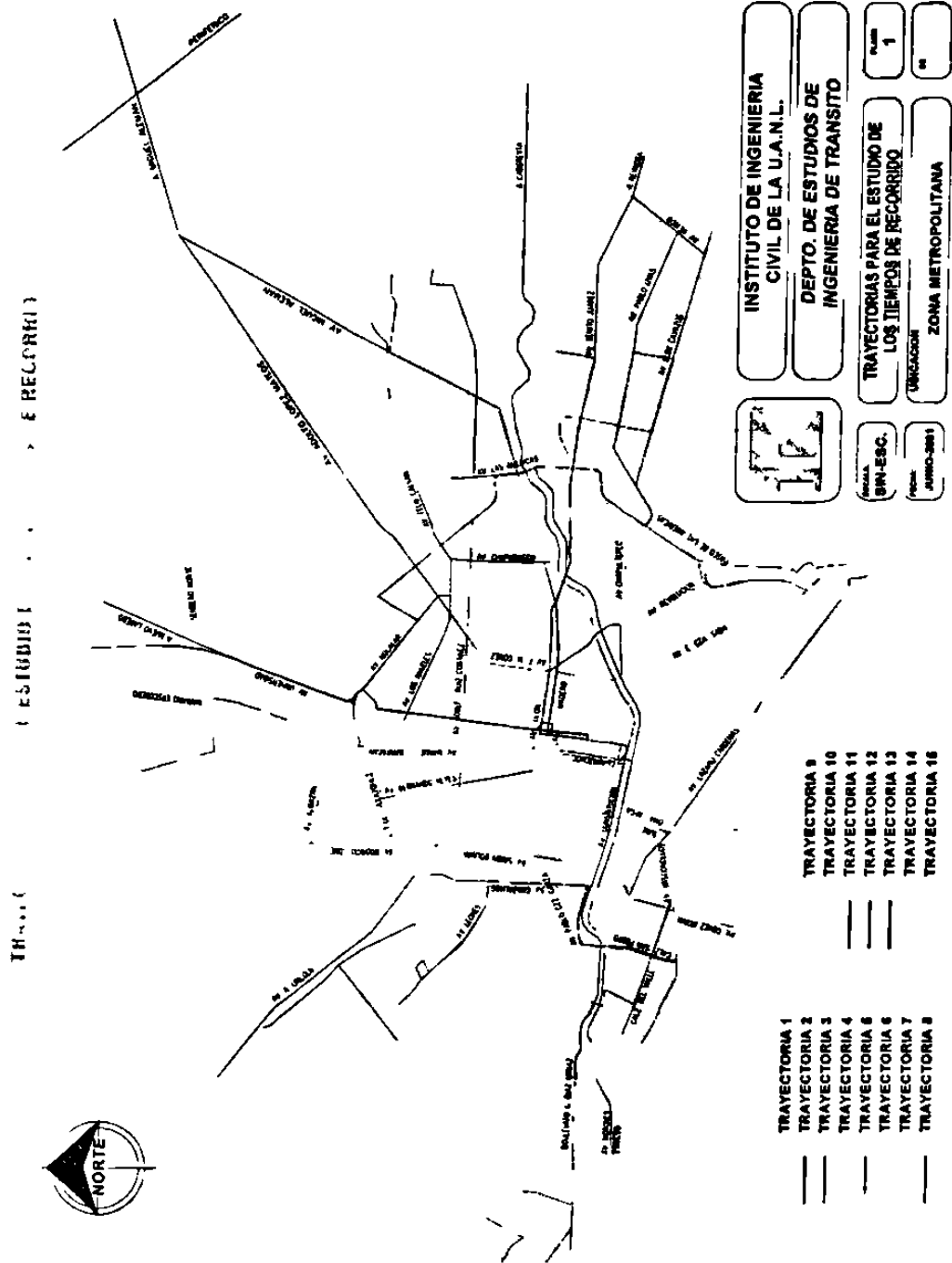
A cada una de ellas se les estableció un punto de inicio y terminación, así como el uso de los 54 puntos de aforo maestro del Sistema, los cuales se describen a continuación.

5.1 Intersecciones de aforo.

NÚMERO	INTERSECCIÓN	
1	UNIVERSIDAD	BARTOLOMÉ DE LAS CASAS
2	CARRETERA LAREDO	SENDERO NORTE
3	COLOMBIA	SENDERO NORTE
4	NOGALAR	REPÚBLICA MEXICANA
5	ANILLO VIAL METROPOLITANO	DIEGO DÍAZ DE BERLANGA
6	SANTO DOMINGO	DIEGO DÍAZ DE BERLANGA
7	RÓMULO GARZA	ANILLO VIAL METROPOLITANO
8	RÓMULO GARZA	CONDUCTORES
9	RÓMULO GARZA	MIGUEL ALEMÁN
10	RUIZ CORTINES	SIMÓN BOLÍVAR
11	RUIZ CORTINES	GUERRERO
12	RUIZ CORTINES	FÉLIX U. GÓMEZ
13	ALFONSO REYES	GENERAL ANAYA
14	COLÓN	PINO SUÁREZ
15	COLÓN	FÉLIX U. GÓMEZ
16	COLÓN	MADERO
17	MADERO	VENUSTIANO CARRANZA
18	MADERO	GUERRERO
19	BENITO JUÁREZ	ARTEAGA
20	ZUAZUA	ARTEAGA
21	ARTEGA	FELIX U. GOMEZ
22	ARAMBERRI	BENITO JUÁREZ

23	CUAUHTEMOC	WASHINGTON
24	FÉLIX U. GÓMEZ	WASHINGTON
25	BENITO JUÁREZ	MATAMOROS
26	PINO SUÁREZ	PADRE MIER
27	HIDALGO	VENUSTIANO CARRANZA
28	CONSTITUCIÓN	ZUAZUA-ZARAGOZA
29	LEONES	GONZALITOS
30	MADERO	GONZALITOS
31	DÍAZ ORDAZ	SANTA BÁRBARA
32	FLETEROS	SAN JERÓNIMO
33	FLETEROS	FELIPE DE J. BENAVIDES
34	FLETEROS	SIMÓN BOLÍVAR
35	CHAPULTEPEC	REVOLUCIÓN
36	REVOLUCIÓN	COVARRUBIAS
37	ALFONSO REYES	REVOLUCIÓN
38	E. GARZA SADA	AVENIDA DEL ESTADO
39	E. GARZA SADA	ALFONSO REYES
40	LAZARO CARDENAS	ALFONSO REYES
41	BLVD. DIAZ ORDAZ	CORREGIDORA
42	HUMBERTO LOBO	J. VASCONCELOS
43	J. VASCONCELOS	CALZADA SAN PEDRO
44	J. VASCONCELOS	RÍO NAZAS
45	J. VASCONCELOS	SANTA BÁRBARA
46	ALFONSO REYES	GÓMEZ MORIN
47	RUIZ CORTINEZ	LAS AMERICAS
48	MIGUEL ALEMÁN	LAS AMERICAS
49	BENITO JUÁREZ	AZTECA
50	CHAPULTEPEC	LAS AMERICAS
51	BENITO JUÁREZ	LÁZARO CÁRDENAS
52	ELOY CAVAZOS	LÁZARO CÁRDENAS
53	PLUTARCO E. CALLES	LÓPEZ MATEOS
54	SERAFÍN PEÑA	PABLO LIVAS

5.1 Croquis de localización general



5.2 Inicio y terminación de las trayectorias

TRAYECTORIA I

INICIO:	STA. BARBARA - ALFONSO REYES
TERMINACIÓN:	COSTA RICA - CONQUISTADORES

TRAYECTORIA II

INICIO:	CORREGIDORA - MORONES PRIETO
TERMINACIÓN:	CUAUHTEMOC - COLON

TRAYECTORIA III

INICIO:	CORREGIDORA - J. VASCONCELOS
TERMINACIÓN:	DE LA CIMA - LEONES

TRAYECTORIA IV

INICIO:	CALZADA SN. PEDRO- J.VASCONCELOS
TERMINACIÓN:	PTA. DEL VALLE - CHAPULTEPEC

TRAYECTORIA V

INICIO:	MIGUEL ALEMAN - RUIZ CORTINEZ
TERMINACIÓN:	RICARDO MARGAIN - ALFONSO REYES

TRAYECTORIA VI

INICIO:	RANGEL FRIAS - RUIZ CORTINEZ
TERMINACIÓN:	ALFONSO REYES - B. JUÁREZ

TRAYECTORIA VII

INICIO:	ALFONSO REYES - LAZARO CARDENAS
TERMINACIÓN:	UNIVERSIDAD - AV. CENTRAL.

TRAYECTORIA VIII

INICIO:	GARZA SADA - REVOLUCIÓN
TERMINACIÓN:	ACAPULCO - SALINAS CRUZ

TRAYECTORIA IX

INICIO:	MIGUEL ALEMAN - FELIX GALVAN
TERMINACIÓN:	COLON - ZUAZUA

TRAYECTORIA X

INICIO:	SIMON BOLIVAR - LINCOLN
TERMINACIÓN:	FELIX U. GOMEZ - ARAMBERRI

TRAYECTORIA XI

INICIO:	LAS QUINTAS - PABLO LIVAS
TERMINACIÓN:	NOGALAR - RETORNO

TRAYECTORIA XII

INICIO:	PLUTARCO E. CALLES - LOPEZ MATEOS
TERMINACIÓN:	CONSTITUCIÓN - JUÁREZ

TRAYECTORIA XIII

INICIO:	JUÁREZ - CARRETERA COLOMBIA
TERMINACIÓN:	WASHINGTON - GUERRERO

TRAYECTORIA XIV

INICIO:	M. ORDÓÑEZ - CARRETERA SALTILLO
TERMINACIÓN:	OCAMPO - ZARAGOZA

TRAYECTORIA XV

INICIO:	CUAUHTEMOC - PERIMETRAL NTE.
TERMINACIÓN:	VILLAGRAN - ZARAGOZA

Las trayectorias tuvieron viajes de ida y regreso, por lo que los inicios y terminación se cambian inversamente, pero los puntos son los mismos; estas trayectorias se estudiaron en las horas de máxima demanda de la mañana, del mediodía y de la tarde.

V.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Durante el proceso de evaluación es necesario conocer, basándose en predicciones la situación que se tendría de forma real, si no se hubiese implementado un sistema de administración del tránsito; de esta manera se puede realizar una evaluación del desempeño de dicho sistema.

En términos generales, se realizará un resumen del conjunto de procedimientos e instrumentos para recopilar, analizar y evaluar la información necesaria para una toma más certera de las decisiones.

El proceso inicia con la recolección de los datos de campo, refiriéndonos a los estudios de tiempos de recorrido y demoras, de acuerdo a la metodología estipulada en los manuales de Estudios de Ingeniería de Tránsito y descrita en el capítulo anterior, para cada una de las 15 trayectorias establecidas para realizar dichos estudios.

Después de analizada esta información, se procede a verificar que las 15 trayectorias funcionen de manera adecuada, sin imprevistos que afecten o alteren el funcionamiento de las trayectorias, si se da el caso, se realizarán los recortes convenientes, de manera tal que no afecten los resultados de la evaluación; además de realizar una revisión minuciosa de la información de campo, para detectar posibles errores de captura o de proceso de información.

Con estos datos se da inicio al proceso de cálculo de los tiempos esperados ponderados y los tiempos ponderados de los viajes metropolitanos, para obtener el porcentaje de mejora de fluidez de las trayectorias de viaje realizadas.

El proceso se realizó como sigue, y llevará la secuencia de cálculo y de obtención de resultados.