

2.1. Introducción al problema del tráfico .

El número de viajes que transcurren en un momento determinado en una calle, cruce, o incluso acera, es el resultado de muchas decisiones individuales. Los viajeros deciden si se van a desplazar, en que momento, hacia donde se van a dirigir, que medio de transporte van a emplear y que camino van a utilizar. Estas decisiones dependen, en parte, de como esté de saturado el sistema de transporte y de donde se encuentren los puntos de congestión. Por otro lado, la localización de dichos puntos dependerá de los volúmenes de tráfico .

De esta forma, el modelo de flujo en redes de transporte urbano, se puede plantear como el resultado de dos mecanismos competitivos: por un lado, el usuario tratará de elegir un camino que minimice el tiempo invertido en la realización del viaje . Por otra parte, la utilidad característica del sistema dependerá del empleo que de ella se haga : cuanto mayor nivel de uso se le de a la red, más saturado será su estado, lo cual hará que cada vez se incrementen más los tiempos de viaje.

Esta interacción puede ser modelada y resuelta simultáneamente como un equilibrio entre la congestión de la red (oferta) y las decisiones individuales (demanda), obteniéndose los flujos que circulan por el viario en estudio.

Por un lado, las decisiones de los usuarios constituyen la demanda de transporte, que no es un bien en sí mismo. Salvo en el caso del turismo, el usuario viaja para satisfacer una necesidad (trabajo, salud, ocio) en su lugar de destino. Cada desplazamiento estará condicionado, además de por la congestión del viario, por las características del motivo por el que se realiza el viaje .

Por otro lado, la congestión o, a la inversa, el nivel de servicio, será la oferta de transporte. Hay que resaltar que la oferta de transporte no es un bien sino un servicio, de esta forma no es posible almacenarlo. Debe ser consumido en el momento y en lugar en

que se produce, ya que si no el beneficio se pierde. Por este motivo es muy importante estudiar y conocer la demanda correctamente para poder emplear los recursos de la oferta en satisfacerla, de nada sirve tener grandes avenidas por las que la gente no quiera circular.

Se trata , por tanto , de describir aquí como esta interacción entre la congestión de la red y las decisiones de los viajeros puede ser planteada y resuelta simultáneamente para obtener el modelo de flujo a través de una red de transporte urbano .

Para ello se pretende llevar a cabo en esta primera parte titulada “Teoría de asignación de tráfico a redes“, el desarrollo teórico que conlleva un proceso de asignación en sus puntos fundamentales .

En el capítulo 3 se dará una visión de cómo modelar el problema de tráfico mostrando los elementos utilizados para la representación de la red urbana .

En el capítulo 4 se estudiarán las funciones volumen-retraso que relacionan el volumen de tráfico que circula por un tramo con el tiempo de viaje empleado y la velocidad desarrollada .

El capítulo 5 se orienta a la demanda de transporte . Se analizarán los modelos de generación y distribución de viajes , a partir de los cuales se construyen las matrices origen-destino

En el capítulo 6 se efectuará la formulación matemática del modelo de equilibrio, así como las condiciones que debe cumplir el flujo óptimo . A continuación se mostrarán diversos algoritmos para la resolución del problema de asignación .

Por último, en el capítulo 7 se expondrán las características del software que será utilizado para realizar la tarea de asignación .

2.2. Introducción a la planificación .

El proceso de planificación del tráfico urbano ha sido un proceso evolutivo. Los primeros estudios se basaban en un número pequeño de entrevistas realizadas a los habitantes de una ciudad para estudiar el comportamiento de los viajeros. El concepto de un número pequeño de entrevistas fue posteriormente combinado con procedimientos de detección para determinar patrones de comportamiento en los viajes urbanos.

A principios de la década de los 50 se realizaron estudios sobre la utilización del suelo y su relación con el tráfico urbano por que era necesario disponer de mejores métodos de estimación para predecir los viajes futuros.

En la actualidad se emplean los métodos de previsión de la población futura y su distribución, análisis de generación de viajes en relación con las características de las zonas y una planificación sobre un viario lo más completo posible.

Los primeros estudios de transporte se centraban exclusivamente en el análisis del tráfico en autopistas, mejorando la capacidad del viario para que pueda acoger el incremento de demanda obtenido en los estudios. Desde la década de los 50, se considera que el transporte no es una actividad aislada, sino que la demanda de viajes es una función de la actividad humana..

El sistema de transporte es muy complejo, y su desarrollo depende de las decisiones tomadas en varios niveles de la sociedad (los objetivos y propósitos pueden entrar en conflicto entre sí).

Dependiendo del propósito del estudio de transporte, los modelos pueden relacionarse con diferentes componentes del sistema de transporte (utilización del suelo, política de control, generación y distribución de viajes), diferentes niveles de agregación de la realidad (modelos macroscópicos o microscópicos) y diferentes horizontes de planificación (desde el empleo del modelo en tiempo real hasta las previsiones

realizadas con vistas a 20 años) y diferentes principios de modelado (modelos estadísticos , modelos de optimización y modelos de simulación) .

2.3. Planificación del transporte .

La base del modelado de problemas de transporte es un conjunto de postulados .Los más importantes son : los patrones de viajes son tangibles, estables y predecibles, y la demanda de transporte es directamente proporcional a la distribución y densidad de utilización del suelo, que puede ser estudiada y determinada con gran precisión para uso futuro.

Los modelos de planificación que pretendan ser útiles como herramientas de toma de decisiones deben de satisfacer un conjunto de requisitos en relación a la demanda. Esta deberá ser sensible a la política de transporte, de forma que pueda predecir los cambios de política; deber ser causal, estableciendo una unión entre los atributos definidos en el sistema de transporte y las decisiones individuales; debe ser flexible, permitiendo la aplicación a una gran variedad de problemas de planificación sin aumento de coste en cuanto a recogida de datos y calibración del modelo; transferible, permitir que el modelo puede ser transferido de un área a otro sin volver a estimar los parámetros y finalmente debe ser eficiente, en términos de ofrecer resultados exactos dependiendo del coste imputado.

El procedimiento tradicional de acometer un proceso de planificación de transporte es identificar los submodelos del sistema, que son analizados por separado, y con más frecuencia de forma secuencial. Este proceso de planificación puede ser dividido en los siguientes pasos :

I. Definición y Organización de Objetivos.

En la primera etapa se marcan los objetivos del estudio .

II. Establecer un año base para la recogida de información .

En esta etapa se obtienen los datos que pueden ser relevantes para el análisis del sistema de transporte. Estos incluyen un inventario sobre las estructuras de transportes así como sus características, detectando patrones de viajes existentes entre pares de zonas (OrigenDestino), a partir de datos de detectores y factores de planificación tales como utilización del suelo, distribución de ingresos, estructura del vecindario y tipo de empleo.

III. Análisis del modelo.

El propósito de esta fase es establecer las relaciones entre las cantidades medidas en el apartado anterior y calibrar estas relaciones para el año base. Las relaciones se determinan mediante la utilización de ciertos modelos matemáticos, que son empleados de forma secuencial. Los datos de salida de un modelo son empleados como entrada del siguiente .Estos modelos son :

a) Generación de viajes .

Este modelo sirve para determinar el número de viajes que se originan y terminan entre diferentes zonas del área de estudio. Estos valores, que son denominados producción y atracción se definen normalmente como función de la localización y características del uso del suelo y se dividen en categorías según el propósito de viaje como, por ejemplo , trabajo y ocio .

b) Distribución de viajes .

En este paso, se deducen fórmulas que describen la localización de viajes desde un origen hacia un destino. Estas fórmulas se obtienen como función de la producción y atracción de las

diferentes zonas obtenidas con el modelo anterior, y del coste de realizar el viaje entre ambas zonas.

c) División modal .

Este modelo determina los porcentajes del número total de viajes realizados entre dos zonas empleando diferentes modos de transportes. Los modos mas comúnmente utilizados son los de vehículo privado y transporte público. El porcentaje de viajes entre dos zonas se obtiene como función de los tiempos de viaje y coste entre modos de transporte, y ocasionalmente se incluyen las características socioeconómicas y de utilización del suelo.

d) Asignación de tráfico .

Este modelo permite localizar los viajes entre cada par de zonas origen y destino sobre diferentes rutas definidas en el viario. Estima el volumen de tráfico y tiempos de viaje en las calles en función de sus características .

IV. Previsión de Viajes.

Basándose en los datos recogidos en el primer paso y en un análisis de la tendencia se predice la utilización del suelo, distribución de la población, etc... para el futuro. Los modelos desarrollados y calibrados en el paso III son empleados para estimar la distribución y generación futura de viajes.

V. Evaluación de la red .

Esta etapa es utilizada para contrastar la propuesta ofrecida en términos de costes y beneficios con los resultados de predicción de viajes.

Una vez realizadas las cuatro fases del apartado III (análisis del modelo), éste puede ser validado comparando los resultados con los datos recogidos del área de estudio , pudiendo volver a iterar comenzando en cualquiera de las fases de distribución o reparto modal, utilizando ahora como datos de entrada los nuevos datos obtenidos a partir de los resultados de la iteración anterior .

Se puede ver de manera intuitiva en la figura 2.3 .

Una vez que el modelo ha sido calibrado y validado para un año pueden serle aplicados diferentes horizontes de planificación. Para ello, es necesario desarrollar diferentes escenarios describiendo las características relevantes y las variables bajo alternativas futuras. Comparando los resultados de los diferentes escenarios podemos escoger la solución que mejor satisfaga la demanda del área en estudio .

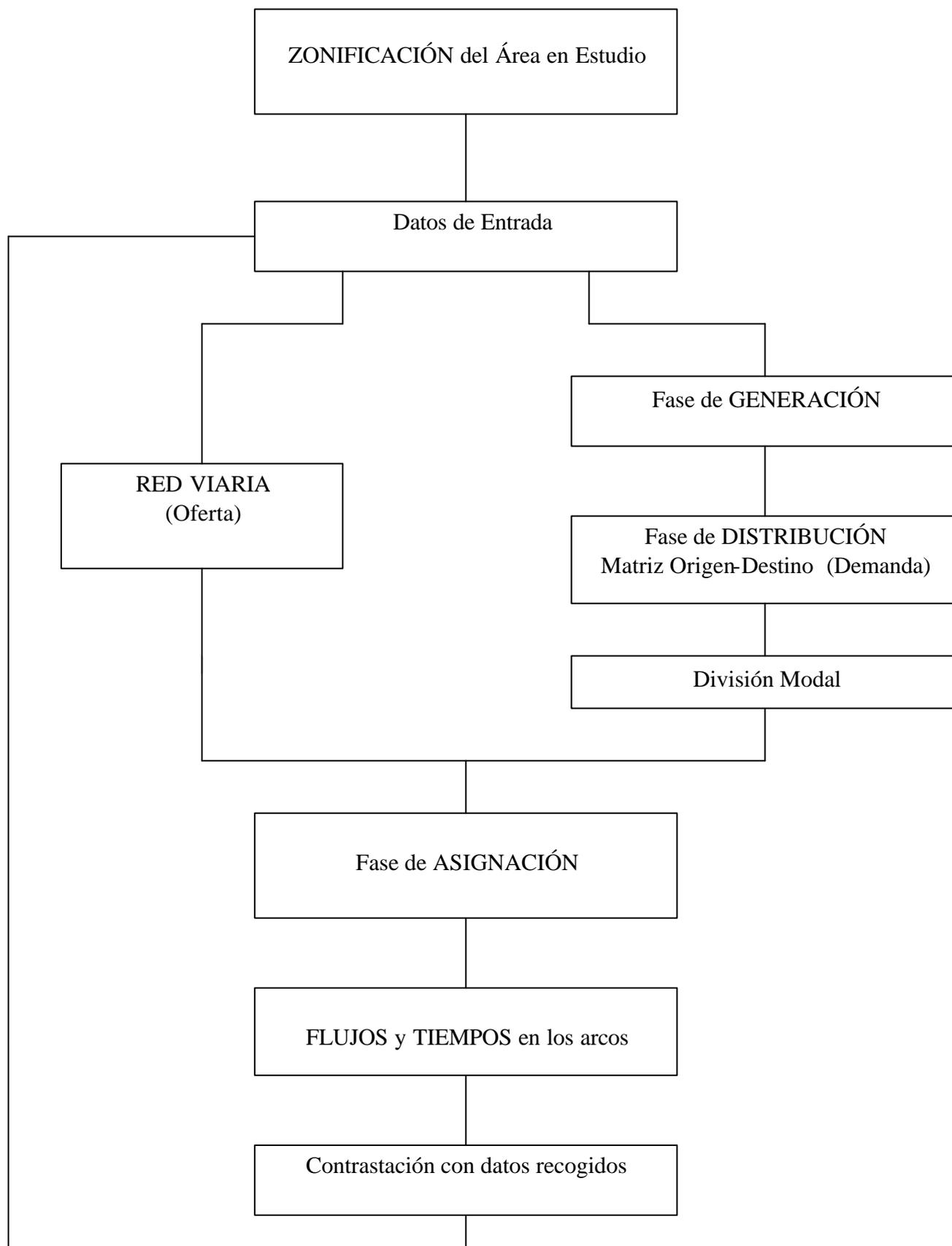


Fig. 2.3. Etapas del modelo de transporte .