

# Capítulo 3

## *Aplicaciones comerciales existentes*

En este capítulo se revisan algunas de las herramientas existentes en el mercado tanto en lo referente a la Planificación del Transporte como a la Simulación del Tráfico.

### **3.1.- Aplicaciones de Planificación del Transporte.**

En este apartado se comentan de forma general y sin entrar en excesivos detalles algunas de las aplicaciones existentes en el mercado en lo referente a la Planificación del Transporte, con el objetivo de clarificar las posibilidades de la aplicación TRAMOS, objeto de estudio principal.

#### **3.1.1.- Aplicación EMME 2.**

##### **3.1.1.1.- Introducción.**

La aplicación EMME 2 es un sistema de planificación del tráfico urbano multimodal, que posee un amplio abanico de herramientas que permiten un estudio muy detallado. El principio fundamental es la asignación de las matrices de la demanda (matrices Origen-Destino) a la red de transporte.

EMME 2 es una herramienta desarrollada por INRO, con sede en Canadá. El coste de una licencia depende de la plataforma que se utilice, del tamaño del modelo y del número de las licencias requeridas. Un coste aproximado para una única licencia en un PC estaría entre las 10000 y 40000 dólares aproximadamente. Los requisitos mínimos que precisa son el de un PC 486 bajo el sistema operativo DOS o Windows, bajo UNIX (o variantes incluyendo AIX) o bajo sistema operativo VMS.

##### **3.1.1.2.- Características principales de la aplicación EMME 2.**

Para empezar, lo primero que hay que definir es la red o zona de estudio, con sus correspondientes nodos y tramos. Para ello se hace uso de un interfaz gráfico. También se puede importar un fichero en formato texto que contenga la información requerida.

Se pasa a describir algunas de las propiedades más importantes de esta aplicación:

- Se puede utilizar tanto en redes locales como en transporte público, o incluso en una combinación de ambas.
- Puede manejar modelos con hasta 4000 zonas, 32000 nodos (que representen por ejemplo estaciones, intersecciones o paradas de autobuses) y 4000 líneas de transporte público.
- Las matrices se utilizan para almacenar datos, tales como origen de partida, destino a donde se quiere llegar y resultados del modelo.
- El proceso de asignación es lo más novedoso que presenta EMME 2, pudiéndose asignar una matriz origen-destino a una zona en concreto de la red, y no a todo el viario.
- Los resultados obtenidos son fácilmente exportables a archivos de texto o impresoras.

### **3.1.2.- Aplicación TRIPS.**

#### **3.1.2.1.- Introducción.**

La aplicación TRIPS es un paquete flexible de programas de planificación del tráfico que se puede utilizar para construir una amplia gama de modelos tanto en carreteras como en transporte público.

TRIPS se distribuye a través de MVA Systematica. El coste de una licencia depende de los módulos elegidos y del tamaño de estos. Una configuración típica puede tener un coste aproximado de 5000 a 10000 dólares. Los requisitos mínimos que precisa son el de un PC 486 con 8 Mb de memoria bajo el sistema operativo DOS o UNIX.

#### **3.1.2.2.- Características principales de la aplicación TRIPS.**

Para empezar, lo primero que hay que definir es el área de estudio. Una vez hecho esto, se eligen los módulos necesarios para dicho estudio. Estos módulos incluyen modelos de demanda, de transporte público y de manipulación y valoración de las matrices. En resumen, el usuario tiene que diseñar, construir y calibrar un modelo para cubrir su zona de investigación.

Se pasa a describir algunas de las propiedades más importantes de esta aplicación:

- TRIPS se puede utilizar en una amplia gama de situaciones dentro de la planificación del tráfico. Así se ha empleado con éxito en muchos países y ciudades como Oslo, Hong Kong, Boston, New York, Amsterdam, Milán, Roma, Bruselas y un largo etcétera.
- Puede manejar modelos con hasta 10000 zonas, 50000 nodos y 20 modos de transporte público.
- Las matrices se pueden actualizar y cambiar muy fácilmente gracias a un paquete que lleva incorporado. También se puede hacer uso parcial de ellas, sin necesidad de tratarla en su conjunto.
- Los resultados obtenidos son fácilmente exportables a archivos de texto o impresoras.

### **3.1.3.- Aplicación TRANSCAD.**

#### **3.1.3.1.- Introducción.**

TRANSCAD, al igual que EMME 2 y TRIPS, es una aplicación de planificación del tráfico ya comercializada. Como anticipo y principal característica, hay que decir que se trata del único paquete que lleva incorporado un sistema de información geográfico (GIS), el cual permite trabajar con mucho más detalle y precisión.

Caliper Corporation es la empresa encargada de comercializar este producto por todo el mundo. El coste de una licencia estándar ronda los 10000 dólares. Esta incluye un único puesto de trabajo (se refiere a un PC), ayuda telefónica necesaria y CD geográfico de las calles con sus correspondientes datos. Los requisitos mínimos necesarios de los que necesitamos disponer son de un PC capaz de trabajar con Windows 98 (o superior), 1 Gb de espacio de disco duro libre y una tarjeta de video de 256 Mb.

#### **3.1.3.2.- Características principales de la aplicación TRANSCAD.**

Al igual que ocurría con las anteriores aplicaciones, hay que definir un lugar de trabajo. Se describen a continuación algunas de las características principales de dicha aplicación:

- Tiene una gran facilidad para encontrar el recorrido óptimo gracias a un paquete que lleva incorporado, cosa que no es tan trivial para las demás aplicaciones.
- Puede trabajar con redes pequeñas, en las que haya pocos pasajeros, y también con redes a nivel nacional e internacional.
- Como ya se ha comentado, es el único paquete que lleva incorporado un sistema de información geográfico (GIS), lo que permite trabajar con modelos muchos más exactos.
- Puede importar datos sin ningún problema de otros Softwares.
- TRANSCAD es un sistema abierto y puede exportar datos en código ASCII, archivos de la forma dxf y formatos dbf. También puede unirse sin ningún tipo de problemas a ArcView, Arcinfo, Mapinfo, GIS+ y Maptitude.

### **3.1.4.- Aplicación ESTRAUS.**

#### **3.1.4.1.- Introducción.**

ESTRAUS es un modelo computacional que simula el comportamiento de un sistema de transporte urbano. Ha sido desarrollado por el Gobierno de Chile a través de SECTRA.

ESTRAUS está especialmente diseñado para analizar y evaluar planes estratégicos de transporte. Dichos planes son conjuntos de proyectos y políticas de transporte tales como: líneas de metro, autopistas, concesiones viales, ampliaciones de ejes viales, tarificación vial, etc.

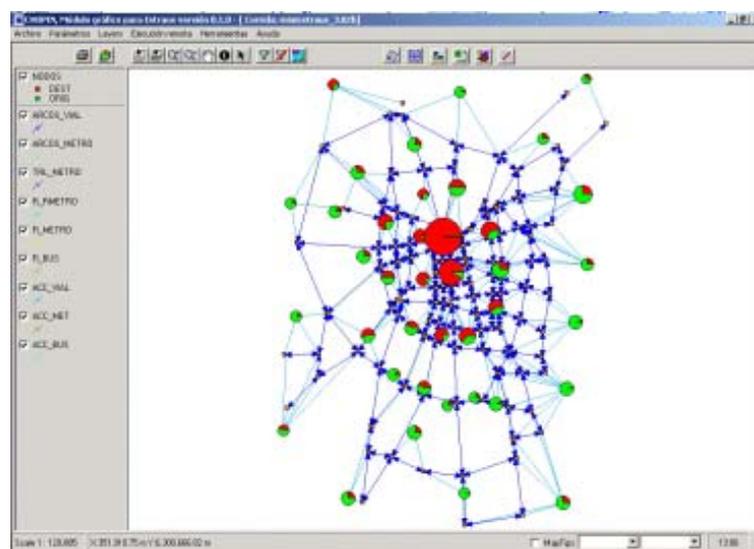
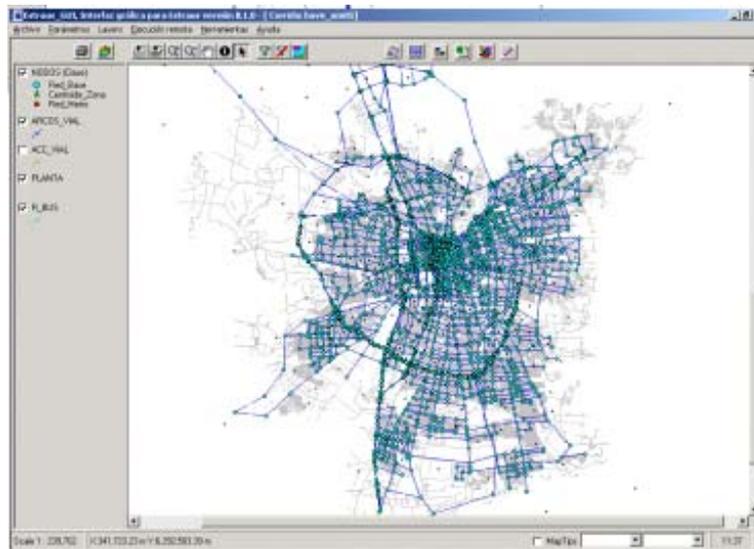
Un esquema gráfico que ayuda a visualizar la Aplicación ESTRAUS sería:

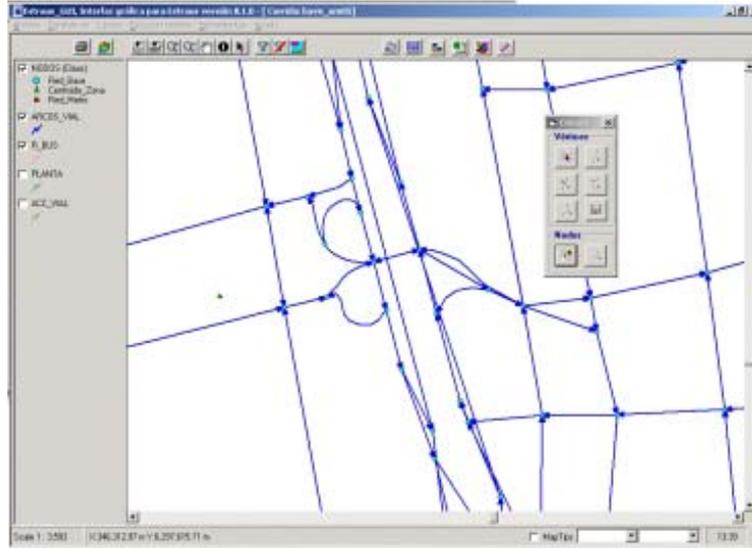


### **3.1.4.2.- Características principales de la aplicación ESTRAUS.**

A continuación se comentan las características principales que presenta la aplicación ESTRAUS:

- Múltiples clases de usuario (ingreso, disponibilidad de automóvil, propósito de viaje).
- Red Multimodal, Multiusuarios, Modos Puros y Combinados.
- Congestión en todas las redes y Restricción de Capacidad en Transporte Público.
- Estructura Jerárquica Flexible para los modelos de Demanda.
- Modelo de Distribución: Maximización de Entropía Doblemente Acotado.
- Modelo de Partición Modal: LOGIT Jerárquico.
- Asignación de Equilibrio Determinístico en Redes de Transporte Público y Privado.
- Edición Interactiva de Redes y Análisis de Resultados con Interfaz gráfico propio. Unas ventanas que nos pueden servir son:





- Posee una Plataforma GIS (Sistema de Información Geográfica): compatibilidad con otros formatos gráficos e información geográfica, por ejemplo .dwg, .dxf y .shp.
- Modificación on-line de parámetros.

Con esta aplicación se terminan las herramientas relacionadas con la Planificación del Transporte. En lo puntos sucesivos, se verán distintos simuladores existentes en el mercado

## **3.2.- Simuladores Microscópicos.**

En esta apartado se van a describir las características de algunos de los simuladores más importantes desarrollados hasta el momento. Para cada uno de ellos se muestra su estructura general, así como características esenciales que no aparecen en otros simuladores. Se comienza con una breve introducción, para pasar luego a describir las características propias de cada uno de ellos, lo que nos proporciona una visión general de cada simulador.

Así, la estructura principal de cualquier simulador de tráfico comprende un conjunto de iteraciones donde se ejecutan una serie de funciones a una frecuencia determinada o bien cuando sucede algún evento en el sistema.

Se revisan los siguientes simuladores: MITSIM, AIMSUN 2, CORSIM y PARAMICS.

### **3.2.1- Simulador MITSIM.**

#### **3.2.1.1.- Introducción.**

MITSIM ( Microscopic Traffic SIMulator) desarrollado por Yang y Koutsopoulos 1996, modela el comportamiento del flujo de tráfico en una red empleando un sistema de selección de rutas. El nivel de detalle es elevado, subdividiendo los tramos en carriles y simulando el comportamiento de los vehículos individualmente mediante algoritmos de seguimiento, cambio de carril y comportamiento de las señales de tráfico. El simulador incluye un sistema de selección de rutas para conductores con información sobre la situación del tráfico. El sistema ha sido diseñado para la evaluación de sistemas de Gestión del tráfico considerando las siguientes características:

- Sistema con sensores en tiempo real que simula el tráfico permitiendo su gestión.
- El sistema permite el control del tráfico además de ofrecer información sobre rutas en tiempo real, simulación del estado de las señales.
- Obtención de medidas de la bondad del sistema de gestión del tráfico.

#### **3.2.1.2.- Características principales del Simulador MITSIM.**

En primer lugar se describe de forma ligera y sin entrar en demasiado detalle, en qué consiste la estructura de un simulador de tráfico, con sus correspondientes etapas, para pasar posteriormente a las características propias de MITSIM.

La simulación en MITSIM comienza con la carga de los parámetros del simulador, la descripción de la red y la definición del escenario. Terminado el proceso de inicialización comienza un proceso iterativo que finaliza cuando el periodo de simulación termine.

Las tareas a realizar en cada iteración incluyen:

1. Actualizar el estado de las señales de tráfico e incidentes de la red.
2. Actualizar las tablas de caminos y obtener las rutas mínimas para todos los destinos.
3. Leer las matrices de viaje (Origen-Destino) para generar los vehículos que circularán por la red.
4. Cargar los vehículos generados en el paso anterior para insertarlos en la red.
5. Fase de actualización. Actualizar la aceleración de los vehículos que se encuentran en la red, así como realizar los cambios de carril necesarios.
6. Fase de avance. Actualizar la posición y velocidad de los vehículos . Capturar el paso de los vehículos por sensores. Los vehículos que alcanzan el final de un tramo se eliminan de la red si llegan a su destino, en caso contrario pasan al tramo adyacente.
7. La fase de avance finaliza con la actualización gráfica de los vehículos de la red.
8. Actualizar los estados del sistema.
9. Actualizar el reloj y repetir el proceso.

Vista la introducción genérica, hay que decir que el Simulador MITSIM representa el viario con nodos, tramos, segmentos y carriles. Esta representación permite la simulación en zonas urbanas y autopistas. Los datos empleados para la descripción de la red se almacenan en una base de datos que ha sido previamente confeccionada y cuya información ha sido introducida empleando un interface gráfico ( Road Network Editor RNE ). La base de datos incluye información sobre todos los objetos de la red, conexión entre carriles, privilegios de usos de carril, gestión y regulación de giros en los nodos, detectores, dispositivos de control y rotondas.

Existen dos versiones de MITSIM, la primera cuyo interface de usuarios está basado en texto y una segunda dotada de un interface de usuario gráfico.

Algunas de las características principales son:

1.- En relación a los incidentes, MITSIM recoge la posibilidad de incorporarlos en el viario. Esto corresponde al bloqueo de un carril o bien a la reducción de la capacidad de éste a causa de fallos en vehículos, calzada en construcción, etc., por lo que pueden verse afectado uno o varios carriles. Los datos del incidente son:

- Instante de tiempo.
- Número de carriles afectados.
- Visibilidad.
- Localización.

2.- La demanda de viajes en MITSIM depende del intervalo horario donde se encuentre el simulador. Los viajes son recogidos en la matriz Origen-Destino donde cada tabla contiene un campo que indica el instante en que comienza a ser efectiva.

Cada par Origen-Destino se caracteriza por los siguientes datos:

- Media y Desviación típica de generación de vehículos.
- Lista de caminos que conectan el origen y destino.
- Las tablas O-D pueden ser especificadas para cada tipo de vehículo, o bien ser asignadas por el simulador.

3.- Las características de los vehículos son deterministas y específicas, mientras el comportamiento del conductor se asigna aleatoriamente. La aceleración máxima del vehículo depende del grado de elevación del tramo.

4.- MITSIM proporciona un modelo de cambio de rutas que se obtiene para cada vehículo cada vez que finaliza el recorrido por un tramo.

5.- Para terminar, decir que MITSIM no se puede aplicar a redes de gran tamaño.

### **3.2.2.- Simulador AIMSUN2.**

#### **3.2.2.1- Introducción.**

AIMSUN2 ( Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks ) es un simulador microscópico desarrollado por J. Barceló y J. Ferrer en la Universidad politécnica de Cataluña, que permite simular el tráfico urbano e interurbano con gran eficacia, destacando un interface de usuario amigable, que facilita la construcción de la red y el empleo de la herramienta de simulación. El simulador puede ser empleado para comprobar y evaluar los sistemas de control de tráfico y diferentes estrategias de gestión. La capacidad gráfica del entorno permite realizar una evaluación del diseño de nuevas calles y avenidas.

#### **3.2.2.2.- Características principales del Simulador AIMSUN 2.**

La primera tarea a realizar en el simulador es la de inicialización de las estructuras que representan el viario y que serán empleadas para la simulación.

El proceso de simulación se encarga de acceder a cada uno de los vehículos que circulan por el viario y obtener la aceleración, velocidad y posición mediante modelos de comportamiento. Tras procesar cada uno de los vehículos se procede a transferir los vehículos desde una entidad a otra, comprobando que cada vehículo ha llegado o bien ha superado el final de la entidad. A continuación se generan vehículos mediante modelos de flujo en red, para terminar con la actualización de la animación gráfica y reloj, verificando que no se ha superado el límite.

Por otro lado, el viario se define mediante nodos y tramos que están divididos en carriles. El simulador permite definir giros que conectan dos carriles de diferentes tramos. Es posible describir la red con gran detalle incluyendo dispositivos de control como algunas señales de tráfico, semáforos, stop y carriles de incorporación.

Por último se muestran algunas de las características más importantes del Simulador AIMSUM 2:

- El simulador permite dos tipos de simulación. La primera se basa en los flujos de tráfico y porcentajes de giro y la segunda en las matrices origen destino y modelos de selección de rutas.
- El simulador contiene modelos de comportamiento de vehículos permitiendo diferentes coches, autobuses, camiones, etc.
- El proceso de simulación proporciona resultados estadísticos como velocidad media, flujo de vehículos por tramos, tiempo de viajes, etc.
- Existencia de diferentes modos de transporte y posibilidad de definir carriles reservados a ciertos modos.
- Incluye diferentes modelos de generación de vehículos, como constante, uniforme, normal, exponencial y externo.
- Permite la definición de incidentes de tráfico.
- Capacidad para calcular caminos mínimos a partir de la aplicación de funciones volumen retraso en tramos y giros.
- Modelado de las líneas de transporte público, con incorporación de paradas, rutas e información asociada al transporte como tiempo de parada, número de pasajeros y tiempo de estancia media en parada.
- Simulación de los detectores situados en el viario, ofreciendo datos de ocupación, tiempo de residencia, etc.
- Para terminar con las características comentar que el tamaño del escenario no presenta límite a priori, depende únicamente de la capacidad del equipo donde esté instalado.

### **3.2.3.- Simulador CORSIM.**

#### **3.2.3.1.- Introducción.**

CORSIM (CORridor microscopic SIMulation) es una combinación de otros dos simuladores, el simulador microscópico de tráfico urbano NETSIM y el simulador microscópico para autopistas FRESIM.

#### **3.2.3.2.- Características principales del Simulador CORSIM.**

En el Simulador CORSIM la red está descrita mediante nodos y tramos. Permite la posibilidad de definir carriles con diferentes características en un mismo tramo, así como distintos modos de transporte que circulan por el carril. Los tramos se clasifican en diferentes tipos, como rampas, carriles de incorporación y de salida. Los incidentes se modelan como bloqueo de carril o carriles afectados y el proceso de cambio de carril mediante carriles auxiliares.

El sistema permite la incorporación de detectores y sistema de detección que recogen información sobre la simulación. Los vehículos se clasifican según nueve tipos, y permite simular el comportamiento de los conductores.

A continuación se pasa a describir algunas de las características más importantes del simulador CORSIM:

- Incorpora la posibilidad de definición de giros y carriles reservados. El escenario contiene las matrices O-D para poder realizar asignaciones en la red. Además posee capacidad de definir funciones volumen-retraso en cada tramo.
- El proceso de simulación se basa en intervalos, de forma que cada vehículo es un objeto independiente que actualiza su posición, velocidad y aceleración cada segundo.
- El sistema incluye un módulo donde se pueden definir intersecciones con gran detalle, además de permitir la simulación de uno a cinco carriles, con posibilidad de introducir de uno a tres carriles de incorporación y carriles de ensanchamiento.
- Los vehículos se caracterizan por su velocidad, longitud y aceleración.
- La carga de los vehículos en la red se hace mediante una previa asignación de tablas origen destino, que permite obtener los caminos que siguen los vehículos hacia su destino.
- Es un sistema que ayuda a la evaluación de las estrategias para los sistemas de gestión de transporte.
- Definición de incidentes y zonas de bloqueo por obras.
- Por último, permite evaluar los efectos de cambio de sentido en tramos, cambio de paradas de bus o la instalación de nuevas señales en el viario, cosa de gran utilidad para cuando se quiera cambiar el modo de circulación por una ciudad.

### **3.2.4.- Simulador PARAMICS.**

#### **3.2.4.1.- Introducción.**

Paramics (Parallel Microscopic Simulation) es un conjunto de herramientas de alto nivel para simulación de tráfico microscópico. Los vehículos se modelan con gran detalle a lo largo del viaje, ofreciendo una representación del flujo del tráfico muy aproximada.

#### **3.2.4.2.- Características principales del Simulador PARAMICS.**

A continuación se detallan algunas de las características más importantes del Simulador Paramics:

- El modelo de simulación sólo presenta las limitaciones dada por el ordenador donde se instale, debido al empleo de estructuras dinámicas en el proceso de simulación y gestión de datos.
- Los modelos de aceleración y cambio de carril se han desarrollado durante un periodo de 5 años. Los vehículos y conductores se fusionan en una unidad, denominada DVU (Driver-Vehicle-Unit), unidad conductor y vehículo. A cada DVU se le asigna un tiempo de reacción, que oscila en torno al segundo.
- El modelo de cambio de carril se basa en dos modelos, el primero de aceptación de distancia entre vehículos y un segundo basado en datos históricos sobre estas.

- Incluye la posibilidad de modelar y observar con detalles las intersecciones, incluyendo rotondas, con o sin señales semafóricas.
- Por defecto define siete tipos de vehículos, pero se pueden crear todos los que uno necesite.
- Posee un interface de usuario amigable y fácil de emplear, encargado de la construcción de redes y visualización de resultados. El simulador está diseñado en entorno Windows lo que permite su facilidad de uso.
- Permite la posibilidad de importar datos de otros paquetes de gestión de tráfico como TRIPS y SATURN, así como de fondos para los escenarios a partir de AUTOCAD.

Con esto finaliza el capítulo 3, en el cual se han revisado algunas de las aplicaciones comerciales existentes en el mercado tanto en el campo de la Planificación como en el de la Simulación del Tráfico. Esto nos será de gran ayuda cuando se realice el correspondiente análisis crítico de la aplicación TRAMOS.