

#### 8.1. CONCLUSIONES FINALES

Al inicio del texto, habíamos enumerado los objetivos estratégicos de esta Tesina. Lo primero que cabe preguntarse es si se han cumplido todos ellos, por lo que trataremos a continuación de dar respuesta, uno por uno, a los objetivos que nos habíamos marcado:

- 1) Se han descrito y analizado las fuentes de información cartográfica que pueden servirnos de base para la aplicación de la herramienta. Se ha analizado también el error inherente de cada una de ellas y se ha tratado de explicar el origen del mismo. Finalmente, se han aceptado como válidas para la aplicación del programa la cartografía 1:5.000 y la 1:50.000 del ICC y, por encima de todas, la cartografía generada a partir de un recorrido *in situ* con tecnología GPS que debe ser (y está siendo), no obstante, depurada. El error cartográfico, se concluye, es difícilmente cuantificable, aunque todo indica que es reducido si se utiliza la cartografía adecuada.
- 2) La aplicación programada es capaz de caracterizar cualquier trazado a partir de cartografía, reconociendo los radios de curvatura a lo largo del mismo. Incorpora, además, procesos para depurar errores de la información cartográfica, en el caso de que sea esto necesario. El reconocimiento de radios se comprueba que es un método eficaz para caracterizar un trazado, a tenor de los resultados obtenidos.
- 3) Se han analizado las normativas vigentes que definen la velocidad específica en carreteras y la velocidad máxima en curva en ferrocarriles, para acabar programando un algoritmo capaz de calcular la velocidad máxima (en condiciones de comodidad y seguridad) para cualquier tipo de vía terrestre y para cualquier radio de curvatura.
- 4) Se han analizado todos los condicionantes que influyen en el recorrido libre de un vehículo (ya sea de carretera o ferroviario) y se ha programado un algoritmo capaz de simular el recorrido de velocidades que sigue un vehículo al recorrer un determinado tramo a velocidad libre (sin influencia del tráfico). Ello nos ha permitido programar un algoritmo que calcula la velocidad de recorrido libre (y el tiempo de recorrido) de cualquier tramo.
- 5) Se ha analizado el error teórico inducido por la aplicación del modelo propuesto. Se concluye que, a pesar de poder cometer errores *puntuales* de cierta relevancia al calcular radios de curvatura o velocidades específicas, los errores en magnitudes integradas (como el tiempo y la velocidad de recorrido) se mantienen en valores

muy reducidos, inferiores al 1% cuando la base cartográfica nos proporciona puntos del trazado cada 10-15m, que son los valores habituales.

- 6) Se ha programado una aplicación que, a partir de lo anteriormente descrito, nos permite, en pocos segundos, calcular la velocidad de recorrido libre de un gran número de tramos (viarios o ferroviarios). A modo de ejemplo, se ha mostrado la aplicación sobre una parte importante de la Red Básica de Carreteras de Catalunya (en concreto, en el ejemplo mostrado se han caracterizado un total de 1805 tramos de carretera para un total de 4000 km, aproximadamente.
- 7) Se han contrastado los resultados obtenidos al aplicar el programa con datos disponibles de un estudio de medición de velocidades de recorrido *in situ* (mediante el sistema del *coche flotante*). El contraste ha resultado ser plenamente satisfactorio y se comprueba que los resultados del programa se ajustan bastante bien a la realidad.

Se puede decir, por tanto, que se han cumplido todos los objetivos marcados.

La aplicación desarrollada se ha incorporado satisfactoriamente al *SIMCAT* (Sistema de Información y Modelización para la Evaluación de Políticas Territoriales en Catalunya), que ya se aplica en la elaboración del Plan de Carreteras de Catalunya (PCC).

Gracias a esta herramienta, el cálculo de caminos mínimos cuando la impedancia es el tiempo, es ahora más preciso y, sobretodo, más consistente. La velocidad de recorrido libre calculada constituye un indicador fiable y homogéneo para los análisis de oferta del *SIMCAT*, además de un elemento de juicio a partir del cuál podemos evaluar distintas alternativas ante un proyecto de construcción de una nueva infraestructura.

El *SIMCAT* se aplicará también, como se ha comentado, en la elaboración del Plan de Infraestructuras Ferroviarias y los Planes Territoriales (Comarcas Centrales, Ponente, Alto Pirineo y Arán).

## 8.2. RECOMENDACIONES

Es altamente recomendable *calibrar* el modelo en función del tipo de análisis que se desee realizar. En el presente texto se han indicado algunos valores de referencia en cuanto a la aceleración máxima, la deceleración, la potencia del vehículo y las resistencias al avance.

Gracias a la *flexibilidad* que permite el formulario elaborado es fácilmente comprobable cómo estos valores influyen considerablemente en los resultados obtenidos. Precisamente, la confección del citado formulario pretende facilitar la calibración del modelo y la adaptación a los diferentes condicionantes que puedan darse.

Como ejemplo, el modelo no ha sido calibrado para el AVE, aunque está preparado lógicamente para ello.

La segunda recomendación se deriva de la aplicación práctica del modelo, y hace referencia al tiempo que puede permanecer un vehículo detenido en una intersección (o en el caso del ferrocarril, el tiempo que este permanece parado en cada estación). Tal como está diseñada la aplicación actualmente, para considerar el tiempo de parada, es necesario un post-proceso, es decir, que hay que actuar sobre los resultados obtenidos *a posteriori*.

Una solución sencilla, y a la vez efectiva, para incorporar en el programa estos tiempos de parada, sería añadir en el formulario una nueva opción de cálculo, de modo que, en el caso de carreteras, permitiría añadir el nº de intersecciones atravesadas según su tipo (nº de intersecciones semafóricas, stop, ceda el paso, rotondas...). De igual forma, para el ferrocarril se incorporaría una opción para añadir el número de estaciones en las que el tren considerado realiza parada.

Para cada tipo de intersección, habría que estimar un tiempo de penalización, de modo que el tiempo final de recorrido se calcularía incluyendo estas penalizaciones y, por ende, la velocidad de recorrido del tramo se vería afectada, como es lógico.

Como última recomendación, tal vez cabría reprogramar el cálculo de la resistencia a la rodadura, de modo que éste se realice de forma diferenciada en función de si el trazado considerado pertenece a la red viaria o bien ferroviaria. El contacto entre la rueda de un coche y el pavimento y el que se produce entre las ruedas del tren y la vía, se ha comprobado que condicionan de formas bastante distintas el movimiento de uno y otro vehículo, por lo que la adaptación de ambos cálculos a un algoritmo único (situación actual) no parece lo más óptimo, a pesar de que se han encontrado fórmulas para que la adaptación sea lo más precisa posible, según lo comentado en capítulos anteriores.