



## Los sistemas **de navegación**



**FITSA**

Fundación Instituto Tecnológico  
para la Seguridad del Automóvil

El objetivo de esta línea de actuación de Fitsa es difundir la eficacia, científicamente probada, de las tecnologías de seguridad y protección ambiental –valores positivos– presentes en el automóvil.

Con ello se pretende poner en valor social y de mercado el conocimiento de estas tecnologías, induciendo así su demanda por parte de los ciudadanos en beneficio de su seguridad y del medioambiente, que es uno de los Objetivos Directores de las actuaciones de la Fundación.

En los trabajos de investigación y análisis han colaborado diversas entidades especializadas en los ámbitos tecnológicos concretos, y a quienes Fitsa expresa su reconocimiento.



## Los sistemas de navegación



- Los sistemas de navegación proporcionan a los conductores beneficios tan básicos como el aumento de la seguridad en la conducción al reducirse la indecisión en la selección de rutas, la reducción del consumo de combustible al evitarse desvíos o rodeos innecesarios y el ahorro de tiempo empleado en los recorridos.
- La venta de navegadores en Europa ha aumentado de forma espectacular en los últimos años, y la tendencia es que seguirá creciendo. Los estudios aseguran que a finales del año 2005 el 10% de los vehículos europeos ya estaban equipados con un sistema de navegación. En España, el crecimiento esperado es superior al de la media europea.
- Es necesaria una regulación sobre el empleo seguro de estos sistemas, su ubicación y sus características con objeto de minimizar la posibilidad de uso inadecuado de los navegadores y el riesgo de distracción.

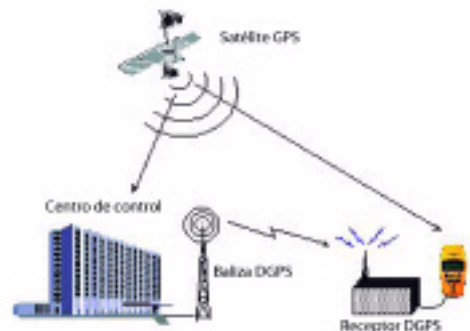


La Fundación FITSA, en colaboración con el Laboratorio Integrado de Sistemas Inteligentes y Tecnologías de la Información en Tráfico (LISITT) de la Universidad de Valencia, ha analizado la efectividad de la navegación dinámica en la reducción de tiempos de recorrido y de emisiones y en la mejora de la seguridad de circulación. El análisis incluye una aproximación económica a los beneficios reportados al conjunto de la sociedad por la penetración de la navegación dinámica en los automóviles del parque de vehículos español.

## Los sistemas de navegación

La tecnología de navegación y posicionamiento usada actualmente está basada en el sistema GPS (*Global Positioning System* o Sistema de Posicionamiento Global), el cual permite determinar la posición de una persona, nave o vehículo en cualquier parte del mundo con un error o incertidumbre no superior, por lo general, a los cuatro

metros. El GPS capta la señal emitida por varios satélites geoestacionarios y utiliza el retardo o desfase entre ellas para calcular la posición del receptor sobre la esfera terrestre. El sistema fue originalmente desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para aplicaciones militares, y posteriormente abierto a uso civil. Actualmente se está desarrollando otro sistema similar en Europa, el sistema "Galileo", y existe ya un sistema más preciso bautizado como GPS Diferencial (DGPS), que permite eliminar en su mayoría los errores de posición. Los sistemas de navegación combinan la información sobre la posición del vehículo



obtenida a través del GPS con los mapas digitales almacenados en su memoria, en un CD-ROM o DVD para determinar en qué carretera o calle se encuentra el vehículo y poder así guiar al conductor a lo largo de una ruta hasta el destino final. Los "navegadores" o sistemas de navegación son de distintos tipos:

- **Sistemas de navegación integrados** en los vehículos (normalmente en su salpicadero), y



- **Sistemas portátiles** basados bien en sistemas dedicados o bien en agendas electrónicas (popularmente conocidas como PDAs) o teléfonos móviles.



*Diferentes tipos de sistemas de navegación (de arriba a abajo): agenda electrónica o PDA, sistema integrado en el salpicadero, y sistema integrado en el retrovisor*

Una de las principales diferencias entre ambos tipos de sistemas es que los sistemas portátiles cuentan solamente con la señal GPS para determinar su posición, mientras que los sistemas integrados disponen de información adicional como la velocidad indicada por el velocímetro del vehículo, su aceleración, los cambios de dirección determinados a través de una brújula o un giroscopio...



## Un paso más, la navegación dinámica

El Canal de Mensajes de Tráfico (o, en inglés, *Traffic Message Channel* - TMC) es una aplicación específica del Sistema de Datos de Radio (RDS o *Radio Data System*) de FM. El sistema es usado para transmitir información sobre el estado del tráfico en tiempo real. Los mensajes de tráfico se reciben de forma silenciosa en el aparato receptor, es decir, no interrumpen el programa de radio que se esté escuchando, son decodificados por el equipo de radio o por los navegadores del tipo "dinámico" e inmediatamente mostrados al usuario visualmente o mediante un mensaje leído en el lenguaje preseleccionado.

Los mensajes TMC se pueden filtrar de modo que sólo se muestren aquellos que son realmente relevantes para el viaje que se está desarrollando en cada momento. Los navegadores dinámicos pueden recalcular la ruta y ofrecer desvíos alternativos en base a los mensajes TMC, por ejemplo si se recibe un anuncio de atasco o accidente a lo largo de la ruta escogida. Esta capacidad de algunos

sistemas de navegación de modificar la ruta en base a información sobre tráfico que es actualizada continuamente es lo que justifica dicho apelativo de "dinámicos".

El servicio RDS-TMC es completamente automático y se nutre de la información de tráfico existente en el denominado Concentrador de Información de Tráfico de la Dirección General de Tráfico. El proceso es el siguiente: cada vez que un mensaje de tráfico es introducido en dicho concentrador se comprueba, en primer lugar, si dicho mensaje se corresponde con una de las localizaciones geográficas TMC previamente definidas (las localizaciones o puntos TMC se asocian a hitos singulares como cruces de carreteras, desvíos, puntos kilométricos concretos...). Si el mensaje se corresponde a un punto TMC, se le asigna un código numérico, y se decide por qué codificadores o antenas, de los que RNE tiene distribuidos por todo el territorio nacional, debe ser difundido. Finalmente se envía a RNE para su inserción en la señal RDS transmitida, en la actualidad, a través de Radio Nacional 3.

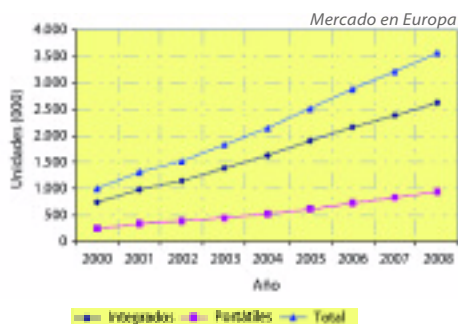
La creciente congestión del tráfico está impulsando notablemente el desarrollo de los sistemas de navegación. En el futuro, los sistemas dinámicos interactivos descargarán directamente al sistema de navegación del vehículo rutas personalizadas desde un servidor central. Estas rutas personalizadas tendrán también en cuenta las estrategias públicas de gestión del tráfico. Estas estrategias, por ejemplo, podrán priorizar aquellas

rutas que alejen a los vehículos de eventos como zonas escolares al inicio o final de la jornada de estudio, áreas en obras, siniestros de circulación, etcétera.

## El mercado de los navegadores

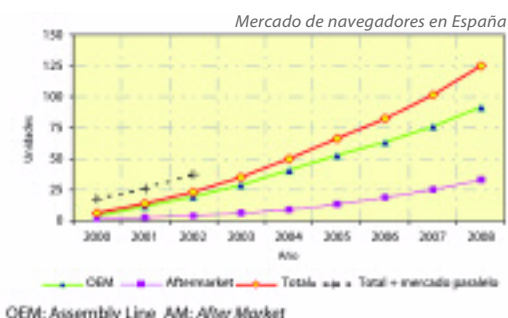
Según diversos estudios y organizaciones, el número de sistemas de navegación vendidos en Europa se ha incrementado de forma espectacular en los últimos años y la tendencia es que seguirá aumentando. En el año 2004 las cifras ascendían ya a unos 1,9 millones de unidades vendidas y se cree que **al final del año 2005 alrededor del 10% de los vehículos europeos estaban ya equipados con un sistema de navegación.**

La siguiente gráfica muestra la previsión de la evolución del mercado de estos dispositivos en Europa, distinguiéndose entre los sistemas integrados (OEM), y los sistemas portátiles (aftermarket):



En España, la navegación en los automóviles empezó en 1997 con las primeras unidades vendidas. En 2001 se estima que se instalaron unas 12.000 unidades, 50% en la

propia cadena de montaje del vehículo y 50% posteriormente. En estos momentos se está hablando ya de varios cientos de miles de unidades vendidas todos los años. **Durante los próximos años el crecimiento esperado en España se prevé superior a la media europea.**



Gracias a los pasos agigantados a los que avanza la tecnología, el precio de los dispositivos de navegación va haciéndose cada día más accesible. Se pueden encontrar dispositivos hoy en día por unos 200 euros que ofrecen prestaciones básicas como el posicionamiento mediante GPS sobre un mapa prefijado y la planificación de rutas. Los dispositivos con características más avanzadas tales como la recepción de información de tráfico en tiempo real y el cálculo de rutas de modo dinámico ven incrementado su precio significativamente.



## Efectos de los navegadores sobre la conducción

El estudio FITSA-LISITT ha analizado, a partir de artículos técnicos publicados en congresos mundiales sobre Sistemas Inteligentes de Transporte y de otros tipos de estudios, la influencia que la navegación dinámica puede tener en la seguridad vial y en las condiciones del tráfico. La búsqueda de información ha incluido también una consulta al Grupo de Sistemas de Navegación coordinado por la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones – ANFAC. Aspectos como la eficacia del guiado al destino, la selección de rutas óptimas, la reducción de tiempos de viaje, el ahorro de combustible y el descenso de congestiones, entre otros, han sido analizados tomando como base dichas fuentes técnicas.

Los expertos apuntan a los siguientes **beneficios básicos** para los conductores que usan la información de tráfico en tiempo real:

1. **Aumento de la seguridad al reducirse la indecisión a la hora de seleccionar rutas.**
2. **Mejora de la seguridad al conocerse con mayor antelación las maniobras que se aproximan (desvíos, giros...) y, gracias a ello, reducirse algunos comportamientos erráticos de los conductores.**
3. **Reducción de la ansiedad que puede producirse cuando se desconoce la ruta hasta llegar al destino deseado y las condiciones del tráfico en el resto del recorrido. Aspecto éste especialmente**

**importante en los conductores de mayor edad.**

4. **Reducción del tiempo de viaje al disponerse de un cálculo óptimo de las rutas y evitarse desvíos innecesarios.**
5. **Disminución del consumo de combustible y, consecuentemente, de las emisiones contaminantes.**
6. **Retenciones de menos kilómetros.**

Los análisis cualitativos de los efectos de los navegadores sobre la seguridad vial parten de la base de que **‘un conductor perdido es un conductor peligroso’**. En base a ello, se considera que los sistemas de navegación incrementan considerablemente la seguridad en situaciones complejas como, citando un caso concreto, la baja visibilidad debida a la lluvia o a la niebla. Gracias a las instrucciones proporcionados por los navegadores, un conductor puede saber que debe tomar un desvío mucho antes de verlo, y prepararse con tiempo suficiente para la maniobra. Además, al recibir información de tráfico en tiempo real, los sistemas de navegación dinámica pueden ofrecer información crítica para la seguridad vial, como por ejemplo la presencia de un vehículo circulando en contra dirección.

El estudio también concluye que, **si bien estos sistemas pueden aumentar considerablemente la seguridad de la conducción, el mal uso de los mismos puede influir negativamente en la misma e, incluso, ser la causa directa de peligrosas distracciones.** Por este motivo *es necesaria una regulación no sólo sobre el uso de estos sistemas por parte del usuario sino también sobre su ubicación, sobre las características del dispositivo y sobre todos aquellos aspectos que*





*influyen directamente en el uso práctico del navegador.*

Las posibles limitaciones de los navegadores son:

1. **A medida que vamos viajando por carreteras de menor orden, la información disminuye en cantidad y calidad, por lo que la ventaja de seguridad también se reduce.**
2. **Riesgo de distracción si se programa manualmente el navegador durante la conducción.**
3. **Necesidad de desviar la vista de la carretera para consultar la pantalla del navegador.**
4. **Menor ergonomía de uso del software de cara a su uso por parte de personas mayores.**

Es un hecho conocido que una de las principales causas de las distracciones que se producen durante la conducción es desviar la vista de la calzada para buscar o manipular objetos en el interior del vehículo. Por este

motivo, es imprescindible evitar que este tipo de distracciones se vea potenciado con la utilización incorrecta de los sistemas de navegación. Otro problema potencial relacionado con estos dispositivos es **la manipulación del sistema por parte del conductor, la cual únicamente debería realizarse a vehículo parado**. Por otro lado, la información sobre la ruta, una vez solicitada por el conductor, debería estar disponible lo más rápidamente posible o, en el caso ideal, sin retraso alguno.

La búsqueda de información realizada por FITSA-LISITT sobre los efectos de los navegadores dinámicos en la seguridad de la conducción permite concluir que **“todavía no se dispone de la suficiente evidencia científica como para cuantificar numéricamente dicho efecto sobre la seguridad”**.

En cuanto a los demás efectos de la navegación, y en base a las evidencias científicas publicadas en la literatura técnica, se puede concluir que los sistemas de información del tráfico, entre los cuales quedarían englobados los sistemas de navegación, **son capaces de reducir el tiempo de viaje en un 15%, así como de reducir en hasta un 7% el gasto de combustible**. Los estudios disponibles indican que a medida que se incrementa el número de usuarios del sistema, el tiempo medio de viaje se va reduciendo, si bien la tendencia empieza a cambiar a partir del momento en que el 75% de los conductores disponen del dispositivo. A partir de dicho porcentaje, el comportamiento de demasiados conductores empieza a ser el mismo, al recibir todos ellos las mismas o similares instrucciones de conducción, lo cual provoca finalmente efectos negativos al trasladarse los atascos de un sitio a otro.

## Estimación económica de los efectos de la navegación dinámica



Como ya se ha indicado, todavía no es posible cuantificar de manera precisa **el impacto sobre el número de víctimas** por accidentes de circulación que podría derivarse de la introducción de los sistemas de navegación dinámica en España. Ante esta situación, la mejor alternativa consiste en plantear diferentes escenarios hipotéticos:

- Escenario 1: los sistemas de navegación previenen 50 víctimas mortales y 1.450 lesionados.
- Escenario 2: los sistemas de navegación previenen 95 víctimas mortales y 2.755 lesionados.
- Escenario 3: los sistemas de navegación previenen 150 víctimas mortales y 4.350 lesionados.
- Escenario 4: los sistemas de navegación previenen 200 víctimas mortales y 5.800 lesionados.

Para calcular dichos escenarios se ha tenido en cuenta que, en España, la distracción es uno de los factores concurrentes en aproximadamente el 40% de los accidentes de circulación, según la Dirección General de Tráfico. Si en 2004 en España fallecieron 4.751 personas como resultado de los accidentes de circulación, el 40% de dicha cifra representa 1.900 vidas. A continuación se ha asumido la hipótesis de que los

navegadores permitirían prevenir un 5% de dichos accidentes causados por distracción, concluyéndose que cada año se podrían evitar aproximadamente 95 víctimas mortales y cerca de 2.750 lesionados. Dado que dicha hipótesis es un valor estimado, el resto de escenarios se limita a plantear cifras que oscilan entre la mitad y el doble de la citada efectividad.

Utilizando los valores económicos asociados a la prevención de fallecidos y lesionados calculados por FITSA con la colaboración Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA) de la UPM, es posible relacionar dicha prevención de lesiones con un ahorro social en términos monetarios.

Puesto que las rutas se optimizan y se evitan desvíos innecesarios, parece evidente que la navegación dinámica producirá ahorros en los tiempos de trayecto, en el mantenimiento de los vehículos, en el consumo de combustible y, finalmente, en la mejora del medio ambiente. El trabajo FITSA-LISITT ha asignado una valoración económica a todos estos ahorros, valoración que se muestra resumida en la siguiente tabla (cifras en millones de euros anuales):

Ahorro económico estimado	Prevención estimada de víctimas			
	50 víctimas mortales y 1.450 heridos	95 víctimas mortales y 2.755 heridos 4.350 heridos	150 víctimas mortales y 5.800 heridos	200 víctimas mortales y
Reducción Siniestralidad	96,65	186,97	259,95	386,61
Ahorro combustible	2.108,75	2.108,75	2.108,75	2.108,75
Reducción costes operativos	0,258	0,258	0,258	0,258
Reducción del tiempo de viaje	649,9	649,9	649,9	649,9
Reducción de las emisiones contaminantes	200	200	200	200
<b>Totales</b>	<b>3.055,56</b>	<b>3.145,88</b>	<b>3.218,86</b>	<b>3.345,52</b>

En cuanto al coste de instalación de los sistemas de navegación, se ha considerado únicamente aquellos vehículos que más se pueden beneficiar de su utilización. Así, se ha considerado la instalación de navegadores en el 100% de los camiones, furgonetas, autobuses y en un porcentaje de turismos equivalente al 30% (aquellos turismos que más circulan en zonas con altos niveles de congestión circulatoria). Considerando un precio inicial de los sistemas de 400 euros, una vida útil de cuatro años, y un valor residual al final de la misma de 100 euros, **los cálculos arrojan unos ahorros económicos notablemente superiores a los costes de instalación de los navegadores en los vehículos.**

## Conclusiones finales sobre los sistemas de navegación

- Permiten ahorrar combustible y emisiones: La navegación dinámica puede representar un considerable ahorro de combustible (y de emisiones) así como de

tiempo de recorrido. En base a los informes disponibles, se puede estimar un ahorro de combustible del 7% y un ahorro de tiempo de desplazamiento del 15%.

- Es aconsejable su promoción: Teniendo en cuenta los ahorros potenciales, la navegación dinámica debería ser promocionada, sobre todo entre aquellos usuarios que más utilizan los vehículos en zonas desconocidas para ellos o con frecuentes atascos.
- Efectos sobre la seguridad todavía sin cuantificar: Aún no se dispone de la suficiente evidencia científica como para poder cuantificar con precisión los beneficios de la navegación dinámica sobre la seguridad vial.
- Su uso correcto debe ser promovido: Ante el desconocimiento aparente por parte del usuario de ciertas normas relativas al uso seguro de los navegadores de conducción resulta necesario profundizar en la educación sobre la influencia de los navegadores en la seguridad vial y, más específicamente, sobre los aspectos de interacción hombre-navegador.

## Evidencias científicas de la eficacia de las tecnologías Colección 2006

- 1.- El programa EuroNcap.
- 2.- Avance en el diseño de los reposacabezas
- 3.- Sistema de alerta de cambio involuntario de carril
- 4.- Avisa cinturones
- 5.- El control electrónico de estabilidad y el sistema de ayuda a la frenada
- 6.- Control inteligente de velocidad
- 7.- La llamada automática e-call
- 8.- Las luces de conducción diurna
- 9.- Sistemas de control de la presión de los neumáticos
- 10.- Las luces diurnas en vehículos de cuatro ruedas y la accidentalidad de ciclomotores y motocicletas
- 11.- Los sistemas de navegación
- 12.- La protección de peatones y ciclistas
- 13.- Tecnologías de propulsión híbridas

*Individualmente se pueden descargar en [www.fundacionfitsa.org](http://www.fundacionfitsa.org)*

### Patronos de la Fundación Fitsa



**FITSA**

Fundación Instituto Tecnológico  
para la Seguridad del Automóvil

Centro colaborador



© FITSA 2007. La obra se encuentra protegida por la ley española de propiedad intelectual y/o cualesquiera otras normas resulten de aplicación. Queda prohibido cualquier uso de la obra diferente a lo autorizado bajo esta licencia o lo dispuesto en las leyes de propiedad intelectual.

Se permite la copia, distribución y reproducción de la presente obra siempre que se realice de forma individual, no lucrativa y con la indicación de sus autores, de su procedencia y de los derechos de FITSA sobre la misma.

Prohibido sublicenciar la obra. Prohibida la modificación, reducción o ampliación de la obra así como su incorporación a otras obras sin el previo y expreso consentimiento por escrito de FITSA.