

**RACC**

---

# **SISTEMAS DE RECONOCIMIENTO DE SEÑALES DE TRÁFICO EN TURISMOS**

---

**COLABORACIÓN RACC - ADAC**



**Agosto 2011**

---

# 1 Introducción

Cada vez más, los límites de velocidad se adaptan de forma más precisa no solo a las condiciones de la vía en un tramo, sino también a otros factores como la accidentalidad que presenta, el tipo de tráfico o ahora también las consideraciones medioambientales. Además, las nuevas tecnologías permitirán que la velocidad máxima permitida en un tramo pueda no ser fija, sino que varíe en función de los parámetros comentados en tiempo real.

En esta situación cada vez más común, el usuario tiene que estar más atento a la señalización, y tener mayor capacidad de reacción a posibles cambios. Incluso en aquellos tramos que recorre de forma habitual, con señalización variable los límites pueden variar de un día a otro, o de un momento del día a otro. Este hecho puede ser fuente de confusión, dificultar la conducción e incluso generar distracciones que deriven en una mayor accidentalidad.

Y es en este contexto que los fabricantes de turismos están promoviendo la incorporación de nuevas tecnologías de reconocimiento y tratamiento de imágenes en sus vehículos que asistan al conductor en saber en todo momento la velocidad a la que se le permite circular, y le evite dudas que se traduzcan en una infracción (y posible denuncia) o, peor aún, en un accidente.



BMW y Mercedes introdujeron este sistema en 2008/2009 por primera vez. Posteriormente ha sido incorporado por Opel y, no hace mucho, por Volkswagen y Audi. Ha llegado la hora de observar con mayor detalle estos sistemas de asistencia al conductor y analizar los beneficios que realmente ofrecen al consumidor. Algunos de estos sistemas tienen un coste adicional de 500€, por lo que es de suponer que deberían ofrecer ventajas importantes. Otros tienen un precio inferior, por ejemplo el sistema de Audi, que tiene un coste extra de 150€. En cualquier caso, los precios varían considerablemente dependiendo de los detalles del equipamiento.

---

El estudio se ha centrado en tres aspectos:

- Capacidad de reconocimiento: cantidad de señales que detecta, y que reconoce el límite de velocidad correctamente.
- Procesamiento de información procedente de otras fuentes, como por ejemplo mapas de datos de navegación,
- Display de la información: cómo se muestra la información al usuario

El estudio ha revelado que, aunque puede ser muy útil que nos muestren los límites de velocidad y aunque ofrecen una buena asistencia para el conductor, los sistemas no acaban de ser 100% fiables. Mientras que la calidad de visualización para el conductor varía desde satisfactoria a muy buena, algunos de los sistemas sólo lograron porcentajes aceptables de reconocimiento. El rango va desde un 74% durante la noche en un VW Phaeton hasta un 95% con luz diurna en un BMW serie 7. En aquellos casos en los que es aplicable, los resultados de capacidad de reconocimiento también reflejan el uso de datos de navegación. Mientras que los porcentajes de reconocimiento son ligeramente más bajos durante la noche, la lluvia prácticamente no afecta al rendimiento de las cámaras, salvo cuando la lluvia es torrencial, lo que también reduce drásticamente la visibilidad del conductor.



Las señales de tráfico ubicadas en pórticos también pueden ser un problema importante. Los dos tipos más habituales de paneles de señalización de tráfico son:

### 1. Paneles de fibra óptica

La fibra óptica conecta los puntos individuales de la matriz del panel con una fuente de luz central, generalmente una lámpara halógena. Esta fuente de luz no funciona por impulsos, por lo que permite un reconocimiento sin destellos de las cámaras de abordo. Los coches sometidos al estudio no tuvieron problemas para reconocer este tipo de señales de tráfico variables.

### 2. Paneles de LEDs

Este tipo de panel consta de una matriz de LEDs controlados de forma individual. Algunos paneles de LEDs ahorran energía y controlan su luminosidad funcionando por impulsos.

---

Aunque dada la alta frecuencia con que trabajan puede ser imperceptible para el ojo humano, es un serio problema para las cámaras de reconocimiento de señales de tráfico. Si las frecuencias de los paneles y de la cámara no están coordinados adecuadamente, el panel aparecerá totalmente en blanco, es decir que el sistema no percibirá la luz emitida por los LEDs y en consecuencia no reconocerá el límite de velocidad.

Los fabricantes son conscientes del problema que presenta este último tipo de señales de tráfico variables y están trabajando para ofrecer soluciones. También tendrán que colaborar con los proveedores de tecnología de señalización y definir estándares uniformes. Hasta entonces se trabaja actualizando los sistemas para la optimización del control de la cámara.

### Vehículos sometidos al estudio y resultados

La siguiente tabla muestra los coches sometidos al estudio y los resultados finales. Los resultados detallados de cada coche se comentan en el capítulo 4.

|                    | Precio   | Veredicto del RACC | Puntuación general | Porcentaje de reconocimiento | Puntuación de la visualización |
|--------------------|----------|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Ponderación        |          |                    |                    | 66 %                         | 33 %                           |
| <b>Coche</b>       |          |                    |                    |                              |                                |
| BMW 740d           | €320*    | +                  | 1,7                | 1,9                          | 1,3                            |
| Mercedes S 500 CGI | €2,440** | +                  | 2,1                | 2,0                          | 2,1                            |
| Audi A8            | €150*    | +                  | 2,2                | 2,3                          | 1,9                            |
| Opel Insignia      | €525***  | o                  | 2,8                | 2,9                          | 2,6                            |
| VW Phaeton         | €450*    | o                  | 2,8                | 2,8                          | 2,7                            |

\* Disponible sólo con el sistema de navegación por satélite

\*\* Incl. pack de navegación por satélite

\*\*\* Incl. asistente de mantenimiento de carril



Estos fueron los coches analizados: Mercedes S 500 CGI, Audi A8, BMW 740d, VW Phaeton, Opel Insignia

**BMW** obtuvo el mejor resultado general del estudio, con una puntuación de 1,7. El fabricante de Munich fue el primero en ofrecer un sistema de reconocimiento de señales de tráfico que utiliza datos de mapas y tiene en cuenta los límites de velocidad debidos a diferentes causas (tráfico, nocturnidad, entre otros) y las condiciones climatológicas. Sin embargo, el sistema, cuya primera generación está disponible desde hace dos años, no reconoce ni muestra las señales que prohíben el adelantamiento. Gracias al veredicto positivo por su porcentaje de reconocimiento del 92% es capaz de superar a sus principales competidores, excepto por el drástico deterioro cuando se trata del reconocimiento nocturno. Aunque el BMW sometido al estudio no falló nunca al reconocer señales montadas en una estructura con paneles de información variable, existe un cierto riesgo técnico, y este es aplicable también a todos los competidores de BMW. En algunos momentos resultó evidente que los datos del mapa no estaban totalmente actualizados, lo que contribuyó en gran parte a los pocos errores de indicación que aparecieron. El proyector de información al campo visual de los límites de velocidad, ofrecido solamente por BMW, ha resultado ser óptimo.

**Mercedes** ha lanzado recientemente la segunda generación de su sistema de reconocimiento de señales de tráfico para los vehículos de las clases E y S. Con sus nuevas características, el sistema de Mercedes ha logrado igualar a BMW y también utiliza los mapas de navegación y sus datos sobre límites de velocidad. El sistema también reconoce señales suplementarias y se las muestra al conductor. Sin embargo, el sistema aún no es capaz de reconocer señales de prohibición de adelantamiento. Durante el estudio, el sistema de Mercedes ha demostrado ser bastante avanzado, logrando un porcentaje general de reconocimiento del 91%. El reconocimiento algo menos favorable de algunas señales de tráfico variables montadas en estructuras, impidió que obtuviera una mejor puntuación general. Mientras que la pantalla ofrece buena visibilidad para el conductor, un proyector de información al campo visual sería una opción más deseable en esta clase de

---

vehículos. En consecuencia, este sistema obtuvo el segundo lugar del estudio, con una puntuación de 2,1.

**Audi** ocupa el tercer lugar a poca distancia con una puntuación general de 2,2. El A8 es el primer coche del fabricante con un sistema de reconocimiento de señales de tráfico opcional. Reconoce señales de limitación de velocidad, pero no muestra señales de prohibición de adelantamiento. El sistema utiliza sin embargo los datos provenientes de mapas, permitiendo la visualización de límites de velocidad para cualquier sección de carretera, además de tener en cuenta información del tiempo en el que dicha velocidad de circulación puede variar y la presencia de lluvia. Aunque el sistema logró un porcentaje general de reconocimiento del 89% en el estudio, el reconocimiento de señales es claramente menos fiable por la noche, lo que, en parte, es debido a los faros opcionales con LEDs que incorporaba el coche sometido al estudio. Emiten claramente menos luz dispersa hacia arriba que los faros de xenón de serie, y en consecuencia dirigen menos luz a las señales de tráfico. El sistema de Audi mostró repetidos problemas al reconocer los límites de velocidad indicados por algunas señales variables montadas en estructuras. Un mayor nivel de fiabilidad podría haberle proporcionado un resultado muy superior al 90%. La pantalla para el conductor tiene un buen diseño y sólo podría ser mejorada con un proyector de información al campo visual.

**Opel** ha sido el único fabricante del estudio con un sistema basado exclusivamente en una cámara, sin utilizar datos de mapas. La ventaja de esta opción es que no requiere de un costoso sistema de navegación por satélite. Por otro lado, el sistema no reconoce, por ejemplo, las señales de limitación en poblaciones o ciudades. Sin embargo, el sistema de Opel destaca por ser el único de todo el estudio que reconoce las señales que prohíben el adelantamiento. También reconoce señales suplementarias, pero no la información que se incluye en ellas (calzada resbaladiza cuando llueve o está sucia, tiempo de aplicación del límite de velocidad, etc.). El porcentaje de reconocimiento del sistema fue del 81%, de día y de noche. Algunos tipos de señales variables montadas en estructuras causaron problemas importantes. Las consecuencias de no utilizar los datos de mapas se hicieron evidentes especialmente en zonas urbanas y en carreteras secundarias. Comparado con sus competidores, el rendimiento general del sistema de Opel no es malo. El sistema podría haber alcanzado un porcentaje de reconocimiento superior al 91% si hubiese indicado al conductor los límites en poblaciones/ciudades (basándose en los datos de los mapas de navegación) y si hubiese reconocido las señales variables montadas en estructuras. La indicación de los límites de velocidad es claramente visible para el conductor. Aunque la pantalla monocromática no se considera una desventaja, debería tener una mayor

---

resolución para permitir más combinaciones. La cámara montada en el parabrisas se extiende en gran medida hacia abajo, lo que influye ligeramente en la visibilidad del conductor (en comparación con los sistemas de los competidores). No parece una solución ideal. Con una puntuación general de 2,8, el sistema de Opel obtuvo un respetable cuarto puesto.

**Volkswagen** también obtuvo una puntuación general de 2,8, por lo que comparte el cuarto puesto con Opel. Desde su remodelación en Junio, el Phaeton está disponible con un sistema de reconocimiento de señales de tráfico opcional. El sistema recibe imágenes desde la cámara montada en el parabrisas y utiliza además los datos sobre limitación de la velocidad provenientes de los mapas del sistema de navegación. También reconoce y tiene en cuenta las señales suplementarias (calzada resbaladiza cuando llueve o está sucia, tiempo de aplicación del límite de velocidad, etc.). El reconocimiento de señales que prohíben el adelantamiento no será posible hasta que el sistema sea actualizado en diciembre. Esto coincidirá con una actualización de los mapas, algo absolutamente necesario, ya que muchos de los errores de indicación ocurrieron debido a la falta de actualización de los mapas. También hubo problemas con el reconocimiento de algunas señales variables montadas en estructuras, lo que tuvo como resultado un porcentaje de reconocimiento general de solo el 84%. La indicación de los límites de velocidad es claramente visible para el conductor, pero bloquea cualquier información adicional del ordenador de abordo. La posición de la indicación del límite de velocidad en la pantalla del navegador es demasiado baja.

**Tabla con las puntuaciones detalladas para el reconocimiento.**

|                    | Puntuación | Reconocimiento general | Reconocimiento diurno | Reconocimiento nocturno | Reconocimiento de señales fijas | Reconocimiento de señales variables | Reconocimiento en zonas de obras en carretera |
|--------------------|------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Ponderación        |            |                        | 3                     | 1                       | 1                               | 1                                   | 1                                             |
| <b>Coche</b>       |            |                        |                       |                         |                                 |                                     |                                               |
| BMW 740d           | 1,9        | 92 %                   | 95 %                  | 82 %                    | 95 %                            | 95 %                                | 90 %                                          |
| Mercedes S 500 CGI | 2,0        | 91 %                   | 92 %                  | 90 %                    | 95 %                            | 85 %                                | 90 %                                          |
| Audi A8            | 2,3        | 88 %                   | 89 %                  | 82 %                    | 95 %                            | 85 %                                | 90 %                                          |
| Opel Insignia      | 2,9        | 83 %                   | 81 %                  | 81 %                    | 95 %                            | 75 %                                | 90 %                                          |
| VW Phaeton         | 2,8        | 84 %                   | 87 %                  | 74 %                    | 90 %                            | 80 %                                | 85 %                                          |

### Tabla con las puntuaciones detalladas para la visualización

|                    | Puntuación/<br>visualización | Posición de la<br>pantalla para el<br>conductor | Muestra<br>simultánea de<br>información | Diseño de la<br>pantalla | Tiempo de<br>respuesta de la<br>pantalla |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|
| Ponderación        |                              | 5                                               | 2                                       | 1                        | 1                                        |
| <b>Coche</b>       |                              |                                                 |                                         |                          |                                          |
| BMW 740d           | <b>1,3</b>                   | 1                                               | 1                                       | 1,5                      | 3                                        |
| Mercedes S 500 CGI | <b>2,1</b>                   | 2                                               | 3                                       | 1                        | 2                                        |
| Audi A8            | <b>1,9</b>                   | 2                                               | 2                                       | 1                        | 2                                        |
| Opel Insignia      | <b>2,6</b>                   | 2,5                                             | 3                                       | 4                        | 1                                        |
| VW Phaeton         | <b>2,7</b>                   | 2                                               | 4,3                                     | 1,5                      | 4                                        |

## 2 Explicación del sistema y su funcionalidad

Aunque las funciones de los sistemas de reconocimiento de señales de tráfico sometidos al estudio son ligeramente distintas, todos ellos disponen de una cámara montada en la parte superior central del parabrisas que ofrece imágenes del entorno de la carretera delante del vehículo. La imagen completa es analizada para determinar la presencia de señales de tráfico. El procedimiento tras el reconocimiento de una limitación de velocidad es distinto dependiendo del fabricante. El sistema de Opel muestra la limitación de velocidad directamente, sin considerar ningún otro detalle. Los demás fabricantes utilizan información adicional como la hora actual, las condiciones climatológicas (lluvia) o el tiempo de aplicación de las velocidades y muestran estas condiciones junto con el límite de velocidad. En los sistemas de Audi y VW se puede activar el modo vehículo con remolque para detectar e indicar limitaciones de velocidad para vehículos que llevan remolques.



*Cámara de abordo del Opel Insignia*



*Display central de Audi*

Aunque los sistemas de Audi, BMW y VW reconocen el símbolo de "calzada resbaladiza", sólo muestran la limitación de velocidad correspondiente cuando los limpiaparabrisas están funcionando. El sistema de Mercedes muestra este tipo de limitaciones de velocidad condicionadas junto con el símbolo de calzada resbaladiza, independientemente de si los limpiaparabrisas están funcionando. Para indicar limitaciones de tiempo, aparece la palabra "zeitweise" (temporal) en la pantalla del Mercedes. Si el tipo de restricción no se identifica con precisión, el límite de velocidad se indica como "condicional". En lugar de distinguir entre distintos tipos de restricciones, el sistema de Opel generalmente sólo muestra un signo de exclamación en un rectángulo debajo de la señal de tráfico mostrada.

Ya que ninguno de los sistemas sometidos al estudio reconoce señales de limitación en poblaciones o ciudades, todos los vehículos tienen que fiarse de los datos de los mapas, que en consecuencia necesariamente tienen que estar actualizados. Este es el apartado en el que Opel no puede competir, ya que no utiliza datos de los mapas de navegación.



*A velocidades inferiores a los 55 km/h, el sistema de Opel no muestra un límite de velocidad (véase foto a la izquierda) con el fin de evitar la indicación incorrecta de límites de velocidad superiores en áreas edificadas.*

Los fabricantes de los sistemas sometidos al estudio mantienen totalmente en secreto la tecnología de sus cámaras. Todas las cámaras tienen una resolución vertical/horizontal de menos de 1000 píxeles. Las imágenes son analizadas como imágenes en escala de grises, ya que tienen valores de contraste superiores. Al igual que en las cámaras de fotos, los tiempos de exposición dependen de las condiciones de luz del ambiente. Los tiempos de exposición durante el día son más cortos y en consecuencia más propensos a causar problemas al intentar reconocer señales variables (con tecnología LED) que en el caso de condiciones de poca luz. Una coincidencia desfavorable de la frecuencia de los LEDs y de la frecuencia de registro de la cámara puede tener como consecuencia que el sistema electrónico de abordo perciba la señal de tráfico como una imagen destellante o que ni siquiera la perciba. En consecuencia, algunas señales de LEDs montadas en una estructura podrían no reconocerse de manera fiable, aunque generalmente no son un problema. Esto queda demostrado por los resultados obtenidos por los paneles de señalización variable de fibra óptica, en los que todos los sistemas sometidos al estudio lograron un porcentaje de reconocimiento del 100%. Las cámaras de abordo reconocen las problemáticas señales de LEDs montadas en una estructura mucho mejor en condiciones de poca luz, cuando los tiempos de exposición son mayores. Estos tiempos de exposición más largos reducen significativamente la posibilidad de que las frecuencias de impulsos de las señales y las de la cámara coincidan de tal manera que no se perciba ningún LED.

---

## 3 Estudio

### 3.1 Procedimiento del estudio

Los inspectores analizaron la fiabilidad y calidad del reconocimiento de límites de velocidad mediante los sistemas de reconocimiento de señales de tráfico y la visualización que ofrecen a los conductores. El criterio decisivo para la valoración fue si los límites de velocidad eran mostrados correctamente al conductor. Para el conductor es un factor secundario si la información sobre el límite de velocidad se obtiene mediante una cámara o sobre la base de datos de mapas de navegación. Además, esto no se puede determinar con absoluta certeza para todos los vehículos analizados. Sólo Mercedes y Opel permiten que el conductor vea si la limitación de la velocidad fue reconocida realmente por la cámara. Las situaciones en las que se realizaron los análisis incluyeron situaciones "normales" que generalmente se encuentran en carreteras extraurbanas y autopistas, así como señales montadas en estructuras con indicaciones de límite de velocidad variables. El análisis también se centró en situaciones habituales, pero más complejas, como por ejemplo el porcentaje de reconocimiento de señales de limitación de velocidad al borde de la carretera en amplias autopistas de tres carriles y de señales de limitación de velocidad en curvas estrechas. También se realizaron pruebas en varias situaciones urbanas. Mientras que el reconocimiento de las señales de limitación en poblaciones/ciudades hubiese sido de gran ayuda, los datos de los mapas de navegación resultaron ser una alternativa viable. También se realizaron pruebas tras el ocaso para determinar el rendimiento de los sistemas de noche. El objetivo de las distintas pruebas realizadas fue determinar los porcentajes de reconocimiento y error de los sistemas y ofrecer información sobre las ventajas de los sistemas para los conductores.

Un total de diez inspectores condujeron y valoraron cada coche, respondiendo a las siguientes preguntas sobre la base de sus experiencias:

- ¿El reconocimiento de las señales de limitación de velocidad/prohibición de adelantamiento, generalmente tiene sentido?
- ¿Cómo valora usted el rendimiento de reconocimiento del sistema de abordaje que acaba de probar?
- ¿Cómo valora la manera en que se muestran al conductor?
- ¿Bajo qué condiciones falló el reconocimiento automático?
- ¿Cuál es su conclusión sobre este sistema?

Los inspectores dieron su opinión mediante textos libres, describiendo sus experiencias y las situaciones vividas durante las pruebas.

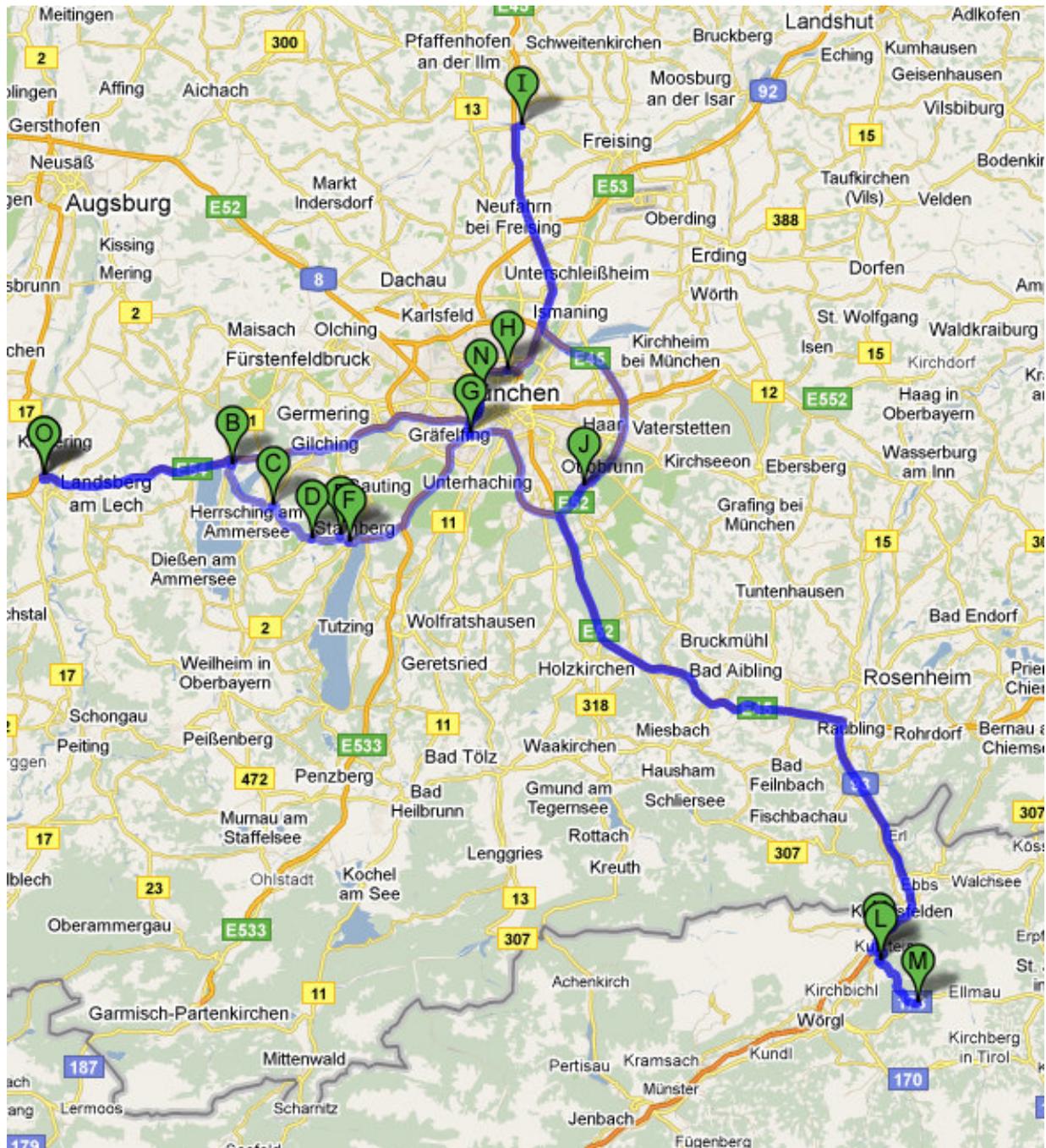
---



*BMW con proyección del límite de velocidad en el parabrisas*

Cada inspector recorrió una ruta definida incluyendo todas las situaciones habituales de señalización, así como situaciones más complicadas, como obras en la carretera y señales especiales. Más abajo se muestra el mapa de la ruta. La ruta incluso fue extendida hacia Austria con el fin de establecer si el reconocimiento de señales ligeramente distintas tampoco presentaba problemas. En el mapa de ruta se anotaron con exactitud los límites de velocidad reales y los mostrados por los sistemas de abordó.





La ruta del estudio recorre unos 430 kilómetros de carreteras de distintos tipos, en las siguientes localidades:

Landsberg – Inning am Ammersee – Seefeld – Perchting – Söcking – Starnberg – A995 – A95 – Luise-Kiesselbach-Platz, Munich – Mittlerer Ring Munich – Petuelring Munich – A9 – Allershausen – A9 – A99 – A8 –Cruce de autopistas Inntal – A93 – Kufstein Süd, salida de la autopista – Eiberg Straße B173 – Stockach (cambio de sentido) – Eiberg Straße B173 – Kufstein Süd, entrada a la autopista – A93 – A8 – A99 dirección Munich – Mittlerer Ring Munich – A96 dirección Lindau – Landsberg.

Se colocaron señales de limitación de velocidad adicionales en un circuito de pruebas para comprobar específicamente el porcentaje de reconocimiento de cada sistema de cámara. Se añadieron también varias señales suplementarias para determinar si realmente se reconocen o si la información adicional que se indica está basada en datos del navegador.

La prueba rápidamente mostró que hay problemas con algunas señales variables montadas sobre estructuras. Con el fin de observar qué tipos de señales variables son problemáticas y cuáles no, y llegar a la raíz del problema, las señales sobre las estructuras fueron filmadas utilizando una cámara de vídeo de abordado adicional. Las capturas de pantalla que se muestran a continuación, obtenidas de las grabaciones, ilustran los resultados de la prueba.



*Algunos LEDs funcionando por impulsos pueden no ser reconocidos por la cámaras de abordado. Las imágenes en la parte superior e inferior muestran cómo “desaparecen” señales completas.*



*La cámara de abordado “ve” barras negras moviéndose a través de los paneles de señalización, lo que dificulta el reconocimiento.*

### 3.2 Criterios de ensayo

Los siguientes criterios se aplicaron en la evaluación de los porcentajes de reconocimiento diurno/nocturno:

- Reconocimiento del cambio de límites de velocidad en rutas estándar.
- Reconocimiento de límites de velocidad especiales/temporales (p.e. por obras) y paneles de señalización variable montados sobre estructuras.
- Reconocimiento de señales bajo condiciones de iluminación desfavorables (p.e. reflejo del sol durante el día, luces del tráfico en sentido contrario por la noche).
- Reconocimiento de señales cuando está lloviendo.
- Reconocimiento de limitaciones de velocidad condicionales (tiempo de aplicación del límite de velocidad, calzada resbaladiza, límites distintos para coches y camiones).
  - ¿Los tiempos indicados se reconocen y aciertan?
  - ¿Las advertencias de calzada resbaladiza se reconocen y aciertan?
  - ¿Las señales especiales (coches/camiones) se reconocen y aciertan?
  - ¿Se muestra el límite de velocidad correcto en el caso de que varias señales de limitación de velocidad estén colocadas una debajo de la otra?

Otro criterio de evaluación importante fue si la manera de mostrar la información es adecuada para el conductor. Un aspecto de este criterio es la posición de la pantalla, es decir la facilidad con la que el conductor puede ver la información y en qué medida distrae al conductor respecto al tráfico a su alrededor. La proyección al campo visual es una buena solución. Otro aspecto es la calidad y funcionalidad de la pantalla. Mientras que las pantallas que sólo ofrecen la información básica se consideraron aceptables, las indicaciones mediante señales realistas y símbolos fáciles de entender obtuvieron una mejor puntuación.

Un mero signo de exclamación no ofrece realmente información suficiente. Basado en la experiencia de los inspectores, la visualización simultánea de la información del ordenador de abordo al lado del símbolo de limitación de velocidad también es importante. Un símbolo de limitación de velocidad que se enciende brevemente en la pantalla tras el reconocimiento es una solución satisfactoria, y una presentación en paralelo, como se utiliza p.e. en Audi es una buena solución. La solución ideal es, sin embargo, la proyección al campo visual.

Finalmente, los inspectores también determinaron el tiempo necesario para que la limitación de velocidad reconocida sea mostrada al conductor. En muchos casos, el símbolo correspondiente se muestra mucho después de pasar la señal real, de forma que el

---

conductor puede ver el símbolo en la pantalla pero no la señal en la carretera. Opel tiene el tiempo de respuesta más corto de todos los sistemas analizados, mostrando los límites de velocidad poco después de pasar la señal real.



*Sólo el sistema de Opel reconoció tanto los límites de velocidad como las prohibiciones de adelantamiento.*

## 4 Los resultados en detalle

### 4.1 Audi A8

---

#### Ventajas:

- + Buen porcentaje de reconocimiento general
- + Incluye el reconocimiento de señales suplementarias
- + Visualización adecuada para el conductor
- + Datos del navegador actualizados



#### Desventajas:

- Problemas al reconocer señales de tráfico de LEDs
- 

El sistema de reconocimiento de señales de tráfico de Audi es opcional, y sólo está disponible en combinación con un sistema de navegación por satélite (2900 €) y el sistema de asistencia para el mantenimiento del carril (500€) y/o el control de crucero adaptable (2.000€). Esto cambia la perspectiva del coste adicional moderado (150€) de la indicación de límites de velocidad. La indicación de límites de velocidad es definitivamente recomendable para aquellos que soliciten el sistema de navegación por satélite.

Aunque el sistema de Audi reconoce los límites de velocidad, no muestra señales de prohibición de adelantamiento. El sistema utiliza los datos provenientes de mapas para asegurar que se muestran los límites de velocidad de cualquier sección de carretera y también incluye limitaciones de tiempo y advertencias de calzada resbaladiza. El porcentaje de reconocimiento general de Audi en el estudio fue de un 88%, con un porcentaje de reconocimiento nocturno algo más bajo (82%). Al mismo tiempo, el porcentaje de reconocimiento de señales montadas sobre estructuras se incrementa a casi el 100% por la noche. El menor reconocimiento de señales estándar por la noche (especialmente en carreteras con muchas curvas) también fue debido a los faros opcionales con LEDs con los que estaba equipado el vehículo utilizado para el estudio. Emiten claramente menos luz dispersa hacia arriba que los faros de xenón de serie, y en consecuencia dirigen menos luz a las señales de tráfico. El sistema de Audi mostró repetidos problemas al reconocer los límites de velocidad indicados por algunas señales variables montadas en estructuras durante el día. Un mayor nivel de fiabilidad podría haberle proporcionado un resultado muy superior al 90%. La pantalla para el conductor tiene un buen diseño y sólo podría ser mejorada con un proyector de información al campo visual, el cual se espera que esté

---

disponible hacia finales de 2010. El símbolo mostrado tiene un diseño claro y de alta resolución. Puede ser mostrado solo, en tamaño completo o como pequeño símbolo en la esquina superior izquierda de la pantalla, cuando se muestra junto con otra información del ordenador de abordo.



*Panel de instrumentos de Audi con indicación del límite de velocidad*

## 4.2 BMW 740d

---

### Ventajas:

- + Buen porcentaje de reconocimiento general
- + Incluye el reconocimiento de señales suplementarias
- + Visualización muy adecuada para el conductor
- + Dispone de la proyección de la información al campo visual.



### Desventajas:

- Porcentaje de reconocimiento algo inferior por la noche

---

En 2008, BMW fue el primero en ofrecer un sistema de reconocimiento de señales de tráfico que utiliza datos de mapas y tiene en cuenta los tiempo de aplicación del límite de velocidad y las condiciones climatológicas. El sistema se obtiene por un pago adicional de 320€ y sólo está disponible en combinación con un sistema de navegación por satélite. No reconoce ni muestra señales de prohibición de adelantamiento. El límite de velocidad reconocido se muestra en forma de pequeño símbolo en color debajo del velocímetro o como símbolo de color posicionado de manera ideal a través de la proyección al campo de visión del conductor.

A pesar de que el sistema se ofrece en la versión de primera generación, sus porcentajes de reconocimiento son comparables de manera bastante favorable con las versiones más recientes de sus competidores. Con un porcentaje de reconocimiento general del 92%, el sistema obtuvo un veredicto bueno y el primer lugar del estudio con un margen muy estrecho. Su porcentaje de reconocimiento diurno, del 95%, cae en picada de noche, al 82%, debido a que el sistema se basa más en los datos del mapa, que no están muy actualizados. Aunque el BMW sometido al estudio no falló nunca al reconocer señales montadas en una estructura con paneles de información variable, existe un cierto riesgo técnico, y este es aplicable también a todos los competidores de BMW. Los pocos errores de indicación aparecidos se debieron sobre todo a los datos del mapa. El proyector de información al campo visual de los límites de velocidad, ofrecido solamente por BMW, ha resultado ser óptimo. Sin el proyector de información, la calidad de visualización del BMW de la serie 7 habría obtenido un resultado peor, porque el símbolo debajo del velocímetro es

---

demasiado pequeño. En consecuencia, su puntuación general no hubiese sido mejor que la de los sistemas de Mercedes y Audi.

*Ideal: proyección del límite de velocidad en el parabrisas*



### 4.3 Mercedes S 500 CGI

Ventajas:

- + Buen porcentaje de reconocimiento general
- + Reconocimiento de señales suplementarias
- + Visualización adecuada para el conductor
- + Datos del navegador actualizados



Mercedes lanzó la segunda generación de su sistema de reconocimiento de señales de tráfico en octubre de 2010. Mientras que la primera generación sólo evaluaba las imágenes de la cámara, el sistema renovado utiliza también datos del sistema de navegación. El sistema de la clase S tiene una pantalla a color de alta resolución que aparece en la gran pantalla del velocímetro y también, si así se desea, en el mapa del navegador. El símbolo de limitación de velocidad en la pantalla del velocímetro puede mostrarse permanentemente o aparecer con cada nuevo reconocimiento. El sistema no es capaz de mostrar simultáneamente los datos del ordenador de abordo y el símbolo de limitación de velocidad ni de reconocer señales de prohibición de adelantamiento. También está disponible en una versión de la clase E con una pantalla monocromática. Gracias a sus nuevas características, el sistema ha podido alcanzar a BMW.



*Panel de instrumentos del Mercedes con indicación del límite de velocidad*

Durante el estudio, el sistema de Mercedes ha demostrado ser bastante avanzado, logrando un porcentaje general de reconocimiento del 91%. También reconoce señales

suplementarias, p.e. “calzada resbaladiza cuando llueve o está sucia”, “temporalmente” o “condicional”. El porcentaje de reconocimiento fue del 92% durante el día y sólo se redujo ligeramente durante la noche, al 90%, obteniendo así el mejor porcentaje de reconocimiento nocturno del estudio. El reconocimiento algo menos favorable (diurno) de algunas señales de tráfico variables montadas en estructuras impidió que obtuviera una mejor puntuación general. Mientras que la pantalla ofrece buena visibilidad para el conductor, un proyector de información al campo visual sería una opción más deseable en esta clase de vehículos.

---

#### 4.4 Opel Insignia Sports Tourer

---

##### Ventajas:

- + Respetable porcentaje de reconocimiento general
- + Corto tiempo de respuesta al mostrar los límites de velocidad

##### Desventajas:

- Problemas al reconocer señales de tráfico de LEDs
- No utiliza datos del sistema de navegación
- La cámara invade el campo de visión



Opel ha sido el único fabricante del estudio con un sistema basado exclusivamente en una cámara sin utilizar datos de mapas. Esta opción no requiere de un costoso sistema de navegación por satélite. Por otro lado, el sistema “no conoce” las condiciones locales y en consecuencia no puede detectar áreas edificadas (ninguno de los sistemas sometidos al estudio reconoce señales de limitación de poblaciones/ciudades). Sin embargo, el sistema de Opel destaca por ser el único de todo el estudio que reconoce las señales que prohíben el adelantamiento. También reconoce señales suplementarias, pero no la información que se incluye en ellas (calzada resbaladiza cuando llueve o está sucia, tiempo de aplicación del límite de velocidad, etc.). Toda señal suplementaria detectada es mostrada simplemente como un signo de exclamación dentro de un rectángulo. El símbolo de limitación de velocidad en la pantalla del velocímetro puede mostrarse permanentemente o aparecer con cada nuevo reconocimiento. El sistema no es capaz de mostrar simultáneamente los datos del ordenador de abordo y el símbolo de limitación de velocidad en la pantalla del conductor.

El porcentaje de límites de velocidad correctamente mostrados por el sistema fue del 81%, de día y de noche. Observando solamente el rendimiento de reconocimiento de la cámara y dejando de lado la incapacidad de reconocer los límites en las ciudades, el sistema tiene un porcentaje de reconocimiento superior al 85%. Algunos tipos de señales variables montadas en estructuras causaron problemas importantes. Su reconocimiento correcto hubiese incrementado el porcentaje de reconocimiento de Opel por encima del 91%. Las consecuencias de no utilizar los datos de mapas se hicieron evidentes especialmente en zonas edificadas y en carreteras secundarias. Sin embargo, comparado con sus competidores, el rendimiento general del sistema no es malo. Se basa más en el sano juicio

---

del conductor. Por ejemplo, el límite de velocidad general en zonas edificadas es de 50 km/h. Si existe un límite de velocidad diferente, se indica mediante una señal, que el sistema de Opel reconoce y muestra. Lo mismo es de aplicación para carreteras secundarias, donde es de aplicación un límite de velocidad general de 100 km/h, salvo que se indique lo contrario mediante una señal, que el sistema reconoce.

La indicación de los límites de velocidad es claramente visible para el conductor. Aunque la pantalla monocromática no se consideró una desventaja, debería tener una mayor resolución para permitir más combinaciones en la pantalla. Lo que los inspectores sí consideraron como una desventaja del sistema de Opel es que la cámara montada en el parabrisas se extiende en gran medida hacia abajo, lo que influye en la visibilidad del conductor (en comparación con los sistemas de los competidores). No parece una solución ideal.



*Panel de instrumentos de Opel con indicación del límite de velocidad*

## 4.5 Volkswagen Phaeton

---

### Ventajas:

- + Respetable porcentaje de reconocimiento general
- + Incluye el reconocimiento de señales suplementarias

### Desventajas:

- Problemas al reconocer señales de tráfico de LEDs
- Porcentaje de reconocimiento nocturno reducido
- Los datos del mapa no están completamente actualizados



---

Desde su remodelación en junio de 2010, el Phaeton está disponible con un sistema de reconocimiento de señales de tráfico opcional. Curiosamente, en diciembre de 2010 habrá una actualización del sistema, que coincidirá con una actualización de los mapas, permitiendo el reconocimiento y visualización de señales de prohibición de adelantamiento. El sistema recibe imágenes desde la cámara montada en el parabrisas y utiliza además los datos sobre limitación de la velocidad provenientes de los mapas del sistema de navegación. También reconoce e incluye las señales suplementarias (calzada resbaladiza cuando llueve o está sucia, tiempo de aplicación del límite de velocidad, etc.).

El sistema sometido al estudio (versión de agosto de 2010) no reconocía señales de prohibición de adelantamiento. La actualización del mapa es absolutamente necesaria, ya que muchos de los errores de indicación ocurrieron debido a la falta de actualización de los mapas. También hubo problemas con el reconocimiento de algunas señales variables de LEDs montadas en estructuras, lo que tuvo como resultado un porcentaje de reconocimiento general de solo el 84%. Aunque el porcentaje de reconocimiento diurno del sistema es respetable, con un 87%, el porcentaje de reconocimiento por la noche, del 74%, no es nada espectacular. El resultado hubiese sido diferente con datos de mapa actualizados y una cámara más sensible.

Aunque la indicación de los límites de velocidad es claramente visible para el conductor, y utiliza símbolos de alta resolución y colores nítidos, bloquea cualquier información adicional del ordenador de abordo. Los límites de velocidad también se pueden mostrar en la pantalla

---

del navegador. Sin embargo, la posición es demasiado baja. Lo ideal sería la proyección al campo visual, pero eso es algo que aún puede llegar.



*Panel de instrumentos del Volkswagen con indicación del límite de velocidad*

## 5 Exigencias del RACC:

- *A pesar de que el rendimiento de los sistemas de reconocimiento de señales de tráfico ya es bueno, aún necesitan mejoras.*
- *Deberían reconocer más tipos de señales, especialmente las señales de limitación en las poblaciones/ciudades.*
- *Debe encontrarse cuanto antes una solución viable para los problemas con las señales variables de LEDs.*

El estudio ha revelado, que aunque puede ser muy útil que nos muestren los límites de velocidad y aunque ofrecen una buena asistencia para el conductor, los sistemas no acaban de ser 100% fiables. Los porcentajes de reconocimiento dependen principalmente del entorno de la carretera. Los sistemas sometidos al estudio tuvieron un muy buen rendimiento y funcionaron prácticamente sin errores en autovías y autopistas. Sin embargo, las carreteras con un trazado más complejo revelaron las limitaciones incluso de los mejores sistemas. Este problema muestra la necesidad de disponer de datos de mapas actualizados. Las actualizaciones de datos para los sistemas de navegación de los fabricantes de coches no deberían ser más caras que las de los dispositivos móviles, ya que los datos son prácticamente idénticos y se les aplica los mismos derechos de licencia. Los fabricantes de vehículos no deberían hacer un negocio adicional con ello. Mercedes ha dado el ejemplo ofreciendo actualizaciones gratuitas durante los primeros tres años.

Los fabricantes son conscientes de que las cámaras tienen problemas para reconocer los paneles de LEDs que funcionan por impulsos para, por ejemplo, ahorrar energía. Aunque no es un problema para el relativamente lento ojo humano, el nodo pulsado es un importante reto para los sistemas de cámaras. Algunas señales variables funcionan con impulsos horizontales, otros con verticales. Una alternativa viable sería controlar cada LED individualmente para evitar que “se apaguen” al mismo tiempo y permitir un reconocimiento permanente de la señal. Otra opción sería incrementar la frecuencia de los impulsos. Actualmente se están desarrollando diversas soluciones y mejoras en los sistemas de cámaras. El RACC solicita a los fabricantes de vehículos que definan cuando antes normas estandarizadas en colaboración con los fabricantes de señales de LEDs con el fin de asegurar un reconocimiento óptimo.

La actualización de software anunciada para el VW Phaeton, que supuestamente permitirá un mejor reconocimiento, especialmente de las señales de tráfico variables, será analizada durante la segunda semana de diciembre de 2010. Los resultados de este estudio de

---

seguimiento estarán disponibles a finales de diciembre de 2010 y demostrarán si los esfuerzos del fabricante han tenido éxito.

