



**Análisis comparativo de sistemas
avanzados de frenada de emergencia
(AEBS)**

Colaboración RACC-ADAC

Agosto 2011

ÍNDICE DE CONTENIDO

0	RESUMEN EJECUTIVO	2
1	RESULTADOS GENERALES	8
2	RESULTADOS ESPECÍFICOS	9
3	RESULTADOS DETALLADOS	21
4	INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES SOBRE COLISIONES POR ALCANCE	35
5	EL AEBS Y SU IMPACTO EN LA GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES	37
6	DEMANDAS DEL RACC	39
7	CONSEJOS PARA LOS CONSUMIDORES	40
8	SISTEMAS DE ASISTENCIA ACTIVA EN EL COCHE DEL FUTURO	41
9	METODOLOGÍA DE PRUEBAS	43

0 Resumen ejecutivo

0.1 Introducción

Todos los sistemas avanzados de frenado de emergencia (advanced emergency braking systems – AEBS) analizados son capaces de reducir significativamente la gravedad de las colisiones por alcance. Esta es la conclusión del análisis comparativo de los AEBS realizado por el RACC, en colaboración con el automóvil club alemán ADAC. Actualmente, estos sistemas ya constituyen un gran añadido a la seguridad del vehículo. Dado que las colisiones por alcance (posteriores) se consideran como el tipo de accidente de carretera más grave los AEBS, junto con el ESC (control electrónico de estabilidad), se encuentran entre los sistemas más importantes de asistencia activa al conductor.

El Volvo V60 es el vehículo que obtiene mejores resultados en las pruebas y el único coche en conseguir la máxima puntuación. Al reducir drásticamente la energía del impacto antes de la colisión, el sistema del Volvo mitiga la gravedad del accidente. Además, el sistema seguridad en ciudad de Volvo evita totalmente las colisiones en tráfico urbano si el vehículo circula a poca velocidad.

Al Volvo le siguen el Mercedes CLS y el Audi A7. Al aproximarse a un objeto en movimiento, los sistemas de ambos vehículos reducen automáticamente la velocidad de manera significativa. El Mercedes también frena si el objeto está estático, aunque no consigue evitar una colisión. Aunque el Audi no frena automáticamente ante un objeto estático, tiene la mejor puntuación en la secuencia de alertas. Ambos fabricantes han anunciado una mejora de sus AEBS para evitar colisiones con objetos estáticos mediante el frenado del coche.

Si bien el VW Passat no muestra ninguna deficiencia grave, es superado ampliamente por el Mercedes o el Audi en cuanto a reducción de la velocidad del impacto. A velocidades de hasta 30 km/h, el sistema del Passat aplica automáticamente los frenos para evitar la colisión del coche con un objeto estático.

El Infiniti M y el BMW serie 5 consigue una puntuación satisfactoria. En ambos vehículos, la reducción de la velocidad durante el frenado autónomo es sólo marginal. Además, el aviso de colisión del Infiniti es ineficaz. El coche japonés está equipado con un innovador pedal del acelerador que empuja hacia atrás el pie del conductor si la distancia del coche situado delante no es la adecuada.

La falta de precisión de esta innovación, no obstante, puede acabar poniendo nerviosos a los conductores.

Una funcionalidad adicional muy útil del sistema AEBS es la asistencia a la frenada automática, que aplica de forma eficaz la presión de frenada adecuada si el conductor no pisa el freno con la fuerza suficiente para evitar la colisión. El BMW y el Infiniti son los únicos coches de entre los vehículos analizados, que vienen equipados con esta funcionalidad.

Conclusión: Aunque la mayoría de los automovilistas se consideran buenos conductores que no necesitan este tipo de sistemas, los AEBS son una tecnología muy útil, y no sólo para los conductores inexpertos; cualquier persona al volante ha experimentado alguna vez un momento de distracción, al manipular la radio, calmar a los niños en el asiento trasero o por alguna influencia externa.

A pesar de esto, aunque los vehículos vayan equipados con AEBS, los conductores siempre deberán tener en cuenta que los sistemas nunca pueden sustituir a un conductor atento. Los automovilistas que guardan la distancia de seguridad en todo momento y conducen de forma defensiva, mejoran considerablemente la seguridad en la carretera. Los sistemas son, no obstante, un activo de seguridad en situaciones de emergencia, que pueden evitar accidentes graves o mitigar sus consecuencias.



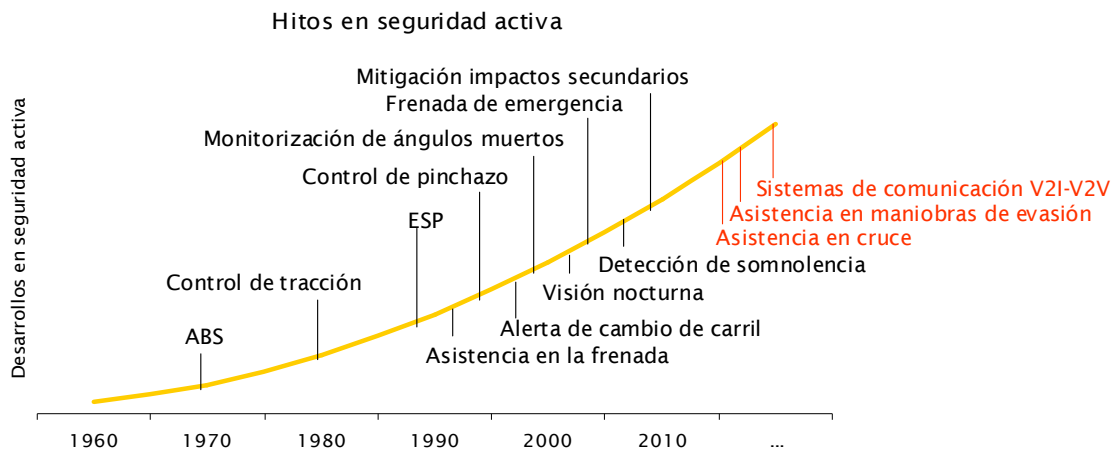
0.2 Tabla resumen de resultados

	Veredicto RACC	Puntuación global	B1: aproximación a un objeto en movimiento lento	B2: aproximación a un objeto en deceleración constante	B3: aproximación a un objeto que se para repentinamente	B4: aproximación a un objeto estático	Secuencia de alertas	Puntos positivos: asistencia a la frenada automática	Puntos positivos: Aviso de distancia	Puntos negativos: fallo de funcionamiento
Fabricante/tipo			20%	20%	20%	20%	20%			
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	++	1,5	1,7	2,2	2,4	0,8	2,0	-0,3	-0,1	0,1
Mercedes CLS 350 CGI	+	1,7	1,8	1,6	2,1	2,9	2,0	-0,3	-0,1	0,0
Audi A7 3.0 TFSI	+	2,0	1,9	1,2	2,9	4,6	1,0	-0,3	0,0	0,0
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	+	2,1	1,7	2,4	2,5	3,7	1,5	-0,3	0,0	0,0
BMW 530d Automatic	O	2,8	2,5	2,5	2,6	3,8	2,5	-0,1	0,0	0,1
Infiniti M37S Premium	O	3,0	2,9	2,6	2,6	2,2	4,5	-0,1	-0,1	0,2

0.3 Objetivos de la prueba, selección del producto, ámbito de la prueba

Con el desarrollo de sistemas de seguridad pasivas, la seguridad los automóviles ha ido aumentando a ritmo constante las últimas décadas. La introducción del cinturón de seguridad y el airbag fue un hito en la seguridad pasiva del vehículo. Además de los sistemas que minimizan la severidad de un accidente, los sistemas activos que pueden prevenir el accidente y que mitigan sus consecuencias han ido ganando importancia en los vehículos modernos.

Hace 30 años, se presentó con éxito el primer sistema de asistencia al conductor: los frenos ABS. La instalación obligatoria del ESC en vehículos nuevos a partir de 2012, es otro hito en la seguridad del conductor. Aunque el ESC es una tecnología muy eficaz para controlar trazadas y evitar perder el control del vehículo, es más o menos ineficaz en accidentes que tienen lugar en el mismo sentido o en sentido contrario al tráfico.



Las colisiones por alcance (posteriores) son muy frecuentes, al igual que los choques frontales. Las causas son una falta de atención momentánea o una velocidad o distancia de seguridad inadecuadas. Aunque las consecuencias de la mayoría las colisiones posteriores en zona urbana son sólo daños en el vehículo o lesiones leves, las colisiones carretera o autopista suelen causar lesiones más graves o mortales.

Para minimizar las consecuencias de las colisiones por alcance o, de forma ideal, para evitar totalmente el accidente, algunos fabricantes equipan sus vehículos con sistemas avanzados de frenado de emergencia (AEBS). Mediante sensores de radar, cámaras y/o láser, estos sistemas reconocen los vehículos situados por delante y avisan al conductor en caso de colisión inminente. Si el conductor no reacciona al aviso y la colisión no se puede evitar (por ejemplo con un giro rápido de volante), el sistema acciona automáticamente el sistema de frenos del vehículo para reducir la velocidad de impacto (zona de deformación electrónica) o evitar el impacto. El AEBS ayuda a reducir significativamente el número de muertos y lesionados graves en la carretera.

El presente análisis de los AEBS ha evaluado la capacidad de estos sistemas para reducir la velocidad de impacto, y cuándo y con qué eficacia avisan al conductor de una colisión inminente. La prueba se ha realizado con seis modelos de coches familiares de gama alta. Evitar una colisión mediante un aviso a tiempo siempre es mejor que una frenada automática de emergencia con consecuencias imprevisibles. Otro factor importante para mejorar la seguridad del conductor, es la fiabilidad del sistema. Los usuarios no aceptan falsas alarmas

por el riesgo de accidente derivado de la propia frenada. Teniendo esto en cuenta, las pruebas también han valorado la probabilidad de falsas alarmas o de frenadas de emergencia innecesarias.

Mercedes fue el primer fabricante en equipar sus vehículos (Clase S) con AEBS (Pre-Safe) en 2005. En un principio, el Pre-Safe era una opción muy cara para coches de lujo. Actualmente, aunque el AEBS sigue siendo un equipamiento opcional, se ha incluido en clases de vehículos más pequeños y algún modelo familiar.

0.4 Productos de calidad excepcionalmente alta o baja

El Volvo V60 obtiene la mejor valoración, pero por un pequeño margen. Su mayor cualidad es su gran potencial para evitar choques con obstáculos estáticos. Hasta velocidades de 40 km/h, el AEBS del Volvo 60 evita completamente que el coche choque con un objeto fijo. El comportamiento también es bueno a velocidades más altas. El sistema activa un alarma primero y automáticamente frena el coche para reducir la velocidad del impacto si el conductor no reacciona a tiempo al aviso.



En las pruebas dinámicas de velocidad, el Mercedes CLS y el Audi 7 reducen sensiblemente la velocidad y disminuyen drásticamente la gravedad de las lesiones, incluso superando al Volvo V60 en capacidad de respuesta. No obstante, los modelos de Mercedes y Audi no obtienen mejores valoraciones porque ninguno de los dos es capaz de evitar completamente una colisión y detenerse frente a un objeto estático como lo hace el Volvo V60. Ambos fabricantes han anunciado que a lo largo de este año lanzarán un AEBS mejorado que detiene el vehículo ante obstáculos estático.

Análisis comparativo de los sistemas avanzados de frenado de emergencia

El VW Passat solo puede detenerse ante un obstáculo estático a un velocidad baja. Aunque el Passat evita las colisiones con objetos estáticos a velocidades bajas, los resultados no han sido satisfactorios (a velocidades altas), puesto que hace sonar la alarma demasiado tarde o la alarma no suena.

El AEBS del BMW Serie 5 no tiene el nivel de sus competidores. Aunque el conductor recibe el aviso muy pronto, resulta fácil ignorar la alarma. Si el conductor no reacciona al aviso, el coche inicia un frenado parcial, que no reduce la velocidad de manera tan eficaz como los sistemas del resto de vehículos analizados. Si el obstáculo está inmóvil, el BMW directamente no frena.

A una distancia importante, el Infiniti ocupa obtiene los peores resultados. Los motivos de este resultado global negativo son un aviso ineficaz de colisión, la reducción inadecuada de la velocidad mediante el frenado de emergencia automático, y la falta de asistencia de frenada automática. Como punto positivo hay que destacar su innovador pedal acelerador que empuja hacia atrás el pie del conductor si la distancia del coche situado delante no es la adecuada. A pesar de esto, al sistema le falta precisión, y no ha tenido buena respuesta entre los usuarios.



Aunque los resultados generales varían mucho, todos los AEBS analizados aportan un plus de seguridad al vehículo. Aunque sólo reduzcan mínimamente la velocidad del impacto, estos pocos km/h de menos pueden ayudar a salvar vidas en una situación de emergencia.

1 Resultados generales

Fabricante/tipo	Veredicto RACC	Puntuación global	B1: aproximación a un objeto en movimiento lento		B2: aproximación a un objeto en deceleración constante		B3: aproximación a un objeto que se para repentinamente		B4: aproximación a un objeto estático		Secuencia de alertas			Puntos positivos: asistencia a la frenada automática	Puntos positivos: Aviso de distancia	Puntos negativos: fallo de funcionamiento	
			50_20	100_60	60_60_-3	50_40_-3	20_0	30_0	40_0	70_0*							
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	++	1,5	1,7	0,8	2,1	2,2	2,4	2,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	2,0	-0,3	-0,1	0,1
Mercedes CLS 350 CGI	+	1,7	1,8	1,5	2,0	1,6	2,1	2,1	2,9	5,5	2,1	2,1	1,0	2,0	-0,3	-0,1	0,0
Audi A7 3.0 TFSI	+	2,0	1,9	2,9	1,4	1,2	2,9	2,9	4,6	5,5	4,8	4,3	3,0	1,0	-0,3	0,0	0,0
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	+	2,1	1,7	0,8	2,1	2,4	2,5	2,5	3,7	2,3	2,3	5,5	5,5	1,5	-0,3	0,0	0,0
BMW 530d Automatic	O	2,8	2,5	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	3,8	3,3	4,3	4,3	3,0	2,5	-0,1	0,0	0,1
Infiniti M37S Premium	O	3,0	2,9	2,4	3,1	2,6	2,6	2,6	2,2	2,2	2,4	2,5	1,0	4,5	-0,1	-0,1	0,2

* la valoración sólo incluye el aviso de colisión

Escala de puntuación:

++	muy bueno	0.6 - 1.5
+	bueno	1.6 - 2.5
O	satisfactorio	2.6 - 3.5
⊖	aceptable	3.6 - 4.5
-	insuficiente	4.6 - 5.5

2 Resultados específicos

Volvo V60 D5 AWD Geartronic SUMMUM

Veredicto RACC: muy bueno

Precio base vehículo de prueba: 28.000 €

Precio total AEBS: 1.700 €

ACC incl. Full Auto Brake: 1.700 €

Seguridad en ciudad: estándar

Disponible para:

Motores de cualquier versión y categoría (cambio manual + automático)

Modelos disponibles: S60, XC60, S70, V70, V80



Resultados:

El Volvo V60 viene equipado con un excelente sistema de seguridad en ciudad que evita totalmente las colisiones con vehículos estáticos hasta velocidades de 40 km/h. El comportamiento del sistema a velocidades más altas y cuando el objeto situado delante se está moviendo, todavía no está a la altura del de los sistemas de otros fabricantes que reducen la velocidad de forma más efectiva.



La secuencia de alertas es eficaz: una serie de LEDs similares a las luces de freno del vehículo situado delante se proyecta sobre el parabrisas y una señal acústica claramente audible, avisa al conductor. Un aviso háptico haría que la alarma fuera todavía más eficaz (p.ej., una pequeña sacudida o una frenada parcial).

La asistencia a la frenada automática es muy eficaz. En caso de colisión inminente y si el conductor no presiona suficientemente el freno, el vehículo optimiza eficazmente la presión de frenado para evitar la colisión.

La visible, pero discreta, advertencia proyectada en el parabrisas para avisar al conductor de una distancia de seguridad inadecuada (menos llamativa que la advertencia de colisión) es un complemento muy funcional, puesto que recuer-

da al conductor que debe mantener la distancia de seguridad incluso antes de que se produzca una situación crítica.

Aspectos destacables:

- Prevención de colisiones con objetos estáticos hasta velocidades de 40 km/h
- Advertencia de colisión eficaz
- Asistencia a la frenada automática eficaz
- Aviso de distancia inadecuada
- A veces aviso de colisión demasiado pronto (fallo de funcionamiento)

Mercedes CLS 350 BlueEfficiency

Veredicto RACC: **bueno**

Precio base vehículo de prueba: 59.857 €

Precio total AEBS: 4.641 €

Paquete de asistencia a la conducción: 2.678 €

Paquete espejos: 464 €

Audio 50 APS: 1.499 €

Disponible para:

Motores de todas las versiones (cambio automático estándar en todas las versiones)

Modelos disponibles: Clase E, Clase S



Resultados:

El sistema Pre-Safe de Mercedes ha sido diseñado para minimizar las consecuencias de accidentes cuando la velocidad diferencial es elevada. En tales accidentes, el comportamiento del sistema es muy buena y la reducción de la velocidad es importante. Aunque el sistema Pre-Safe también contribuye a reducir la velocidad del impacto si el objeto es estático, no consigue evitar totalmente las colisiones. El sistema Pre-Safe avanzado que evite completamente las colisiones con objetos estáticos hasta una velocidad de 30 km/h estará disponible a partir de mediados de 2011¹.



La secuencia de alertas es buena, aunque con margen de mejora. La alerta visual es demasiado discreta. El sistema debería proyectar una señal visual en el parabrisas. Por el contrario, una ligera pre-frenada parcial proporciona al conductor el tiempo necesario para reaccionar. Si ignora el aviso, el sistema decelera con más fuerza antes de iniciar la frenada total automática antes del choque.

La asistencia a la frenada automática es muy eficaz. En caso de colisión inminente y si el conductor no presiona suficientemente el freno, el Mercedes optimiza eficazmente la presión de frenado para evitar la colisión.

La discreta advertencia de distancia es inadecuada; un piloto en el cuadro de instrumentos avisa al conductor de una colisión inminente, es un extra muy funcional puesto que recuerda al conductor que debe mantener la distancia de seguridad incluso antes de que se produzca una situación crítica.

Los aspectos más destacables son:

- Drástica reducción de la velocidad si el objeto está en movimiento
- Inicio de la frenada si el objeto es estático
- Frenada automática de gran eficacia
- Asistencia a la frenada automática eficaz
- Aviso visual de colisión apenas perceptible
- Prevención automática de colisión incompleta

¹ Fuente: el fabricante

Audi A7 3.0 TFSI quattro

Veredicto RACC: **bueno**

Precio base vehículo de prueba	48.900 €
Precio total AEBS:	4.120 €
ACC incl. pre-sense:	1.460 €
Asistencia lateral:	500 €
Asistencia al aparcamiento:	
Pantalla frontal (HUP) (opcional):	1.380 €



Disponible para:

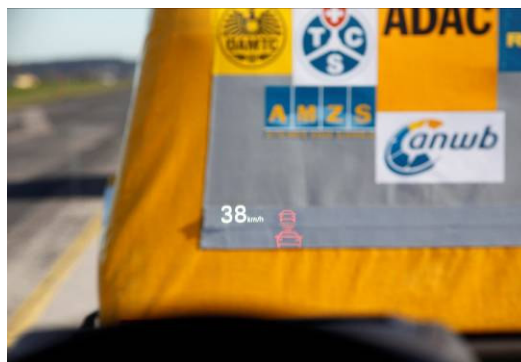
Motores de todas las versiones (cambio automático estándar en todas las versiones)

Modelos disponibles: A6, A8



Resultados:

Si la velocidad diferencial es alta, el comportamiento del Pre-Sense de Audi es excepcional. El frenado automático consigue una importante reducción de la energía de impacto. Por contra, el sistema no inicia la frenada automática si el obstáculo es estático. Esta



es la razón por la cual el Audi A7 no ha obtenido muy buenos resultados. Según el fabricante, se está trabajando en la mejora del sistema.

El sistema del Audi A7 viene con avisos eficaces, que consisten en una señal bien visible en el cuadro de instrumentos y en una pantalla de visualización frontal opcional, y una señal sonora. Si el conductor no reacciona, el sistema provoca una ligera sacudida en el coche para avisar al conductor antes de iniciar una frenada parcial de varias fases. Si no se puede evitar el choque, el coche aplica automáticamente toda la potencia de frenada. El problema radica en que la primera alerta se inicia un poco tarde.

La asistencia a la frenada automática es muy eficaz. En caso de colisión inminente y si el conductor no presiona suficientemente el freno, el Audi A7 optimiza eficazmente la presión de frenado para evitar la colisión.

Los aspectos más destacables son:

- Reducción considerable de la velocidad si el objeto está en movimiento
- Aviso y frenada automática de gran eficacia
- Asistencia a la frenada automática
- Sin frenada si el objeto es estático
- Aviso de colisión un poco tarde

VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG Highline

Veredicto RACC: bueno

Precio base vehículo de prueba: 27.925 €

Precio total AEBS: 1.195 €

ACC incl. Asistencia frontal: 1.195 €

Disponible para:

Motores de todas las versiones y categorías (excepto (excl. 90kW TSI y 77kW TDI) (cambio manual + automático)

Modelos disponibles: Passat, Passat CC



Resultados:

El VW Passat consigue una buena puntuación global, aunque el comportamiento de la Asistencia Frontal no es excepcional. El sistema evita totalmente que el coche colisione con objetos estáticos a velocidades de hasta 30 km/h, pero no responde bien a velocidades más altas. Si los objetos están en movimiento, el Sistema Frontal inicia automáticamente una frenada parcial, además de aumentar la presión del freno de forma gradual. Como el Passat carece de función de frenada total automática, reduce la velocidad con menor eficacia que los otros modelos analizados.

La secuencia de alertas es similar a la del Audi A7. La primera fase incluye un aviso visual muy visible (sin pantalla de visualización frontal) y una señal acústica muy funcional. Si el conductor las ignora, la Asistencia Frontal provoca una sacudida en el coche antes de iniciar la frenada parcial.

La asistencia a la frenada automática es muy eficaz. En caso de colisión inminente y si el conductor no presiona suficientemente el freno, el VW Passat optimiza eficazmente la presión de frenado para evitar la colisión.

Los aspectos más destacables son:

- Prevención de la colisión a velocidades de hasta 30 km/h
- Sin aviso ni frenada ante objetos estáticos a velocidades de más de 30 km/h
- Aviso y frenada automática de gran

BMW 530d Automatic

Veredicto RACC: **satisfactorio**

Precio base vehículo de prueba: 40.350 €

Precio total AEBS: 5.140 €

ACC incl. Asistencia a la frenada adaptativa: 1.550 €

Transmisión automática: 2.200 €

Pantalla de visualización frontal (opcional): 1.390 €

Disponible para:

Motores de todas las versiones y categorías (sólo en combinación con transmisión automática)

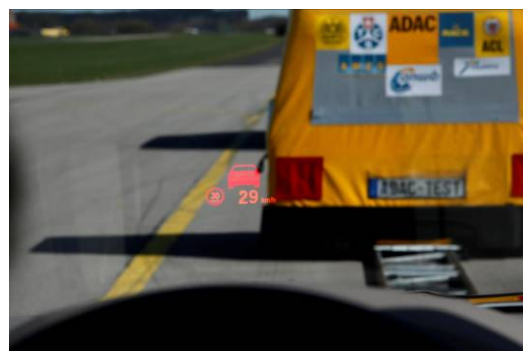
Modelos disponibles: Touring Serie 5, GT Serie 5, Serie 7

Resultados:

BMW se queda por detrás de sus competidores. Aunque el 530d es capaz de iniciar la frenada automática, aplica una presión de frenado insuficiente para reducir significativamente la velocidad de impacto. Además, la frenada automática se limita a unos 1,5 segundos, salvo que el conductor pise el pedal del freno durante ese tiempo. La reducción de la velocidad es relativamente baja, con un máximo de 13 km/h. Si el objeto es estático, el vehículo no aplica automáticamente toda la presión de frenado.

El aviso de colisión no es muy audible. La impresión es que BMW quiere alertar a los conductores, pero vela por su imagen deportiva y no le concede suficiente importancia. Aunque el sistema genera una advertencia anticipada (una señal visual en el cuadro de instrumentos y en la pantalla de visualización frontal opcional) con la suficiente antelación, el tono de aviso sólo se oye después de que se haya iniciado la frenada parcial automática.

El BMW 530d no incluye asistencia de frenada automática. En caso de colisión inminente, el coche alinea ligeramente las zapatas de freno y mejora la respuesta de frenado presionando el freno. No obstante, si el conductor no aplica



la correcta presión de frenado, no ajusta automáticamente la fuerza de frenada para evitar el choque.

Los aspectos más destacables son:

- Aviso de colisión con la suficiente antelación
- Aviso de colisión ineficaz
- Mínima reducción de la velocidad mediante la frenada automática
- Frenada parcial automática limitada
- Sin frenada si el objeto está estático
- Sin asistencia a la frenada automática

Infiniti M37S Premium

Veredicto RACC: **satisfactorio**

Precio base vehículo de prueba: 59.600 €

Precio total AEBS: estándar

ACC incl. Asistencia a la frenada inteligente:
estándar



Disponible para:

Motores de todas las versiones de los modelos Premium (transmisión automática estándar en todos los modelos)

Modelos disponibles: EX, FX (ambos sin DCA)

Resultados:

El Infiniti M37S ha aobtenido los peores resultados de la prueba. Su IBA (asistencia a la frenada inteligente según las siglas en inglés) todavía no es tan eficaz como los sistemas de la competencia. La frenada parcial, con una fuerza máxima de frenado del 50%, se inicia excesivamente tarde. El Infiniti frena si los objetos están en movimiento o estáticos, pero el IBA no consigue reducir la velocidad de impacto con la intensidad suficiente. Los sistemas de los demás coches analizados son más eficaces.



El FCW (aviso de colisión frontal) también requiere evolucionar. Aunque la alerta se inicia en el momento adecuado, es demasiado discreta para que el conductor la detecte correctamente.

La característica especial del Infiniti es su acelerador activo (DCA, Asistencia al control de distancia) que se puede activar además del FCW y el IBA. Si la distancia al coche situado delante no es adecuada, el pedal del acelerador presiona con fuerza el pie del conductor hacia atrás, para que éste deje de pisar el acelerador. Cuando el conductor levanta el pie del pedal, el coche reduce la velocidad automáticamente en un máximo de 2,5 m/s² (similar al ACC) hasta alcanzar la distancia de seguridad. Este sistema es un complemento innovador al FCW y

el IBA, pero le falta precisión, y los conductores deportivos (usuario objetivo de Infiniti) pueden rechazar esta innovación excesivamente protectora.

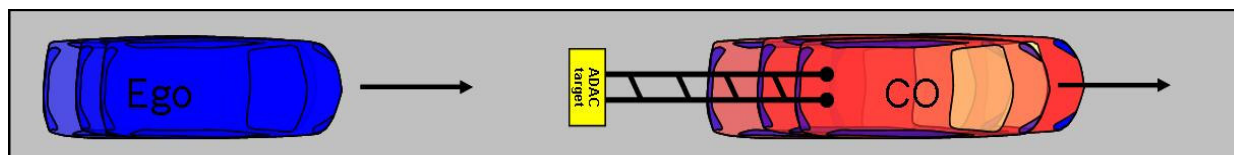
El Infiniti no incluye asistencia de frenada automática. En caso de colisión inminente, el coche alinea ligeramente las zapatas de freno y mejora la respuesta de frenado presionando el freno. No obstante, si el conductor no aplica la correcta presión de frenado, no ajusta automáticamente la fuerza de frenada para evitar el choque.

Los aspectos más destacables son:

- Innovador acelerador activo aunque con carencias de diseño
- Aviso de colisión inadecuado
- Pequeña reducción de la velocidad con la frenada automática
- Sin asistencia a la frenada automática

3 Resultados detallados

3.1 Aproximación a un objeto en movimiento lento



Prueba nº	Velocidad del vehículo Ego [km/h]	Velocidad vehículo CO [km/h]	Distancia inicial [m]	Deceleración vehículo CO [m/s ²]	Aviso correcto TTC [s]	Aviso ligeramente retrasado TTC [s]	Aviso retrasado TTC [s]	Aviso demasiado tarde TTC [s]
B1_1	50	20	200	0	3,5 - 1,9	1,8 - 1,3	1,2 - 0,5	0,4 - 0,1
B1_2	100	60	200	0	3,6 - 2,0	1,9 - 1,4	1,3 - 0,7	0,6 - 0,1

B1_1: aproximación a un objeto en movimiento lento	Puntuación global 50_20	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso	Deceleración [km/h]	Puntuación deceleración
Audi A7 3.0 TFSI	2,9	1,4	3,0	17,0	2,8
BMW 530d Automatic	2,4	2,8	1,0	11,0	3,7
Mercedes CLS 350 CGI	1,5	2,2	1,0	23,0	1,9
Infiniti M37S Premium	2,4	3,2	1,0	10,0	3,9
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	0,8	1,9	1,0	30,0	0,6
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	0,8	2,7	1,0	30,0	0,6

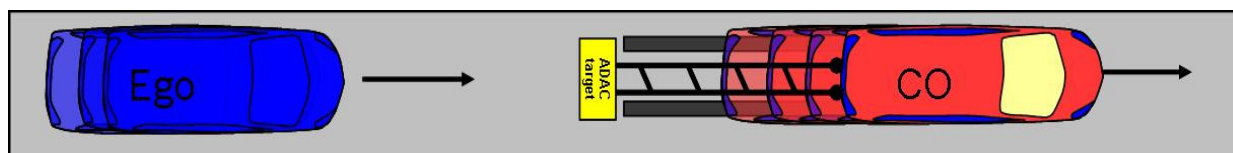
Si el objeto se mueve lentamente, el sistema AEBS es eficaz. Tanto el Volvo V60 como el VW Passat aplican automáticamente la presión de freno adecuada para decelerar a partir de 50 km/h, y evitar la colisión con un vehículo que circula a 20 km/h. El Audi A7 y el Mercedes CLS son capaces de reducir la velocidad de impacto y minimizar el riesgo de lesiones de los ocupantes del vehículo (velocidad de impacto del Audi A7 es de 13 km/h; la del Mercedes CLS 7 km/h). No obstante, no son capaces de evitar los daños en el vehículo. En el BMW Serie 5 y el Infiniti, la velocidad de impacto es considerablemente mayor. Si la velocidad del impacto es de unos 20 km/h, los ocupantes pueden sufrir lesiones leves. Salvo en el Audi A7, todos los demás vehículos analizados avisan al conductor de las colisiones en el momento adecuado.

Análisis comparativo de los sistemas avanzados de frenado de emergencia

B1_2: aproximación a un objeto en movimiento lento	Puntuación global 100_60	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso	Deceleración [km/h]	Puntuación deceleración
Audi A7 3.0 TFSI	1,4	2,1	1,0	32,0	1,8
BMW 530d Automatic	2,5	3,4	1,0	12,0	4,0
Mercedes CLS 350 CGI	2,0	2,7	1,0	22,0	2,9
Infiniti M37S Premium	3,1	4,0	2,0	11,0	4,2
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	2,1	2,3	1,0	19,0	3,3
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	2,1	2,8	1,0	20,0	3,1

Esta prueba demuestra que si un vehículo circula a 100 km/h y se aproxima a un coche que circula a 60 km/h, es cuando aparecen las diferencias. El Audi A7 es el único coche con muy buena reacción, reduciendo la velocidad en 32 km/h. Con una reducción de la velocidad de entre 19 km/h y 22 km/h, las respuestas del Mercedes, el VW y el Volvo son solo buenas. El BMW y el Infiniti, por el contrario, obtienen malas valoraciones; a velocidades de impacto de unos 30 km/h los ocupantes pueden sufrir lesiones. Al menos, todos los sistemas ponen en marcha el aviso de colisión con la suficiente antelación, dando al conductor el tiempo suficiente para que pueda reaccionar.

3.2 Aproximación a un objeto en deceleración constante



Prueba nº	Velocidad vehículo Ego [km/h]	Velocidad vehículo CO [km/h]	Distancia inicial [m]	Deceleración vehículo CO [m/s ²]	Aviso correcto TTC [s]	Aviso ligeramente retrasado TTC [s]	Aviso retrasado TTC [s]	Aviso demasiado tarde TTC [s]
B2_1	60	60	40	3	5,1 - 2,6	2,5 - 2,1	2,0 - 1,4	1,3 - 0,1

B2_1: aproximación a un objeto en deceleración constante	Puntuación global 60_60_3	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso	Deceleración [km/h]	Puntuación deceleración
Audi A7 3.0 TFSI	1,2	3,4	1,0	36,0	1,3
BMW 530d Automatic	2,5	5,0	1,0	13,0	3,9
Mercedes CLS 350 CGI	1,6	3,3	1,0	28,0	2,2
Infiniti M37S Premium	2,6	3,0	1,0	11,0	4,2

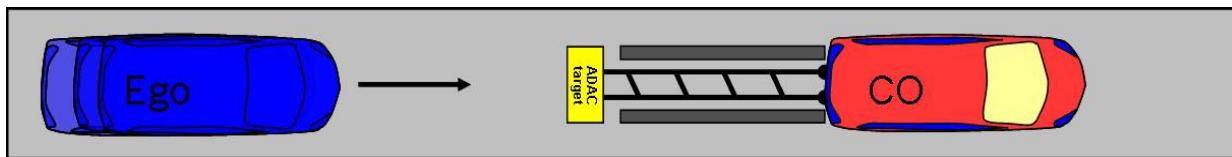
Análisis comparativo de los sistemas avanzados de frenado de emergencia

Volvo V60 D5 AWD Geartronic	2,2	3,9	1,0	17,0	3,5
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	2,4	3,1	1,0	15,0	3,7

En este escenario de pruebas, el tiempo de aviso es ideal en todos los vehículos analizados, mientras que la frenada automática y, por lo tanto, la reducción de la velocidad del impacto, varían mucho de un coche a otro.

Si el vehículo situado delante frena repentinamente, el Audi A7 reduce la velocidad en unos ejemplares 36 km/h. Con una reducción de 28 km/h, el Mercedes CLS también responde bien. La frenada es menos efectiva en el Volvo V60 y en el VW Passat (reducción de la velocidad de 17 km/h y 15 km/h respectivamente). El BMW y el Infiniti también ocupan las últimas posiciones en esta prueba. La reducción de la velocidad en unos escasos 11 km/h en el Infiniti mitigará las consecuencias de un accidente sólo de forma marginal. No obstante, en un accidente, cada km/h de menos puede reducir en gran medida la gravedad de las lesiones que pueden sufrir los ocupantes (incluidos los del vehículo de delante).

3.3 Aproximación a un objeto que se para repentinamente



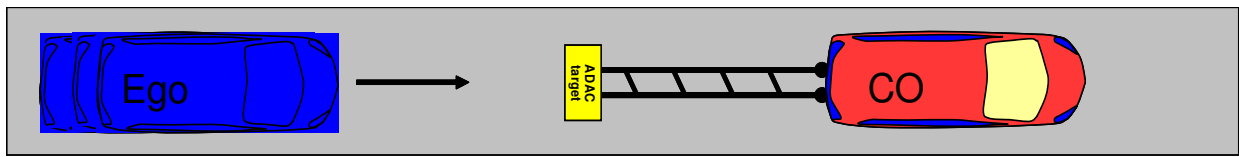
Prueba nº	Velocidad vehículo Ego [km/h]	Velocidad vehículo CO [km/h]	Distancia inicial [m]	Deceleración vehículo CO [m/s ²]	Aviso correcto TTC [s]	Aviso ligeramente retrasado TTC [s]	Aviso retrasado TTC [s]	Aviso demasiado tarde TTC [s]
B3_1	50	40	120	3	3,8 - 2,2	2,1 - 1,6	1,5 - 0,9	0,8 - 0,1

B3_1: aproximación a un objeto que se para repentinamente	Puntuación global 50_40_3	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso	Deceleración [km/h]	Puntuación deceleración
Audi A7 3.0 TFSI	2,9	1,9	3,0	29,0	2,8
BMW 530d Automatic	2,6	3,7	1,0	13,0	4,2
Mercedes CLS 350 CGI	2,1	2,3	1,0	25,0	3,2
Infiniti M37S Premium	2,6	2,3	1,0	13,0	4,2
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	2,4	2,4	1,0	17,0	3,9
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	2,5	2,7	1,0	15,0	4,1

En este escenario, el vehículo situado delante frena repentinamente hasta pararse a poca distancia. Esta es una causa habitual de accidente al final de la cola de un atasco. En estas situaciones un aviso a tiempo puede evitar accidentes graves. Como en las demás pruebas, el Audi A7 avisa al conductor un poco tarde aunque todavía a tiempo. En términos de reducción de la velocidad del impacto, se comporta de manera excelente, reduciendo la velocidad de 50 km/h a 21 km/h, una velocidad mucho menos peligrosa. La frenada automática también es buena en el Mercedes que reduce la velocidad del impacto en 25 km/h.

El Volvo V60 y el VW Passat reducen la velocidad en 17 km/h y 15 km/h respectivamente. La reducción de la velocidad es de aproximadamente 13 km/h en el BMW y también en el Infiniti. Como la velocidad del impacto continúa siendo muy superior a los 30 km/h, los ocupantes pueden sufrir lesiones debido a la colisión.

3.4 Aproximación a un objeto estático



Prueba nº	Velocidad vehículo Ego [km/h]	Velocidad vehículo CO [km/h]	Distancia inicial [m]	Deceleración vehículo CO [m/s ²]	Aviso correcto TTC [s]	Aviso ligeramente retrasado TTC [s]	Aviso retrasado TTC [s]	Aviso demasiado tarde TTC [s]
B4_1	20	0	250	0	3,3 - 1,7	1,6 - 1,1	1,0 - 0,4	0,3 - 0,1
B4_2	30	0	250	0	3,5 - 1,9	1,8 - 1,3	1,2 - 0,6	0,5 - 0,1
B4_3	40	0	250	0	3,6 - 2,0	1,9 - 1,4	1,3 - 0,7	0,6 - 0,1
B4_4	70	0	250	0	4,1 - 2,5	2,4 - 1,9	1,8 - 1,2	1,1 - 0,1

B4_1: aproximación a un objeto estático	Puntuación global 20_0	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso	Deceleración [km/h]	Puntuación deceleración
Audi A7 3.0 TFSI	5,5	0,0	5,5	0,0	5,5
BMW 530d Automatic	3,3	1,8	1,0	0,0	5,5
Mercedes CLS 350 CGI	5,5	0,0	5,5	0,0	5,5
Infiniti M37S Premium	2,2	1,7	1,0	8,0	3,5
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	0,8	1,6	1,0	20,0	0,6
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	2,3	0,8	4,0	20,0	0,6

Hacer que un coche frene de forma automática antes de colisionar con un vehículo estático y evitar el funcionamiento accidental, son los desafíos que se plantean en el desarrollo de los sistemas AEBS.

Por los resultados, Volvo y VW son las marcas que han conseguido mayores progresos. Tanto el sistema de seguridad en ciudad del Volvo V60, como la frenada de emergencia en ciudad del VW Passat, inician el frenado total para detener el coche antes de que colisione con otro vehículo. El Infiniti consigue también reducir la velocidad del impacto en cerca del 50%. Los otros vehículos analizados (Audi, BMW, Mercedes) no reaccionan a objetos estáticos y, por tanto, no obtienen ninguna valoración en esta prueba.

El aviso de colisión se desencadena a tiempo en el Volvo, el BMW y el Infiniti. VW opta por no avisar porque haría que la frenada automática fuera redundante

y sólo advierte al conductor antes de iniciar la frenada automática. El Audi A7 y el Mercedes CLS tampoco emiten ningún aviso de colisión.

B4_1: aproximación a un objeto estático	Puntuación global 30_0	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso	Deceleración [km/h]	Puntuación deceleración
Audi A7 3.0 TFSI	4,8	1,1	4,0	0,0	5,5
BMW 530d Automatic	4,3	1,7	3,0	0,0	5,5
Mercedes CLS 350 CGI	2,1	2,1	1,0	15,0	3,1
Infiniti M37S Premium	2,4	2,0	1,0	10,0	3,9
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	0,8	1,9	1,0	30,0	0,6
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	2,3	1,0	4,0	30,0	0,6

Los resultados de la prueba realizada a 30 km/h son similares a los de las llevadas a cabo a 20 km/h. El Volvo y el VW evitan totalmente la colisión. El Infiniti reduce la velocidad en aproximadamente 10 km/h. A velocidades de 30 km/h o más, el Mercedes CLS inicia la frenada automática y reduce la velocidad del impacto en unos buenos 15 km/h. Ni el Audi A7 ni el BMW serie 5 inician la frenada automática.

A 30 km/h, todos los vehículos analizados avisan al conductor de una colisión inminente, aunque el aviso se inicia demasiado tarde en el Audi A7 y el VW Passat.

B4_1: aproximación a un objeto estático	Puntuación global 40_0	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso	Deceleración [km/h]	Puntuación deceleración
Audi A7 3.0 TFSI	4,3	1,4	3,0	0,0	5,5
BMW 530d Automatic	4,3	1,8	3,0	0,0	5,5
Mercedes CLS 350 CGI	2,1	2,2	1,0	20,0	3,1
Infiniti M37S Premium	2,5	2,3	1,0	13,0	3,9
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	0,8	2,4	1,0	40,0	0,6
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	5,5	0,0	5,5	0,0	5,5

En la prueba realizada a 40 km/h, el Volvo V60 es el único coche que evita totalmente la colisión con un vehículo estático. Gracias a la frenada automática, el Mercedes CLS reduce la velocidad del impacto en un 50% hasta los 20 km/h.

La reducción en el Infiniti es de 13 km/h. El Audi A7, el BMW serie 5 y el VW Passat no frenan automáticamente (a velocidades superiores a los 30 km/h).

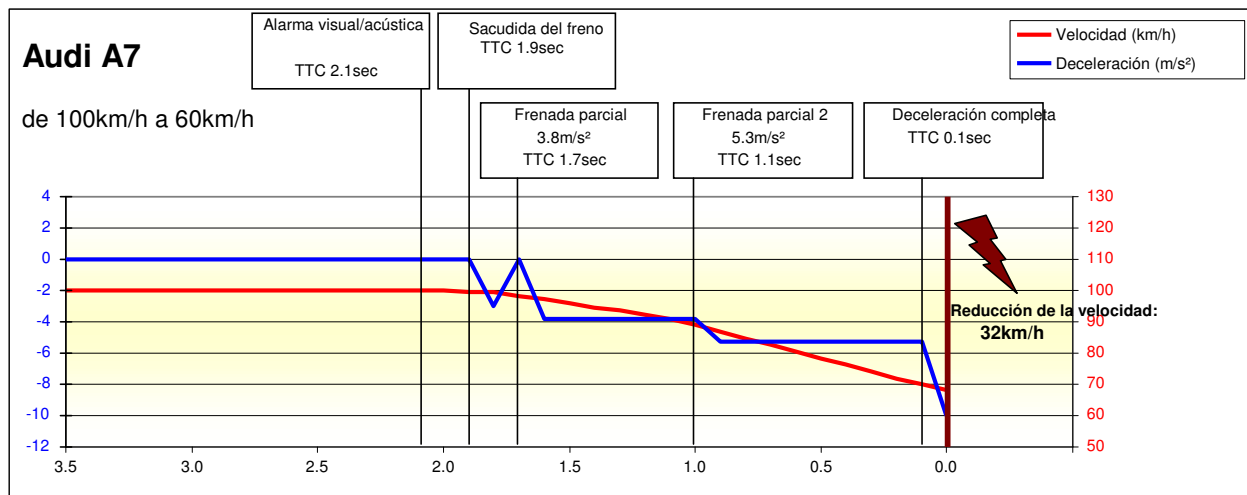
Al igual que a 30 km/h, el Audi avisa al conductor demasiado tarde. El VW Passat no pone en marcha la alarma, y en los demás coches analizados, el aviso de colisión se activa a tiempo.

B4_1: aproximación a un objeto estático <small>*la valoración sólo incluye el aviso de colisión</small>	Puntuación global 70_0*	Tiempo de aviso TTC [s]	Puntuación aviso
Audi A7 3.0 TFSI	3,0	1,9	3,0
BMW 530d Automatic	3,0	2,2	3,0
Mercedes CLS 350 CGI	1,0	2,5	1,0
Infiniti M37S Premium	1,0	2,5	1,0
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	1,0	3,0	1,0
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	5,5	0,0	5,5

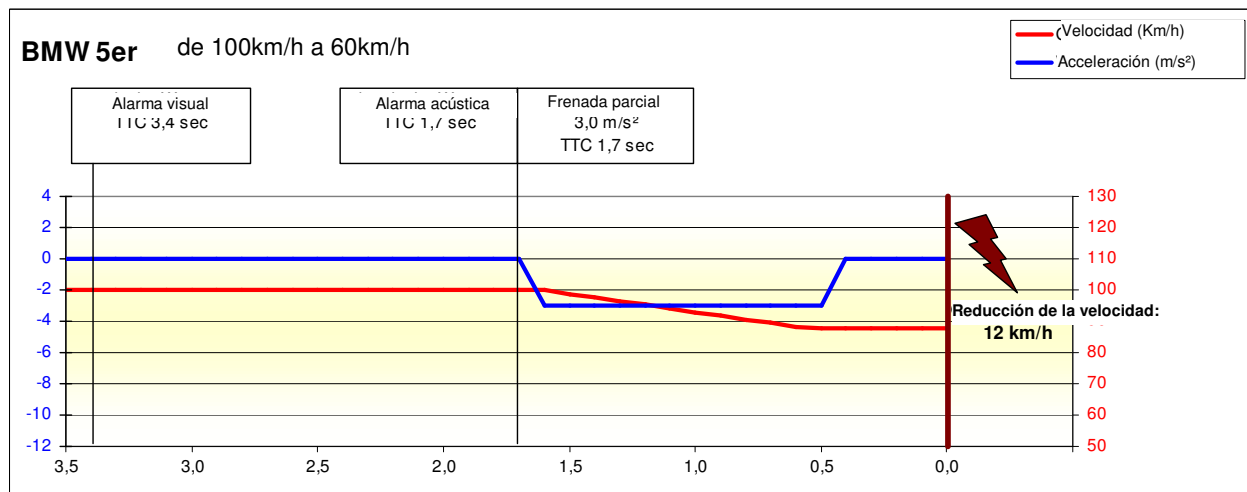
La valoración a 70 km/h sólo incluyó el aviso de colisión debido a la elevada velocidad de impacto. El Mercedes, el Infiniti y el Volvo avisan a los conductores con la suficiente antelación para que puedan iniciar la frenada. El aviso en el BMW y el Audi se inicia un poco tarde, y el VW Passat no produce ningún aviso.

Secuencia de alertas

La valoración de la secuencia de alertas incluye los tiempos de activación y si la alarma es perceptible y eficaz. Las cifras a continuación muestran las secuencias de alertas de los vehículos analizados en la prueba B1_2 (prueba vehículo aproximándose a velocidad lenta (60 km/h) vehículo a 100 km/h).

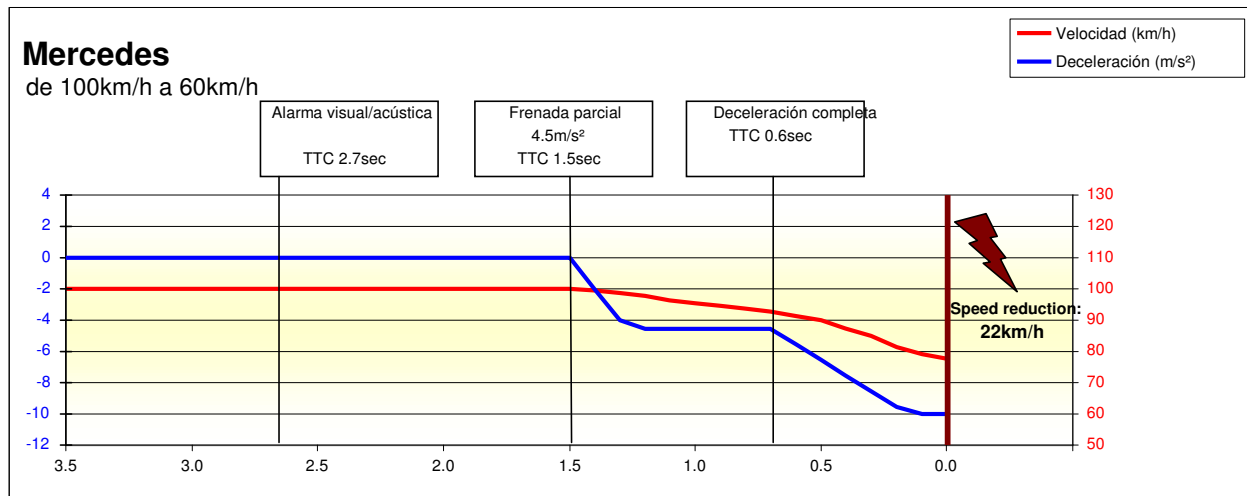


El Audi 7 presenta una secuencia de alertas muy eficaz. Primero, la alarma consiste en un aviso acústico y visual en el panel de instrumentos y (opcional) la pantalla de visualización frontal. Si el conductor no reacciona, el coche produce una pequeña sacudida para avisar al conductor. La frenada parcial de dos fases reduce la velocidad relativamente pronto, dando tiempo al conductor para que reaccione. Justo antes del choque, el coche inicia la frenada total automática.

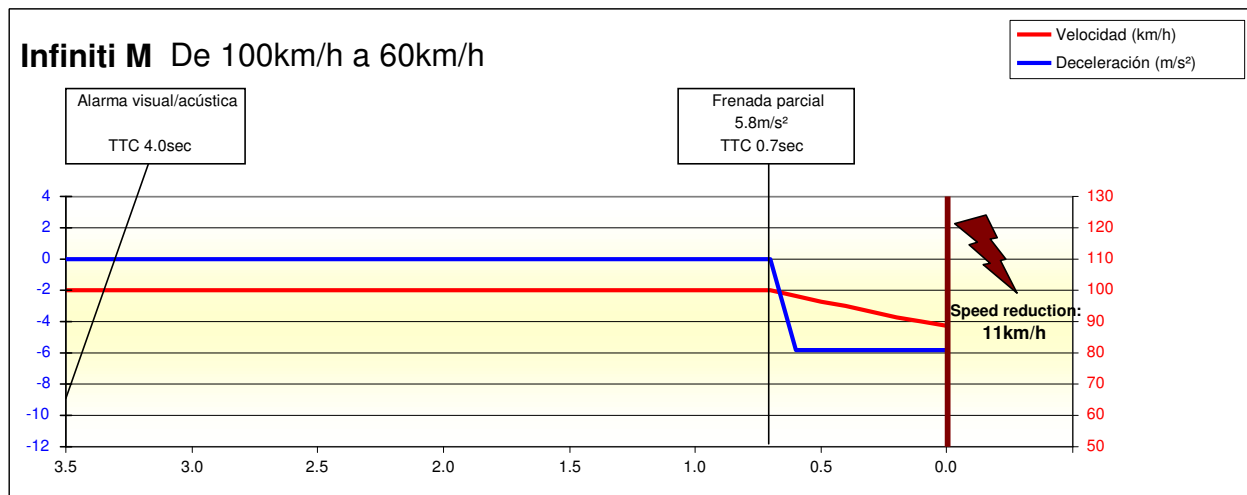


La secuencia de alertas del BMW serie 5 no es tan eficaz como por ejemplo, la del Audi A7. El BMW inicia un aviso anticipado e inmediato. El aviso anticipado se activa relativamente pronto: un símbolo de un vehículo rojo aparece en el cuadro de instrumentos y, si se dispone de ella, en la pantalla de visualización frontal. El aviso sólo resulta eficaz si el coche está equipado con la pantalla de visualización frontal. El símbolo del cuadro de instrumentos es demasiado difícil de detectar si el conductor no está atento. El aviso inmediato incluye una

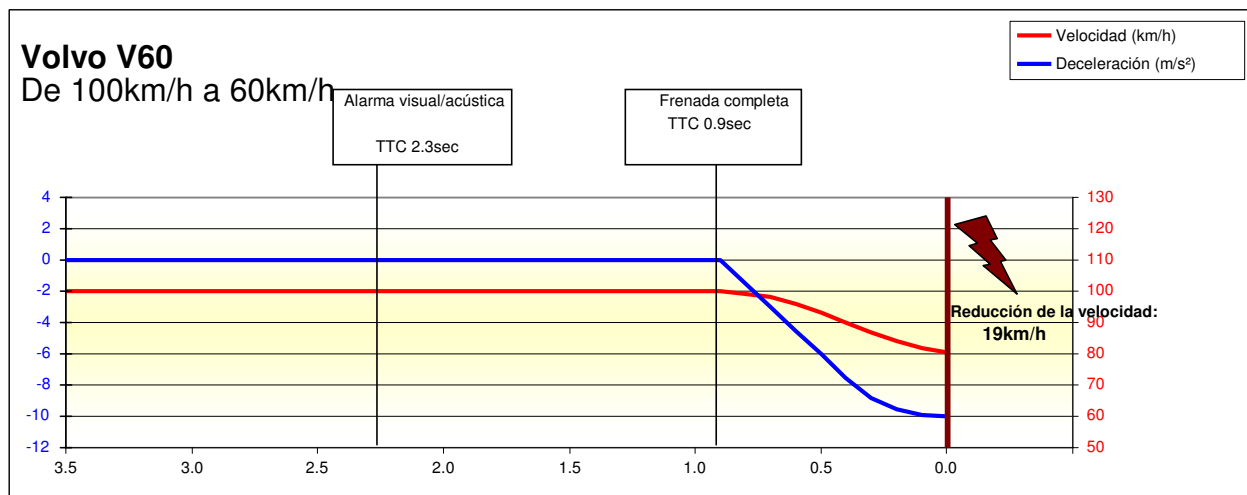
señal acústica y una frenada parcial durante un máximo de 1,5 segundos. Tras este periodo, tiene que ser el conductor quien frene el coche.



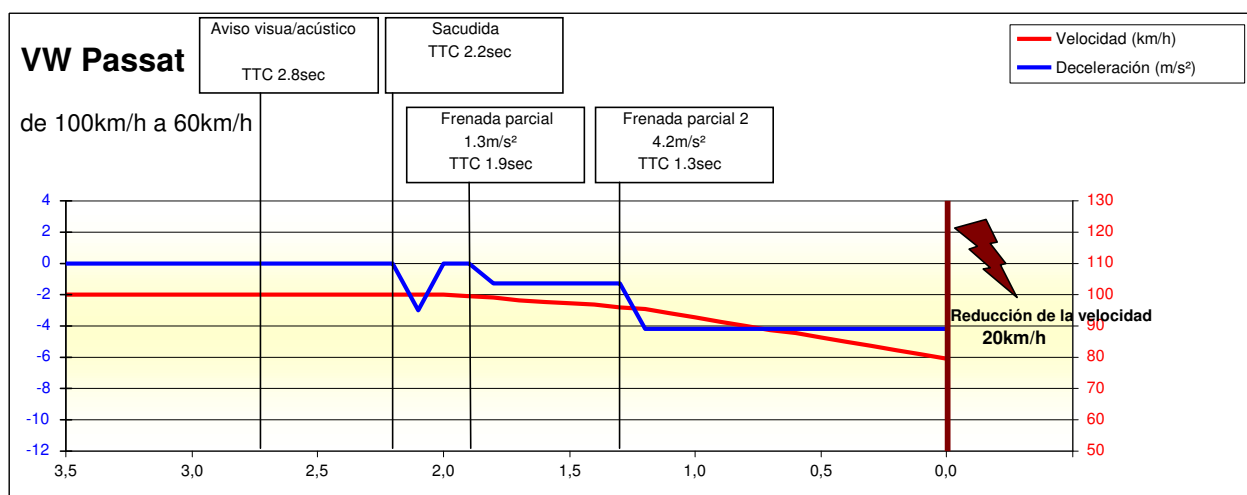
Aunque el Mercedes CLS no incluye un sistema complejo de alarmas visuales (pequeño triángulo rojo en el cuadro de instrumentos), la alarma acústica es identificable por el conductor. Si el conductor ignora el aviso, el coche inicia la frenada parcial para así dar al conductor tiempo suficiente de reacción. La fase final incluye la frenada completa.



Los avisos visuales y acústicos del Infiniti M37S no son adecuados. La alarma visual sólo consta de un pequeño símbolo en forma de vehículo que no capta la atención del conductor, y además es difícil de detectar. La señal acústica es muy tenue y queda oculta por la radio si el volumen está muy alto. Iniciada inmediatamente antes del choque, la frenada parcial se inicia demasiado tarde para poder ser un aviso háptico para el conductor.



La alarma visual del Volvo es muy buena. En caso de colisión inminente, el coche proyecta unos LED brillantes en el parabrisas que el conductor puede detectar de reojo (por ejemplo, al apartar la vista de la carretera). El aviso visual se complementa con un tono de alarma claramente audible. Desgraciadamente, no dispone de ningún aviso háptico (ej., sacudida) ni frenada parcial posterior que pueda dar al conductor el tiempo necesario para reaccionar. Inmediatamente antes del choque, el Volvo acciona el freno y aplica toda la presión de frenada.



La secuencia de alertas del VW Passat es similar a la del Audi A7. El aviso inicial incluye una señal acústica y una señal visual en el cuadro de instrumentos. Como el Passat no dispone de una pantalla de visualización frontal, el aviso visual no es tan eficaz como el del Audi. Si el conductor no reacciona, el coche genera una pequeña sacudida para avisar al conductor. La frenada parcial de dos fases

reduce la velocidad relativamente pronto, dando tiempo para reaccionar al conductor. El VW Passat no aplica toda la presión de frenada.

3.5 Asistencia a la frenada automática

B5: asistencia a la frenada automática	Puntos de bonificación: 100_20	¿Prevención de la colisión mediante asistencia a la frenada automática?
Audi A7 3.0 TFSI	-0.3	Sí
BMW 530d Automatic	-0.1	No
Mercedes CLS 350 CGI	-0.3	Sí
Infiniti M37S Premium	-0.1	No
Volvo V60 D5 AWD Geartronic	-0.3	Sí
VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG	-0.3	Sí

Salvo el Infiniti, todos los vehículos analizados están equipados con asistencia a la frenada automática. En nuestra prueba, un vehículo a 100 km/h sigue a otro coche a velocidad significativamente más lenta (20 km/h). Aproximadamente un segundo después del aviso de colisión, el conductor pisa el freno a aproximadamente 3 m/s^2 y mantiene el pie sobre el pedal. Aplicando esta cantidad de fuerza de frenada, el conductor no puede evitar la colisión. En todos los vehículos con asistencia a la frenada automática, el AEBS aplica la cantidad de fuerza necesaria para detener el coche antes de colisionar con el otro vehículo. Este sistema funciona muy bien en todos los coches.

Aunque el Infiniti y el BMW no son capaces de adaptar la presión de frenada, están equipados con un sistema que reconoce las colisiones inminentes, y automáticamente alinea las zapatas de freno y mejora la respuesta de frenada aplicando el freno.

3.6 Aviso de distancia

El aviso de distancia advierte discretamente al conductor de una distancia de seguridad inadecuada. El Mercedes CLS y el Volvo V60 están equipados con esta funcionalidad adicional que ayuda a evitar las peligrosas situaciones generadas por una distancia excesivamente corta.

Aunque el Audi A7, el BMW clase 5 y el VW Passat avisan a los conductores si la distancia de seguridad es inadecuada, en el momento en que se desencadena la alarma, la distancia se ha reducido tanto que incluso un conductor inexperto se da cuenta de la situación. El aviso de distancia no supone ninguna ventaja en tráfico real.

La funcionalidad especial del Infiniti es su acelerador activo (DCA, asistencia al control de distancia) que se puede activar de forma autónoma. Si la distancia al coche situado delante es inadecuada, el pedal del acelerador presiona con fuerza el pie del conductor hacia atrás de manera que éste se ve obligado a retirar el pie del acelerador. Cuando retira el pie, el coche reduce la velocidad automáticamente en un máximo de $2,5 \text{ km/s}^2$ (similar al ACC) hasta que la distancia de seguridad es la correcta. Este sistema es un complemento innovador al FCW y el IBA y constituye un aviso de distancia activo. No obstante, debido a su falta de precisión, los conductores deportivos (el grupo diana de Infiniti) tienden a rechazar esta innovación excesivamente protectora.

3.7 Fallo de funcionamiento

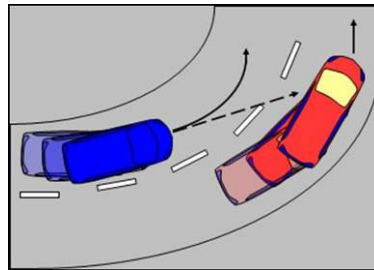
Un aviso de colisión falso o demasiado pronto no sólo molesta a los conductores, sino que reduce el nivel de aceptación de los sistemas y, en el peor de los casos, que el conductor los desactive. La frenada total automática accidental debe evitarse, puesto que puede provocar situaciones peligrosas y aumentar el riesgo de accidentes en lugar de prevenirlos.

En ninguno de los coches analizados se ha observado una frenada automática accidental.

Algunos avisos de colisión se inician demasiado pronto en el BMW. Aunque el símbolo del vehículo que parpadea para avisar al conductor no supone ningún riesgo para la seguridad, molesta al conductor.

En el Volvo también se producen falsas alarmas. Aunque sólo se ha observado en una prueba de fallo de funcionamiento, dio lugar a una ligera reducción.

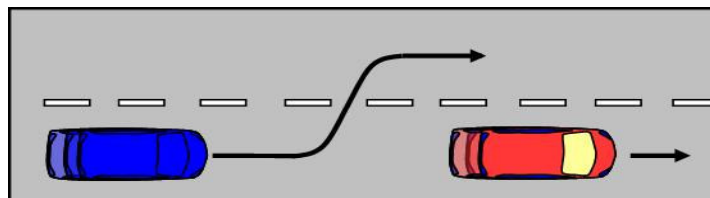
Prueba de fallo de funcionamiento A1 – curvas



- Vehículo Ego: 60km/h \pm 3km/h
- Vehículo CO: 30km/h \pm 3km/h
- Radio de la curva (carril del Vehículo Ego): 100m \pm 10%
- Anchura del carril: 3.5m

No se observaron falsas alarmas en ninguno de los vehículos analizados.

Prueba de fallo de funcionamiento A2 – adelantamiento de coche en movimiento

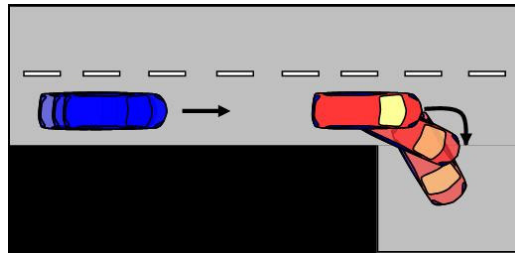


- Vehículo Ego: 130km/h \pm 3km/h
- Vehículo CO: 90km/h \pm 3km/h
- 50m \pm 10% detrás del vehículo diana, el vehículo Ego cambia de carril en 1,0 segundos. Antes de cambiar de carril, el conductor debe activar el intermitente.

Adelantar a un vehículo en movimiento no supuso ningún problema para ninguno de los vehículos analizados.

En el Infiniti, el acelerador activo (DCA) se activó y presionó con fuerza el pie del conductor hacia atrás, hasta finalizar la maniobra de cambio de carril. El Infiniti no consiguió reconocer que el conductor, por ejemplo, ponía el intermitente para indicar una maniobra de adelantamiento.

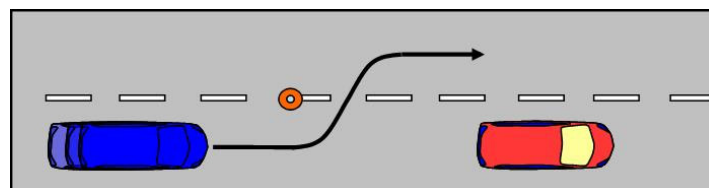
Prueba de fallo de funcionamiento A3 – frenada ficticia



- Vehículo Ego: 50km/h \pm 3km/h
- Vehículo diana: 50km/h \pm 3km/h
- Distancia inicial entre vehículos: 30m \pm 10%
- CO frena de 50 km/h a 30 km/h en aproximadamente 2 segundos (esto se traduce en aprox. -3m/s^2) antes de realizar un giro de 90 grados. El conductor del CO debe poner el intermitente.

Las falsas alarmas se suelen activar durante maniobras de frenada ficticias. Aunque el vehículo de delante ya haya abandonado el carril, tanto el BMW como el Volvo avisan al conductor de una colisión inminente hasta alcanzar al vehículo de delante.

Prueba de fallo de funcionamiento A4 – aproximación a un objeto estático



- Vehículo Ego: 50km/h \pm 3km/h
- Vehículo diana: 0km/h
- 30m \pm 10% detrás del vehículo diana, el vehículo Ego cambia de carril en 1,0 segundos. Antes de cambiar de carril, el conductor debe poner el intermitente.

No se observaron falsas alarmas en ninguno de los vehículos analizados.

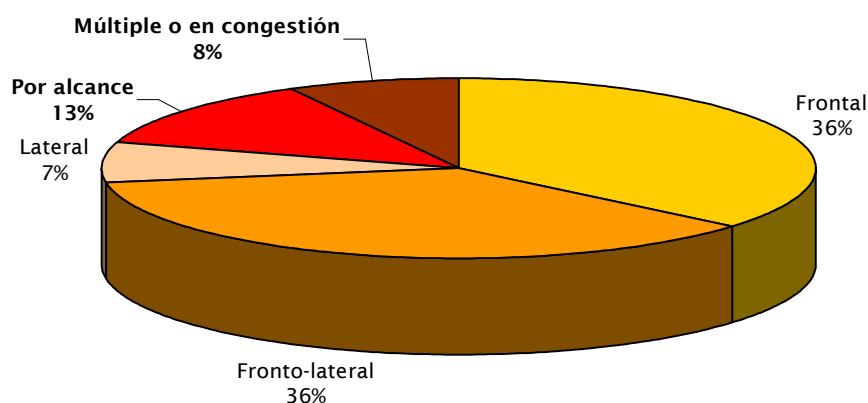
4 Investigación de accidentes

Como la prevención de las lesiones graves o la mitigación de sus consecuencias es esencial, las tendencias que marcan las estadísticas de accidentalidad son importantes indicadores para posteriores estudios sobre los aspectos de la seguridad activa y pasiva.

A fin de identificar la importancia de las colisiones posteriores, se han analizado los datos de accidentes de vehículos en España en los últimos años.

Según datos de la DGT para el año 2009² el 40% de los accidentes con víctimas puede relacionarse con una distancia entre vehículos inadecuada por la velocidad o condiciones de la vía (accidentes por alcance o colisión múltiple o por congestión). Este porcentaje se eleva al 45% si consideramos solo los accidentes en vía interurbana. A este tipo de accidentes se les asocia el 20% de los fallecidos en 2009, 135 en 101 accidentes mortales, y 1.595 heridos graves.

Accidentes mortales por tipo de accidente

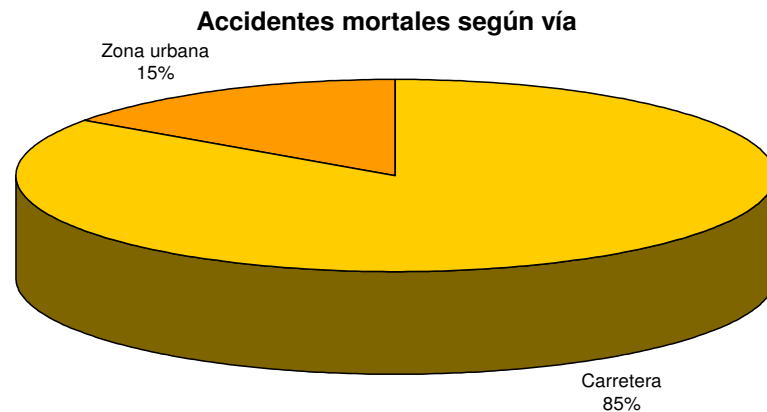


Este tipo de accidentes puede asociarse a ciertos acciones o comportamientos de los conductores:

- Calcular mal la velocidad a la que se circula o ignorar los obstáculos (ej., final de una cola en una congestión) cuando la visibilidad es adecuada
- Distancia de seguridad inadecuada - tiempo de respuesta inadecuado
- Distracción/ falta de atención del conductor

Todo ello puede dar lugar a velocidades de impacto muy elevadas.

² Último Anuario estadístico de accidentes publicado



Las colisiones por alcance que dan lugar a lesiones graves suelen tener lugar en autopistas y red interurbana. Como las colisiones por alcance que tienen lugar en el tráfico urbano provocan lesiones leves, sólo representan un pequeño porcentaje en los datos de investigación de accidentes.

Resumen:

Según los datos de accidentes y estudios técnicos realizados³, las colisiones posteriores:

- Son frecuentes y suelen ser debidas a una distancia inadecuada;
- Suelen ser provocadas por conductores experimentados hombres;
- En parte muestran velocidades muy altas (impacto) y velocidades diferenciales de más de 30 km/h;
- suelen implicar *underriding* (colisión posterior y lateral);
- principalmente ocurren en autopistas y fuera de las áreas urbanas.

³ Análisis de accidentes ADAC 2009

5 El AEBS y su impacto en la gravedad de los accidentes

En 2006, se analizó la primera generación del sistema Pre-Safe de Mercedes. Las pruebas también evaluaron la mitigación de las consecuencias de los accidentes mediante la reducción de la velocidad del impacto.

Se equipó el carro de pruebas con una carrocería Mercedes Clase C reforzada y se instaló en la cabina todos los componentes necesarios para obtener resultados realistas de la prueba de choque, es decir, asientos originales operativos, tablero de mando, volante, cinturones de seguridad y todos los componentes de seguridad pasiva eléctricos y pirotécnicos. Los airbags, los pretensionadores de cinturón y los componentes del *Pre-Safe* se activaron a través de un control de choque en el momento predeterminado.



La base para nuestras pruebas fue una prueba de carro con una deceleración y carga sobre los ocupantes correspondientes a los valores de un choque frontal contra una barrera rígida con una superposición del 100% (frontal), y una velocidad de impacto de 50 km/h.

5.1 Prueba de choque básica (prueba A) a 50km/h

Esta prueba de choque representa la carga sobre los ocupantes en un choque frontal contra una barrera rígida a 50 km/h. Todos los componentes *Pre-Safe* permanecieron desactivados.

El análisis de las mediciones sobre los *dummies* mostró un riesgo bajo de lesión, y un riesgo medio de lesión en el pecho y la parte inferior de las piernas

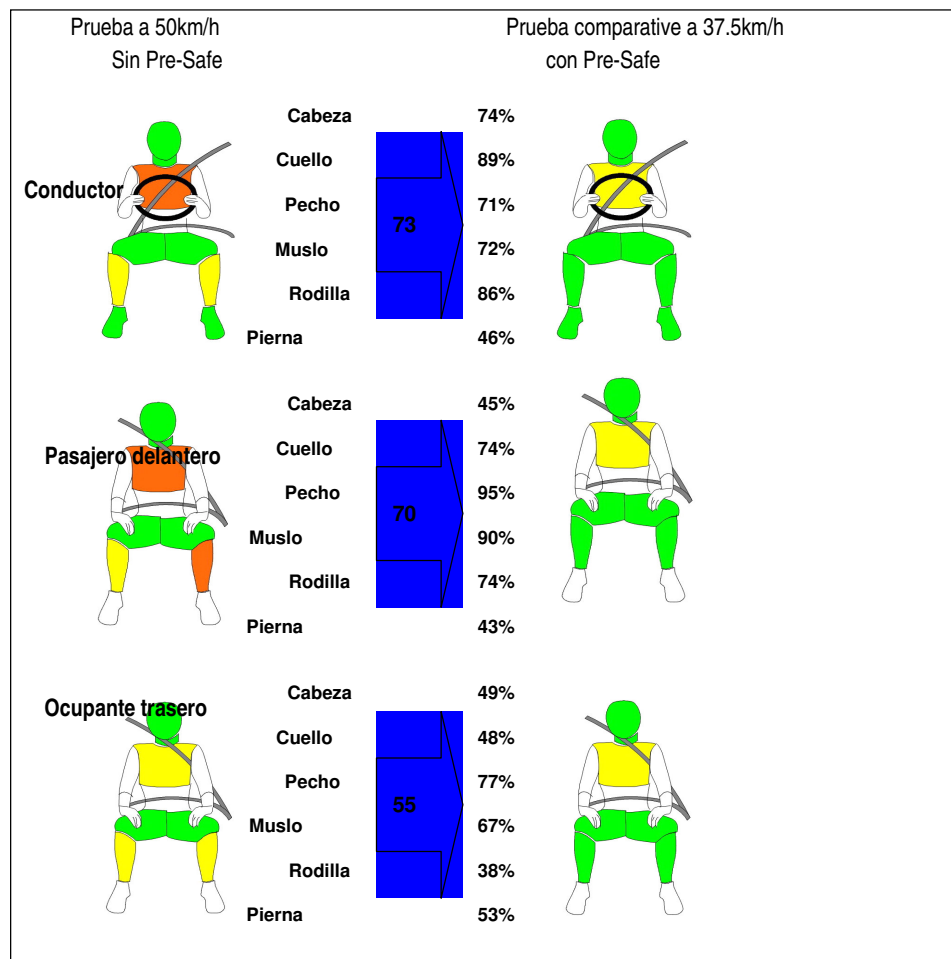
en los ocupantes de los asientos delanteros y los asientos traseros (sólo se controló el *dummy* de la derecha) (véase el carácter de la izquierda en la figura al dorso).

5.2 Prueba B a 37.5km/h con frenos Pre-Safe activados

La segunda prueba se realizó con una posición idéntica de los *dummies* pero con todos los componentes *Pre-Safe* activados. La deceleración de la prueba se adaptó para conseguir una velocidad de impacto reducida de 37,5 km/h, que se identificó en una valoración previa de los *frenos Pre-Safe*.

Los resultados de la prueba demostraron el efecto de la reducción de la velocidad conseguida por los *frenos Pre-Safe*.

La carga sobre los ocupantes en la prueba B fue menor que en la prueba A. Si se utiliza el mismo coeficiente para las distintas áreas del cuerpo, la carga media sobre el conductor y el pasajero del asiento delantero derecho, se reduce en un 27% y un 30% respectivamente. La reducción media de la carga sobre los pasajeros de los asientos traseros es del 45%.



6 Demandas a los fabricantes

- Los sistemas tienen que estar disponibles en las clases de vehículos pequeños y seguir desarrollándose para que puedan ser más asequibles.
- Hay que evitar las falsas alarmas. Las maniobras de frenada de emergencia accidental son intolerables. Para asegurar que un gran número de tipos de conductores se beneficien del sistema AEBS, son necesarios modelos de observación de comportamientos de conducción y las comprobaciones de verosimilitud (dilema de alarma: conducción deportiva frente a conductores inexpertos ...)
- Los avisos tienen que ser efectivos y discretos. Las luces en parpadeo permanente o los tonos de aviso molestos sólo se pueden aceptar en situaciones de emergencia.
- Los avisos hápticos específicos (ej., sacudida del freno y subsiguiente frenada parcial) conceden al conductor tiempo suficiente para reaccionar y le dicen lo que tiene que hacer (presionar el pedal del freno). Con el pedal de aceleración activo que avisa al conductor exactamente en el momento esperado, el Infiniti sigue una línea de desarrollo prometedora.
- El sistema AEBS debe activarse en cuanto el conductor pone en marcha el motor. Es indispensable impedir que el sistema se pueda desactivar de forma permanente.

7 Consejos para los consumidores

Cualquier persona al volante ha experimentado alguna vez un momento de distracción, al manipular la radio, calmar a los niños en el asiento trasero o por alguna influencia externa. En estas situaciones es donde el AEBS entra en acción para evitar accidentes y lesiones graves o mitigar sus consecuencias.

No obstante, los conductores siempre deberán tener en cuenta que los sistemas nunca pueden sustituir a un conductor atento. Los automovilistas que guardan la distancia de seguridad en todo momento y conducen de forma defensiva mejoran considerablemente la seguridad en la carretera.

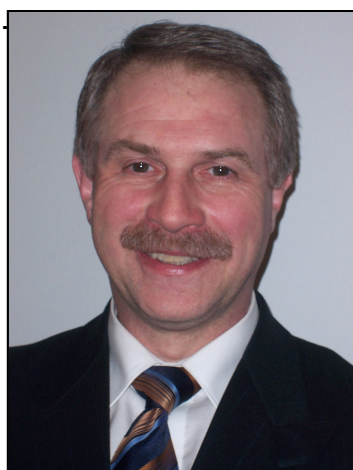
Los sistemas son, no obstante, un activo de seguridad en situaciones de emergencia, que pueden evitar accidentes graves o mitigar sus consecuencias.

Anexo I - Sistemas de asistencia activa en el coche del futuro

Los actuales sistemas de asistencia al conductor están diseñados para intervenir en situaciones muy específicas. Mientras que el AEBS asiste al conductor en el tráfico del mismo sentido y de sentido contrario (colisiones posteriores), el ESC estabiliza el coche y evita la salida de la carretera. El sistema de aviso de salida de carril controla la posición del vehículo entre las marcas de dos carriles. Los futuros sistemas interactuarán y con ello permitirán la introducción de nuevas funciones de seguridad.

Según los investigadores de accidentes del ADAC, los choques en las intersecciones (provocados por el incumplimiento de la norma de preferencia) se encuentran entre los tipos de accidentes que se cobran un mayor número de heridos. Ello demuestra el gran potencial de los futuros sistemas intervehiculares para reducir todavía más el número de lesionados o muertos en la carretera, mediante el uso de una tecnología de monitorización completa o una comunicación entre vehículos o entre vehículo e infraestructura.

¿Qué sistemas de seguridad activa a bordo del vehículo del futuro ayudarán a reducir todavía más el número de accidentes graves? A continuación, las respuestas de los fabricantes:



Desde hace más de 10 años, Audi lleva a cabo actividades de investigación sobre accidentes. Utilizamos nuestros resultados para el desarrollo de sistemas de seguridad activa y pasiva. En el futuro, nuestra atención estará centrada en mejorar las funcionalidades de monitorización completa. La prioridad será la interconexión de varios sensores. La interconexión con otros vehículos o con la infraestructura de tráfico, es decir, comunicación entre vehículos y entre vehículo y x, ayudará a desarrollar sistemas de seguridad activa todavía mejores.

Nuestro objetivo sigue siendo alertar a los conductores de forma eficaz, de manera que puedan iniciar una frenada a tiempo o dirigir el coche en la correcta dirección para evitar un accidente. Los diferentes sistemas de asistencia ayudarán a controlar estas difíciles situaciones”.

Peter Duba, Jefe de Sistemas de Asistencia al Conductor, Audi AG



“Los futuros modelos BMW se centrarán en la protección de los conductores, los vehículos y lo que les rodea. Los nuevos sistemas de seguridad activa serán sistemas integrados para la prevención de los impactos frontales, laterales y posteriores que también incluirán el entorno urbano. En combinación con los futuros sistemas de asistencia al conductor, los sensores completos y los datos de navegación interconectados permitirán conseguir un nivel de seguridad mucho más elevado”.

Gerhard Fisher, Jefe de Sistemas Integrados y Activos, Grupo BMW



“Para asegurar un aparcamiento más fácil con malas condiciones de visibilidad y complementar el Paquete de seguridad dinámica de Infiniti, estamos desarrollando sistemas que sean capaces de detectar objetos en movimiento. Mientras que la Detección de objetos en movimiento (MOD) basada en nuestro sistema de cámaras Around View Monitor produce un tono de aviso para alertar al conductor de la presencia de peatones, etc. en el entorno inmediato, los sensores de radar y la tecnología Back-up Collision Intervention (BCI) detecta vehículos que se aproximan por los laterales mientras se está saliendo de un aparcamiento. El sistema BCI frenará automáticamente el coche para evitar la colisión”

Alexander Sellei, Director de Comunicación, INFINITI Alemania



“La enorme difusión de los conocidos y resolutivos sistemas de seguridad activa, especialmente el AEBS, es una herramienta a corto plazo para mejorar la seguridad en la carretera. Mercedes-Benz equipará de fábrica la nueva generación de vehículos de las Clases A y B con el sistema de radar Collision Prevention Assist que incluye aviso de distancia y asistencia de freno adaptativo. El desafío a medio plazo de Mercedes-Benz es el control de situaciones de tráfico más complejas como las intersecciones y los peatones. A largo plazo, estamos trabajando para poner en práctica nuestra visión de la conducción sin accidentes mediante la asistencia perfecta y las funcionalidades de seguridad”.

Thomas Breitling (Prof. Dr.-Ing), Director de Seguridad Activa/Dinámica de vehículos/Gestión de la energía, Desarrollo de coches Mercedes-Benz



“La detección de coches y el sistema de autofrenado han respondido como se esperaba en las pruebas. Los accidentes de tráfico de este tipo son habituales y nuestras tecnologías marcarán la diferencia también en la vida real. El objetivo de Volvo es que, en el año 2020, nadie sufra lesiones graves o muera en un nuevo Volvo. Siguiendo este objetivo, estamos desarrollando sistemas de seguridad todavía más avanzados y sorprendentes que puedan ayudar al conductor a evitar accidentes, por ejemplo en las intersecciones, y también estamos trabajando en tecnologías de conducción automática”.

Erik Coelingh, Experto en seguridad, Coches Volvo



“La prioridad de Volkswagen será desarrollar los conocidos sistemas de seguridad activos o hacerlos atractivos para el mercado de los coches de gama más baja. Sólo si estos sistemas consiguen penetrar en el mercado de los turismos, lograremos mejorar sustancialmente la seguridad en la carretera. El coche del futuro debe asegurar que todos los usuarios disfruten de un alto nivel de seguridad activa. La prevención de choques es particularmente importante con respecto a los coches supermini puesto que comparativamente, tienen menos zonas de absorción. Nuestro Up! Demostrará lo serios que somos en este tema. Con este coche, Volkswagen establecerá un nuevo punto de referencia. Les sorprenderemos. También continuamos esforzándonos en desarrollar la asistencia a la frenada de emergencia automática para asegurar una detección fiable en situaciones de tráfico difíciles de controlar (ej., intersecciones)”.

Stefan Gies (prof Dr.-Ing), Jefe de Desarrollo de chasis para turismos, Volkswagen AG

Anexo II - Metodología de pruebas

Productos analizados

Mercedes fue el primer fabricante en equipar sus vehículos (Clase S) con el sistema AEBS (Pre-Safe) en 2005. En un principio, Pre-Safe era una opción muy cara sólo disponible para coches de lujo.

Aunque el AEBS sigue siendo sólo un equipamiento opcional, se ha incluido en clases de vehículos más pequeños de gama alta y algunos coches familiares.

Los coches analizados han sido:

- Audi A7 3.0 TFSI
- BMW 530d Automatic
- Infiniti M37S Premium
- Mercedes CLS 350 CGI
- VW Passat Variant 2.0 TFSI DSG Highline
- Volvo V60 D5 AWD Geartronic SUMMUM

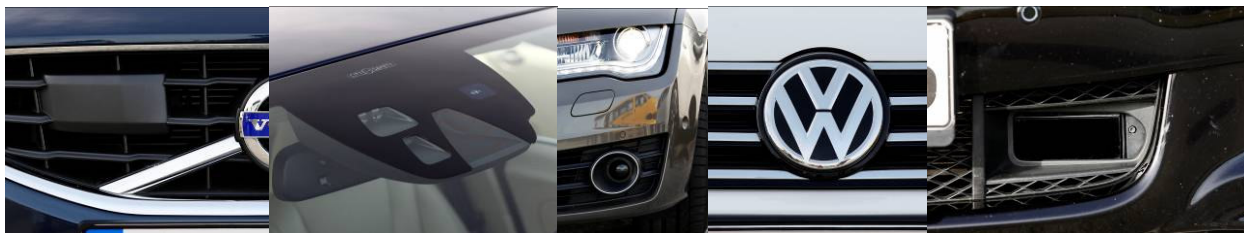


AEBS y cómo funciona

AEBS utiliza los tres componentes siguientes:

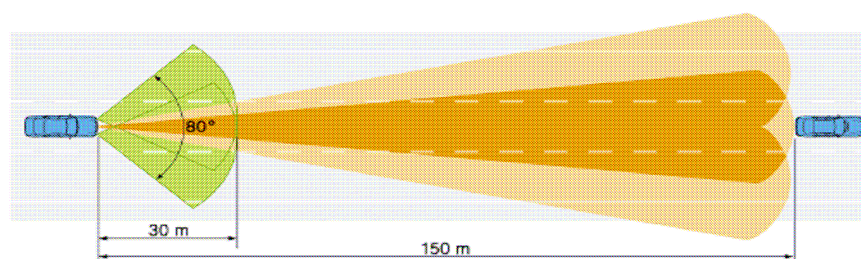
Sistema de sensores

El sistema de sensores consiste en, al menos, un sensor que controla el área situada delante del vehículo. El alcance máximo de los sensores es de 200 m para asegurar la detección anticipada de objetos a alta velocidad y calcular el tiempo de respuesta del sistema. La principal función de los sensores es detectar objetos en movimiento delante del vehículo. Los sensores para la detección de objetos suelen ser sensores de radar. Los sensores láser (LIDAR) son una alternativa más barata pero raramente utilizada. Para asegurar la mejor clasificación de los objetos, los sensores de radar se pueden utilizar en combinación con cámaras.



Sistema de control

El sistema de control consiste en una unidad de control que suele estar instalada en el espacio del sensor. La función de la unidad de control es analizar los datos del sensor. Calcula la posición del objeto con respecto al vehículo y la velocidad relativa de ambos. Sobre la base de la trayectoria de movimiento del objeto, la unidad también calcula la aceleración relativa entre el vehículo y el objeto.



A fin de permitir el uso paralelo de varios sensores, como por ejemplo, dos sensores de radar, un sensor de vídeo y los sensores del vehículo (sensor de ángulo de dirección, sensor de aceleración, etc.), los sensores están conectados a otra unidad de control a través de un bus CAN. La unidad de control rea-

liza una comprobación mediante la comparación de los datos recibidos, y así evitar la frenada de emergencia accidental. Gracias a la integración del sensor de ángulo de dirección, se puede estimar la trayectoria de movimiento deseada del vehículo. Todo esto ayuda al AEBS a identificar los objetos con los que el vehículo puede llegar a colisionar. Analizando los datos transmitidos desde el sensor y el indicador de aceleración, el AEBS determina si el conductor ha visto o no el objeto y responde a dicha información accionando el freno o girando.

Interfaz conductor-vehículo

Una interfaz conductor-vehículo integra todos los elementos que dan la información al conductor, incluidas las señales acústicas (a través de altavoces), las luces de aviso o LED, y las señales hápticas como la sacudida o la fuerza de empuje del acelerador contra el pie del conductor.

Criterios de la prueba

Hemos clasificado y comparado diferentes sistemas AEBS según un sistema multicriterio desarrollado por los ingenieros del automóvil club alemán ADAC de criterios de pruebas.

El análisis incluye tres aspectos básicos:

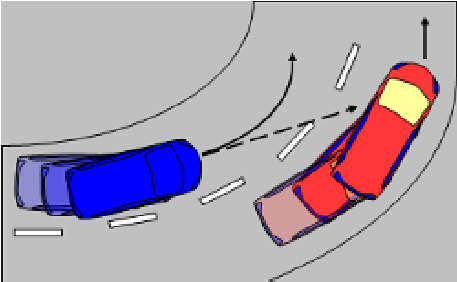
- Fallo de funcionamiento
- Beneficio
- Secuencia de alertas

Para analizar el fallo de funcionamiento, se seleccionan escenarios del tráfico cotidiano que el AEBS no siempre pudiera identificar como peligrosos.

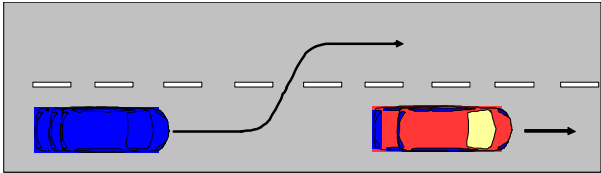
Realizamos las pruebas de fallo de funcionamiento que se detallan a continuación:

Análisis comparativo de los sistemas avanzados de frenado de emergencia

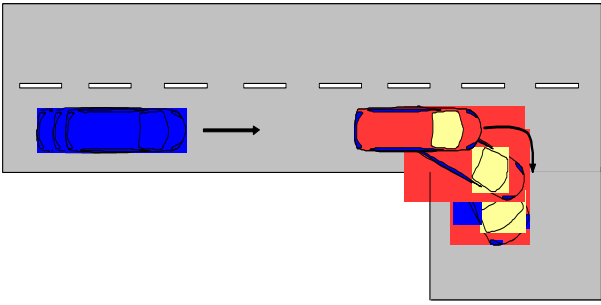
- Prueba de fallo de funcionamiento A1 - curvas (estático)



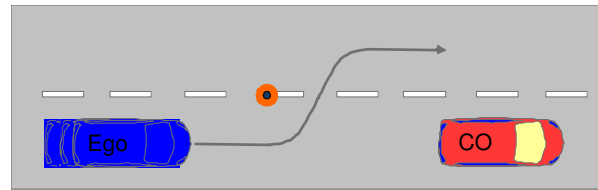
- Prueba de fallo de funcionamiento A2 - adelantamiento de vehículo en movimiento



- Prueba de fallo de funcionamiento A3 - frenada ficticia



- Prueba de fallo de funcionamiento A4 - evitación de un objeto estático

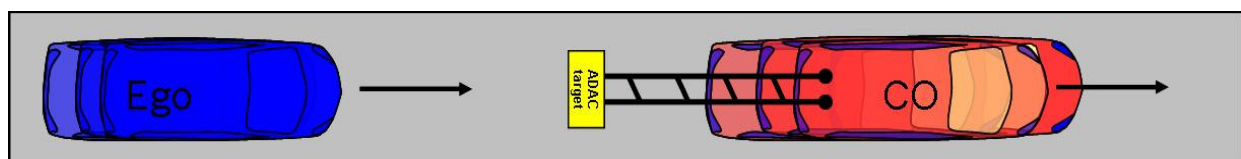


Las pruebas para valorar beneficios simulan escenarios habituales de tráfico y accidentes. Evaluamos si:

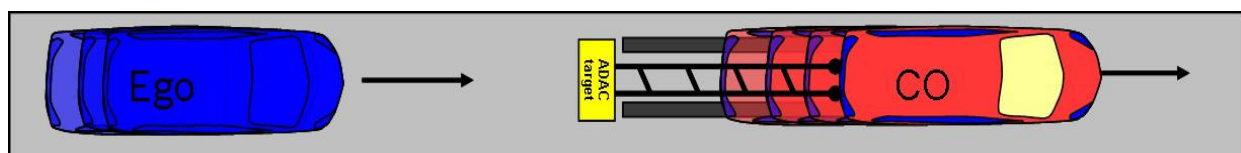
- el aviso se inicia lo suficientemente pronto como para que un conductor topi disponga del tiempo suficiente para frenar el coche y evitar la colisión.
- el sistema ayuda al conductor a evitar una colisión si éste aplica una presión de frenada insuficiente
- el sistema reduce de forma automática la velocidad del impacto para mitigar las consecuencias de un choque si el conductor ignora el aviso y en caso de colisión inminente

Se han llevado a cabo pruebas con distintas velocidades de conducción y diferencias:

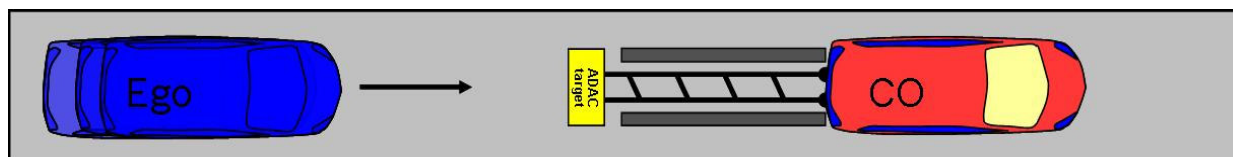
- Prueba de beneficio B1 - aproximación a un objeto en movimiento lento



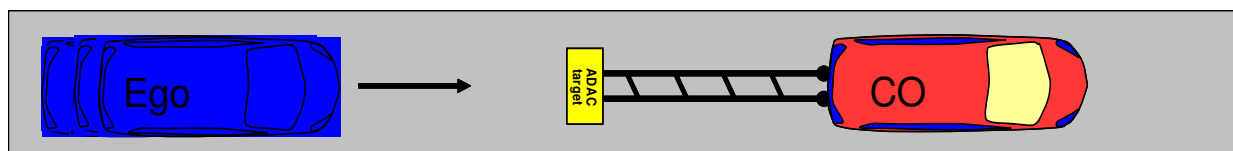
- Prueba de beneficio B2 - aproximación a un objeto en deceleración constante



- Prueba de beneficio B3 – aproximación a un objeto que se para repentinamente



- Prueba de beneficio B4 – aproximación a un objeto estático



- Prueba de beneficio B5 – asistencia a la frenada automática

La valoración de la secuencia de alertas incluye la estrategia de aviso y su eficacia. Una secuencia de alertas ideal consiste en una advertencia visual muy visible (ej., proyectada en el parabrisas), una advertencia acústica fuerte y una advertencia háptica claramente perceptible (ej., sacudida o frenada parcial).

Diana e instrumentos de medida

La diana, específicamente diseñada para la prueba del sistema AEBS, es un vehículo falso estático y dinámico que permite valorar y comparar el comportamiento de los AEBS de los vehículos de prueba, y que al mismo tiempo, evita que el vehículo sufra ningún daño.

Se ha desarrollado un vehículo falso que satisface todos los requisitos de los diferentes sistemas y que todos los sistemas identifican como un vehículo real. Como los vehículos están equipados con sensores de radar y láser, además de con cámaras de vídeo, teníamos que asegurar la detección fiable con todas las tecnologías. Para ello, simulamos las propiedades de reflexión del radar de un vehículo real y construimos la silueta de la diana de manera que se pareciese a la de un vehículo real, para que los sistemas con cámaras pudieran reconocer la diana como un vehículo.



Análisis comparativo de los sistemas avanzados de frenado de emergencia

La diana desarrollada se puede utilizar como objeto estático o en movimiento, haciendo que se desplace hacia delante y hacia atrás mediante un sofisticado sistema de raíles. Un vehículo tractor es el encargado de tirar del vehículo falso. En una colisión, se desliza hacia delante sobre los raíles reduciendo significativamente la fuerza del impacto.



Para registrar el tiempo del aviso y la velocidad del impacto, conectamos un sensor de radar específico a una grabadora de datos GPS. Todas las señales relevantes del vehículo, se registraron con cámaras, micrófonos y sensores de aceleración adicionales. Para medir la velocidad exacta del impacto, instalamos un disparador en la parte delantera del vehículo.

