



Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de situación de la CEPE TRANS/WP.29/343, disponible en: <https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations>

Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas. Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que concierne a los sistemas de asistencia al conductor para el control (DCAS) [2025/1899]

Incluye todos los textos válidos hasta:
la serie 01 de enmiendas. Fecha de entrada en vigor: 26 de septiembre de 2025

Este documento tiene valor meramente informativo. El texto auténtico y jurídicamente vinculante es el siguiente: ECE/TRANS/WP.29/2025/7 (modificado por el apartado 64 del informe ECE/TRANS/WP.29/1184)

ÍNDICE

REGLAMENTO

Introducción

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones generales
6. Especificaciones adicionales para las prestaciones del DCAS
7. Seguimiento del funcionamiento del DCAS
8. Validación del sistema
9. Datos de información del sistema
10. Requisitos de identificación de software
11. Modificación del tipo de vehículo y extensión de la homologación
12. Conformidad de la producción
13. Sanciones por no conformidad de la producción
14. Cese definitivo de la producción
15. Nombre y dirección de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
16. Disposiciones transitorias

ANEXOS

- 1 Comunicación
- 2 Ejemplos de marcas de homologación
- 3 Requisitos especiales aplicables a la auditoría / evaluación
 - Apéndice 1. Modelo de formulario de evaluación de sistemas electrónicos o sistemas electrónicos complejos
 - Apéndice 2. Diseño del sistema que debe evaluarse
 - Apéndice 3. Modelo de clasificación de las capacidades de detección del sistema y de los límites pertinentes del sistema
 - Apéndice 4. Declaración de capacidad del sistema
- 4 Especificaciones de los ensayos físicos para la validación del DCAS
- 5 Principios para la evaluación de la credibilidad del uso de una cadena de herramientas virtual en la validación del DCAS

Introducción

1. Los sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS) se han desarrollado con la finalidad de ayudar a los conductores y mejorar la seguridad vial proporcionándoles información de apoyo, en particular avisos en situaciones críticas para la seguridad, y ayudándolos en el control lateral o longitudinal del vehículo de forma temporal o continuada durante la conducción normal y para evitar colisiones o mitigar la gravedad de un accidente en situaciones críticas. Los ADAS tienen por objeto ayudar a los conductores, que siempre son los responsables del control del vehículo y deben vigilar permanentemente el entorno y el funcionamiento del vehículo o sistema.
2. El presente Reglamento de las Naciones Unidas trata de los sistemas de asistencia al conductor para el control (DCAS), que son un tipo específico de ADAS. Un DCAS es un sistema del vehículo accionado por el conductor que ayuda a este último a mantener el control dinámico del vehículo mediante el control continuado del movimiento lateral y longitudinal. El DCAS, cuando está activo, ayuda en las tareas de conducción, aumenta la comodidad y reduce la carga de trabajo del conductor estabilizando o maniobrando activamente el vehículo. El DCAS asiste al conductor cuando opera dentro de los límites del sistema, pero no asume por completo la tarea de conducción, por lo que la responsabilidad sigue recayendo en el conductor. La asistencia prestada por el DCAS no deberá afectar negativamente a la seguridad vial ni al control del conductor sobre el comportamiento del vehículo.
3. Teniendo en cuenta la expansión de diferentes DCAS mejorados en el mercado, el presente Reglamento de las Naciones Unidas tiene por objeto establecer disposiciones uniformes y generales tecnológicamente neutras relativas a la homologación de vehículos equipados con DCAS que puedan funcionar más allá de las limitaciones impuestas por la serie 03 de enmiendas del Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas, y tiene por objeto autorizar la homologación de diversas prestaciones de asistencia al conductor para el control y, con ello, subsanar una laguna existente en la reglamentación. El presente Reglamento de las Naciones Unidas establece requisitos mínimos de seguridad para todo DCAS.
4. De conformidad con la norma SAE J3016 (Taxonomía y definiciones de los términos relacionados con los sistemas de automatización de la conducción para vehículos de motor para carretera), los DCAS se consideran «nivel SAE 2 según la norma SAE J3016» (automatización parcial), sistemas que solo son capaces de realizar partes del control dinámico del vehículo y, por tanto, el conductor ha de encargarse del resto del control dinámico, así como de supervisar el funcionamiento del sistema y el entorno del vehículo⁽¹⁾. En este sentido, cuando el DCAS está activo, ayuda al conductor a realizar el control dinámico, pero no lo sustituye. Si proporciona únicamente el control longitudinal o lateral temporalmente, el nivel de automatización del DCAS desciende de 2 a 1 (asistencia al conductor).
5. Si bien tanto el DCAS como los sistemas de conducción automatizada (ADS) con los niveles más altos de automatización (de 3 a 5) según la norma SAE J3016 proporcionan control lateral y longitudinal de forma continuada, solo un ADS puede permitir que el conductor abandone la conducción, ya que solo un ADS, por definición, es capaz de gestionar todas las situaciones de conducción que cabe razonablemente esperar dentro de su dominio del diseño operativo (ODD) sin que intervenga el conductor. En cambio, el DCAS solo asiste al conductor, pero nunca le sustituye. Por consiguiente, no se transfiere la responsabilidad del conductor en el control del vehículo.
6. La disponibilidad del DCAS y su capacidad de asistencia están restringidas por los límites operativos definidos del sistema. Si bien el DCAS es capaz de detectar y responder a escenarios comunes dentro del caso de uso (prestación del DCAS), puede que el sistema no sea capaz de reconocer determinadas condiciones ambientales, ya que el DCAS no está diseñado para gestionar todas las situaciones posibles, y se espera que el conductor tenga siempre el vehículo bajo control.

⁽¹⁾ Los niveles de automatización descritos en la norma SAE J3016 también están incluidos en el documento de referencia ECE/TRANS/WP29/1140.

7. El impacto de los límites del sistema en la capacidad de este para satisfacer determinadas exigencias, y la naturaleza de la evaluación dichas exigencias, se refleja en el lenguaje utilizado en el presente Reglamento de las Naciones Unidas.
- a) algunas exigencias han de cumplirse siempre, lo que incluye todos los ensayos pertinentes. Estas disposiciones se formulan con la expresión «el sistema deberá...»;
 - b) algunas exigencias son tales que, si bien se espera que el sistema las cumpla en general, puede que ello no sea siempre adecuado o factible en determinadas circunstancias, o que perturbaciones externas produzcan un resultado variable. Estas disposiciones se formulan con la expresión «el sistema tratará de...»; y
 - c) algunas exigencias son difíciles de verificar evaluando directamente el funcionamiento del sistema y se verifican más fácilmente evaluando el diseño del sistema, por ejemplo, analizando sus estrategias de control. Estas disposiciones se formulan con la expresión «el sistema estará diseñado para...».
8. Según el caso de uso, algunos DCAS pueden ser capaces de iniciar maniobras de conducción. Cuando las maniobras sean iniciadas por el sistema, este estará diseñado para respetar las normas de circulación nacionales. Sin embargo, cuando las maniobras sean iniciadas por el conductor, el DCAS solo le asistirá en el manejo del vehículo sin garantizar el cumplimiento de las normas de circulación nacionales. En ambos casos, la responsabilidad recae siempre sobre el conductor.
9. Se reconoce que es posible que no se pueda conseguir totalmente un funcionamiento conforme a las normas de circulación relacionadas con maniobras confirmadas por el conductor o iniciadas por el sistema debido a la complejidad y variedad de normas existentes en los distintos países de uso. La implicación continua del conductor en la tarea de conducción se considera que compensa esta circunstancia.
10. El exceso de confianza del conductor podría suponer un riesgo para la seguridad. Cuanto mejor sea el sistema, más probable será que el conductor confíe en que funcione siempre correctamente y vaya reduciendo su nivel de supervisión (incluso hasta el punto de confundir el sistema con la conducción totalmente automatizada). Por lo tanto, el DCAS tratará de prevenir los riesgos razonablemente previsibles de mal uso o abuso por parte del conductor. El DCAS deberá facilitar información suficiente para que el conductor pueda supervisar la asistencia prestada.
11. El DCAS estará diseñado para evitar que los conductores realicen actividades distintas de la conducción más allá de las permitidas para la conducción manual antes de la entrada en vigor del presente Reglamento de las Naciones Unidas, ya que el DCAS exige que el conductor siga concentrado en la conducción. Por lo tanto, el DCAS deberá disponer de medios para evaluar si el conductor sigue atendiendo y supervisando el funcionamiento del vehículo. El DCAS vigilará la implicación del conductor (comprobando que mantiene las manos sobre el volante o la mirada en la carretera, o incluso ambas cosas), evaluará su implicación y, en caso de falta de implicación, reaccionará adecuadamente emitiendo señales claras de aviso. También hará que el vehículo frene hasta detenerse por completo si el conductor no reacciona a los avisos del sistema y no realiza las acciones de control necesarias. El DCAS buscará señales de falta de implicación del conductor utilizando un sistema de monitorización del conductor. Sin embargo, aunque este sistema busca señales físicas de falta de implicación del conductor, actualmente no es capaz de evaluar directamente la falta de implicación cognitiva.
12. El presente Reglamento de las Naciones Unidas incluye requisitos funcionales generales relativos a la seguridad del sistema en funcionamiento normal y la respuesta de seguridad en caso de fallo del sistema o incapacidad del conductor para confirmar su implicación en el control del vehículo. Las disposiciones reglamentarias abarcan la interacción del DCAS con otros sistemas de asistencia del vehículo, la descripción de las condiciones límite del sistema y el comportamiento de este cuando se detecta que se han alcanzado dichos límites, la controlabilidad y la asistencia de control dinámico del sistema para diferentes casos de uso (prestaciones) del DCAS. Las interacciones entre el DCAS y el conductor están reguladas, incluida la interfaz persona-máquina (IPM), en dos direcciones: el manejo del sistema por parte del conductor y el control por parte del sistema de que el conductor no desatiende la conducción. El presente Reglamento de las Naciones Unidas establece requisitos para las prestaciones específicas de los DCAS.
13. El presente Reglamento de las Naciones Unidas establece métodos de evaluación del cumplimiento que son más genéricos que los de la serie 03 de enmiendas del Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas (en el que se establecen requisitos específicos para cada caso de uso). El fabricante debe declarar un esquema del diseño del sistema que ayude a informar a la autoridad de homologación de tipo de las actividades de evaluación y verificación que es necesario llevar a cabo. Las técnicas de evaluación basadas en varios pilares compensan las incertidumbres relacionadas con los casos operativos del DCAS que no se evalúan

directamente y, por tanto, abarcan la evaluación de múltiples casos operativos del DCAS. La validación del DCAS garantizará que el fabricante haya realizado una evaluación exhaustiva durante los procesos de diseño y desarrollo, teniendo en cuenta la seguridad funcional y operativa de las prestaciones integradas en el DCAS y el DCAS completo integrado en un vehículo. Los pilares de la evaluación incluyen la validación de los aspectos de seguridad del DCAS mediante la auditoría reforzada de la documentación del fabricante, los ensayos físicos en la pista de ensayo y en la vía pública y el seguimiento del funcionamiento del DCAS en servicio por parte del fabricante.

14. Para hacer un uso seguro del DCAS, se requiere que el conductor entienda de forma adecuada las capacidades de funcionamiento del DCAS disponibles en el vehículo. Es necesario facilitar la información adecuada al conductor para evitar posibles interpretaciones erróneas, sobreestimaciones o dificultades con el DCAS o el control del vehículo. La elaboración del presente Reglamento de las Naciones Unidas puso de manifiesto la necesidad de garantizar que el conductor posea conocimientos específicos o suficientes sobre el uso adecuado del DCAS. Esta cuestión se encuadra en el tema general de la formación de los conductores, que puede dividirse en dos direcciones: a) actualización de la formación y reevaluación de los conductores para que conduzcan con seguridad vehículos equipados con DCAS, y b) elaboración de una norma uniforme (por ejemplo, ISO), adicional al presente Reglamento de las Naciones Unidas, que establezca para el DCAS la IPM común, las técnicas de comunicación, los modos de funcionamiento, las posibilidades de anulación, los mensajes y señales del sistema, etcétera. De este modo, se garantizará la uniformidad de la IPM para los diferentes DCAS producidos por diferentes fabricantes, a fin de que todos los conductores puedan estar preparados para utilizar diferentes DCAS de manera segura.
15. El presente Reglamento de las Naciones Unidas no tiene por objeto establecer requisitos aplicables a los conductores, pero sí establece los requisitos aplicables a los materiales educativos, los mensajes y las señales que los fabricantes de DCAS tendrán que presentar al conductor (por ejemplo, para que este los examine). Sin embargo, ni el presente Reglamento de las Naciones Unidas ni la autoridad de homologación de tipo pueden garantizar, mediante disposiciones reglamentarias, que el conductor vaya a examinar y comprender adecuadamente estos materiales.
16. El despliegue de los DCAS pone de relieve la necesidad de una política comercial equilibrada para no provocar que los conductores sobreestimen las capacidades de este sistema y puedan creer que el funcionamiento del sistema es algo más que un sistema de asistencia. La referencia a términos engañosos en los materiales informativos facilitados por el fabricante puede generar confusión o excesiva confianza en el conductor. Para evitarlo, los términos que las autoridades nacionales hayan considerado engañosos no deberán utilizarse en la promoción comercial de los DCAS.
17. Aunque el DCAS está siendo desarrollado con diligencia por muchos fabricantes y se prevé que siga desarrollándose en el futuro, el presente Reglamento de las Naciones Unidas se basa en la tecnología y los datos actuales procedentes de un número limitado de vehículos introducidos en el mercado. El presente Reglamento de las Naciones Unidas implementa un instrumento de vigilancia del funcionamiento del DCAS destinado a recoger más datos de los vehículos equipados con DCAS que se introduzcan en el mercado. El presente Reglamento de las Naciones Unidas está sujeto a una revisión continua basada en el examen del desarrollo tecnológico y los datos obtenidos mediante la vigilancia del funcionamiento del DCAS.

1. Ámbito de aplicación

- 1.1. El presente Reglamento de las Naciones Unidas se aplica a la homologación de tipo de vehículos de las categorías M y N ⁽²⁾ en lo que respecta a sus sistemas de asistencia al conductor para el control (DCAS).
- 1.2. El presente Reglamento de las Naciones Unidas no se aplica a la homologación de vehículos en lo que respecta a la función de dirección de accionamiento automático (FDAA) ni a la función de mitigación de riesgos (FMR) que hayan sido homologadas con arreglo al Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas, incluso cuando un sistema ejerza control longitudinal al mismo tiempo. No obstante, si el fabricante declara que dicha FDAA o FMR forma parte del DCAS, el presente Reglamento de las Naciones Unidas será de aplicación independientemente de que también hayan sido homologadas con arreglo al Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas.

⁽²⁾ Con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, apartado 2. <https://unece.org/transport/standards/transport/vehicle-regulations-wp29/resolutions>.

2. Definiciones

A efectos del presente Reglamento de las Naciones Unidas, se aplicarán las definiciones siguientes:

- 2.1. «Sistema de asistencia al conductor para el control (DCAS)»: conjunto de *hardware* y *software* capaz de ayudar a un conductor a controlar el movimiento longitudinal y lateral del vehículo de forma continuada.

En el presente Reglamento de las Naciones Unidas, el DCAS también se denomina «el sistema».

- 2.2. «Tipo de vehículo en lo que respecta al DCAS»: grupo de vehículos que no difieren entre sí en aspectos esenciales como:

- a) las características y el diseño del DCAS;
- b) las características del vehículo que influyen significativamente en el comportamiento del DCAS.

Si, dentro de una misma designación de tipo de vehículo del fabricante, el DCAS consta de varias prestaciones, algunas de las cuales puede que no se instalen en algunos vehículos, se considerará que el DCAS con prestaciones inferiores pertenece al mismo tipo de vehículo en lo que respecta al DCAS.

- 2.3. «Prestación (de DCAS)»: capacidad específica del DCAS que presta asistencia al conductor en escenarios de tráfico, circunstancias y límites del sistema definidos.

- 2.4. «Control dinámico»: ejecución en tiempo real de las funciones operativas y tácticas necesarias para mover el vehículo. Esto incluye el control del movimiento lateral y longitudinal del vehículo, la vigilancia del entorno de la vía, la respuesta a los eventos del entorno de circulación vial, y la planificación y señalización de maniobras.

A efectos del presente Reglamento de las Naciones Unidas, el DCAS asiste al conductor llevando a cabo funciones operativas y tácticas sin limitar la capacidad del conductor para intervenir en un momento dado.

- 2.5. «Límites del sistema»: los límites o condiciones verificables o medibles establecidos por un fabricante dentro de los cuales, o hasta los cuales, el DCAS o una prestación del DCAS está diseñado para prestar asistencia al conductor, así como las condiciones que afectan a la capacidad del sistema para funcionar según lo previsto.

- 2.6. «Desconexión del conductor»: determinación por el sistema de la incapacidad actual del conductor para ejecutar de forma segura la percepción, la planificación o la toma de decisiones e intervenir en el funcionamiento del DCAS.

- 2.7. «Funciones operativas»: las acciones básicas de control del conductor que son necesarias y se realizan para desplazar un vehículo y manejar sus sistemas, incluido el control del movimiento lateral y longitudinal del vehículo. La realización de funciones operativas implica el manejo físico del vehículo por parte del conductor.

- 2.8. «Funciones tácticas»: la planificación y determinación en tiempo real de las maniobras del conductor. Las funciones tácticas implican la aplicación de las capacidades del conductor para manejar el vehículo en un entorno en constante evolución.

- 2.9. «Tiempo real»: tiempo real durante el cual se produce un proceso o evento.

- 2.10. «Maniobra»: cambio en la trayectoria del vehículo que le lleva a abandonar, al menos parcialmente, su carril o dirección de circulación originales, lo que puede dar lugar a una interacción con otros usuarios de la vía.

Una serie de maniobras podrá considerarse una única maniobra siempre que se realicen de forma sucesiva, sin una separación significativa entre ellas, y que estén relacionadas con el cumplimiento de un objetivo táctico (por ejemplo, cambiar de carril al tiempo que se transita por una intersección). Si se realizan maniobras diferenciadas para seguir una ruta de tránsito con una separación significativa entre ellas, no se considerarán una única maniobra.

- 2.11. «Carril objetivo»: el carril de circulación al que el sistema pretende desplazar el vehículo realizando una maniobra.

- 2.12. «Procedimiento de cambio de carril (PCC)»: secuencia de operaciones destinadas a que un vehículo cambie de carril. La secuencia comprende las operaciones siguientes:
- a) activación de las luces indicadoras de dirección;
 - b) movimiento lateral del vehículo hacia el límite del carril;
 - c) maniobra de cambio de carril;
 - d) reanudación de la posición estable del vehículo en el carril;
 - e) desactivación de las luces indicadoras de dirección.
- 2.13. La «maniobra de cambio de carril (MCC)» forma parte del PCC y
- a) comienza cuando el borde exterior de la banda de rodadura del neumático delantero del vehículo más próximo a la marca del carril sobrepasa el borde exterior de la marca del carril hacia el que se está maniobrando el vehículo; y
 - b) termina cuando las ruedas traseras del vehículo han sobrepasado totalmente la marca del carril.
- 2.14. «Modo apagado»: situación operativa del DCAS en la que se impide al sistema que ayude al conductor a ejecutar el control dinámico del vehículo.
- 2.15. «Modo encendido»: situación operativa del DCAS en la que se ha solicitado al sistema o a una prestación del DCAS que preste asistencia al conductor en la ejecución del control dinámico del vehículo. En este modo, el sistema se encuentra en modo «stand-by» o «activo».
- 2.15.1. «Modo activo»: situación operativa del DCAS en la que el sistema o una prestación del DCAS considera que se encuentra dentro de sus límites de sistema y presta asistencia al conductor en la ejecución del control dinámico del vehículo.
- 2.15.2. «Modo de stand-by»: situación operativa del DCAS en la que el sistema o una prestación del DCAS está en modo «encendido», pero no está generando salida de control. En este modo, el sistema puede estar en modo «pasivo» o «inactivo».
- 2.15.2.1. «Modo pasivo»: situación operativa del DCAS en la que el sistema o una prestación del DCAS se encuentra en modo «stand-by» y considera que se encuentra dentro de los límites del sistema sin condiciones previas que impidan pasar al modo «activo».
- 2.15.2.2. «Modo inactivo»: situación operativa del DCAS en la que el sistema o una prestación del DCAS se encuentra en modo «stand-by» y considera que se encuentra fuera de sus condiciones límite o existe alguna condición previa que impida el paso al modo «activo».
- 2.16. «Riesgo de colisión inminente»: expresión que describe una situación o un evento que da lugar a la colisión del vehículo con otro usuario de la vía o un obstáculo que no se puede evitar mediante una demanda de frenado inferior a 5 m/s^2 .
- 2.17. «Alcance de detección»: distancia a la que el sistema puede reconocer un objeto de manera fiable —teniendo en cuenta el deterioro de los componentes del sistema de detección debido al paso del tiempo y al uso durante toda la vida útil del vehículo— y generar una señal de control.
- 2.18. «Intervalo de velocidades diseñado para el sistema o prestación»: el intervalo de velocidades adaptativo dentro del cual el sistema o una de sus prestaciones pueden estar en modo «activo» sobre la base del diseño y la capacidad del sistema, teniendo en cuenta, cuando proceda, las condiciones del tráfico y medioambientales.
- 2.19. «Velocidad máxima establecida por el conductor»: la velocidad máxima de funcionamiento del DCAS establecida por el conductor.
- 2.20. «Velocidad máxima actual»: la velocidad máxima hasta la cual el sistema controlará el vehículo.

- 2.21. «Número de identificación de *software* Rx (RXSWIN)»: identificador específico, definido por el fabricante del vehículo, que refleja la información relativa al software del sistema electrónico de control pertinente para la homologación de tipo que contribuye a las características del vehículo pertinentes para la homologación de tipo en virtud del Reglamento n.º 1XX de las Naciones Unidas.
- 2.22. «Sistema electrónico de control»: combinación de unidades diseñadas para producir conjuntamente la función de control del vehículo declarada, por medio del procesamiento electrónico de datos. Estos sistemas, controlados a menudo mediante *software*, se construyen a partir de componentes funcionales diferenciados, como sensores, unidades electrónicas de control y accionadores, y se conectan mediante enlaces de transmisión. Pueden incluir elementos mecánicos, electroneumáticos o electrohidráulicos.
- 2.23. «Incidencia»: en el contexto de las disposiciones del punto 7, una acción relacionada con la seguridad o un caso de evento o incidente que afecte a un vehículo equipado con DCAS.
- 2.24. «Incidencia crítica para la seguridad»: incidencia en la que el DCAS o su prestación respectiva se encontraban en modo «encendido» en el momento de producirse un evento de colisión que:
- a) causó una lesión que requirió asistencia médica o causó la muerte de al menos una persona; o
 - b) provocó el despliegue —en el vehículo equipado con DCAS— de airbags, sistemas de retención de ocupantes no reversibles o sistemas secundarios de seguridad para usuarios vulnerables de la vía.
- 2.25. «Controlabilidad»: medida de la probabilidad de que pueda evitarse un daño cuando se produce una situación peligrosa. Esta situación puede deberse a acciones realizadas por el conductor, por el sistema o por medidas externas.
- 2.26. «Anulación por el conductor»: toda acción realizada por el conductor para intervenir temporalmente en la asistencia proporcionada por el DCAS accionando los mandos de frenado, transmisión, aceleración o dirección.
- 2.27. «Autopista»: tipo de vía pública en la que está prohibida la circulación de peatones y ciclistas y cuyo diseño incluye una separación física del tráfico que circula en sentidos opuestos.
- 2.28. «Vía distinta de autopista»: tipo de vía pública que no se ajusta a la definición de autopista recogida en el punto 2.27.
- 2.29. «Sistema de conducción automatizada (SCA)»: *hardware* y *software* del vehículo que tienen la capacidad de realizar toda la tarea de conducción dinámica (TCD) de forma continuada.
- 2.30. «Tarea de conducción dinámica (TCD)»: funciones operativas y tácticas en tiempo real necesarias para el funcionamiento del vehículo.
- 2.31. «Inestabilidad en cadena»: cuando una perturbación del perfil de velocidad del vehículo delantero es amplificada por el vehículo siguiente.
- 2.32. «Solicitud de manos en el volante (SMV)»: petición realizada por el sistema al conductor para que vuelva a tener un nivel adecuado de atención motora.
- 2.33. «Solicitud de ojos en la carretera»: petición realizada por el sistema al conductor para que vuelva a tener un nivel adecuado de vigilancia visual.
- 2.34. «Alerta de control directo (ACD)»: instrucción del sistema para que el conductor retome inmediatamente al menos el control lateral del vehículo.

3. Solicitud de homologación

3.1. La solicitud de homologación de un tipo de vehículo con respecto a su DCAS deberá ser presentada por el fabricante del vehículo o su representante autorizado a la autoridad de homologación de tipo de la Parte contratante, con arreglo a lo dispuesto en el anexo 3 del Acuerdo de 1958.

3.2. La solicitud irá acompañada de la siguiente documentación:

3.2.1. Una descripción del tipo de vehículo por lo que respecta a los equipos especificados en el punto 2.2, junto con la documentación requerida en el anexo 1 que muestre el diseño básico del DCAS y los medios por los que se conecta con otros sistemas del vehículo o mediante los cuales controla directamente las variables de salida.

3.3. Se facilitará a la autoridad de homologación de tipo, o al servicio técnico que esta designe para realizar los ensayos de homologación, un vehículo representativo del tipo de vehículo que se quiere homologar.

4. Homologación

4.1. Si el tipo de vehículo presentado para su homologación con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas satisface los requisitos que se exponen en los apartados 5 a 10 siguientes, se concederá la homologación de dicho tipo de vehículo.

4.2. Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado. Sus dos primeros dígitos (actualmente 00, correspondientes al Reglamento de las Naciones Unidas en su forma original) indicarán la serie de enmiendas que incorpore las modificaciones técnicas introducidas en el Reglamento de las Naciones Unidas en el momento de expedirse la homologación. La misma Parte contratante no asignará el mismo número a otro tipo de vehículo.

4.3. La concesión, extensión, denegación o retirada de la homologación o el cese definitivo de la producción de un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas se comunicarán a las Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento de las Naciones Unidas por medio de un formulario conforme con el modelo del anexo 1 del presente Reglamento de las Naciones Unidas, y la documentación aportada por el solicitante deberá estar en un formato no superior al tamaño A4 (210 × 297 mm) y a una escala adecuada, o bien en formato electrónico.

4.4. Todo vehículo conforme con un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas deberá llevar, de manera claramente visible y en un lugar de fácil acceso especificado en el formulario de homologación, una marca de homologación internacional conforme con el modelo descrito en el anexo 2, consistente en lo siguiente:

4.4.1. La letra «E» dentro de un círculo, seguida de:

- a) el número distintivo del país que haya concedido la homologación, y
- b) el número del presente Reglamento, seguido de la letra «R», un guion y el número de homologación a la derecha del círculo prescrito en el presente punto.

4.5. La marca de homologación deberá ser claramente legible e indeleble.

4.6. La autoridad de homologación de tipo comprobará la existencia de medidas adecuadas para garantizar el control eficaz de la conformidad de la producción antes de la concesión de la homologación de tipo.

5. Especificaciones generales

El fabricante demostrará el cumplimiento de lo dispuesto en el presente punto, a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo, durante la inspección del enfoque de seguridad como parte de la evaluación conforme al anexo 3 y conforme a los ensayos pertinentes del anexo 4.

5.1. Requisitos generales

5.1.1. El sistema estará diseñado para garantizar que el conductor no se desconecte de la tarea de conducción, de conformidad con el punto 5.5.4.2.

- 5.1.2. El sistema estará diseñado para garantizar que el conductor es consciente del modo de funcionamiento y evitar que tenga un exceso de confianza. Esto se demostrará mediante el cumplimiento de lo dispuesto en el punto 5.5.4.
- 5.1.3. El sistema estará diseñado para evitar un uso indebido razonablemente previsible por parte del conductor y la modificación no autorizada de los componentes de hardware y software del sistema.
- 5.1.4. El sistema deberá proporcionar al conductor un medio para anularlo o desactivarlo de forma segura en cualquier momento de conformidad con el punto 5.5.3.4.
- 5.1.5. El vehículo equipado con DCAS deberá estar equipado, como mínimo, con un sistema avanzado de frenado de emergencia (AEBS). Además, deberá estar equipado con un sistema de prevención de abandono del carril o un sistema de aviso de abandono del carril. Estos sistemas deberán cumplir los requisitos técnicos y las disposiciones transitorias de los Reglamentos n.º 131, 152, 79 (función correctora de la dirección) y 130 de las Naciones Unidas, según proceda para la categoría de vehículos equipados con DCAS.

5.2. Interacción del DCAS con otros sistemas de asistencia al vehículo

- 5.2.1. Mientras el sistema esté en modo «activo», su funcionamiento no deberá desactivar ni suprimir la funcionalidad longitudinal de los sistemas de asistencia de emergencia activados (por ejemplo, el AEBS). En el caso de la funcionalidad lateral, el sistema podrá desactivar o suprimir los sistemas de asistencia de emergencia de conformidad con las respectivas reglamentaciones que regulan esta funcionalidad.
- 5.2.2. Las transiciones entre el DCAS y otros sistemas de asistencia o automatización, la priorización de uno frente a otro, y toda desactivación o supresión de otros sistemas de asistencia destinados a garantizar el funcionamiento seguro y nominal del vehículo se describirán detalladamente en la documentación presentada a la autoridad de homologación de tipo.

5.3. Requisitos funcionales

- 5.3.1. El fabricante describirá detalladamente en la documentación las capacidades de detección del sistema pertinentes para cada una de las prestaciones, especialmente para los límites del sistema enumerados en el anexo 3, apéndice 3.
- 5.3.2. El sistema deberá ser capaz de detectar, evaluar y reaccionar a su entorno según se requiera para aplicar la funcionalidad prevista del sistema dentro de los límites del sistema, y en la medida de lo posible si opera fuera de los límites del sistema.
- 5.3.2.1. El sistema tratará de evitar perturbaciones en el flujo de tráfico adaptando su comportamiento al tráfico de alrededor de una manera adecuada orientada a la seguridad.
- 5.3.2.2. Si el sistema detecta un riesgo de colisión, tratará de evitar o mitigar la gravedad de la colisión.
- 5.3.2.3. Sin perjuicio de otros requisitos del presente Reglamento de las Naciones Unidas, el sistema deberá controlar el movimiento longitudinal y lateral del vehículo con el fin de mantener distancias adecuadas con otros usuarios de la vía.
- 5.3.3. El sistema podrá activar los sistemas pertinentes del vehículo cuando sea necesario y aplicable de la forma que sea oportuna para el diseño operativo del sistema (por ejemplo, activando los indicadores de dirección, los limpiaparabrisas en caso de lluvia, el sistema de calefacción, etc.).
- 5.3.4. La estrategia de control del sistema estará diseñada para reducir el riesgo de colisión manteniendo la controlabilidad, teniendo en cuenta el tiempo de reacción del conductor, de conformidad con el punto 5.3.6.

5.3.5. Respuesta a los límites del sistema

5.3.5.1. El sistema tratará de detectar los límites del sistema aplicables cuando el DCAS o una prestación del DCAS esté en modo «encendido». Si el sistema detecta que se supera el límite del sistema o de la prestación, deberá pasar al modo «stand-by» y notificarlo de inmediato al conductor de acuerdo con las estrategias descritas por el fabricante, tal como se indica en el punto 5.3.5.2 y con arreglo a los requisitos de la IPM definidos en el punto 5.3.4.1.

El sistema deberá cesar la asistencia al conductor proporcionada por la prestación afectada o por el sistema de manera controlable. La estrategia de cese de la asistencia será descrita por el fabricante del vehículo y evaluada con arreglo al anexo 3.

5.3.5.1.1. El sistema tratará de evitar fluctuaciones rápidas del sistema entre los modos «stand-by» y «activo».

5.3.5.2. El fabricante describirá detalladamente, como parte de la documentación requerida para el punto 9, las condiciones límite del sistema y de sus prestaciones, así como las estrategias de notificación al conductor en caso de que se detecte que se sobrepasa, se cumple o se aproxima una condición límite (con arreglo al punto 5.3.5.5).

5.3.5.2.1. La descripción tendrá en cuenta al menos las condiciones límite potencialmente pertinentes enumeradas en el anexo 3, apéndice 3.

5.3.5.2.2. El fabricante describirá y, cuando sea razonable, demostrará el comportamiento del sistema, el efecto en el rendimiento del sistema y cómo se garantiza la seguridad en caso de que el sistema o sus prestaciones permanezcan en modo «activo» fuera de estos límites.

5.3.5.3. El fabricante identificará los límites del sistema que este es capaz de detectar y describirá los medios por los que el sistema es capaz de detectar dichos límites.

5.3.5.4. Se documentará cualquier límite declarado del sistema que este sea incapaz de detectar y se justificará, a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo, de qué modo esa incapacidad no afecta al funcionamiento seguro del sistema o de sus prestaciones.

5.3.5.5. Cuando el sistema detecte que el vehículo se aproxima a un límite del sistema de una prestación en «modo activo», informará de ello al conductor con la antelación suficiente para que este responda adecuadamente.

5.3.6. Controlabilidad

5.3.6.1. El sistema estará diseñado para garantizar que las acciones de control realizadas por el sistema, como, por ejemplo, las que resulten de fallos del sistema, de haber alcanzado los límites del sistema, de cancelar maniobras o cuando el sistema esté en modo «apagado», sigan siendo controlables para el conductor. Para ello, se tendrá en cuenta el tiempo potencial de reacción del conductor, según sea pertinente para la situación, incluida la vuelta al control manual cuando proceda, de modo que el conductor pueda intervenir de forma segura en cualquier momento (por ejemplo, durante una maniobra determinada).

5.3.6.1.1. Mientras están suspendidas las SMV, el fabricante tendrá en cuenta este tiempo potencial de reacción necesario para que el conductor responda a una ACD y coja los mandos de dirección. Nunca se presupondrá que es inferior a 1 segundo, a menos que el fabricante pueda demostrar que la controlabilidad está garantizada mediante estrategias específicas.

5.3.6.2. El sistema estará diseñado para garantizar la controlabilidad de acuerdo con las capacidades del sistema y dentro de los límites definidos del sistema. En caso de que se suspendan las SMV, el sistema tendrá en cuenta que el conductor puede tener falta de atención motora.

El diseño de controlabilidad del fabricante se describirá detalladamente a la autoridad de homologación de tipo y se evaluará con arreglo al anexo 3.

5.3.6.3. Aceleración y desaceleración

- 5.3.6.3.1. Cuando sean controladas por el sistema, la aceleración y la desaceleración del vehículo deberán ser manejables para el conductor y con respecto al tráfico circundante, a menos que se requieran mayores niveles de desaceleración para garantizar la seguridad del vehículo o de otros usuarios de la vía.
- 5.3.6.3.2. Mientras el sistema trate de mantener una velocidad constante sin perturbaciones externas, su objetivo será minimizar las fluctuaciones irrazonables de la velocidad del vehículo.

5.3.7. Control dinámico del sistema

5.3.7.1. Posicionamiento del vehículo en el carril de circulación

- 5.3.7.1.1. El sistema en modo «activo» deberá ayudar a mantener el vehículo en una posición estable dentro de su carril de circulación.

Mientras esté en modo «activo», el sistema deberá velar por que el vehículo no abandone de su carril de circulación con los valores de aceleración lateral especificados por el fabricante.

- 5.3.7.1.1.1. Con este fin, el sistema deberá tener la capacidad de adaptar la velocidad del vehículo en respuesta a la curvatura de la vía.

- 5.3.7.1.2. La prestación activada deberá garantizar en todo momento, dentro de las condiciones límite, que el vehículo no sobrepase inadvertidamente una marca de carril con los valores de aceleración lateral que el fabricante especifique, que no deberán exceder de 3 m/s^2 en vehículos de las categorías M₁ y N₁ y de $2,5 \text{ m/s}^2$ en vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃.

Se reconoce que es posible que los valores máximos de aceleración lateral especificados por el fabricante del vehículo no sean alcanzables en todas las condiciones (por ejemplo, inclemencias meteorológicas, diferentes neumáticos instalados en el vehículo o carreteras con pendiente lateral). No obstante, en esas condiciones diferentes, la prestación no deberá desactivar o cambiar la estrategia de control de forma injustificada.

El sistema podrá superar el valor especificado de aceleración lateral máxima en no más de $0,3 \text{ m/s}^2$, pero sin superar los 3 m/s^2 en vehículos de las categorías M₁ y N₁ y los $2,5 \text{ m/s}^2$ en vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃.

No obstante la frase anterior, durante períodos de tiempo de no más de dos segundos, la aceleración lateral del sistema podrá superar el valor especificado de aceleración lateral máxima en no más del 40 %, mientras no supere en más de $0,3 \text{ m/s}^2$ los valores de 3 m/s^2 en vehículos de las categorías M₁ y N₁ y de $2,5 \text{ m/s}^2$ en vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃.

- 5.3.7.1.2.1. La media móvil en medio segundo de la sacudida lateral generada por el sistema no excederá de 5 m/s^3 .

- 5.3.7.1.3. La estrategia que utilice el sistema para determinar la velocidad adecuada y la aceleración lateral resultante deberá ser documentada y evaluada por la autoridad de homologación de tipo.

- 5.3.7.1.4. Cuando el sistema alcance las condiciones límite establecidas en el punto 9.1.3, y el conductor no actúe sobre el mando de dirección y uno de los neumáticos delanteros del vehículo comience a sobrepasar inadvertidamente la marca del carril, el sistema deberá evitar la pérdida repentina de apoyo a la dirección prestando asistencia continua en la medida de lo posible, según se establezca en el concepto de seguridad del fabricante del vehículo. El sistema deberá informar claramente al conductor de este estado del sistema mediante una señal de aviso óptica y, además, mediante una señal de aviso acústica o táctil.

Respecto a los vehículos de las categorías M₂, M₃, N₂ y N₃, los requisitos de aviso indicados anteriormente se considerarán cumplidos si el vehículo está equipado con un sistema de aviso de abandono del carril (SAAC) que cumpla los requisitos técnicos del Reglamento n.º 130 de las Naciones Unidas.

5.3.7.2. Maniobra

5.3.7.2.1. Requisitos generales

- 5.3.7.2.1.1. Solo se iniciará una maniobra si no se detecta desconexión del conductor, y si este
- a) ha ordenado que el sistema realice la maniobra en caso de maniobra iniciada por el conductor; o
 - b) ha reconocido la intención del sistema como necesaria en caso de maniobra confirmada por el conductor; o
 - c) es avisado con antelación suficiente para reaccionar en caso de maniobra iniciada por el sistema.

La falta de atención motora podrá no tenerse en cuenta cuando el sistema suspenda los SMV.

- 5.3.7.2.1.2. El sistema solo deberá poder realizar una maniobra si el vehículo está equipado con capacidades de detección con un alcance suficiente hacia la parte delantera, el lateral y la parte trasera con respecto a la maniobra.

- 5.3.7.2.1.3. No se iniciará una maniobra si se envía al conductor una aviso de desconexión.

- 5.3.7.2.1.4. No se iniciará una maniobra si se detecta un riesgo de colisión con otro vehículo o usuario de la vía en la trayectoria prevista del vehículo equipado con DCAS durante la maniobra.

- 5.3.7.2.1.5. La maniobra deberá ser predecible y manejable para otros usuarios de la vía.

- 5.3.7.2.1.6. La maniobra tratará de ser un movimiento continuo.

- 5.3.7.2.1.7. La maniobra deberá completarse sin demora indebida.

- 5.3.7.2.1.8. Una vez finalizada la maniobra, el sistema reanudará la asistencia para mantener una posición estable en el carril de circulación.

- 5.3.7.2.1.9. En caso de que el vehículo se vea obligado inesperadamente a parar durante una maniobra planificada, el sistema deberá emitir al menos una señal de aviso visual al conductor y podrá pedirle que retome el control.

- 5.3.7.2.1.10. El sistema deberá indicar al resto de usuarios de la vía las maniobras de conducción asistidas por el sistema (por ejemplo, un cambio de carril o un giro) con arreglo a la convención requerida o según se defina específicamente en el presente Reglamento de las Naciones Unidas. Esto incluirá el uso del indicador de dirección para notificar a los usuarios de la vía una maniobra lateral inminente.

- 5.3.7.2.1.11. El sistema deberá velar por que la maniobra siga siendo controlable para el conductor, de conformidad con el punto 5.3.6, adaptando su velocidad longitudinal antes y durante la maniobra cuando sea necesario.

- 5.3.7.2.1.12. La maniobra tratará de no provocar una colisión con otro vehículo o usuario de la vía detectado en la trayectoria prevista del vehículo durante la maniobra.

5.3.7.2.2. Requisitos generales para maniobras iniciadas por el conductor

Los requisitos del presente punto y de sus párrafos se aplican a prestaciones capaces de realizar maniobras iniciadas por el conductor.

- 5.3.7.2.2.1. El sistema solo deberá iniciar la maniobra cuando el conductor lo ordene de forma expresa sin que el sistema lo solicite previamente y cuando sea seguro hacerlo.

5.3.7.2.3. Requisitos generales para maniobras confirmadas por el conductor

Los requisitos del presente punto y de sus párrafos se aplican a prestaciones capaces de realizar maniobras confirmadas por el conductor.

5.3.7.2.3.1. Se aplicarán los requisitos establecidos en el punto 5.5.4.1.8 y sus párrafos. Además, el sistema estará diseñado para garantizar que el conductor disponga de tiempo suficiente para confirmar que el sistema puede continuar con la maniobra, según proceda.

5.3.7.2.3.2. Una solicitud del sistema para que el conductor confirme una maniobra se indicará al menos mediante una señal específica (o combinación de señales) de conformidad con el punto 5.5.4.1.

5.3.7.2.3.3. Si el conductor no confirma una solicitud del sistema, el sistema no deberá iniciar la maniobra.

5.3.7.2.3.4. Solo se propondrá una maniobra si existe un motivo justificable para realizarla.

5.3.7.2.3.5. El sistema tratará de no iniciar la maniobra propuesta, aunque ya haya sido confirmada por el conductor, a menos que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) el sistema determina que la zona, el carril o la trayectoria de destino son claros;
- b) el motivo de la maniobra sigue existiendo;
- c) la zona o el carril objetivo permiten que el sistema reanude el control estable una vez completada la maniobra;
- d) se prevé que la maniobra se complete antes de que el vehículo se detenga, a menos que ello sea necesario para un tránsito seguro o para dar paso a otros usuarios de la vía;
- e) se estima que la zona o el carril objetivo no se encuentran fuera de los límites del sistema;
- f) se ha detectado que el conductor ha dirigido su mirada según corresponda a la maniobra propuesta en un período adecuado antes del inicio de la maniobra.

5.3.7.2.3.6. El sistema no deberá proponer maniobras si sabe que, a consecuencia de ello, otros usuarios de la vía se verían obligados a frenar o esquivar el vehículo de forma irrazonable o descontrolada.

5.3.7.2.3.7. El sistema tratará de no iniciar una maniobra si esta infringe la señalización pertinente o los requisitos de rendimiento especificados en el apartado 6.

5.3.7.2.3.8. El sistema no deberá proponer una maniobra en caso de que haga que el vehículo sobrepase marcas de carril que no esté permitido sobreponerse.

5.3.7.2.4. Requisitos generales para maniobras iniciadas por el sistema

Los requisitos del presente punto y de sus párrafos se aplican a prestaciones capaces de realizar maniobras iniciadas por el sistema.

5.3.7.2.4.1. El sistema estará diseñado de manera que el conductor disponga de tiempo suficiente para rechazar la maniobra anunciada por el sistema antes de que se realice, de manera fácilmente accesible, o para reanudar el control no asistido, según proceda.

Si el conductor rechaza una maniobra, el sistema no iniciará la misma maniobra a menos que cambien las circunstancias o exista riesgo de colisión inminente.

5.3.7.2.4.2. No se iniciará una maniobra si el sistema ha presentado una petición de "ojos en la carretera" al conductor en los 7 segundos previos al inicio de la maniobra.

- 5.3.7.2.4.2.1. Además, se aplicarán estrategias adicionales para asegurar la vigilancia adecuada del conductor antes del inicio de la maniobra, que deberán estar documentadas y explicadas.
- 5.3.7.2.4.3. El fabricante también describirá en el concepto de seguridad el comportamiento del sistema en caso de que se detecte que el conductor no está alerta durante una maniobra (por ejemplo, inicio de una función de reducción del riesgo, ejecución completa de la maniobra, detención del vehículo).
- 5.3.7.2.4.4. Una maniobra solo se realizará si existe una razón justificable para dicha maniobra (por ejemplo, llegar al destino programado, seguir el flujo de tráfico, por razones de seguridad, etc.). El fabricante explicará en la documentación las situaciones de tráfico en las que el sistema puede iniciar maniobras.
- 5.3.7.2.4.5. El sistema no iniciará la maniobra si no se cumplen las condiciones descritas en el punto 5.3.7.2.3.5.
- 5.3.7.2.4.6. El sistema no tratará de iniciar una maniobra si como consecuencia de ella otros usuarios de la vía se verían obligados a frenar o esquivar el vehículo de forma irrazonable o descontrolada.
- 5.3.7.2.4.7. El sistema tratará de no iniciar una maniobra si esta infringe la señalización pertinente o los requisitos de rendimiento especificados en el apartado 6.
- 5.3.7.2.4.8. El sistema no deberá iniciar una maniobra en caso de que haga que el vehículo sobrepase marcas de carril que no esté permitido sobreponerse.
- 5.3.7.2.4.9. El sistema tratará de no infringir las normas de prioridad aplicables en el país de circulación cuando sea pertinente para la maniobra.
- 5.3.7.2.4.10. El sistema solo iniciará una maniobra si el vehículo está situado en una autopista (incluidos los carriles de incorporación) y no ha suspendido las SMV.
- 5.3.7.2.4.11. Se solicitará al conductor que confirme que ha leído y comprendido el material informativo del conductor descrito en el punto 5.6 mientras el vehículo está parado. Esta solicitud se presentará al menos una vez al mes. Si el vehículo dispone de un medio para diferenciar entre usuarios, podrá ampliarse a tres meses para un usuario determinado. Si el vehículo puede establecer que un conductor ya ha respondido previamente a esta solicitud, no es necesario que vuelva a enviársela. Si el vehículo puede determinar que el conductor actual no ha respondido aún a esta solicitud, se enviará en el ciclo de conducción en curso.
- 5.3.7.2.5. Disposiciones especiales para sistemas capaces de realizar maniobras iniciadas por el sistema o suspender las AMV
- 5.3.7.2.5.1. El sistema estará diseñado para tener un comportamiento anticipatorio en la interacción con otros usuarios de la vía pública, con el fin de ofrecer una dinámica estable y de baja amplitud o minimizar el riesgo, según proceda (por ejemplo, cuando las situaciones críticas puedan llegar a ser inminentes). Esto se demostrará evitando una colisión en las siguientes situaciones, teniendo en cuenta los criterios de solidez descritos en el anexo 3, apéndice 4:
- el vehículo precedente cambia de carril bruscamente, como se describe en el anexo 4, punto 4.2.5.2.5;
 - un vehículo situado en el carril de al lado se incorpora al carril bruscamente, como se describe en el anexo 4, punto 4.2.5.2.6;
 - el vehículo precedente ralentiza, como se describe en el anexo 4, punto 4.2.5.2.4;
- 5.3.7.2.5.2. En caso de que la distancia de seguridad de un vehículo delantero se interrumpa temporalmente (por ejemplo, un vehículo incorporándose bruscamente, un vehículo precedente en desaceleración, etc.), el vehículo deberá reajustar la distancia de seguridad en cuanto sea posible sin frenar bruscamente para hacer frente a una inestabilidad significativa en cadena, a menos que sea necesaria una maniobra de emergencia.

5.3.7.2.5.3. Disposiciones especiales relativas a los límites del sistema

- 5.3.7.2.5.3.1. En la circulación por autopista, el sistema tratará de reaccionar a las zonas en obras, las reducciones de carriles, los cierres de carriles, las estaciones de peaje y el final de la autopista (por ejemplo, avisando al conductor, emitiendo una ACD o siguiendo en funcionamiento si es posible).
- 5.3.7.2.5.3.2. Fuera de la autopista, si pueden activarse maniobras iniciadas por el sistema, el sistema tratará de responder a situaciones pertinentes en las que el vehículo podría tener que pararse, ceder el paso o cambiar de carril.

Si la situación pertinente se encuentra dentro de los límites del sistema, el sistema la gestionará:

- (a) siguiendo prestando asistencia lateral y/o longitudinal; o
- (b) proponiendo una maniobra al conductor; o
- (c) emitiendo una ACD; o
- (d) realizando una maniobra iniciada por el sistema.

Si la situación pertinente significa que el sistema se aproxima a los límites del sistema, este emitirá una ACD.

- 5.3.7.2.5.3. El sistema deberá ser capaz de reconocer las marcas de carril aplicables en los países en los que pueda activarse el sistema, indicadas en el anexo 3 de la serie 01 o posterior de enmiendas del Reglamento n.º 130 de las Naciones Unidas.

5.3.7.3. Respuesta a la indisponibilidad del conductor

- 5.3.7.3.1. El sistema deberá cumplir los requisitos técnicos y las disposiciones transitorias de la serie de enmiendas 04 o posterior del Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas con respecto a la función de mitigación de riesgos (FMR). En caso de que se haya determinado que el conductor no está disponible tras la secuencia de intensificación del aviso de desconexión del conductor definido en el punto 5.5.4.2.6, el sistema deberá activar debidamente la función de mitigación de riesgos para detener el vehículo de forma segura.

- 5.3.7.3.2. El sistema estará diseñado para seleccionar una zona de parada adecuada en función de las capacidades del sistema y de las circunstancias del momento (por ejemplo, situación del tráfico, infraestructura viaria) con el fin de minimizar el riesgo.

- 5.3.7.3.3. Si el sistema está equipado con una prestación de cambio de carril confirmada por el conductor o iniciada por el sistema, la FMR deberá ser capaz de realizar cambios de carril, de conformidad con los requisitos técnicos aplicables a los sistemas destinados a detener el vehículo de forma segura fuera de su carril de circulación de la serie 04 o posterior de enmiendas del Reglamento n.º 79 de las Naciones Unidas, durante una intervención en una autopista para situar el vehículo en una zona de parada en un carril más lento o de emergencia.

5.3.7.4. Asistencia para el cumplimiento del límite de velocidad

- 5.3.7.4.1. El sistema tratará de determinar el límite de velocidad permitido correspondiente al carril de circulación actual.

- 5.3.7.4.2. El sistema deberá mostrar continuamente al conductor el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema.

- 5.3.7.4.3. El sistema y cualquiera de sus prestaciones solo deberán prestar asistencia dentro de su intervalo de velocidades previsto.

- 5.3.7.4.4. La velocidad máxima a la que el sistema y cualquiera de sus prestaciones proporcionen asistencia no superará el límite máximo de velocidad del país por el que circule el vehículo en ese momento.

- 5.3.7.4.5. La velocidad máxima actual a la que el sistema pueda prestar asistencia se determinará a partir de:
- la velocidad máxima establecida por el conductor;
 - el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema.
- 5.3.7.4.6. El sistema deberá controlar automáticamente la velocidad del vehículo para que no supere la velocidad máxima actual.
- 5.3.7.4.7. El sistema deberá proporcionar al conductor un medio para asegurar que la velocidad máxima establecida por el conductor esté dentro del intervalo de velocidades previsto del sistema.
- 5.3.7.4.7.1. Cuando la velocidad del vehículo supere el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema, el sistema deberá enviar al conductor al menos una señal óptica con una duración adecuada.
- 5.3.7.4.7.2. El sistema podrá incorporar una prestación que permita al conductor confirmar o rechazar cualquier cambio de la velocidad máxima actual antes de que el sistema la cambie automáticamente.
- 5.3.7.4.7.3. En caso de que se produzca un cambio en el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema, se aplicará lo siguiente:
- 5.3.7.4.7.3.1. El conductor recibirá al menos una señal acústica o táctil, que podrá ser suprimida permanentemente por el conductor.
- 5.3.7.4.7.3.2. Si la velocidad máxima actual antes del cambio era una velocidad máxima establecida por el conductor y es inferior tanto al límite anterior de velocidad en carretera determinado por el sistema como al nuevo límite de velocidad en carretera determinado por el sistema, la velocidad máxima actual no cambiará automáticamente al nuevo límite de velocidad en carretera determinado por el sistema.
- 5.3.7.4.7.3.3. Si el nuevo límite de velocidad en carretera determinado por el sistema es inferior a la velocidad máxima actual, la velocidad máxima actual cambiará automáticamente al nuevo límite de velocidad en carretera determinado por el sistema.
- 5.3.7.4.7.3.4. En los casos no recogidos específicamente en las disposiciones anteriores, el fabricante documentará el comportamiento del sistema en respuesta a un cambio en el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema y lo demostrará a la autoridad de homologación de tipo.
- 5.3.7.4.8. Cualquier cambio de velocidad del vehículo iniciado por el sistema debido a un cambio en el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema deberá ser controlable para el conductor.
- 5.3.7.4.9. El sistema no deberá permitir que el conductor establezca un margen predeterminado por el que la velocidad máxima actual pueda superar el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema.
- 5.3.7.4.10. Podrán aplicarse tolerancias técnicamente razonables (por ejemplo, en relación con el margen de error del velocímetro) a los umbrales de aviso y al intervalo de velocidades diseñado para el sistema, y el fabricante deberá declararlas a la autoridad de homologación de tipo.
- 5.3.7.4.11. Lo dispuesto en el punto 5.3.7.4 se entenderá sin perjuicio de la legislación nacional o regional que regule el sistema de control de límites de velocidad.
- 5.3.7.5. Asistencia para la distancia entre vehículos
- 5.3.7.5.1. El sistema deberá ayudar al conductor a cumplir con la distancia de seguridad entre vehículos definida reglamentariamente con arreglo a las normas de tráfico nacionales.

5.3.7.5.1.1. En el caso de los vehículos M₁ y N₁, se considerará cumplido el requisito del punto 5.3.7.5.1 si se cumple uno de los requisitos siguientes:

5.3.7.5.1.1.1. El sistema deberá indicar permanentemente al conductor el parámetro actual de distancia entre vehículos mientras el sistema se encuentra en modo «activo».

5.3.7.5.1.1.2. En el momento de la primera activación del sistema tras un inicio del grupo motopropulsor ⁽³⁾, el sistema deberá informar al conductor de que la configuración de la distancia entre vehículos se ha establecido en un valor inferior a dos segundos, si este es el caso.

5.4. Respuesta de seguridad del sistema a los fallos detectados

5.4.1. El sistema activado deberá ser capaz de detectar y reaccionar a condiciones de fallo eléctrico y no eléctrico (por ejemplo, bloqueo de sensores o desalineación) que afecten al funcionamiento seguro del sistema o sus prestaciones.

5.4.2. Cuando se detecte un fallo que afecte al funcionamiento seguro de una determinada prestación o del sistema en su conjunto, la asistencia al control facilitada por la prestación afectada o por el sistema en su conjunto cesará de manera segura de conformidad con el concepto de seguridad del fabricante.

El sistema deberá reducir gradualmente la asistencia al control facilitada por la prestación afectada o por el conjunto del sistema si es seguro hacerlo, e informará al conductor con arreglo al punto 5.5.4.1.

5.4.2.1. Si un fallo afecta a todo el sistema, este deberá pasar al modo «apagado» cuando cese la asistencia y enviar al conductor al menos una señal óptica de aviso de fallo durante un período adecuado.

5.4.2.2. El fallo que afecte al sistema se indicará al conductor al menos con una señal óptica, a menos que el sistema esté en modo «apagado».

5.4.3. El fabricante tomará las medidas adecuadas (con arreglo al punto 5.3.6) para garantizar que los fallos del sistema sigan siendo controlables por el conductor.

5.4.4. Si un fallo afecta únicamente a algunas prestaciones, se permitirá que el sistema continúe en funcionamiento, siempre que las demás prestaciones puedan funcionar de conformidad con el presente Reglamento de las Naciones Unidas.

5.4.4.1. Las restantes prestaciones disponibles o la ausencia de dichas prestaciones como consecuencia del fallo deberán indicarse visualmente al conductor de manera fácilmente comprensible.

5.4.4.2. Si el sistema puede seguir prestando asistencia en el caso de que un fallo deshabilite una determinada prestación, el fabricante describirá qué prestaciones pueden funcionar independientemente de otras. Esto se evaluará con arreglo al anexo 3.

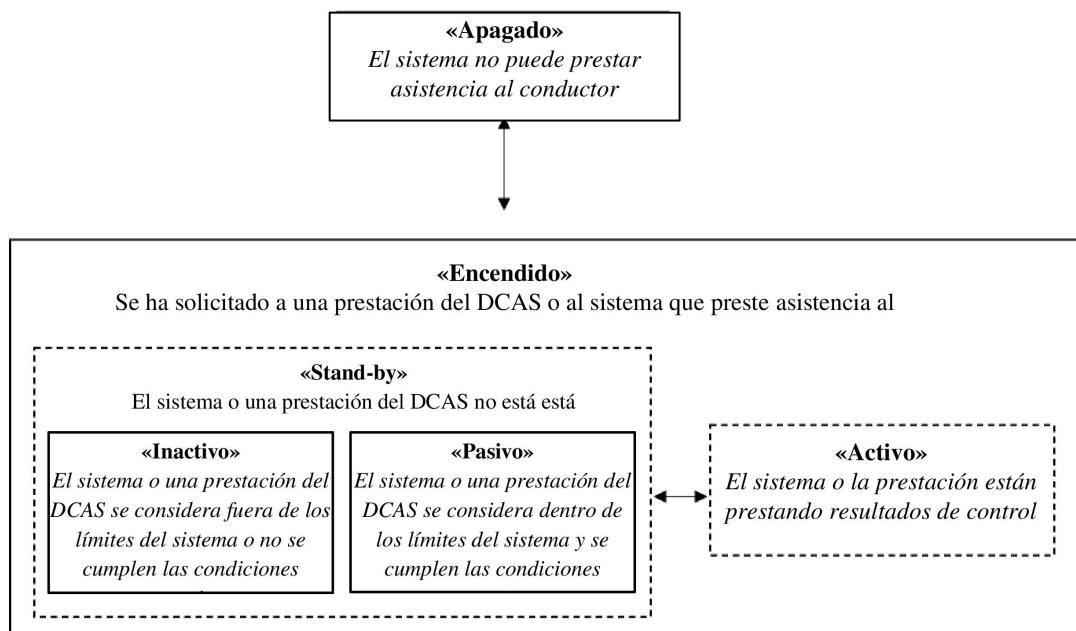
5.4.5. Cuando el conductor intente comutar al modo «encendido» el sistema o una prestación que no esté disponible debido a un fallo, el sistema deberá notificar al conductor el fallo y la indisponibilidad del sistema o de la prestación de que se trate.

5.5. Interfaz persona-máquina (IPM)

⁽³⁾ Con arreglo a la definición que figura en la Resolución Mutua n.º 2 (M.R.2) de los Acuerdos de 1958 y de 1998 que contienen las definiciones del sistema de propulsión de vehículos. Véase el documento ECE/TRANS/WP.29/1121.

5.5.1. Modos de funcionamiento

Diagrama de los modos de funcionamiento del DCAS definidos en el presente Reglamento de las Naciones Unidas:



5.5.2. Requisitos generales

5.5.2.1. Cuando el sistema se commute al modo «encendido», las prestaciones específicas del sistema deberán estar en modo «activo» (generando señales de control de salida) o en modo «stand-by» (sin generar en ese momento señales de control de salida), mientras que otras prestaciones del sistema pueden permanecer en el modo «apagado» y accionarse por medios diferentes.

5.5.2.2. Cuando el conductor commute el sistema al modo «apagado», no se producirá una transición automática a ningún sistema que permita un movimiento longitudinal o lateral continuo del vehículo.

5.5.2.3. Cuando el sistema esté en modo «activo», ningún otro sistema distinto del DCAS deberá proporcionar asistencia continuada para el control longitudinal y lateral, a menos que se considere necesaria la intervención de un sistema de seguridad de emergencia, tal como se especifica en el punto 5.2.

5.5.2.4. La IPM estará diseñada de manera que no pueda crearse confusión modal con otros sistemas instalados en el vehículo.

5.5.2.4.1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Reglamento n.º 121 de las Naciones Unidas, los mandos del vehículo dedicados al DCAS deberán estar identificados y ser distinguibles con claridad (por ejemplo, por su tamaño, forma, color, tipo, acción, separación o forma de control) de modo que solo puedan utilizarse para las interacciones adecuadas. Esta disposición tiene por objeto promover un uso correcto y no pretende prohibir los controles multifunción.

5.5.3. Activación, desactivación y anulación por el conductor

5.5.3.1. El estado por defecto del sistema será el modo «apagado» en cada inicio del grupo motopropulsor, independientemente del modo seleccionado previamente por el conductor.

Un nuevo arranque del motor (o ciclo de funcionamiento) que se realice automáticamente, por ejemplo, el funcionamiento de un sistema de parada/arranque, no se considerará un «inicio del grupo motopropulsor» cuando se utilice ese término en el presente Reglamento.

5.5.3.2. Activación

5.5.3.2.1. A más tardar cuando el sistema entre por primera vez en modo «activo» tras el inicio del grupo motopropulsor, el sistema facilitará información visual al conductor pidiéndole que permanezca implicado en la tarea de conducción mientras utiliza el sistema.

5.5.3.2.2. El sistema únicamente deberá cambiar el modo de «apagado» a «encendido» tras una acción deliberada del conductor.

5.5.3.2.3. El sistema o sus prestaciones solo deberán introducir el modo «activo» si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a) el conductor está en su asiento con el cinturón de seguridad abrochado;
- b) el sistema es capaz de supervisar la posible desconexión del conductor de la tarea de conducción;
- c) no se ha detectado ningún fallo que afecte al funcionamiento seguro del sistema;
- d) no se ha detectado que el sistema o la prestación se encuentren fuera de los límites del sistema;
- e) hay otros sistemas de seguridad funcionales, con arreglo al punto 5.2.

El fabricante especificará en la documentación otros tipos de condiciones previas que permitan al sistema o a sus prestaciones introducir el modo «activo», si procede.

5.5.3.3. Desactivación

5.5.3.3.1. El conductor deberá poder comutar el sistema al modo «apagado» en cualquier momento.

5.5.3.3.2. Cuando el conductor apague el sistema o una de sus prestaciones, el sistema o la prestación pasará respectivamente al modo «apagado».

5.5.3.3.3. Cuando el sistema o una de sus prestaciones hayan evaluado que han dejado de cumplirse las condiciones previas para permanecer en el modo «activo», el sistema o prestación cesará el control de manera segura y oportuna, bien mediante la transición al modo «stand-by», bien mediante la comutación del sistema o característica al modo «apagado», a menos que se defina específicamente lo contrario en el presente Reglamento de las Naciones Unidas.

5.5.3.3.4. El sistema no reanudará el control longitudinal sin que actúe el conductor si el vehículo se detiene tras la intervención de un sistema de seguridad de emergencia (por ejemplo, el AEBS).

5.5.3.4. Anulación por el conductor

5.5.3.4.1. El sistema o una prestación podrá permanecer en modo «activo» siempre que se dé prioridad a la intervención del conductor durante el período de anulación.

5.5.3.4.1.1. Un frenado del conductor que dé lugar a una desaceleración superior a la inducida por el sistema deberá anular y suspender la asistencia de control longitudinal proporcionada por el sistema durante el período de anulación.

5.5.3.4.1.1.1. El sistema no reanudará la asistencia al control longitudinal sin una acción separada por parte del conductor; no obstante, el sistema podrá proporcionar asistencia para el control longitudinal con el fin de evitar distancias inadecuadas a otros usuarios de la carretera.

Si el frenado del conductor da lugar a una reducción de la velocidad no superior a 30 km/h en 2 segundos, el sistema podrá reanudar la asistencia al control longitudinal sin que el conductor actúe por separado.

5.5.3.4.1.1.2. Tras la reanudación de la asistencia de control longitudinal, el sistema podrá acelerar hasta la velocidad máxima actual. El aumento de la aceleración será gradual (es decir, con baja sacudida) y controlable de conformidad con el punto 5.3.6.

- 5.5.3.4.1.2. Si el conductor actúa sobre el mando de frenado por medio de algún sistema de frenado (por ejemplo, el pedal de freno o el freno de estacionamiento) con el fin de mantener el vehículo parado, esa acción anulará la asistencia de control longitudinal prestada por el sistema.
- 5.5.3.4.1.3. Si el conductor actúa sobre el acelerador de manera que se produzca una aceleración mayor que la inducida por el sistema, esa acción anulará la asistencia de control longitudinal prestada por el sistema. El sistema deberá reanudar la asistencia de control longitudinal sobre la base de la velocidad máxima actual.
- 5.5.3.4.1.4. Si el conductor actúa sobre la dirección, esa acción anulará cualquier característica asociada a la asistencia de control lateral realizada por el sistema. El esfuerzo de accionamiento del mando de dirección necesario para la anulación no excederá de 50 N. El sistema podrá permitir al conductor realizar pequeñas correcciones laterales (por ejemplo, para evitar un bache).
- 5.5.3.4.1.4.1. Cuando la anulación por parte del conductor se produzca mientras el sistema realiza una maniobra, se pondrá fin a la maniobra, a menos que la dirección respalde la maniobra prevista y/o aporte correcciones laterales menores.
- 5.5.3.4.1.5. Si, con arreglo al punto 5.3.7.4.4, ya no se permite que el sistema preste asistencia longitudinal o lateral en respuesta a la anulación por el conductor, el sistema estará diseñado para garantizar la controlabilidad de estas fases de funcionamiento (por ejemplo, no cesar el control lateral mientras se detecte que el conductor tiene falta de atención motora).
- 5.5.4. Información al conductor, desconexión del conductor y estrategias de aviso
- 5.5.4.1. Información al conductor
- 5.5.4.1.1. El sistema informará o advertirá al conductor acerca de lo siguiente:
- el estado del sistema o prestación: modo «stand-by» (si procede) o modo «activo»;
 - situación de una maniobra en curso (por ejemplo, inicio, cancelación o si se reanudará después de que el vehículo se vea obligado a parar durante la maniobra);
 - la necesidad de que el conductor lleve a cabo una acción específica (por ejemplo, accionar un mando o comprobar los dispositivos de visión indirecta);
 - si el sistema, mientras se encuentra en modo «activo», ha detectado que ha alcanzado un límite del sistema pertinente en ese momento, a menos que ya se indique en la letra a);
 - un límite próximo detectado del sistema;
 - fallos detectados que afectan al sistema o a sus prestaciones, a menos que el sistema esté en modo «apagado»;
 - maniobras previstas confirmadas por el conductor o iniciadas por el sistema.
- 5.5.4.1.2. Los mensajes y señales del sistema deberán ser inequívocos y oportunos y no deberán generar confusión.
- 5.5.4.1.3. Los mensajes y señales del sistema deberán utilizar información visual, acústica o táctil individual o en una combinación adecuada para las circunstancias concretas.
- 5.5.4.1.4. En caso de que se ofrezcan varios mensajes o señales al mismo tiempo, estos estarán sujetos a priorización por urgencia. Se dará la máxima urgencia a los mensajes y señales relativos a la seguridad. El fabricante enumerará y explicará todos los mensajes y señales del sistema en la documentación.
- 5.5.4.1.5. Los mensajes y señales del sistema estarán diseñados para fomentar activamente que el conductor entienda el estado del sistema y sus capacidades, y las tareas y responsabilidades del conductor.

- 5.5.4.1.6. Los mensajes y señales del sistema deberán favorecer que el conductor comprenda las señales de salida de control previstas del sistema.
- 5.5.4.1.7. La indicación del estado general del sistema deberá distinguirse inequívocamente de la indicación del estado de cualquier sistema de conducción automatizada instalado en el vehículo.
- 5.5.4.1.8. Mensajes y señales del sistema para maniobras confirmadas por el conductor
- 5.5.4.1.8.1. El sistema deberá informar visualmente al conductor de la maniobra propuesta. Si se informa de una serie de maniobras, deberá ser una combinación comprensible para el conductor y una serie conectada. El fabricante explicará a la autoridad de homologación de tipo el momento en el que se facilita esta información para garantizar una respuesta adecuada del conductor.
- 5.5.4.1.8.2. Se considerará que los indicadores de dirección no cumplen este requisito.
- 5.5.4.1.8.3. Las señales y los mensajes del sistema estarán diseñados para evitar el exceso de confianza o un uso indebido por parte del conductor.
- 5.5.4.1.9. Mensajes y señales del sistema para maniobras iniciadas por el sistema
- 5.5.4.1.9.1. Lo dispuesto en el punto 5.5.4.1.8 será igualmente aplicable.
- 5.5.4.1.9.2. El sistema tratará de proporcionar información antes del inicio de la maniobra prevista pertinente con suficiente antelación para que el conductor pueda comprender la maniobra y la situación del tráfico, teniendo en cuenta la complejidad de la maniobra y la cantidad de otros usuarios de la carretera presentes. Si existe un riesgo de colisión inminente o entra en conflicto con la información sobre una maniobra en curso, el tiempo podrá reducirse y el sistema informará visualmente al conductor con la mayor antelación posible.
- Además, el inicio de un procedimiento de cambio de carril se anunciará mediante otra modalidad, a menos que el sistema haya evaluado que el conductor ha observado la información visual.
- 5.5.4.1.9.3. Si el sistema es capaz de realizar maniobras iniciadas por el sistema, el sistema indicará al conductor si, en el modo de funcionamiento actual, las maniobras podrían iniciarse automáticamente, o solo tras la iniciación o confirmación del conductor.
- 5.5.4.2. Monitorización del estado del conductor y estrategias de aviso
- El fabricante deberá documentar y hacer una demostración del sistema de monitorización del estado del conductor y su estrategia de aviso a la autoridad de homologación de tipo durante la inspección del concepto de seguridad como parte de la evaluación conforme al anexo 3 y conforme a los ensayos pertinentes del anexo 4.
- 5.5.4.2.1. Monitorización de la desconexión del conductor
- El sistema deberá estar equipado con medios para detectar adecuadamente la desconexión del conductor, tal como se especifica en los puntos siguientes.
- 5.5.4.2.1.1. El sistema supervisará si el conductor tiene falta de atención motora (conforme al punto 5.5.4.2.4) y falta de atención visual (conforme al punto 5.5.4.2.5).
- 5.5.4.2.1.2. Si se detecta que la determinación de la desconexión visual está temporalmente indisponible, el sistema no deberá llevar al vehículo a abandonar su carril de circulación actual.
- 5.5.4.2.2. Requisitos generales para los avisos de desconexión del conductor

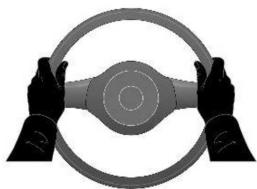
5.5.4.2.2.1. El aviso indicará al conductor las medidas necesarias para favorecer una conexión adecuada con la tarea de conducción.

5.5.4.2.2.3. La estrategia de aviso e intensificación del sistema considerará y dará prioridad a las estrategias de aviso de los sistemas de ayuda de emergencia activados simultáneamente (por ejemplo, el AEBS).

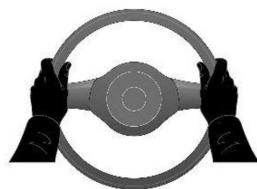
5.5.4.2.3. Tipos de avisos

5.5.4.2.3.1. Solicitud de manos en el volante (SMV)

5.5.4.2.3.1.1. Las SMV deberán contener al menos una información visual continua (fija o intermitente) similar a la que se presenta en el ejemplo que figura a continuación.



Ejemplo 1



Cuadro de
texto

Ejemplo 2

5.5.4.2.3.1.2. Las SMV se considerarán confirmadas, como mínimo, cuando el conductor vuelva a tener atención motora.

5.5.4.2.3.2. Solicitud de ojos en la carretera (SOC)

5.5.4.2.3.2.1. Las SOC deberán ser una información visual continua en combinación con al menos otra modalidad que sean claras y fácilmente perceptibles, a menos que pueda garantizarse que el conductor ha observado la información visual.

5.5.4.2.3.2.2. Las SOC se considerarán confirmadas, como mínimo, cuando el conductor ya no esté desconectado visualmente con arreglo al punto 5.5.4.2.5.

5.5.4.2.3.3. Alerta de control directo (ACD)

5.5.4.2.3.3.1. Las ACD deberán dar instrucciones claras y prominentes al conductor para que retome de inmediato al menos el control lateral del vehículo. Incluirá un aviso visual combinado con al menos otra modalidad que sea clara y fácilmente perceptible.

5.5.4.2.3.3.2. Las ACD se considerarán confirmadas, como mínimo, cuando el conductor haya tomado el control del vehículo sin asistencia lateral continua, según lo solicitado por la ACD.

5.5.4.2.4. Evaluación de la falta de vigilancia motora

5.5.4.2.4.1. Se considerará que el conductor no tiene vigilancia motora cuando haya retirado sus manos del mando de dirección.

5.5.4.2.5. Evaluación de la desconexión visual

5.5.4.2.5.1. El sistema de monitorización del estado del conductor detectará la desconexión visual de este, como mínimo, basándose en la detección de la mirada del conductor. También podrá utilizarse la postura de la cabeza cuando no sea posible determinar temporalmente la mirada del conductor, o cuando la posición de la cabeza permita determinar la falta de atención más rápidamente.

5.5.4.2.5.2. Se considerará que el conductor está desconectado visualmente cuando la mirada o la postura de la cabeza, según sea el caso, esté alejada de cualquier área pertinente para la tarea de la conducción.

En la documentación facilitada a la autoridad de homologación de tipo, el fabricante especificará qué áreas son pertinentes para la tarea de conducción, y cuando lo son. A efectos de la evaluación de la desconexión visual, el salpicadero y cuadro de instrumentos no se considerará un área pertinente para la tarea de conducción.

5.5.4.2.5.2.1. Se considerará que el conductor está conectado visualmente o se ha reconnectedo después de desviar la mirada o la postura de la cabeza si una u otra se reorientan hacia cualquier área pertinente para la tarea de conducción durante un período suficiente, en función de la situación. Dicho período tendrá una duración mínima de 200 milisegundos.

5.5.4.2.5.2.2. En la documentación facilitada a la autoridad de homologación de tipo, el fabricante especificará la duración suficiente según la situación.

5.5.4.2.5.3. El sistema estará diseñado para abordar la detección y la respuesta a múltiples desviaciones de corta duración de la mirada o de la postura de la cabeza por parte del conductor (por ejemplo, aumento del tiempo de reconexión y/o emisión inmediata de un SOC). El fabricante documentará y explicará esta funcionalidad a la autoridad de homologación de tipo.

5.5.4.2.6. Secuencia de intensificación del aviso

En función del concepto de seguridad del sistema, la secuencia de intensificación del aviso que se describe a continuación podrá comenzar directamente en cualquiera de las fases de aviso, omitir cualquiera de las fases de aviso, emitir avisos simultáneos o suprimir o retrasar avisos individuales en el caso de que ya esté activo otro aviso.

5.5.4.2.6.1. Solicitudes de manos en el volante

5.5.4.2.6.1.1. A velocidades superiores a 10 km/h, se emitirá una SMV a más tardar cuando se considere que el conductor tiene falta de atención motora durante más de cinco segundos. No obstante, la SMV podrá retrasarse durante un período de hasta cinco segundos siempre que el sistema pueda confirmar que el conductor no se ha desconectado visualmente.

5.5.4.2.6.1.2. En caso de desconexión continuada, la SMV se intensificará a más tardar diez segundos después de la SMV inicial. La SMV intensificada contendrá información acústica o táctil adicional.

5.5.4.2.6.1.3. El inicio de una SMV podrá suspenderse de conformidad con lo dispuesto en el apartado 5.5.4.2.6.5.

5.5.4.2.6.1.4. El sistema estará diseñado de manera que se evite cualquier uso indebido (por ejemplo, darle un golpecito al volante en respuesta a una SMV sin que, como solicita el sistema, el conductor vuelva a tener atención motora).

5.5.4.2.6.2. Solicitudes de ojos en la carretera

5.5.4.2.6.2.1. A velocidades superiores a 10 km/h, se emitirá una SOC a más tardar cuando se considere que el conductor se ha desconectado visualmente durante cinco segundos.

5.5.4.2.6.2.2. Tras una SOC, si se ha considerado que el conductor vuelve a tener atención visual con arreglo al punto 5.5.4.2.5.2.1 y posteriormente vuelve a perderla durante al menos 1 segundos en los 2 segundos siguientes, se emitirá inmediatamente una SOC.

5.5.4.2.6.2.3. En caso de desconexión visual continua, el SOC se intensificará, como muy tarde, tres segundos después de la SOC inicial, con arreglo a la estrategia de aviso. La SOC intensificada incluirá siempre información acústica y/o táctil.

5.5.4.2.6.3. Alertas de control directo

5.5.4.2.6.3.1. A más tardar cinco segundos después intensificar la SOC, se presentará una ACD al conductor.

5.5.4.2.6.4. Transición a la respuesta por indisponibilidad del conductor

5.5.4.2.6.4.1 Si el sistema determina que el conductor sigue desconectado tras intensificar el aviso, el sistema iniciará una respuesta por indisponibilidad del conductor a más tardar diez segundos después de la primera solicitud o ACD intensificada.

5.5.4.2.6.5. Suspensión de las SMV

El sistema podrá suspender las SMV cuando el vehículo esté en una autopista y lleve una velocidad de hasta 130 km/h. Como se señala en el punto 5.3.5.2, el fabricante deberá describir en detalle, como parte de la documentación requerida para la sección 9, las condiciones límite en las que pueden suspenderse las SMV.

Mientras se encuentre en este modo de funcionamiento, se aplicarán los párrafos siguientes:

5.5.4.2.6.5.1. En caso de que se detecte una condición límite inminente que requiera una SMV, esta deberá emitirse como muy tarde 5 segundos antes de alcanzar la condición límite.

Para situaciones que no se detecten con 5 segundos de antelación, se emitirá una ACD, a menos que se siga prestando asistencia lateral después de que el conductor haya vuelto a tener atención motora. Cuando no se emita una ACD, se emitirá una SMV cuando se detecte la condición límite inminente.

Además de los requisitos del punto 5.3.6, para aquellas situaciones que no se hayan detectado con 5 segundos de antelación, el fabricante del vehículo deberá demostrar la controlabilidad de tales situaciones a la autoridad de homologación de tipo durante la inspección del concepto de seguridad.

5.5.4.2.6.5.2. El sistema emitirá una SMV o una ACD, según proceda, cuando alcance los límites del sistema debido a que el conductor haya anulado el control longitudinal mediante una aceleración.

5.5.4.2.6.5.3. Si el sistema tiene la capacidad de suprimir la aceleración para evitar que se superen los límites del sistema, el conductor deberá poder invalidar la supresión.

5.5.4.2.6.5.4. No obstante lo dispuesto en el punto 5.5.4.2.6.2.1, se emitirá una SOC a más tardar cuando se haya considerado que el conductor ha perdido la atención visual durante el período de tiempo correspondiente según el cuadro que figura a continuación.

Velocidad del vehículo (km/h)	Tiempo máximo de emisión de una SOC
130 km/h	3,5
10 km/h a 60 km/h	5,0

Para las velocidades comprendidas entre 60 km/h y 130 km/h, se utilizará una interpolación lineal para calcular cuándo debe emitirse una SOC.

5.5.4.2.6.5.5. El sistema estará diseñado para determinar cuándo no se ha producido ninguna desviación en la mirada (o movimiento de la posición de la cabeza cuando esta se utiliza para determinar la atención visual) durante un período de tiempo significativo. En este caso, se emitirá una SOC. El fabricante documentará y explicará estas estrategias a la autoridad de homologación de tipo.

5.5.4.2.6.5.6. El sistema informará al conductor de si están suspendidas las SMV o no de una manera claramente distingible. Esta información estará diseñada para no promover activamente que el conductor retire sus manos del mando de dirección (es decir, no se considera que una indicación de un volante sin manos incumpla este requisito).

5.5.4.2.7. Estrategias adicionales para detectar la desconexión y favorecer la reconexión

El sistema de monitorización del estado del conductor estará equipado con estrategias para evaluar si el conductor se ha desconectado de la tarea de conducción en el caso de que no se detecte ninguna acción del conductor durante períodos de tiempo prolongados (por ejemplo, mediante una determinación negativa de la somnolencia del conductor) y aplicar las contramedidas adecuadas.

5.5.4.2.8. Desconexión reiterada o prolongada del conductor

5.5.4.2.8.1. El sistema se desactivará durante un período mínimo de 30 minutos mientras el grupo motopropulsor esté activo cuando se detecte que el conductor no está lo suficientemente atento.

5.5.4.2.8.2. Se considerará que la atención del conductor es insuficiente cuando esto dé lugar a:

- a) inicio de una respuesta de indisponibilidad;
- b) un máximo de dos ACD causadas por una atención insuficiente prolongada; o
- c) un máximo de tres solicitudes aumentadas de atención.

Para las letras a) y b), el cómputo se restablece cuando el sistema ya no está desactivado.

Para la c), se determina a lo largo de un intervalo de 30 minutos durante la activación del grupo motopropulsor.

5.5.4.2.8.3. También se considerará que el conductor no está lo suficientemente atento si se repite la SOC o la SMV debido a la inatención del conductor en un período de tiempo determinado. El fabricante definirá el número de advertencias y el intervalo de tiempo a lo largo del cual se contabilizarán las señales, y lo justificará a la autoridad de homologación de tipo.

5.5.4.2.8.4. Cuando el sistema esté desactivado debido a la falta de atención del conductor, como muy tarde en el momento de la desactivación del grupo motopropulsor, el sistema deberá solicitar al conductor que lea el material informativo del conductor, tal como se indica en el punto 5.6.

5.6. Materiales de información para el conductor

Además del manual del usuario, el fabricante proporcionará de forma gratuita información clara y fácilmente accesible (por ejemplo, documentación, vídeos o materiales de sitios web) sobre el funcionamiento del sistema en el tipo de vehículo específico.

Dicha información abarcará, como mínimo, los siguientes aspectos, utilizando una terminología que sea comprensible para un público no técnico:

- a) recordatorio de las responsabilidades del conductor y del uso adecuado del sistema;
- b) explicación de cómo y en qué medida el sistema y sus prestaciones asisten al conductor;
- c) capacidades y limitaciones del sistema;
- d) límites del sistema;
- e) modos de funcionamiento y transición entre modos;
- f) transición modal a otros sistemas automatizados o de asistencia, si procede;
- g) detección de la desconexión del conductor;
- h) gestión de la privacidad cuando se utilice el sistema;
- i) explicación de cómo anular el sistema o sus prestaciones;
- j) interfaz persona-máquina (IPM):
 - i) activación y desactivación;
 - ii) indicación del estado;
 - iii) mensajes y señales dirigidos al conductor y su interpretación;

- iv) comportamiento del vehículo cuando se alcanzan los límites del sistema;
- v) comportamiento del vehículo cuando se superan los límites del sistema;
- vi) información sobre los fallos del sistema;
- vii) información sobre la transición modal del sistema a otros sistemas automatizados o de asistencia, si procede.

En la documentación del fabricante, incluidos los materiales educativos dirigidos a los consumidores (por ejemplo, documentación, vídeos o materiales de sitios web), el fabricante no describirá el sistema de manera que induzca al cliente a error sobre las capacidades y los límites del sistema o sobre su nivel de automatización.

6. Especificaciones adicionales para las prestaciones del DCAS

El fabricante demostrará el cumplimiento de lo dispuesto en el presente punto, a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo, durante la inspección del enfoque de seguridad como parte de la evaluación conforme al anexo 3 y conforme a los ensayos pertinentes del anexo 4.

El sistema deberá cumplir los requisitos del apartado 6 cuando sean aplicables al diseño del sistema y sean pertinentes para el concepto de seguridad, cuando funcione dentro de sus condiciones límite con arreglo al punto 5.3.5.2.

6.1. Requisitos específicos para el posicionamiento en el carril de circulación

6.1.1. Aumento de la dinámica lateral

- 6.1.1.1. Sin perjuicio de los requisitos establecidos en el punto 5.3.7.1.2, en el caso de los vehículos de las categorías M1 y N1, podrá permitirse que la característica induzca valores de aceleración lateral superiores a 3 m/s^2 (por ejemplo, para no perturbar el flujo de tráfico), siempre que se cumplan las condiciones siguientes:
- a) que el sistema proporcione al conductor información visual sobre una situación de conducción, actual o inminente, que pueda provocar una aceleración lateral superior a 3 m/s^2 ; y
 - b) que no se haya emitido un aviso de desconexión del conductor; y
 - c) que el funcionamiento del sistema siga siendo previsible y controlable con arreglo al punto 5.3.6;
 - d) que el vehículo no sobrepase el límite de velocidad en carretera determinado por el sistema; y
 - e) no se determina que el conductor tenga falta de atención motora.

Cuando deje de cumplirse alguna de estas condiciones, el sistema aplicará estrategias para garantizar la controlabilidad.

- 6.1.1.2. El fabricante deberá demostrar a la autoridad de homologación de tipo cómo se aplican las disposiciones del punto 6.1.1.1 en el diseño del sistema.

6.1.2. Convergencia de carreteras y ramales de enlace en autopistas

- 6.1.2.1. Si el sistema tiene la capacidad de asistir en las convergencias de carreteras, el sistema tratará de detectar situaciones en las que el carril de circulación actual converja con otro carril de circulación (incluidos los ramales de enlace), y estará diseñado para garantizar un control seguro en estas situaciones teniendo en cuenta a los usuarios de la vía en el carril vecino. Si el sistema está diseñado para manejar una situación de este tipo realizando una maniobra, esta deberá ajustarse a lo dispuesto en el presente Reglamento de las Naciones Unidas.

- 6.1.3. Abandonar el carril para formar un corredor de acceso para vehículos de emergencia y policiales.

6.1.3.1. Si el sistema es capaz de formar un corredor de acceso para vehículos de emergencia y policiales, el sistema solo abandonará el carril de circulación actual (de forma preventiva) para formar un corredor de acceso cuando ello sea necesario y esté permitido con arreglo a las normas de tráfico nacionales.

6.1.3.2. Durante la formación de un corredor de acceso, el sistema deberá garantizar una distancia lateral y longitudinal suficiente con respecto a los límites de la vía, los vehículos y otros usuarios de la vía.

6.1.3.3. El vehículo deberá volver a situarse totalmente dentro de su carril de circulación original una vez haya pasado la situación que hizo necesaria la formación del corredor de acceso.

6.1.4. Posicionamiento en el carril en vías sin marcas de carril

6.1.4.1. Si el sistema está diseñado para posicionar el vehículo en el carril en vías que carezcan de marcas de carril, deberá utilizar otras fuentes de información para determinar con certeza y seguir la trayectoria adecuada con respecto a otros usuarios de la vía.

6.2. Requisitos específicos para los cambios de carril

6.2.1. Solo se realizará un cambio de carril si el sistema dispone de suficiente información sobre su entorno hacia la parte delantera, el lateral y la parte trasera para evaluar el carácter crítico de dicho cambio de carril.

6.2.2. No se realizarán cambios de carril hacia un carril de circulación en sentido contrario.

6.2.3. Durante la maniobra de cambio de carril, el sistema estará diseñado para evitar una aceleración lateral superior a $1,5 \text{ m/s}^2$ además de la aceleración lateral generada por la curvatura del carril y evitar una aceleración transversal total superior a $3,5 \text{ m/s}^2$.

La media móvil en medio segundo de la sacudida lateral generada por el sistema no excederá de 5 m/s^3 .

6.2.4. Solo se iniciará una maniobra de cambio de carril si con ello no se obliga a un vehículo del carril objetivo a frenar de forma peligrosa.

6.2.4.1. Cuando se aproxime un vehículo.

El sistema estará diseñado para que el vehículo que se aproxime no se vea obligado a desacelerar a más de $3,0 \text{ m/s}^2$ a fin de garantizar que la distancia entre los dos vehículos nunca sea inferior a la que recorre el vehículo DCAS en 1 segundo.

Esta evaluación se realizará partiendo de los supuestos de que el vehículo que se aproxima inicia su desaceleración:

a) 1,4 segundos después de que el sistema inicie el movimiento lateral del procedimiento de cambio de carril; y

b) o bien:

i) 0,4 segundos después de que el sistema inicie la maniobra de cambio de carril, siempre que el vehículo que se aproxima haya sido detectado por el vehículo DCAS durante al menos 1,0 segundos inmediatamente antes de que comience la maniobra de cambio de carril; o

ii) 1,4 segundos después de que el sistema inicie la maniobra de cambio de carril.

6.2.4.2. Cuando no se detecte ningún vehículo

Si el sistema no detecta ningún vehículo que se aproxime por el carril objetivo, se efectuará el cálculo establecido en el punto 6.2.4.1, en el supuesto de que:

- a) el vehículo que se aproxime por el carril objetivo se encuentre a una distancia del vehículo DCAS igual al alcance real de detección hacia atrás;
- b) el vehículo que se aproxime en el carril objetivo circule a la velocidad máxima permitida o 130 km/h, la que sea menor; y
- c) el sistema detecte, durante su movimiento lateral y al menos durante 1 segundo, toda la anchura del vehículo que se aproxime.

Cuando el cambio al carril objetivo acabe de iniciarse, se considerará que este requisito se cumple si no se detecta ningún vehículo hacia la parte trasera en toda la longitud del carril objetivo.

6.2.4.3. En caso de que el sistema tenga la intención de desacelerar el vehículo durante un procedimiento de cambio de carril, esta desaceleración se tendrá en cuenta al calcular la distancia a un vehículo que se aproxime desde atrás, y dicha desaceleración no excederá de 2 m/s^2 , excepto con el fin de evitar o mitigar el riesgo de colisión inminente.

6.2.4.4. Cuando no haya suficiente distancia de separación con el vehículo que quede detrás al finalizar el procedimiento de cambio de carril, el sistema no aumentará la velocidad de desaceleración durante al menos 2 segundos tras la finalización del procedimiento, excepto en caso de que sea necesario para el funcionamiento nominal del sistema (por ejemplo, al reaccionar a la infraestructura viaria o a otros usuarios de la vía), o para evitar o mitigar el riesgo de colisión inminente.

6.2.5. El fabricante deberá demostrar a la autoridad de homologación de tipo cómo se aplican las disposiciones del punto 6.2.4 en el diseño del sistema.

6.2.6. El sistema generará una señal para activar el indicador de dirección, a menos que el conductor ya lo haya activado. La señal indicadora de dirección permanecerá activa durante todo el tiempo que dure el procedimiento de cambio de carril y será oportunamente desactivada por el sistema una vez que se reanude la función de posicionamiento en el carril de circulación, a menos que el mando del indicador de dirección permanezca totalmente accionado (en la posición en que queda asegurado).

6.2.7. Cuando vaya a efectuarse un procedimiento de cambio de carril, este deberá indicarse al resto de usuarios de la vía al menos 3 segundos antes de iniciar la maniobra de cambio de carril. Se permite un plazo de indicación más corto si ello no infringe las normas de tráfico nacionales del país de uso y, no obstante, la maniobra deberá notificarse con antelación suficiente a los demás usuarios de la vía.

6.2.8. Cuando el sistema suprima el procedimiento de cambio de carril, deberá informar claramente al conductor mediante una señal óptica combinada con una señal acústica o táctil.

6.2.9. Requisitos adicionales para los cambios de carril

6.2.9.1. Requisitos adicionales para los cambios de carril confirmados por el conductor

6.2.9.1.1. El sistema tratará de no hacer desacelerar injustificadamente a un vehículo que se aproxime en el carril objetivo, especialmente cuando el cambio de carril no sea urgente (por ejemplo, para adelantar un vehículo más lento). No obstante, cuando sea necesario hacer que otro vehículo desacelere en el carril objetivo debido a la situación del tráfico (por ejemplo, cuando esté terminando el carril, o cuando haya tráfico denso en el carril objetivo), se aplicarán los requisitos del punto 6.2.4.1.

Solo se propondrá un procedimiento de cambio de carril si ya se dispone de suficiente espacio libre en el carril objetivo o si cabe esperar razonablemente que se disponga de él, de modo que se pueda ejecutar una MCC de conformidad con lo dispuesto en el apartado 6.2.4.

6.2.9.1.2. Sin perjuicio de los requisitos del punto 6.2.4.2, letra b), se supondrá que el vehículo que se aproxima por el carril objetivo circula a la velocidad máxima permitida + 10 % o 130 km/h, la que sea menor.

6.2.9.2. Requisitos adicionales para los cambios de carril iniciados por el sistema

6.2.9.2.1. Se aplicarán los requisitos establecidos en el punto 6.2.9.1.

6.2.9.2.2. El sistema tratará de detectar carriles de circulación restringidos que restrinjan el acceso a determinados vehículos usuarios de la carretera (por ejemplo, carriles para autobuses, bicicletas o taxis) y se abstendrá de iniciar cambios de carril en dichos carriles.

6.2.9.3. Asistencia a los cambios de carril en vías en las que no haya separación física del tráfico que circule en sentidos opuestos.

Si el sistema está diseñado para facilitar el cambio de carril en vías en las que no haya separación física del tráfico que circule en sentido contrario, el sistema aplicará estrategias para garantizar que el procedimiento de cambio de carril únicamente se realice hacia un carril de paso o un carril objetivo que no esté designado para el tráfico en sentido contrario.

Estas estrategias serán demostradas al servicio técnico y evaluadas por este con arreglo a los ensayos correspondientes del anexo 4 durante la homologación de tipo.

6.2.9.4. Asistencia a los cambios de carril en vías en las que no esté prohibida la circulación de peatones ni bicicletas.

El sistema solo estará autorizado a realizar un cambio de carril en vías por las que circulen peatones y ciclistas si es capaz de evitar el riesgo de colisión con cualquier usuario vulnerable de la vía (como peatones y ciclistas).

6.2.9.5. Asistencia a los cambios de carril en situaciones en las que la maniobra de cambio de carril no pueda iniciarse en los 7 segundos siguientes al inicio del procedimiento de cambio de carril.

El tiempo transcurrido entre el inicio del procedimiento de cambio de carril y el inicio de la maniobra de cambio de carril solo podrá prolongarse más de 7 segundos si ello no infringe las normas de tráfico nacionales.

6.3. Requisitos específicos para otras maniobras distintas de un cambio de carril

6.3.1. Las disposiciones del presente punto se aplicarán a las maniobras que lleven al vehículo a:

- a) seleccionar un carril cuando esta maniobra no sea ni seguir por el carril de circulación actual ni cambiar de carril; o
- b) entrar y salir de una rotonda y transitar por ella; o
- c) sortear una obstrucción en el carril de circulación; o
- d) proporcionar una distancia lateral suficiente para adelantar con seguridad un objeto adyacente al carril de circulación (por ejemplo, un ciclista en un carril bici); o
- e) hacer un giro (por ejemplo, girar en una intersección); o
- f) salir de una posición de estacionamiento o llegar a ella.

6.3.2. El sistema estará diseñado para reaccionar ante vehículos, usuarios de la vía, infraestructuras o bloqueos en el camino que ya estén situados o puedan situarse en la trayectoria prevista o en el entorno de conducción correspondiente, a fin de garantizar un funcionamiento seguro.

6.3.3. El sistema estará diseñado para reaccionar a semáforos, señales de parada, infraestructuras que determinen la preferencia de paso (como pasos de cebra o paradas de autobús) y carriles restringidos correspondientes al carril de circulación dado del sistema, o al carril de circulación en el que el sistema se encontraría como resultado de la maniobra cuando esto se considere pertinente para la maniobra y el dominio operativo de que se trate (por ejemplo, autopistas o vías distintas de autopistas).

6.3.4. El sistema estará diseñado para transitar de forma segura y prudente por zonas con pendiente cuando ello se considere pertinente para la controlabilidad de la maniobra de que se trate.

6.3.5. Si la maniobra pudiera hacer que el sistema se encontrase con usuarios vulnerables de la vía que cruzasen el carril de circulación (por ejemplo, en un carril bici o un paso de peatones), el sistema estará diseñado para reaccionar adecuadamente a los usuarios de la vía y a la infraestructura.

6.3.6. Si la maniobra hiciera que el sistema se encontrase con tráfico cruzado (por ejemplo, al dar un giro) o convergiese con tráfico que se aproximase desde una dirección diferente, el sistema estará diseñado para reaccionar adecuadamente a estos usuarios de la vía (por ejemplo, cediendo el paso).

6.3.7. Cuando sea pertinente para la maniobra, el sistema estará diseñado para detectar carriles de circulación restringidos (por ejemplo, carriles para autobuses, bicicletas o taxis) y tratará de abstenerse de transitar por dichos carriles. En caso de que el sistema detecte que ha entrado en un carril de circulación restringido, propondrá o ejecutará un procedimiento de cambio a un carril de circulación adecuado según el diseño del sistema, o solicitará al conductor que retome el control manual.

6.3.8. El sistema tratará de respetar las normas adecuadas relativas al derecho de paso.

6.3.9. Requisitos adicionales para sortear una obstrucción en el carril de circulación

6.3.9.1. Se podrá sortear una obstrucción en las siguientes circunstancias :

- a) circular alrededor de un obstáculo inmóvil en el carril (por ejemplo, un vehículo estacionado, escombros, etcétera);
- b) adelantar un vehículo o usuario de la carretera que se mueva muy lentamente con una distancia lateral suficiente;
- c) la maniobra es ordenada por fuentes externas legítimas (por ejemplo, señales de tráfico estáticas y dinámicas, obras viarias, instrucciones de personal de emergencia o fuerzas policiales, etcétera), si es aplicable al diseño del sistema.

Podrán aceptarse otros motivos para pasar a otro carril si el fabricante presenta información suficiente a la autoridad de homologación de tipo y se determina que es adecuado y que el sistema podría funcionar con seguridad.

6.3.9.2. Solo se permitirá sortear una obstrucción si el sistema es capaz de determinar la posición y el movimiento de otros usuarios de la vía hacia la parte delantera, el lateral y la parte trasera cuando sea pertinente para la maniobra específica, y si hay una distancia suficiente con respecto a ellos para realizar la maniobra.

6.3.9.3. Si la maniobra hiciera que el vehículo pasara parcial o totalmente a otro carril, el sistema solo deberá efectuarla si puede confirmar que dispone de espacio y tiempo suficientes. De tal manera que no haya usuarios aproximándose en sentido contrario que puedan impedir que el sistema complete la maniobra regresando al carril de circulación adecuado. No deberá pasar a otro carril, cuando el sentido de marcha sea el sentido contrario, para adelantar al tráfico general que circule a una velocidad adecuada.

El sistema deberá indicar adecuadamente la maniobra a los demás usuarios de la vía durante toda la maniobra.

6.3.9.4. El sistema no deberá proponer al conductor una maniobra, ni realizar una maniobra iniciada por el sistema, que tenga por objeto sobrepasar una marca de carril continua que no esté permitido sobreponer, a menos que lo permita la situación descrita en el punto 6.3.9.1, letra c).

7. Seguimiento del funcionamiento del DCAS

7.1. Seguimiento del funcionamiento del DCAS

- 7.1.1. El fabricante deberá contar con procesos para hacer un seguimiento de las incidencias críticas para la seguridad causadas por el funcionamiento del sistema.
- 7.1.2. El fabricante deberá establecer un programa de seguimiento destinado a recoger y analizar datos con el fin de proporcionar, en la medida de lo posible, pruebas del rendimiento del DCAS en materia de seguridad en servicio y pruebas que confirmen los resultados de la auditoría de los requisitos del sistema de gestión de la seguridad establecidos en el anexo 3 del presente Reglamento.
- 7.2. Informes de funcionamiento del DCAS
- 7.2.1. Notificación inicial de incidencias críticas para la seguridad
- 7.2.1.1. El fabricante deberá notificar a la autoridad de homologación de tipo, sin demora indebida, cualquier incidencia crítica para la seguridad de la que tenga conocimiento gracias a algún programa de seguimiento, que se produzca en el momento de comutar el sistema o sus prestaciones al modo «encendido», o cuando estos se hubieran comutado al modo «encendido» en los 5 segundos anteriores a la incidencia crítica para la seguridad.
- 7.2.1.1.1. En el caso de los sistemas capaces de realizar maniobras iniciadas por el sistema, el requisito de notificación aplicable se aplicará a cualquier caso en que la prestación estuviera activa en los últimos 7 segundos antes del suceso crítico para la seguridad.
- 7.2.1.2. La notificación inicial podrá limitarse a datos de alto nivel, pero deberá contener información sobre las prestaciones en modo «encendido», o que se hayan cambiado a modo «encendido» en los últimos 5 segundos antes del suceso crítico para la seguridad (por ejemplo, lugar, hora, tipo de accidente), en la medida en que dicha información esté disponible en el momento de la notificación.
- 7.2.2. Informes a corto plazo de incidencias críticas para la seguridad
- 7.2.2.1. Tras la notificación inicial descrita en el punto 7.2.1, el fabricante investigará si el incidente estaba relacionado con el funcionamiento del DCAS e informará lo antes posible a la autoridad de homologación de tipo de los resultados de esta investigación. Si es probable que el funcionamiento del sistema sea una de las causas del incidente, el fabricante informará además a la autoridad de homologación de tipo de las medidas correctoras previstas en relación con el diseño del DCAS, si procede.
- 7.2.2.2. Si el fabricante debe adoptar medidas correctoras en relación con el diseño del DCAS, la autoridad de homologación de tipo cargará la información recibida del fabricante en inglés en la base de datos segura de internet «DETA»^(*), creada por la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas, sin demora indebida para comunicar esta información a todas las autoridades de homologación de tipo. La información será suficiente para entender el incidente, su causa y las medidas correctoras.
- 7.2.2.3. Si la autoridad de homologación de tipo recibe información acerca de una incidencia crítica para la seguridad en un vehículo equipado con DCAS a través de fuentes que no sean el fabricante de un vehículo, por ejemplo de otras autoridades de homologación de tipo, dicha autoridad de homologación de tipo podrá solicitar al fabricante que facilite la información disponible sobre el incidente de manera exhaustiva y accesible, tal como se establece en los puntos 7.2.1 y 7.2.2.

(*) ⁴ <https://unece.org/data-sharing>.

7.2.3. Informes periódicos

7.2.3.1.

El fabricante comunicará a la autoridad de homologación de tipo, al menos una vez al año, la información, recogida a través del programa de seguimiento, que se considere prueba adecuada del funcionamiento y la seguridad previstas del sistema sobre el terreno, hasta que se interrumpa definitivamente la producción con arreglo al punto 14. El fabricante comunicará al menos la información del cuadro que figura a continuación, que podrá compartirse de forma confidencial con otras autoridades de homologación de tipo previa solicitud. En ese caso se informará al fabricante. La información adicional estará sujeta a acuerdo entre la autoridad de homologación de tipo y el fabricante.

En caso de que el sistema haya sido objeto de cambios significativos en relación con la información comunicada durante el período de notificación, el informe diferenciará los cambios del sistema.

Cuadro 1

Información para la presentación de informes periódicos

Frecuencia de incidencia

(total, con las horas de funcionamiento correspondientes y la distancia recorrida, a menos que se especifique)

1. Incidencias críticas para la seguridad conocidas por el fabricante
2. Número de vehículos equipados con el sistema y distancia total recorrida con el sistema en modo «pasivo» y «activo»
3. Número de eventos que dan lugar a una respuesta por indisponibilidad del conductor
4. Número de desactivaciones del sistema o de sus prestaciones iniciadas por el sistema por los siguientes motivos:
 - 4.a. Se detectan fallos en el sistema
 - 4.b. Se sobrepasan límites del sistema
 - 4.c. Otros (si procede)
5. Porcentaje de la distancia total recorrida con un límite de velocidad fijado por el conductor por encima del límite de velocidad determinado por el sistema mientras el sistema está en modo «activo»
6. Desactivación del sistema debido a la insuficiente atención del conductor.
 - 6.a. Número de eventos en los que se ha desactivado el sistema debido a la insuficiente intervención del conductor con arreglo al punto 5.5.4.2.8.2:
 - 6.b. Número de eventos en los que el grupo motopropulsor se desactivó menos de 5 minutos después de que el sistema se desactivara debido a la insuficiente participación del conductor.
 - 6.c. Número de eventos en los que se ha desactivado el sistema debido a advertencias SOC repetidas, incluida una descripción del número de advertencias y del intervalo de tiempo definido por el fabricante con arreglo al punto 5.5.4.2.8.3.
 - 6.d. Número de eventos en los que se ha desactivado el sistema debido a advertencias SMV repetidas, incluida una descripción del número de advertencias y del intervalo de tiempo definido por el fabricante con arreglo al punto 5.5.4.2.8.3.

*Frecuencia de incidencia**(total, con las horas de funcionamiento correspondientes y la distancia recorrida, a menos que se especifique)*

7. SMV/SOC repetidas
 - 7.a. Número de eventos en los que se emiten 5 SOC en un período de 10 minutos mientras el sistema está activo. Una vez registrado este evento, el recuento de SOC se restablece a efectos de notificación.
 - 7.b. Número de eventos en los que se emiten 5 SMV en un período de 10 minutos mientras el sistema está activo. Una vez registrado este evento, el recuento de SMV se restablece a efectos de notificación.
 8. Durante las fases de suspensión de las SMV sin que el conductor anule el control longitudinal (si procede).
 - 8.a. Número de eventos en los que se detecta una condición límite inminente y se emite una SMV con al menos 5 s de antelación (véase el punto 5.5.4.2.6.5.1).
 - 8.b. Número de eventos en los que se detecta una condición límite inminente y se emite una SMV pero no con al menos 5 s de antelación (véase el punto 5.5.4.2.6.5.1).
 - 8.c. Distancia y tiempo de conducción mientras el sistema tiene las SMV suspendidas.
 9. Número de maniobras abortadas iniciadas por el sistema (si procede).
-

8. Validación del sistema

8.1. La validación del DCAS deberá garantizar que el fabricante haya realizado un análisis exhaustivo de la seguridad funcional y operativa de las prestaciones integradas en el sistema y del sistema completo integrado en un vehículo, evaluada con arreglo al anexo 3.

8.2. La validación del sistema deberá demostrar que las prestaciones integradas en el sistema y todo el sistema cumplen los requisitos de rendimiento especificados en los puntos 5 y 6 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.

La validación del sistema deberá incluir:

- a) la validación de los aspectos de seguridad del sistema de conformidad con los requisitos del anexo 3;
- b) ensayos físicos en la pista de ensayo y en vías públicas de conformidad con los requisitos del anexo 4;
- c) seguimiento del sistema o de sus prestaciones de conformidad con los requisitos del punto 7.

8.2.1. La validación del sistema podrá incluir el uso de ensayos virtuales y la notificación de parámetros obtenidos mediante ensayos virtuales, como la medición de la cobertura y parámetros de seguridad. Si se realizan ensayos virtuales, se facilitará a la autoridad de homologación de tipo una evaluación de credibilidad, tal como se describe en el anexo 5.

9. Datos de información del sistema

9.1. En el momento de la homologación de tipo, el fabricante facilitará a la autoridad de homologación de tipo los datos que se indican a continuación, junto con la documentación exigida en el anexo 3 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.

9.1.1. Prestaciones específicas según la clasificación del apartado 6 que posea el sistema.

El fabricante confirmará con una «x» o con el texto «No aplicable» en qué dominio puede operar la prestación y cumplimentar el cuadro según sea necesario:

Prestación	Velocidad mínima del sistema	Velocidad máxima del sistema	Otras condiciones previas pertinentes para la activación (por ejemplo, anchura del carril, tipo de vía, hora del día o condiciones meteorológicas)
Posicionamiento en el carril de circulación			
Cambio de carril iniciado por el conductor <i>(Especifíquense las variantes, en su caso)</i>			
Cambio de carril confirmado por el conductor <i>(Especifíquense las variantes, en su caso)</i>			
Otras maniobras <i>(Especifíquense las variantes, en su caso)</i>			
Cambio de carril iniciado por el sistema			
<i>(A completar por el fabricante)</i>			

9.1.2. Dominios (autopista o vía distinta de autopista) en los que el sistema proporciona determinados tipos de asistencia clasificados en el punto 9.1.1.

El fabricante confirmará con una «x» o con el texto «No aplicable» en qué dominio puede operar la prestación y cumplimentar el cuadro según sea necesario:

Prestación	Vía distinta de autopista	Autopista
Posicionamiento en el carril de circulación		
Cambio de carril iniciado por el conductor <i>(Especifíquense las variantes, en su caso)</i>		
Cambio de carril confirmado por el conductor <i>(Especifíquense las variantes, en su caso)</i>		
Otras maniobras <i>(Especifíquense las variantes, en su caso)</i>		
Cambio de carril iniciado por el sistema		
<i>(A completar por el fabricante)</i>		

9.1.3. Las condiciones en las que pueden activarse el sistema y sus prestaciones, así como los límites de funcionamiento (condiciones límite).

9.1.4. Las interacciones del DCAS con otros sistemas del vehículo.

9.1.5. Medios para activar, desactivar y anular el sistema.

9.1.6. Los criterios supervisados y los medios por los que se controla la desconexión del conductor.

- 9.1.7. Asistencia de control dinámico proporcionada por cada prestación del sistema.
- 9.1.8. Información distinta de las marcas de carril que el sistema utiliza para determinar de forma fiable el trazado del carril y seguir prestando asistencia de control lateral en ausencia de un carril debidamente marcado.

Situación	¿Seguirá prestando el sistema asistencia de control lateral en estas situaciones? (sí/no)	Requisito del dominio operativo
Marcas de carril enumeradas en el Reglamento n.º 130 de las Naciones Unidas:		Autopista
Carril marcado con una única marca		Vía distinta de autopista
Bordes de la carretera		Vía distinta de autopista
Carril demarcado por una marca que no sea de carril (coches estacionados, el bordillo o una infraestructura de construcción)		Vía distinta de autopista
(A completar por el fabricante)		

10. Requisitos de identificación de software
- 10.1. Para garantizar que se pueda identificar el software del sistema, el fabricante del vehículo podrá aplicar un número R₁₇₁SWIN. El número R₁₇₁SWIN podrá guardarse en el vehículo o, si el R_{1XX}SWIN no está guardado en el vehículo, el fabricante declarará a la autoridad de homologación de tipo la versión de software del vehículo o de cada ECU en relación con las homologaciones de tipo pertinentes.
- 10.2. El fabricante del vehículo deberá demostrar la conformidad con el Reglamento n.º 156 de las Naciones Unidas (actualizaciones de software y sistema de gestión de actualizaciones de software) cumpliendo los requisitos y las disposiciones transitorias de la versión original del Reglamento n.º 156 de las Naciones Unidas o de series de enmiendas posteriores.
- 10.3. El fabricante del vehículo proporcionará la siguiente información en el formulario de comunicación del presente Reglamento de las Naciones Unidas:
- a) el número R₁₇₁SWIN;
 - b) cómo leer el número R₁₇₁SWIN o las versiones del software en el caso de que no se conserve este número en el vehículo.
- 10.4. El fabricante del vehículo podrá incluir en el formulario de comunicación del Reglamento conexo una lista de los parámetros pertinentes que permitan la identificación de aquellos vehículos que puedan actualizarse con el software representado por el número R₁₇₁SWIN. La información facilitada será declarada por el fabricante del vehículo y podrá no estar verificada por una autoridad de homologación de tipo.
- 10.5. El fabricante del vehículo podrá obtener una nueva homologación del vehículo con el fin de diferenciar las versiones de software que pretendan utilizarse en vehículos ya matriculados en el mercado de las versiones de software que se utilicen en vehículos nuevos. Esto puede incluir situaciones en que se actualicen las normas de homologación de tipo o se realicen cambios de hardware en los vehículos en la producción en serie. De acuerdo con la autoridad de homologación de tipo, se evitará la duplicación de ensayos en la medida de lo posible.

11. Modificación del tipo de vehículo y extensión de la homologación

11.1. Toda modificación del tipo de vehículo con arreglo a la definición del punto 2.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas deberá notificarse a la autoridad de homologación de tipo que lo haya homologado. En tal caso, la autoridad de homologación de tipo podrá:

- a) considerar que las modificaciones realizadas no tienen un efecto adverso en las condiciones de concesión de la homologación y conceder una extensión de la homologación;
- b) considerar que las modificaciones realizadas afectan a las condiciones de concesión de la homologación y exigir nuevos ensayos o controles adicionales antes de conceder una extensión de la homologación;
- c) decidir, en consulta con el fabricante, que debe concederse una nueva homologación de tipo; o
- d) aplicar el procedimiento descrito en el punto 11.1.1 (Revisión) y, si procede, el procedimiento descrito en el punto 11.1.2 (Extensión).

11.1.1. Revisión

Cuando los datos consignados en las fichas de características hayan cambiado y la autoridad de homologación de tipo considere que no es probable que las modificaciones realizadas tengan efectos adversos apreciables, la modificación se designará como «revisión».

En estos casos, la autoridad de homologación de tipo deberá expedir las páginas revisadas de las fichas de características, según proceda, señalando claramente en cada página revisada qué tipo de cambio se ha producido y en qué fecha tuvo lugar la nueva expedición.

Se considerará cumplido este requisito mediante una copia consolidada y actualizada de las fichas de características que lleve adjunta una descripción detallada de los cambios.

11.1.2. Extensión

La modificación se considerará una «extensión» si, además de la modificación de los datos registrados en las fichas de características:

- a) deben realizarse nuevas inspecciones o nuevos ensayos, o
- b) ha cambiado cualquier información del documento de notificación (a excepción de sus documentos adjuntos), o
- c) se pide la homologación conforme a una serie posterior de enmiendas después de su entrada en vigor.

11.2. La confirmación o denegación de la homologación se comunicará a las Partes Contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento de las Naciones Unidas, especificando las modificaciones, mediante el procedimiento indicado en el punto 4.3. Por otra parte, se modificará en consecuencia el índice de la ficha de características y de las actas de ensayo, que se adjunta a la ficha de características del anexo 1, para mostrar la fecha de la revisión o extensión más reciente.

11.3. La autoridad de homologación de tipo informará de la extensión a las demás Partes contratantes mediante el formulario de comunicación del anexo 1 del presente Reglamento de las Naciones Unidas. Asignará un número de serie a cada extensión, denominado «número de extensión».

12. Conformidad de la producción

12.1. Los procedimientos relativos a la conformidad de la producción deberán ajustarse a las disposiciones generales definidas en el artículo 2 y en el anexo 1 del Acuerdo (E/ECE/TRANS/505/Rev.3) y cumplir los requisitos siguientes:

12.2. Todo vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas estará fabricado de manera que sea conforme con el tipo homologado cumpliendo para ello los requisitos del punto 5.

- 12.3. La autoridad de homologación de tipo que haya concedido la homologación podrá verificar en todo momento la conformidad de los métodos de control aplicables a cada unidad de producción. La frecuencia normal de dichas inspecciones será de una vez cada dos años.
- 12.4. La homologación concedida con respecto a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas podrá retirarse si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 8.
- 12.5. Cuando una Parte Contratante retire una homologación que hubiera concedido con anterioridad, informará de ello inmediatamente a las demás Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento de las Naciones Unidas mediante el envío de un formulario de comunicación conforme al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.
13. Sanciones por no conformidad de la producción
- 13.1. La homologación concedida con respecto a un tipo de vehículo con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas podrá retirarse si no se cumplen los requisitos establecidos en el apartado 12.
- 13.2. Cuando una Parte Contratante retire una homologación que hubiera concedido con anterioridad, informará de ello inmediatamente a las demás Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento de las Naciones Unidas mediante el envío de un formulario de comunicación conforme al modelo que figura en el anexo 1 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.
14. Cese definitivo de la producción
- 14.1. Cuando el titular de una homologación cese definitivamente de fabricar un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento de las Naciones Unidas, informará de ello a la autoridad de homologación de tipo que haya concedido la homologación, la cual, a su vez, informará inmediatamente a las demás Partes Contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 1 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.
- 14.2. No se considerará que se ha producido el cese definitivo de la producción si el fabricante del vehículo tiene intención de obtener homologaciones adicionales de actualizaciones de software para vehículos ya matriculados en el mercado.
15. Nombre y dirección de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
- 15.1. Las Partes contratantes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento de las Naciones Unidas comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas (º) el nombre y la dirección de los servicios técnicos encargados de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que concedan dicha homologación y a las cuales deban remitirse los formularios que certifiquen la concesión, la extensión, la denegación o la retirada de la homologación.
16. Disposiciones transitorias
- 16.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 01 de enmiendas, ninguna Parte contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión o la aceptación de homologaciones de tipo con arreglo a la versión del Reglamento modificada por la serie 01 de enmiendas.
- 16.2. A partir del 1 de septiembre de 2027, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo expedidas por primera vez después del 1 de septiembre de 2027 con arreglo a la versión original (serie 00 de enmiendas) del presente Reglamento.

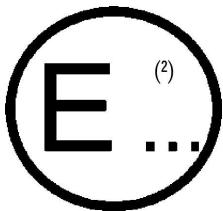
(º) A través de la plataforma en línea «/343 Application» facilitada por la CEPE y destinada al intercambio de esta información: https://apps.unece.org/WP29_application/.

- 16.3. Hasta el 1 de septiembre de 2030, las Partes contratantes que apliquen el presente Reglamento aceptarán las homologaciones de tipo expedidas por primera vez antes del 1 de septiembre de 2027 con arreglo a la versión original (serie 00 de enmiendas) del presente Reglamento.
- 16.4. A partir del 1 de septiembre de 2030, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento no estarán obligadas a aceptar homologaciones de tipo con arreglo a la versión original (serie 00 de enmiendas) del presente Reglamento.
- 16.5. No obstante las disposiciones transitorias señaladas anteriormente, las Partes Contratantes que comiencen a aplicar el presente Reglamento después de la fecha de entrada en vigor de la serie de enmiendas más reciente no estarán obligadas a aceptar las homologaciones de tipo concedidas de conformidad con la versión original (serie 00 de enmiendas) del presente Reglamento.
- 16.6. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán conceder homologaciones de tipo con arreglo a la versión original (serie 00 de enmiendas) del presente Reglamento.
- 16.7. Las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento seguirán concediendo ampliaciones de las homologaciones existentes con arreglo a la versión original (serie 00 de enmiendas) del presente Reglamento.

ANEXO 1

Comunicación⁽¹⁾

[Formato máximo: A4 (210 × 297 mm)]



Expedida Nombre de la administración:
por:
.....
.....

Relativa a⁽³⁾: la concesión de la homologación
la extensión de la homologación
la denegación de la homologación
la retirada de la homologación
Cese definitivo de la producción

de un tipo de vehículo en lo que respecta al DCAS con arreglo al Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas

N.º de homologación:

Motivo de la extensión o revisión:

1. Denominación comercial o marca del vehículo

2. Tipo de vehículo

3. Nombre y dirección del fabricante

4. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante

5. Características generales de fabricación del vehículo

5.1. Fotografías y/o planos de un vehículo representativo:

6. Descripción o esquema del DCAS: véase la sección 9.

6.1. El sistema es / no es⁽⁴⁾ capaz de realizar maniobras iniciadas por el conductor

Descripción de las capacidades del sistema:

6.2. El sistema es / no es⁽⁴⁾ capaz de realizar maniobras confirmadas por el conductor

Descripción de las capacidades del sistema:

6.3. El sistema es / no es⁽⁴⁾ capaz de realizar maniobras iniciadas por el sistema

Descripción de las capacidades del sistema:

⁽¹⁾ Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas relativas a la homologación).

⁽²⁾ Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas relativas a la homologación).

⁽³⁾ Tácheselo lo que no proceda.

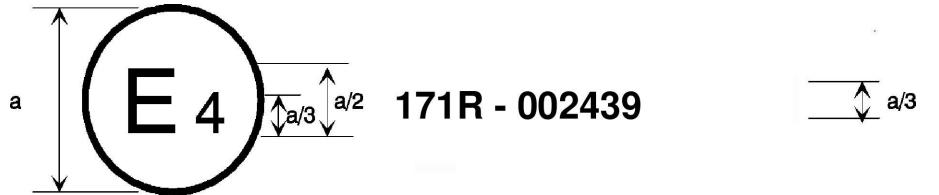
- 6.4. El sistema es / no es ^(*) capaz de suspender las SMV
7. Ciberseguridad y actualizaciones de *software*
- 7.1. Número de homologación de tipo de ciberseguridad (en su caso)
- 7.2. Número de homologación de tipo de la actualización de *software* (en su caso)
8. Requisitos especiales aplicables a los aspectos relativos a la seguridad de los sistemas electrónicos de control (anexo 3)
- 8.1. Referencia documental del fabricante para el anexo 3 (incluido el número de versión)
- 8.2. Formulario de la ficha de características (apéndice 1 del anexo 3)
9. Servicio técnico encargado de realizar los ensayos de homologación
- 9.1. Fecha del acta de ensayo expedida por dicho servicio
- 9.2. Número (de referencia) del acta expedida por dicho servicio
10. Homologación concedida/extendida/revisada/denegada/retirada²
11. Ubicación de la marca de homologación en el vehículo
12. Lugar
13. Fecha
14. Firma
15. Se adjunta a la presente comunicación una lista de los documentos que figuran en el expediente de homologación depositado en el servicio administrativo que ha expedido la homologación y que pueden obtenerse previa petición.
- Información complementaria
16. R₁₇₁SWIN:
- 16.1. Información sobre el procedimiento de lectura del número R₁₇₁SWIN o de las versiones del *software* en el caso de que el número R₁₇₁SWIN no se guarde en el vehículo:
- 16.2. En su caso, deberán enumerarse los parámetros pertinentes que permitan la identificación de aquellos vehículos que puedan actualizarse con el *software* representado por el número R₁₇₁SWIN en el punto anterior:

^(*) Número distintivo del país que ha concedido/extendido/denegado/retirado la homologación (véanse las disposiciones del Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas relativas a la homologación).

ANEXO 2
Ejemplos de marcas de homologación

Modelo A

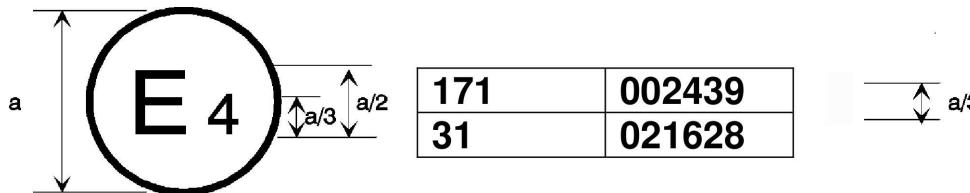
(véase el punto 4.4 del presente Reglamento)

 $a = 8 \text{ mm m\'in.}$

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo en cuestión ha sido homologado, por lo que respecta al DCAS, en los Países Bajos (E 4), con arreglo al Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas y con el número de homologación 002439. El número de homologación indica que esta se concedió con arreglo a los requisitos del Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas en su versión original.

Modelo B

(véase el punto 4.5 del presente Reglamento)

 $a = 8 \text{ mm m\'in.}$

Esta marca de homologación colocada en un vehículo indica que el tipo de vehículo ha sido homologado en los Países Bajos (E 4) con arreglo a los Reglamentos n.º 171 y n.º 31 de las Naciones Unidas⁽¹⁾. Los números de homologación indican que, cuando se concedieron las homologaciones respectivas, la versión existente del Reglamento n.º 171 de las Naciones Unidas era la original y el Reglamento n.º 31 de las Naciones Unidas incluía la serie 02 de enmiendas.

⁽¹⁾ El segundo número se ofrece únicamente a modo de ejemplo.

ANEXO 3

Requisitos especiales aplicables a la auditoría / evaluación

1. Generalidades

En el presente anexo se definen los requisitos especiales de documentación, seguridad desde el diseño y verificación aplicables a los aspectos de seguridad de los sistemas electrónicos (punto 2.3) y los sistemas electrónicos de control complejos (punto 2.4) en lo que respecta al presente Reglamento de las Naciones Unidas.

El presente anexo no especifica los criterios de funcionamiento por los que se rige «el sistema», sino que se ocupa de la metodología aplicada al proceso de diseño y la información que debe comunicarse a la autoridad de homologación de tipo o al servicio técnico que actúe en su nombre (en lo sucesivo, «la autoridad de homologación de tipo»), a efectos de la homologación de tipo.

Esta información deberá mostrar que «el sistema» respeta, en condiciones con y sin avería, todos los requisitos de rendimiento pertinentes especificados en otras partes del presente Reglamento de las Naciones Unidas y que está diseñado para funcionar de manera que no entrañe riesgos excesivos para la seguridad del conductor, los pasajeros y otros usuarios de la vía.

Las disposiciones del presente Reglamento de las Naciones Unidas formuladas con la expresión «el sistema deberá...» han de cumplirse siempre. No respetar un requisito de este tipo durante la evaluación constituye un incumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento de las Naciones Unidas.

Las disposiciones del presente Reglamento de las Naciones Unidas formuladas con la expresión «el sistema tratará de...» reconocen que el requisito puede no cumplirse siempre (por ejemplo, debido a perturbaciones externas o porque no sea adecuado hacerlo en las circunstancias concretas).

Las disposiciones del presente Reglamento de las Naciones Unidas formuladas con la expresión «el sistema estará diseñado para...» reconocen que el ensayo del rendimiento del sistema no es una manera exhaustiva de verificar si el requisito se cumple o no, y que la verificación del requisito requerirá una evaluación del diseño del sistema (por ejemplo, de sus estrategias de control).

Si durante la evaluación no se cumple un requisito formulado con las expresiones «tratará de...» o «estará diseñado para...», el fabricante demostrará a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo por qué ha sido así y que, a pesar de todo, el sistema sigue sin entrañar riesgos excesivos.

2. Definiciones

A los efectos del presente anexo, se aplicarán las definiciones siguientes:

- 2.1. «El sistema»: conjunto de *hardware* y *software* capaces de ayudar a un conductor a controlar el movimiento longitudinal y lateral del vehículo de forma continuada. En el contexto del presente anexo, incluye también cualquier otro sistema que entre dentro del ámbito de aplicación del presente Reglamento de las Naciones Unidas, así como enlaces de transmisión hacia o desde otros sistemas que no entran dentro del ámbito de aplicación del presente Reglamento de las Naciones Unidas, y que actúe sobre una función a la que sea aplicable el presente Reglamento de las Naciones Unidas.

En el presente Reglamento de las Naciones Unidas, el sistema también se denomina «sistema de asistencia al conductor para el control (DCAS)».

- 2.2. «Concepto de seguridad»: descripción de las medidas incorporadas al diseño del sistema, por ejemplo en las unidades electrónicas, para abordar la integridad del sistema y garantizar así un funcionamiento seguro tanto en presencia de condiciones de avería (seguridad funcional) como en ausencia de ellas (seguridad operativa), de manera que no entrañe riesgos excesivos para la seguridad de los ocupantes del vehículo y otros usuarios de la vía. La posibilidad de recurrir a un funcionamiento parcial o incluso a un sistema de reserva para mantener las funciones esenciales del vehículo puede formar parte del concepto de seguridad.

- 2.3. «Sistema electrónico de control»: combinación de unidades diseñadas para producir conjuntamente la función de control del vehículo declarada, por medio del procesamiento electrónico de datos. Estos sistemas, controlados a menudo mediante *software*, se construyen a partir de componentes funcionales diferenciados, como sensores, unidades de control electrónico y actuadores, y se conectan mediante enlaces de transmisión. Pueden incluir elementos mecánicos, electromecánicos, electroneumáticos o electrohidráulicos.
- 2.4. «Sistema electrónico de control complejo»: sistema electrónico de control en el que una función controlada por un sistema electrónico puede ser anulada por un sistema o función de control electrónico de nivel superior. Una función anulada pasa a formar parte del sistema electrónico de control complejo, al igual que todo sistema o función de anulación que entre en el ámbito de aplicación del presente Reglamento de las Naciones Unidas. Se incluirán también los enlaces de transmisión hacia y desde sistemas o funciones de anulación que no entran en el ámbito de aplicación del presente Reglamento de las Naciones Unidas.
- 2.5. Sistemas o funciones «de control electrónico de nivel superior»: aquellos que emplean dispositivos adicionales de procesamiento y/o detección para modificar el comportamiento del vehículo ordenando variaciones de las funciones del sistema de control del vehículo. Esto permite que los sistemas complejos cambien automáticamente sus objetivos en función de una escala de prioridades que depende de las circunstancias detectadas.
- 2.6. «Unidades»: divisiones más pequeñas de los componentes del sistema que se toman en consideración en el presente anexo, ya que estas combinaciones de componentes se tratan como entidades únicas con fines de identificación, análisis o sustitución.
- 2.7. «Enlaces de transmisión»: medios utilizados para interconectar unidades distribuidas con el fin de transmitir señales, datos relativos al funcionamiento o un suministro de energía. Este equipo es, por lo general, eléctrico, pero puede ser en parte mecánico, neumático o hidráulico.
- 2.8. «Ámbito de control»: variable de salida que define el ámbito en el que el sistema puede ejercer su control.
- 2.9. «Límites de funcionamiento efectivo»: límites verificables o medibles dentro de los cuales el sistema está diseñado para mantener el control, con arreglo al punto 2.5 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.
En el presente Reglamento de las Naciones Unidas, los bloques de funcionamiento efectivo también se denominan «límites del sistema».
- 2.10. «Función relacionada con la seguridad»: función incorporada en «el sistema» que es capaz de cambiar el comportamiento dinámico del vehículo. El sistema puede ser capaz de desempeñar más de una función relacionada con la seguridad.
- 2.11. «Estrategia de control»: estrategia para garantizar la solidez y seguridad del funcionamiento del sistema en respuesta a un conjunto específico de condiciones ambientales u operativas (como el estado de la superficie de la carretera, la intensidad del tráfico y otros usuarios de la vía, condiciones meteorológicas adversas, etcétera). Esto puede incluir la desactivación automática de una función o de restricciones temporales de rendimiento (por ejemplo, una reducción de la velocidad máxima en servicio, etcétera).
- 2.12. «Avería»: situación anómala que puede causar un fallo y que puede afectar al *hardware* o al *software*.
- 2.13. «Fallo»: el cese de un comportamiento previsto de un componente o sistema del Sistema debido a la aparición de una avería.
- 2.14. «Riesgo excesivo»: nivel global de riesgo para los ocupantes del vehículo y otros usuarios de la vía que es superior al de un vehículo de conducción manual en servicios de transporte y situaciones comparables dentro de los límites del sistema.
- 2.15. «Autopista»: vía pública por la que está prohibida la circulación de peatones y ciclistas y cuyo diseño incluye una separación física del tráfico en sentidos opuestos.

2.16. «Vía distinta de autopista»: vía pública que no se ajusta a la definición de autopista recogida en el punto 2.15.

3. Documentación

3.1. Requisitos

El fabricante deberá presentar documentación que permita acceder al diseño básico del sistema y a los medios por los que dicho sistema se vincula a otros sistemas del vehículo o aquellos por los que controla directamente las variables de salida. Se explicarán las funciones del sistema, así como el concepto de seguridad, según lo establecido por el fabricante. La documentación deberá ser breve, pero deberá aportar pruebas de que en el diseño y el desarrollo se han aprovechado los conocimientos especializados de todos los ámbitos relacionados con el sistema. De cara a las inspecciones técnicas periódicas, la documentación deberá describir el modo de comprobar el estado de funcionamiento del sistema en ese momento.

La autoridad de homologación de tipo deberá determinar si la documentación demuestra que «el sistema»:

- a) está diseñado para funcionar, en condiciones con y sin avería, de manera que no entrañe riesgos excesivos; y
- b) cumple, en condiciones con y sin avería, todos los requisitos de rendimiento pertinentes especificados en otras partes del presente Reglamento de las Naciones Unidas; y
- c) se ha desarrollado según el proceso/método de desarrollo elegido por el fabricante con arreglo al punto 3.4.4.

3.1.1. La documentación deberá estar disponible en dos partes:

- a) La documentación oficial para la homologación, que incluirá el material enumerado en el punto 3 (a excepción del mencionado en el punto 3.4.4) y se facilitará a la autoridad de homologación de tipo cuando se presente la solicitud de homologación de tipo. La autoridad de homologación de tipo utilizará esta documentación como referencia de base para el proceso de verificación establecido en el apartado 4 del presente anexo. La autoridad de homologación de tipo se asegurará de que esta documentación esté disponible durante un período establecido de acuerdo con la autoridad de homologación de tipo. Dicho período durará, como mínimo, diez años a partir del cese definitivo de la producción del vehículo.
- b) El material y los datos de análisis confidenciales adicionales (propiedad intelectual) del punto 3.4.4, que permanecerán en poder del fabricante, pero que se presentarán para su inspección (por ejemplo, de forma presencial en las instalaciones técnicas del fabricante) en el momento de la homologación de tipo. El fabricante se asegurará de que este material y los datos de análisis estén disponibles durante un período de diez años a partir del cese definitivo de la producción del vehículo.

3.2. Descripción de las funciones del sistema

Deberá facilitarse una descripción que ofrezca una explicación simple de todas las funciones del sistema, incluidas las estrategias de control, y de los métodos empleados para alcanzar los objetivos, indicando los mecanismos mediante los cuales se ejerce el control.

Se identificará cualquier función descrita y se facilitará una descripción adicional del cambio de justificación del funcionamiento de la función.

Antes de utilizarse en el vehículo, se declararán todas las funciones relacionadas con la seguridad habilitadas o deshabilitadas que presten asistencia al conductor según lo establecido en el punto 2.1 del presente Reglamento de las Naciones Unidas, cuando el *hardware* y el *software* estén presentes en el vehículo en el momento de su producción, y estarán sujetas a los requisitos del presente anexo.

3.2.1. Deberá proporcionarse una lista de todas las variables de entrada y detectadas e indicarse su intervalo de funcionamiento, junto con una descripción de cómo afecta cada variable al comportamiento del sistema.

3.2.2. Deberá facilitarse una lista de todas las variables de salida que estén controladas por el sistema y explicarse, en cada caso, si dicho control es directo o se ejerce a través de otro sistema del vehículo. Se definirá el ámbito de control ejercido sobre cada una de estas variables.

- 3.2.3. Cuando sea oportuno para el rendimiento del sistema, deberán indicarse los límites de funcionamiento efectivo.
- 3.2.4. Se facilitará una declaración de la capacidad del sistema y de sus prestaciones con arreglo al modelo que figura en el apéndice 4 del presente anexo.

3.3. Configuración y esquema del sistema

3.3.1. Inventario de componentes.

Se facilitará una lista que incluya todas las unidades del sistema y se indicará qué otros sistemas del vehículo son necesarios para lograr la función de control de que se trate.

Deberá proporcionarse un esquema que muestre la combinación de estas unidades e ilustre claramente la distribución de los equipos y las interconexiones.

3.3.2. Funciones de las unidades

Deberá indicarse la función de cada unidad del sistema y deberán mostrarse las señales que la vinculen a otras unidades o a otros sistemas del vehículo. Esta información podrá suministrarse mediante un diagrama de bloques con etiquetas u otro tipo de esquema, o mediante una descripción acompañada de un diagrama de este tipo.

3.3.3. Interconexiones

Las interconexiones presentes en el sistema deberán mostrarse mediante un diagrama de circuitos en el caso de los enlaces de transmisión eléctrica, mediante un diagrama de tuberías en el caso de los equipos de transmisión neumática o hidráulica, y mediante un diagrama simplificado en el caso de las conexiones mecánicas. Se mostrarán también los enlaces de transmisión hacia y desde otros sistemas.

3.3.4. Flujo de señales, datos de funcionamiento y prioridades

Deberá haber una correspondencia clara entre los enlaces de transmisión y las señales transmitidas entre las unidades. Deberán establecerse prioridades de las señales en canales de datos multiplexados, siempre que la prioridad pueda constituir un elemento que afecte al rendimiento o a la seguridad.

3.3.5. Identificación de las unidades

Cada unidad deberá estar identificada de manera clara e inequívoca (por ejemplo, mediante marcado en el caso del *hardware* y mediante marcado o una señal lógica en el caso del *software*) para poder asociar el *hardware* a la documentación correspondiente.

Cuando varias funciones se combinen en una única unidad o, de hecho, en un único ordenador, pero en el correspondiente diagrama se muestren en múltiples bloques para mayor claridad y para facilitar su explicación, deberá utilizarse un solo marcado de identificación del *hardware*. Al utilizar esta identificación, el fabricante estará afirmando que el equipo suministrado es conforme con el documento correspondiente.

3.3.5.1. La identificación define la versión de *hardware* y *software* y, en caso de que dicha versión cambie de tal modo que altere la función de la unidad por lo que respecta al presente Reglamento, deberá cambiarse también la identificación.

3.4. Concepto de seguridad del fabricante

3.4.1. El fabricante deberá presentar una declaración en la que afirme que la estrategia elegida para lograr los objetivos del sistema no perjudicará, en condiciones sin avería, el funcionamiento seguro del vehículo.

El fabricante complementará esta declaración con una explicación que muestre, en términos generales, cómo la estrategia elegida garantiza que los objetivos del sistema no perjudican el funcionamiento seguro de los sistemas mencionados anteriormente, así como con una descripción de la parte del plan de validación que respalde la declaración.

La autoridad de homologación de tipo realizará una evaluación para asegurarse de que la explicación de la estrategia elegida facilitada por el fabricante resulte comprensible y lógica y de que el plan de validación sea adecuado y se haya completado.

La autoridad de homologación de tipo podrá realizar ensayos o exigir que se realicen ensayos, tal como se especifica en el punto 4, para verificar que «el sistema» funciona de acuerdo con la estrategia elegida.

- 3.4.2. En cuanto al *software* empleado en el sistema, se ofrecerá una breve explicación de su arquitectura y se indicarán los métodos y herramientas de diseño empleados. El fabricante deberá presentar pruebas de los medios utilizados para determinar la realización de la lógica del sistema durante el proceso de diseño y desarrollo.
- 3.4.3. El fabricante deberá proporcionar a la autoridad de homologación de tipo una explicación de las medidas integradas en el diseño del sistema para garantizar su funcionamiento seguro en condiciones de avería. Tales medidas en caso de fallo del sistema pueden consistir, por ejemplo, en:
- a) mantener el funcionamiento mediante la utilización de un sistema parcial;
 - b) pasar a un sistema de reserva aparte;
 - c) suprimir la función de alto nivel.
- 3.4.3.1. Si la medida elegida selecciona un modo de funcionamiento a rendimiento parcial en presencia de determinadas condiciones de avería, se especificarán dichas condiciones y se definirán los límites de eficacia resultantes.
- 3.4.3.2. Si la medida elegida selecciona un medio secundario (de reserva) para lograr el objetivo del sistema de control del vehículo, se explicarán los principios del mecanismo que permite cambiar a dicho medio, la lógica y el nivel de redundancia, así como todas las características de verificación de reserva incorporadas, y se definirán los límites de eficacia de la reserva resultantes.
- 3.4.3.3. Si la medida elegida selecciona la supresión de la función de nivel superior, deberán inhibirse todas las señales de control de salida asociadas a dicha función, de tal manera que se limiten las perturbaciones de transición.
- 3.4.4. La documentación deberá ir acompañada de un análisis que muestre, en términos generales, cómo se comportará el sistema en caso de que se produzca cualquier peligro o avería que repercuta en el rendimiento del control del vehículo o en la seguridad de este.

El fabricante establecerá y mantendrá los enfoques analíticos elegidos y los pondrá a disposición de la autoridad de homologación de tipo para su inspección en el momento de la homologación de tipo.

La autoridad de homologación de tipo evaluará la aplicación de los enfoques analíticos. Dicha evaluación incluirá:

- a) Una inspección del enfoque de seguridad a nivel de concepto (vehículo) con la confirmación de que comprende un análisis de:
 - i) las interacciones con otros sistemas del vehículo;
 - ii) Los fallos de funcionamiento del sistema, dentro del ámbito de aplicación del presente Reglamento de las Naciones Unidas, incluidos los aspectos de controlabilidad de conformidad con el punto 5.3.6 del presente Reglamento de las Naciones Unidas;
 - iii) en el caso de las funciones definidas en el punto 3.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas:
 - las situaciones en las que un sistema sin averías pueda generar riesgos críticos para la seguridad (por ejemplo, por falta o error de comprensión del entorno del vehículo);
 - limitaciones operativas y del sistema;
 - el uso indebido razonablemente previsible por parte del conductor;
 - la modificación intencionada del sistema;
 - iv) ciberataques que afecten a la seguridad del vehículo.

Este enfoque podrá basarse en un análisis de peligros/riesgos adecuado para la seguridad del sistema.

- b) Una inspección del enfoque de seguridad a nivel de sistema. Este enfoque será ascendente y descendente. El enfoque de la seguridad podrá basarse en un análisis modal de fallos y efectos (AMFE), un análisis por árbol de fallos (AAF) y un análisis de proceso teórico del sistema (STPA) o cualquier otro procedimiento similar que resulte adecuado para las consideraciones relativas a la seguridad funcional y operativa del sistema.
- c) Inspección de los planes y los resultados de la validación. Esta validación deberá o podrá incluir ensayos adecuados para la validación, por ejemplo, ensayos del tipo *Hardware in the Loop* (HIL), ensayos de funcionamiento del vehículo en carretera o cualquier otro ensayo adecuado para la validación.

La evaluación consistirá en comprobaciones de peligros, averías y condiciones de fallo elegidas por la autoridad de homologación de tipo para asegurarse de que la explicación del concepto de seguridad facilitada por el fabricante resulte comprensible y lógica y de que los planes de validación sean adecuados y se hayan completado.

La autoridad de homologación de tipo podrá realizar o exigir que se realicen los ensayos especificados en el apartado 4 para verificar el concepto de seguridad.

3.4.4.1. Esta documentación enumerará los parámetros objeto de seguimiento e indicará, para cada condición pertinente de fallo del tipo definido en el punto 3.4.4 del presente anexo, la señal de aviso que deberá recibir el conductor o el personal encargado del mantenimiento o de la inspección técnica.

3.4.4.2. En esta documentación se describirán las medidas adoptadas para garantizar que el sistema no perjudique el funcionamiento seguro del vehículo si el rendimiento de dicho sistema resulta afectado por las condiciones ambientales, tales como la meteorología, la temperatura, la entrada de polvo o de agua o la acumulación de hielo.

Cuando el presente Reglamento de las Naciones Unidas contenga requisitos particulares para el funcionamiento del sistema en diferentes condiciones medioambientales, esta documentación describirá las medidas adoptadas para garantizar el cumplimiento de dichos requisitos.

3.5. Sistema de gestión de la seguridad (auditoría de procesos)

3.5.1. En relación con el *hardware* y el *software* empleados en el sistema, el fabricante demostrará, a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo por lo que respecta al sistema de gestión de la seguridad, que existen procesos, metodologías y herramientas eficaces, actualizados y seguidos por la organización para gestionar la seguridad y el cumplimiento permanente durante todo el ciclo de vida del producto (diseño, desarrollo, producción y funcionamiento).

3.5.2. El sistema de gestión de la seguridad deberá comprender los siguientes componentes clave:

- a) una política y objetivos de seguridad, que establezcan prácticas de seguridad con una clara política de seguridad, funciones y responsabilidades en materia de seguridad y objetivos organizativos en materia de seguridad;
- b) la gestión del riesgo para la seguridad, cuyo objetivo es gestionar el riesgo de manera proactiva;
- c) la garantía de la seguridad para supervisar, analizar y medir el rendimiento general en materia de seguridad;
- d) la promoción de la seguridad para garantizar una información y una educación adecuadas y aumentar la sensibilización de los trabajadores en materia de seguridad.

3.5.3. Se establecerá el proceso de diseño y desarrollo, incluida la seguridad desde el diseño, la gestión de los requisitos, la aplicación de los requisitos, los ensayos, el seguimiento de los fallos, las correcciones y la autorización.

3.5.4. El fabricante establecerá y mantendrá canales de comunicación eficaces entre aquellos de sus departamentos responsables de la seguridad funcional/operativa, la ciberseguridad y cualquier otra disciplina pertinente relacionada con la seguridad del vehículo.

- 3.5.5. El fabricante demostrará que se llevan a cabo auditorías internas de los procesos de forma periódica e independiente para garantizar que los procesos establecidos de conformidad con los puntos 3.5.1 hasta 3.5.4 se aplican de forma sistemática.
- 3.5.6. El fabricante establecerá mecanismos adecuados con los proveedores (por ejemplo, disposiciones contractuales, interfaces claras o un sistema de gestión de la calidad) para velar por que el sistema de gestión de la seguridad de los proveedores cumpla con los requisitos de los puntos 3.5.1 (a excepción de los aspectos relacionados con el vehículo, como el «funcionamiento»), 3.5.2, 3.5.3 y 3.5.5.
- 3.5.7. La documentación describirá una estrategia de información del sistema destinada a animar al conductor a revisar la información sobre el funcionamiento del sistema en el momento de operar con él (por ejemplo, una notificación periódica al inicio del ciclo de marcha cuando el sistema se commute al modo «encendido», que invite al conductor a revisar los materiales pertinentes).

4. Verificación y ensayo

- 4.1. El funcionamiento del sistema, establecido en los documentos exigidos conforme al apartado 3, se someterá a ensayo como se expone a continuación.

4.1.1. Verificación del funcionamiento del sistema

La autoridad de homologación de tipo verificará el sistema en condiciones de ausencia de avería poniendo a prueba un conjunto de funciones seleccionadas entre las declaradas por el fabricante en el punto 3.2.

La verificación del funcionamiento de esas funciones seleccionadas se llevará a cabo siguiendo los procedimientos de ensayo del fabricante, a menos que en el presente Reglamento de las Naciones Unidas se especifique un procedimiento de ensayo.

En los casos en que el sistema esté sujeto a señales de entrada procedentes de sistemas no incluidos en el ámbito de aplicación del presente Reglamento de las Naciones Unidas, el ensayo se llevará a cabo utilizando el procedimiento de ensayo del Reglamento de las Naciones Unidas pertinente, o por otro medio que genere las señales de entrada pertinentes (por ejemplo, una simulación).

En el caso de los sistemas electrónicos complejos, los ensayos incluirán situaciones en las que se anule una función declarada.

- 4.1.1.1. Los resultados de la verificación corresponderán a la descripción, incluidas las estrategias de control, facilitada por el fabricante en el punto 3.2.

4.1.2. Verificación del concepto de seguridad del punto 3.4.

Deberá comprobarse cómo reacciona el sistema ante la presencia de un fallo en cualquiera de las unidades, aplicando las señales de salida correspondientes a unidades eléctricas o elementos mecánicos con el fin de simular los efectos de averías internas de la unidad. La autoridad de homologación de tipo llevará a cabo dicha comprobación, como mínimo, con respecto a una unidad, pero no comprobará la reacción del sistema a múltiples fallos simultáneos de distintas unidades.

La autoridad de homologación de tipo verificará que estos ensayos incluyan aspectos que puedan incidir en la controlabilidad del vehículo y en la información al usuario o la interacción con este (aspectos de la IPM).

- 4.1.2.1. Los resultados de la verificación se corresponderán con el resumen documentado del análisis de fallos, hasta un nivel de efectos generales tal que permita confirmar que el concepto de seguridad y la ejecución son adecuados.

4.1.3. Verificación de la controlabilidad

La verificación en condiciones de ausencia de avería (punto 4.1.1.1) y de fallo (punto 4.1.2.1) deberá ser adecuada desde el punto de vista de la controlabilidad.

- 4.1.3.1. En relación con el punto 5.3.6.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas, las estrategias para garantizar la controlabilidad podrán incluir, entre otras cosas:
- a) limitar la señal de salida de dirección del sistema;
 - b) ajustar la posición del vehículo en el carril de circulación;
 - c) determinar el tipo de vía y sus atributos;
 - d) determinar el comportamiento de otros usuarios de la vía;
 - e) sistema utilizado de monitorización del conductor.
- 4.1.3.2. En relación con el punto 5.3.6.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas, las estrategias para garantizar la controlabilidad mientras están suspendidas las SMV podrán incluir, entre otras cosas:
- a) no poner fin inmediatamente a la asistencia y mantener el control en una trayectoria adecuada, por ejemplo, cuando no se detecta que el conductor mantiene el mando de dirección y no se detectan temporalmente las marcas del carril;
 - b) limitar o evitar el movimiento repentino del vehículo en la medida de lo posible (por ejemplo, para evitar una pérdida repentina de asistencia a la dirección), tal como se indique en el concepto de seguridad del fabricante del vehículo;
 - c) ajustar la posición del vehículo en el carril de circulación (por ejemplo, compensación mientras circula por una curva, mantenimiento de una posición central o compensación para otro tráfico);
 - d) determinación del tipo y los atributos de la carretera (por ejemplo, limitado a un carril ancho o a un carril con espacio libre lateralmente ancho);
 - e) limitar el intervalo de velocidades diseñado o el intervalo de aceleración lateral;
 - f) aumentar los tiempos de alertas distintas de la SMV y la SOC para que el conductor disponga de tiempo suficiente para aplicar un control directo de los mandos de dirección después de volver a posicionar las manos.
- 4.2. Podrán utilizarse herramientas de simulación y modelos matemáticos para la verificación del concepto de seguridad, en particular en relación con escenarios que sean difíciles en una pista de ensayo o en condiciones de conducción real. Cuando se utilicen con este fin, dichos métodos se ajustarán a lo dispuesto en el anexo 5 del presente Reglamento de las Naciones Unidas. El fabricante demostrará el ámbito de aplicación de la herramienta de simulación y su validez para el escenario de que se trate, así como la validación realizada para la cadena de la herramienta de simulación (correlación del resultado con los ensayos físicos).
- 4.2.1. Si el fabricante realiza ensayos virtuales, la autoridad de homologación de tipo evaluará los resultados declarados por el fabricante, en particular en relación con los parámetros de seguridad y la cobertura de los límites del sistema.
- 4.3. La autoridad de homologación de tipo comprobará una serie de escenarios que sean críticos para la caracterización de las funciones de la IPM del sistema, así como para verificar el funcionamiento eficaz del sistema de monitorización y aviso de desconexión del conductor.
- 4.4. La autoridad de homologación de tipo también comprobará una serie de escenarios críticos para la controlabilidad de los límites del sistema por parte del conductor (por ejemplo, un objeto de difícil detección, el momento en que el sistema alcance sus límites, el riesgo de colisión con otro usuario de la vía, condiciones de fallo del sistema), según lo establecido en el Reglamento.
5. Informe de la autoridad de homologación de tipo
- La autoridad de homologación de tipo realizará el informe de la evaluación de tal manera que permita su trazabilidad, por ejemplo codificando y enumerando en los registros de evaluación las versiones de los documentos inspeccionados.
- En el apéndice 1 del presente anexo figura un ejemplo de posible formato del formulario de evaluación.

Apéndice 1

Modelo de formulario de evaluación de sistemas electrónicos o sistemas electrónicos complejos

N.º de acta de ensayo:

1. Identificación

1.1. Marca:

1.2. Tipo de vehículo:

1.3. Medio de identificación del sistema en el vehículo:

1.4. Emplazamiento de ese marcado:

1.5. Nombre y dirección del fabricante:

1.6. En su caso, nombre y dirección del representante del fabricante:

1.7. Documentación oficial del fabricante:

N.º de referencia de la documentación:

Fecha de expedición original:

Fecha de la última actualización:

2. Descripción de los vehículos/sistemas de ensayo

2.1. Descripción general:

2.2. Descripción de todas las funciones de control del sistema, incluidas las estrategias de control (punto 3.2 del anexo 3):

2.2.1. Lista de variables de entrada y detectadas y su intervalo de funcionamiento, incluida una descripción del efecto de la variable en el comportamiento del sistema (punto 3.2.1 del anexo 3):

2.2.2. Lista de variables de salida y su ámbito de control (punto 3.2.2 del anexo 3):

2.2.2.1. Bajo control directo:

2.2.2.2. Control a través de otro sistema del vehículo:

2.3. Descripción de la configuración y los esquemas del sistema (punto 3.3 del anexo 3):

2.3.1. Inventario de componentes (punto 3.3.1 del anexo 3):

2.3.2. Funciones de las unidades (punto 3.3.2 del anexo 3):

2.3.3. Interconexiones (punto 3.3.3 del anexo 3):

2.3.4. Flujo de señales, datos de funcionamiento y prioridades (punto 3.3.4 del anexo 3):

2.3.5. Identificación de las unidades (hardware y software) (punto 3.3.5 del anexo 3):

3. Concepto de seguridad del fabricante
- 3.1. Declaración del fabricante (punto 3.4.1 del anexo 3):
El/Los fabricante(s) afirma(n) que los objetivos del sistema no perjudicarán, en condiciones sin averías, el funcionamiento seguro del vehículo.
- 3.2. Software (arquitectura general, métodos y herramientas de diseño de software utilizados) (punto 3.4.2 del anexo 3):
- 3.3. Explicación de las medidas integradas en el diseño del sistema en condiciones de avería (punto 3.4.3 del anexo 3):
- 3.4. Análisis documentado del comportamiento del sistema en distintas condiciones de avería:
- 3.4.1. Parámetros supervisados:
- 3.4.2. Señales de aviso generadas:
- 3.5. Descripción de las medidas aplicadas para las condiciones medioambientales (punto 3.4.4.2 del anexo 3):
- 3.6. Disposiciones relativas a la inspección técnica periódica del sistema (punto 3.1 del anexo 3):
- 3.7. Descripción del método mediante el cual puede comprobarse el estado de funcionamiento del sistema:
4. Verificación y ensayo
- 4.1. Verificación del funcionamiento del sistema (punto 4.1.1 del anexo 3):
- 4.1.1. Lista de las funciones seleccionadas y descripción de los procedimientos de ensayo utilizados:
- 4.1.2. Resultados de los ensayos verificados con arreglo al punto 4.1.1.1 del presente anexo. Sí/No
- 4.2. Verificación del concepto de seguridad del sistema (punto 4.1.2 del anexo 3):
- 4.2.1. Unidades sometidas a ensayo y su funcionamiento:
- 4.2.2. Averías simuladas:
- 4.2.3. Resultados de los ensayos verificados con arreglo al punto 4.1.2 del anexo 3: Sí/No.
- 4.3. Fecha del ensayo:
- 4.4. Este ensayo se ha llevado a cabo y sus resultados se han consignado de conformidad con [...] del Reglamento n.º 1XX (*el número del presente Reglamento de las Naciones Unidas*) de las Naciones Unidas, en su última versión modificada por la serie [...] de enmiendas.
Autoridad de homologación de tipo que realiza el ensayo
Firmado: Fecha:
- 4.5. Observaciones:

Apéndice 2
Diseño del sistema que debe evaluarse

1. Introducción

El presente apéndice refleja un resumen de los aspectos del diseño del sistema descritos en el texto principal del presente Reglamento que debe evaluar la autoridad de homologación de tipo. El fabricante deberá facilitar la siguiente información para evaluación.

2. Información relativa al DCAS en general

2.1. Interacción entre el conductor y la IPM

2.1.1. Cómo está diseñado el sistema para garantizar que el conductor siga conectado a la tarea de conducción, que incluye una descripción del sistema de monitorización del conductor y su estrategia de aviso (punto 5.5.4.2).

2.1.1.1. Estrategias adicionales para detectar la desconexión del conductor y favorecer su reconexión con la tarea de conducción (punto 5.5.4.2.7).

2.1.1.2. Pruebas de la eficacia de la estrategia de monitorización y aviso de la desconexión del conductor.

2.1.1.3. Pruebas de la solidez de la vigilancia de la desconexión del conductor, teniendo en cuenta las diferencias en las características humanas y los accesorios. Esto incluirá pruebas de que el rendimiento del sistema a la hora de cumplir los requisitos reglamentarios no se ve afectado negativamente, por ejemplo, por:

- a) color de la piel;
- b) género;
- c) edad;
- d) estatura del conductor;
- e) vello facial;
- f) gafas correctoras;
- g) gafas de sol con transmitancia $\geq 70\%$;
- h) gafas de sol con transmitancia $< 15\%$;
- i) condiciones de luminosidad variables.

2.1.1.4. Una descripción de los aspectos pertinentes de la tarea de conducción, sus límites y los valores aplicables en el contexto de la determinación de la desconexión visual del conductor en relación con el sistema y sus prestaciones (punto 5.5.4.2.5.2).

2.1.1.5. Estrategias para deshabilitar el sistema en el contexto de una desconexión reiterada del conductor que dé lugar a más de una respuesta por indisponibilidad del conductor (punto 5.5.4.2.8.1).

2.1.1.6. Cómo aborda el sistema la detección y la respuesta a múltiples desviaciones de corta duración de la mirada o de la postura de la cabeza por parte del conductor (punto 5.5.4.2.5.3).

2.1.1.7. Las estrategias implementadas para determinar cuándo no se ha producido ninguna desviación en la mirada (o movimiento de la posición de la cabeza cuando esta se utiliza para determinar la atención visual) durante un período de tiempo significativo, cuando se emitirá una SOC (punto 5.5.4.2.6.5.5).

2.1.1.8. El número de avisos SOC o SMV repetidos debido a la desconexión del conductor y el intervalo de tiempo a lo largo del cual se contabilizan (punto 5.5.4.2.8.3).

- 2.1.2. Medidas adoptadas para evitar un uso indebido razonablemente previsible por parte del conductor y la manipulación del sistema (punto 5.1.3).
 - 2.1.3. Medidas adoptadas para fomentar que el conductor entienda las limitaciones del sistema y su papel continuado en la tarea de conducción (punto 5.1.2).
 - 2.1.4. Modelo de la información facilitada a los usuarios (punto 5.6).
 - 2.1.5. Extracto de la parte pertinente del manual del propietario.
 - 2.1.6. Una lista de mensajes y señales del sistema (punto 5.5.4.1.4).
 - 2.1.7. Plazos y estrategia para informar al conductor acerca de maniobras confirmadas por el conductor (5.5.4.1.8.1).
 - 2.1.8. Plazos y estrategia para informar al conductor acerca de maniobras iniciadas por el sistema (5.5.4.1.9.1).
- 2.2. Límites del sistema
- 2.2.1. La capacidad del sistema para evaluar y reaccionar a su entorno según sea necesario para aplicar la funcionalidad prevista (puntos 5.3.2 y 5.3.5).
 - 2.2.1.1. Las condiciones límite del sistema y sus prestaciones, así como la estrategia para notificar al conductor cuándo se sobrepasan, se cumplen o se aproximan dichos límites (punto 5.3.2).
 - 2.2.1.2. La capacidad del sistema para mantener distancias adecuadas con respecto a otros usuarios de la vía (punto 5.3.2.3).
 - 2.2.1.3. La capacidad del sistema para garantizar la seguridad, su comportamiento y el impacto en el rendimiento del sistema cuando una característica permanece en modo «activo» fuera de los límites del sistema (punto 5.3.5.2.2).
 - 2.2.2. Los límites de las capacidades de detección del sistema y de las prestaciones individuales (punto 5.3.1).
 - 2.2.3. Pruebas de que el funcionamiento del sistema o de sus prestaciones sigue siendo seguro cuando el sistema no pueda detectar un límite declarado del sistema (punto 5.3.5.4).
 - 2.2.4. Las condiciones límite en las que pueden suspenderse las SMV (punto 5.5.4.2.6.5).
- 2.3. Funcionamiento del sistema
- 2.3.1. Si / cómo adapta el sistema su comportamiento para reaccionar al riesgo de seguridad detectado de colisión (punto 5.3.2.2).
 - 2.3.2. Condiciones previas adicionales para la activación del DCAS (punto 5.5.3.2.2).
 - 2.3.3. Diseño de controlabilidad del sistema (puntos 5.3.4 y 5.3.6).
 - 2.3.3.1. Estrategias que garanticen la controlabilidad cuando el sistema deje de proporcionar asistencia longitudinal o lateral en respuesta a la anulación por el conductor (punto 5.5.3.4.1.5).
 - 2.3.4. Descripción de cualquier transición entre el DCAS y otros sistemas de asistencia o automatización, la priorización de uno frente al otro, y cualquier supresión o desactivación de otros sistemas de asistencia para garantizar un funcionamiento seguro y nominal (punto 5.2.2).
 - 2.3.5. Comportamiento del sistema en respuesta a cambios en los límites de velocidad en carretera determinados por el sistema en casos distintos de los recogidos en el punto 5.3.7.4 (párrafo 5.3.7.4.7.3.4).

- 2.3.6. Tolerancias técnicamente razonables de los umbrales de aviso y de los límites operativos (punto 5.3.7.4.10).
 - 2.3.7. Una descripción de la capacidad del sistema para prestar asistencia continua en caso de fallo que deshabilite una determinada característica (punto 5.4.4).
 - 2.3.8. Cómo se garantiza la controlabilidad en las situaciones en las que se suspenden las SMV y en los casos en que se detectan las condiciones límite futuras que requieren una SMV con menos de 5 segundos de antelación (punto 5.5.4.2.6.5.1).
3. Información relacionada con el control dinámico del sistema
- 3.1. La estrategia que utiliza el sistema para determinar la velocidad adecuada y la aceleración lateral resultante en el contexto del posicionamiento en el carril de circulación (punto 5.3.7.1.3).
4. Información relativa a las prestaciones del DCAS (si procede)
- 4.1. Estrategias para garantizar la controlabilidad si el sistema induce valores de aceleración lateral más elevados y dejan de cumplirse las condiciones (punto 6.1.1.2).
 - 4.2. Otras fuentes de información para determinar la posición en el carril sin marcas de carril (punto 6.1.4.1).
 - 4.3. Pruebas de que solo se inicia una maniobra de cambio de carril si con ello no se obliga a un vehículo del carril objetivo a frenar de forma peligrosa (punto 6.2.5).
 - 4.4. Una descripción de las estrategias para garantizar que el procedimiento de cambio de carril únicamente se realice hacia un carril de paso o un carril objetivo que no esté designado para el tráfico en sentido contrario (punto 6.2.9.3).
 - 4.5. Si el sistema puede sortear una obstrucción en el carril de circulación, pruebas suficientes de que existen otros motivos para realizar esta maniobra (punto 6.3.9.1).
-

Apéndice 3

Modelo de clasificación de las capacidades de detección del sistema y de los límites pertinentes del sistema

El fabricante explicará las capacidades de detección del DCAS, diferenciadas por prestaciones si procede, y los límites del sistema para dichas capacidades de detección. La siguiente lista se tomará como orientación sobre objetos y eventos que puedan ser pertinentes en diferentes escenarios de funcionamiento:

- · Vía: tipo (autopista, rural, etcétera), superficie (tipo, adherencia), geometría, características del carril, disponibilidad de marcas del carril, arcén, cruces de la vía.
- · Instalaciones viarias [instalaciones de control del tráfico, instalaciones especiales (marcas de construcción de carreteras), otras instalaciones].
- · Eventos viarios (por ejemplo, accidentes de tráfico, congestión del tráfico, obras viarias).
 - · Condiciones medioambientales, tales como:
 - · Inclemencias meteorológicas, niebla y neblina.
 - · Temperatura.
 - · Precipitaciones.
 - · Hora del día y luminosidad.
 - · Otros usuarios de la vía (por ejemplo, vehículos de motor, motocicletas, bicicletas, peatones).



Apéndice 4
Declaración de capacidad del sistema

El fabricante declarará la capacidad del sistema y sus prestaciones con arreglo a la clasificación del punto 6 sobre la base de los criterios que figuran a continuación. La presente declaración sirve de referencia a los ensayos de base que deben realizarse con arreglo al anexo 4.

Se considerará que el sistema posee la capacidad declarada a continuación si es capaz de demostrar el comportamiento requerido al menos en el 90 % de los ensayos correspondientes. Se facilitarán pruebas de esta capacidad a la autoridad de homologación de tipo mediante la documentación adecuada.

Cuando las condiciones se desvén de las especificadas para el ensayo correspondiente, el sistema no cambiará injustificadamente su estrategia de control. El fabricante demostrará esto a la autoridad de homologación de tipo con arreglo al anexo 4.

1. Capacidad del sistema para reaccionar a otros usuarios de la vía

En el anexo 4 se incluye una descripción detallada de los escenarios.

El fabricante declarará la velocidad máxima de funcionamiento a la que el sistema puede manejar los siguientes escenarios (es decir, evitar una colisión sin intervención del conductor) según sea pertinente para el diseño del sistema:

Escenario	Velocidad máxima de funcionamiento a la que el sistema es capaz de evitar una colisión con una demanda de desaceleración no superior a 5 m/s ²	Velocidad máxima de funcionamiento a la que el sistema/vehículo es capaz de evitar una colisión que requiera una demanda de desaceleración superior a 5 m/s ²	Dominio operativo
Vehículo parado delante en un tramo recto de carretera (anexo 4, punto 4.2.5.2.1.1)			Autopista
Vehículo parado delante en un tramo curvo de carretera (anexo 4, punto 4.2.5.2.2.1)			Autopista
Vehículo en movimiento delante que circula más lentamente en un tramo recto de carretera (anexo 4, punto 4.2.5.2.3.1)			Autopista
Cambio brusco de carril del vehículo precedente (anexo 4, punto 4.2.5.2.5.1)			Autopista
Vehículo que se incorpora al carril desde un carril adyacente — tipo 1 (anexo 4, punto 4.2.5.2.6.1) (¹)	Sí/No	Sí/No	Autopista
Vehículo que se incorpora al carril desde un carril adyacente — tipo 2 (anexo 4, punto 4.2.5.2.6.1) (²)	Sí/No	Sí/No	Autopista
Peatón parado delante en el carril (anexo 4, punto 4.2.5.2.7.1)			Vía distinta de autopista

Escenario	Velocidad máxima de funcionamiento a la que el sistema es capaz de evitar una colisión con una demanda de desaceleración no superior a 5 m/s^2	Velocidad máxima de funcionamiento a la que el sistema/vehículo es capaz de evitar una colisión que requiera una demanda de desaceleración superior a 5 m/s^2	Dominio operativo
Bicicleta parada delante en el carril (anexo 4, punto 4.2.5.2.8.1)			Vía distinta de autopista
Vehículo que desacelera hasta 4 ms^2 (anexo 4, punto 4.2.5.2.4.1)			Autopista y vía distinta de la autopista
Un objetivo en forma de peatón cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo (anexo 4, punto 4.2.5.2.9.1)			Vía distinta de autopista
Un objetivo en forma de bicicleta cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo (anexo 4, punto 4.2.5.2.10.1)			Vía distinta de autopista
(A completar por el fabricante)			

(¹) Se espera que el fabricante declare si cabe esperar una reacción del sistema.
 (²) Se espera que el fabricante declare si cabe esperar una reacción del sistema.

2. Capacidad del sistema para seguir el trazado del carril

Intervalo de velocidades	Aceleración lateral mínima	Aceleración lateral máxima	Condiciones específicas (por ejemplo, punto 6.1.1)
(A completar por el fabricante)			

2.1. Atributos viarios que el sistema pueda reconocer pertinentes para los límites declarados del sistema y el diseño del sistema, que el fabricante deberá completar y posiblemente ampliar, indicados alternativamente con la expresión «No aplicable»:

Atributo de la vía	¿Se considera un límite del sistema para el sistema o las prestaciones específicas? (sí/no)	El sistema no podrá reaccionar a este atributo de la vía	El sistema podrá reaccionar tras la detección	El sistema podrá emitir una alerta temprana	Dominio operativo
Estación de peaje					Autopista
Fin de autopista					Autopista
Cierre permanente del carril					Autopista
Cierre temporal del carril (por ejemplo, por la presencia de un coche averiado)					Autopista

Atributo de la vía	¿Se considera un límite del sistema para el sistema o las prestaciones específicas? (sí/no)	El sistema no podrá reaccionar a este atributo de la vía	El sistema podrá reaccionar tras la detección	El sistema podrá emitir una alerta temprana	Dominio operativo
Zona de obras de larga duración					Autopista
Pasos ferroviarios					Vía distinta de autopista
Intersecciones					Vía distinta de autopista
Rotondas					Vía distinta de autopista
Paso de peatones					Vía distinta de autopista
Señal de stop					Vía distinta de autopista
Señal de ceda el paso					Vía distinta de autopista
Semáforos					Vía distinta de autopista

3. Capacidad del sistema para garantizar un funcionamiento seguro en la asistencia a los cambios de carril (aplicable tanto a los cambios de carril iniciados por el conductor como a los iniciados por el sistema)

El fabricante deberá declarar el intervalo en el que el sistema es capaz de reaccionar a otros objetivos despejados si está equipado con la característica de cambio de carril. El fabricante deberá declarar las condiciones en las que se reduce el intervalo máximo:

	Parte trasera (m)	Parte delantera (m)	Lateral (m)	Condiciones
Intervalo en el que el sistema puede reaccionar a una motocicleta				
Intervalo en el que el sistema puede reaccionar a un carril objetivo bloqueado	No aplicable		No aplicable	
Tipos de obstáculos a los que el vehículo puede reaccionar (<i>a completar por el fabricante</i>)	No aplicable		No aplicable	

4. Capacidad del sistema para realizar de forma segura otras maniobras iniciadas por el conductor o iniciadas por el sistema o responder al objetivo en vías distintas de autopistas sin intervención del conductor, indicada alternativamente con la expresión «No aplicable»:

	¿Podrá el sistema evitar una colisión en este escenario?	Condiciones previas en las que el sistema será capaz de evitar una colisión
Un objetivo en forma de peatón cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo en una intersección (anexo 4, punto 4.2.5.2.11.1)		
Un objetivo en forma de bicicleta cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo en una intersección (anexo 4, punto 4.2.5.2.12.1)		
El vehículo sometido a ensayo gira y cruza la trayectoria de un vehículo que circula en sentido contrario (anexo 4, punto 4.2.5.2.13.1)		
El vehículo sometido a ensayo cruza la trayectoria recta de un objetivo en forma de vehículo en una intersección (anexo 4, punto 4.2.5.2.14.1)		
Maniobras iniciadas por el sistema en torno a una obstrucción en el carril (anexo 4, apartado 4.2.5.2.15)		

5. Capacidad del sistema para operar de conformidad con las normas de tráfico en relación con una determinada maniobra iniciada por el conductor

El fabricante deberá declarar el cumplimiento de la norma de tráfico en relación con una maniobra determinada, si es pertinente para la señal de que se trate. En caso de que el rendimiento del sistema sea específico de un país de uso, el fabricante también podrá especificarlo:

Norma de tráfico potencialmente pertinente	¿Estará el sistema diseñado para cumplir esta norma?
Duración de la indicación del procedimiento de cambio de carril	
(A completar por el fabricante)	

ANEXO 4

Especificaciones de los ensayos físicos para la validación del DCAS

1. Introducción

El presente anexo define ensayos físicos cuya finalidad es verificar los requisitos técnicos aplicables al sistema y la declaración realizada por el fabricante con arreglo al apéndice 4 del anexo 3. Todos los ensayos recogidos en el presente anexo deberán ser realizados o presenciados por la autoridad de homologación de tipo o el servicio técnico que actúe en su nombre (en lo sucesivo, «la autoridad de homologación de tipo») durante el proceso de homologación.

La autoridad de homologación de tipo seleccionará los parámetros específicos de los ensayos en pista sobre la base de la declaración del fabricante y se registrarán en el acta de ensayo de manera que se permita la trazabilidad y repetibilidad de la configuración del ensayo.

Los criterios apto/no apto aplicables en los ensayos se derivan únicamente de los requisitos técnicos establecidos en los apartados 5 y 6 del presente Reglamento de las Naciones Unidas y de la correspondencia con las declaraciones realizadas con arreglo al apéndice 4 del anexo 3.

Los ensayos especificados en el presente documento se considerarán un conjunto mínimo de ensayos. La autoridad de homologación de tipo podrá realizar ensayos adicionales y comparar los resultados medidos con los requisitos de los apartados 5 y 6, o con el contenido de la auditoría con arreglo al anexo 3.

2. Definiciones

A los efectos del presente anexo, se aplicarán las definiciones siguientes:

2.1. «Tiempo para la colisión» (TTC): punto en el tiempo que se obtiene dividiendo la distancia longitudinal existente entre el vehículo sometido a ensayo y el objetivo (en el sentido de marcha del vehículo) por la velocidad longitudinal relativa del vehículo sometido a ensayo y del objetivo.

2.2. «Separación lateral»: distancia entre el plano mediano longitudinal del vehículo y el del objetivo respectivo en el sentido de la marcha, medida en el suelo.

2.3. «Objetivo en forma de peatón»: objetivo que representa un peatón.

2.4. «Objetivo en forma de turismo»: objetivo que representa un vehículo de categoría turismo.

2.5. «Objetivo en forma de vehículo a motor de dos ruedas»: objetivo que representa una combinación de motocicleta y motociclista.

2.6. «Objetivo en forma de bicicleta»: objetivo que representa una combinación de bicicleta y ciclista.

2.7. «Vehículo sometido a ensayo»: vehículo equipado con el sistema que se va a someter a ensayo.

2.8. «Ensayo de base»: escenario de ensayo en el que el fabricante debe declarar el valor umbral hasta el que el sistema puede controlar el vehículo con seguridad cuando una condición límite no se cumple (por ejemplo, la velocidad del vehículo sometido a ensayo).

2.9. «Ensayo ampliado»: conjunto de escenarios de ensayo con una combinación de variaciones del diseño del ensayo para verificar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control en comparación con el valor y la estrategia declarados en el ensayo de base, dentro de los límites declarados del sistema.

3. Principios generales
- 3.1. Condiciones del ensayo
 - 3.1.1. Los ensayos se realizarán en condiciones (por ejemplo, ambientales, geometría vial) que permitan la activación del sistema o de prestaciones específicas de este. En caso de condiciones no sometidas a ensayo que puedan producirse dentro de los límites definidos del sistema, el fabricante deberá demostrar, como parte de la auditoría descrita en el anexo 3 y a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo, que el vehículo está controlado de forma segura.
 - 3.1.2. Si es necesario realizar modificaciones en el sistema para poder llevar a cabo el ensayo (por ejemplo, criterios de evaluación del tipo de vía), se garantizará que dichas modificaciones no afecten a los resultados del ensayo. Estas modificaciones se documentarán y se anexarán al acta del ensayo. La descripción y las pruebas de la influencia de estas modificaciones (en su caso) se documentarán y se anexarán al acta del ensayo.
 - 3.1.3. Para comprobar los requisitos relativos al fallo de las funciones, el autodiagnóstico y la inicialización del sistema, se podrán inducir errores artificialmente y el vehículo podrá ponerse artificialmente en situaciones en las que alcance los límites del intervalo de funcionamiento definido (por ejemplo, condiciones ambientales). Deberá verificarse que el estado del sistema se ajusta a la finalidad prevista del ensayo (por ejemplo, en ausencia de averías o con las averías específicas que se vayan a someter a ensayo).
 - 3.1.4. La superficie de ensayo ofrecerá al menos la adherencia requerida por el escenario a fin de conseguir el resultado esperado del ensayo.
- 3.1.5. Objetivos utilizados en el ensayo
 - 3.1.5.1. El objetivo utilizado en los ensayos de detección de vehículos deberá ser un vehículo estándar de producción en serie de gran volumen de la categoría M o N o, alternativamente, un «objetivo blando» representativo de ese vehículo por lo que se refiere a sus características de identificación aplicables al equipamiento de sensores del sistema sometido a ensayo conforme a la norma ISO 19206-3. El punto de referencia para la ubicación del vehículo deberá ser el punto más atrasado del eje longitudinal de este.
 - 3.1.5.2. El objetivo utilizado para los ensayos de vehículos a motor de dos ruedas deberá ser un dispositivo de ensayo conforme a la norma ISO 19206-5 o una motocicleta de producción en serie de gran volumen de tipo homologado, de categoría L₃. El punto de referencia para la ubicación de la motocicleta deberá ser el punto más atrasado del eje longitudinal de esta.
 - 3.1.5.3. En los ensayos de detección de peatones se utilizará un «objetivo blando articulado» representativo de los atributos humanos aplicables al equipamiento de sensores del sistema sometido a ensayo conforme a la norma ISO 19206-2.
 - 3.1.5.4. El objetivo utilizado para los ensayos de detección de bicicletas será un dispositivo conforme a la norma ISO 19206-4. El punto de referencia para la ubicación de la bicicleta deberá ser el punto más avanzado del eje longitudinal de esta.
 - 3.1.5.5. Como alternativa a los objetivos de referencia, podrán utilizarse vehículos robotizados sin conductor o herramientas de ensayo de última generación (por ejemplo, objetivos blandos, plataformas móviles, etcétera) para llevar a cabo los ensayos, en sustitución de vehículos reales y otros usuarios de la vía que puedan encontrarse razonablemente dentro de los límites del sistema. Se garantizará que las herramientas de ensayo que sustituyan a los objetivos de referencia tengan características comparables a las del vehículo o usuario de la vía que pretendan representar, y que exista acuerdo entre la autoridad de homologación de tipo y el fabricante.
 - 3.1.5.6. Los datos que permitan identificar y reproducir específicamente los objetivos deberán registrarse en la documentación de homologación de tipo del vehículo.
- 3.1.6. Variación de los parámetros de ensayo
 - 3.1.6.1. El fabricante deberá declarar los límites del sistema a la autoridad de homologación de tipo. La autoridad de homologación de tipo definirá diferentes combinaciones de parámetros de ensayo (por ejemplo, velocidad actual del vehículo sometido a ensayo, tipo y separación lateral del objetivo o curvatura del carril).

3.1.6.2. Para confirmar la coherencia del sistema, los ensayos de base se llevarán a cabo al menos dos veces. Si en una de las dos rondas de ensayo no se obtienen los resultados requeridos, el ensayo deberá repetirse una vez. Un ensayo se considerará aprobado si se cumple el rendimiento requerido en dos rondas de ensayo y el fabricante ha aportado pruebas suficientes con arreglo al anexo 3, apéndice 4. La autoridad de homologación de tipo podrá optar por exigir rondas de ensayo adicionales para confirmar los umbrales declarados en el anexo 3, apéndice 4.

3.1.6.3. Cuando las condiciones se desvén de las especificadas para el ensayo de base, el sistema no cambiará injustificadamente su estrategia de control. Esto se verificará con el ensayo ampliado. Cada parámetro descrito en el ensayo ampliado será sometido a variación, y las variaciones podrán agruparse en un diseño de ensayo único. Además, la autoridad de homologación de tipo podrá solicitar documentación adicional que demuestre el rendimiento del sistema con variaciones paramétricas no sometidas a ensayo.

3.1.7. Verificación de la vía pública

3.1.7.1. Cuando sea aplicable al tipo de característica del sistema, la autoridad de homologación de tipo llevará a cabo o presenciará una evaluación del sistema en ausencia de averías y en presencia de tráfico al menos en un país de uso. El objetivo de esta verificación es evaluar el comportamiento del sistema en ausencia de averías en su entorno operativo.

4. Procedimientos de ensayo

4.1. Escenarios de ensayo para confirmar el cumplimiento general de los requisitos del presente Reglamento de las Naciones Unidas

El cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento de las Naciones Unidas deberá demostrarse mediante los ensayos físicos correspondientes a los puntos siguientes. Las variaciones del mismo ensayo (por ejemplo, alcanzar diferentes condiciones límite) podrán demostrarse por otros medios (por ejemplo, parte de la auditoría descrita en el anexo 3 o ensayos virtuales) de acuerdo con la autoridad de homologación de tipo.

4.1.1. Los requisitos y los aspectos del sistema que deberán ponerse a prueba durante los ensayos físicos se describen en el cuadro A4/1. Los requisitos o aspectos del sistema pertinentes deberán elegirse sobre la base de los límites del sistema.

Se deberán crear y describir escenarios con el fin de poner a prueba el requisito o aspecto de que se trate, de acuerdo con la autoridad de homologación de tipo. Cada requisito o aspecto deberá evaluarse al menos mediante ensayos en pista o verificación en vías públicas. Podrá utilizarse un escenario determinado para evaluar diferentes requisitos o aspectos del sistema.

Se deberán crear escenarios de ensayo en función de las condiciones previas del sistema para la activación y de los límites del sistema.

**Cuadro A4/1
Requisitos y aspectos del sistema que deben someterse a ensayo**

Requisitos o aspectos del sistema que deben evaluarse	Escenario de ensayo físico o auditoría	Referencia en el texto principal
Información al conductor, desconexión del conductor y avisos al conductor	Anexo 3 4.1.1.	Puntos 5.1.1 y 5.5.4.
Aseguramiento por parte del sistema de que no se produce desconexión del conductor	Anexo 3 4.1.1.	Puntos 5.1.2 y 5.5.4.2
Uso indebido razonablemente previsible	Anexo 3 4.1.1.	Punto 5.1.3.
Anulación del sistema	Anexo 3 4.1.1.	Puntos 5.1.4 y 5.5.3.4.

Requisitos o aspectos del sistema que deben evaluarse	Escenario de ensayo físico o auditoría	Referencia en el texto principal
Rendimiento equivalente de otros sistemas de seguridad (Reglamentos n.º 79, 130, 131 y 152 de las Naciones Unidas)	4.2.5.2.1.1 4.2.5.2.2.1. 4.2.5.2.3.1. 4.2.5.2.4. 4.2.5.2.8.1. 4.2.5.2.9.1. 4.2.5.2.10.1. 4.2.5.2.11.1.	Punto 5.1.5.
Requisitos funcionales	(*)	Punto 5.3.
Evaluación y reacción al entorno, según se requiera para la funcionalidad	4.2.5.2.5.1. 4.2.5.2.6.1.	Puntos 5.3.2, 5.3.7.1.2.
Comportamiento del vehículo en tráfico (evitar perturbaciones del flujo del tráfico, mantener una distancia adecuada con respecto a otros usuarios de la vía, reducir el riesgo de colisión, aceleración/desaceleración, normas de tráfico, distancia entre vehículos)	4.3.1. 4.3.2.	Puntos 5.3.4, 5.3.7.2, 5.3.7.5, 5.4.2
Activación de los sistemas del vehículo pertinentes	Anexo 3 4.1.1.	Punto 5.3.3.
Detección y alcance de los límites del DCAS	Anexo 3 4.1.1.	Puntos 5.3.5, 5.3.7.1.4
Controlabilidad	Anexo 3 4.1.1.	Punto 5.3.6.
Posicionamiento en el carril de circulación	4.2.4. 4.2.5.1.1.	Puntos 5.3.7.1, 6.1
Maniobras iniciadas por el conductor	4.2.5.1.2.	Punto 5.3.7.2.2.
Maniobras confirmadas por el conductor	4.2.5.1.3.	Puntos 5.3.7.2.3, 5.5.4.1.8.
Maniobras iniciadas por el sistema	4.2.4. 4.2.5.1.1. 4.2.5.1.3.	Puntos 5.3.7.2.4, 5.5.4.1.9.
Respuesta por indisponibilidad del conductor	(*)	Punto 5.3.7.3.
Asistencia para el límite de velocidad	4.3	Punto 5.3.7.4.
Respuesta a fallos	(*)	Punto 5.4.
Funcionamiento del DCAS, interacción con el conductor e información al conductor	(*)	Punto 5.5.
Cambio de carril	4.2.5.1.2.	Punto 6.2.
Cambios de carril confirmados por el conductor	4.2.5.1.3.	Punto 6.2.9.1.
Cambio de carril iniciado por el sistema	4.2.4. 4.2.5.1.1. 4.2.5.1.3.	Punto 6.2.9.2.
Otras maniobras	4.3.3.	Punto 6.3.

(*) El fabricante y la autoridad de homologación de tipo deberán acordar escenarios y procedimientos de ensayo para estos elementos.

4.2. Escenarios de ensayo para evaluar el comportamiento del sistema

- 4.2.1. Los escenarios de ensayo deberán seleccionarse en función de las condiciones previas del sistema para la activación y de los límites del sistema.

4.2.2. Los ensayos podrán realizarse en una pista de ensayo o bien en vías públicas cuando ello sea posible y no exista riesgo para la seguridad de los ocupantes del vehículo y de otros usuarios de la vía.

En cuanto a los escenarios de ensayo que puedan suponer un peligro para otros usuarios de la vía y para el personal de ensayo (por ejemplo, rendimiento equivalente al de un AEBS, respuesta por indisponibilidad del conductor, aceleraciones laterales elevadas, etc.), se tratará de ponerlos en práctica en una pista de ensayo.

4.2.2.1. Los ensayos deberán llevarse a cabo de manera que su resultado no se vea afectado por ajustes del conductor o por una intervención del conductor o por cualquier otra influencia no relacionada con la maniobra sometida a ensayo. Por consiguiente, se aplicarán las siguientes condiciones:

- a) La distancia de seguridad del control longitudinal del sistema deberá establecerse en:
 - i) la distancia por defecto, si la distancia se restablece a un valor específico en el momento de la primera activación del sistema tras el inicio del grupo motopropulsor; o
 - ii) la distancia de seguimiento más corta ajustable por el conductor, si la distancia no se restablece a un valor por defecto.
- b) La velocidad establecida del control longitudinal del sistema deberá ajustarse a la velocidad indicada en el ensayo o a la velocidad declarada por el fabricante con arreglo al anexo 3, apéndice 4.
- c) El sistema deberá estar en modo «activo» antes de un TTC de 10 s o de una distancia longitudinal relativa de 250 m, lo que sea menor.
- d) No debe producirse una intervención correctora del conductor en el mando de dirección.

El fabricante deberá declarar que se cumplen todas las demás condiciones pertinentes para la correcta ejecución de cada ensayo.

4.2.3. Los ensayos no deberán realizarse de manera que pongan en peligro al personal implicado, y deberán evitarse daños significativos en el vehículo sometido a ensayo cuando se disponga de otros medios de validación.

4.2.4. Marcas de carril y geometría del carril

4.2.4.1. Cuando sea necesario realizar ensayos de base en un tramo de vía curvo, la geometría deberá cumplir los siguientes criterios (por «curva en S» se entienden ambos giros en el orden indicado, y por «tramo curvo de la vía» se entiende el segundo giro):

	Parámetro clooide	Radio (m)	Longitud (m)
Primer giro (Cualquier dirección)	153,7	-	30,0
	-	787	57,1
	105,0	-	14,0
Segundo giro (En dirección contraria al primero)	98,6	-	26
	-	374	5,1
	120,8	-	39

A petición del fabricante y con el acuerdo de la autoridad de homologación de tipo, los ensayos podrán realizarse en una vía de diferente curvatura, siempre que ello no altere la intención ni reduzca la severidad del ensayo.

4.2.5. En el momento de la homologación de tipo, la autoridad de homologación de tipo realizará o presenciará al menos los siguientes ensayos para evaluar el comportamiento del sistema sobre la base de los dominios operativos declarados:

4.2.5.1. Escenarios de ensayo para diferentes prestaciones del DCAS

4.2.5.1.1. Posicionamiento en el carril de circulación

4.2.5.1.1.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar las capacidades de posicionamiento en el carril de circulación declaradas por el fabricante.

4.2.5.1.1.1.1. La velocidad del vehículo sometido a ensayo deberá mantenerse en el intervalo declarado por el fabricante en los puntos 9.1.1 y 9.1.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.

El ensayo deberá llevarse a cabo para cada intervalo de velocidades declarado por el fabricante en los puntos 9.1.1 y 9.1.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas por separado o dentro de intervalos de velocidades contiguos cuando la aceleración lateral máxima declarada sea idéntica.

El vehículo sometido a ensayo deberá circular a velocidad constante, sin que el conductor ejerza fuerza alguna sobre el mando de dirección (por ejemplo, con las manos retiradas del mando de dirección), en una pista curva con marcas de carril a ambos lados.

La aceleración lateral necesaria para seguir la curva deberá estar comprendida entre el 80 y el 90 % de la aceleración lateral máxima declarada por el fabricante en el anexo 3, apéndice 4, del presente Reglamento de las Naciones Unidas.

4.2.5.1.1.1.2. La velocidad del vehículo sometido a ensayo deberá mantenerse en el intervalo declarado por el fabricante en los puntos 9.1.1 y 9.1.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.

El ensayo deberá llevarse a cabo para cada intervalo de velocidades declarado por el fabricante en los puntos 9.1.1 y 9.1.2 del presente Reglamento de las Naciones Unidas por separado o dentro de intervalos de velocidades contiguos cuando la aceleración lateral máxima declarada sea idéntica.

El vehículo sometido a ensayo deberá circular a velocidad constante, sin que el conductor ejerza fuerza alguna sobre el mando de dirección (por ejemplo, con las manos retiradas del mando de dirección), en una pista curva con marcas de carril a ambos lados.

La autoridad de homologación de tipo deberá definir una velocidad de ensayo y un radio que provocarían una aceleración superior a la aceleración lateral máxima declarada + 0,3 m/s² (por ejemplo, circulando a una velocidad superior por una curva de radio determinado).

4.2.5.1.1.1.3. A petición del fabricante y con el acuerdo de la autoridad de homologación de tipo, el fabricante puede demostrar por otros medios que los objetivos de los puntos 5.3.7.1.1 y 5.3.7.1.2 o 6.1.1, según proceda, se respetan en todos los intervalos de velocidad correspondientes a una aceleración lateral máxima declarada diferente, cuando no se disponga de pistas de ensayo con un radio adecuado para cumplir las condiciones de aceleración lateral indicadas en los puntos 4.2.5.1.1.1 o 4.2.5.1.1.1.2, a condición de que se realice al menos un ensayo físico como se indica anteriormente en la aceleración lateral máxima declarada para cada uno de esos puntos.

4.2.5.1.1.2. Ensayo ampliado:

el ensayo deberá demostrar que el sistema no abandona su carril y mantiene un movimiento estable dentro de su carril ego en todo el intervalo de velocidades y en diferentes curvaturas dentro de sus límites del sistema hasta la aceleración lateral máxima declarada por el fabricante.

4.2.5.1.1.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

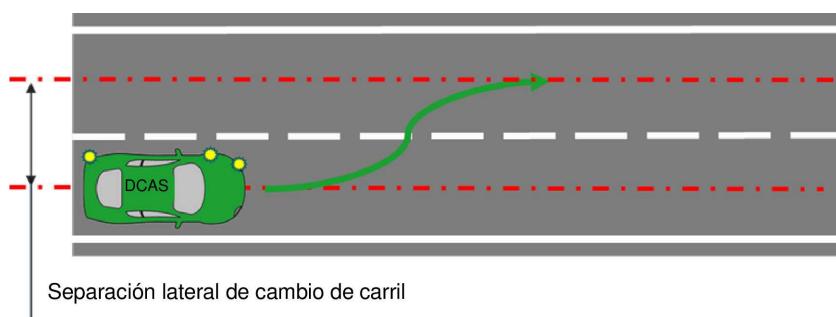
a) con una longitud suficiente para permitir la evaluación del comportamiento de posicionamiento en el carril de circulación;

- b) en caso de diferentes curvaturas de la vía, incluida una curva en S con los parámetros indicados en el punto 4.2.4.1 o equivalentes, y diferentes velocidades iniciales, al menos una de las cuales requiera que el vehículo supere la aceleración lateral máxima declarada por el fabricante para permanecer en el carril a esta velocidad;
- c) con diferentes tipos de límites de carril (por ejemplo, marcas, arcenes, una única marca de carril), según sea aplicable al sistema.

4.2.5.1.2. Cambios de carril iniciados por el conductor

4.2.5.1.2.1. Ensayo de base: El ensayo confirmará las capacidades del sistema declaradas por el fabricante en lo que respecta a los cambios de carril iniciados por el conductor.

4.2.5.1.2.1.1. Una vez que el conductor inicie el PCC, el vehículo sometido a ensayo deberá realizar un cambio de carril completo (por ejemplo, 3,5 m de desplazamiento lateral) hasta el carril adyacente.



4.2.5.1.2.2. Ensayo ampliado:

el ensayo deberá evaluar la capacidad del sistema para ayudar al conductor, dentro de sus condiciones límite o de las prestaciones del sistema declaradas por el fabricante, a cambiar de carril de forma segura:

- a) en carreteras sin separación física;
- b) en vías en las que no estén prohibidos los peatones y los ciclistas;
- c) cuando el cambio de carril no pueda ejecutarse inmediatamente después de su inicio por el conductor;
- d) presencia de un vehículo precedente.

4.2.5.1.2.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

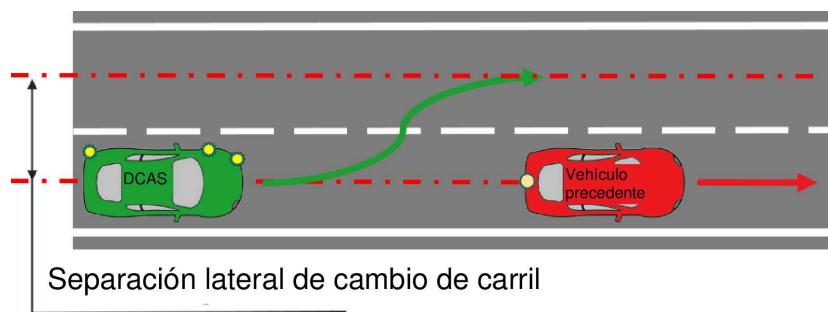
- a) en una carretera con tráfico en sentido contrario o adelantando en el carril objetivo;
- b) con diferentes usuarios de la vía que se aproximen desde atrás;
- c) con un vehículo que circule al lado en el carril adyacente de modo que impida un cambio de carril;
- d) en un escenario en el que el sistema reaccione ante otro vehículo que empiece a cambiar al mismo espacio dentro del carril objetivo, a fin de evitar un riesgo potencial de colisión.

4.2.5.1.3. Cambios de carril confirmados por el conductor o iniciados por el sistema

4.2.5.1.3.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar las capacidades declaradas por el fabricante en lo que respecta a los cambios de carril iniciados por el sistema.

4.2.5.1.3.1.1. Una vez que el sistema inicie el PCC, el vehículo sometido a ensayo deberá realizar un cambio de carril completo (por ejemplo, 3,5 m de desplazamiento lateral) hasta el carril adyacente.

4.2.5.1.3.1.2. El vehículo sometido a ensayo y el vehículo precedente deberán circular en línea recta, en la misma dirección, durante al menos dos segundos antes de la parte funcional del ensayo, y la separación lateral entre los ejes longitudinales del vehículo sometido a ensayo y del vehículo precedente no deberá ser superior a 1 m.



4.2.5.1.3.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema es capaz de ayudar al conductor a cambiar de carril de forma segura:

- a) con otras diferencias de velocidad entre el vehículo precedente y el vehículo sometido a ensayo;
- b) en carreteras sin separación física; y/o
- c) en vías en las que no estén prohibidos los peatones y los ciclistas.

4.2.5.1.3.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

- a) en una carretera con tráfico en sentido contrario o adelantando en el carril objetivo;
- b) con diferentes usuarios de la vía que se aproximen desde atrás;
- c) con un vehículo que circule al lado en el carril adyacente de modo que impida un cambio de carril;
- d) en un escenario en el que el sistema reaccione ante otro vehículo que empiece a cambiar al mismo espacio dentro del carril objetivo, a fin de evitar un riesgo potencial de colisión.

4.2.5.2. Capacidad de reaccionar a otro usuario de la vía correspondiente a los dominios operativos declarados

4.2.5.2.1. Vehículo parado delante en un tramo recto de carretera

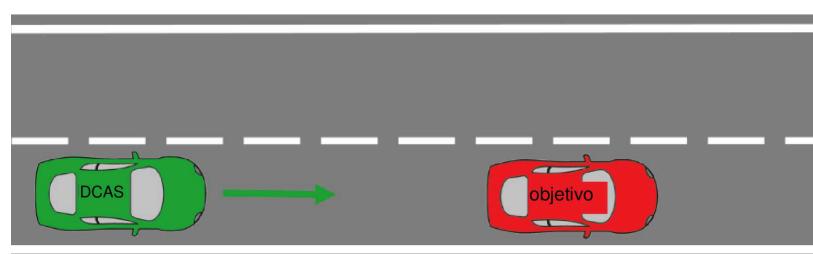
4.2.5.2.1.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de reacción declarada del sistema con respecto a un vehículo parado delante en un tramo recto de la carretera.

4.2.5.2.1.1.1. El vehículo sometido a ensayo deberá aproximarse al objetivo parado en línea recta durante al menos 2 segundos antes de la parte funcional del ensayo, y la separación lateral entre los ejes longitudinales del vehículo sometido a ensayo y del objetivo no deberá ser superior a 0,5 m.

4.2.5.2.1.1.2. La parte funcional del ensayo comenzará con:

- a) el vehículo sometido a ensayo circulando a la velocidad de ensayo requerida dentro de las tolerancias y dentro de la separación lateral prescrita en el presente punto; y
- b) una distancia correspondiente a un tiempo mínimo de 4 segundos antes de que el vehículo DCAS empiece a reaccionar al objetivo.

4.2.5.2.1.2. Deberán respetarse las tolerancias entre el inicio de la parte funcional del ensayo y la intervención del sistema.



4.2.5.2.1.3. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un vehículo parado delante en un tramo recto de carretera.

4.2.5.2.1.3.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

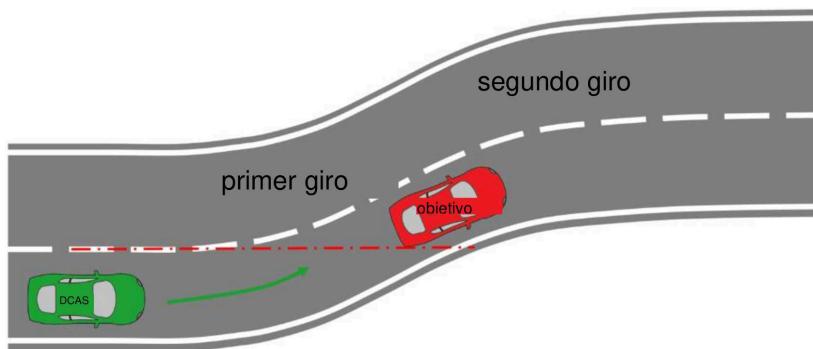
- a) con un vehículo parado de un tipo o categoría diferente;
- b) con un vehículo parado a una distancia de separación lateral mayor con respecto al eje longitudinal del vehículo sometido a ensayo;
- c) con un vehículo parado orientado hacia el vehículo sometido a ensayo en el caso de sistemas capaces de operar en las condiciones de una vía distinta de una autopista.

4.2.5.2.2. Vehículo parado delante en un tramo curvo de carretera

4.2.5.2.2.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de reacción declarada del sistema con respecto a un vehículo parado delante en un tramo curvo de la carretera.

4.2.5.2.2.1.1. El objetivo deberá situarse a una distancia de separación lateral de 0,5 m entre el eje longitudinal del vehículo objetivo y el eje longitudinal del carril en la curva (primer giro definido en el punto 4.2.4.1 del presente anexo), de modo que la esquina trasera toque la línea del carril extrapolada si la recta continuase.

4.2.5.2.2.1.2. El vehículo sometido a ensayo circulará a una velocidad constante a lo largo del tramo recto del carril totalmente marcado con el sistema encendido durante tiempo suficiente para que el control lateral ocupe una posición constante dentro del carril, antes del inicio del tramo curvo de carretera.



4.2.5.2.2.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un vehículo parado delante en un tramo curvo de carretera.

4.2.5.2.2.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

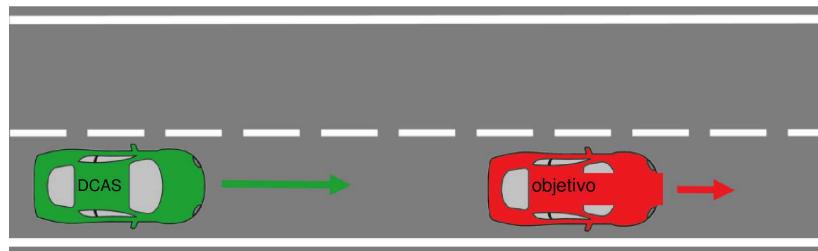
- a) con un vehículo parado de un tipo o categoría diferente;
- b) con un vehículo parado situado a una distancia de separación lateral mayor con respecto a la posición central del carril;
- c) con un ángulo entre el vehículo parado y el eje longitudinal del carril;
- d) con un vehículo parado orientado hacia el vehículo sometido a ensayo en el caso de sistemas capaces de operar en las condiciones de una vía distinta de una autopista.

4.2.5.2.3. Vehículo en movimiento delante que circula más lentamente en un tramo recto de carretera

4.2.5.2.3.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de reacción declarada del sistema con respecto a un vehículo en movimiento delante que circule más lentamente en un tramo recto de la carretera.

4.2.5.2.3.1.1. El vehículo sometido a ensayo y el objetivo deberán circular en línea recta, en la misma dirección, durante al menos 2 segundos antes de la parte funcional del ensayo, y la separación lateral entre los ejes longitudinales del vehículo sometido a ensayo y del objetivo no deberá ser superior a 0,5 m.

- 4.2.5.2.3.1.2. Los ensayos deberán llevarse a cabo con un objetivo en forma de vehículo en movimiento que circule 50 km/h más lentamente que el vehículo sometido a ensayo.



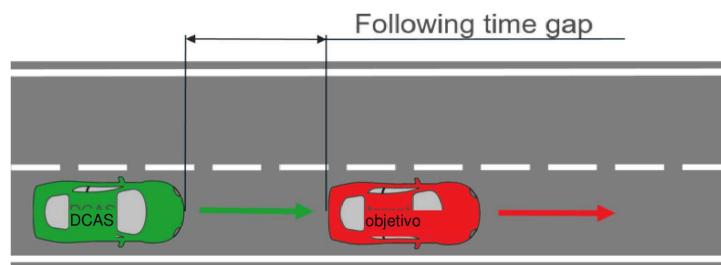
- 4.2.5.2.3.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un vehículo en movimiento delante que circule más lentamente por un tramo recto de carretera.

- 4.2.5.2.3.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:
- con un vehículo en movimiento que circule más lentamente de un tipo o categoría diferente;
 - con un vehículo en movimiento que circule más lentamente posicionado, por ejemplo, a una distancia de separación lateral mayor con respecto al eje longitudinal del vehículo sometido a ensayo;
 - con un vehículo en movimiento que circule más lentamente con una diferencia de velocidad mayor con respecto a la velocidad del vehículo sometido a ensayo.

4.2.5.2.4. Desaceleración de un vehículo precedente

- 4.2.5.2.4.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de reacción declarada del sistema con respecto a un vehículo que desacelere en un tramo recto de la carretera.

- 4.2.5.2.4.1.1. El vehículo sometido a ensayo y el objetivo deberán circular en línea recta a 50 km/h, en la misma dirección, con el vehículo sometido a ensayo conduciendo detrás del objetivo a una distancia de seguridad estable mantenida por el sistema, durante al menos 2 segundos antes de la parte funcional del ensayo, y la separación lateral entre los ejes longitudinales del vehículo sometido a ensayo y del objetivo no deberá ser superior a 0,5 m.



- 4.2.5.2.4.1.2. Los ensayos se llevarán a cabo con el vehículo objetivo desacelerando hasta los 4 m/s².

4.2.5.2.4.2. Ensayo ampliado:

el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un vehículo desacelerando en un tramo recto de carretera.

- 4.2.5.2.4.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:
- con un vehículo desacelerando de un tipo o categoría diferente;
 - con un vehículo desacelerando a una distancia de separación lateral mayor con respecto al eje longitudinal del vehículo sometido a ensayo;
 - con un vehículo desacelerando con una desaceleración mayor;
 - diferentes velocidades del vehículo sometido a ensayo y del objetivo.

4.2.5.2.5. Cambio brusco de carril del vehículo precedente

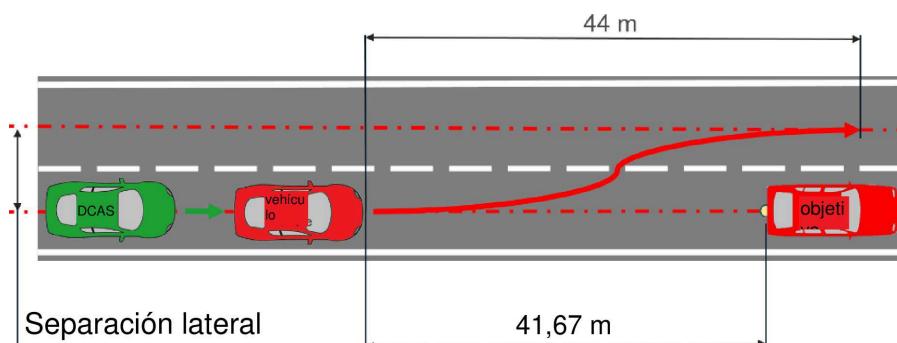
4.2.5.2.5.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de reacción declarada del sistema con respecto al cambio brusco de carril de un vehículo precedente de categoría M1.

4.2.5.2.5.1.1. El vehículo que cambie de carril deberá realizar un cambio de carril completo (desplazamiento lateral de 3,5 m) hasta el carril adyacente para evitar el objetivo en forma de vehículo parado. El comienzo del cambio de carril vendrá indicado por la medición detrás del objetivo en forma de vehículo parado y el final del cambio de carril vendrá indicado por la medición delante del objetivo en forma de vehículo parado.

4.2.5.2.5.1.2. El TTC indicado se define como el TTC desde el vehículo precedente hasta el objetivo cuando el vehículo precedente inicie el cambio de carril. El vehículo precedente no debe utilizar indicadores durante la maniobra.

4.2.5.2.5.1.3. El vehículo que abandone el carril no deberá desviarse de su trayectoria definida en más de $\pm 0,2$ m.

Ensayo de cambio brusco de carril	Vehículo sometido a ensayo	Vehículo precedente (Categoría M1)	Maniobra de cambio de carril del SOV		
			Aceleración lateral	Longitud de cambio de carril	Radio del segmento de giro
Cambio de carril en TTC = 3 s	70 km/h	50 km/h	1,5 m/s ²	44 m	130 m



4.2.5.2.5.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto al cambio brusco de carril del vehículo precedente.

4.2.5.2.5.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

- a) con un objetivo en forma de vehículo parado de un tipo o categoría diferente;
- b) con el vehículo precedente cambiando bruscamente de carril a un TTC inferior a 3 s;
- c) con el vehículo sometido a ensayo y el vehículo precedente circulando a distintas velocidades;
- d) con diferente aceleración lateral del vehículo precedente.

4.2.5.2.6. Incorporación al carril del vehículo del carril adyacente

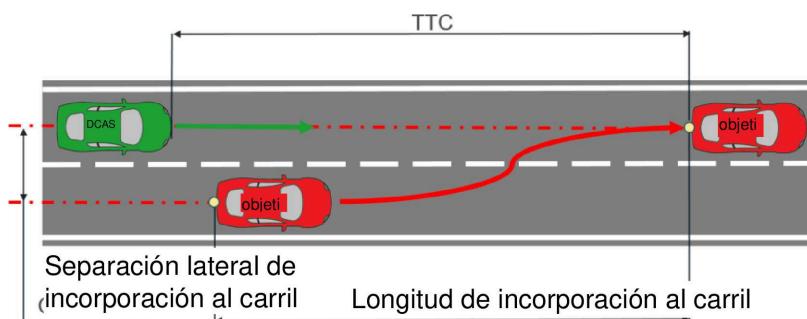
4.2.5.2.6.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de reacción declarada del sistema con respecto a la incorporación al carril del vehículo del carril adyacente.

4.2.5.2.6.1.1. El objetivo en forma de vehículo situado en el carril adyacente deberá realizar un cambio de carril completo (por ejemplo, 3,5 m de desplazamiento lateral) hasta el carril del vehículo sometido a ensayo.

4.2.5.2.6.1.2. El TTC indicado se define como el TTC en el momento en que el objetivo ha terminado la maniobra de cambio de carril, cuando el centro trasero del objetivo en forma de vehículo se encuentra en la parte media del carril por el que circula el vehículo sometido a ensayo.

4.2.5.2.6.1.3. El vehículo que se incorpore al carril no deberá desviarse de su trayectoria definida en más de $\pm 0,2$ m.

Ensayo de incorporación al carril (punto 4.2.5.2.6.1.2)	Vehículo sometido a ensayo	Objetivo en forma de vehículo global (GVT)	Maniobra de cambio de carril del GVT		
			Aceleración lateral	Longitud de cambio de carril	Radio del segmento de giro
Tipo 1: Incorporación al carril en TTC = 0 s	50 km/h	10 km/h	0,5 m/s ²	14 m	15 m
Tipo 2: Incorporación al carril en TTC = 1,5 s	120 km/h	70 km/h	1,5 m/s ²	60 m	250 m



4.2.5.2.6.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a la incorporación al carril del vehículo del carril adyacente.

4.2.5.2.6.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

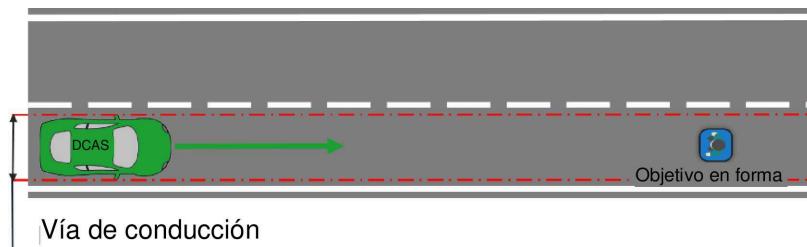
- a) con un vehículo que se incorpore al carril de un tipo o categoría diferente;
- b) con incorporación al carril en un TTC de distinto valor;
- c) con el vehículo sometido a ensayo y el objetivo circulando a distintas velocidades;
- d) con diferente aceleración lateral del objetivo.

4.2.5.2.7. Peatón parado delante en el carril

4.2.5.2.7.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema con respecto a un peatón parado.

4.2.5.2.7.1.1. El objetivo en forma de peatón deberá situarse dentro de la trayectoria de circulación del vehículo sometido a ensayo alejándose de este.

4.2.5.2.7.1.2. El vehículo sometido a ensayo deberá aproximarse al punto de impacto con el objetivo en forma de peatón en línea recta durante al menos 2 segundos antes de la parte funcional del ensayo.



4.2.5.2.7.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un peatón parado.

4.2.5.2.7.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

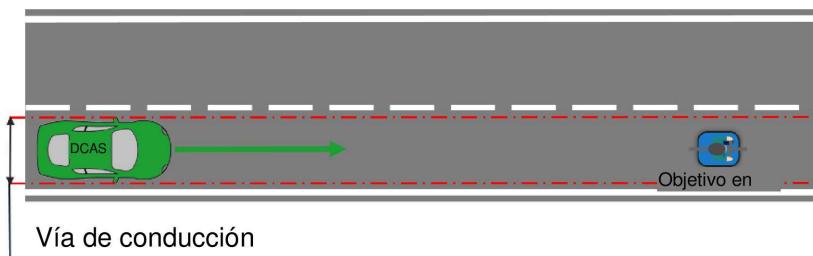
- a) con un objetivo en forma de peatón situado dentro del carril, pero fuera de la trayectoria de circulación del vehículo sometido a ensayo;
- b) con un objetivo en forma de peatón orientado en una dirección diferente;
- c) con un objetivo en forma de peatón de diferente tamaño;
- d) con el vehículo sometido a ensayo circulando a una velocidad diferente.

4.2.5.2.8. Objetivo en forma de bicicleta parado delante en el carril

4.2.5.2.8.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema con respecto a un objetivo parado y cualquier movimiento lateral en torno al objetivo, si procede.

4.2.5.2.8.1.1. El objetivo en forma de bicicleta deberá situarse dentro de la trayectoria de circulación del vehículo sometido a ensayo alejándose de este.

4.2.5.2.8.1.2. El vehículo sometido a ensayo deberá aproximarse al punto de impacto con el objetivo en forma de ciclista en línea recta durante al menos 2 segundos antes de la parte funcional del ensayo.



4.2.5.2.8.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a una bicicleta parada.

4.2.5.2.8.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

- a) con un objetivo en forma de bicicleta situado a diferentes distancias de separación lateral con respecto al objetivo situado fuera de la trayectoria de circulación del vehículo sometido a ensayo;
- b) con un objetivo en forma de bicicleta orientado en una dirección diferente;
- c) con el vehículo sometido a ensayo a una velocidad diferente;
- d) con el objetivo en forma de bicicleta orientado hacia el vehículo sometido a ensayo.

4.2.5.2.9. Un objetivo en forma de peatón cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo

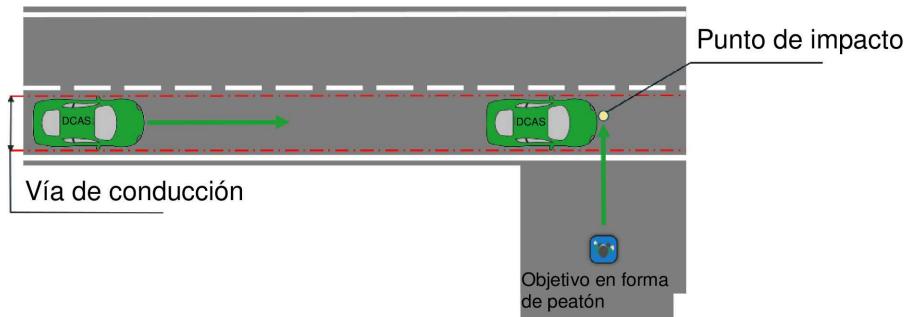
4.2.5.2.9.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema con respecto a un objetivo en forma de peatón que cruce.

4.2.5.2.9.1.1. La parte funcional del ensayo deberá comenzar con:

- a) el vehículo sometido a ensayo circulando a la velocidad de ensayo requerida dentro de las tolerancias y dentro de la separación lateral prescrita en el presente punto, y
- b) una distancia correspondiente al menos a 4 segundos de TTC con respecto al objetivo.

4.2.5.2.9.1.2. Deberán respetarse las tolerancias entre el inicio de la parte funcional del ensayo y la intervención del sistema.

- 4.2.5.2.9.1.3. El objetivo en forma de peatón deberá circular en línea recta perpendicularmente a la dirección de marcha del vehículo sometido a ensayo a una velocidad constante de $5 \text{ km/h} + 0 \text{ y } - 0,4 \text{ km/h}$, empezando no antes de que se haya iniciado la parte funcional del ensayo. El posicionamiento del objetivo en forma de peatón deberá coordinarse con el vehículo sometido a ensayo de manera que el punto de impacto del primero en la parte delantera del segundo se sitúe en el eje longitudinal de este, con una tolerancia no superior a 0,2 m si el vehículo sometido a ensayo se mantuviera a la velocidad de ensayo prescrita en toda la parte funcional del ensayo y no frenara.



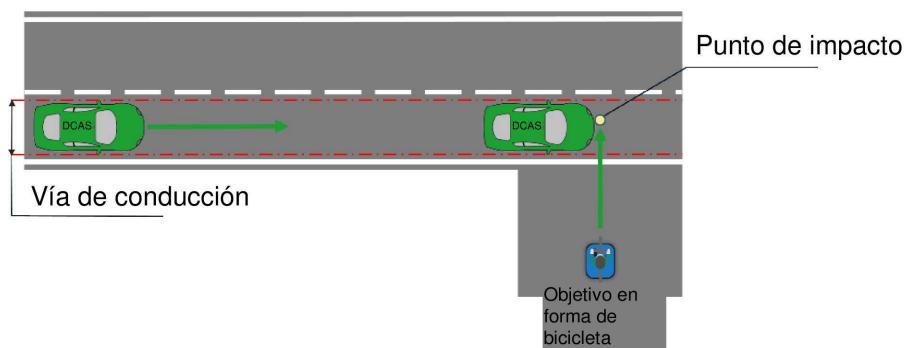
- 4.2.5.2.9.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un objetivo en forma de peatón que cruce.

- 4.2.5.2.9.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:
- con un objetivo en forma de peatón de diferente tamaño;
 - con un objetivo en forma de peatón que circule a una velocidad diferente, pero constante;
 - con un ángulo diferente de la trayectoria del objetivo en forma de peatón hacia la trayectoria del vehículo sometido a ensayo.

- 4.2.5.2.10. Una bicicleta cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo

- 4.2.5.2.10.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema con respecto a un objetivo en forma de bicicleta que cruce.

- 4.2.5.2.10.1.1. El objetivo en forma de bicicleta deberá circular en línea recta perpendicularmente a la dirección de marcha del vehículo sometido a ensayo a una velocidad constante de $15 \text{ km/h} + 0 \text{ y } - 1 \text{ km/h}$, empezando no antes de que se haya iniciado la parte funcional del ensayo. Durante la fase de aceleración del objetivo en forma de bicicleta antes de la parte funcional del ensayo, se obstruirá el objetivo en forma de bicicleta. El posicionamiento del objetivo en forma de bicicleta deberá coordinarse con el vehículo sometido a ensayo de manera que el punto de impacto del primero en la parte delantera del segundo se sitúe en el eje longitudinal de este, con una tolerancia no superior a 0,2 m si el vehículo sometido a ensayo se mantuviera a la velocidad de ensayo prescrita en toda la parte funcional del ensayo y no frenara.



- 4.2.5.2.10.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un objetivo en forma de bicicleta que cruce.

4.2.5.2.10.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

- a) con un objetivo en forma de bicicleta que circule a una velocidad diferente pero constante;
- b) con un ángulo diferente de la trayectoria de la bicicleta con respecto a la trayectoria del vehículo sometido a ensayo;
- c) con una separación lateral diferente.

4.2.5.2.11. Un objetivo en forma de peatón cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo en una intersección

4.2.5.2.11.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema con respecto a un objetivo en forma de peatón que cruce en una intersección.

4.2.5.2.11.1.1. La parte funcional del ensayo deberá comenzar con:

- a) el vehículo sometido a ensayo circulando a la velocidad de ensayo requerida y dentro de la separación lateral prescrita en el presente punto, y
- b) una distancia correspondiente al menos a 4 segundos de TTC con respecto al objetivo.

4.2.5.2.11.1.3. Deberán respetarse las tolerancias entre el inicio de la parte funcional del ensayo y la intervención del sistema.

4.2.5.2.11.1.4. El objetivo en forma de peatón deberá circular en línea recta a una velocidad constante de $5 \text{ km/h} + 0 \text{ y } - 0,4 \text{ km/h}$, empezando no antes de que se haya iniciado la parte funcional del ensayo. El posicionamiento del objetivo en forma de peatón deberá coordinarse con el vehículo sometido a ensayo de manera que el punto de impacto del primero en la parte delantera del segundo se sitúe en el eje longitudinal de este, con una tolerancia no superior a 0,2 m si el vehículo sometido a ensayo se mantuviera a la velocidad de ensayo prescrita en toda la parte funcional del ensayo y no frenara.

4.2.5.2.11.1.5. El ensayo deberá realizarse con el objetivo en forma de peatón desplazándose en paralelo al lado cercano del vehículo sometido a ensayo, de acuerdo con el diagrama que figura a continuación.



4.2.5.2.11.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un objetivo en forma de peatón que cruce en una intersección. Deberán ejecutarse hasta cuatro escenarios diferentes, lejos y cerca, con el objetivo en forma de peatón circulando a ambos lados de la carretera.

4.2.5.2.11.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

- a) con un objetivo en forma de peatón de diferente tamaño;
- b) con un objetivo en forma de peatón que circule a una velocidad diferente pero constante;
- c) con un objetivo en forma de peatón que colisione con el vehículo en un punto de impacto diferente o que evite colisionar con el vehículo;
- d) con una variación de las condiciones de visibilidad (por ejemplo, por la noche), según sea adecuado para los límites declarados del sistema.

4.2.5.2.12. Un objetivo en forma de bicicleta cruza la trayectoria del vehículo sometido a ensayo en una intersección

4.2.5.2.12.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema con respecto a un objetivo en forma de bicicleta que cruce en una intersección.

4.2.5.2.12.1.1. El objetivo en forma de bicicleta deberá circular en línea recta perpendicularmente a la dirección de marcha del vehículo sometido a ensayo a una velocidad constante de $15 \text{ km/h} + 0 \text{ y } -1 \text{ km/h}$, empezando no antes de que se haya iniciado la parte funcional del ensayo. Durante la fase de aceleración del objetivo en forma de bicicleta antes de la parte funcional del ensayo, se obstruirá el objetivo en forma de bicicleta. El posicionamiento del objetivo en forma de bicicleta deberá coordinarse con el vehículo sometido a ensayo de manera que el punto de impacto del primero en la parte delantera del segundo se sitúe a una separación lateral del eje longitudinal de este no superior a 0,2 m si el vehículo sometido a ensayo se mantuviera a la velocidad de ensayo prescrita en toda la parte funcional del ensayo y no frenara.



4.2.5.2.12.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un objetivo en forma de bicicleta que cruce en una intersección.

4.2.5.2.12.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

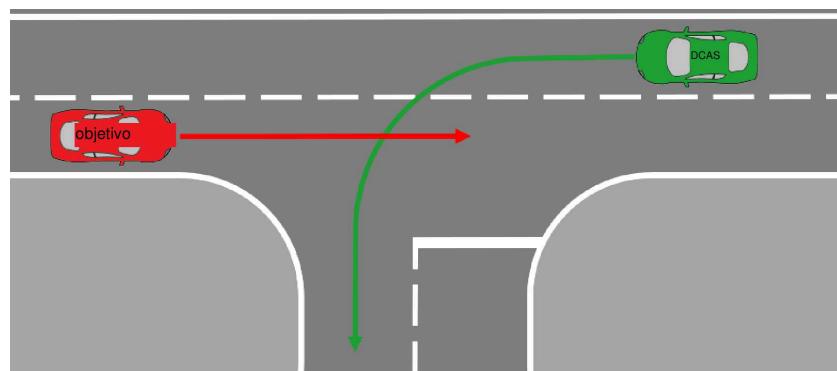
- a) con un objetivo en forma de bicicleta que circule a una velocidad diferente pero constante;
- b) con un objetivo en forma de bicicleta que colisione con el vehículo en un punto de impacto diferente o que evite colisionar con el vehículo.

4.2.5.2.13. El vehículo sometido a ensayo gira y se interpone en la trayectoria de un vehículo que circula en sentido contrario

4.2.5.2.13.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema con respecto a un objetivo en forma de vehículo que circule en sentido contrario mientras el vehículo sometido a ensayo gira en una intersección.

4.2.5.2.13.1.1. El vehículo sometido a ensayo deberá aproximarse al punto de impacto con otro objetivo en forma de vehículo (turismo o motocicleta) en una línea recta inicial seguida de un giro en una intersección para cruzar los bordes delanteros de un vehículo objetivo con una posición lateral que dé un solapamiento del 50 % de la anchura del vehículo sometido a ensayo.

4.2.5.2.14.1.2. El objetivo deberá aproximarse a una velocidad de hasta 60 km/h, en función de los límites declarados del sistema.



4.2.5.2.13.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un objetivo en forma de vehículo que circule en sentido contrario mientras el vehículo sometido a ensayo gira en una intersección.

4.2.5.2.13.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

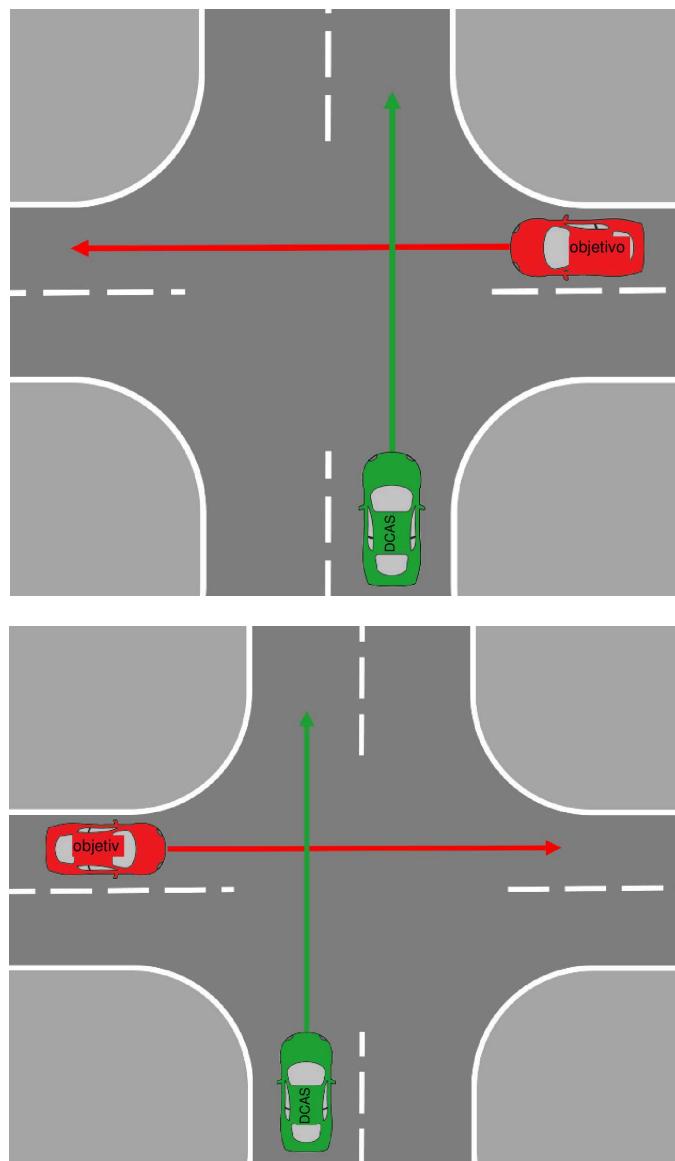
- con diferentes tipos o categorías de vehículos objetivo;
- con diferentes solapamientos;
- con ambos vehículos en diferentes posiciones en el carril;
- con el carril objetivo bloqueado (parcialmente).

4.2.5.2.14. El vehículo sometido a ensayo cruza la trayectoria recta de un objetivo en forma de vehículo en una intersección

4.2.5.2.14.1. Ensayo de base: el ensayo deberá confirmar la capacidad de respuesta declarada del sistema para reconocer y ofrecer un derecho de paso a un objetivo en forma de vehículo que cruce circulando en línea recta en una intersección.

4.2.5.2.14.1.1. El vehículo sometido a ensayo deberá aproximarse al punto de impacto con otro vehículo (turismo o motocicleta) en una línea recta inicial en una intersección desde el lado cercano o desde el lado lejano para colisionar el lateral del vehículo objetivo en un 25 % de la longitud del objetivo con el centro delantera del vehículo sometido a ensayo.

4.2.5.2.14.1.2. El objetivo deberá aproximarse a una velocidad de hasta 60 km/h, en función de los límites declarados del sistema. Se espera que el vehículo sometido a ensayo ceda el paso.



4.2.5.2.14.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control con respecto a un objetivo en forma de vehículo que cruce circulando en línea recta en una intersección.

4.2.5.2.14.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

- a) con diferentes tipos o categorías de vehículos objetivo;
- b) con diferentes solapamientos;
- c) con el vehículo sometido a ensayo y el vehículo objetivo en diferentes posiciones en el carril.

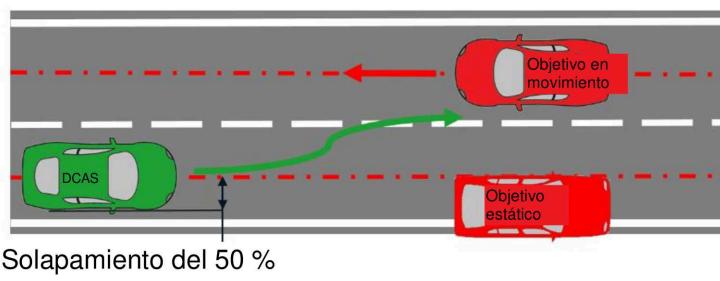
4.2.5.2.15. Maniobras iniciadas por el sistema en torno a una obstrucción en el carril

4.2.5.2.15.1. Ensayo de base: El ensayo confirmará la capacidad de respuesta declarada del sistema para un vehículo que se aproxime desde la dirección opuesta en el carril adyacente durante una maniobra iniciada por el sistema en torno a una obstrucción en el carril.

4.2.5.2.15.1.1. El vehículo sometido a ensayo circulará en línea recta a velocidad constante en un carril antes de incorporarse al carril adyacente para rodear un objetivo estático, mientras que otro vehículo se aproxima desde la dirección opuesta a una velocidad constante en el carril adyacente.

4.2.5.2.15.1.2. El objetivo en movimiento se desplazará hacia el vehículo sometido a ensayo al menos 30 km/h en el carril adyacente. Se colocará un objetivo estático delante del vehículo sometido a ensayo con un solapamiento del 50 % hacia el borde de la carretera. El vehículo sometido a ensayo recorrerá al menos 30 km/h en línea recta y el vehículo sometido a ensayo y el vehículo en movimiento deberán sincronizarse para alcanzar el objetivo estático al mismo tiempo.

4.2.5.2.15.1.3. El vehículo sometido a ensayo se aproximará al objetivo estático con maniobras iniciadas por el sistema activadas. El vehículo sometido a ensayo evitará la colisión con los objetivos.



4.2.5.2.15.2. Ensayo ampliado: el ensayo deberá demostrar que el sistema no modifica injustificadamente la estrategia de control para una maniobra iniciada por el sistema alrededor de una obstrucción en el carril.

4.2.5.2.15.2.1. El ensayo deberá realizarse, como mínimo, en las siguientes condiciones:

- con un vehículo objetivo de un tipo o categoría diferente u otro usuario de la vía;
- con diferentes configuraciones de marcas viales, incluida una carretera sin marca central del carril;
- con geometrías diferentes de la carretera (por ejemplo, tramo curvo de la carretera);
- con diferentes valores de solapamiento entre el vehículo sometido a ensayo y el objetivo estático;
- con el vehículo sometido a ensayo y el objetivo en movimiento circulando a distintas velocidades;
- con tiempos de sincronización diferentes (por ejemplo, más pronto y más tarde) entre el vehículo sometido a ensayo y el objetivo en movimiento.

4.3. Verificación en la vía pública

4.3.1. La autoridad de homologación de tipo deberá determinar la ubicación y elección del itinerario de ensayo, la hora del día y las condiciones ambientales. La verificación en la vía pública deberá realizarse a diferentes horas del día y en distintas condiciones de intensidad luminosa con arreglo a los límites del sistema. Se incluirán escenarios en los que el sistema deberá enfrentarse a situaciones difíciles (por ejemplo, curvaturas cerradas, cambios de velocidad provocados por condiciones variables de infraestructura y de tráfico, comportamiento variable del vehículo precedente o límites variables de velocidad en carretera) y aproximarse a los límites declarados del sistema (por ejemplo, cambios en la visibilidad o en las condiciones de la vía, o el fin planificado o repentina de los límites del sistema).

4.3.2. La duración de los ensayos en la vía pública deberá ser tal que permita registrar y evaluar el funcionamiento del sistema con arreglo a todas las partes pertinentes de las especificaciones descritas en los puntos 5 y 6, con excepción de los escenarios críticos de seguridad y los escenarios relacionados con fallos.

4.3.3. Escenarios de ensayo para evaluar el comportamiento del sistema en otras maniobras iniciadas por el conductor o por el sistema

4.3.3.1. La verificación en la vía pública deberá incluir los escenarios de ensayo recogidos en el cuadro que figura a continuación para evaluar el comportamiento del sistema en condiciones normales de funcionamiento en el mundo real.

El itinerario deberá planificarse de manera que incorpore los escenarios de ensayo que sean pertinentes con arreglo a la declaración del fabricante que figura en el anexo 3 del presente Reglamento de las Naciones Unidas.

El plan de ensayo elaborado por la autoridad de homologación de tipo deberá abarcar los escenarios que permitan evaluar la capacidad específica en diversas circunstancias.

- 4.3.3.2. Además, el fabricante deberá aportar pruebas del comportamiento del sistema en cualquier tipo de escenario que sea pertinente con arreglo a la declaración del fabricante que figura en el anexo 3 del presente Reglamento de las Naciones Unidas (por ejemplo, sobre la base de ensayos virtuales).

Categoría	Tipo de escenario	Requisitos específicos de referencia (lista no exhaustiva)
Otras maniobras	Inducir al vehículo a seleccionar un carril	Puntos 6.3.1 – 6.3.9.4.
	Entrar en una rotonda o tomar una salida al transitar por una rotonda	
	Inducir al vehículo a abandonar su carril de circulación cuando esta maniobra no sea un cambio de carril	
	Inducir al vehículo a efectuar un giro	
	Inducir al vehículo a salir o llegar a una posición de estacionamiento	
Otras maniobras iniciadas por el sistema	Inducir al vehículo a seleccionar un carril	(Reservado)
	Entrar en una rotonda o tomar una salida específica al transitar por una rotonda	
	Inducir al vehículo a abandonar su carril de circulación cuando esta maniobra no sea un cambio de carril	
	Inducir al vehículo a efectuar un giro	
	Inducir al vehículo a salir o llegar a una posición de estacionamiento	

- 4.3.4. En lo que respecta a cualquier otro tipo de escenario pertinente, con arreglo a la capacidad del sistema y los límites del sistema declarados por el fabricante con arreglo al anexo 3, que no se haya podido encontrar durante los ensayos en la vía pública, el fabricante deberá aportar pruebas adecuadas de que ha sometido el sistema a validación interna a satisfacción de la autoridad de homologación de tipo.
- 4.3.5. El recorrido de verificación deberá grabarse y, en caso necesario, el vehículo sometido a ensayo deberá incorporar equipos adicionales que no causen perturbaciones. La autoridad de homologación de tipo podrá registrar o solicitar registros de cualquier canal de datos utilizado o generado por el sistema según se considere necesario para la evaluación posterior al ensayo.
- 4.3.6. Se recomienda que la verificación en la vía pública se lleve a cabo una vez que el sistema haya superado todos los ensayos en pista descritos en el presente anexo y una vez completado el anexo 3.

ANEXO 5

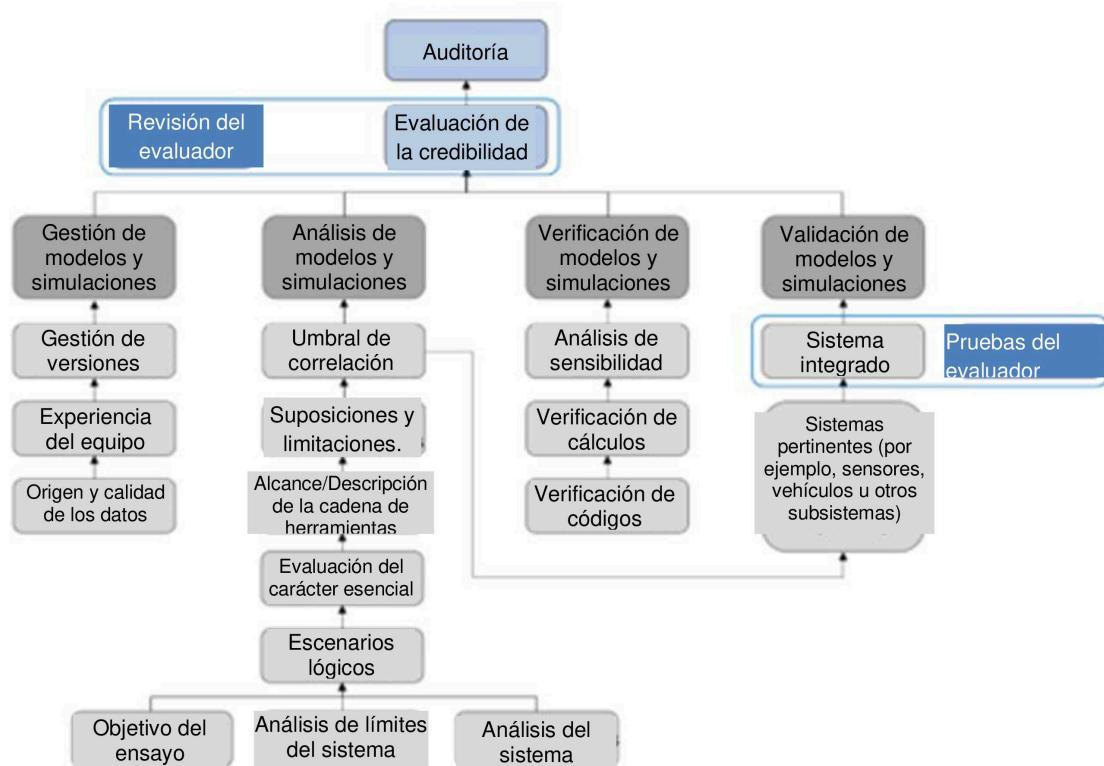
Principios para la evaluación de la credibilidad del uso de una cadena de herramientas virtual en la validación del DCAS

1. Generalidades

- 1.1. Se recomienda utilizar la cadena de herramientas de modelización y simulación (M+S) para efectuar ensayos virtuales si se determina su credibilidad evaluando su adecuación al fin previsto. Se recomienda conseguir la credibilidad investigando y evaluando cinco propiedades de M+S:
- capacidad: lo que se puede hacer con M+S y cuáles son los riesgos conexos;
 - exactitud: con qué fidelidad se reproducen los datos objetivo mediante M+S;
 - corrección: el grado de solidez y fiabilidad de los datos de M+S y los algoritmos de las herramientas;
 - facilidad de uso: qué formación y experiencia son necesarias y cuál es la calidad del proceso que gestiona su uso;
 - adecuación al fin previsto: hasta qué punto es adecuada la cadena de herramientas de M+S para la evaluación del DCAS dentro de los límites del sistema.

Gráfico A5/1

Representación gráfica de las relaciones entre los componentes del marco de evaluación de la credibilidad.



- 1.2. Por lo tanto, la credibilidad requiere un método unificado para investigar estas propiedades y obtener confianza en los resultados de M+S. El marco de evaluación de la credibilidad introduce una forma de evaluar e informar de la credibilidad de la M+S sobre la base de criterios de garantía de calidad que ofrecen una indicación de los niveles de confianza en los resultados.

En otras palabras, la credibilidad se establece evaluando los principales factores de influencia que contribuyen en mayor medida al comportamiento de los modelos y las herramientas de simulación y, por tanto, afectan a la credibilidad global de la cadena de herramientas de M+S. Todos los factores siguientes influyen en la credibilidad global de la M+S: la gestión organizativa de la actividad de M+S, la experiencia y los conocimientos especializados del equipo, el análisis y la descripción del conjunto de herramientas de M+S escogido, la genealogía de los datos, la verificación, la validación y la caracterización de la incertidumbre.

El grado de adecuación del tratamiento de cada uno de estos factores indica el nivel de calidad alcanzado por la cadena de herramientas de M+S, y la comparación entre los niveles obtenidos y los niveles requeridos establece una medida cualitativa de la credibilidad de la M+S y de su adecuación para el fin previsto en los ensayos virtuales. En el gráfico 1 se muestra una representación gráfica de la relación entre los componentes del marco de evaluación de la credibilidad.

2. Definiciones

A efectos del presente anexo, se entenderá por:

- 2.1. «Abstracción»: proceso de selección de los aspectos esenciales de un sistema fuente o sistema de referencia que deben representarse en un modelo o simulación, sin tener en cuenta los aspectos no pertinentes. Cualquier abstracción de modelización implica la premisa de que no debe afectar significativamente a los usos previstos de la herramienta de simulación.
- 2.2. «Ensayo de bucle cerrado»: entorno virtual que tiene en cuenta las acciones del elemento en bucle. Los objetos simulados responden a las acciones del sistema (por ejemplo, el sistema interactúa con un modelo de tráfico).
- 2.3. «Determinístico»: término que describe un sistema cuya evolución a lo largo del tiempo puede predecirse con exactitud y en el que un determinado conjunto de estímulos de entrada siempre producirá el mismo resultado de salida.
- 2.4. «Conductor en bucle» (DIL): se lleva a cabo normalmente en un simulador de conducción utilizado para someter a ensayo el diseño de interacción persona-automatización. El ensayo de conductor en bucle tiene componentes para que el conductor opere y se comunique con el entorno virtual.
- 2.5. «Hardware en bucle» (HIL): se refiere al *hardware* final de un subsistema de vehículo específico en el que se ejecuta el *software* final con entrada y salida conectadas a un entorno de simulación para realizar ensayos virtuales. El ensayo de *hardware* en bucle es una forma de replicar sensores, actuadores y componentes mecánicos de manera que se conecten todas las entradas y salidas (I/O) de las unidades de control electrónico (ECU) sometidas a ensayo, mucho antes de que se integre el sistema final.
- 2.6. «Modelo»: descripción o representación de un sistema, entidad, fenómeno o proceso.
- 2.7. «Calibración del modelo»: proceso de ajuste de los parámetros numéricos o de modelización del modelo para mejorar el acuerdo con un referente.
- 2.8. «Parámetro del modelo»: un valor numérico utilizado para justificar la caracterización de una funcionalidad del sistema. Un parámetro del modelo tiene un valor que no puede observarse directamente en el mundo real, sino que debe deducirse de los datos recogidos en el mundo real (en la fase de calibración del modelo).
- 2.9. «Modelo en bucle» (MIL): enfoque que permite el desarrollo algorítmico rápido sin contar con *hardware* específico. Este nivel de desarrollo suele implicar marcos de *software* de alto nivel de abstracción que funcionan con sistemas informáticos de uso general.
- 2.10. «Ensayo en bucle abierto»: método de ensayo virtual en el que una unidad de suministro de datos proporciona estímulos de entrada a un DCAS. No hay realimentación entre el DCAS y el entorno proporcionado a través de los estímulos de entrada, por lo que el bucle es «abierto». La unidad de suministro de datos puede reproducir una situación de tráfico grabada, por ejemplo, de un vehículo circulando en el mundo real. Los datos del entorno también se pueden generar (método con simulador) o medir (modo «en la sombra») durante el ensayo.
- 2.11. «Probabilístico»: término relativo a eventos no determinísticos, cuyos resultados se describen mediante una medida de probabilidad.

- 2.12. «Terreno o pista de ensayo»: instalación física de ensayo cerrada al tráfico en la que puede investigarse el rendimiento de un DCAS en el vehículo real. Se pueden introducir agentes de tráfico mediante la estimulación por sensores o dispositivos ficticios colocados en la pista.
- 2.13. «Estimulación por sensores»: técnica mediante la cual se proporcionan señales generadas artificialmente al elemento sometido a ensayo a fin de que produzca el resultado necesario con fines de verificación en el mundo real, formación, mantenimiento o investigación y desarrollo.
- 2.14. «Simulación»: imitación del funcionamiento de un proceso o sistema del mundo real a lo largo del tiempo.
- 2.15. «Cadena de herramientas de simulación»: combinación de herramientas de simulación que se utilizan para apoyar la validación de un DCAS.
- 2.16. «Software en bucle» (SIL): cuando la aplicación del modelo desarrollado se evalúa en sistemas informáticos de uso general. En este paso puede utilizarse una aplicación informática completa muy próxima a la definitiva. El ensayo de *software* en bucle se utiliza para describir una metodología de ensayo en la que se pone a prueba un código ejecutable, como un algoritmo (o incluso una estrategia completa del controlador), en un entorno de modelización que puede ayudar a demostrar o ensayar el *software*.
- 2.17. «Estocástico»: proceso que incluye o contiene al menos una variable aleatoria. Relativo a la suerte o la probabilidad.
- 2.18. «Validación del modelo de simulación»: proceso de determinación del grado en que un modelo de simulación es una representación exacta del mundo real desde la perspectiva de los usos previstos de la herramienta.
- 2.19. «Vehículo en bucle» (VIL): entorno de fusión de un vehículo de ensayo real en el mundo real y en un entorno virtual. Puede reflejar la dinámica del vehículo al mismo nivel que en el mundo real y puede utilizarse en un banco de pruebas de vehículos o en una pista de ensayo.
- 2.20. «Verificación del modelo de simulación»: proceso por el que se determina en qué medida un modelo de simulación o una herramienta de ensayo virtual cumple sus requisitos y especificaciones, tal como se detallan en sus modelos conceptuales, modelos matemáticos u otros constructos.

2.21. «Ensayo virtual»: proceso de ensayo de un sistema que utiliza al menos un modelo de simulación.

3. Gestión de modelos y simulaciones

3.1. El ciclo de vida de modelización y simulación (M+S) es un proceso dinámico con publicación frecuente de versiones que deben ser objeto de seguimiento y documentación. Como consecuencia de ello, se recomienda establecer actividades de gestión de M+S a través de procesos típicos de gestión de productos. En esta sección debe incluirse información pertinente sobre los siguientes aspectos.

3.2. Se recomienda que esta parte:

- describa las modificaciones introducidas en las versiones publicadas de la cadena de herramientas de M+S;
- designe el *software* correspondiente (por ejemplo, el producto específico y su versión) y la disposición del *hardware*, por ejemplo, «X en bucle» (configuración XIL);
- registre los procesos de revisión interna por los que se han aceptado las nuevas versiones publicadas;
- reciba apoyo durante todo el período de utilización del ensayo virtual.

3.3. Gestión de versiones

3.3.1. Se recomienda conservar cualquier versión de la cadena de herramientas que se utilice para publicar datos con fines de certificación. Los modelos virtuales que constituyen la herramienta de ensayo deberán documentarse en lo que respecta a los métodos de validación y umbrales de aceptación correspondientes para apoyar la credibilidad general de la cadena de herramientas. El desarrollador deberá establecer y aplicar un método para trazar los datos generados hasta la versión de la cadena de herramientas correspondiente.

- 3.3.2. Control de calidad de los datos virtuales. Se garantiza la exhaustividad, exactitud y coherencia de los datos en todas las versiones publicadas y durante toda la vida útil de una herramienta o cadena de herramientas para apoyar los procedimientos de verificación y validación.
- 3.4. Experiencia y conocimientos especializados del equipo
- 3.4.1. Aunque la experiencia y los conocimientos especializados (E+E) ya estén cubiertos en un sentido general en una organización, es importante sentar las bases de la confianza en la experiencia y los conocimientos especializados específicos para las actividades de M+S.
- 3.4.2. De hecho, la credibilidad de la M+S no solo depende de la calidad de los modelos de simulación, sino también de la E+E del personal que participa en la validación y el uso de la M+S. Por ejemplo, una comprensión adecuada de las limitaciones y del dominio de validación evitará un posible uso indebido de la M+S o la interpretación errónea de sus resultados.
- 3.4.3. Es importante sentar las bases de la confianza del fabricante en la experiencia y los conocimientos especializados de:
- los equipos que evaluarán y validarán internamente la cadena de herramientas M+S y,
 - los equipos que utilizarán la simulación validada para la ejecución de ensayos virtuales con el fin de validar el DCAS.
- 3.4.4. Así pues, el hecho de que un equipo tenga buena E+E aumenta el nivel de confianza y, por lo tanto, la credibilidad de la actividad de M+S y sus resultados, ya que garantiza que se tengan en cuenta los elementos humanos en los que se basa dicha actividad y que se puedan controlar los riesgos derivados de ese elemento humano gracias a su sistema de gestión.
- 3.4.5. Si la cadena de herramientas del fabricante incorpora o se basa en aportaciones de organizaciones o productos ajenos al propio equipo del fabricante, se recomienda que este incluya una explicación de las medidas que haya adoptado para gestionar y desarrollar la confianza en la calidad e integridad de dichas aportaciones.
- 3.4.6. La experiencia y los conocimientos especializados del equipo incluyen dos aspectos:
- 3.4.6.1. Nivel organizativo:
- La credibilidad se establece mediante el establecimiento de procesos y procedimientos para determinar y mantener las capacidades, los conocimientos y la experiencia necesarios para llevar a cabo actividades de M+S. Se deben establecer, mantener y documentar los siguientes procesos:
- proceso para identificar y evaluar la competencia y las capacidades de la persona;
 - proceso de formación del personal para que sea competente para el desempeño de tareas relacionadas con la M+S.
- 3.4.6.2. Nivel de equipo:
- Una vez que se ha finalizado una cadena de herramientas, su credibilidad viene dictada principalmente por las capacidades y los conocimientos de los equipos que vayan a validar primero la M+S y a utilizarla después para la validación del DCAS. La credibilidad se acredita documentando que estos equipos han recibido la formación adecuada para desempeñar sus funciones.
- El fabricante debe:
- sentar las bases de la confianza del fabricante en la experiencia y los conocimientos especializados de la persona o el equipo que se encarga de validar la cadena de herramientas de M+S;
 - sentar las bases de la confianza del fabricante en la experiencia y los conocimientos especializados de la persona o el equipo que utilice la simulación para llevar a cabo ensayos virtuales con el fin de validar el DCAS.
- 3.4.6.3. El fabricante debe demostrar cómo aplica los principios de sus sistemas de gestión —por ejemplo, la norma ISO 9001 o una buena práctica o norma similar— con respecto a la competencia de su organización de M+S y las personas que forman parte de dicha organización y la base de esta determinación. Se recomienda que el evaluador no se guíe por la opinión del fabricante en lugar de por la suya propia en lo que respecta a la experiencia y los conocimientos especializados de la organización o de sus miembros.

3.4.7. Genealogía de los datos/entradas

3.4.7.1. La genealogía y la trazabilidad de los datos y entradas utilizados en la validación de la M+S son importantes. El fabricante debe disponer de un registro que permita al evaluador verificar su calidad e idoneidad.

3.4.7.2. Descripción de los datos utilizados para la validación de la M+S

- a) el fabricante debe documentar los datos utilizados para validar los modelos incluidos en la herramienta o cadena de herramientas y tomar nota de las características de calidad importantes;
- b) el fabricante debe aportar documentación que demuestre que los datos utilizados para validar los modelos cubren las funcionalidades previstas que la cadena de herramientas pretende virtualizar;
- c) el fabricante debe documentar los procedimientos de calibración utilizados para ajustar los parámetros de los modelos virtuales a los datos de entrada recogidos.

3.4.7.3. Efecto de la calidad de los datos (por ejemplo, cobertura de los datos, relación señal-ruido, e incertidumbre / sesgo / índice de muestreo de los sensores) en la incertidumbre de los parámetros de los modelos.

La calidad de los datos utilizados para desarrollar los modelos afectará a la estimación y calibración de los parámetros de los modelos. La incertidumbre en los parámetros de los modelos será otro aspecto importante en el análisis final de incertidumbre.

3.4.8. Genealogía de los datos/salidas

3.4.8.1. La genealogía de los datos de salida es importante. El fabricante debe llevar un registro de las salidas de la cadena de herramientas de M+S y asegurarse de que sea trazable hasta las entradas y la cadena de herramientas de M+S que lo ha producido. Esto formará parte de la pista de las pruebas relativas a la validación del DCAS.

3.4.8.2. Descripción de los datos generados por la M+S

- a) El fabricante deberá facilitar información sobre todos los datos y escenarios utilizados para la validación de la cadena de herramientas de ensayos virtuales.
- b) El fabricante deberá documentar los datos exportados y tomar nota de las características de calidad importantes, por ejemplo, utilizando las metodologías de correlación.
- c) El fabricante deberá trazar las salidas de M+S hasta la configuración de M+S correspondiente.

3.4.8.2.1. Efecto de la calidad de los datos en la credibilidad de la M+S

- a) Los datos de salida de la M+S deberán ser suficientes para garantizar la correcta ejecución del ejercicio de validación. Los datos deberán reflejar suficientemente los límites del sistema pertinentes para la evaluación virtual del DCAS.
- b) Los datos de salida deberán permitir un control de coherencia/sensatez de los modelos virtuales, posiblemente sirviéndose de la información redundante.

3.4.8.2.2. Gestión de modelos estocásticos

- a) Los modelos estocásticos deberán caracterizarse en función de su varianza.
- b) El uso de modelos estocásticos no debe impedir la posibilidad de una reejecución determinística.

3.5. Análisis y descripción de la M+S

3.5.1. El análisis y la descripción de la M+S tienen por objeto definir toda la cadena de herramientas y determinar el espacio paramétrico que puede evaluarse a través de ensayos virtuales. Definen el alcance y las limitaciones de los *modelos* y de las herramientas de simulación, así como las fuentes de incertidumbre que pueden afectar a sus resultados.

3.5.2. Descripción general:

- a) El fabricante deberá facilitar una descripción de la cadena de herramientas completa junto con la forma en que se utilizarán los datos de M+S como apoyo a la estrategia de validación del DCAS.
- b) El fabricante deberá facilitar una descripción clara del objetivo del ensayo.

3.5.3. Premisas, limitaciones conocidas y fuentes de incertidumbre:

- a) El fabricante deberá justificar las premisas de modelización que hayan guiado el diseño de la cadena de herramientas de M+S.
- b) El fabricante deberá aportar pruebas sobre:
 - i) el papel que desempeñan las premisas definidas por el fabricante a la hora de definir las limitaciones de la cadena de herramientas;
 - ii) el nivel de fidelidad requerido para los modelos de simulación.
- c) El fabricante justificará que la tolerancia de correlación entre la M+S y el mundo real sea aceptable para el objetivo del ensayo.
- d) Por último, esta sección incluirá información sobre las fuentes de incertidumbre del modelo. Esto representará una aportación importante para el análisis final de incertidumbre, que definirá cómo las distintas fuentes de incertidumbre de la cadena de herramientas de M+S pueden afectar a los resultados de la cadena.

3.5.4. Ámbito de aplicación (¿para qué es el modelo?) Define cómo se utiliza la M+S en la validación del DCAS.

- a) La credibilidad de la herramienta virtual deberá hacerse efectiva mediante un ámbito de aplicación claramente definido para la utilización de las cadenas de herramientas de M+S desarrolladas.
- b) La M+S madura deberá permitir la virtualización de los fenómenos físicos con un grado de exactitud que corresponda al nivel de fidelidad requerido para la certificación. De este modo, la M+S actuará como «terreno de ensayo virtual» para los ensayos del DCAS.
- c) Las cadenas de herramientas de M+S necesitan escenarios y parámetros específicos para su validación. El conjunto de escenarios seleccionados utilizado para la validación deberá ser suficiente para que exista confianza en que la cadena de herramientas funcione de la misma manera en escenarios que no estaban incluidos en el ámbito de aplicación de la validación.
- d) El fabricante deberá facilitar una lista de escenarios de validación junto con las limitaciones de las descripciones paramétricas correspondientes.
- e) El análisis de los límites del sistema es una información de entrada crucial para determinar los requisitos, el ámbito de aplicación y los efectos que debe tener en cuenta la M+S como apoyo a la validación del DCAS.
- f) Los parámetros generados para los escenarios definirán datos intrínsecos y extrínsecos para la cadena de herramientas y los modelos de simulación.

3.5.5. Evaluación del carácter crítico

3.5.5.1. Los modelos de simulación y las herramientas de simulación que se utilicen en toda la cadena de herramientas deberán investigarse desde el punto de vista de su repercusión en caso de error de seguridad en el producto final. El enfoque propuesto para el análisis del carácter crítico se deriva de la norma ISO 26262, que requiere la cualificación de algunas de las herramientas utilizadas en el proceso de desarrollo. Para determinar la importancia crítica de los datos simulados, la evaluación del carácter crítico tiene en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Las consecuencias para la seguridad humana, por ejemplo, clases de gravedad recogidas en la norma ISO 26262.
- b) En qué medida influyen los resultados de la cadena de herramientas de M+S en el DCAS.

- 3.5.5.2. El cuadro que figura a continuación ofrece un ejemplo de matriz de evaluación del carácter crítico para demostrar este análisis. El fabricante podrá ajustar esta matriz a su caso de uso particular.

Cuadro A5/1

Matriz de evaluación del carácter crítico

Influencia en el DCAS	Significativa	No procede			
	Moderada				
	Menor				
	Desdeñable				No procede
		Desdeñable	Menor	Moderada	Significativa
<i>Consecuencias de la decisión</i>					

- 3.5.5.3. Desde la perspectiva de la evaluación del carácter crítico, los tres posibles casos de evaluación son los siguientes:
- los modelos o herramientas que sean candidatos claros a seguir una evaluación completa de la credibilidad;
 - los modelos o herramientas que puedan o no ser candidatos a seguir la evaluación completa de la credibilidad a discreción del evaluador;
 - los modelos o herramientas que no están obligados a seguir la evaluación de credibilidad.

3.6. Verificación

- 3.6.1. La verificación de la M+S se ocupa del análisis de la correcta aplicación de los modelos conceptuales/matemáticos que crean y desarrollan la cadena de herramientas completa. La verificación contribuye a la credibilidad de la M+S, al ofrecer garantías de que las distintas herramientas no mostrarán un comportamiento poco realista en relación con un conjunto de entradas de datos que no puedan someterse a ensayo. El procedimiento se basa en un enfoque de varias fases descrito a continuación, que incluye la verificación de códigos, la verificación del cálculo y el análisis de sensibilidad.

3.6.2. Verificación de códigos

- 3.6.2.1. La verificación de códigos se ocupa de la ejecución de ensayos que demuestren que no hay defectos numéricos o lógicos que afecten a los modelos virtuales.
- El fabricante deberá documentar la ejecución de técnicas adecuadas de verificación de códigos, como la verificación de códigos estáticos/dinámicos, el análisis de convergencia y la comparación con soluciones exactas, si procede ⁽¹⁾.
 - El fabricante deberá aportar documentación que demuestre que la exploración en el ámbito de los parámetros de entrada ha sido lo suficientemente amplia para identificar combinaciones paramétricas para las que las herramientas de M+S muestran un comportamiento inestable o poco realista. Los parámetros de cobertura de las combinaciones paramétricas pueden utilizarse para demostrar la exploración requerida de los comportamientos de los modelos.
 - El fabricante deberá adoptar procedimientos de control de sensatez y coherencia siempre que los datos lo permitan.

⁽¹⁾ Roy, C. J. (2005). *Review of code and solution verification procedures for computational simulation* [«Revisión de los procedimientos de verificación de códigos y soluciones para la simulación computacional», documento no disponible en español]. *Journal of Computational Physics*, 205(1), p. 131.

3.6.3. Verificación de cálculos

3.6.3.1. La verificación de cálculos se refiere a la estimación de los errores numéricos que afectan a la M+S.

- a) El fabricante deberá documentar las estimaciones de errores numéricos (por ejemplo, error de discretización, error de redondeo, convergencia iterativa de los procedimientos).
- b) Los errores numéricos deberán mantenerse suficientemente delimitados para no afectar a la validación.

3.6.4. Análisis de sensibilidad

3.6.4.1. El análisis de sensibilidad tiene por objeto cuantificar la forma en que los valores de salida del modelo se ven afectados por los cambios en los valores de entrada del modelo y, de este modo, determinar qué parámetros tienen mayor repercusión en los resultados del modelo de simulación. El estudio de sensibilidad también ofrece la oportunidad de determinar en qué medida el modelo de simulación cumple los umbrales de validación cuando está sujeto a pequeñas variaciones de los parámetros, por lo que desempeña un papel fundamental en apoyo de la credibilidad de los resultados de la simulación.

- a) El fabricante deberá aportar documentación justificativa que demuestre que los parámetros más críticos que influyen en el resultado de la simulación se han determinado mediante técnicas de análisis de sensibilidad, como la perturbación de los parámetros del modelo.
- b) El fabricante deberá demostrar que se han adoptado procedimientos de calibración sólidos y que con ello se han determinado y calibrado los parámetros más críticos y se ha aumentado la credibilidad de la cadena de herramientas desarrollada.
- c) En última instancia, los resultados del análisis de sensibilidad también ayudarán a definir las entradas y parámetros cuya caracterización de incertidumbre requiere especial atención para caracterizar la incertidumbre de los resultados de la simulación.

3.6.5. Validación

3.6.5.1. El proceso cuantitativo de determinación del grado en que un modelo o una simulación es una representación exacta del mundo real desde la perspectiva de los usos previstos de la M+S. Se recomienda tener en cuenta los siguientes elementos a la hora de evaluar la validez de un modelo o simulación:

3.6.5.2. Medidas de rendimiento (parámetros)

- a) Las medidas de rendimiento son parámetros que se utilizan para comparar el rendimiento del DCAS en un ensayo virtual con su rendimiento en el mundo real. Las medidas de rendimiento se definen durante el análisis de M+S.
- b) Los parámetros de validación pueden incluir:
 - i) análisis de valores discretos, por ejemplo, índice de detección, frecuencia de disparo;
 - ii) evolución temporal, por ejemplo, posiciones, velocidades, aceleración;
 - iii) análisis de cambios de estado, por ejemplo cálculos de distancia/velocidad, cálculo del tiempo de colisión, inicio del frenado.

3.6.5.3. Bondad del ajuste

- a) Los marcos analíticos utilizados para comparar los parámetros del mundo real y los parámetros de simulación se derivan generalmente en forma de indicadores clave de rendimiento (ICR), que indican la comparabilidad estadística entre dos conjuntos de datos.
- b) La validación deberá demostrar que se cumplen estos indicadores clave de rendimiento.

3.6.5.4. Metodología de validación

- a) El fabricante deberá definir los escenarios lógicos utilizados para la validación de la cadena de herramientas de ensayos virtuales. Deberán poder cubrir, en la mayor medida posible, los límites del sistema de los ensayos virtuales para la validación del DCAS.
- b) La metodología exacta depende de la estructura y la finalidad de la cadena de herramientas. La validación podrá consistir en una o varias de las siguientes acciones:
 - i) validar modelos de subsistemas, por ejemplo, modelos medioambientales (red de carreteras, condiciones meteorológicas, interacción con los usuarios de la vía), modelos de sensores (radar, láser, cámaras), modelos de vehículos (dirección, frenado, grupo motopropulsor);
 - ii) validar el sistema del vehículo (modelo de la dinámica del vehículo junto con el modelo medioambiental);
 - iii) validar el sistema de sensores (modelo de sensores junto con el modelo medioambiental);
 - iv) validar el sistema integrado (modelo de sensores junto con el modelo medioambiental con influencias del modelo de vehículo).

3.6.5.5. Requisitos de exactitud

3.6.5.5.1. El requisito del umbral de correlación se define durante el análisis de M+S. La validación deberá demostrar que se cumplen estos indicadores clave de rendimiento utilizando, por ejemplo, las metodologías de correlación.

3.6.5.6. Ámbito de validación (parte de la cadena de herramientas que debe validarse)

3.6.5.6.1. Una cadena de herramientas consta de múltiples herramientas, y cada herramienta utilizará varios *modelos*. El ámbito de la validación incluye todas las herramientas y sus *modelos* pertinentes.

3.6.5.7. Resultados de la validación interna

- a) La documentación no solo debe aportar pruebas de la validación de M+S, sino que también debe aportar información suficiente en relación con los procesos y productos que demuestren la credibilidad global de la cadena de herramientas utilizada.
- b) La documentación o los resultados podrán ser reutilizados de evaluaciones de credibilidad anteriores.

3.6.5.8. Validación independiente de los resultados

3.6.5.8.1. El evaluador deberá auditar la documentación facilitada por el fabricante y podrá llevar a cabo ensayos de la herramienta integrada completa. Si el resultado de los ensayos virtuales no reproduce suficientemente el resultado de los ensayos físicos, el evaluador podrá solicitar que se repitan los ensayos virtuales o físicos. Se revisará el resultado de los ensayos y cualquier desviación de los resultados se revisará con el fabricante. Se requiere una explicación suficiente para justificar por qué la configuración del ensayo ha provocado desviaciones en los resultados.

3.6.5.9. Caracterización de la incertidumbre

3.6.5.9.1. Esta sección se refiere a la caracterización de la variabilidad prevista de los resultados de la cadena de herramientas virtual. La evaluación deberá constar de dos fases. En una primera fase, se utiliza la información recogida en el «análisis y descripción de la M+S» y en la «genealogía de datos y entradas» para caracterizar la incertidumbre de los datos de entrada, de los parámetros de los modelos y de la estructura de la modelización. A continuación, propagando todas las incertidumbres a través de la cadena de herramientas virtual, se cuantifica la incertidumbre en los resultados del modelo. En función de la incertidumbre de los resultados del modelo, el fabricante del DCAS deberá introducir márgenes de seguridad adecuados en el uso de ensayos virtuales para la validación del DCAS.

3.6.5.9.2. Caracterización de la incertidumbre en los datos de entrada

El fabricante del DCAS deberá demostrar que ha estimado las entradas críticas del modelo mediante técnicas sólidas, como la aportación de repeticiones múltiples para su evaluación.

3.6.5.9.3. Caracterización de la incertidumbre en los parámetros de los modelos (tras la calibración).

El fabricante deberá demostrar que cuando no es posible determinar por completo los parámetros críticos de un modelo, se caracterizan por medio de una distribución o intervalos de confianza.

3.6.5.9.4. Caracterización de la incertidumbre de la estructura de M+S

El fabricante deberá aportar pruebas de que las premisas de modelización reciben una caracterización cuantitativa mediante la evaluación de la incertidumbre generada (por ejemplo, comparando los resultados de los distintos enfoques de modelización siempre que sea posible).

3.6.5.9.5. Caracterización de la incertidumbre aleatoria frente a la incertidumbre epistémica

El fabricante deberá tratar de distinguir entre el componente aleatorio de la incertidumbre (que solo puede estimarse, pero no reducirse) y la incertidumbre epistémica derivada de la falta de conocimiento en la virtualización del proceso.

4. Estructura de la documentación

4.1. En esta sección se definirá cómo se recogerá y organizará la información antes mencionada en la documentación facilitada por el fabricante a la autoridad pertinente.

- a) El fabricante deberá elaborar un documento («manual de simulación») estructurado utilizando el presente esquema para aportar pruebas de los temas presentados.
- b) La documentación deberá entregarse junto con la correspondiente versión publicada de la cadena de herramientas y datos de apoyo apropiados.
- c) El fabricante deberá proporcionar una referencia clara que permita trazar la documentación hasta las partes correspondientes de la cadena de herramientas y los datos.
- d) La documentación deberá ser mantenida a lo largo de todo el ciclo de vida de la utilización de la cadena de herramientas. El evaluador podrá auditar al fabricante mediante la evaluación de su documentación o la realización de ensayos físicos.