

Trabajo Fin de Grado

Reforma de un vehículo tipo side by side por modificación de la carrocería instalando una caja abierta en la parte posterior.

Modification of a side-by-side vehicle by altering the bodywork and installing an open box at the rear of the vehicle.

Autor:

Eduardo Calvo Gracia

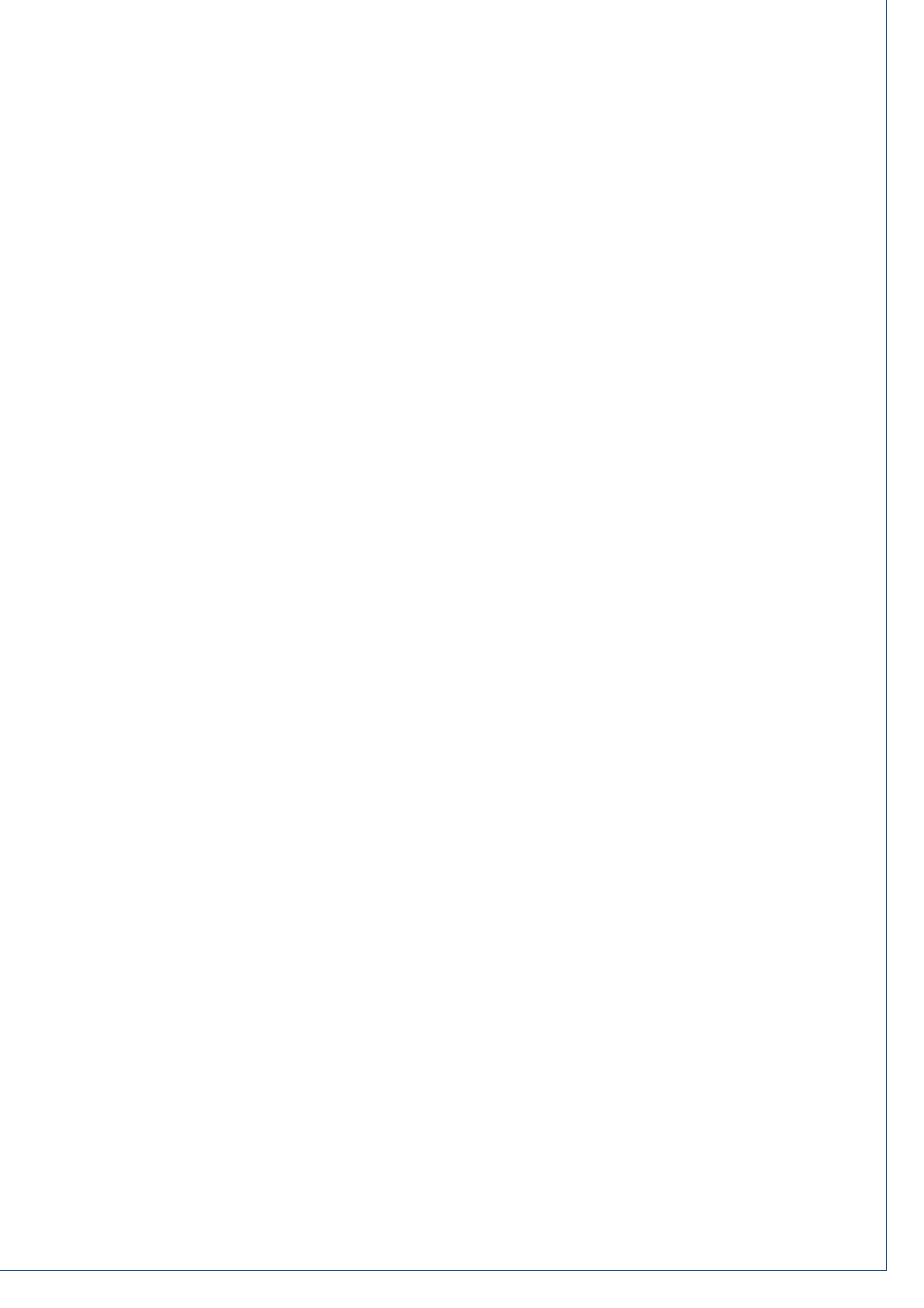
Director:

Santiago Baselga Ariño

Titulación del autor

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA 2025



ÍNDICE

1.	Objeto del proyecto	1
2.	Introducción sobre reformas y normativa	1
3.	Ejecución del proyecto	3
3.1.	Descripción de la reforma.....	3
3.2.	Cálculos.....	5
3.2.1.	Caja	5
3.2.2.	Reparto de Cargas en Circulación	6
3.2.3.	Rigidez	7
3.2.4.	Características antes y después de la reforma	7
3.3.	Comprobación de la normativa.....	8
3.3.1.	Reglamentación aplicada	8
3.3.2.	Códigos de reformas tipificados	9
3.3.3.	Búsqueda de AR a comprobar	10
3.3.4.	Verificación de Actos Reglamentarios.....	11
4.	Conclusiones	21
	Referencias	a

Resumen del trabajo

Se ha desarrollado el proyecto técnico para la reforma de un vehículo tipo Side by Side Polaris RZR CREW, categoría 50 y clasificado como tractor según el Manual de la ITV.

La reforma consiste en modificar la estructura tubular trasera con el fin de ampliar el espacio disponible e instalar una caja tipo pick-up, aumentando así la capacidad de carga del vehículo.

El proyecto incluye la comprobación de los actos reglamentarios aplicables a estas modificaciones, conforme a la Sección III del Manual de Reformas de Vehículo, garantizando que la intervención pueda ser ejecutada por un técnico competente y autorizada legalmente, así como el cálculo de rigidez y resistencia de la estructura modificada a través de estudios estáticos de flexión y torsión por elementos finitos usando Solid Works.

Abstract

The technical project has been developed for the modification of a Side by Side Polaris RZR CREW vehicle, category 50 and classified as a tractor according to the ITV Manual.

The modification consists of altering the rear tubular structure in order to increase the available space and install a pick-up type cargo bed, thereby increasing the vehicle's load capacity.

The project includes the verification of the regulatory acts applicable to these modifications, in accordance with Section III of the Vehicle Reform Manual, ensuring that the intervention can be carried out by a competent technician and legally authorized, as well as the calculation of the stiffness and strength of the modified structure through a static bending and torsion studied by finite elements analysis using SolidWorks.

1. Objeto del proyecto

El objetivo principal del proyecto es familiarizarse con los distintos documentos técnicos necesarios y habituales en la elaboración de proyectos de ingeniería. En el ámbito específico de las reformas de vehículos, esto implica trabajar con normativa de referencia como el Manual de Reformas de Vehículos, el Manual de la ITV y diversos Reales Decretos que regulan los aspectos técnicos y legales. Estos documentos constituyen la base sobre la que se apoyan los procesos de homologación, y su correcto manejo resulta esencial para garantizar que cualquier modificación cumpla con los requisitos de seguridad, fiabilidad y legalidad.

Se trata de documentos extensos y con un lenguaje técnico que, en muchos casos, puede resultar complejo. Por ello, es fundamental aprender a interpretarlos correctamente, identificar los apartados relevantes para cada situación y aplicarlos de manera práctica en el desarrollo del proyecto.

Con esta idea, se ha elegido como caso de estudio la reforma de un vehículo tipo Side by Side, consistente en la incorporación de una caja tipo pick-up en su parte trasera. El proyecto se orienta principalmente a la revisión y aplicación de la normativa y de la documentación técnica necesaria, lo que permite practicar con un caso real cómo se identifican los requisitos legales y reglamentarios que intervienen en una reforma de este tipo.

2. Introducción sobre reformas y normativa

Para las reformas de importancia de vehículos ya matriculados, se requiere de algunos requisitos, como son:

- Proyecto técnico detallado de la reforma y certificado de obra, suscritos ambos por un técnico titulado competente
- Informe de la empresa fabricante o de un laboratorio de automóviles acreditado en el que se indique que la reforma no disminuye las condiciones de seguridad del vehículo.
- Certificado del taller donde se efectuó la reforma

Estos requisitos están establecidos en el Real Decreto 866/2010 [1] que regula la tramitación de reformas de importancia en vehículos de carretera.

En lo que respecta al proyecto técnico, que es el objeto principal de este trabajo, se debe consultar el Manual de Reformas de Vehículos [2]. En su apartado 5.1 del Preámbulo se detallan todos los aspectos relacionados con el documento del proyecto técnico, incluyendo la identificación del vehículo, los apartados que debe contener la memoria, las características del vehículo antes y después de la reforma, los cálculos justificativos, el pliego de condiciones y

otros elementos necesarios. Este apartado proporciona las indicaciones mínimas que debe cumplir cualquier proyecto técnico para la reforma de un vehículo.

El Manual de Reformas está organizado por secciones según el tipo de vehículo, el cual se clasifica claramente en el Manual de la ITV [3]. Según esta clasificación, se puede identificar qué reformas están contempladas para cada tipo de vehículo, y dentro de cada reforma se especifican los actos reglamentarios que deben verificarse.

Los Actos Reglamentarios a partir de ahora AR, que se deban comprobar en esa reforma estarán en una tabla con su número de criterio de aplicación que indicara a que fecha hay que comprobar el AR según el sistema afectado en la reforma pudiendo variar las restricciones según las actualizaciones del AR en cuestión.

Y, por último, para recoger los datos técnicos del vehículo se recurre a la ficha reducida (Anexo II) del vehículo que se puede consultar en la página del Ministerio de Industria [2], para obtener datos como dimensiones, pesos, y reparto de cargas entre otros.

3. Ejecución del proyecto

3.1. Descripción de la reforma

A continuación, se aclara el tipo de vehículo y la reforma a realizar en el mismo.



Figura 1 Vehículo analizado

El vehículo es un RZR CREW de Polaris.

MARCA: Polaris	TIPO: RZR CREW
VARIANTE: A1	DEN.COMERCIAL: RAZOR XP 4
BASTIDOR:	1POLA200T3R900ACE67890
MATRÍCULA: 5115 POL	Fecha 1ªmatriculación: 01/01/2020
CATEGORÍA: T1a	CLASIFICACIÓN: 50
TIPO DE CARROCERÍA:	—

Tabla 1 Vehículo analizado

Es un Side by Side, calificado como tractor como bien hemos indicado antes, formado con una estructura tubular que es la que vamos a modificar para incluir la caja tipo pick up en la parte trasera.

La caja se va a conformar con panel sándwich de aluminio, y unidos con Perfiles en L y en U (fichas técnicas en Anexo III) de acero. Se usarán los perfiles en L para unir los paneles entre sí, y los perfiles en U para cerrar los cantos de la parte superior de los paneles verticales y evitar que corten y proporcionar más rigidez.

Y la modificación de los tubos traseros se hará en taller aumentando la distancia útil para colocar la caja de 620 mm a 1150 mm.

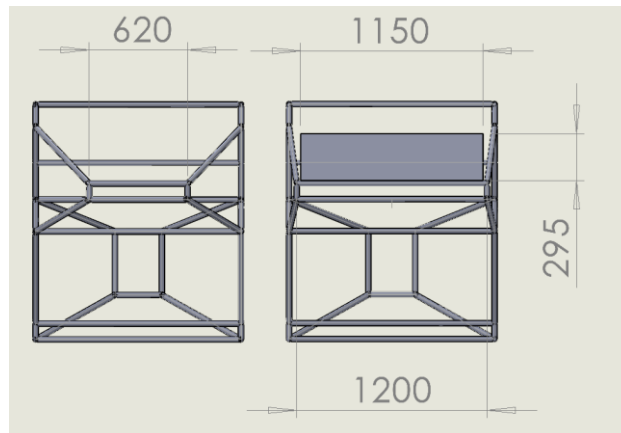


Figura 2 Vehículo analizado

Para los cálculos que se realizan se va a contemplar la estructura tubular que configura la parte resistente principal del vehículo, este tipo de vehículos se suele construir con tubos de acero de construcción o estructural, en este trabajo se ha valorado uno intermedio, el Acero de construcción S355 (Anexo III) dado que el fabricante no lo especifica por motivos de confidencialidad.

Para los cálculos que se realizan el tubo en concreto no supone ningún inconveniente, lo primero que se comprobaría sería que la estructura aguantará la caja, pero cualquier tubo de los nombrados aguanta la caja con un margen de seguridad muy grande dado que la caja pesa en total unos 100 kg, y lo segundo que se hará será un análisis de rigidez para ver cómo se va a comportar la estructura del vehículo, pero como va a ser comparativo por la geometría de barras, porcentualmente será lo mismo si el tubo tiene propiedades más o menos grandes.

Cabe recalcar que este análisis no es necesario dado que no se pide como requisito en ninguno de los Actos reglamentarios a comprobar en la reforma, pero dado que vamos a modificar una parte de la estructura del vehículo se debe de comprobar para verificar que no disminuyen las condiciones seguridad del vehículo.

3.2. Cálculos

En este apartado se explica brevemente cómo se han desarrollado estos apartados en el proyecto (Anexo I), mostrando de manera resumida el contenido y la organización de cada sección.

3.2.1. Caja

Para la caja se ha optado por panel sándwich de 25 mm, cuyas características completas se recogen en el Anexo III. Este tipo de paneles se ha empleado tanto en los paneles del perímetro como en la base de la caja, proporcionando una combinación de ligereza y resistencia mecánica adecuadas para su función.

Los paneles perimetrales se han fijado mediante perfiles en L de Acero Inoxidable AISI-304 de 30 mm por lado y 3 mm de espesor, colocados tanto en el interior como en el exterior de los paneles. Estos perfiles no solo permiten unir los paneles entre sí y con la base, sino que también refuerzan la estructura y protegen los cantos frente a impactos o deformaciones.

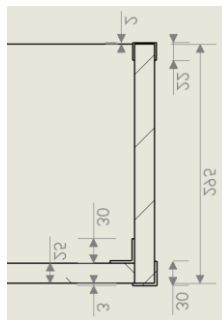


Figura 3 Detalle constructivo caja

Además, para la parte superior de los paneles perimetrales se ha utilizado un perfil en U de acero inoxidable AISI-304 de 20x25x20 mm con un espesor de 2 mm. Este elemento cumple una doble función: protege los cantos superiores frente a posibles golpes y evita riesgos de cortes, aumentando la seguridad en el manejo de la caja. La combinación de perfiles en L y en U asegura que la caja tenga estabilidad estructural, resistencia a impactos y un acabado seguro y duradero, mientras que los materiales seleccionados garantizan resistencia a la corrosión y larga vida útil del conjunto.

Según los cálculos desarrollados en el Proyecto (Anexo I) se obtiene:

- Peso total de la caja = 101 kg
- Altura del centro de gravedad a 66 mm de la parte inferior

3.2.2. Reparto de Cargas en Circulación

Para el siguiente apartado de cálculo del reparto de cargas en circulación hará falta conocer la distancia longitudinal del centro de gravedad tanto del vehículo como de la caja agregada desde los ejes que son los que soportarán las cargas.

En la ficha reducida del vehículo se tiene el reparto de cargas del vehículo inicial, con él se ha hecho un prototipo 3D en Solid Works (Anexo IV), de el que se sacará las distancias al cdg.

Se usan las ecuaciones habituales para el reparto de cargas:

Ec. 1

$$R_{tQ} + R_{dQ} = Q \rightarrow R_{tQ} = Q \cdot \frac{d_Q}{d_{et}}$$

$$R_{tQ} + d_{et} = Q \cdot d_Q \rightarrow R_{dQ} = Q \cdot R_{tQ}$$

Se tiene en cuenta para estos cálculos la tara del vehículo inicial, las cargas de conductor y copiloto a la medida estándar de estos vehículos, la de los pasajeros contando para estos dos últimos apartados una media de 75 kg por persona que es lo que marca el Reglamento General de Vehículos a partir de ahora RGV [3], y la caja.

Se ve como en la tara, y personas, se descuenta a la medida 370 mm que es el radio de la rueda, que es lo que queda si se calcula con los datos de la ficha reducida (Anexo II):

$$(\text{Longitud total del Vehículo} - \text{Distancia entre ejes}) / 2$$

Así se podrá saber la distancia desde el eje que es donde recaen las cargas.

Y la última fila de la tabla son las MMAs también sacadas de la ficha reducida (Anexo II), para comprobar que no se pasa de peso.

Cargas [kg]	d_Q [mm]	Eje Delantero	Eje Trasero	Total
Tara	1918-370 = 1548	341	509	850
Conductor y Copiloto	1575-370= 1205	89	61	150
Pasajeros	2190-370= 1820	58	92	150
Caja	2904.5	3	98	101
MMTA/MMA	1548	530	790	1320

Tabla 2 Reparto de cargas

3.2.3. Rigidez

El cálculo de rigidez se ha hecho con Solid Works, haciendo estudios estáticos de flexión y de torsión.

Se ha dejado fijada la parte frontal inferior del vehículo y se han puesto las cargas en la zona donde ejercería la fuerza el eje trasero, se ha establecido un valor de 5000 N para las cargas, que es un valor que podría tener el vehículo con los pasajeros y carga en la caja llevado a un solo punto para para considerar un caso desfavorable.

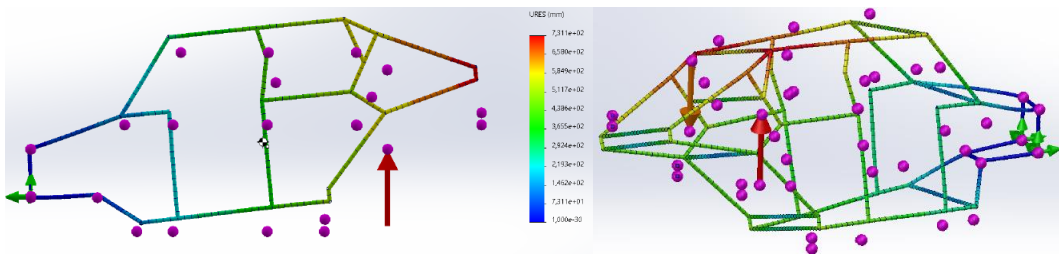


Figura 4 Estudios de rigidez

Se ha asignado al modelo 3D el material valorado anteriormente, acero estructural S355JR, con un límite elástico de 355 MPa.

Debido al cambio de posición de los tubos de la estructura del vehículo, los resultados que se extraen de Solid Works indican que pierde un 1,3 % de rigidez a flexión y un 3,84 % a torsión. Son valores pequeños que ayudarán a mantener el vehículo en contacto con el suelo en su uso en malos terrenos.

Rigidez	Sin modificación de tubos	Con modificación de tubos	Δ Rigidez (%)
Flexión	8547	8436	1.3%
Torsión	21209	20395	3.84%

Tabla 3 Tabla resultados rigidez

3.2.4. Características antes y después de la reforma

Lo único que se modifica del vehículo es que se le agrega la caja, por tanto, cambiarán pocos apartados de la tabla de características de la siguiente manera:

- MOM (Masa en Orden de Marcha): De 925 kg a 1026 kg

Esto se obtiene al sumarle a la MOM inicial de la ficha reducida (Anexo II) de vehículo el peso de la caja que es lo que se agrega que no se tenía anteriormente.

- Tara total: De 850 kg a 951 kg

Exactamente lo mismo que en el apartado anterior, pero descontando 75 kg que es el peso de un piloto promedio como se especifica en el RGV [3].

- Tara 1ºE: Es la tara del eje delantero que pasa de 341 kg a 344 kg

Este incremento se puede deducir de la tabla de cálculos de reparto de cargas en circulación del proyecto (Anexo I), de la suma del reparto de la Tara inicial más el reparto de cargas de la caja a los ejes.

- Tara 2ºE: Es la tara del eje trasero que pasa de 509 kg a 607 kg

Igual que en el apartado anterior.

Al no tocarse masas máximas admisibles, dimensiones totales del vehículo dado que la caja queda por dentro de estas, ni ninguna otra característica, estas son las únicas que habría que actualizar en la ficha reducida de características técnicas que viene contemplada en el RD 750/2010 [4].

3.3. Comprobación de la normativa

En este apartado se seguirán los diferentes pasos a seguir para encontrar y verificar la normativa exigida para esta reforma.

3.3.1. Reglamentación aplicada

Para la redacción del proyecto, se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación:

- Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.
- Real Decreto 2028/1986 de 6 de junio por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas directivas de la CEE relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de piezas y partes de dichos vehículos.
- Real Decreto 2822/1998 de 23 de diciembre por el que se aprueba el reglamento general de vehículos.
- Manual de Reformas de Vehículos: Documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en colaboración con los órganos competentes en materia de ITV de las comunidades autónomas, que establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación.

- Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos. Sean a continuación algunas de sus disposiciones generales.

3.3.2. Códigos de reformas tipificados

Lo primero que se plantea al iniciar el proyecto, una vez definida la reforma a realizar, es qué Actos Reglamentarios (AR) deben revisarse. Para ello es necesario identificar a qué códigos de reformas se afecta, a continuación, se debe determinar en qué sección del Manual de Reformas [2] realizar la búsqueda. Dichas secciones se encuentran organizadas según las categorías de vehículos, por lo que es necesario determinar a qué categoría pertenece el vehículo.

En la tarjeta de la ITV, está el número de homologación con el cual se podrá buscar en la página del ministerio [2] la ficha reducida del vehículo, si no se tuviera la tarjeta, se podría realizar una búsqueda por marca etc., pero la mejor forma es con la contraseña de homologación.

En la ficha reducida se encuentra el apartado categoría del vehículo que pertenece a la T1a, y si se comprueba con el Manual de la ITV [5], está catalogado como vehículo Agrícola y está en el T1, se comprueba que las especificaciones son correctas:

- La vía mínima del eje más cercano al conductor es mayor a 1150 mm, en este caso 1428 mm
- La masa en vacío y en marcha mayor a 600 kg, en este caso 925 kg
- La altura libre sobre el suelo en menor de 1000 mm, en este caso menos de 400 mm, así que efectivamente se está mirando la categoría correcta.

Una vez conocida la categoría a la que pertenece ya se puede ir a la Sección III - vehículos agrícolas del Manual de Reformas [6], que es sobre la que se trabajará para este proyecto.

De los diferentes grupos de reformas numerados del 1 al 11 en esta sección, solo se afecta a dos, al Grupo 8 Carrocería, y al Grupo 9 Alumbrado, de los cuales únicamente se aplican dos Códigos de Reformas (CR).

Los CR afectados son:

- 8.50. Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero.
- 9.2. Modificación o sustitución de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización, en cuanto a ubicación o características.

Al revisar los diferentes Códigos de Reformas (CR), se observa que existen varias tablas y diversa información referente a distintos Actos Reglamentarios (AR) en cada CR, por tanto, es necesario determinar sobre cuál trabajar para poder comprobar los AR requeridos.

3.3.3. Búsqueda de AR a comprobar

Al revisar los diferentes CR, se observa en su apartado correspondiente que hay una primera tabla en la que su encabezado dice “para vehículos homologados conforme a los AR anteriores al R (UE) 167/2013”, lo cual excluye al vehículo de esta reforma, dado que en la ficha reducida (Anexo II) del vehículo aparece como parte de la contraseña “167/2013”, esto quiere decir que se ha homologado conforme a los AR especificados en el R (UE) 167/2013, por tanto, se debe ir a la tabla de dicho CR que especifica “Para vehículos homologados conforme a los AR especificados en el R (UE) 167/2013”.

En la tabla se ve tanto la categoría del vehículo, como el sistema afectado, la referencia del AR a comprobar y el criterio de aplicación para dicho AR, por si es más o menos restrictivo como se ha comentado anteriormente.

Independientemente de que un mismo AR deba comprobarse en varios CR, solo es necesario comprobarlo una vez, seleccionando el criterio de aplicación más restrictivo, esto está indicado en el apartado 4 del preámbulo del Manual de Reformas [6].

En este caso, se tienen los siguientes Actos Reglamentarios (AR) a comprobar, junto con sus criterios de aplicación.

Los Actos Reglamentarios que pueden verse afectados por la reforma de acuerdo con el Manual de Reformas de Vehículos (elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio son:

Descripción AR	AR	Crit
Placa de matrícula	R(UE)2015/208 Anexo XIX	2
Mecanismo de dirección	R(UE)2015/208 Anexo V	1
Retrovisores	R(UE)2015/208 Anexo IX	2

Descripción AR	AR	Crit
Dimensiones y masa remolcable	R(UE)2015/208 Anexo XXI	1
Masa máxima en carga	R(UE)2015/208 Anexo XXII	2
Dispositivos de alumbrado y señalización luminosa y sus fuentes de luz	R(UE)2015/208 Anexo XI	2
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	R(UE)2015/208 Anexo XII	2
Compatibilidad electromagnética	R(UE)2015/208 Anexo XV	2

Tabla 4 AR afectados

3.3.4. Verificación de Actos Reglamentarios

PLACA DE MATRÍCULA

Para comprobar que todo sobre la placa de matrícula que se exige para esta reforma es correcto, se debe comprobar la tabla del Manual de Reformas [6] que nos indican que se tiene que comprobar el documento R(UE)2015/208 [7] en su Anexo XIX que es el que se especifica, y además valdría con comprobar el reglamento que fuera vigente a fecha de primera matriculación del vehículo por el número 2 que marca el criterio de aplicación de este AR, como las fechas de matriculación y reforma del vehículo son muy recientes y cercanas entre si se comprobará la última actualización de este reglamento.

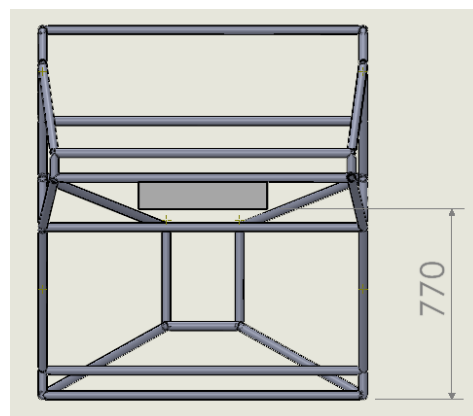


Figura 5 Esquema placa de matrícula

El Artículo XIX indica Requisitos relativos a las placas de matrícula, los que se han tenido que revisar y se van a repasar a continuación:

1. *Forma y dimensiones de los espacios destinados a las placas posteriores de matrícula.*

Este apartado establece unas dimensiones mínimas a cumplir; se cumplirán en este caso, dado que no se modificará dicho espacio durante la reforma.

2. Ubicación del espacio para el montaje y la fijación de las placas.

Este apartado tiene varios subapartados, que hablan de la posición en la que debe de estar la placa respecto a planos del vehículo y sus tolerancias.

Como no se va a mover la placa de lugar este apartado no afectará a la reforma.

MECANISMO DE DIRECCIÓN.

En este AR se debe de comprobar el Anexo V del R(UE)2015/208 [7] el mismo que antes, y que se empleará en apartados sucesivos, aplicando el criterio de aplicación (1) correspondiente a la fecha de reforma del vehículo.

ANEXO V

Requisitos relativos a la dirección

Figura 6 Anexo V R(UE)2015/208

Se repasan los requisitos que se tienen que comprobar en este AR:

1. Descripciones

Este no es un punto a revisar, si no que en estos tipos de documentos se añaden estos apartados para saber a qué se refieren con cada termino en todo momento inequívocamente.

2. Requisitos generales

En este punto se indica que debe garantizarse una conducción fácil y segura del tractor, mencionando además tractores de otras categorías que deben comprobar apartados distintos de otros Anexos. Dado que no se modificará el mecanismo de conducción, este punto no se verá afectado.

3. Requisitos detallados

Tiene varios subapartados que se resumen a continuación.

El primero habla del mando de dirección, habla de cómo tiene que ser el tipo de giro y agarre del mando, también dice que el esfuerzo necesario para describir un círculo de radio 12m no deberá exceder de 25daN, y un ensayo que debe de pasar para comprobar que cumple este giro.

Al no modificar el mecanismo ni el mando se va a cumplir este apartado, hay que comentar, que en este apartado, se podría tener en cuenta, si fuera otro tipo de vehículo que al ponerle una masa detrás, podría haber problemas de sobreviraje, pero nuestro vehículo tiene el cdg solo contando estructura tubular y caja bastante centrado y cercano al suelo, a esto hay que ponerle que se le va a poner el motor que es un elemento muy pesado en la parte delantera, más asientos, y personas, esto junto al sistema de suspensión que se le pone a estos vehículos para la adhesión con el terreno y la absorción de los malos terrenos por donde va a circular hace que no sea necesario preocuparse por el subviraje o sobreviraje de este vehículo.

El segundo subapartado habla del mecanismo de dirección, habla de que tipos de mecanismo eléctricos, hidráulicos, neumáticos, puede incorporar el mismo, que debe ser de fácil acceso para el mantenimiento y la inspección, recordando que el vehículo está clasificado como tractor agrícola. También se especifican las partes de protección del circuito frente a excesos de presión.

El vehículo estará de fabrica en este sentido y se habrán encargado de cumplir toda la normativa para su anterior homologación.

El tercero habla sobre las ruedas directrices, especifica que todas podrán ser ruedas directrices, es este caso, en la ficha reducida (Anexo II), marca Ejes motrices 2/DELANTERO Y TRASERO.

El cuarto habla del Equipo especial, que si lleva algún equipo de dirección asistida tiene que tener un sistema para que el vehículo pueda ser conducido aún si falla el equipo especial. En esta reforma esto no se afecta de ninguna manera.

RETROVISORES

En este AR pide revisar el Anexo IX Requisitos relativos a los retrovisores con criterio de aplicación 2:

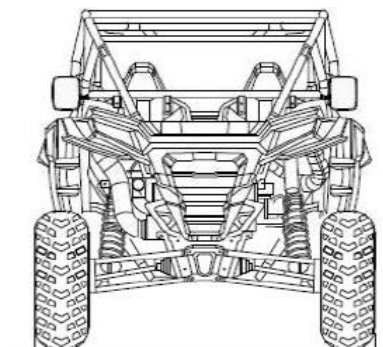


Figura 7 Esquema retrovisores

1. Requisitos del equipo

Dice que todo tractor tiene que estar provisto de dos retrovisores exteriores y uno interior opcional, el vehículo de esta reforma tiene los dos exteriores de fábrica.

2. Generalidades

Habla de las homologaciones de los retrovisores, modo de fijación en el caso de vehículos con sillín o y manillar que no es el caso de esta reforma y que al no modificar ningún aspecto de los retrovisores no afecta a la reforma.

No se va a agregar ni cambiar retrovisores.

3. Ubicación

Dice como se deben de poder visualizar los retrovisores y de cuanto pueden sobresalir de la carrocería.

Como no se tocan los laterales del vehículo en la reforma no afecta.

4. Ajuste

Recuerda que los retrovisores interiores deben ser ajustables desde el puesto del conductor, que para ajustar los exteriores se tiene que poder hacer sin abandonar el puesto del piloto, y que podrán bloquearse en una posición determinada desde el exterior, y que el punto anterior no será de aplicación si los retrovisores pueden volver automáticamente a su posición inicial sin necesidad de herramienta.

El ajuste es el mismo que de fábrica.

5. Campo de visión de los retrovisores de la clase II

La clase dos lo especifica en el punto 2 de generalidades son los retrovisores exteriores, dice que los dos retrovisores izquierdo y derecho deben de tener un campo de visión tal que como mínimo el conductor pueda ver la parte plana de la vía, hasta el horizonte del plano longitudinal vertical más a la izquierda o derecha de la anchura total del vehículo, y que los fabricantes podrán elegir entre aplicar el punto anterior o la norma ISO 5721-2:2014.

Este era el único punto que podría haber afectado si la caja hubiera sobresalido por los laterales y hubiéramos roto el plano mencionado anteriormente, pero la caja queda en el interior del vehículo y por tanto, no afecta.

DIMENSIONES Y MASA REMOLCABLE

En este acto reglamentario se indica comprobar el Anexo XXI, sobre los requisitos relativos a las dimensiones y las masas remolcables con criterio de aplicación 1 a fecha de la tramitación de la reforma.

ANEXO XXI

Requisitos relativos a las dimensiones y las masas remolcables

Figura 8 Anexo XXI R(UE)2015/208

1.Descripciones

Como se ha visto en apartados anteriores, es un apartado del acto reglamentario para describir claramente los términos sobre los que se va a tratar en el mismo.

2.Dimensiones

En este apartado se dan unas series de dimensiones que tienen que cumplir los vehículos dentro de ciertas categorías que están separadas en subapartados de este apartado, y al principio del apartado dos, se dan una serie de indicaciones de cómo serán hechas las medidas: con la masa en vacío del vehículo en orden de marcha, sobre una superficie horizontal plana, etc.

3.Masa remolcable admisible

Se indica que esta masa puede consistir en uno o varios remolques arrastrados o aperos agrícolas o forestales. Y que se distingue entre la masa remolcable técnicamente admisible declarada por el fabricante según se establece en el punto 2 de este apartado.

Esta masa no deberá exceder de:

La masa remolcable técnicamente admisible declarada por el fabricante del tractor, teniendo en cuenta requisitos del Anexo XXXIV, y que la masa remolcable de los acoplamientos no podrá exceder de la de su correspondiente homologación dependiendo del tipo de componente.

Dado que las dimensiones se mantienen, ya que la caja se incorpora dentro de los límites de largo, ancho y alto, y no existen masas remolcables, este AR no se ve afectado.

MASA MÁXIMA EN CARGA

En el Anexo XXII los Requisitos relativos a la masa máxima en carga del vehículo con criterio 2 a fecha de 1º matriculación se tiene que:

ANEXO XXII

Requisitos relativos a la masa máxima en carga

Figura 9 Anexo XXII R(UE)2015/208

1. Definiciones

Definiciones esenciales como en los AR anteriores.

2. Requisitos

En su primer apartado habla de que la autoridad aceptará como masa máxima en carga admisible la masa máxima en carga técnicamente admisible indicada si:

Los resultados de ensayos, particularmente los de frenado y dirección son satisfactorios, y si la masa máxima en carga técnicamente admisible y la masa máxima técnicamente admisible por eje no sobrepasan los valores del Cuadro 1 de dicho Anexo.

En este caso para un T1 de 2 ejes, se tiene el Cuadro 1:

Masa máxima admisible: 18 toneladas en carga

Masa máxima admisible por eje:

Eje motor = 11,5 toneladas, Eje no motor = 10

El vehículo cuenta con una masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA) igual a 1320 kg, valor que en ningún caso se sobrepasa.

En su segundo apartado habla de que sea cual sea el estado de carga del tractor la masa transmitida a la calzada por las ruedas del eje de dirección no deberá ser inferior al 20% de la masa en vacío del tractor:

Así que se comprueba con la masa en orden de marcha MOM del vehículo cuanto transmite como mínimo al eje delantero el vehículo:

Ec. 2

$$\frac{Tara_1}{Tara_{TOTAL}} = \frac{344 \text{ Kg}}{951 \text{ Kg}} = 0.36 = 36\%$$

DISPOSITIVOS DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA Y SUS FUENTES DE LUZ

Este AR remite al Anexo XI para los Requisitos relativos a los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa y a sus fuentes de luz con un criterio de aplicación 2 a fecha de matriculación.

El cual cita unos requisitos de los reglamentos CEPE aplicables según se citan en el Anexo I de este reglamento, tanto luces y dispositivos de señalización tanto como de lámparas de filamentos, de gas y LED.

En este caso no vamos a instalar nuevos dispositivos de alumbrado y ya cuenta con unos ya homologados y comprobados.

INSTALACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA

Se revisa el Anexo XII sobre la Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa con criterio de aplicación 2 a fecha de matriculación.

ANEXO XII

Requisitos relativos a las instalaciones de alumbrado

Figura 10 Anexo XII R(UE)2015/208

1. Definiciones

Otra vez un artículo de definiciones con relación a este AR, bastante extenso

2. Procedimiento de ensayo para la homologación de tipo UE

Indica la documentación a presentar para la solicitud de homologación de tipo UE de los que se hablan desde el apartado 1 al 4.

En el primer subapartado pide una descripción del tipo de vehículo por lo que respecta a sus dimensiones y su forma exterior, número y ubicación de dispositivos de alumbrado.

En el segundo subapartado se pide una lista de los dispositivos destinados a formar parte del equipo de alumbrado y señalización.

En el tercero un diagrama de la instalación de alumbrado y señalización en su conjunto.

En el cuarto uno o más dibujos de la superficie iluminante de los dispositivos. Con una serie de requisitos para estos.

El quinto indica que deberá de presentarse al servicio técnico para que realice los ensayos de homologación.

3. Homologación

Indica que los documentos del apartado dos se deben de presentar según el reglamento de ejecución (UE) 2015/504.

4. Número y marcados de homologación

Todo vehículo homologado irá marcado según el modelo del anexo IV del Reglamento de Ejecución (UE) 2015/504.

5. Especificaciones generales

En el apartado uno da unas indicaciones de que deben de conservar ciertas características especificadas en ciertos apartados y en concreto, que deberá de ser imposible desajustar las luces de forma involuntaria, teniendo en cuenta utilización normal y las vibraciones a las que estará sometido el vehículo.

En el apartado dos especifica que tipo de toma de corriente permanente conectada deberán de llevar los vehículos en diferentes casos y las normativas correspondientes.

En el apartado tres dice que las luces deberán instalarse de manera que sean fáciles de ajustar correctamente.

En el apartado cinco y seis se indica como se deberán verificar las luces del vehículo que si no hay instrucciones específicas será en vacío y colocado en una superficie horizontal.

En el siete considera que se cumplirán los requisitos de un vehículo con forma exterior asimétrica si las luces respecto al plano longitudinal mediano y al plano de apoyo sobre el suelo es la misma.

En el ocho se detalla ampliamente si las luces están agrupadas, combinadas o recíprocamente incorporadas con otras del vehículo para que estén conectadas con más funciones que puedan activarse a la vez o se activen a la vez, que requisitos cumplir en cuanto a funcionamiento y condiciones.

En el nueve da indicaciones de desde donde se medirán las respectivas distancias para verificar las luces.

El diez tiene especificaciones y características a cumplir sobre la fotometría de las luces.

En el once da las indicaciones de colores y visibilidad que pueden tener las luces en el vehículo como por ejemplo que no podrá verse una luz roja desde la zona frontal del vehículo.

El doce da indicaciones sobre las conexiones eléctricas y de cuando no serán aplicables dichas condiciones.

El trece se refiere a que las luces de carretera y de cruce, así como las antiniebla delanteras, solo puedan encenderse cuando también estén las de posición.

El catorce dice que la función de los testigos de conexión puede estar desempeñada por testigos de funcionamiento.

El quince da los distintos colores de cada tipo de luz del vehículo, como por ejemplo de carretera, blanco, luz de frenado, rojo, posición delantera, blanco, posición trasera, rojo.

El dieciséis se refiere a requisitos para luces escamoteables.

El diecisiete tiene requisitos para las luces de ubicación variable.

El dieciocho sobre las disposiciones generales relativas a la visibilidad geométrica dado que estamos en categoría de tractores.

El diecinueve sobre el número de luces necesarias para el vehículo.

El veinte sobre las disposiciones generales a la superficie iluminantes de las luces del vehículo.

Y el veintiuno dice que los catadióptricos también se consideran luces y deberán de cumplir los requisitos del presente Anexo.

6. Especificaciones particulares

Este apartado es bastante extenso, en resumen, habla de la normativa de alumbrado en tractores y sus remolques o maquinaria agrícola. Básicamente define qué luces tienen que llevar, en qué casos son obligatorias u opcionales, cómo se colocan, su altura, su intensidad y cómo se controlan.

Compatibilidad electromagnética

En este AR nos refiere al Anexo XV, con un criterio de aplicación 2, a fecha de primera matriculación.

Este anexo tiene varias partes y es bastante extenso así que lo se resumirá dado que tras su comprobación no afecta para la reforma.

En la primera hay un apartado de definiciones como ya se ha visto en otros anexos.

En la segunda parte del anexo indica como se debe solicitar la homologación de tipo UE, el marcado, las especificaciones a cumplir, las excepciones, y frecuencias a comprobar.

En la tercera habla de los métodos de medición de las emisiones electromagnéticas de banda ancha radiadas por los vehículos para comprobar que cumplen los requisitos especificados.

En la parte cuatro sobre los métodos de medición de las emisiones electromagnéticas de banda estrecha.

En la cinco sobre el método de ensayo de la inmunidad de los vehículos a la radiación electromagnética.

En la seis de los métodos de medición de las emisiones electromagnéticas de banda ancha radiadas por los subconjuntos eléctricos o electrónicos.

En la siete sobre el método de medición de las emisiones electromagnéticas de banda estrecha radiadas por los subconjuntos eléctricos o electrónicos.

En la ocho de Métodos de ensayo de la inmunidad de los subconjuntos eléctricos o electrónicos a la radiación electromagnética.

4. Conclusiones

De cara al cliente final, la conclusión principal es que la reforma puede ejecutarse sin necesidad de trámites adicionales ni adaptaciones complementarias, puesto que se encuentra completamente dentro de los márgenes establecidos por la normativa vigente y cumple con todos los requisitos reglamentarios. Esto significa que la modificación es viable tanto desde el punto de vista técnico como desde el legal, y que el cliente no tendrá que asumir procesos extra de homologación más allá de los habituales en este tipo de actuaciones.

En términos prácticos, se traduce en una reforma sencilla de legalizar y plenamente segura para su uso posterior.

A nivel personal, la valoración de esta reforma es que ha resultado más accesible a nivel técnico gracias a la categoría en la que se encuadra el vehículo. El hecho de que se trate de un vehículo agrícola ofrece un mayor margen de maniobra que el que tendría un vehículo particular, ya que la normativa aplicable a esta tipología está diseñada pensando en su uso como máquina de trabajo. En muchos casos, estos vehículos son manejados por profesionales y no por el público general, lo que hace que los requisitos para ciertas modificaciones sean menos restrictivos en comparación con los aplicables a un turismo o a un vehículo de transporte convencional. Esto supone una ventaja en proyectos como el presente, ya que facilita la integración de nuevas soluciones sin comprometer la legalidad ni la seguridad.

No obstante, este trabajo también ha puesto de manifiesto la complejidad normativa existente en el ámbito de las reformas de vehículos. Aunque pueda parecer que se trata de una modificación sencilla desde el punto de vista constructivo, la realidad es que existe una gran cantidad de normativa europea y nacional que debe analizarse con detalle para asegurar el cumplimiento de todos los requisitos. Esto resalta la importancia de que haya técnicos e ingenieros especializados en homologación y reformas.

En conclusión, puede afirmarse que la reforma no solo es viable, sino también un ejemplo representativo de cómo la ingeniería debe conjugar el diseño técnico con el marco normativo.

Referencias

- [1] Gobierno de España, «Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.,» 2010.
- [2] Ministerio de Industria, «Sede electrónica Gestión integrada de Aplicaciones de Vehículos».
- [3] Gobierno de España, «Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.».
- [4] Gobierno de España, «Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.».
- [5] Ministerio de Industria, «MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LAS ESTACIONES I.T.V.».
- [6] Gobierno de España, «Manual de Reformas de vehículos - 7ª Revisión,» 2022.
- [7] Union Europea, «REGLAMENTO DELEGADO (UE) 2015/208 DE LA COMISIÓN».