



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**REFORMA DE IMPORTANCIA
PARA LA TRANSFORMACIÓN DE
UN VEHÍCULO INDUSTRIAL**

Alumno: Francisco Jesús Checa Aranda

Tutor: Prof. D. Luis Antonio Felipe Sesé

Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

A, 2024

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría mostrar agradecimiento a mis padres, Paco y Ana, mi hermano, Sergio, mi abuela, Pilar y mis abuelos que no han tenido la fortuna de acompañarme hasta el final de este camino. Gracias por ayudarme y comprender todas las decisiones que he tomado hasta llegar aquí, y siempre creer en mí. Siempre me han enseñado que las cosas se logran con trabajo, esfuerzo y humildad, ellos son el ejemplo y en lo que me fijo a diario para continuar mejorando en cualquier ámbito.

Agradecer a Eva, por ser la mejor compañera que podría haber tenido durante este camino, cuando las cosas han ido bien y sobre todo cuando no han salido como se esperaba. Pero siempre apoyándome, comprendiéndome, confiando en mí y aconsejándome cuando he tenido que tomar decisiones complejas, aunque a priori pudiesen no ser decisiones positivas o supusiesen un paso atrás.

Agradecer a todos los compañeros de trabajo que he tenido a lo largo de estos años en ITV, en especial a todo el equipo de ITV Almuradiel con los que más tiempo he compartido y donde más me he podido desarrollar tanto profesional como personalmente, en especial a las personas con las que más tiempo he compartido y convivido, Jorge y Josefina.

A mi tutor de TFG, Luis Antonio Felipe Sesé, por los conocimientos que adquirí siendo su alumno en las asignaturas donde es responsable y, por guiarme y ayudarme en todo el proceso de realización de este trabajo.

Y por último a mis compañeros con los que inicié este camino y otros que conocí en él camino, que a día de hoy son más que amigos, y a todos los profesores de los que he sido alumno por todo lo que he podido aprender de ellos.

Índice

1.	INTRODUCCIÓN AL TFG.....	1
1.3	Directivas, Reglamentos Europeos (CEE)	5
1.2.1.	Actos Reglamentarios.....	5
1.3.2.	Reformas de Vehículos.....	5
1.3.3.	Manual de Reformas.....	5
1.3.4.	Reglamento general de vehículos	6
1.4	Fabricantes de vehículos	6
1.5	Grados de terminación de vehículos	7
1.6	Documentos necesarios para realizar la Inspección Técnica	7
2.	MEMORIA.....	9
2.1.	Objeto.....	9
2.2.	Antecedentes	10
2.3.	Características del vehículo antes de la reforma.....	13
2.4.	Características del vehículo después de la reforma	14
2.5.	Descripción de la reforma.....	16
2.5.1.	Desmontajes realizados.....	16
2.5.2.	Variaciones y sustituciones.....	16
2.5.3.	Materiales Empleados	17
2.5.4.	Montajes realizados	17
2.5.5.	Conclusión	19
3.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	20
3.1.	Longitud del carrozable y reparto de cargas en orden de marcha.....	20
3.2.	Reparto de cargas por eje.....	23
3.2.1.	Caso de carga máxima	24
3.2.2.	Caso de caja vacía	26
3.3.	Sección compuesta Bastidor-Falso Bastidor.....	28
3.3.1.	Centro de gravedad de la sección compuesta.	30
3.3.2.	Cálculo del Momento de Inercia y Módulo Resistente.....	33
3.3.3.	Comprobación Resistencia	34
3.4.	Unión Bastidor-Falso Bastidor	37
3.4.1.	Unión atornillada	37
3.4.2.	Unión soldada	40
3.5.	Unión atornillada de la protección trasera	44
3.6.	Situación del centro de gravedad	45
3.6.1.	Situación del centro de gravedad en el plano longitudinal	45
3.6.2.	Situación del centro de gravedad en el plano vertical	46

3.7.	Estudio de estabilidad	47
3.7.1.	Estabilidad longitudinal	48
3.7.2.	Estabilidad lateral	50
3.8.	Distribución de la unión.....	53
4.	PLIEGO DE CONDICIONES	54
4.1.	Calidad de los materiales empleados	54
4.2.	Normas de ejecución.....	54
4.2.1.	Soldadura	55
4.2.2.	Taladros	57
4.2.3.	Uniones atornilladas	57
4.2.4.	Normas de ejecución en taller.....	58
4.3.	Certificado y autorizaciones	58
5.	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD.....	59
5.1.	Riesgos laborales.....	59
5.1.1.	Riesgos ajenos a la ejecución de la reforma	59
5.1.2.	Riesgos en el proceso de ejecución	61
5.2.	Prevención de Riesgos	61
5.2.1.	Medidas preventivas	62
5.3.	Equipos de protección individual.....	63
5.3.1.	Equipos de protección para la cabeza.....	64
5.3.2.	Equipos de protección auditiva.....	64
5.3.3.	Equipos de protección para los ojos y la cara.....	64
5.3.4.	Equipos de protección respiratoria	64
5.3.5.	Equipos de protección para manos y brazos.....	64
5.3.6.	Equipos de protección para pies y piernas y protección antideslizante	64
6.	PRESUPUESTO.....	66
7.	PLANOS.....	67
8.	CERTIFICADO FINAL DE OBRA	73
9.	INFORME DE CONFORMIDAD	75
10.	CERTIFICADO DE TALLER	80
11.	NORMALIZACION DE LA ANOTACIÓN EN TARJETA ITV	82
12.	CONCLUSION	83
13.	BIBLIOGRAFIA Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	84
14.	ANEXO	86

Índice de tablas

Tabla 1. Número de reformas de importancia llevadas a cabo en las estaciones ITV principales de las provincias andaluzas[1].....	1
Tabla 2. Códigos de reforma	11
Tabla 3. Normativa Aplicable	13
Tabla 4. Características del vehículo base.....	14
Tabla 5. Características del vehículo reformado	15
Tabla 6. Masas sobre los ejes	21
Tabla 7. Reparto de cargas caso carga máxima.....	25
Tabla 8. Reparto de cargas caso caja vacía	27
Tabla 9. Características dimensionales del perno[7]	37
Tabla 10. Resistencias del perno en función de la calidad[7]	38
Tabla 11. Fragmento extraído de la Tabla 9-1. Propiedades torsionales de las soldaduras de filete.[7]	40
Tabla 12. Esfuerzos permisibles del Código AISC para metal de aporte [7]....	43
Tabla 13. Características tornillos M-12[7].....	44

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Objetivo de la reforma.....	3
Ilustración 2. Vehículo reformado.....	18
Ilustración 3. Referencias de homologación protección trasera	18
Ilustración 4. Esquema del vehículo y punto de carga	21
Ilustración 5. Esquema para el cálculo de la longitud	22
Ilustración 6. Simplificación del reparto de cargas	23
Ilustración 7. Esquema para el reparto de cargas	24
Ilustración 8. Reparto de masas caja vacía	27
Ilustración 9. Sección compuesta	29
Ilustración 10. Sección completa del bastidor-falso bastidor	30
Ilustración 11. Sección compuesta dividida	31
Ilustración 12. Simplificación para el cálculo del momento de inercia.....	33
Ilustración 13. Representación de cargas en Robot Structural	35
Ilustración 14. Diagrama de esfuerzos cortantes	35
Ilustración 15. Diagrama de momentos	35

Ilustración 16. Croquis placa de unión	38
Ilustración 17. Esquema de esfuerzos que soporta la soldadura[7].....	41
Ilustración 18. Esquema de ubicación y coordenadas del centro de gravedad para el caso de carga más desfavorable	47
Ilustración 19. Figura extraída del libro ‘Cálculo teórico-practico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil’[8].	48
Ilustración 20. Figuras extraídas del libro ‘Cálculo teórico-practico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil’[8].	50
Ilustración 21. Esquema del vehículo base antes de su primer carrozado, donde se marcan en rojo las zonas donde se realizarán las uniones con la caja.	53

1. INTRODUCCIÓN AL TFG

Para el desarrollo del siguiente Trabajo de Fin de Grado, se ha optado por realizar un Proyecto de Ingeniería relacionado con la automoción, debido a la gran amplitud y diversidad del mundo de los vehículos, que permite el ahorro y reutilización de recursos en muchas ocasiones. En la ‘Tabla 1. Número de reformas de importancia llevadas a cabo en las estaciones ITV principales de las provincias andaluzas[1]’ se recogen los datos sobre el número de inspecciones consideradas como reformas de importancia en las ITV de las capitales de las provincias de Andalucía que son gestionadas por la empresa VEIASA S.A, la cual gestiona todas las estaciones de ITV de la comunidad autónoma. Por ello, observando la gran cantidad de inspecciones que se realizan solo en estas estaciones y que en Andalucía hay un total de 70[2] centros de ITV. Se puede considerar que este tema conlleva una importante demanda a nivel industrial y es un perfecto caso para la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos durante el Grado de Ingeniería Mecánica.

Estación ITV	Nº de inspecciones consideramos reformas de importancia en el año 2023
Almería	1942
Granada	636
Jaén	1381
Córdoba	2475
Málaga	3450
Sevilla	2176
Cádiz	975
Huelva	1164

Tabla 1. Número de reformas de importancia llevadas a cabo en las estaciones ITV principales de las provincias andaluzas[1]

Para poder realizar la reforma de un vehículo, afectando ésta a su estructura o características, es necesario llevar a cabo un proyecto acorde a la normativa vigente. Principalmente se seguirán los pasos indicados en el ‘Manual de Reformas de Vehículos’[3], este se divide en cuatro secciones en función del tipo de vehículo, Categorías M, N y O; Categorías L, QUADS y UTV; Agrícolas; De obras y/o servicios, y dentro de cada sección se encuentran los mismos grupos, Identificación, Unidad motriz, Transmisión, Ejes, Suspensión, Dirección, Frenos, Carrocería, Dispositivos de alumbrado y señalización, Uniones entre vehículos tractores y sus remolques o semirremolques, y Modificaciones de los datos que aparecen en la tarjeta ITV.

El presente Proyecto se basa en la descripción y justificación técnico-administrativa de la modificación de un vehículo industrial ya matriculado en España, en concreto un camión, para modificar así el uso al que está destinado. Partiremos de un camión categoría N3 clasificación 22.12 (Porta-contenedores), ver ilustración 1, y lo transformaremos en un camión con caja abierta con una MMA>12.000Kg, clasificación 22.11, ver figura 2, clasificaciones según el Anexo II del Reglamento General de Vehículos (Real Decreto 2822/98, de 23 de diciembre)[4].

La elección de este tipo de Proyecto Técnico y tipo de transformación se debe, a la demanda cada vez mayor de procesos que no resulten dañinos para el medio ambiente, generando así lo que se conoce como ‘economía circular’[5]. Al estar transformando un vehículo destinado al transporte de contenedores que ya contienen la mercancía, a un camión caja abierta sobre el que se realiza la carga de la mercancía, como se ve reflejado en la ‘Ilustración 1. Objetivo de la reforma’. De esta manera se estaría ahorrando tanto el proceso que supondría fabricarlo desde cero, como el que supondría desechar el vehículo que ya no cumple con el servicio solicitado.

Este Proyecto cumplirá todos los requisitos fijados por la normativa legal vigente y el Manual de Reformas vigente, por lo que sería completamente válido para utilizarse en un caso real. No obstante, dado su carácter académico, contendrá extractos de textos legales, directivas europeas de obligatorio cumplimiento o no, justificación del modo de ejecución de los distintos cálculos, glosarios, anexos o incluso, la presente introducción, que un Proyecto Técnico real no contendría. Esto se debe a que se pretende dar un enfoque más académico que no es preciso cuando el proyecto se destina a personal que cuenta con los conocimientos técnicos, administrativos y reglamentarios precisos.

Por tanto, y con la finalidad de poder dar cumplimiento a la redacción de los distintos apartados del presente Proyecto Técnico, debería contarse con los citados agentes intervinientes, y obviamente, habrá que partir para el estudio y análisis a desarrollar, de las características del vehículo en origen, es decir, sin reformar. Como resultado del trabajo de campo efectuado, se crearán ficticiamente los elementos necesarios, no sin antes, describir los pasos y cronología que se especifica en el Real Decreto antes mencionado para la legalización final de una reforma como la que estamos ocupando.



Ilustración 1. Objetivo de la reforma

1.1 Real Decreto 866/2010, de 2 de Julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.

Para comenzar el procedimiento de reforma el primer paso será realizar la tramitación de la reforma seleccionada para nuestro vehículo en base al Real Decreto 866/2010, de 2 de Julio[3]. Este Decreto es el que regula y por el que se tramitan las reformas efectuadas sobre un vehículo, por tanto, garantiza el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos para la puesta en circulación de nuestro vehículo una vez reformado. Tiene como objetivo la unificación de criterios de la legislación española y la Unión Europea.

Por ende, este Decreto es el que establece los requisitos y condiciones que se especifican en el Manual de Reformas de Vehículos, siempre en su versión más reciente. Este se define por el propio Decreto[3] como:

“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. Este Manual estará disponible para consulta de los solicitantes de una reforma en todas las Estaciones de ITV. El Manual será actualizado cuando se modifique la tipificación de las reformas o los criterios reglamentarios en materia de vehículos, tanto de carácter nacional como de la Unión Europea.”

1.2 Reglamento general de vehículos

El Reglamento general de vehículos, se aprueba por el RD 2822/1998, de 23 de Diciembre[4].

Este documento es una normativa que establece las condiciones técnicas y de seguridad que deben cumplir los vehículos para poder circular por la vía pública. Este

reglamento abarca aspectos como las características técnicas de los vehículos, los requisitos para la matriculación y la documentación necesaria, las normas de circulación, las inspecciones técnicas periódicas, entre otros.

1.3 Directivas, Reglamentos Europeos (CEE)

1.2.1. Actos Reglamentarios

Los actos reglamentarios son una serie de directivas europeas establecidas para regular las diversas reformas de importancia del Manual de Reformas de vehículos conforme al RD 866/2010[3]. Los actos reglamentarios se dividen dependiendo del nivel de exigencia.

- Nivel 1: En función de la fecha de la reforma.
- Nivel 2: En función de la fecha de matriculación del vehículo.

1.3.2. Reformas de Vehículos

En el manual de reformas se establecen las modificaciones que tienen carácter de reforma y el código o los códigos mediante los que se deberá tramitar. Existen ciertas modificaciones en los vehículos que no están consideradas como reforma como por ejemplo la modificación del tramo de salida de gases de escape, añadiendo a este un embellecedor, siempre que no afecte a la función del silencioso trasero.

1.3.3. Manual de Reformas

El manual de reformas establece los criterios, procedimientos y requisitos que han de cumplirse para la tramitación de cualquier modificación considerada como reforma en un vehículo. Este se divide en cuatro secciones y diversos anexos en función del tipo de vehículo.

Cada grupo de los que conforman las secciones está compuesto por fichas que incluyen los siguientes apartados:

- Grupo: indica a que campos afecta el código de reforma.

- Descripción: describe la transformación que se realizará.

- Campo de aplicación: se indica por categoría de vehículos en la que puede o no realizarse la reforma.

- Actos reglamentarios (AR) se aplican en función del Anexo I del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio[6].

- Documentación exigible: dependiendo el carácter de la reforma se podrá exigir Proyecto técnico, Certificación final de obra, Informe de conformidad, y Certificado de taller.

- Documentación adicional

- Conjunto funcional: conjunto de sistemas, partes o piezas autorizado por la autoridad de homologación, destinado a cumplir una función determinada en uno o varios vehículos del mismo o de diferentes tipos o categorías y que afectan a una o varias funciones de las incluidas en el Anexo I del RD 866/2010, de 2 de julio[3].

- Inspección específica. Puntos a verificar.

- Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV.

- Información adicional.

1.3.4. Reglamento general de vehículos

Podemos encontrarlo definido en el RD 866/2010, de 2 de Julio[3] y a su vez se encuentra regulado por el RD 2822/1998, de 23 de Diciembre [4] . Este documento se encarga de establecer los factores que componen un vehículo, lo que se traduce en que establece las características que debe cumplir cualquier vehículo para poder circular por las vías públicas.

1.4 Fabricantes de vehículos

La Directiva Marco 2007/47/CE[6], expone los 2 tipos de fabricantes de vehículos:

- Fabricante de primera fase: el vehículo es construido desde su inicio hasta su puesta en circulación por el mismo fabricante.
- Fabricante de segunda fase: es el que parte del vehículo base previamente finalizado por el fabricante de primera base, y termina de carrozar el vehículo base para su puesta en circulación.

1.5 Grados de terminación de vehículos

Cuando un vehículo termina su fase de fabricación inicial, este se denomina ‘vehículo base’ el cual se utiliza en el proceso de homologación de tipo multifásico, se nos presentan 3 casos a tratar con este:

- Vehículo incompleto: se trata de todo vehículo que deba pasar al menos por una fase más para ser completado y cumplir con los requisitos pertinentes en la Directiva Marco 2007/47/CE[6].
- Vehículo completado: el vehículo ha sido producto del proceso de homologación multifásico, por tanto, ya cumple con los requisitos pertinentes, para su puesta en circulación. Este tipo de vehículo es el que trataremos en este trabajo.
- Vehículo completo: es todo aquel vehículo que no necesita ser completado, pues su fabricación inicial terminó por cumplir los requisitos necesarios para su puesta en circulación.

1.6 Documentos necesarios para realizar la Inspección Técnica

Dependiendo del tipo de reforma que estemos abordando necesitaremos más o menos documentos, los documentos necesarios que se deben aportar para la legalización

de una reforma de importancia vienen reflejados en el Manual de Reformas, donde se especifica dependiendo del grado de importancia de la reforma la documentación necesaria a entregar. Para nuestra reforma deberemos aportar lo siguiente:

- Proyecto técnico: es el documento que contiene y define toda la información y cálculos acerca de la reforma efectuada en el vehículo. El proyecto deberá ser ejecutado por un Ingeniero Industrial.
- Certificado final de obra: documento que confirma que la reforma que hemos efectuado se ha finalizado correctamente según lo expuesto en el proyecto técnico.
- Informe de conformidad: este documento es emitido por el Servicio Técnico de Reformas o en su defecto por el propio fabricante, esto dependerá del tipo de reforma que se esté llevando a cabo. Son un elemento esencial para todo tipo de reformas, estén o no acompañadas de proyecto técnico.

Su finalidad es validar que se han cumplido todas las especificaciones técnicas exigibles legislativamente.

- Certificado de taller: este documento es emitido por el taller que realiza la modificación en el vehículo. Por tanto, debe estar firmado por el responsable del taller. En el momento de la tramitación este documento debe de presentar una fecha de realización anterior al del informe de conformidad.

2. MEMORIA

2.1. Objeto

El objeto del presente Proyecto Técnico es exponer y demostrar de manera justificada técnica y administrativamente la reforma que se desea efectuar sobre el vehículo industrial seleccionado. Lo que resume el objetivo en la transformación de un vehículo N3 destinado al transporte de contenedores a un vehículo N3 caja abierta de lonas laterales. Para llevar a cabo todos estos trámites nos regiremos por las normativas pertenecientes al Manual de Reformas de vehículos y al Real Decreto 866/2010[3], pudiendo respetar las normativas europeas de homologación y las de carácter nacional gracias a este último.

Se expondrán los cálculos mediante los cuales se justifique que nuestro vehículo tras la realización de la reforma mantiene los niveles de seguridad del vehículo en orden de marcha y orden de servicio.

Por ello principalmente es un proyecto de seguridad y, en segundo lugar, un proyecto constructivo. Por ello se comprobará, que los esfuerzos que deberán soportar los ejes del vehículo, una vez efectuada la reforma, debidos al propio peso del chasis más el de las cargas que gravitan sobre el mismo, no sobrepasan las condiciones de seguridad reglamentarias.

También se determinarán en su caso, las solicitaciones en el bastidor del vehículo debidas a esfuerzos cortantes y momentos flectores, así como la fatiga máxima en la sección del bastidor sometida al máximo esfuerzo, y se comprobará que los valores obtenidos son perfectamente admisibles.

Una vez se haya justificado y demostrado los cálculos, para que el vehículo sea puesto en circulación, se debe antes obtener la aprobación por parte de la autoridad competente.

El vehículo objeto de la reforma corresponde a los siguientes datos de identificación:

- Marca: VOLVO
- Tipo: 6X2
- Variante: ---
- Versión: ---
- Denominación comercial: FM
- No de bastidor: YV2J1G1C8EXXXXXXX
- Matrícula: 1234-ABC

Normativa que ha de cumplirse para proceder a la matriculación o puesta en circulación del vehículo, previa autorización del Departamento de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.

- Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio, por el que se regula la tramitación de las Reformas de vehículos[3].
- Manual de Reformas en vigor a la fecha de emisión del presente Estudio Técnico.
- Reglamento General de Vehículos vigente en lo que a pesos y dimensiones y clasificación de vehículos.
- Normativa del fabricante acerca de la modificación e incorporación de superestructuras en vehículos.

2.2. Antecedentes

Se parte de un camión porta contenedores, al cual se deben de realizar las modificaciones correspondientes para la puesta en marcha y legalización del vehículo, en su nuevo servicio.

Las reformas que se realizarán en el vehículo consisten en:

- Sustitución de la carrocería porta contenedores anotada en ficha técnica por otra, tipo caja abierta con lonas laterales.
- Sustitución del dispositivo de protección trasera anotado en ficha técnica por otro tipo RUP-SL, número de homologación E11 58R-0312092.

- Reubicación de la placa de matrícula posterior bajo el grupo óptico trasero izquierdo.
- Reubicación de los dispositivos de alumbrado laterales y traseros, en función de la nueva carrocería.
- Cambio de clasificación a 2211 (Camión MMA > 12.000 kg. Caja abierta). La nueva clasificación se adopta con base a las reformas realizadas y al uso al que será destinado el vehículo.
- Modificación de la MTMA y MMTAC.

Tipificadas según Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio[3], con los códigos de reforma 1.3, 8.50, 8.52, 8.60, 9.2, 11.1 y 11.3

1.3	Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula
8.50	Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero.
8.52	Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo.
8.60	Sustitución o modificación del carrozado del vehículo.
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.
11.1	Cambio de clasificación.
11.3	Variación de cualquiera de las Masas Técnica Máximas Técnicas Admisibles del vehículo.

Tabla 2. Códigos de reforma

Normativa aplicable en relación a los actos reglamentarios que pueden verse afectados por la reforma, vehículo categoría N3:

Normativa aplicable		
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(1)
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	(1)

Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	(2)
Frenado	71/320/CEE	(1)
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	(2)
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)
Catadióptricos	76/757/CEE	(2)
Luces de gálibo, de posición delanteras y traseras, de frenado, laterales de posición y de circulación diurna	76/758/CEE	(2)
Indicadores de dirección	76/759/CEE	(2)
Dispositivo de alumbrado de la placa de matrícula posterior	76/760/CEE	(2)
Proyectores (incluidas las lámparas)	76/761/CEE	(2)
Luces antiniebla delanteras	76/762/CEE	(2)
Dispositivos de remolcado	77/389/CEE	(2)
Luces antiniebla traseras	77/538/CEE	(2)
Luces de marcha atrás	77/539/CEE	(2)
Luces de estacionamiento	77/540/CEE	(2)
Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	78/316/CEE	(2)
Protección lateral	89/297/CEE	(2)
Sistemas antiproyección	91/226/CEE	(2)
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	(2)
Cristales de seguridad	92/22/CEE	(2)
Neumáticos	92/23/CEE	(1)
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE	(2)
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	(1)
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	(2)
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	(2)
Limpia y Lavaproyectores	Reglamento CEPE/ONU 45R	(2)

Señalización de vehículos pesados y largos	Reglamento CEPE/ONU 70R	(2)
Luces de circulación diurna	Reglamento CEPE/ONU 87R	(2)
Luces de posición lateral	Reglamento CEPE/ONU 91R	(2)
Señalización de vehículos pesados y largos	Reglamento CEPE/ONU 104R	(2)
Estabilidad contra el vuelco de vehículos cisternas	Reglamento CEPE/ONU 111R	(2)
Sistema de alumbrado delantero adaptable AFS	Reglamento CEPE/ONU 123R	(2)
TITV	ANEXO II RGV	(1)

Tabla 3. Normativa Aplicable

(1) EL AR se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma.

(2) EL AR se aplica en la actualización en vigor en la fecha de la primera matriculación del vehículo, si la homologación del mismo exige el AR incluido en la tabla. En caso que el AR no fuera exigido para la homologación del vehículo en la fecha de su matriculación, se deberá aplicar al menos el AR en la primera versión incluida en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, como obligatoria (A).

El vehículo reformado mantiene las condiciones exigibles sobre la seguridad activa, pasiva y el comportamiento sobre la protección al medio ambiente.

2.3. Características del vehículo antes de la reforma

A continuación, se utilizará el formato de ficha reducida de características técnicas correspondiente en este caso al vehículo de categoría N3, contemplado en el RD 750/2010, para exponer estos datos técnicos pertenecientes al vehículo antes de la reforma. Solo se mostrarán los campos afectados por la reforma y los identificativos del vehículo. Las masas se expresarán en Kg y las medidas en milímetros.

Datos	
Marca:	VOLVO
Tipo/Variante/Versión	6X2 / --- / ---
Denominación comercial:	FM
Categoría del vehículo	N3
Parte fija VIN:	YV2J1G1C8EXXXXXXX
Vehículo base:	
No de homologación (incluyendo la extensión correspondiente)	HIC-XXXXX
MASAS Y DIMENSIONES:	
Masa máxima técnicamente admisible del conjunto (MMTAC)	56.000
Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	27.000
Longitud total	9.490
Altura (en orden de marcha)	----
Anchura	2.480
Voladizo trasero	1.860
Carrocería:	
Tipo de carrocería (según parte C del anexo II de la Directiva 2007/46)	BA-08
Observaciones:	
Masa real	
Clasificación	2212
Protección trasera. No de homologación	---

Tabla 4. Características del vehículo base

2.4. Características del vehículo después de la reforma

Datos	
-------	--

Marca:	VOLVO
Tipo/Variante/Versión	6X2 / --- / ---
Denominación comercial:	FM
Categoría del vehículo	N3
Parte fija VIN:	YV2J1G1C8EXXXXXXX
Vehículo base:	
No de homologación (incluyendo la extensión correspondiente)	HIC-XXXXX
MASAS Y DIMENSIONES:	
Masa máxima técnicamente admisible del conjunto (MMTAC)	55.000
Masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA)	26.000
Longitud total	9.606
Altura (en orden de marcha)	3.787
Anchura	2.550
Voladizo trasero	1.976
Carrocería:	
Tipo de carrocería (según parte C del anexo II de la Directiva 2007/46)	BA-06
Observaciones:	
Masa real	8.719
Clasificación	2211
Protección trasera. No de homologación	E11 58R-0312092

Tabla 5. Características del vehículo reformado

Se puede apreciar en comparación con la Tabla 3, el vehículo disminuye su MMTAC y su MMTA, mientras que aumenta sus dimensiones en general, sustituyendo el dispositivo de protección trasera. Además, como es lógico el vehículo modifica el tipo de carrocería de portacontenedores (BA-08) a caja abierta (BA-06) y clasificación.

2.5. Descripción de la reforma

En este apartado se describirán los datos referentes a la reforma efectuada sobre el vehículo que el emisor del informe de conformidad pueda estudiar estos con claridad, reflejando a su vez la justificación de los actos reglamentarios que dicha reforma afecta.

2.5.1. Desmontajes realizados

Se realizan las siguientes operaciones:

- Desconexión del sistema de alimentación eléctrica (batería).
- Desmontaje de la carrocería tipo porta contenedores, será necesario el uso de una grúa y cuerdas de amarre.
- Desmontaje del dispositivo de protección trasera anotado en ficha técnica.
- Desmontar las ruedas y proteger los discos de freno para evitar que sufran o se dañen en la realización de la reforma.
- Desmontaje provisional de la placa de matrícula trasera, para ser reubicada.
- Desmontaje provisional de los grupos ópticos traseros y los dispositivos de alumbrado y señalización laterales para ser reubicados.

2.5.2. Variaciones y sustituciones

- Sustitución de la carrocería porta contenedores anotada en ficha técnica por otra de tipo caja abierta con lonas laterales.
- Sustitución del dispositivo de protección trasera anotado en ficha técnica por otro tipo RUP-SL, no homologación E11 58R-0312092, de masa idéntica al original.
- Reubicación de la placa de matrícula posterior bajo el grupo óptico trasero izquierdo.

- Reubicación de los dispositivos de alumbrado laterales y traseros, en función de la nueva carrocería.
- Variación de los datos reflejados en la ficha técnica, expuestos en el apartado 2.4.

2.5.3. Materiales Empleados

- Tornillos calidad 8.8.
- 10 placas 150x150x8mm para la unión de la estructura al chasis, 5 por cada lado.
- 20 Tornillos M-14.
- 8 Tornillos M-12 calidad 10.9.
- Pintura anticorrosiva.

2.5.4. Montajes realizados

- El bastidor del vehículo no se modificará, simplemente se añade sobre el falso bastidor. El bastidor original del vehículo está formado por perfiles U 300x90x8 mm, de acero S355.
- Falso bastidor o sobre bastidor: estará compuesto de dos largueros de perfil UPN 140 de acero St-42.
- Sustitución de la carrocería porta contenedores anotada en ficha técnica por otra de tipo caja abierta con lonas laterales y puertas traseras como se muestra en la 'Ilustración 2. Vehículo reformado'.



Ilustración 2. Vehículo reformado

- Sustitución del dispositivo de protección trasera anotado en ficha técnica por otro tipo RUP-SL, nº homologación E11 58R-0312092.



Ilustración 3. Referencias de homologación protección trasera

- Reubicación de la placa de matrícula posterior bajo el grupo óptico izquierdo, 'Ilustración 2. Vehículo reformado'.
- Reubicación de los dispositivos de alumbrado laterales y traseros, en función de la nueva carrocería.

- Cambio de clasificación a 2211 (Camión MMA > 12.000 kg. Caja abierta). La nueva clasificación se adopta en base a las reformas realizadas y al nuevo uso al que será destinado el vehículo.
- Modificaciones de la MTMA y MMTAC.

Todas las modificaciones mencionadas irán acompañadas conforme a su informe H.

2.5.5. Conclusión

Con todo lo expuesto se puede decir que el objetivo por parte del Ingeniero Técnico Industrial, es describir y justificar de forma coherente, el objetivo y la finalidad de las reformas a la que se someterá el vehículo que estamos abordando en este Proyecto Técnico.

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

A continuación, se presentarán los cálculos que han sido necesarios con el objetivo de justificar la viabilidad y seguridad de la reforma a realizar. Por ello, esta sección se dividirá en distintos apartados de estudio, donde se irán abordando de forma progresiva los aspectos de seguridad al calcular. Donde se estudiará:

- Longitud del carrozable y reparto de cargas en orden de marcha.
- Cálculo de cargas por eje.
- Estudio de cargas en distintas situaciones.
- Situación del centro de gravedad.
- Estabilidad lateral
- Estabilidad longitudinal.
- Justificación de la unión de bastidor-falso bastidor y distintos tipos de fallo.

3.1. Longitud del carrozable y reparto de cargas en orden de marcha

Para conocer las distancias a las que se aplican las distintas cargas y poder realizar el cálculo del reparto de cargas por ejes, previamente deberemos obtener la longitud carrozable mínima y máxima con la que podemos diseñar nuestra caja. El objetivo será no sobrecargar ningún eje y aprovechar lo máximo posible la longitud para obtener una mayor capacidad de carga útil.

Se supondrá previamente en nuestra primera hipótesis que la carga se encuentra uniformemente distribuida, colocando de esta manera el peso útil total en el centro de la caja y el de ambos ocupantes (150kg) en el primer eje como una carga puntual.

En la documentación suministrada por el fabricante los dos ejes traseros son tratados como uno único respecto a la información del reparto de masas, llamando a este conjunto bogie trasero. Por lo consecuente, los cálculos justificativos y representación de diagramas de esfuerzos cortantes y momentos flectores se realizarán en función de dos ejes.

	1° Eje (kg)	Eje Conjunto (kg)
Peso Personal (P)	150	0
Peso Chasis cabina (PP)	4.430	3.445
Peso útil (PU)	P1	P2
MMA	8.000	19.000

Tabla 6. Masas sobre los ejes

A través del siguiente esquema se realizarán los cálculos necesarios:

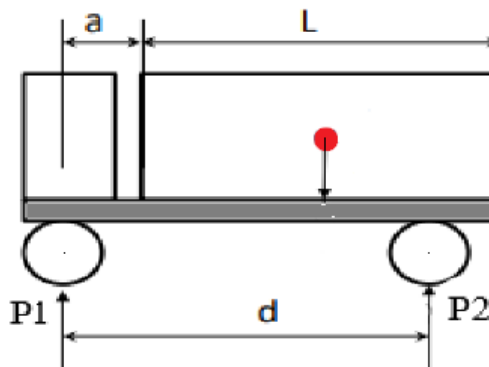


Ilustración 4. Esquema del vehículo y punto de carga

- a: Distancia entre primer eje y caja ($946+100=1.046\text{mm}$), referencia tomada del propio catálogo del fabricante en base a este modelo.
- L: Longitud de caja.
- d: Distancia entre ejes (5.441mm)

Longitud máxima

$$\text{Peso máximo } 2^{\circ}E = 19000kg$$

$$\text{Peso máximo } 1^{\circ}E = MMA - PM2 = 7000kg$$

$$P1 = PM1 - P - PP = 7000 - 150 - 4430 = 2420kg$$

$$P2 = PM2 - PP = 19000 - 3445 = 15555kg$$

$$PU = P1 + P2 = 17975kg$$

$$\sum M_{Eje1} = 0 \rightarrow P2 \cdot d = Pu \cdot (a + L/2) \rightarrow L = 7.325mm$$



Ilustración 5. Esquema para el cálculo de la longitud

Longitud mínima

$$\text{Peso máximo } 1^{\circ}E = 8000kg$$

$$\text{Peso máximo } 2^{\circ}E = MMA - PM1 = 26000 - 8000 = 18000kg$$

$$P1 = PM1 - Pp - Pc1 = 8000 - 150 - 4430 = 3420kg$$

$$P2 = PM2 - Pc2 = 18000 - 3445 = 14555Kg$$

$$\text{Peso útil} = P1 + P2 = 17975kg$$

$$\sum M_{Eje1} = 0 \rightarrow P2 \cdot d = Pu \cdot (a + L/2) \rightarrow L = 6.720mm$$

Una vez se han hallado los valores límite de longitud que puede tener la caja, se seleccionará un valor intermedio entre el rango de [6.720;7.325]mm y que concuerde correctamente con él voladizo del vehículo, 2.460mm, por tanto, se seleccionará un valor de 7.200mm, o pasado al S.I. 7.2m.

Las dimensiones de la caja a instalar serán de **7.200x2.600x2.500mm**.

3.2.Reparto de cargas por eje

Para determinar el reparto de cargas por ejes del vehículo se considera el vehículo como una viga biapoyada en A y B, donde partiremos del sistema en equilibrio:

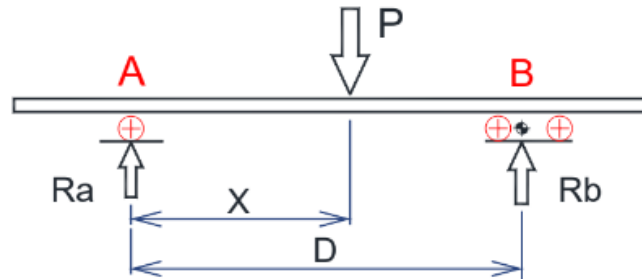


Ilustración 6. Simplificación del reparto de cargas

$$\sum F_y = 0 \rightarrow P = R_a + R_b$$

$$\sum M_a = 0 \rightarrow P \cdot X = R_b \cdot D$$

Donde:

-P es la suma de las cargas distribuidas del chasis y de la carga que se transporta en la caja transformadas en carga puntual.

-X, distancia entre el punto A (1er Eje) y P (Centro de Gravedad de la carga)

-Ra, reacción en A debida a carga P

-Rb, reacción en B debida a carga P (B es el Centroide de los ejes traseros)

-D, distancia entra A y B (5.441mm)

-X, distancia entra A y P.

Por tanto, en función a las expresiones anteriores de equilibrio se podrá realizar el reparto de cargas en función de él reparto de las distintas cargas que influyen en el sistema expuesto.

3.2.1. Caso de carga máxima

En este caso se tendrá que calcular el reparto de cargas cuando se lleva acabo el transporte de una carga que supone el límite de la MMA, por tanto, el primer paso será calcular el valor de esta carga, restando a la MMA el peso de los ocupantes y del propio chasis, para obtener el valor de la carga, se introduce el peso que tendría la caja que se va a instalar dentro del resultado que se obtendrá.

$$P = MMA - P - PP = 26000 - 150 - 7875 = 17975kg$$

Una vez es conocido el valor de la carga máxima, se puede realizar el reparto de esta misma.

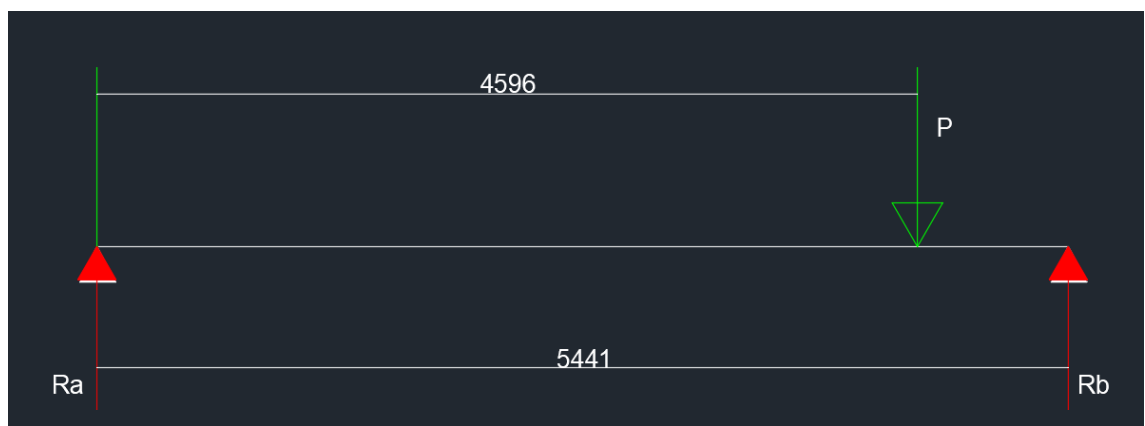


Ilustración 7. Esquema para el reparto de cargas

Planteamos las ecuaciones de equilibrio:

$$\begin{aligned}\sum F_y = 0 &\rightarrow Ra + Rb = P \\ \sum M_A = 0 &\rightarrow Rb \cdot 5.441 = P \cdot 4.596 \\ Rb &= 15183kg \\ Ra &= 2792kg\end{aligned}$$

En siguiente tabla comprobaremos el reparto de carga:

Objeto	X(mm)	Ra, 1ºE (kg)	Rb, 2ºE (kg)	P(kg)
+ Peso chasis		4.430	3.445	7.875
+Personal	0	150	0	150
+Carga útil	4.596	2.792	15.183	17975
=Reparto de Cargar	-	7.372	18.628	26.000
MMA	-	8.000	19.000	26.000

Tabla 7. Reparto de cargas caso carga máxima

En este caso como solo afecta a nuestra estructura la caja sin ningún tipo de carga en su interior, se pueden deducir 3 tipos de solicitaciones, la pared del principio de la caja, la carga repartida uniformemente de esta sobre la estructura y las puertas de la caja.

3.2.2. Caso de caja vacía

En este caso se tiene que calcular el reparto de cargas cuando se transporta una nula, lo que se traduce en el propio peso del bastidor y de la caja, por tanto, si se conoce el peso de la pared de la caja, de la propia estructura repartida uniformemente sobre el chasis y de las puertas que se encuentran en el punto final del voladizo, se puede llevar a cabo este apartado.

- Peso puertas: 46 kg
- Peso del dispositivo de protección antiempotramiento: 100 kg
- Peso pared inicio de caja: 46 kg
- El peso de las lonas se puede estimar en función del material que las componen, en este caso se seleccionarán lonas de PVC, conociendo las dimensiones de la caja y que las lonas se encuentran en los laterales y parte superior, se procede al cálculo de las dimensiones.

$$P_{lonas} = (2 \cdot (A_{Lateral}) + (A_{Techo})) \cdot \left[\frac{Peso}{Area} \right]_{PVC}$$

$$P_{lonas} = (2 \cdot (7,2 \cdot 2,8) + (7,2 \cdot 2,5))m^2 \cdot 0,64 \frac{kg}{m^2} = 37,3kg$$

- Peso de la estructura del techo que soporta las lonas, para esta estructura se utilizaran tubos de aluminio con diámetro exterior de 4cm y un espesor de 0,2cm. Por lo que el peso de la estructura del techo de la caja se compondrá de un marco cuadrado de 7.2m de longitud y 2.5m de ancho, con un total de 6 soportes transversales de 2.5m de longitud. La densidad del aluminio corresponde a 7,85 kg/m³.

$$P_{techo} = ((2 \cdot 7,2 + 2 \cdot 2,5 + 6 \cdot 2,5)m \cdot \pi \cdot \left(\frac{De^2 - Di^2}{4} \right)) \cdot \rho_{ALU}$$

$$P_{techo} = ((2 \cdot 7,2 + 2 \cdot 2,5 + 6 \cdot 2,5)m \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,04^2 - 0,036^2}{4} \right) m^2) \cdot 7850 \frac{kg}{m^3}$$

$$P_{techo} = 64,5kg$$

La suma del peso de las lonas del techo se reparte de manera uniforme por tanto sería:

$$PC = \frac{(64,5 + 37,3)kg}{7,2m} = 14,14 \frac{kg}{m}$$

La carga puntual en el extremo trasero P2 esta formada por la suma del peso de las puertas y del dispositivo antiempotramiento.

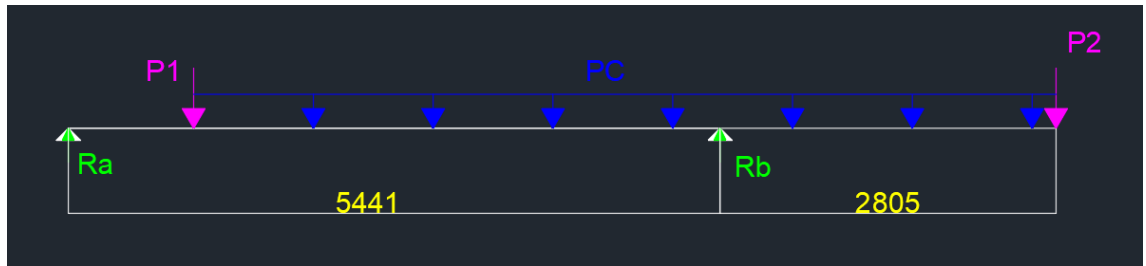


Ilustración 8. Reparto de masas caja vacía

A continuación, se plantean las ecuaciones de equilibrio:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow Ra + Rb = P1 + P2 + PC \cdot 7,2$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow Rb \cdot 5,441 = P1 \cdot 1,046 + PC \cdot 7,2 \cdot 4,596 + P2 \cdot 8,246$$

$$Rb = 316,2kg$$

$$Ra = -22,3kg$$

Objeto	X(mm)	Ra, 1ºE (kg)	Rb, 2ºE (kg)	P(kg)
+ Peso chasis		4.430	3.445	7.875
+Personal	0	150	0	150
+Peso caja y accesorios	-	-22,3	316,2	293,9
=Reparto de Cargar	-	4.558	3.761	8.319
MMA	-	8.000	19.000	26.000
Porcentaje de reparto	-	55%	45%	100%

Tabla 8. Reparto de cargas caso caja vacía

Se observa como en ningún eje se supera la MMA permitida, y cada eje soporta más del 25% del peso del vehículo, por tanto, el vehículo seguiría siendo seguro aunque circulase sin carga alguna.

3.3. Sección compuesta Bastidor-Falso Bastidor

El chasis o bastidor del vehículo es la estructura que soporta todos los esfuerzos que se encuentra el vehículo durante su marcha, ya sea por las cargas que influyen sobre este como su propio peso o los elementos que transporta. Se instalará sobre este un ‘falso bastidor’ que ejercerá la función de bastidor, y donde se fijaran los elementos, en este caso la caja. Este falso bastidor permite simplificar las operaciones de montaje y desmontaje de elementos a la estructura.

Para poder determinar la resistencia de la estructura del chasis previamente se debe calcular las características de las secciones de los perfiles que la componen.

El bastidor del vehículo se compone por dos largueros de sección ‘U’ 300x90x8mm, de acero S355.

El ‘falso bastidor’ está compuesto por dos largueros de sección ‘U’ 140x60x10 con una longitud idéntica a la que se ha seleccionado para la longitud de la caja, 7.2m, del mismo acero del bastidor.

$$\text{Acero S355} \rightarrow \rho_{S355} = 7.85 \text{kg/m}^3$$

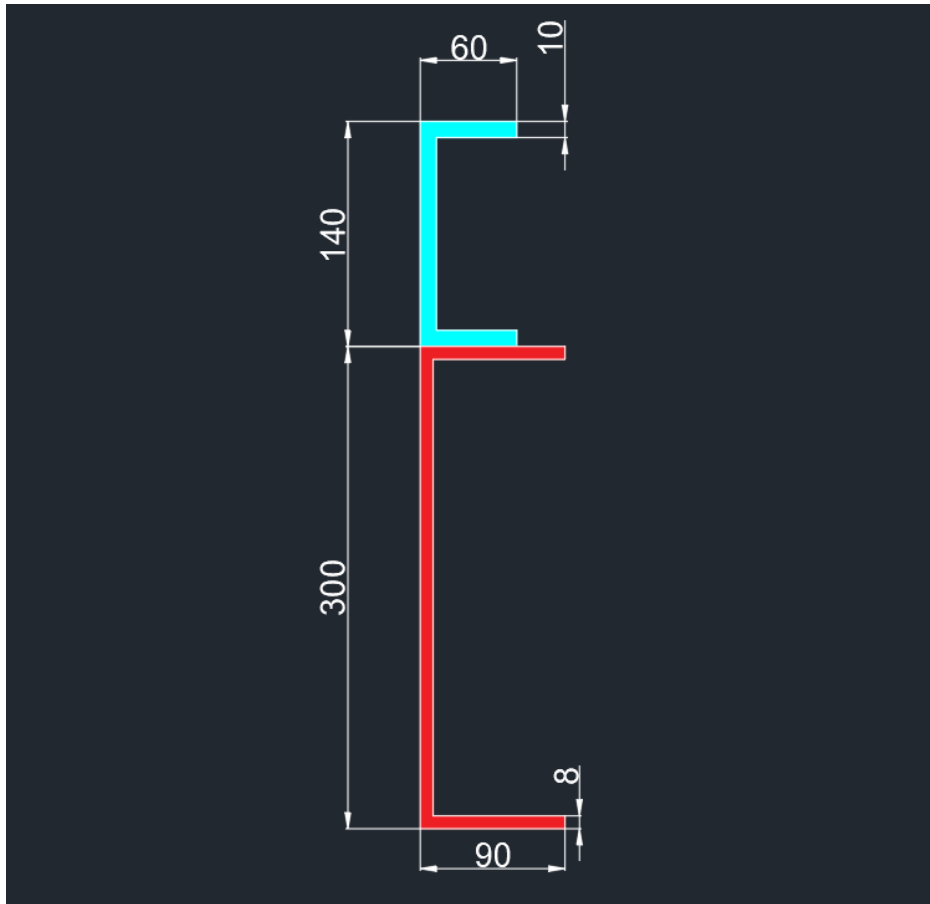


Ilustración 9. Sección compuesta

Como el conjunto es simétrico el centroide de la estructura se encontrará en la distancia intermedia entre ambos conjuntos de perfiles.

3.3.1. Centro de gravedad de la sección compuesta.

A continuación, además de hallar el punto donde se encuentra el centroide en el plano XY en referencia con anchura y altura, se podrá corroborar que lo supuesto acerca de la coordenada X del centroide. Mediante el esquema del vehículo suministrado por el fabricante se conoce que la distancia entre los extremos exteriores de los largueros del bastidor es de 852mm.

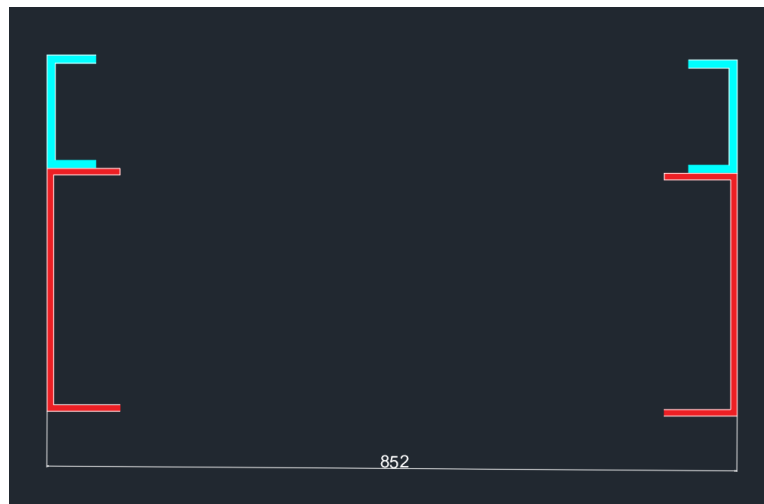


Ilustración 10. Sección completa del bastidor-falso bastidor

Para realizar el cálculo del centro de gravedad se tomará el origen del sistema de coordenadas en la esquina inferior izquierda de la estructura bastidor-falso bastidor que se puede observar en la 'Ilustración 10. Sección completa del bastidor-falso bastidor'. El punto en la coordenada Y será el mismo en ambos conjuntos ya que son simétricos por tanto se calculará el centroide en Y de una de los conjuntos y se obtendrá el total.

$$y = \frac{A_1y_1 + A_2y_2 + A_3y_3 + A_4y_4 + A_5y_5 + A_6y_6}{A_T}$$
$$x = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + A_4x_4 + A_5x_5 + A_6x_6}{A_T}$$

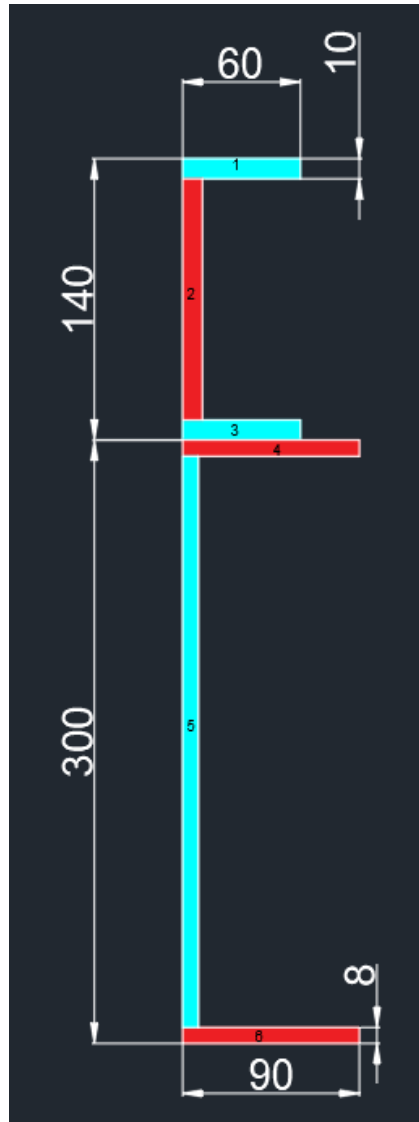


Ilustración 11. Sección compuesta dividida

Siendo:

A_i : Área de cada elemento

A_t : Área total de la sección compuesta

x : Coordenada x del centro de gravedad del elemento.

y : Coordenada y del centro de gravedad del elemento.

$$A_1 = 600\text{mm}^2 \quad y_1 = 435\text{mm} \quad x_1 = 30\text{mm}$$

$$A_2 = 1200\text{mm}^2 \quad y_2 = 370\text{mm} \quad x_2 = 5\text{mm}$$

$$A_3 = 600\text{mm}^2 \quad y_3 = 305\text{mm} \quad x_3 = 30\text{mm}$$

$$A_4 = 720\text{mm}^2 \quad y_4 = 296\text{mm} \quad x_4 = 45\text{mm}$$

$$A_5 = 2272\text{mm}^2 \quad y_5 = 150\text{mm} \quad x_5 = 4\text{mm}$$

$$A_6 = 720\text{mm}^2 \quad y_6 = 4\text{mm} \quad x_6 = 45\text{mm}$$

$$A_T = 6112\text{mm}^2$$

$$y = 236,4\text{mm}$$

$$x = 18,97\text{mm}$$

Por tanto, si se realiza el mismo análisis para la 'Ilustración 10', se obtendría:

$$y = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A_T} = \frac{6112 \cdot 236,4 + 6112 \cdot 236,4}{6112 + 6112}$$

$$x = \frac{6112 \cdot 18,97 + 6112 \cdot (852 - 18,97)}{6112 + 6112}$$

Se obtendría que las coordenadas del centro de gravedad de las secciones que conforman el conjunto bastidor-falso bastidor serían:

$$y = 236,4\text{mm}$$

$$x = 426\text{mm}$$

Como se comentó previamente la coordenada Y se mantiene constante y la coordenada X se encuentra a la distancia media de separación entre los largueros.

3.3.2. Cálculo del Momento de Inercia y Módulo Resistente

En el siguiente apartado se estudiará el momento de inercia y del módulo resistente del bastidor, del falso bastidor y de ambos unidos, ya que son secciones en forma de ‘U’ se podrá realizar el cálculo del momento de inercia mediante una diferencia de rectángulos, de este modo se obtendrán los momentos de inercia.

-Bastidor:

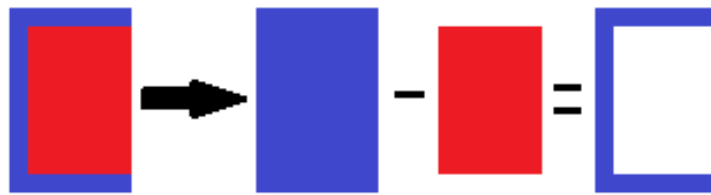


Ilustración 12. Simplificación para el cálculo del momento de inercia

Inercia

$$I_B = \frac{b_1 h_1^3}{12} - \frac{b_2 h_2^3}{12} = \frac{90 \cdot 300^3}{12} - \frac{82 \cdot 284^3}{12} = 45973590 \text{mm}^4 \rightarrow 4597 \text{cm}^4$$

Módulo resistente:

$$W_{BX} = \frac{I_B}{Y_{Bmax}/2} = \frac{4597}{30/2} = 306,5 \text{cm}^3$$

-Falso Bastidor

$$I_{FB} = \frac{b_1 h_1^3}{12} - \frac{b_2 h_2^3}{12} = \frac{60 \cdot 140^3}{12} - \frac{50 \cdot 120^3}{12} = 6520000 \text{mm}^4 \rightarrow 652 \text{cm}^4$$

$$W_{FBX} = \frac{I_{FB}}{Y_{FBmax}/2} = \frac{652}{14/2} = 93,1 \text{cm}^3$$

-Sección compuesta, para este apartado se procederá al uso del método de Steiner para realizar la suma de los momentos de inercia de ambas secciones. El área del Bastidor se obtendrá del apartado 3.3.1 realizando la suma de las áreas 4, 5 y 6, a su vez la del Falso Bastidor será la sumatoria de las áreas 1, 2 y 3.

$$I_{Tx} = \sum (I + (Ad^2)) = [I_B + (A_B \cdot d_{By}^2)] + [I_{FB} + (A_{FB} \cdot d_{FBY}^2)]$$

$$A_B = 7,2 + 22,72 + 7,2 = 37,12\text{cm}^2$$

$$d_{By} = y_{\text{Conjunto}} - y_B = 23,64 - 15 = 8,64\text{cm}$$

$$A_{FB} = 6 + 12 + 6 = 24\text{cm}^2 ;$$

$$d_{By} = y_{\text{Conjunto}} - y_B = 23,64 - 37 = -13,36\text{cm}$$

Sustituyendo estos valores en la expresión del momento de inercia del conjunto Bastidor-Falso Bastidor, se obtiene:

$$I_{Tx} = 12304\text{cm}^4$$

Con un módulo resistente tal que:

$$W_{Tx} = \frac{I_{Tx}}{y_{CG}} = \frac{12304}{23,64} \rightarrow W_{Tx} = 520,5\text{cm}^3$$

En resumen, se pueden definir las propiedades de la sección compuesta como:

$$\text{Área} \rightarrow A_T = 61,1\text{cm}^2$$

$$\text{Coordenadas centro de gravedad} \rightarrow x = 42,6\text{cm} \text{ y } y = 23,64\text{cm}$$

$$\text{Inercia} \rightarrow I_{Tx} = 12304\text{cm}^4$$

$$\text{Módulo Resistente} \rightarrow W_{Tx} = 520,5\text{cm}^3$$

3.3.3. Comprobación Resistencia

Una vez obtenidas las características del conjunto bastidor-falso bastidor, se calcularán los esfuerzos cortantes y momentos flectores. Para ello, se simularán estos esfuerzos en el software '*Robot Structural Analysis Professional*' donde se obtendrán detalladamente las gráficas de esfuerzos cortantes y momentos flectores, pudiendo así identificar la sección más solicitada. Tras esta simulación y recopilación de resultados mediante las ecuaciones de Navier, podremos realizar el estudio de nuestro chasis para el valor de carga máximo capaz de soportar el material de la sección compuesta.

La simulación se realizará en base al caso de carga máxima, ya que este es el más crítico, por ello se adaptará el esquema a la realidad dejando a un lado el que se utilizó previamente simplificando la carga repartida en un único punto.

Como esta simulación se realizará en función a una viga se dividirán las cargas a la mitad ya que el bastidor está compuesto de dos vigas paralelas, con la sección y propiedades que se obtuvieron en el apartado 3.3.1. y 3.3.2.

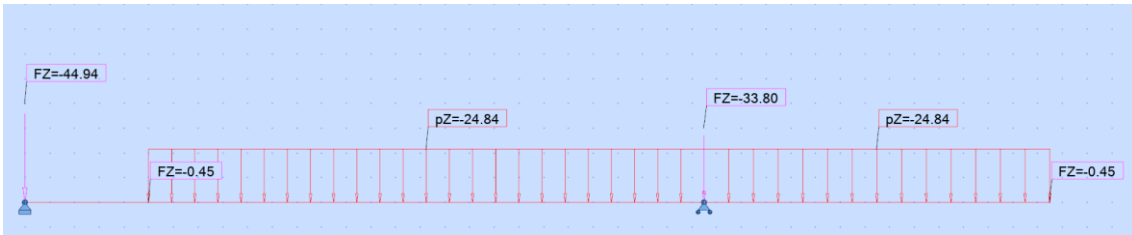


Ilustración 13. Representación de cargas en Robot Structural

-Diagramas para el caso simplificado:

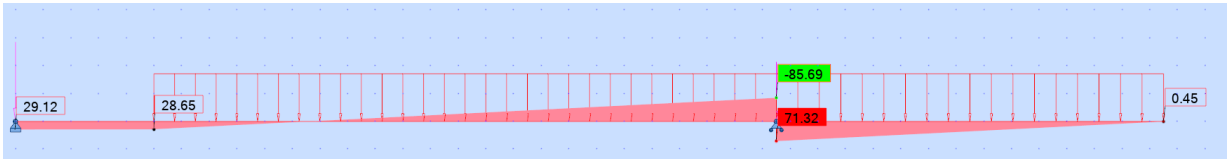


Ilustración 14. Diagrama de esfuerzos cortantes

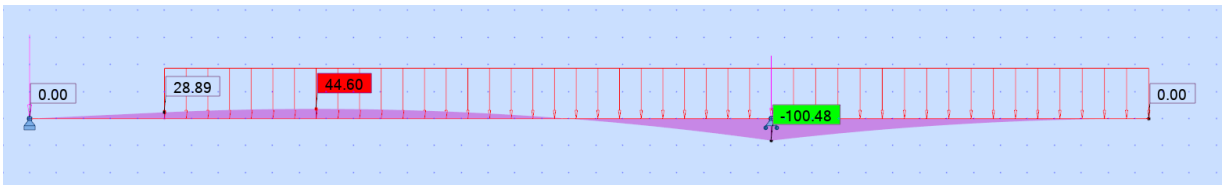


Ilustración 15. Diagrama de momentos

-En resumen, se obtienen los siguientes resultados máximos en valor absoluto, tomando como origen de coordenadas el primer eje del vehículo

$$\text{Momento flector} = 100,5\text{kNm en } 5,5\text{m}$$

$$\text{Esfuerzo cortante} = 85,7\text{kN en } 5,5\text{m}$$

Una vez se obtienen estos resultados se puede realizar la conversión a kg dividiendo los valores por el valor de la gravedad, así conocido el peso de la carga que genera el mayor momento flector se puede proceder a realizar el cálculo de la tensión más desfavorable, aplicando la ley de Navier:

$$\text{Momento flector máximo} = 100,5 \text{ kNm} \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{kN}} = 100.500 \text{ Nm}$$

Si este valor se divide entre el módulo resistente el resultado es la tensión a la que se somete la sección donde se aplica este momento.

$$\sigma = \frac{M_{Fmax}}{W_{Tx}} = \frac{10245 \text{ kgm}}{520,3 \text{ cm}^3} \cdot 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{m}} \rightarrow \sigma = 1970 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \sigma = 193,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 1970 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 10^{-2} \frac{\text{cm}^2}{\text{mm}^2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \rightarrow \sigma = 193,3 \text{ MPa}$$

Conocido el valor de tensión máxima que sufre el material se puede conocer el factor de seguridad que se tiene a razón de la carga aplicada y del material del que están compuestos el bastidor y falso bastidor, en este caso como se mencionó anteriormente Acero S355, con una propiedad para el límite elástico de 355MPa. Por tanto, el valor del factor de seguridad que se obtiene sería:

$$n = \frac{\sigma_{fs355}}{\sigma} = \frac{355}{193,3} \rightarrow n = 1,837$$

El valor obtenido para el coeficiente de seguridad es superior a la unidad, lo que significa que el material que se ha seleccionado es adecuado ya que no se deformaría permanentemente, aunque se aplicase la máxima carga admisible en el vehículo, y por ello cumpliría en el momento de soportar los esfuerzos.

3.4. Unión Bastidor-Falso Bastidor

En el siguiente apartado se justificará la unión que se llevará a cabo entre el bastidor y el falso bastidor, el número de placas a utilizar, así como su dimensión y el número y características de los tornillos de decidirán en función de los resultados que se obtengan.

Se procederá realizando los cálculos para el caso más desfavorable al que se someterá la unión durante su servicio, es decir cuando el vehículo se encuentre circulando a una velocidad máxima de 90 km/h y tenga que ser detenido en el menor tiempo posible que tomaremos como 2 segundos.

La unión al bastidor se realizará por medio de 10 placas (5 por lado) con dimensiones de 100x100x8mm, y un total de 20 tornillos M-14, esto permitirá que en caso de una nueva reforma de importancia se pueda proceder fácilmente al desmontaje de la caja que se está instalando. La unión al falso bastidor se realizará mediante 3 cordones de soldadura.

3.4.1. Unión atornillada

Para la unión al bastidor se emplearán 20 tornillos en total, 2 por placa, de calidad 8.8 y métrica 14, conociendo estas características se recurrirá al libro ‘Diseño de ingeniería mecánica de Shigley’[7] donde se reunirán los datos necesarios para realizar los cálculos de este apartado.

En la página 386 de la décima edición se encuentran los datos en función de la métrica para una serie de paso grueso:

Díámetro mayor nominal d, mm	Paso p, mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²
14	2	115	104

Tabla 9. Características dimensionales del perno[7]

En la página 408 de la décima edición se encuentran los datos en función de la calidad seleccionada:

Clase de propiedad	Intervalo de tamaños, Inclusive	Resistencia de prueba mínima, +MPa	Resistencia mínima a la tensión, +MPa	Resistencia mínima a la fluencia, +MPa	Material
8.8	M16-M36	600	830	660	Acero de medio carbono, T y R

Tabla 10. Resistencias del perno en función de la calidad[7]

Partiendo de la teoría de la energía de distorsión:

$$S_{Sy} = 0,557 \cdot S_y = 0,557 \cdot 660 \rightarrow S_{Sy} = 381MPa$$

El material seleccionado para las placas de unión será Acero AISI 1018 HR con un valor de Resistencia a la fluencia de 220MPa, y Resistencia última de 400MPa.

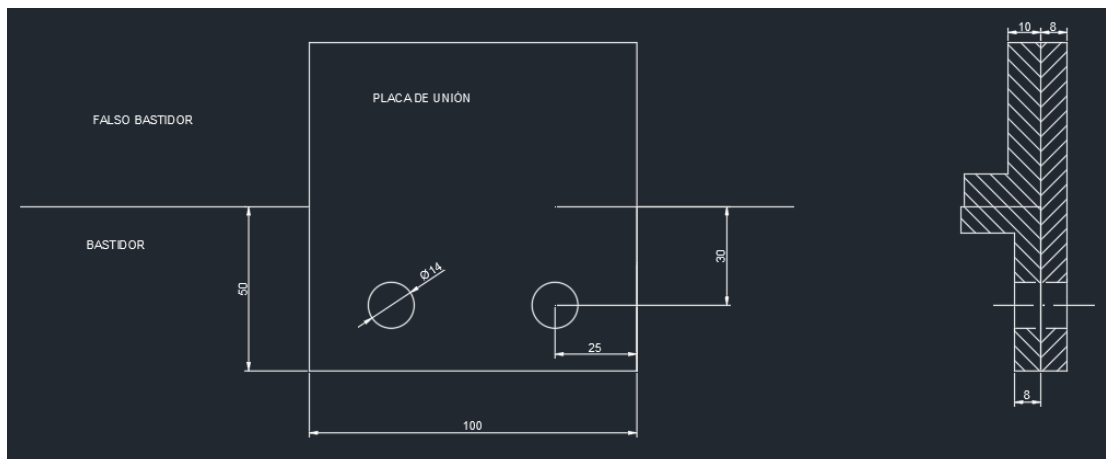


Ilustración 16. Croquis placa de unión

Definido el material de la placa y la disposición de la unión atornillada se procede a el análisis de los distintos criterios de fallo que interfieren en la unión, justificando estos con sus factores de seguridad. Se tendrá que calcular previamente la fuerza que se ejerce en la frenada, para ello se ha de recurrir a la masa inercial (MMTA-Peso Chasis)

$$F_{Parada} = a \cdot m_i$$

$$F_{Parada} = \left(90 \frac{km}{h} \cdot \frac{1h}{3600s} \cdot \frac{1}{2s} \cdot \frac{1000m}{1km}\right) \cdot (26.000 - 7.875)kg = 226563N$$

-Cortante:

$$\tau = \frac{F_{Parada}}{n_p \cdot A_t} = \frac{226563}{20 \cdot 115} = 98,5MPa$$

$$n_c = \frac{S_{Sy}}{\tau} = \frac{381}{98,5} = 3,87$$

-Aplastamiento del perno, para esta situación se seleccionará el valor más desfavorable que corresponde a la pared mas delgada de la unión entre bastidor y placa, en este caso ambos son 8mm, pero al tener la placa un valor de resistencia menor esta será la seleccionada.

$$A_p = d \cdot l = 14 \cdot 8 = 112mm^2$$

$$\sigma_c = \frac{F_{Parada}}{n_p \cdot A_p} = \frac{226563}{20 \cdot 112} = 101,1MPa$$

$$n_{PERNO} = \frac{S_y}{\sigma_c} = \frac{660}{101,1} = 6,53$$

-Aplastamiento de la placa, se calculará el factor de seguridad de la misma manera que en apartado del perno, sustituyendo únicamente el valor de fluencia por el del material de la placa.

$$n_{PLACA} = \frac{S_{yPLACA}}{\sigma_c} = \frac{220}{101,1} = 2,18$$

Lo que quiere decir que el espesor y material que se ha seleccionado para la placa de unión son correctos.

3.4.2. Unión soldada

El proceso de soldadura se realizará para la unión de las placas al falso bastidor, por ello se realizarán 3 cordones de soldadura en cada placa mediante electrodos dispuestos en la norma UNE 14003. Siendo estos recubiertos con un protector adecuado.

El electrodo seleccionado será pues él **E 43, 2 R 160 13 HI**, el cual tiene una resistencia a la tracción de 500MPa.

El valor de la fuerza resultante para comprobar la resistencia de la soldadura es el mismo que el del apartado 3.4.1., valor que se tendrá que dividir entre el número de placas.

$$F_{Placa} = \frac{F_{Parada}}{n_{placas}} = \frac{113281N}{20} = 5664N$$

Para realizar los cálculos justificativos de este apartado se recurrirá al libro ‘*Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*’[7], donde se recogerán los siguientes datos.

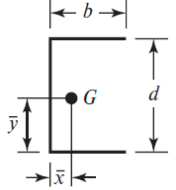
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0,707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b + d}$

Tabla 11. Fragmento extraído de la Tabla 9-1. Propiedades torsionales de las soldaduras de filete.[7]

Recurriendo a la Ilustración16 se obtienen los valores para ecuaciones expuestas en la Tabla 10. Siendo h el tamaño de la soldadura.

$$A = 0,707 \cdot 8 \cdot (2 \cdot 50 + 100) \rightarrow A = 1131mm^2$$

$$\bar{x} = \frac{50^2}{2 \cdot 50 + 100} \rightarrow \bar{x} = 12,5mm$$

$$\bar{y} = \frac{100}{2} \rightarrow \bar{y} = 50mm$$

$$J_u = \frac{8 \cdot 50^3 + 6 \cdot 50 \cdot 100^2 + 100^3}{12} - \frac{50^4}{2 \cdot 50 + 100} \rightarrow J_u = 385417mm^4$$

Conocida el Área de garganta y la fuerza que se aplica, se puede hallar el esfuerzo cortante primario.

$$\tau' = \frac{F_{Placa}}{A} = \frac{5664}{1131} \rightarrow \tau' = 5MPa$$

Para el cálculo del esfuerzo cortante secundario se partirá del esquema mostrado en la siguiente ilustración.

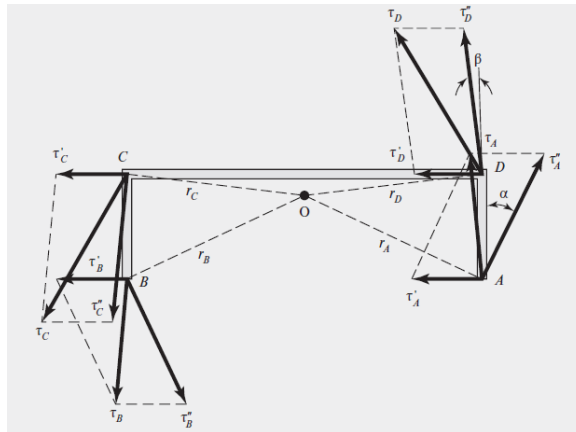


Ilustración 17. Esquema de esfuerzos que soporta la soldadura[7]

$$\alpha = \arctan\left(\frac{50}{50}\right) = 45^\circ$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{12,5}{50}\right) = 14,04^\circ$$

Una vez obtenidos los ángulos que forman los esfuerzos cortantes, el siguiente paso será obtener las distancias entre la ubicación del centroide de que forma de la soldadura y los distintos puntos que se estudiarán, con lo que se utilizará el teorema de Pitágoras para ello.

$$r_a = r_b = \sqrt{\left(\frac{100}{2}\right)^2 + (50 - 12,5)^2} = 62,5mm$$

$$r_c = r_d = \sqrt{\left(\frac{100}{2}\right)^2 + (12,5)^2} = 51,54mm$$

El momento se obtendrá mediante la distancia que existe entre el centroide de la soldadura y de la fuerza ejercida, se supondrá que la fuerza se realiza en las uniones atornilladas en dirección horizontal. Analizando nuevamente la Ilustración 16, y conociendo el centroide de la unión soldada, la distancia sería.

$$a = 30 + (50 - 12,5) = 67,5mm$$

Por tanto, el momento que se genera sería:

$$M = F_{placa} \cdot a = 5664 \cdot 67,5 \rightarrow M = 382320Nmm = 382Nm$$

Conocidos ya los valores del momento que sufre el cordón de soldadura, así como el momento polar de inercia que se calculó anteriormente, se puede proceder a calcular el esfuerzo cortante secundario.

$$\tau_a'' = \tau_b'' = \frac{M \cdot r_a}{J_u} = \frac{382320 \cdot 62,5}{385417} = 62MPa$$

$$\tau_c'' = \tau_d'' = \frac{M \cdot r_c}{J_u} = \frac{382320 \cdot 51,4}{385417} = 51MPa$$

Para obtener el esfuerzo resultante, una vez conocidos los esfuerzos primarios y secundarios, se aplicará la ley del paralelogramo.

$$\tau = \sqrt{(\tau' - \tau'' \cdot \sin\theta)^2 + (\tau'' \cdot \cos\theta)^2}$$

$$\tau_a = \tau_b = \sqrt{(5 - 62 \cdot \sin 45)^2 + (62 \cdot \cos 45)^2} = 58,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_c = \tau_d = \sqrt{(5 - 51 \cdot \sin(14,04))^2 + (51 \cdot \cos(14,04))^2} = 50 \text{ MPa}$$

El punto mas desfavorable o que mas sollicitación tiene son los puntos a y b, por ello se realizara el análisis para el criterio de seguridad sobre estos puntos.

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n*
Cortante	A tope o de filete	0,30S _{ut}	

Tabla 12. Esfuerzos permisibles del Código AISC para metal de aporte [7].

Para este tipo de carga se especifica que el esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de 0,40S_y del metal base.

$$\tau_{perm} < 0,30 \cdot S_{ut \text{ Placa}} = 0,30 \cdot 400 = 120 \text{ MPa}$$

$$\tau_{perm} < 0,40 \cdot S_{y \text{ Placa}} = 0,30 \cdot 220 = 88 \text{ MPa}$$

El caso mas restrictivo corresponde a la resistencia a fluencia, por tanto, el factor de seguridad se calculará en función a este valor de 88MPa, y a la tensión resultante en los puntos a y b.

$$n = \frac{\tau_{perm}}{\tau_a} = \frac{88}{58,6} \rightarrow n = 1,5$$

El resultado obtenido para el factor de seguridad es correcto por tanto la unión soldada seleccionada sería adecuada y no llegaría al fallo en el caso más desfavorable de carga.

3.5. Unión atornillada de la protección trasera

Cada dispositivo de protección trasera se fija mediante un total de 8 tornillos M-12 calidad 8.8. Para realizar la verificación de la resistencia de la fijación se utilizarán el mismo proceso que para la unión del bastidor-falso bastidor. Se considera que los tornillos están sometidos a una fuerza constante de 10.000kg lo que se traduce en 98100N, esta consideración se realiza principalmente para el caso en el que el dispositivo de antiempotramiento entrase en acción en caso de que cualquier otro vehículo impactase en la parte posterior del vehículo.

Díámetro mayor nominal d, mm	Paso p, mm	Área de esfuerzo de tensión A_t , mm ²	Área del diámetro menor A_r , mm ²
12	1,75	84,3	76,3

Tabla 13. Características tornillos M-12[7]

-Cortante:

$$\tau = \frac{F_{Parada}}{n_p \cdot A_t} = \frac{98100}{8 \cdot 84,3} = 145,46MPa$$

$$n_c = \frac{S_{Sy}}{\tau} = \frac{381}{145,46} = 2,62$$

Ya que el valor de la calidad del tornillo es idéntico al de los utilizados para la unión bastidor-falso bastidor, se utilizarán los datos ya obtenidos en el apartado anterior.

-Aplastamiento del perno, para esta situación se seleccionará el valor más desfavorable que corresponde a la pared más delgada, en este caso ambos son 8mm correspondientes al bastidor.

$$A_p = d \cdot l = 12 \cdot 8 = 96mm^2$$

$$\sigma_c = \frac{F_{Parada}}{n_p \cdot A_p} = \frac{98100}{8 \cdot 96} = 127,7MPa$$

$$n_{PERNO} = \frac{S_y}{\sigma_c} = \frac{660}{127,7} = 5,17$$

Por tanto, los tornillos seleccionados para la unión de la protección trasera al bastidor son se pueden considerar adecuados.

3.6. Situación del centro de gravedad

El centro de gravedad se entiende por el punto geométrico donde se concentra teóricamente la mayoría de la mas del vehículo. Lo ideal es que se encuentre lo mas próximo al suelo para tener una mayor seguridad durante la conducción en el caso de acelerones o frenadas en el plano longitudinal, o de giros en el caso del plano lateral. Por ende, es necesario conocer donde se ubica para poder proceder al estudio de la estabilidad lateral y la estabilidad longitudinal.

3.6.1. Situación del centro de gravedad en el plano longitudinal

Se tienen que diferenciar dos casos al igual que con el reparto de cargas, cuando el vehículo se encuentra cargado por completo y cuando el vehículo esta sin carga, se analizará la coordenada del centro de gravedad desde el primer eje.

-Vehículo cargado:

$$\bar{x} = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{82613,1kgm}{26000kg} \rightarrow \bar{x} = 3,18m$$

$$\sum M = P_{\acute{u}til} \cdot x = 82613,1kg \cdot m$$

$$\sum M = 17975kg \cdot 4,596m = 82613,1kg \cdot m$$

$$\sum P = 26000Kg$$

-Vehículo vacío:

$$\bar{x} = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{250kgm}{108,15kg} \rightarrow \bar{x} = 2,31m$$

$$\sum M = 46kg \cdot 1,046m + 14,14 \frac{kg}{m} \cdot 4,395m \cdot \left(1,046 + \frac{4,395}{2}\right)m = 250kg \cdot m$$

$$\sum P = 46 + 14,14 \cdot 4,395 = 108,15Kg$$

3.6.2. Situación del centro de gravedad en el plano vertical

-Vehículo cargado:

$$\bar{y} = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{51721kgm}{26000kg} \rightarrow \bar{y} = 1,99m$$

$$\sum M = P_{\text{útil}} \cdot (h_{\text{bastidor}} + \bar{y}_{\text{carga}})m + P_{\text{bastidor}} \cdot \bar{y}_{\text{bastidor}}$$

$$\bar{y}_{\text{bastidor}} = \frac{7875kg \cdot (1,073 - 0,15)}{7875kg} = 0,923m$$

$$\sum M = 17975kg \cdot \left(1,073 + \frac{2,8}{2}\right)m + 7875kg \cdot 0,923m = 51721kg \cdot m$$

$$\sum P = 26000kg$$

-Vehículo vacío:

$$\bar{y} = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{7724kgm}{8219kg} \rightarrow \bar{x} = 0,94m$$

$$\sum M = P_{\text{pared}} \cdot \bar{y}_{\text{pared}} + P_{\text{techo}} \cdot \bar{y}_{\text{techo}} + P_{\text{lonas.lat}} \cdot \bar{y}_{\text{lonas.lat}} + P_{\text{bastidor}} \cdot \bar{y}_{\text{bastidor}}$$

$$\sum M = 46kg \cdot 2,473m + 64,5kg \cdot 3,873m + 37,3kg \cdot 2,473m + 7875kg \cdot 0,923m$$

$$\sum M = 7724kgm$$

$$\sum P = 8219kg$$

Una vez calculados los distintos casos, se tiene que tener en cuenta que cuanto más próximo este el centro de gravedad al suelo, mayor será la estabilidad del vehículo, en este caso se ha realizado el cálculo para la situación más desfavorable, que podría ser transportando un material como paja que sería fácil de distribuir en el volumen de la caja ocupándolo uniformemente. Para el caso más desfavorable se han obtenido los resultados para las coordenadas x e y del centro de gravedad siguientes.

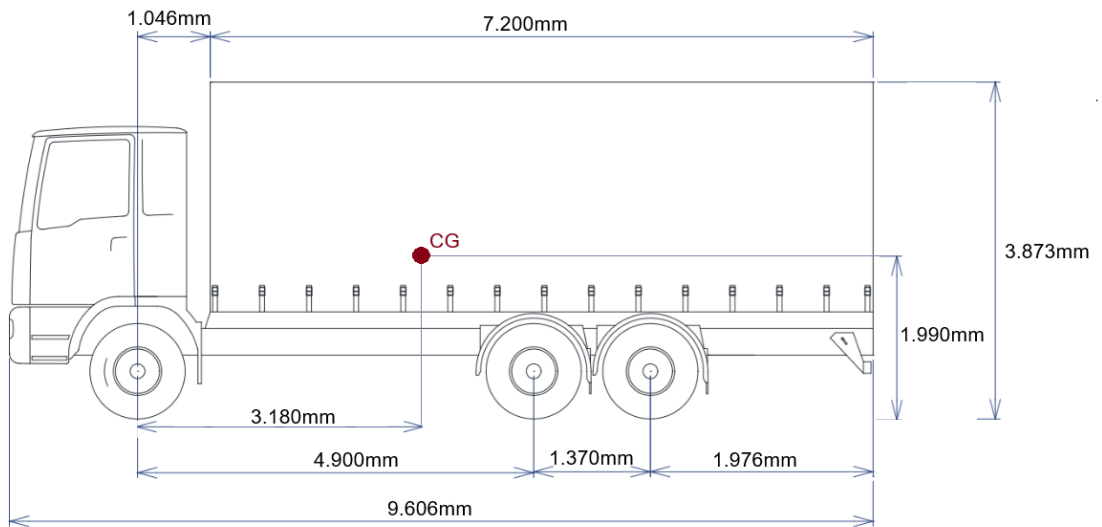


Ilustración 18. Esquema de ubicación y coordenadas del centro de gravedad para el caso de carga más desfavorable

3.7. Estudio de estabilidad

La estabilidad de un vehículo se debe estudiar tanto en el plano longitudinal como en el transversal, con objeto de deducir la máxima inclinación que afectaría a la seguridad del vehículo en el plano longitudinal y transversal.

3.7.1. Estabilidad longitudinal

El estudio matemático de la estabilidad longitudinal se llevará a cabo consultando el libro de ‘Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil’[8] en concreto se seguirán los pasos expuestos en el Tomo I Superior – Capítulo V. Se utilizará al igual que a lo largo de este documento el esquema simplificado de dos ejes para realizar el cálculo.

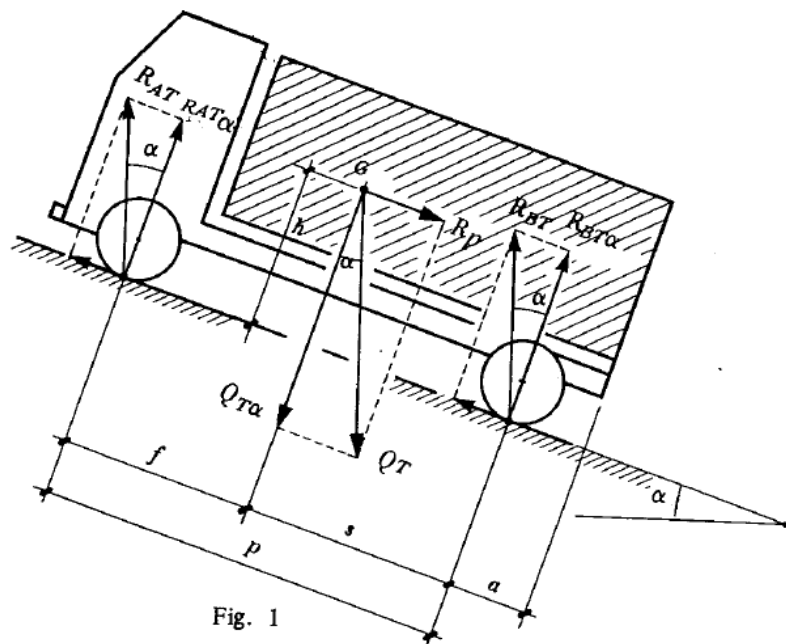


Ilustración 19. Figura extraída del libro ‘Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil’[8].

Q_T → Peso total del vehículo en un plano horizontal = MMA

R_{AT} y R_{BT} → Reparto de cargas total sobre los ejes delantero y trasero en un plano horizontal.

R_p → Resistencia al movimiento del vehículo debida a la pendiente.

$R_{AT\alpha}$ y $R_{BT\alpha}$ → Reparto de cargas total sobre los ejes delantero y trasero en un plano inclinado.

f, s y h → Cotas que determinan la situación del centro de gravedad del vehículo.

Tomando momentos respecto al punto de apoyo de las ruedas trasera, se obtiene:

$$R_{AT\alpha} \cdot p + R_P \cdot h - Q_{T\alpha} \cdot s = 0$$

$$R_{AT\alpha} = Q_{T\alpha} \cdot \frac{s}{p} - R_P \cdot \frac{h}{p}$$

Donde

$$Q_{T\alpha} = Q_T \cdot \cos\alpha$$

$$R_P = Q_T \cdot \operatorname{sen}\alpha$$

Por tanto

$$R_{AT\alpha} = Q_T \cdot \cos\alpha \cdot \frac{s}{p} - Q_T \cdot \operatorname{sen}\alpha \cdot \frac{h}{p} = \frac{Q_T \cdot \cos\alpha}{p} (s - h \cdot \operatorname{tg}\alpha)$$

Para que $R_{AT\alpha} > 0$ se tiene que cumplir:

$$s - h \cdot \operatorname{tg}\alpha > 0 \quad \text{ó} \quad \operatorname{tg}\alpha = \frac{s}{h}$$

Como los valores de s y h se han calculado previamente se puede calcular el valor del ángulo máximo para que no se vea comprometida la estabilidad longitudinal, en el caso de una pendiente ascendente.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{s}{h} = \frac{5,441 - 3,18}{1,99} \rightarrow \alpha = 48,7^\circ$$

Para el caso de un plano descendente s sería el valor al primer eje, lo que daría el siguiente resultado.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{s}{h} = \frac{3,18}{1,99} \rightarrow \alpha = 58^\circ$$

Se deben repetir estas ecuaciones para el caso en el que el vehículo se encontrase sin carga. Como los valores de s y h se han calculado anteriormente, se puede calcular el valor del ángulo máximo para que no se vea comprometida la estabilidad longitudinal, en el caso de una pendiente ascendente.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{s}{h} = \frac{5,441 - 2,31}{0,94} \rightarrow \alpha = 73,3^\circ$$

Para el caso de un plano descendente s sería el valor al primer eje, lo que daría el siguiente resultado.

$$tg\alpha = \frac{s}{h} = \frac{2,31}{0,94} \rightarrow \alpha = 67,9^\circ$$

El resultado obtenido para ambos casos es adecuado, por tanto se puede concluir con que la estabilidad longitudinal no se verá comprometida, ya que los valores en carretera no suelen sobrepasar el 10% [15].

3.7.2. Estabilidad lateral

En este caso para el estudio de la estabilidad lateral se seguirá partiendo del libro mencionado en el apartado anterior. Se conocen las cotas del centro de gravedad respecto al suelo, siendo esta distancia la que determina la situación más desfavorable.

La norma 3.1-IC de la Instrucción de carreteras Trazado, establece el valor de la inclinación más desfavorable para carreteras convencionales, con un valor no superior al 10% para una velocidad comprendida entre 40 y 50km/h. En cambio, para una velocidad de 100km/h este valor no podrá superar el 5%.

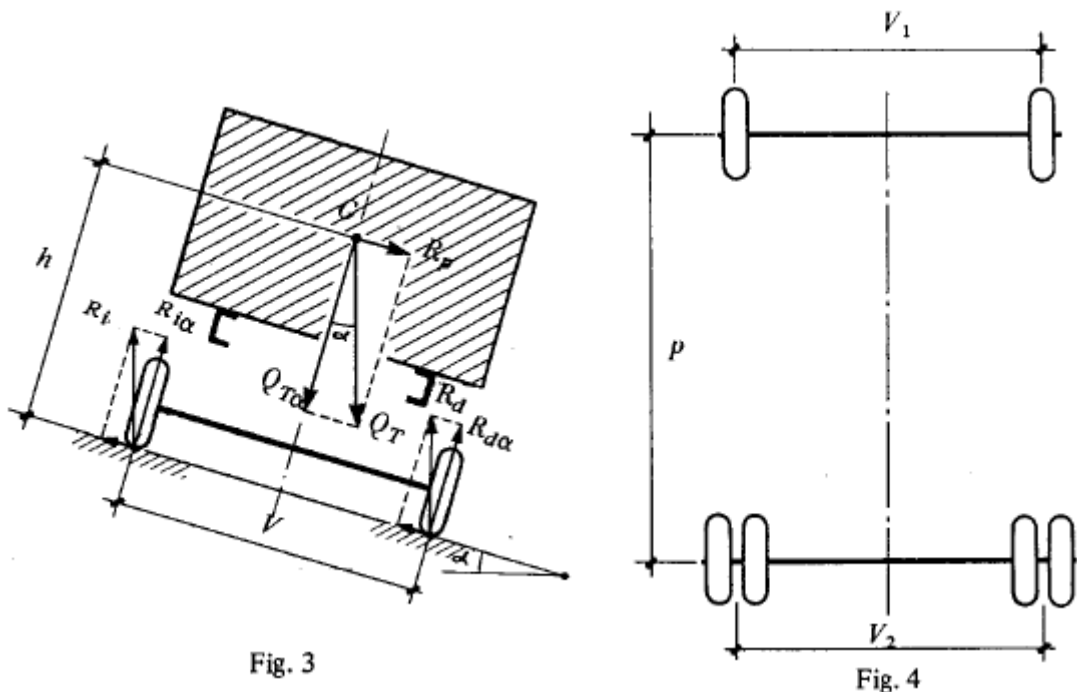


Ilustración 20. Figuras extraídas del libro 'Cálculo teórico-práctico de los elementos y grupos del vehículo industrial y automóvil' [8].

R_i y R_d → Carga total en las ruedas del lateral izquierdo y derecho sobre un plano horizontal.

$R_{i\alpha}$ y $R_{d\alpha}$ → Carga total en las ruedas del lateral izquierdo y derecho sobre un plano inclinado.

V_1 → Vía anterior = 2.190mm

V_2 → Vía posterior = 1.837mm

V → Vía media.

$$Q_T = R_i + R_d$$

$$Q_{T\alpha} = R_{i\alpha} + R_{d\alpha}$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2} = 2013,5mm$$

Si se toman momentos respecto a la línea de apoyo de las ruedas del lateral derecho, se obtiene:

$$R_{i\alpha} \cdot v + R_P \cdot h - Q_{T\alpha} \cdot \frac{v}{2} = 0$$

$$R_{Ai\alpha} = \frac{Q_{T\alpha} \cdot v - R_P \cdot h}{2v}$$

Donde

$$Q_{T\alpha} = Q_T \cdot \cos\alpha$$

$$R_P = Q_T \cdot \operatorname{sen}\alpha$$

$$R_{Ai\alpha} = \frac{Q_T \cdot \cos\alpha \cdot v - Q_T \cdot \operatorname{sen}\alpha \cdot h}{2v} = \frac{Q_T \cdot \cos\alpha}{2v} (v - 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg}\alpha)$$

Para evitar el vuelco del vehículo y asegurar su estabilidad es preciso verificar que:

$$R_{Ai\alpha} > 0$$

$$v - 2h \cdot \operatorname{tg}\alpha > 0 \rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{v}{2h} = \frac{2,0135}{2(1,99)} \rightarrow \alpha = 26,8^\circ$$

Este valor sería el máximo ángulo al que el vehículo podría ser expuesto en el caso de carga máxima, y con el punto de gravedad calculado.

En el caso de que el vehículo se expusiese a una pendiente con un desnivel del 25%, se podría calcular si su estabilidad cumple hallando la coordenada vertical del centro de gravedad resultante y comparándola con el que se tiene.

$$h = \frac{v}{2\operatorname{tg}\alpha} = \frac{2,0135}{2(\operatorname{tg}(25))} \rightarrow h = 2,16m$$

Se obtiene un valor superior al del centro de gravedad del vehículo, por ello se puede afirmar que la estabilidad lateral esta garantizada, ya que se ha empleado un valor de pendiente más estricto a los que el vehículo se verá expuesto.

Una vez se han verificado, los repartos de carga, estabilidad y se han justificado las uniones con resultado favorable, se añadirán 5 travesaños a lo largo de los largueros que conforman el falso-bastidor. De esta manera se generará una base aún más sólida para el piso de la caja.

4. PLIEGO DE CONDICIONES

El objetivo de este apartado será establecer las condiciones de las normas de ejecución de las operaciones que se han de realizar sobre el vehículo para su transformación, por ello se deben establecer los equipos y elementos necesarios además de las condiciones y uso que se deben dar a estos para realizar la reforma.

4.1. Calidad de los materiales empleados

Las condiciones que han de cumplir los materiales utilizados en los distintos procesos de la ejecución de esta reforma deben cumplir una serie de condiciones, que se expondrán en este apartado.

Aunque los materiales estén seleccionados si en el momento de su utilización se presenta un problema con estos que pueda suponer un peligro para la seguridad del vehículo o de las personas, estos se sustituirán. De la misma manera si algún elemento se encuentra en un estado defectuoso deberá ser sustituido.

Por ello los materiales de los elementos que se utilicen no deben ser perjudiciales para la salud de las personas ni para el medioambiente, siendo reciclados los materiales que queden como inservibles.

De esta manera, en caso de soldadura, se realizará mediante procedimiento MIG-MAG con alambre de aportación realizado en acero de alta resistencia. En caso de tornillos, la calidad mínima será 8.8. En caso de las zonas despintadas, se deben reparar con pintura anticorrosiva.

4.2. Normas de ejecución

Salvo instrucciones escritas y específicas del Técnico Director de la reforma, la ejecución de la misma se atenderá a las normas que fijan las casas constructoras de vehículos.

Es preceptivo sustituir los elementos del vehículo que por su desgaste o mal estado, presenten riesgos para la seguridad del vehículo objeto de la reforma.

En el carrozado se deberá procurar un reparto del peso correcto, la diferencia de peso entre las ruedas derechas e izquierdas en un mismo eje, en ningún caso deberá exceder el 2,5%, ya que de lo contrario se ladeará el vehículo.

La aplicación de refuerzos para el chasis o montaje de componentes adicionales, como son: tomas de fuerzas o depósitos de combustible, tiene influencia en el peso y, por tanto, en la distribución de las cargas sobre el vehículo carrozado, ya que sólo de esta manera será posible prever a tiempo las consecuencias que pudieran derivarse para el centro de gravedad del vehículo. Una condición importante para un comportamiento seguro del vehículo en carretera, es que bajo cualquier circunstancia el peso sobre el primer eje sea como mínimo el 20% del total del vehículo.

Para la calidad y la vida útil del vehículo completo, es de especial importancia que el chasis, antes de empezar el carrozado, se encuentre en posición totalmente plana, es decir:

- Los largueros han de estar paralelos.
- El bastidor del chasis no deberá de estar sometido a torsiones.

4.2.1. Soldadura

Cuando sea necesario realizar operaciones de soldadura sobre el vehículo, deberán de tenerse en cuenta las siguientes normas:

- Desconectar el alternador, regulador y batería.
- No fijar el terminal de masa a componentes del chasis tales como ejes, ballestas, etc.
- No ejecutar arcos en los componentes anteriores.
- Deben protegerse las tuberías de materiales plásticos, para evitar que dañadas por las proyecciones de la soldadura o por exponerlas a temperaturas mayores de 80°C.
- Los electrodos a emplear para soldadura serán los dispuestos en la norma UNE 14003. Se recubrirán con un protector adecuado lo antes posible.

Los distintos tipos de soldadura[9] que se pueden llevar a cabo son:

-Soldadura por arco en protección gaseosa: este proceso de unión por fusión utiliza un arco eléctrico que se establece entre el extremo del electrodo y las piezas a soldar, protegiéndose de la acción del oxígeno, la humedad y el nitrógeno del aire ambiente mediante un flujo de gas distribuido alrededor del punto de fusión a una ligera presión. En la actualidad existen distintos sistemas de soldadura, TIG, basado en el soldeo por arco con electrodo de wolframio protegido por un gas inerte. MIG, soldeo por arco con gas inerte (argón, helio); MAG, soldeo por arco con gas activo (dióxido de carbono), la soldadura MIG/MAG puede utilizarse para el soldeo de cualquier tipo de material, el material de aportación se incorpora de forma continua, la posición de soldeo es indiferente, no produce escoria y presenta un menor coste por metro de soldadura.

-Soldadura eléctrica por resistencia, este procedimiento se puede considerar como una soldadura autógena sin material de aportación. La soldadura se efectúa por presión en la que se aumenta la temperatura de las piezas hasta unir hasta un poco por debajo de la fusión del metal. La corriente se genera haciendo pasar una corriente eléctrica de elevada intensidad entre dos electrodos en un corto espacio de tiempo. Ofrece ventajas como la rapidez de ejecución, fácil manejo, no necesita repasos posteriores. Existen distintos métodos de aplicación de esta soldadura como son la soldadura por puntos, soldadura por protuberancias, soldadura por empuje, etc.

Para verificar la seguridad durante el proceso de soldeo que se lleve a cabo se deberán tomar en cuenta ciertas medidas previas que se exponen a continuación.

- Revisar el estado del equipo antes de usarlo.
- Utilizar guantes, peto y polainas de cuero.
- Utilizar pantalla de protección envolvente que cubra la cara, cuello y oídos.
- Utilizar siempre el factor de protección del cristal inactínico adecuado.
- Tener siempre localizados los elementos de extinción de incendios.
- Proteger los elementos de la carrocería.
- Comprobar la toma a tierra.
- Utilizar un sistema de extracción de gases o trabajar en una zona ventilada.

4.2.2. Taladros

Se debe evitar la ejecución de taladros sobre los largueros del bastidor y del falso bastidor del vehículo, tratando de utilizar los orificios predeterminados que vienen practicados en fábrica. Aun así, si se llevasen a cabo taladros sobre los largueros se deberán realizar bajo las siguientes premisas:

- No deben de taladrarse las zonas curvas de los largueros del bastidor, ni sus alas, salvo instrucción del Técnico.
- Los taladros quedan PROHIBIDOS en las proximidades de las ballestas traseras.
- La distancia entre taladros y la de estos al ala del larguero debe ser como mínimo 4 veces el diámetro del taladro y en ningún caso inferior a 45mm.
- El diámetro máximo de un taladro será 16mm.
- No deben de exponerse en línea vertical más de dos taladros.
- Después de taladrar hay que desbarbar y escariar todos los taladros.
- Los tornillos a emplear serán de alta resistencia y estarán apretados hasta un par en que empiecen a estirarse.

4.2.3. Uniones atornilladas

Para las uniones de los distintos elementos a instalar sobre el conjunto bastidor-falso bastidor, se utilizarán los orificios establecidos por el fabricante. No se permitirá la soldadura como método de unión sobre el bastidor, ya que a causa de las vibraciones producidas en la marcha del vehículo esta podría sufrir grietas que lleven la unión al fallo.

- Si se necesitase cambiar algún tornillo, este deberá ser sustituido por otro de las mismas características que el extraído.
- Las tuercas autoblocantes utilizadas, cuando sean desmontadas deberán ser sustituidas por otras nuevas, siendo las viejas desechadas para su reciclaje.
- El par de apriete de las fijaciones debe ser alterno y progresivo.
- Se tendrá especial atención a los asientos de las cabezas y tuercas, de manera se encuentren limpias y que no existan irregularidades que afecten a su asentamiento.
- Es recomendable la instalación de arandelas entre cabeza de tornillo y tuerca.

4.2.4. Normas de ejecución en taller

Las normas de ejecución en taller se establecen por los planos definidos por el ingeniero industrial. El operario u operarios de taller, deberán seguir lo establecido en los planos, y en el caso de que se realice algún trabajo distinto a lo establecido en los planos, los operarios deberán informar al director técnico para revisar la operación e incluirla en los planos de taller.

4.3. Certificado y autorizaciones

Según el RD 866/2010 y el Manual de Reformas de Vehículos, documentos por los que se rige este proyecto, las reformas de importancia que constituyen el presente proyecto se encuentran tipificadas con los códigos, **1.3, 8.50, 8.52, 8.60, 9.2, 11.1 y 11.3**, los cuales precisan de presentar los siguientes documentos para la realización y tramitación de dicha reforma.

- Proyecto técnico de la reforma a ejecutar, realizada por un técnico competente.
- Informe de Conformidad emitido por el fabricante del vehículo o por un Servicio Técnico acreditado por ENAC.
- Certificado del taller ejecutor de la reforma
- Certificado de fin de obra

5. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

A continuación, se indican unas directrices básicas al taller que realiza la reforma, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales. Todo ello en aplicación del R.D. 1627/97[10]

El carroceros aplicará las medidas de prevención de riesgos laborales en referencia a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales[11] vigentes. Evitará los riesgos. Evaluará los riesgos que no se puedan evitar. Combatirá los riesgos en su origen. Tendrá en cuenta la evolución de la técnica. La planificación de la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella: la organización, la técnica, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo. Adoptará medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Dará las debidas instrucciones a los trabajadores. La Formación teórica y práctica de sus trabajadores. La Dirección entregará copia de las evaluaciones de riesgos que realice al Delegado de Prevención que haya sido elegido para tal función entre los miembros del comité de empresa o delegados de personal. Los reconocimientos médicos que se efectúen serán específicos, adecuándose a las distintas funciones profesionales existentes en cada centro de trabajo.

5.1. Riesgos laborales

5.1.1. Riesgos ajenos a la ejecución de la reforma

La reforma deberá realizarse en el interior del Taller Autorizado mencionado en la presente memoria, el cual deberá cumplir una serie de medidas tales como:

- Construcción segura desde el punto de vista estructural.
- Altura del área de trabajo superior a tres metros, con una superficie de trabajo mayor a dos metros cuadrados por trabajador y un volumen por trabajador superior a diez metros cúbicos.

- Piso liso, antideslizante e impermeable.
- No habrá aberturas ni huecos en el área de trabajo, ni tampoco escaleras.
- Puerta de acceso con giro sobre eje vertical.

- Puerta de salida del área de trabajo de un metro, con apertura en la dirección de evacuación.
- No existirán obstáculos que dificulten una salida de emergencia.
- Habrá iluminación de emergencia disponible.
- El sistema de protección contra incendios estará instalado conforme a la normativa vigente.
- La instalación eléctrica estará realizada de acuerdo con el RD 842/2002.[12]
- Se mantendrá el lugar de trabajo en condiciones adecuadas de higiene, realizando operaciones de limpieza y organización de manera periódica.
- La ventilación del lugar puede ser tanto natural (proporcionada por ventanas) como artificial, asegurando los mínimos establecidos en las normas correspondientes.
- Los niveles de iluminación se garantizarán con luz artificial, manteniéndose por encima de ciento cincuenta (150) lux.
- Habrá suministro de agua potable, tanto fría como caliente, y se contará con los elementos necesarios para la higiene.
- Habrá baños-vestuarios equipados con los elementos necesarios para su correcto uso.
- Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios con los elementos necesarios. Este botiquín será revisado periódicamente.
- El área donde se realicen los trabajos dentro del taller se delimitará físicamente para que no interfiera con otras zonas del taller, garantizando un espacio suficiente para realizar todas las tareas de manera segura.

5.1.2. Riesgos en el proceso de ejecución

En el proceso de soldadura y construcción de estructuras pueden presentarse los siguientes riesgos:

- Electrocuación por contacto directo e indirecto.
- Caídas al mismo nivel debido a la falta de orden y limpieza.
- Afecciones en las mucosas.
- Problemas en la piel.
- Lesiones oculares.
- Caídas desde alturas.
- Caídas de objetos.
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Inhalación de gases derivados de la soldadura, atmósferas tóxicas o irritantes.
- Atmósfera sin oxígeno debido a gases inertes.
- Dolor lumbar por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos y pies.
- Golpes o choques con objetos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.

En cuanto a los riesgos debidos a las instalaciones eléctricas, pueden presentarse:

- Caídas de personal al mismo nivel debido al uso inadecuado de las escaleras.
- Electrocuaciones.
- Cortes en las extremidades superiores.
- Quemaduras causadas por descargas eléctricas.
- Caídas de objetos y materiales a niveles inferiores.

5.2. Prevención de Riesgos

Este apartado estará basado en lo expuesto en la Directiva 89/391/CEE de 12 de junio que establece las medidas de seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo[13]. Por otra parte, también será de aplicación el RD 773/1997[14] de 30 de mayo que establece las condiciones de protección individual. Por tanto, a continuación, se detallarán los elementos de seguridad necesarios dependiendo de la función que se este desplegando.

- Para la realización de trabajos de soldadura el trabajador deberá utilizar careta protectora, guantes y un mandil adecuado. Este equipamiento debería proteger al trabajador en el desarrollo del trabajo de soldeo.
- Para evitar riesgos relacionados con contactos eléctricos, todas las maquinas que se utilicen en el desarrollo del trabajo deberán encontrarse en un estado optimo para su uso. Deberán estar correctamente señaladas con el distintico de riesgo eléctrico y no encontrarse sobre suelo mojado o ambiente excesivamente húmedo. En el caso de trabajo sobre el vehículo la batería deberá estar desconectada como medida preventiva.
- En cuanto a riesgos mecánicos, el trabajador esta expuestos a diversos riesgos como son atrapamiento, aplastamiento, cizallamiento, proyección de partículas. Toda maquinaria que pueda conllevar cualquiera de los riesgos mencionados deberá estar señalizada con la señal o señales correspondientes al riesgo que implica.

5.2.1. Medidas preventivas

Para prevenir los riesgos, se deben tomar una serie de medidas con el fin de evitar los riesgos. Por tanto, se debe analizar a que tipo de riesgo estará expuesto el trabajador en el lugar de trabajo.

- **Sustitución de Herramientas:** Es necesario reemplazar las herramientas que se encuentren desgastadas.

- **Aislamiento de Instalaciones Eléctricas:** Las instalaciones eléctricas deben estar correctamente aisladas y no presentar riesgos de cortocircuito. En caso de detectar alguna anomalía, se deberá notificar de inmediato al responsable para que tome las medidas correctivas necesarias.
- **Precauciones con Superficies Calientes:** Se debe evitar el contacto con superficies que se encuentren a altas temperaturas.
- **Evitar Elementos Peligrosos:** No se deben usar anillos, cadenas, cabello suelto, etc., que puedan engancharse en alguna máquina y causar atrapamientos.
- **Operación de Máquinas:** Solo se debe encender una máquina mediante la acción intencional del operador.
- **Uso de Equipos de Protección Personal:** Es imprescindible utilizar los equipos de protección individual para prevenir los riesgos mencionados anteriormente.
- **Información y Formación por parte del Empresario:** El empleador debe proporcionar la información adecuada sobre las medidas preventivas, el uso correcto de la maquinaria, el empleo de equipos de protección personal y los riesgos a los que están expuestos los trabajadores.
- **Revisión y Mantenimiento Periódico:** Realizar inspecciones regulares de todos los sistemas y equipos de seguridad, como alarmas de incendios y detectores de gases, para asegurar su correcto funcionamiento.

5.3. Equipos de protección individual

Los equipos de protección individual están recogidos en el ANEXO I RD 773/1997[14]. Solo serán objeto de estudio los equipos de protección individual necesarios para la realización, conservación y uso del vehículo reformado.

5.3.1. Equipos de protección para la cabeza

Cascos o gorras/pasamontañas/protectores para la cabeza para proteger contra: golpes resultantes de caídas o proyecciones de objetos, choques contra obstáculos, riesgos mecánicos (Perforaciones, abrasiones), compresión estática, riesgos térmicos (llamas, calor, frío, sólidos calientes), riesgos químicos, choque eléctrico.

5.3.2. Equipos de protección auditiva

- Orejeras
- Tapones para los oídos

5.3.3. Equipos de protección para los ojos y la cara

Gafas de montura universal, gafas de montura integral y pantallas faciales para proteger contra: riesgos mecánicos, riesgos térmicos, radiación, aerosoles sólidos y líquidos de agentes químicos y biológicos

5.3.4. Equipos de protección respiratoria

Equipos filtrantes para proteger contra: partículas, gases o aerosoles.

5.3.5. Equipos de protección para manos y brazos

Guantes (incluyendo manoplas y protectores de brazos) para proteger contra: riesgos mecánicos, térmicos, eléctricos, radiación, aerosoles sólidos y líquidos de agentes químicos y biológicos.

5.3.6. Equipos de protección para pies y piernas y protección antideslizante

Calzado (por ejemplo, zapatos que podrían tener la puntera para protección de los dedos) para proteger contra: riesgos mecánicos, de resbalones, térmicos, eléctricos, químicos y biológicos.

Protectores de empeine extraíbles contra riesgos mecánicos.

Rodilleras para proteger contra riesgos mecánicos.

Polainas para proteger contra riesgos mecánicos, térmicos y químicos, así como biológicos.

6. PRESUPUESTO

En el apartado que se aborda se detallarán los costes de los elementos y del tiempo empleado por los trabajadores en la ejecución de la reforma, así como los trámites administrativos necesarios.

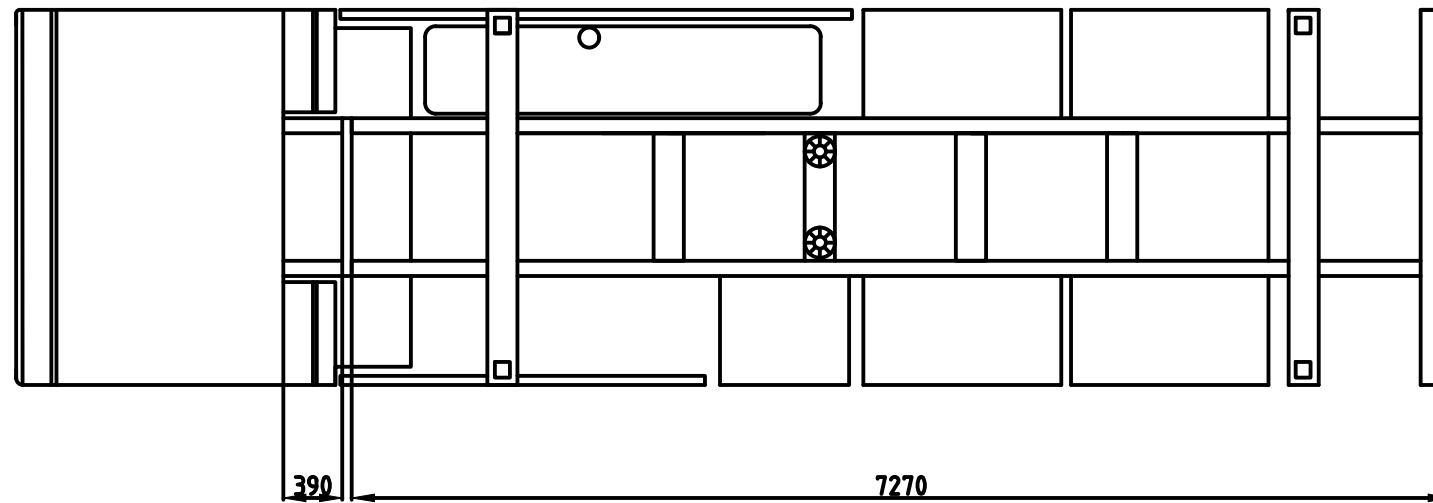
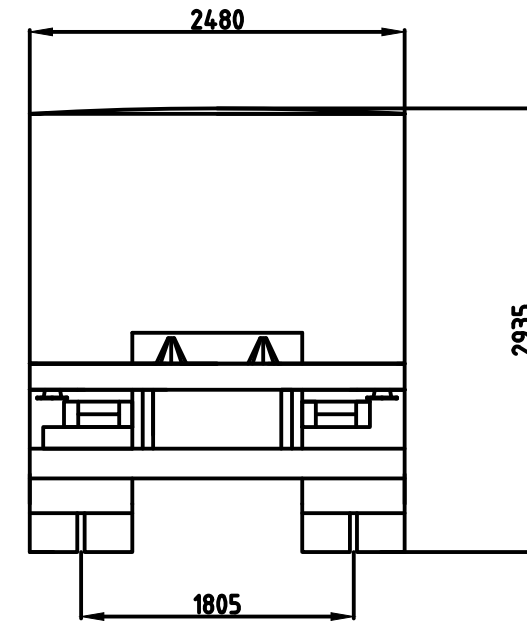
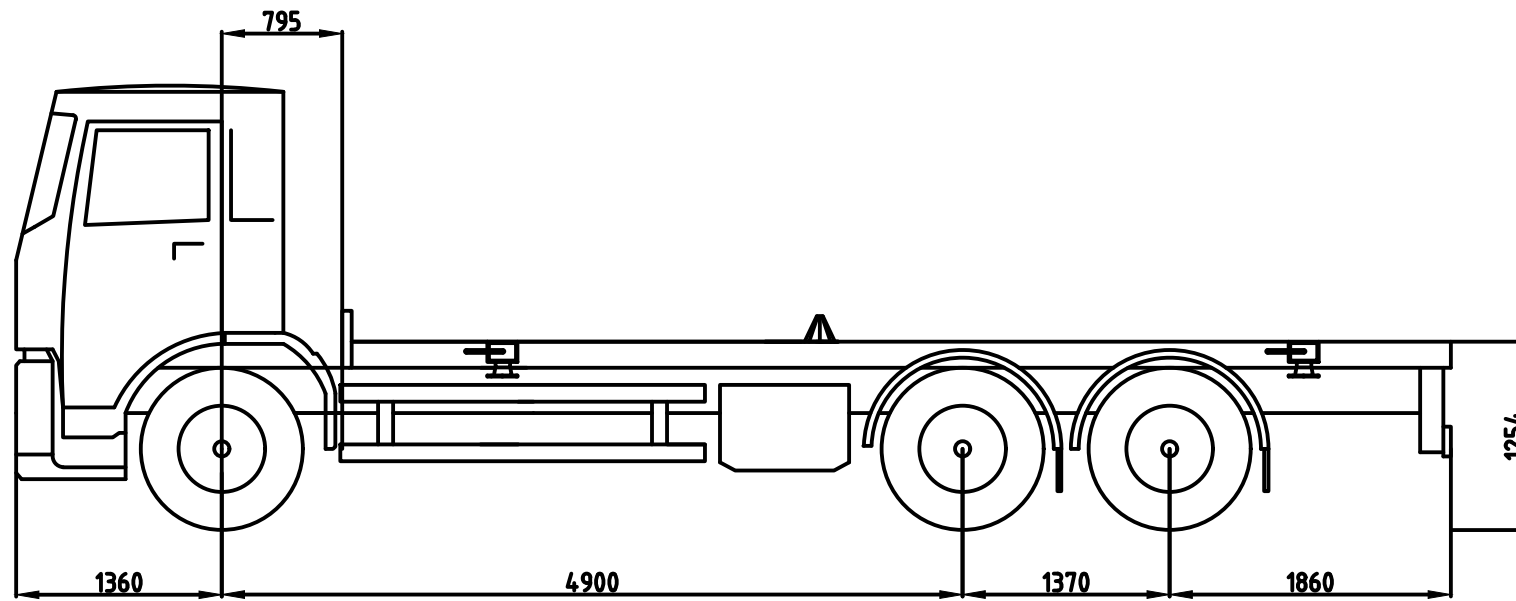
Descripción	Unidades	Precio/Unidad	Precio €
Materiales			
Lonas PVC	58.32m ²	13.55€/m ²	790
Puertas traseras	1	400€	400
Estructura caja aluminio (barra rectangular)	34.4m	31.9€/m	1098.74
Protección antiempotramiento	1	650€	650
Largueros de sección U 140x60x10	2	136.6€	273.2
Tornillos 8.8 M14	20	0.42€	8.43
Tornillos 8.8 M12	8	0.2€	1.6
Total			3221.97
Mano de obra			
Desmontaje carrocería	10	40€/h	400
Instalación falso bastidor	4	40€/h	160
Instalación de conjunto de caja	6	40€/h	240
Instalación de dispositivo antiempotramiento y reubicación de dispositivos de alumbrado y placa matricula	6	40€/h	240
Total			1040
Administración			
Proyecto técnico	1	500	500
Informe de conformidad	1	150	150
Tramitación y tasas ITV	1	200	200
Certificado de taller	1	20	20
Certificado de Fin de Obra	1	50	50
Total			920
Total presupuesto			5181.97

El precio de el proyecto que se aborda tiene un resultado de 5181.97€ lo que lo hace viable y permite llevarlo a cabo con un gasto bastante adecuado en comparación con la fabricación de otro vehículo que se destinase a la misma función.

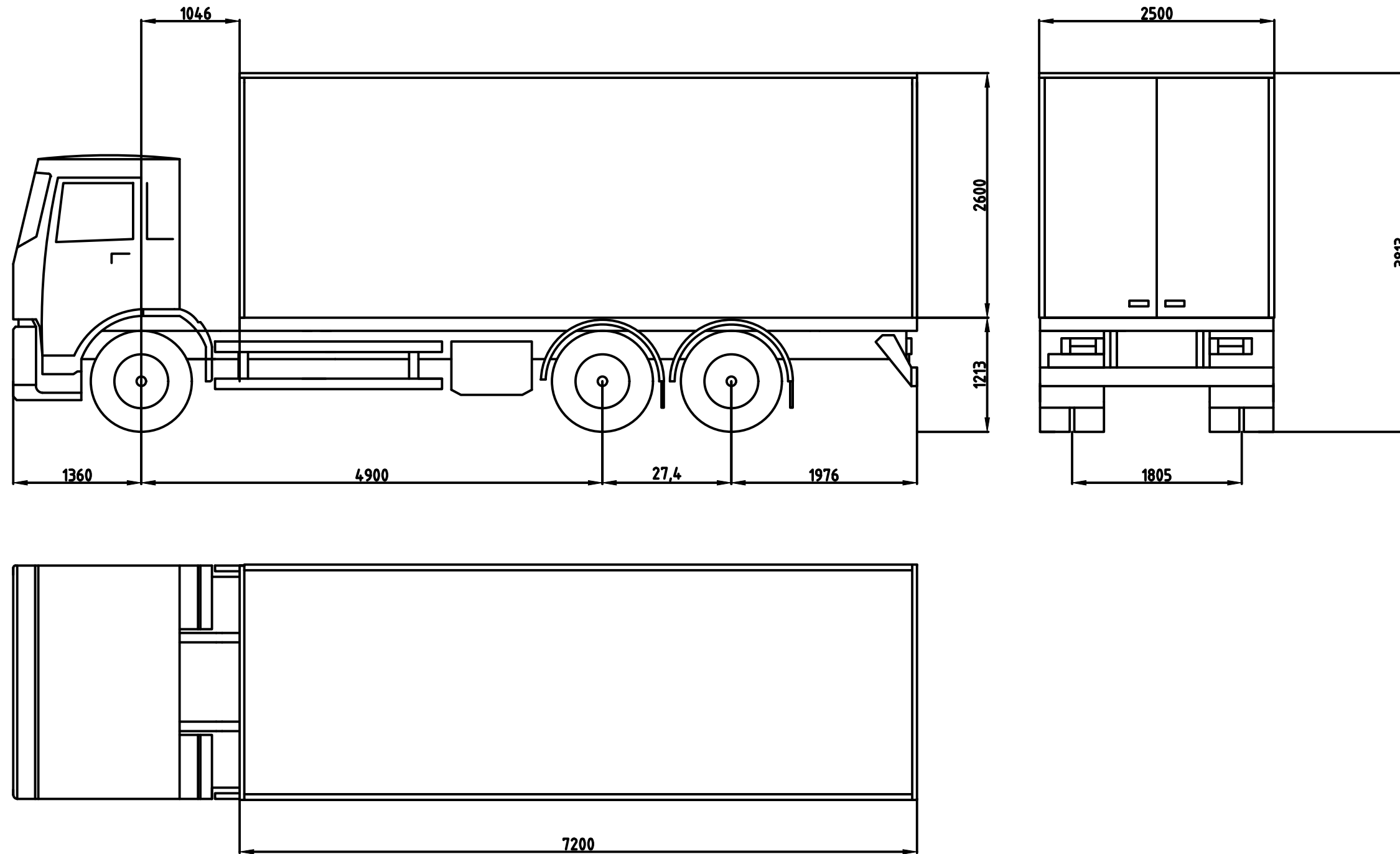
7. PLANOS

A continuación, se mostrarás los planos necesarios para una mejor comprensión de la transformación que se va a realizar, así como de los accesorios, en el siguiente orden:

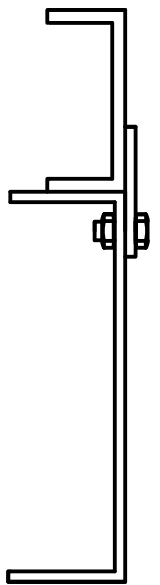
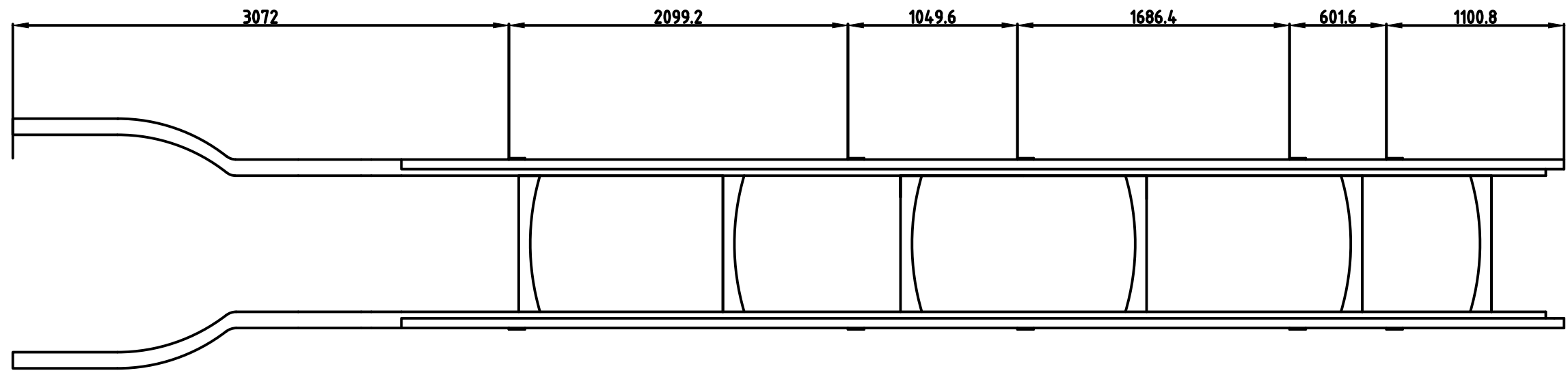
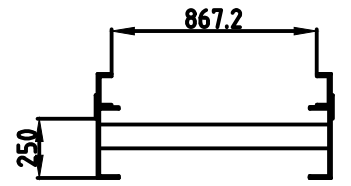
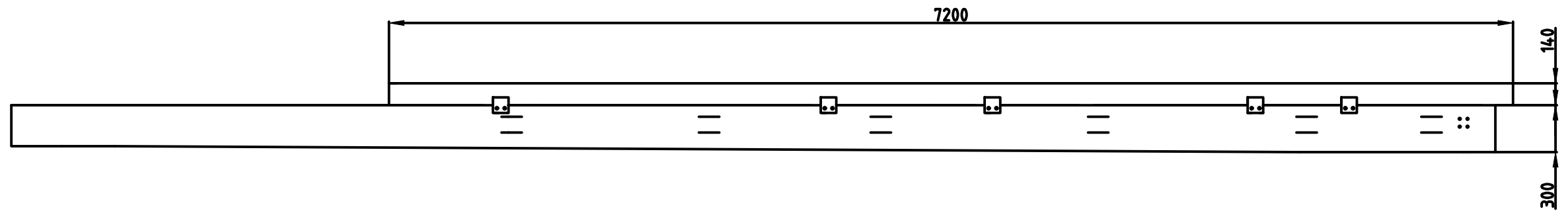
- Plano del vehículo antes de la reforma
- Plano del vehículo después de la reforma
- Conjunto bastidor-falso bastidor
- Placa de unión
- Unión dispositivo protección trasera



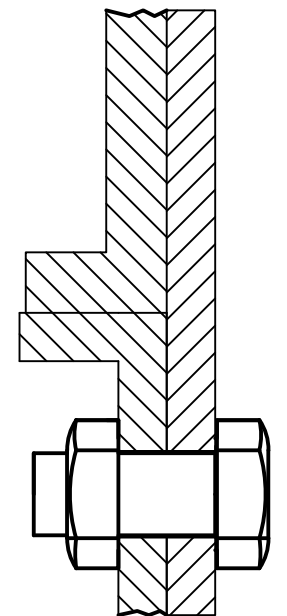
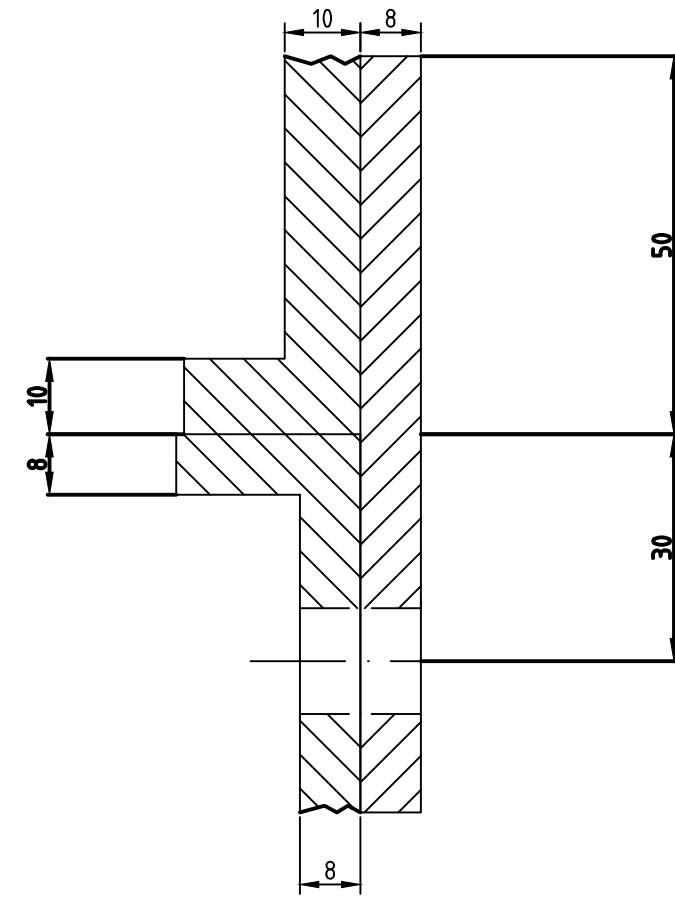
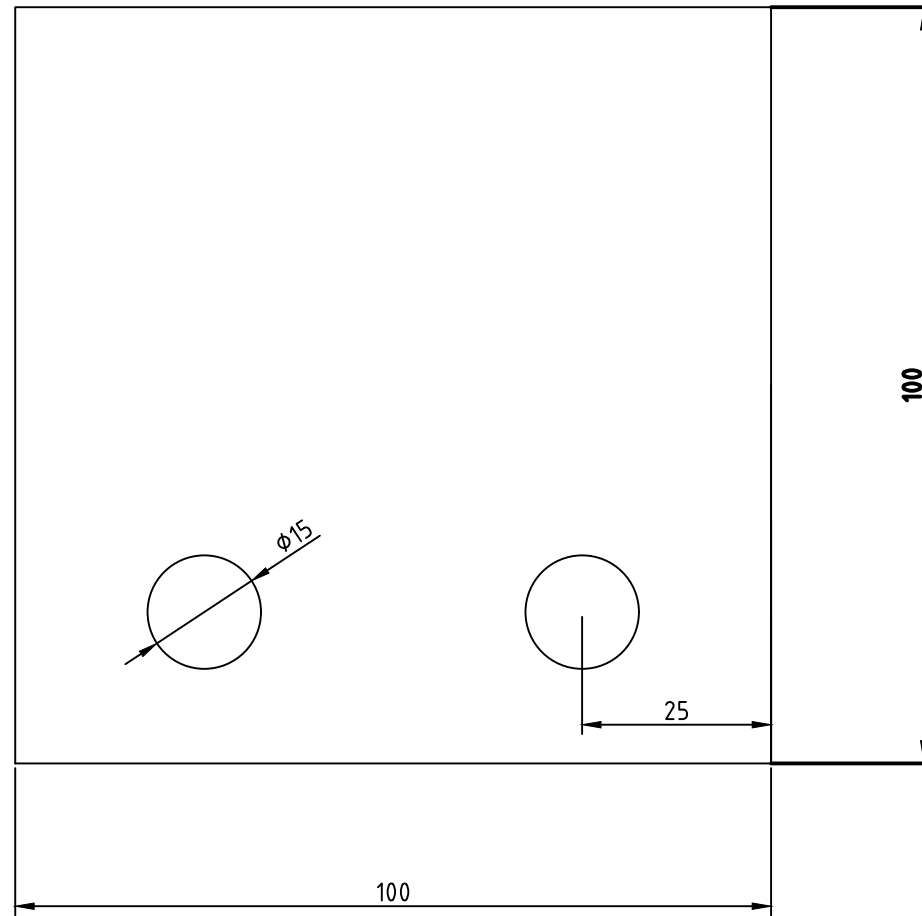
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG			Nº PLANO
1:50	Vehículo antes de reforma			1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



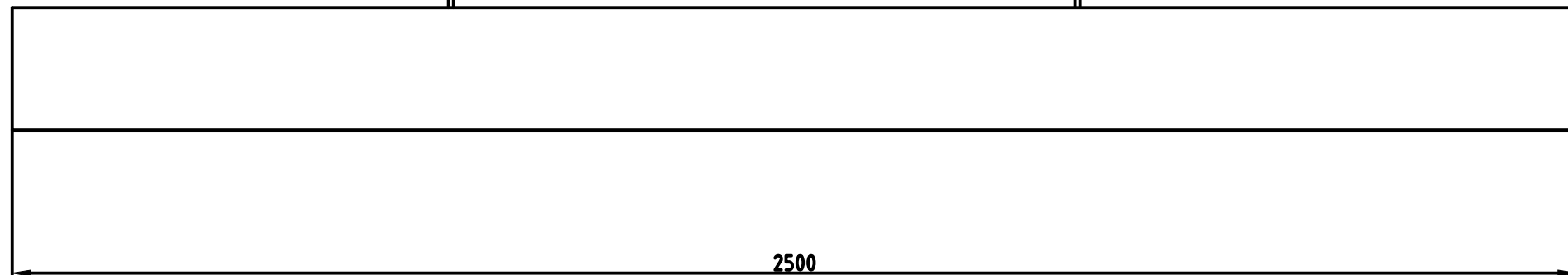
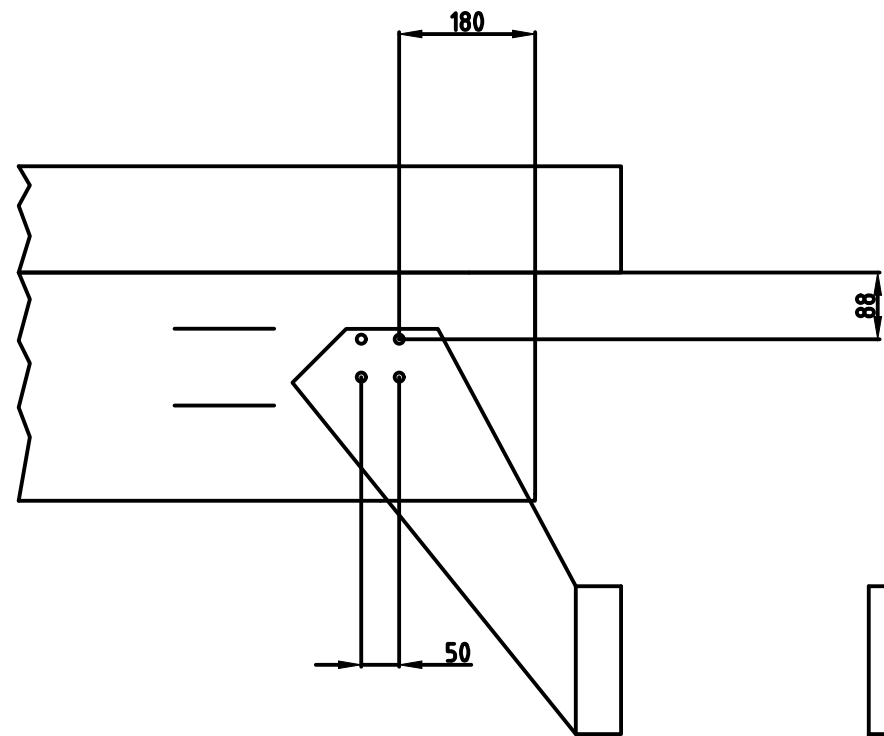
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG Vehículo después de reforma			Nº PLANO
1:50				2
				SUSTITUYE A:
		SUSTITUIDO POR:		



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG			Nº PLANO
1:32	Conjunto bastidor-falso bastidor			3
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG			Nº PLANO
1:1	Placa de unión			4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA:	Título del TFG			Nº PLANO
1:10	Unión dispositivo de protección trasera			5
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

8. CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Laboratorio técnico de reformas Certificado de dirección final de obra N° _____.

CERTIFICADO DE DIRECCION FINAL DE OBRA

D. _____, Ingeniero Técnico Industrial, especialidad _____ colegiado n° ____ del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de _____.

CERTIFICA

Que bajo su dirección facultativa se ha realizado la/s Reforma/s con el/los códigos N° **1.3, 8.50, 8.52, 8.30, 9.2, 11.1 y 11.3**, en el vehículo **VOLVO**, tipo **6X2**, variante ---, versión ---, denominación comercial **FM**, n° de bastidor **YV2J1G1C8EXXXXXXX**, número de matrícula **1234ABC**.

Se han efectuado la/s reforma/s en el vehículo referenciado, de acuerdo al Proyecto/s técnico/s.

Referencia: ---. Fecha: ---.

Realizado por D. _____, Ingeniero Técnico Industrial, especialidad _____ colegiado n° ____ del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de _____ y la documentación adicional correspondientes.

Reforma/s tipificada/s en el Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio, por el que se regulan la tramitación de las reformas de vehículos, así como en el Manual de Reformas en vigor a la fecha del presente documento.

Descripción de la reforma:

- Sustitución de la carrocería porta contenedores anotada en ficha técnica por otra, tipo caja abierta con lonas laterales.
- Sustitución del dispositivo de protección trasera anotado en ficha técnica por otro tipo RUP-SL, número de homologación E11 58R-0312092.
- Reubicación de la placa de matrícula posterior bajo el grupo óptico trasero izquierdo.
- Reubicación de los dispositivos de alumbrado laterales y traseros, en función de la nueva carrocería.

- Cambio de clasificación a 2211 (Camión MMA > 12.000 kg. Caja abierta). La nueva clasificación se adopta con base a las reformas realizadas y al uso al que será destinado el vehículo.
- Modificación de la MTMA y MMTAC.

Fotografías del vehículo después de la reforma:



Ejecución de la reforma en ____, con fecha ____ de ____ de ____.

Se firma en ____ el/los Certificado/s de dirección final de obra:

Referencia: ---. Fecha: ---.

9. INFORME DE CONFORMIDAD

Este documento esta acredita por ENAC que es la Entidad Nacional de Acreditación en España, por tanto, debe estar registrado con el sello de dicha entidad. Esto de traduce en que el documento cumple con los requisitos de calidad t competencia establecidos por las normativas internacionales

INFORME DE CONFORMIDAD

El firmante D. _____, expresamente autorizado por el SERVICIO TÉCNICO DE REFORMAS EN VEHÍCULOS.

INFORMA:

Que el vehículo,

- Marca: VOLVO
- Tipo: 6X2
- Variante: ---
- Versión: ---
- Denominación comercial: FM
- No de bastidor: YV2J1G1C8EXXXXXXX
- Matrícula: 1234-ABC

es técnicamente apto para ser sometido a la(s) reforma(s) consistente(s) en:

- Sustitución de la carrocería porta contenedores anotada en ficha técnica por otra tipo caja abierta con lonas laterales.
- Sustitución del dispositivo de protección trasera anotado en ficha técnica por otro tipo RUP-SL, nº homologación E11 58R-0312092.
- Reubicación de la placa de matrícula posterior bajo el grupo óptico trasero izquierdo.
- Reubicación de los dispositivos de alumbrado laterales y traseros, en función de la nueva carrocería.
- Cambio de clasificación a 2211 (Camión MMA > 12.000 kg. Caja abierta). La nueva clasificación se adopta con base a las reformas realizadas y al uso al que será destinado el vehículo.
- Modificación de la MTMA y MMTAC.

Una vez efectuada la reforma, las masas y/o dimensiones del vehículo quedan de la siguiente manera:

- Carrocería del vehículo (J.1): BA-06
- Masa Real (kg): 8.719
- MMTA (kg) (F.1): 26.000
- MMTAC (kg) (F.3): 55.000
- Altura total (mm): 3.787
- Anchura total (mm) (F.5): 2.550
- Longitud total (mm)(F.6): 9.606
- Voladizo posterior (mm) (F.8): 1.976

Según proyecto técnico realizado por D.____, Ingeniero Técnico Industrial.

Especificaciones técnicas o reglamentarias:

Contraseña de homologación o número de informe que avala el cumplimiento de la reglamentación aplicable afecta por las transformaciones realizadas en el vehículo.

Tipificadas en el Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio, con los Códigos de Reforma **1.3.**

8.50, 8.60, 9.2, 11.1 y 11.3.

Sistema afectado	Referencia	N3	Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	(1)	Informe
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	(2)	Informe
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	(1)	No afecta.
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	(2)	No afecta.
Frenado	71/320/CEE	(1)	No afecta.
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	(2)	No afecta.

Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	(2)	No afecta.
Catadióptricos	76/757/CEE	(2)	No afecta.
Luces de gálibo, de posición delanteras y traseras, de frenado, laterales de posición y de circulación diurna	76/758/CEE	(2)	No afecta.
Indicadores de dirección	76/759/CEE	(2)	No afecta.
Dispositivo de alumbrado de la placa de matrícula posterior	76/760/CEE	(2)	No afecta.
Proyectores (incluidas las lámparas)	76/761/CEE	(2)	No afecta.
Luces antiniebla delanteras	76/762/CEE	(2)	No afecta.
Dispositivos de remolcado	77/389/CEE	(2)	No afecta.
Luces antiniebla traseras	77/538/CEE	(2)	No afecta.
Luces de marcha atrás	77/539/CEE	(2)	No afecta.
Luces de estacionamiento	77/540/CEE	(2)	No afecta.
Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	78/316/CEE	(2)	No afecta.
Protección lateral	89/297/CEE	(2)	Informe
Sistemas antiproyección	91/226/CEE	(2)	Informe
Salientes exteriores de las cabinas	92/114/CEE	(2)	No afecta.
Cristales de seguridad	92/22/CEE	(2)	No afecta.
Neumáticos	92/23/CEE	(1)	No afecta.
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE	(2)	No afecta.
Masas y dimensiones (resto vehículos)	97/27/CE	(1)	Informe
Protección delantera contra el empotramiento	2000/40/CE	(2)	No afecta.
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	(2)	Informe
Limpia y Lavaproyectores	Reglamento CEPE/ONU 45R	(2)	No afecta.

Señalización de vehículos pesados y largos	Reglamento CEPE/ONU 70R	(2)	No afecta.
Luces de circulación diurna	Reglamento CEPE/ONU 87R	(2)	No afecta.
Luces de posición lateral	Reglamento CEPE/ONU 91R	(2)	No afecta.
Señalización de vehículos pesados y largos	Reglamento CEPE/ONU 104R	(2)	No afecta.
Estabilidad contra el vuelco de vehículos cisternas	Reglamento CEPE/ONU 111R	(2)	No afecta.
Sistema de alumbrado delantero adaptable AFS	Reglamento CEPE/ONU 123R	(2)	No afecta.
TITV	ANEXO II RGV	(1)	Informe

(1) El AR se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma. (2) El AR se aplica en la actualización en vigor en la fecha de la primera matriculación del vehículo, si la homologación del mismo exige el AR incluido en la tabla. En caso que el AR no fuera exigido para la homologación del vehículo en la fecha de su primera matriculación, se deberá aplicar al menos el AR en la primera versión incluida en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, como obligatoria (A). (3) El AR se aplica en la actualización previa a la entrada en vigor de los Reglamentos Delegados y de Ejecución que desarrollan los Reglamentos (UE) N° 167/2013 o 168/2013.

El vehículo reformado **cumple**/no cumple con los actos reglamentarios que son de aplicación a las reformas tipificadas en el anexo I del Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio y en el manual de reformas de vehículos y es conforme con las condiciones exigibles de seguridad y de protección al medio ambiente.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, se firma el presente:

en _____, a ____ de _____ de _____.

10. CERTIFICADO DE TALLER

ANEXO III R.D. 866/2010

D.____, expresamente autorizado por la Empresa____, domiciliada en ____ provincia de ____ , calle____, n° ____ teléfono____, dedicada a la actividad de ____ , con n° de Registro Industrial ____ y n° de Registro Especial (1) ____.

CERTIFICA

Que la mencionada empresa ha realizado la/s Reforma/s y asume la responsabilidad de la ejecución, sobre el vehículo marca _____ tipo _____, variante _____, denominación comercial _____, matrícula _____ y n° de bastidor _____, de acuerdo con:

- La normativa vigente en materia de reformas de vehículos.
- Las normas del fabricante del vehículo aplicables a la/s reforma/s llevadas a cabo en dicho vehículo.
- El proyecto técnico de la/s reforma/s, adjunto al expediente.

OBSERVACIONES:

Se realizan las siguientes reformas:

- Sustitución de la carrocería porta contenedores anotada en ficha técnica por otra, tipo caja abierta con lonas laterales.
- Sustitución del dispositivo de protección trasera anotado en ficha técnica por otro tipo RUP-SL, número de homologación E11 58R-0312092.
- Reubicación de la placa de matrícula posterior bajo el grupo óptico trasero izquierdo.
- Reubicación de los dispositivos de alumbrado laterales y traseros, en función de la nueva carrocería.
- Cambio de clasificación a 2211 (Camión MMA > 12.000 kg. Caja abierta). La nueva clasificación se adopta con base a las reformas realizadas y al uso al que será destinado el vehículo.

- Modificación de la MTMA y MMTAC.

Según Proyecto técnico, realizado por D._____, Ingeniero Técnico Industrial.

Los equipos y/o sistemas modificados, cumplen lo previsto en el art. 6 del Reglamento General de Vehículos y, en su caso, en el artículo 9 del R.D. 1457/1.986 del 10 de Enero, por el que se regula la actividad industrial en talleres de vehículos automóviles, de equipos y sus componentes, modificado por 455/2.010, del 16 de abril.

_____ a _____ de _____ de

Firma y sello

Fdo.: _____

(1) En el caso de que la reforma sea efectuada por un fabricante se indicara N/A.

11. NORMALIZACION DE LA ANOTACIÓN EN TARJETA ITV

Siempre que se realice una modificación sobre cualquier vehículo que este considerada como reforma, esta deberá anotarse en la TITV (Tarjeta de Inspección Técnica del Vehículo). Para el caso abordado, las reformas que se realizan sobre el vehículo referenciado en este proyecto técnico se anotarán en su ficha una vez realizada la inspección técnica de vehículos en la estación ITV seleccionada por el usuario.

El ingeniero técnico de la estación de ITV será el responsable de dar validez a la documentación pertinente, revisar el informe de inspección realizado por el operario que inspeccione el vehículo. Si no existen anomalías y tanto la documentación como la inspección son validas o favorables, se procederá a la anotación de las reformas efectuadas sobre el vehículo en la TITV. Siendo esta anotación firmada por el ingeniero técnico de ITV.

Se deberá realizar una copia de la TITV una vez realizada y firmada la anotación para posteriormente, entregar al propietario del vehículo la TITV original, archivar la copia realizada, y comunicar a industria la anotación donde constan las reformas efectuadas.

La anotación quedaría reflejada como:

Dia/Mes/Año. – Sustitución de la carrocería porta contenedores por otra tipo caja abierta con lonas laterales. Sustitución del dispositivo de protección trasera por otro tipo RUP-SL, nº homologación E11 58R-0312092. Reubicación de la placa matricula posterior bajo el grupo óptico trasero izquierdo. Reubicación de los dispositivos de alumbrado laterales y traseros, en función de la nueva carrocería. Modificación de la MMTA y MMTAC. Nuevos datos: Carrocería del vehículo (J.1): BA-06, Masa Real (kg): 8.719, MMTA (kg) (F.1): 26.000, MMTAC (kg) (F.3): 55.000, Altura total (mm): 3.787, Anchura total (mm) (F.5): 2.550, Longitud total (mm)(F.6): 9.606, Voladizo posterior (mm) (F.8): 1.976, Clasificación: 22.11. ITV Nº ____.

12. CONCLUSION

Una vez se ha finalizado el presente proyecto técnico, consistente en el desarrollo de una reforma de importancia sobre un vehículo industrial, se pueden dar por cumplidos los objetivos propuestos con la transformación presente.

- Se ha conseguido llevar a cabo el objetivo principal de la economía circular habiendo transformado la función para la que estaba destinado el vehículo objeto de este proyecto en otra, de la manera mas eficiente y ahorrando una gran cantidad de dinero en comparación la adquisición o fabricación de un nuevo vehículo, como se puede observar en el presupuesto obtenido
- Se ha mostrado todo el proceso tanto técnico como administrativo para la realización de una reforma de importancia, siguiendo en todo momento las normativas establecidas para ello.
- Se han justificado todos los cálculos necesarios para llevar a cabo las operaciones sobre el vehículo con éxito. Asegurando la estabilidad del vehículo durante su marcha tanto vertical como longitudinalmente. Se ha comprobado que los elementos de unión pueden resistir con garantía las distintas situaciones a las que se puede enfrentar el vehículo en el momento de su puesta en circulación, como en el caso de una frenada de emergencia. Para todos estos cálculos previamente se ha justificado el reparto de cargas y el de la sección del falso-bastidor con éxito.
- Tras la realización del presente proyecto, se puede afirmar que se han aplicado una gran cantidad de los conocimientos obtenidos a lo largo del proceso académico, viéndose reflejados en el mundo laboral y en el entorno de la industria.

13. BIBLIOGRAFIA Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- [1] VEIASA S.A. (2023). Reformas de importancia [Informe interno].
- [2] Junta de Andalucía. Inspección Técnica de Vehículos (ITV) [en línea]. Disponible en:
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/industriaenergiayminas/areas/industria/vehiculos/paginas/itv.html#toc-estaciones> [Consulta: 26 de agosto de 2024].
- [3] Real Decreto 866/2010, de 2 de julio. Boletín Oficial del Estado. Manual de Reformas de vehículos.
- [4] Real Decreto 2822/1998, de 23 de Diciembre. Boletín Oficial del Estado.
- [5] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Economía Circular [en línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular.html> [Consulta: 26 de agosto de 2024].
- [6] Directiva Marco 2007/47/CE, de 5 de septiembre. Boletín Oficial del Estado.
- Cascajosa, M. (2015). *Ingeniería de vehículos: sistemas y cálculos* (4ª ed.). Editorial Tebar Flores. ISBN: 978-84-7360-305-8.
- [7] Richard G. Budynas, & J. Keith Nisbett, 2019. *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (10ª ed.). McGraw-Hill. ISBN: 9781456260903.
- [8] Muñoz Gracia, Francisco. 1974. *Cálculo Teórico-Práctico de los Elementos y Grupos del Vehículo Industrial y Automóvil*. DOSSAT, S.A.
- [9] Eduardo, Á. C., Luis, G. J. J., Tomás, G. M., & José, M. N. (2010). *Elementos amovibles fijos y no estructurales 2ª ed.* Ediciones Paraninfo, S.A.
- [10] Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre. Boletín Oficial del Estado
- [11] Real Decreto 272/2024, de 19 de Marzo. Boletín Oficial del Estado
- [12] Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto. Boletín Oficial del Estado.
- [13] *Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 183, 29 de junio de 1989, pp. 1-8.
- [14] Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo. Boletín Oficial del Estado.
- [15] Ley 37/2015, de 29 de Septiembre. Boletín del Estado.
- Kleinanzeigen. Neu Volvo Renault Unterfahrschutz V23481247 Stoßstange. [En línea]. Disponible en:

<https://www.kleinanzeigen.de/s-anzeige/neu-volvo-renault-unterfahrschutz-v23481247-stossstange/2748270932-276-1170> [Consulta: 3 de septiembre de 2024].

Seton. Poste de acero 80x40 mm. [En línea]. Disponible en:

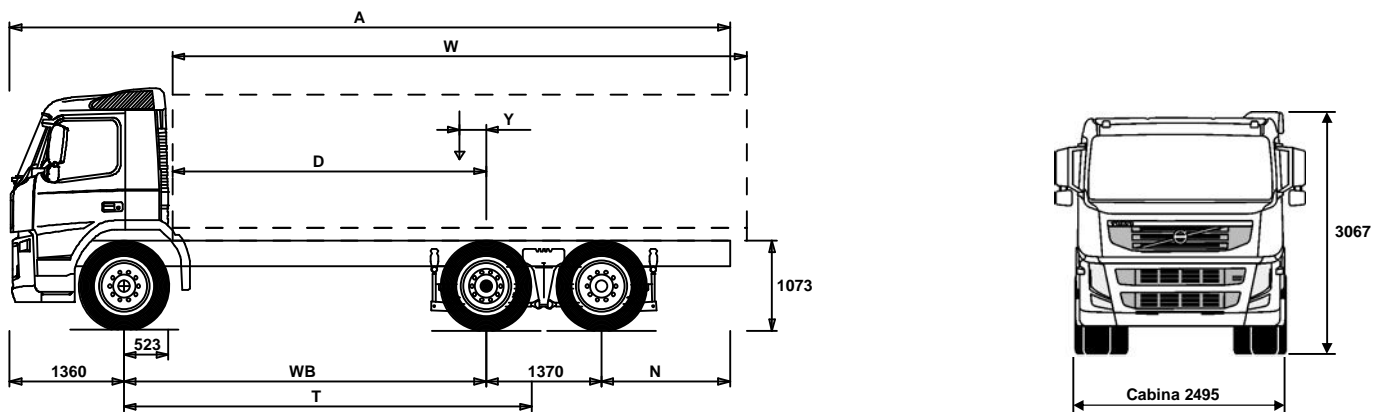
https://www.seton.es/poste-acero-80x40-mm.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwk8e1BhALEiwAc8MHiDAS7kOPoCaQa-kJgMxdAUtmChymqAARqohi4NczEpitvXcm2619JRoCGHEQAvD_BwE#UG%2084%2035 [Consulta: 3 de septiembre de 2024].

Beljemi. Lona para transporte. [En línea]. Disponible en: <https://beljemi.com/es/lonas-pvc/lona-para-transporte> [Consulta: 3 de septiembre de 2024].

14. ANEXO

El siguiente apartado esta formado por:

- Gama de modelos FM
- Esquema del modelo suministrado por el fabricante
- Catalogo tornillos din 933 8.8
- Catálogo frontal y puertas de la caja



Dimensiones del Chasis [mm]

WB Dist. entre ejes	3500	3700	3900	4300	4600	4800	4900	5200	5600	6000
A Longitud total del chasis	8155	8455	8755	9405	9855	10155	10305	10805	11405	12055
D Centro del eje trasero a inicio de carrocería	2927	3127	3327	3727	4027	4227	4327	4627	5027	5427
N Voladizo trasero (Min)	825	825	825	825	825	825	825	1225	1225	1225
N Voladizo trasero (Max)	1925	2025	2125	2375	2525	2625	2675	2875	3075	3325
T Dist. e.e. teórica	4041	4241	4441	4841	5141	5341	5441	5741	6141	6541
Y Centro de Gravedad de la carga util (Min)	224	261	298	368	422	457	475	525	595	664
Y Centro de Gravedad de la carga util (Max)	224	261	298	368	422	457	475	525	595	664
W Longitud de carrocería (Min)	5405	5732	6059	6718	7209	7540	7705	8204	8864	9527
W Longitud de carrocería (Max)	5405	5732	6059	6718	7209	7540	7705	8204	8864	9527

Pesos del chasis [kg]

Eje delantero	4335	4345	4355	4395	4410	4425	4430	4485	4510	4540
Bogie trasero	3315	3325	3330	3390	3430	3435	3445	3590	3630	3675
Peso en orden de marcha	7650	7670	7685	7785	7840	7860	7875	8075	8140	8215
Carga util (incluye carrocería, conductor, combustible, etc)	19350	19330	19315	19215	19160	19140	19125	18925	18860	18785

Diametro de giro [mm]

Diametro de giro entre bordillos	14100	14700	15300	16600	17500	18100	18400	19300	20500	21800
Diametro de giro entre paredes	15800	16400	17000	18300	19200	19800	20100	21000	22200	23500

Pesos legales [kg]

	Tecnico
Peso total del vehículo	27000
Peso total en combinación	44000
Eje delantero	8000
Bogie trasero	19000

Notas Importantes

Dimensiones del Chasis

Altura de Cabina: -39 mm para L2H1, -195 mm para L2H1-LOW, +398 mm para L2H2, +515 mm para L2H3.

De eje delantero a trasera de cabina: +423 mm para L2H1 y L2H1-LOW y L2H2 y L2H3.

La distancia D incluye un espacio libre frontal de 50 mm y para rígidos también un falso bastidor de 100 mm.

La altura puede variar ± 20 mm para ballestas y ± 10 mm para suspensión neumática.

Todas las dimensiones son de chasis sin carga y con eje auxiliar elevado.

El voladizo trasero utilizado para el calculo de peso del vehículo es el máximo (N Max) para la d.e.e. seleccionada.

Cambio de altura según altura de bastidor CHH-MED,FRAMEHIG: -71 mm.

Los pesos y dimensiones estan basados de acuerdo a los neumaticos:

Neumaticos en eje delantero:	315/80R22.5
Neumaticos en eje motriz:	315/80R22.5
Neumaticos de eje auxiliar/pusher:	315/80R22.5

Los pesos de chasis incluyen aceite, agua, AdBlue, 70 litros de gasoil, sin conductor. Peso en orden de marcha puede variar $\pm 1.5\%$.

Diametro de giro calculado teoricamente. Tipo de eje de carga trasero: TAG-FIXS.

El peso legal puede variar según el país.

Para mayor detalle en la información de pesos, incluyendo equipamiento opcional, pida a su concesionario Volvo que introduzca los datos de su camión en el sistema de información de pesos de Volvo (WIS).

No usen este dibujo para el carrozado. Utilicen las Instrucciones de superestructuras y el dibujo de chasis 3199903, 3199904, 3199953, 3199905, 3199906, 3199907, 3199958, 3199908, 3199909, 3199961, 3199962.

Componentes esenciales

- CHH-MED** Altura chasis 900 mm.
- CHH-STD** Altura estándar de chasis
- TA-HYSBS** Eje TAG dirigido eléctricamente para velocidad normal.
- TAG-FIXD** Eje de arrastre rueda doble.
- TAG-FIXS** Eje arrastre rueda sencilla.
- TAG-SSTE** Eje de arrastre autodireccional.
- **RADT-A8** Sus. Neumatica Trasera(6x2)A8
- **L1EH1** Cabina corta alargada(+ 150 mm.)
- L2H1** Cabina larga de altura normal
- L2H1-LOW** Cabina larga de techo rebajado (para portacoche por ejemplo)
- L2H2** Cabina Globetrotter: cabina dormitorio de techo alto
- L2H3** Cabina dormitorio extraalta, Globetrotter XL para FH y Globetrotter LXL para FM
- EU5EEV** EEV es un motor que cumple la legislación actual Euro 5, pero que es incluso más ecológico que lo que marca la normativa Euro 5(Enhanced Environmental friendly Vehicle, EEV)
- **EU5SCR-M** Euro 5 obligatorio, con SCR (Reducción Catalítica Selectiva)
- **EOBD-TR4** Control de nivel de emisiones (OBD) con reducción del 40 % del par motor
- **D11C330** Motor 11 litros, SCR, 330 CV, 1600 Nm
- D11C370** Motor 11 litros, SCR, 370 CV, 1750 Nm
- D11C410** Motor 11 litros, SCR, 410 CV, 1950 Nm
- D11C450** Motor 11 litros, SCR, 450 CV, 2150 Nm
- EBR-EPG** Freno motor EPG (regulador de gases de escape)
- EBR-EPGC** Freno motor EPG (regulador de gases de escape), con VBC (freno compresión) solo para ayuda en la sincronización del cambio de la caja de cambios I-shift, no para frenar.
- EBR-VEB** Freno motor VEB, que incluye regulador de gases de escape (EPG)
- AT2412D** Caja de cambios automatizada I-shift, de 12 marchas, sin pedal de embrague, Capacidad de par de 2400 Nm
- AT2612D** Caja de cambios automatizada I-shift, de 12 marchas, sin pedal de embrague, Capacidad de par de 2600 Nm
- ATO2612D** Caja de cambios automatizada I-shift, de 12 marchas, con supermarcha (overdrive), para uso con ejes con reducción de cubo, sin pedal de embrague, Capacidad de par de 2600 Nm
- PT2106** Caja de cambios automática Powertronic, 6 marchas, 2100 Nm
- **VT2009B** Caja de cambios manual de 9 marchas, con desmultiplicación de gama (range) y capacidad de par de 2000 Nm.
- VT2214B** Caja de cambios manual de 14 marchas, con desmultiplicación de marcha (split) y desmultiplicación de gama (range) y capacidad de par de 2400 Nm.
- VT2514B** Caja de cambios manual de 14 marchas, con desmultiplicación de marcha (split) y desmultiplicación de gama (range) y capacidad de par de 2500 Nm.
- VTO2214B** Caja de cambios manual de 14 marchas, con supermarcha, con desmultiplicación de marcha (split) y desmultiplicación de gama (range) y capacidad de par de 2400 Nm.
- VTO2514B** Caja de cambios manual de 14 marchas, con supermarcha, con desmultiplicación de marcha (split) y desmultiplicación de gama (range) y capacidad de par de 2500 Nm.
- TP-BAS** Software para Caja de cambio I-SHIFT. Básico.
- TP-DICON** Software de Distribución y Auxiliar de Construcción
- TP-FUEC** Software para caja de cambio. Economía de combustible.
- AMSO-AUT** Cambio de marchas manual estando en modo automático(I-Shift)
- AMSO-BAS** Ajuste manual básico estando en modo automático (I-shift)
- AVO-BAS** Funciones de programación (software) básicas en la I-shift para aplicaciones profesionales de transporte
- AVO-ENH** Funciones de programación (software) en la I-shift para rendimiento mejorado de tracción en calzadas/terrenos difíciles, especialmente para camiones de obras y madereros.
- CD38B-O** Doble disco embrague, diámetro 380 mm.
- CD40B-O** Doble disco de embrague, diámetro 400 mm.
- CS43B-O** Disco embrague monodisco, diámetro 430 mm.

■ Equipo Estándar

Equipo Opcional

Para información más detallada sobre la cabina o la línea motriz, consulte las hojas de especificaciones separadas.

Para todas las posibles opciones o combinación de opciones, consulte con su concesionario Volvo quien podrá realizar una especificación que se ajuste a sus necesidades (VSS).

La fábrica se reserva el derecho de modificar el diseño y el equipamiento sin previo aviso. La especificación puede variar en diferentes países.

- **CS43B-OR** Disco embrague reforzado, diámetro 430 mm.
- **FAL8.0** Eje delantero de 8 Ton.
- FAL8.5** Eje delantero de 8,5 Ton.
- FAL9.0** Eje delantero de 9 Ton.
- FST-AIR** Suspensión neumática delantera
- **FST-PAR** Suspensión parabólica delantera
- **FSTAB** Barra estabilizadora delantera
- FSTAB2** Barra estab. delantera, resist. media
- FSTAB3** Barra estabilizadora delantera reforzada
- RS1352HV** Eje simple 13 Ton., PMC 52 Ton.
- RS1356SV** Eje simple 13 Ton., PMC 56 Ton.
- RS1370HV** Eje simple reducción cubo, 13 Ton., PMC 70 Ton.
- **RSS1344C** Eje único con reducción simple, MTMA 13 toneladas, MTMC 44 toneladas
- **RAL19** Bogie trasero 19Tm
- RAL20.5** Bogie trasero 20,5 Tm
- **RSTAB1** Barra estabilizadora trasera
- RSTAB3** Barra estabilizadora trasera reforzada
- RSTAB4** Barra estabilizadora trasera extrareforzada
- **TRAL75** Eje Auxiliar de 7,5 Tm.
- TAD-HD** Diseño de 3er eje para gran tonelaje
- RALIM10** Limitador de carga en eje trasero de 10 Tm
- **RALIM115** Limitador de carga en eje trasero de 11,5 Tm
- RALIM15** Limitador de carga en eje trasero de 15 Tm

Paquetes

- DRIVEFM** Paquete de conducción
- DRIVEFM+** Paquete de conducción Plus
- 1BEDFM** Paquete descanso 1 Litera
- 2BEDFM** Paquete descanso 2 Literas
- AUDADV** Paquete Avanzado de audio
- AUDADVP** Paquete Avanzado Supreme de audio
- AUDBAS** Paquete básico de audio
- AUDMED+** Paquete Medio extra de audio
- **AUDPREP** Preinstalación de audio
- AIRFLPAC** Kit aerodinámico que incluye deflectores aerodinámicos en techo y laterales de cabina, y en laterales de chasis.
- VISI** Paquete de Visibilidad
- VISI+** Paquete de Visibilidad Plus
- PSAFEM**
- PEPROT** Paquete de protección personal

Utilización del camión

- RC-ROUGH** Aplicación en/ fuera carretera
- **RC-SMOOT** Aplicación para autopista
- GARB-PRE** Preparación para recolector de basuras
- SWAPBODY** Preparación para cajas intercambiables
- TIPP-PRE** Preparación para volquete
- **UNIFORM** Vehículo básico
- ADR2** Con kit ADR básico, 2 interruptores
- PSCOOL** Enfriador dirección asistida
- **STWPOS-L** Volante a la izquierda.

Esquema del chasis

- **BRAKE-DV** Freno de disco Volvo
- EBS-HIG** Paquete EBS alto, que incluye el ESP (programa de control electrónico de estabilidad)
- **EBS-MED** Paquete EBS medio
- **ABS-EBS** Sistema electrónico de freno Volvo. EBS
- **SUSPL-EC** Regulación electrónica de suspensión
- **FRAME77** Espesor de bastidor 7 mm.
- FRAME88** Espesor de bastidor 8 mm.

- FIL-EEEB** Refuerzo interior de bastidor desde el final del motor al final del bogie
- FIL-EEEF** Refuerzo interior de bastidor desde el final del motor al final del chasis
- FIL-TXEB** Refuerzo chasis desde el travesaño de la caja de cambios hasta el final del bogie
- FIL-TXEF** Refuerzo interior de chasis desde el travesaño de la caja de cambios hasta el final
- **FRAMEHIG** Altura bastidor 300 mm.para chasis alto.
- FRAMELOW** Altura bastidor 266 mm.para chasis bajo
- **BBOX-L** Caja baterías a la izquierda
- **2BATT170** 2 Baterías 170 Ah.
- 2BATT225** 2 Baterías 225 Ah.
- **BAMAFREE** Baterías de bajo mantenimiento
- SRWL-PK** Preinstalación de luces de trabajo en chasis, con interruptor de 3 posiciones (luz apagada, luz encendida cuando la marcha atrás está engranada, luz encendida)
- SWL-PK** Preinstalación de luces de trabajo en chasis, con interruptor de 2 posiciones (luz apagada, luz encendida)
- **R330A71** Depósito dcha.330L.Aluminio.710mm.
Volumen mínimo 285l
Volumen máximo 810l
- ADTR125** Depósito dcho. AD-BLUE 125 litros
- ADTR40** Depósito dcho. AD-BLUE 40 litros
- **ADTR60** Depósito dcho. AD-BLUE 60 litros
- ADTR95** Depósito dcho. AD-BLUE 95 litros
- **UL-FUEL** Sin depósito lado izquierdo.
Volumen mínimo 160l
Volumen máximo 730l
- ADTL125** Depósito izdo. de AD-BLUE de 125 litros
- ADTL40** Depósito izdo. de AD-BLUE de 40 litros
- ADTL60** Depósito izdo. de AD-BLUE de 60 litros
- ADTL95** Depósito izdo. de AD-BLUE de 95 litros
- ADTP-ML** Posición del depósito de AD-BLUE a la mitad lado izquierdo, entre el depósito neumático de frenos delantero y el depósito de combustible
- **ADTP-MR** Posición del depósito de AD-BLUE a la mitad del lado derecho entre el silenciador y el depósito de combustible
- **FCAP-L** Tapón combustible con llave
- ESH-LEFT** Silencioso Htal.Escape lado izdo.
- **ESH-REAR** Silencioso Htal.Escape trasero.
- ESH-VERT** Silencioso Htal.Escape Vertical.
- EXSH-SS** Pantalla anticalórica de escape de acero inox.
- EXSH-STX** Pantalla anticalórica de escape extra
- **SWCP-LF** Soporte rueda repuesto a la izda.delante eje trasero
- SWCP-R** Soporte rueda repuesto a la izda.detrás eje trasero
- SWCP-T** Rueda de repuesto posición de transporte
- SWCP-TP** Rueda de repuesto encima del chasis
- **WHCHOCK2** 2 calzos de rueda.
- TB-L80** Caja herramientas izda.800mm.
- TB-R80** Cja herramientas dcha.800mm.
- SUP-BAS** Antiempotramiento lateral standar.
- CHAIN-S** Cadenas para nieve
- HOOK-SC** Ganchos para cadenas de nieve
- RFEC-L** Final de voladizo trasero en corte inferior
- **RFEC-S** Final de voladizo trasero en corte recto
- RFEC-U** Final de voladizo trasero en corte superior
- TOWMBRH** Travesaño montaje central
- TOWMBRL1** Travesaño remolque bajo chasis
- TOWMBRL2** Travesaño de remolque.Altura baja ,posición 2
- TOWMBRL3** Travesaño remolque bajo chasis
- TOWMBRM** Travesaño remolque centrado. Altura media
- Equipo Estándar Equipo Opcional
- C-RI4040** Enganche de remolque Ringfeder 4040 G-150
- C-RI4045** Enganche de remolque, Ringfeder 4045 G-150
- C-RI5055** Enganche de remolque Ringfeder 5055 G-150
- C-RO400G** Enganche remolque Rockinger 400 G-150
- C-RO500G** Enganche remolque Rockinger 500G6
- TOWR-ONE** Un dispositivo enganche trasero
- **RUP-FIX2** Antiempotramiento trasero fijo, en aluminio
- RUP-FOLD** Antiempotramiento trasero abatible, en aluminio
- RUP-FOSL** Antiempotramiento trasero abatible-deslizante, en aluminio
- MTD-RUP**
- TRP-RUP** Protección trasera con montaje para transporte
- RFEND-B** Guardabarros trasero estandar
- RFEND-T** Guardabarros traseros ,posición transporte
- RFH-BAS** Altura básica de guardabarros trasero
- RFH-HIG** Altura alta de guardabarros trasero
- RFH-LOW** Altura baja de guardabarros trasero
- Llantas y Ruedas**
- WT-AL** Llantas de Aluminio
- WT-ALDP** Llantas de aluminio Dura-Bright
- WT-ALDPD** Llantas de aluminio Dura-Bright con orificios dobles
- WT-ALDU** Llantas de aluminio, con orificios dobles
- WT-ALP** Llantas de aluminio pulido.
- WT-ALPDU** Llantas de aluminio pulido, con orificios dobles
- **WT-ST** Llantas de acero
- SPWT-D** Rueda de repuesto como la motriz
- **SPWT-F** Rueda repuesto como la delantera
- WCAP** Tapacubos
- Equipamiento de la cadena cinemática**
- RET-TH** Retarder VR3250
- RET-TPT** Retardador para caja automática.
- 2COM1080** Compresor aire 1080 l/min.,2 cilindros.
- **2COMP900** Compresor aire 2 cilindros,900 L/min.
- **AIRIN-HI** Entrada aire de admisión alta
- AIRIN-LO** Entrada aire de admisión baja
- ACL1ST-S** Filtro de aire de doble cartucho
- AUXATNK** Calderín auxiliar de aire
- 24AL120B** Alternador de 120 Amperios
- **24ALT-XB** Alternador de 110 Amperios
- CCV-C** Ventilación cerrada del carter
- **COOLC48** Capacidad de refrigeración para temperatura ambiente de 48°C
- TC-HWO** Enfriador de aceite para caja de cambios hidraulica (agua/aceite)
- TC-MWO** Enfriador de aceite de prestaciones básicas (agua/aceite), para caja de cambios mecánica sin ralentizador (retarder)
- TC-MWOH2** Enfriador de aceite de alto rendimiento(agua/aceite)para caja de cambios mecánica
- TC-RWO** Enfriador de aceite integrado en el intercambiador de calor del ralentizador (retarder) (agua/aceite) para caja de cambios mecánica
- FUEQ-EH** Tubos de combustible calefactados eléctricamente
- AF-E** Filtro auxiliar combustible calefactado
- EST-AID** Precalentador de ayuda para el arranque de motor
- PTER-DIN** Toma de fuerza montada en el motor con hueco estriado DIN 5462 para eje
- PTER1300** Toma de fuerza trasera de motor con brida SAE 1300
- PTER1400** Toma de fuerza trasera de motor con brida SAE 1410
- HPE-F101** Bomba Parker F1-101, embolada fija, caudal unitario, montada en el motor
- HPE-F41** Bomba Parker F1-41, embolada fija, caudal unitario, montada en el motor

Para información mas detallada sobre la cabina o la línea motriz, consulte las hojas de especificaciones separadas.

Para todas las posibles opciones o combinación de opciones, consulte con su concesionario Volvo quien podrá realizar una especificación que se ajuste a sus necesidades (VSS).

La fabrica se reserva el derecho de modificar el diseño y el equipamiento sin previo aviso. La especificación puede variar en diferentes países.

- **HPE-F51** Bomba Parker F1-51, embolada fija, caudal unitario, montada en el motor
- **HPE-F61** Bomba Parker F1-61, embolada fija, caudal unitario, montada en el motor
- **HPE-F81** Bomba Parker F1-81, embolada fija, caudal unitario, montada en el motor
- **HPE-T53** Bomba Parker F2-53/53, de embolada fija, doble flujo, montada en el motor
- **HPE-T70** Bomba Parker F2-70/35, de embolada fija, doble flujo, montada en el motor
- **HPE-V45** Bomba Parker VP1-45, de embolada variable, caudal unitario, montada en el motor
- **HPE-V75** Bomba Parker VP1-75, de embolada variable, caudal unitario, montada en el motor

- **PTPT-D** Toma de fuerza independiente del embrague para POWERTRONIC, conexión DIN.
- **PTPT-F** Toma fuerza independiente del embrague para POWERTRONIC, de brida.
- **PTR-D** Toma fuerza, de velocidad baja, conexión DIN, en caja de cambios manual.
- **PTR-DH** Toma fuerza, de velocidad alta, conexión DIN, en caja de cambios manual.
- **PTR-DM** Toma fuerza, de velocidad media, conexión DIN, en caja de cambios manual.
- **PTR-F** Toma de fuerza con una brida trasera
- **PTR-FH** Toma fuerza, con conexión de brida, de velocidad alta, en caja de cambios manual.
- **PTR-FL** Toma fuerza, con conexión de brida, de velocidad baja, en caja de cambios manual.
- **PTRD-D** Toma de fuerza trasera doble(2 DIN) + brida delante.
- **PTRD-D1** Toma de fuerza trasera doble(DIN+brida)y DIN frontal.Caja manual.
- **PTRD-D2** Toma de fuerza trasera doble(dos bridas)+DIN delante.
- **PTRD-F** Toma de fuerza trasera doble(DIN+brida),caja manual

- **APF-BAS** Funciones básicas de la toma de fuerza
- **APF-ENH** Funciones de la toma de fuerza aumentadas

- **HPG-F101** Bomba Parker F1-101, embolada fija, caudal unitario, montada en la caja de cambios
- **HPG-F41** Bomba Parker F1-41, embolada fija, caudal unitario, montada en la caja de cambios
- **HPG-F51** Bomba Parker F1-51, embolada fija, caudal unitario, montada en la caja de cambios
- **HPG-F61** Bomba Parker F1-61, embolada fija, caudal unitario, montada en la caja de cambios
- **HPG-F81** Bomba Parker F1-81, embolada fija, caudal unitario, montada en la caja de cambios

Exterior de cabina

- **BUMP-P** Parachoques de plástico
- **BUMP-S** Paragolpes en acero

- **GUARD-EH** Chapa protectora de cárter de motor y conductos de refrigeración

- **CABS-FUA** Suspensión neumática de cabina
- **CABS-MEC** Suspensión de cabina de muelles
- **CABS-REA** Suspensión de cabina neumática posterior y muelles delanteros

- **BUMP-SP** Parachoques con spoiler
- **AD-ROOF** Deflector de techo
- **AD-SIDEL** Con deflectores laterales de cabina
- **AD-SIDES** Con deflectores laterales de cabina estrechos
- **AD-CHASX** Deflectores de chasis extendidos
- **WLUR-CL** Dos luces de trabajo blancas en la parte trasera del techo de cabina, accionadas por un interruptor en el salpicadero
- **WLUR-CPK** Preinstalación de luces de trabajo en parte trasera del techo de cabina. Incluye un interruptor en el salpicadero

Preparación de Carrocería

- **WL-CH4W** Lámpara trabajo en chasis ,blanca
- **BP-HO01** Preinstalación para portacontenedor de gancho

- **TBC-EC** Conexiones de semirremolque para Europa
- **RTRCON14** Conector de frenos de remolque VBG de 14 patillas
- **RTRCON15** Conexiones frenos remolque para ADR
- **RTRCON77** Conexiones dobles para freno de remolque. Para vehículos sin ADR.
- **RTRCONPK** Preparación para conexión de frenos de remolque
- **TD-LED** Detector de luces de diodos LED en remolque
- **TRBR-EBS** Control electrónico de frenos del remolque. Esta función resulta útil cuando se desea comprobar si el remolque está adecuadamente acoplado antes de iniciar la conducción.

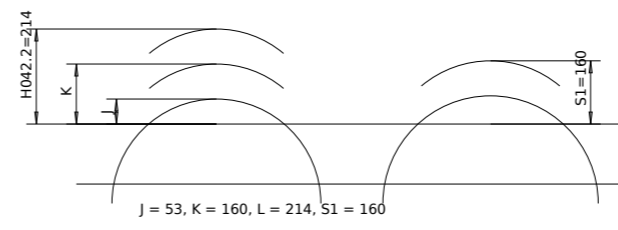
- **TAILPREP** Preinstalación trampilla elevadora
- **WPRE-BOC** Preinstalación de cableado e interruptor para luces de trabajo (140 W máximo) en el chasis
- **BODATF2** Fijaciones horizontales de carrocería, para carrocería flexible a torsión
- **BODATSF2** Fijaciones horizontales de carrocería, para carrocería semiflexible a torsión
- **BODATTS** Agujeros para fijaciones de carrocería rígida a torsión

VOLVO

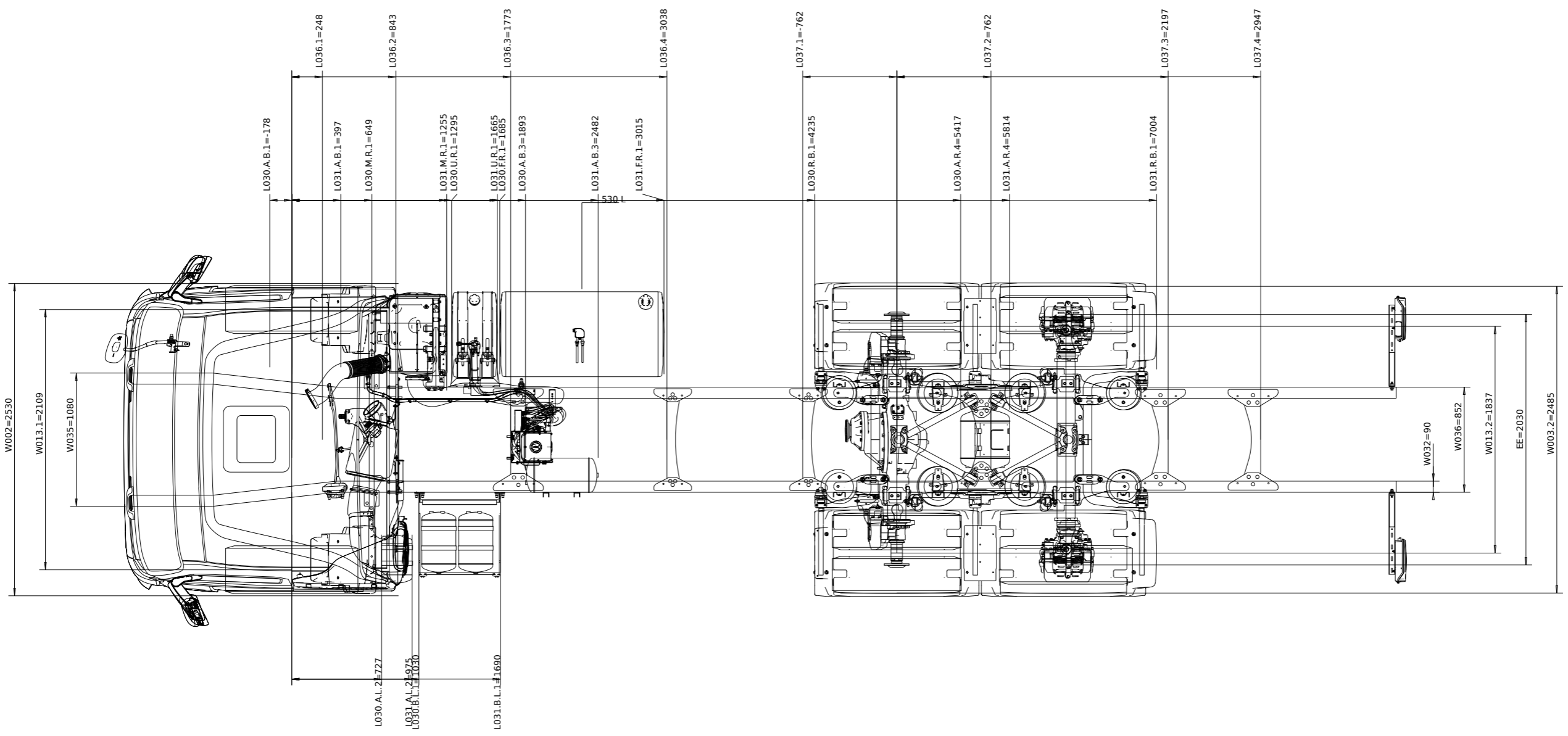
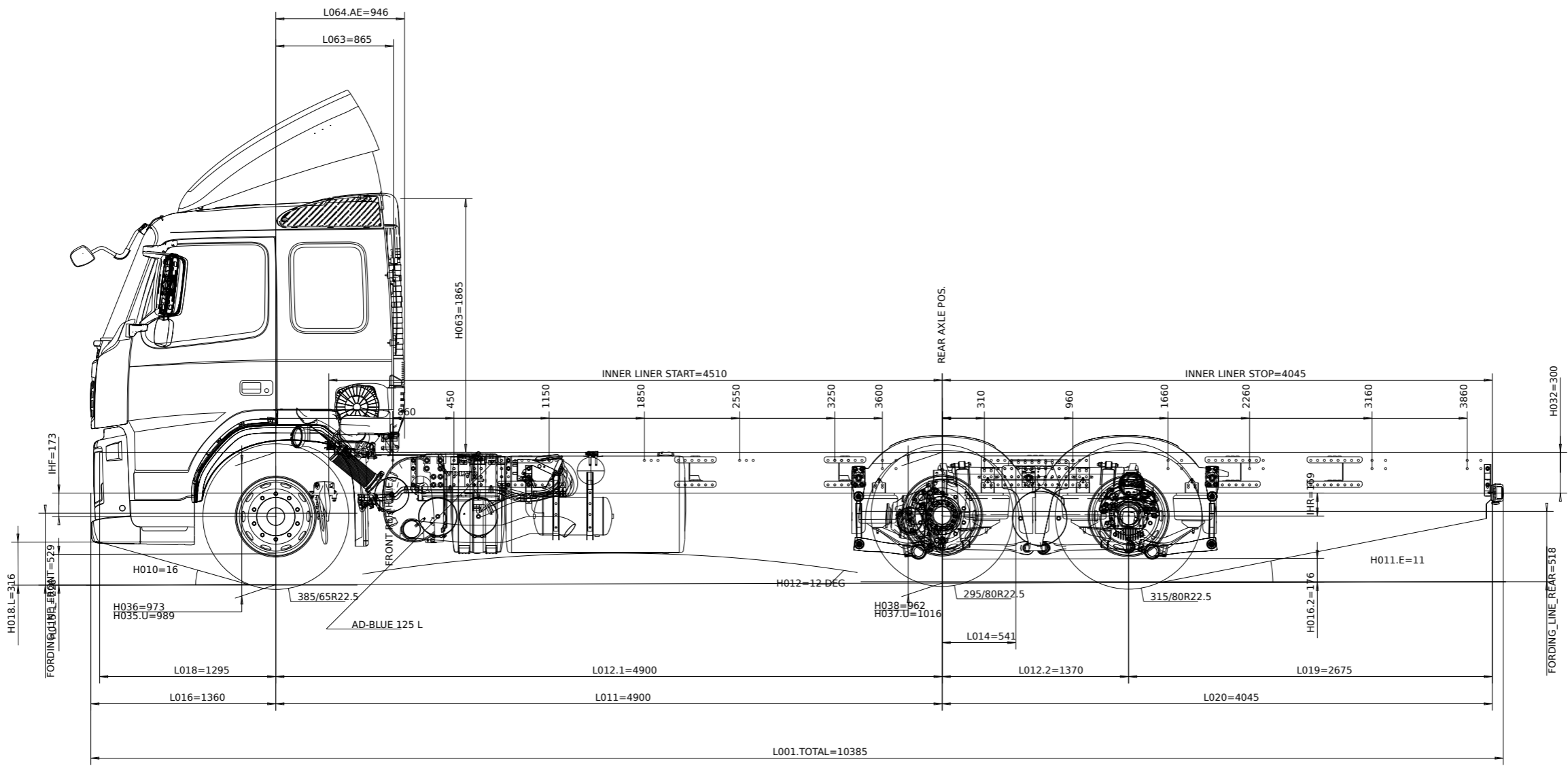
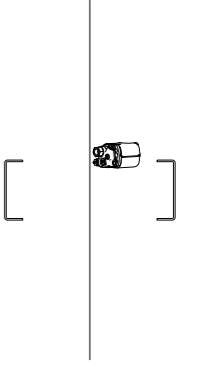
Volvo Truck Corporation

www.volvotrucks.com

REAR AXLE INSTALLATION



REAR PTO VIEW




www.cofan.es



INOX



10^a EDICIÓN

CATÁLOGO TORNILLERÍA / CATALOGUE VISSERIE

FASTENERS CATALOGUE / CATALOGO VITERIA / CATÁLOGO ELEMENTOS DE FIXAÇÃO



TORNILLO HEXAGONAL ROSCA PARCIAL NEGRO / VIS À MÉTAUX TÊTE HEXAGONALE FILETAGE PARTIEL NOIR
HEXAGON HEAD BOLT PARTIAL THREAD BLACK / VITI ACCIAIO TESTA ESAGONALE GAMBO PARZIALMENTE FILETTATO NERO
PARAFUSO HEXAGONAL ROSCA PARCIAL PRETO

M	M-5	M-6	M-8	M-10	M-12	M-14	M-16	M-18	M-20	M-22	M-24	M-27	M-30
↔	80	100	125	150	175	200	200	250	250	250	300	300	350
30	8,82	8,62	12,10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	9,93	8,68	18,00	28,16	.	.	.	.	.	.	.	.	.
40	11,37	8,75	22,00	30,20	40,19	.	.	.	.	.	.	.	.
45	12,50	9,69	25,50	32,40	40,50	75,25	.	.	.	.	.	.	.
50	14,53	12,58	28,35	34,25	41,22	76,30	80,62	.	.	.	.	.	.
60	20,60	13,50	30,10	36,50	47,53	77,10	87,27	201,85	201,89	.	.	.	.
65	.	.	.	.	.	85,95	105,00	202,44	203,57	.	.	.	.
70	.	14,64	33,25	40,50	54,07	86,35	108,50	202,95	209,55	318,89	337,27	.	.
80	.	18,20	35,40	45,12	65,15	94,40	120,00	203,54	216,35	337,26	362,18	733,66	.
90	Price	23,54	37,25	52,03	70,57	106,10	121,35	220,37	237,08	366,83	395,81	835,55	965,12
100	x 100	31,57	41,36	59,07	83,27	105,48	132,00	249,81	257,47	396,40	428,70	734,62	1041,81
110	units	39,20	43,95	69,41	94,16	128,08	152,10	269,61	278,55	430,12	461,98	765,55	1122,62
120	.	.	50,33	75,02	101,92	139,37	154,74	297,03	298,98	455,99	494,31	792,34	1232,57
130	.	.	60,45	83,99	119,85	151,14	163,26	335,40	317,80	515,13	518,39	848,00	1273,27
140	.	.	62,50	96,47	135,52	168,80	199,98	387,22	387,22	573,94	618,81	887,96	1349,96
150	.	.	65,40	105,60	147,95	188,76	212,69	441,61	441,61	649,57	655,20	924,46	1427,12
160	.	.	137,58	115,83	161,98	201,69	239,36	503,38	495,76	819,13	824,05	1464,08	1889,58
170	.	.	.	179,69	250,33	268,07	533,72	555,52	929,69	934,30	.	.	.
180	.	.	175,10	141,35	196,96	260,25	296,40	616,31	618,90	1011,78	1015,76	1695,08	2197,73
200	.	.	168,58	349,80	281,77	349,75	693,46	687,17	1167,47	1168,89	1966,73	2388,54	.
📦													
≤ 55	200	200	200	100	100	50	50	50	.	.	.	.	.
60 - 90	200	200	100	50	50	50	25	25	25	15	15	10	10
95 - 140	.	100	50	25	25	25	25	10	10	10	10	10	5
150-200	.	.	50	25	25	10	10	10	10	5	5	5	5

Ref. 0011

+ Medida / Dimensions / Size / Dimensioni / Medida + N



DIN 931

CLASE
CLASSE
CLASS 8.8



TORNILLO HEXAGONAL ROSCA ENTERA NEGRO / VIS À MÉTAUX TÊTE HEXAGONALE ENTIÈREMENT FILETÉE NOIR
HEXAGON CAP SCREW FULL THREAD BLACK / VITI ACCIAIO TESTA ESAGONALE GAMBO INTERAMENTE FILETTATO NERO
PARAFUSO HEXAGONAL ROSCA TOTAL PRETO

M	M-4	M-5	M-6	M-8	M-10	M-12	M-14	M-16	M-18	M-20	M-22	M-24	M-27	M-30
↔	70	80	100	125	150	175	200	200	250	250	250	300	300	350
10	4,97	6,20	4,93	7,84	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	5,14	6,40	5,10	8,91	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	5,60	6,60	5,30	10,05	17,11	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	6,09	6,80	5,60	10,15	18,10	25,00	56,50	71,10	.	.	.	.	.	.
25	6,73	7,00	5,85	10,30	18,60	33,80	61,85	71,25	.	.	.	.	.	.
30	7,55	7,49	6,16	10,97	21,55	34,00	63,85	71,80	134,44	160,73	.	.	.	.
35	9,71	8,50	7,10	12,20	23,33	34,55	64,80	72,10	135,77	172,50	.	.	.	.
40	Price	10,96	9,31	8,10	13,40	24,50	35,35	65,55	80,60	137,40	175,50	271,66	277,38	.
45	x 100	13,50	11,22	9,15	15,30	26,55	37,90	66,30	80,83	137,80	176,55	278,65	280,55	.
50	units	14,25	11,80	9,68	15,90	28,80	41,85	67,20	81,12	149,50	177,20	284,50	286,60	500,35
60	.	.	12,38	21,11	29,29	44,00	67,80	83,04	163,25	178,30	293,50	295,30	501,75	791,65
70	.	.	13,20	24,15	35,37	50,71	94,50	96,32	182,95	185,15	320,65	316,93	541,46	793,55
80	.	.	15,30	26,68	40,87	64,68	95,30	112,50	215,82	200,40	356,66	339,57	574,54	796,35
90	.	.	.	33,60	54,12	74,75	101,92	125,30	257,80	258,90	413,65	399,63	620,00	799,25
100	.	.	.	39,00	63,47	87,40	121,61	131,48	283,67	284,77	433,82	434,75	.	.
110	.	.	.	.	63,70	87,60	125,35	155,55	392,24	394,44	547,01	548,20	.	.
120	.	.	.	.	39,50	63,90	87,40	128,45	163,55	414,41	416,26	588,59	591,00	.
📦														
≤ 20	200	200	200	200	200	100	100	100	.	.	.	.	.	.
25 - 50	200	200	200	200	100	100	50	50	25	25	25	10	10	.
55 - 80	.	.	200	100	100	50	50	25	25	25	10	10	5	5
≥ 90	.	.	.	100	50	50	25	25	25	10	10	10	5	5

Ref. 0001

+ Medida / Dimensions / Size / Dimensioni / Medida + N



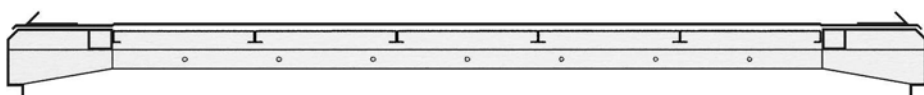
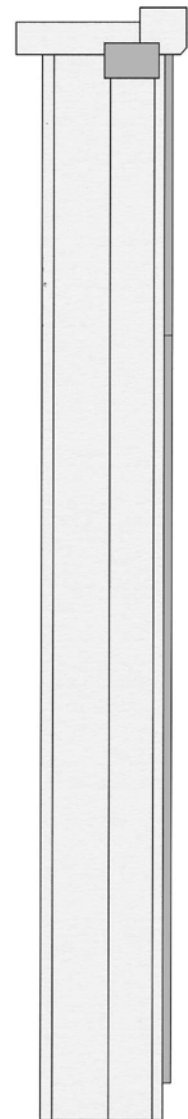
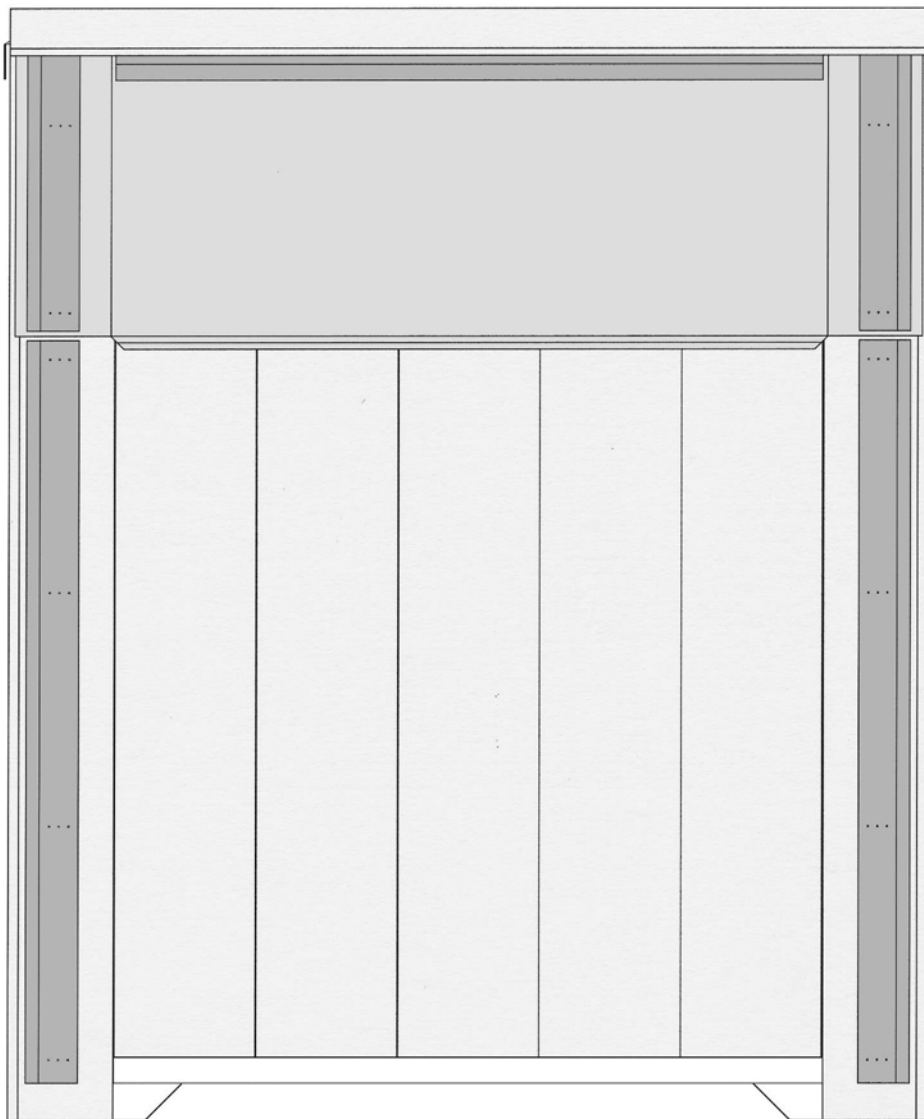
DIN 933

CLASE
CLASSE
CLASS 8.8



FRENTES

CAMION RIGIDO

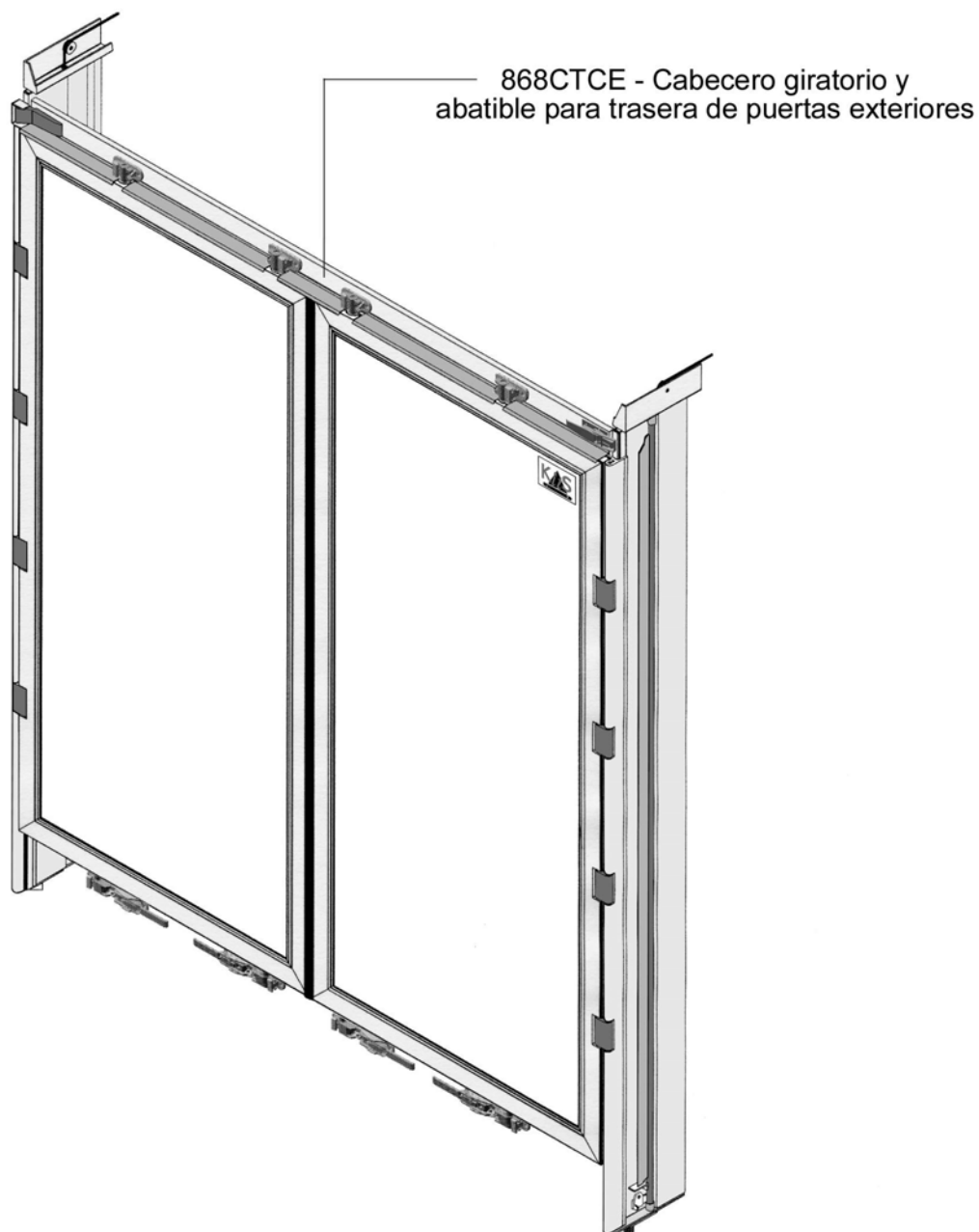


851FLRMK - Frente liso (bandejas) para camión rígido con elevación mecánica

852FLRHK - Frente liso (bandejas) para camión rígido con elevación hidráulica
(por poleas y sirgas ó 4 cilindros)

TRASERAS

PUERTAS EXTERIORES



860TKFPE - Trasera de puertas exteriores (sandwich o aluminio) sin elevación

861TKEMPE - Trasera de puertas exteriores (sandwich o aluminio) con elevación mecánica

862TKEHPE - Trasera de puertas exteriores (sandwich o aluminio) con elevación hidráulica (por poleas y sirgas ó 4 cilindros)