



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

Reforma de importancia sobre vehículo Renault- Chrysler modelo Jeep Cherokee

Alumno: Francisco Javier Ceacero Martínez

Tutor: Prof. D. Patricio Lupiañez Cruz
Dpto.: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Junio, 2015

INDICE:

1. MEMORIA	5
1.1 OBJETO DEL PROYECTO	6
1.2 JUSTIFICACIÓN	6
1.3 DATOS DE CARÁCTER GENERAL	7
1.3.1 Datos del Solicitante	7
1.3.2 Autor del proyecto	7
1.4 ANTECEDENTES.....	7
1.5 DATOS DEL VEHICULO	9
1.5.1 Características del vehículo antes de la reforma	9
1.5.2 Características del vehículo después de la reforma	10
1.6 REGLAMENTACION Y NORMATIVA DE APLICACIÓN	10
1.7 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LA REFORMA.....	16
1.7.1 Consideraciones generales	17
1.7.2 Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula (Reforma 1.3)	18
1.7.2.1 Directiva aplicada	18
1.7.3 Modificación de las características de los elementos del sistema de admisión del comburente (Reforma 2.1).....	19
1.7.3.1 Desmontajes realizados.....	20
1.7.3.1 Variaciones y Sustituciones	20
1.7.4 Modificaciones que afectan a la configuración de las ruedas. Sustitución de neumáticos por otros equivalentes. Cambio de llantas por otras de diferentes características (Reforma 4.4 y 4.5)	21
1.7.4.1 Desmontajes realizados.....	22
1.7.4.2 Variaciones y sustituciones.....	22
1.7.5.3 Directiva aplicada	24

1.7.5 Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos componentes elásticos (Reforma 5.1)	25
1.7.5.1 Desmontajes realizados.....	26
1.7.5.2 Variaciones y sustituciones.....	27
1.7.5.3 Materiales empleados.....	28
1.7.5.4 Montajes realizados.....	28
1.7.5.5 Directiva aplicada	29
1.7.6 Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero. Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo (Reforma 8.50 y 8.52)	30
1.7.6.1 Desmontajes realizados.....	33
1.7.6.2 Variaciones y Sustituciones	33
1.7.6.3 Materiales empleados.....	34
1.7.6.4 Directiva aplicada	35
1.7.7 Adición o desinstalación de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización (Reforma 9.1).....	38
1.7.7.2 Materiales empleados.....	39
1.7.7.3 Montajes realizados.....	39
1.7.7.4 Directiva aplicada	40
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	41
2.1 Consideraciones previas.....	41
2.2 Reparto de cargas del vehículo	41
2.3 Cálculo de esfuerzos y resistencia de las fijaciones.....	43
2.3.1 SNORKEL	43
2.3.2 ALETINES.....	47
2.3.3 BARRA ANTIEMPOTRAMIENTO.....	51
2.3.4 SOPORTE FAROS	55

2.3.5 PARAGOLPES DELANTERO	59
2.3.6 PARAGOLPES TRASERO.....	63
2.3.7 CABESTRANTE	67
2.4 Cálculo de los componentes de Suspensión.....	71
2.4.1 Consideraciones Previas	71
2.4.2 EJE DELANTERO	73
2.4.3 EJE TRASERO	78
2.5 Cálculo del sistema de iluminación.	79
4. PLIEGO DE CONDICIONES	81
4.1 INTRODUCCIÓN	81
4.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.	81
4.3 NORMAS DE EJECUCIÓN	82
4.3 CERTIFICADOS Y AUTORIZACIONES	83
5. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD	84
5.1 OBJETIVO.....	84
5.2 EVALUACIÓN DE RIEGOS.....	84
5.3 PLAN DE EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTE.....	85
6. PRESUPUESTO	86
7. PLANOS	87
9. CONCLUSIONES	96
10. BIBLIOGRAFIA	97
ANEXO I	98
FOTOGRAFIAS	99
FICHA TECNICA DEL VEHICULO	107
PERMISO DE CIRCULACIÓN.....	108
CERTIFICADO DE OBRA DEL TALLER.....	109
INFORME DE CONFORMIDAD.....	110

1. MEMORIA

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El siguiente proyecto técnico tiene como objeto principal la reforma y sustitución de algunas de las partes de un vehículo todo terreno para mejorar su funcionamiento y prestaciones así como la preparación para la participación en eventos tipo Raid y Triales.

Se redactarán los criterios, procedimientos y requisitos que se han de cumplir para la tramitación de las reformas según el Manual de Reforma de Vehículos, en la categoría M1, así como legalizar y homologar las reformas del presente vehículo acogándose a la normativa vigente y obteniendo las autorizaciones pertinentes para la circulación del mismo por vías públicas.

En este caso el órgano del gobierno que nos facilitará la normativa aplicada a dicha reforma y nos proporcionará las acreditaciones necesarias será el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La elección y realización del trabajo fin de grado viene promovido por la necesidad del propio alumno de realizar la reforma y respectiva homologación del vehículo, para el uso en diferentes pruebas de motor en el que se requiere al vehículo unas prestaciones específicas mayores a las que pueda proporcionar de serie, para poder así, realizar una participación con ciertas garantías.

Además otra de las inspiraciones para la elección de este proyecto, es la posible apertura de una oficina técnica para la realización de homologaciones de las reformas de importancia en vehículos, ayudando así a tener una primera toma de contacto con el mundo laboral y una aplicación directa de los conocimientos adquiridos en los respectivos años de estudio de la carrera.

1.3 DATOS DE CARÁCTER GENERAL

1.3.1 Datos del Solicitante

Nombre: Francisco Ceacero Arcos

DNI: 75036314T

Domicilio: C/ Santo Domingo Savio, 2-2ºB

Localidad: Úbeda, 23400 (Jaén)

1.3.2 Autor del proyecto

Nombre: Francisco Javier Ceacero Martínez

DNI: 75112218Z

Domicilio: C/ Santo Domingo Savio, 2-2ºB

Localidad: Úbeda, 23400 (Jaén)

E-mail: fjceacero@hotmail.com

1.4 ANTECEDENTES

De acuerdo con el Anexo I del RD 866/2010, de 2 de julio, la tipificación de las reformas a realizar están divididas en las siguientes funciones o grupos:

- 1.- Identificación
- 2.- Unidad Motriz
- 3.- Transmisión
- 4.- Ejes
- 5.- Suspensión
- 6.- Dirección
- 7.- Frenos
- 8.- Carrocería
- 9.- Dispositivos de alumbrado y señalización
- 10.- Uniones entre vehículos tractores y sus remolques o semirremolques

11.- Modificación de los datos que aparecen en la tarjeta de ITV.

Conforme al Manual de Reformas de Vehículos, revisión de junio de 2014, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, la citada reforma se encuadra dentro de sus puntos:

1.3 “Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula”.

2.1 “Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburente”.

4.4 “Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación/desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía”.

4.5 “Sustitución de neumáticos por otros no equivalentes”

5.1 “Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos”

7.1 “Modificación de las características del sistema de frenado o de alguno de sus componentes”.

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”.

9.1 “Adición o desinstalación de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización”.

1.5 DATOS DEL VEHICULO

<u>Marca:</u>	RENAULT-CHRYSLER
<u>Modelo:</u>	JJA/I
<u>Denominación comercial:</u>	JEEP CHEROKEE
<u>Nº de bastidor:</u>	1J4FJ68S4ML569061
<u>Matricula:</u>	V-9778-DW
<u>Clasificación:</u>	1033 VEHICULO TODO TERRENO
<u>1ª Matriculación:</u>	25/02/1991



1.5.1 Características del vehículo antes de la reforma

A continuación se especifican aquellas características técnicas del vehículo que cambian antes de la reforma. Se entiende que el resto de características técnicas del vehículo se mantienen invariantes respecto a lo que indica su ficha de características original.

DATOS ANTES DE LA REFORMA	
Altura Total (mm):	1602
Anchura Total (mm):	1790
Vía Anterior (mm):	1473
Vía Posterior (mm):	1473
Longitud Total (mm):	4240
Voladizo Posterior (mm):	926

1.5.2 Características del vehículo después de la reforma

A continuación se adjuntas los valores finales de las características del vehículo una vez efectuada la reforma.

DATOS ANTES DE LA REFORMA	
Altura Total (mm):	1925
Anchura Total (mm):	2100
Vía Anterior (mm):	1675
Vía Posterior (mm):	1675
Longitud Total (mm):	4420
Voladizo Posterior (mm):	990

Se acredita que la altura libre de cualquier elemento rígido del vehículo respecto del suelo es de más de 80 mm.

1.6 REGLAMENTACION Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la realización del presente proyecto técnico que describe la reforma a legalizar se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación:

- Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.
- Manual de Reformas de Vehículos, revisión de junio de 2014, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Real Decreto 750/2010, de 4 de junio, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos a motor y sus remolques, máquinas

autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos.

- Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas Directivas de la CEE, relativas a la homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques, así como de partes y piezas de dichos vehículos.
- Orden ITC/1900/2006, de 13 de junio de 2006, por la que se actualizan los anexos I y II del RD 2028/1986.
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.
- Orden de 15 de septiembre de 2000, por la que se modifica el anexo XVIII “Placas de matrícula”, del Reglamento General de Vehículos.
- Orden PRE/3298/2004, de 13 de octubre, por la que se modifica el anexo IX “Masas y Dimensiones”, del Reglamento General de Vehículos.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Asimismo y habida cuenta del tipo de reforma de que se trata, reflejada en el Manual de Reformas de Vehículos, revisión de junio de 2014, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio con el N° 1.3 “Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula” en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Emplazamiento de la placa de matrícula posterior 70/222/CEE
- Salientes exteriores 74/483/CEE
- Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa 76/756/CEE

Nº 2.1 “*Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburente*” en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Nivel sonoro admisible 70/157/CEE
- Emisiones 70/220/CEE
- Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información Reglamento (CE) Nº 715/2007
- Humos diésel 72/306/CEE
- Salientes exteriores 74/483/CEE

Nº 4.4 “*Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación/desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía*” en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Dispositivos de protección trasera 70/221/CEE
- Mecanismos de dirección 70/311/CEE
- Guardabarros 78/549/CEE
- Masas y dimensiones (automóviles) 92/21/CEE
- Neumáticos 92/23/CEE

Nº 4.5 “*Sustitución de neumáticos por otros no equivalentes*” en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Nivel sonoro admisible 70/157/CEE
- Dispositivos de protección trasera 70/221/CEE
- Emplazamiento de la placa de matrícula posterior 70/222/CEE
- Mecanismos de dirección 70/311/CEE
- Cerraduras y bisagras de las puertas 70/387/CEE
- Dispositivos de visión indirecta 2003/97/CE
- Frenado 71/320/CEE
- Velocímetro y marcha atrás 75/443/CEE

- Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa 76/756/CEE
- Guardabarros 78/549/CEE
- Masas y dimensiones (automóviles) 92/21/CE
- Neumáticos 92/23/CEE
- Protección de los peatones 2003/102/CE
- Sistemas de protección delantera 2005/66/CE

Nº 5.1 “*Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos*”, en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Directiva 70/221/CEE relativa a los dispositivos de protección trasera.
- Directiva 70/222/CEE relativa al emplazamiento de la placa de matrícula posterior.
- Directiva 2003/97/CE sobre los dispositivos de visión indirecta.
- Directiva 71/320/CEE relativa a los dispositivos de frenado.
- Directiva 72/245/CEE sobre parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética).
- Directiva 76/756/CEE relativa a la instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.
- Directiva 78/549/CEE relativa a la instalación del guardabarros.
- Directiva 92/21/CEE sobre masas y dimensiones (automóviles).
- Directiva 94/20/CE relativa a dispositivos de acoplamiento.
- Directiva 2000/40/CE relativa a la protección delantera contra el empotramiento.
- Directiva 2003/102/CE sobre protección de los peatones.
- Directiva 2005/66/CE sobre sistemas de protección delantera.

Nº 7.1 “*Modificación de las características del sistema de frenado o de alguno de sus componentes*”, en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Directiva 70/311/CEE sobre Mecanismos de dirección.
- Directiva 71/320/CEE sobre Sistemas de Frenado.
- Directiva 72/245/CEE sobre Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética).
- Directiva 74/60/CE relativa al Acondicionamiento interior.

Nº 8.10 “*Sustitución de asiento por otro distinto*” en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Dispositivos de visión indirecta 2003/97/CE
- Acondicionamiento interior 74/60/CE
- Resistencia de los asientos 74/408/CEE
- Anclajes de los cinturones de seguridad 76/115/CEE
- Cinturones de seguridad y sistemas de retención 77/541/CEE
- Masas y dimensiones (automóviles) 92/21/CEE
- Inflamabilidad 95/28/CE

Nº 8.52 “*Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo*”, en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Directiva 70/221/CEE relativa a los dispositivos de protección trasera.
- Directiva 70/387/CEE relativa a Cerraduras y bisagras de las puertas.
- Directiva 74/483/CEE relativa a salientes exteriores.
- Directiva 72/245/CEE relativa a parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética).
- Directiva 76/756/CEE relativa a la instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.

- Directiva 77/389/CEE relativa a los dispositivos de remolcado.
- Directiva 77/649/CEE relativa al campo de visión delantera.
- Directiva 78/318/CEE relativa a los lava/limpiaparabrisas.
- Directiva 78/549/CEE relativa a guardabarros.
- Directiva 92/21/CEE relativa a masas y dimensiones (automóviles).
- Directiva 92/22/CEE relativa a cristales de seguridad.
- Directiva 96/79/CE relativa a colisión frontal.
- Directiva 96/27/CE relativa a colisión lateral.
- Directiva 2003/97/CE relativa a dispositivo de visión indirecta.
- Directiva 2005/66/CE relativa a sistemas de protección delantera.
- Reglamento (CE) 78/2009 relativo a la protección de peatones.

9.1 *“Adición o desinstalación de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización”* en referencia a los sistemas y componentes del vehículo que se ven afectados, también se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación específica:

- Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética) 75/245/CEE
- Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa 76/756/CEE
- Catadióptricos 76/757/CEE
- Luces de gálibo, de posición delanteras y traseras, de frenado, laterales de posición y de circulación diurna 76/758/CEE
- Indicadores de dirección 76/759/CEE
- Dispositivo de alumbrado de la placa de matrícula posterior 76/760/CEE
- Proyectores (incluidas las lámparas) 76/761/CEE
- Luces antiniebla delanteras 76/762/CEE
- Luces antiniebla traseras 77/538/CEE
- Luces de marcha atrás 77/539/CEE
- Luces de estacionamiento 77/540/CEE
- Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores 78/316/CEE
- Limpia y Lavaproyectores Reglamento CEPE/ONU 45R

- Luces de circulación Diurna Reglamento CEPE/ONU 87R
- Luces de posición lateral Reglamento CEPE/ONU 91R
- Sistema de alumbrado delantero adaptable AFS Reglamento CEPE/ONU 123R

Según la Directiva 2007/46/CE se ha de prever la documentación que se deberá presentar para solicitar una homologación individual, ya que la autoridad de homologación podrá eximir a un vehículo concreto del cumplimiento de actos reglamentarios siempre que cumpla los requisitos alternativos establecidos en el RD 750/2010.

1.7 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LA REFORMA

El vehículo seleccionado para ésta reforma está enmarcado según el Manual de Reformas de Importancia en la siguiente categoría:

Categoría M1: Vehículo para transporte de pasajeros y que no contenga más de 8 asientos además del asiento del conductor.

A continuación se detallan las reformas a las que se verá afectado el vehículo:

- Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula y sustitución de la placa por una de menor tamaño.(Reforma 1.3)
- Instalación/sustitución /modificación de varios elementos de la carrocería del vehículo por otros específicamente homologados para el mismo vehículo. Instalación de toma de aire tipo Snorkel.(Reforma 2.1)
- Modificaciones que afectan a la configuración de las ruedas. Sustitución de neumáticos por otros equivalentes. Cambio de llantas por otras de diferentes características.(Reforma 4.4 y 4.5)
- Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos componentes elásticos. Instalación de juego de muelles originales del sistema de suspensión delantero por otros específicamente homologados para el mismo, instalación de barra pitman, barra panhard, barra estabilizadora, recolocador de brazos, brazos de refuerzo, barra de dirección, kit ballestas, recolocador de

ballestas, kit gemelas, tacos de teflón, separadores de rueda, faldillas anti proyecciones y kit latiguillos de freno.(Reforma 5.1)

- Modificación del voladizo delantero y trasero. Sustitución del paragolpes delantero y trasero. Instalación de cabestrante, tipo winchi. Instalación de aletines de goma para cubrir la banda de rodadura, barra antiempotramiento, soporte faros de trabajo, faros de largo alcance y visera en parabrisas delantero.(Reforma 8.5 y 9.1)

Una vez expuesto el listado de reformas pasamos a la explicación más detallada del proceso de realización en cada una de ellas.

1.7.1 Consideraciones generales

Es importante señalar que los elementos añadidos al vehículo en esta reforma serán suministrados por una empresa especializada en vehículos todoterreno, por lo que no serán diseñados a lo largo de este proyecto, ya que todos han sido previamente creados específicamente para el modelo de vehículo (Jeep Cherokee) que vamos a reformar, siguiendo los patrones del fabricante del vehículo. Por lo tanto es el fabricante el encargado del diseño de las piezas y del cumplimiento de las normativas europeas, adquiriendo así los certificados de calidad y códigos de homologación, así como el marcado CE de los mismos, para su posterior puesta en venta en el mercado.

El montaje de las piezas enumeradas deberá realizarse en un taller autorizado y especializado en este tipo de trabajos. El personal que lleve a cabo la transformación deberá poseer suficientes conocimientos en este tipo de montajes. En el momento en el que finalice la reforma, el taller deberá expedir un certificado de taller por las reformas realizadas.

Los trabajos de instalación de los elementos especificados anteriormente se realizarán previo desmontaje de los elementos sustituidos, incluyendo el desmontaje y acoplamiento posterior de todos aquellos otros elementos que faciliten el montaje definitivo.

1.7.2 Cambio de emplazamiento de la placa de matrícula (Reforma 1.3)

Se sustituirá el emplazamiento de origen de la placa de matrícula delantera debido a la instalación del dispositivo cabestrante, por lo que el nuevo emplazamiento se situara en el lateral izquierdo de la parte delantera del vehículo.

Siguiendo el procedimiento según normativa, las principales consideraciones para la realización de la reforma son:

- El emplazamiento de la matricula deberá ser fijo.
- Será inadmisibles la instalación de la placa si pudiera modificarse su posición o inclinación.

La documentación necesaria exigida para viabilidad de la reforma será:

- Informe de conformidad.
- Certificado del taller.

1.7.2.1 Directiva aplicada

Para la modificación de la situación de la matrícula del vehículo se debe de cumplir con la Directiva 70/222/CEE.

Dicha directiva dictamina que una vez que hayan sido correctamente instaladas las placas de matrícula en el vehículo, debe presentar las siguientes características:

- 2.1 Posición de la placa con respecto al sentido transversal del vehículo:

El centro de la placa no podrá situarse más a la derecha del plano longitudinal de simetría del vehículo. El borde lateral izquierdo de la matricula no se situará más a la izquierda del plano vertical paralelo al plano longitudinal de simetría del vehículo y tangente al lugar donde el corte transversal del vehículo, en su zona de máxima anchura, alcance su mayor dimensión.

- 2.2 Posición de la placa con respecto al plano longitudinal de simetría del vehículo

La placa será perpendicular, o casi perpendicular, al plano longitudinal de simetría del vehículo.

- 2.3 Posición de la placa con respecto a la vertical

La placa estará situada en posición vertical, con un margen de tolerancia de 5°.

- 2.4 Altura de la placa con respecto al suelo

La altura al borde inferior de la placa con respecto al suelo no será inferior a 30 mm; la altura del borde superior de la placa con respecto al suelo no será superior a 1,2 m.

- 2.5 Condiciones geométricas de visibilidad

La placa deberá ser visible en todo el espacio comprendido entre los siguientes planos: dos plano verticales que pasen por los dos laterales de la placa y formen hacia el exterior un ángulo de 30° con el plano longitudinal medio del vehículo, un plano que pase por el borde superior de la placa y forme un ángulo de 15° hacia arriba con el plano horizontal, un plano horizontal que pase por el borde inferior de la placa.

- 2.6 Determinación de la altura de la placa con respecto al suelo.

Las alturas mencionadas anteriormente en los puntos 2.3, 2.4, 2.5 se medirán con el vehículo en vacío.

1.7.3 Modificación de las características de los elementos del sistema de admisión del comburente (Reforma 2.1)

Se procederá a la instalación en el vehículo de una toma de aire elevada (SNORKEL) realizada en poliuretano reticulado de alto impacto, no presentando aristas vivas ni cortantes.

El Snorkel es un dispositivo de toma elevada de aire del vehículo que consigue que el motor obtenga una mejor calidad de aire, para coger un gran volumen de aire limpio y más fresco, evitando posibles entradas de agua de lluvia de la corriente de aire que entra incluso en las condiciones más adversas de lluvias torrenciales, así como en ocasiones de vadeo de arroyos o ríos.

La instalación de la toma elevada no modificara la ubicación actual del filtro ni de ninguno de sus componentes. Se respetara la admisión original del vehículo, sin modificar la caja del filtro y con la misma sección del tubo (Snorkel) que el existente de la entrada

de filtro de admisión original del vehículo. El dispositivo irá unido a la carrocería del vehículo en su parte inferior por 4 tornillos M5 y en la parte superior con 3 tornillos M5

El Snorkel es suministrado de forma completa y global incorporando toda la tornillería, soportes necesarios, plantillas de marcado y toda la información necesaria para su correcta instalación.

La altura del vehículo no se verá afectada por la incorporación de este dispositivo.

1.7.3.1 Desmontajes realizados.

Se procederá al desmontaje del filtro de aire y al guarnecido del pase de rueda, así como el desmontaje de la aleta lateral afectada para la realización de la perforación e introducción del Snorkel.

También se desmontará el sistema de admisión original para después volverlo a montar.

1.7.3.1 Variaciones y Sustituciones

Se incorpora al vehículo un dispositivo Snorkel con las siguientes características:

Marca:	TOTEM 4X4
Material:	Polietileno reticulado de alto impacto
Referencia:	14.004
Longitud total:	1100 (mm)
Dimensiones tubo:	70x80 (mm)

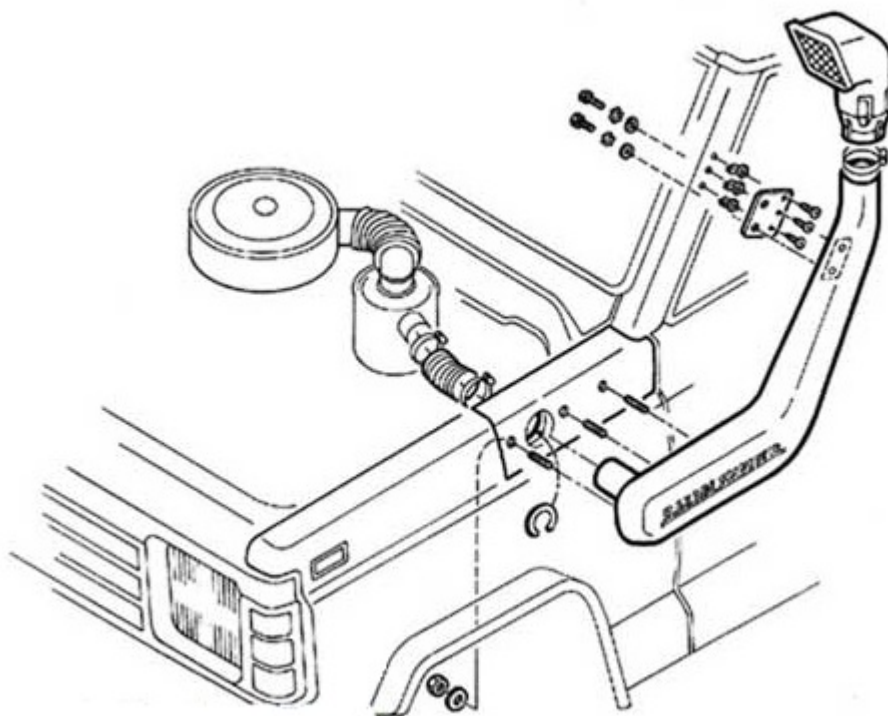


Fig1.1

Esquema representativo del montaje del Snorkel (Fig1.1).

1.7.4 Modificaciones que afectan a la configuración de las ruedas. Sustitución de neumáticos por otros equivalentes. Cambio de llantas por otras de diferentes características (Reforma 4.4 y 4.5)

En este caso procederemos a la sustitución del conjunto de neumáticos de serie por unos de medida equivalente, sustituiremos el juego de llantas originales e instalaremos un kit de separadores de rueda de 30mm.

Los neumáticos que el vehículo trae de origen son de carácter mixto, utilizables tanto por carretera como fuera de ella pero más orientado para la primera, ya que el dibujo del neumático es más similar a los utilizados en vehículos utilitario turismo. Por ello se sustituirán por unos de mayor tamaño, siendo estos de medida equivalente, y con un dibujo más agresivo, taco más alto, orientado para un uso más extremo dando como resultado un excelente agarre en condiciones de lluvia, nieve y barro.

Las principales consideraciones a tener en cuenta para la realización de lo anteriormente descrito, son:

- El diámetro exterior del nuevo neumático no deberá superar el $\pm 3\%$ del diámetro exterior del neumático de origen.
- El índice de carga del neumático deberá ser siempre mayor o igual al de origen, para evitar sobrecarga del neumático que podría derivar en una rotura.
- El código de velocidad del neumático deberá ser siempre mayor o igual al de origen, para evitar la degradación excesiva pudiendo provocar su rotura.
- Las nuevas llantas deberán tener el mismo diámetro que los neumáticos donde se montarán.
- Centrar la llanta con el orificio del buje.
- Comprobar que la llanta ajusta completamente plana con la superficie del buje.
- Dar el par de apriete proporcionado por el fabricante.
- Verificar que los neumáticos giran sin interrupción.
- Comprobar que no existe ningún tipo de interferencia entre neumáticos y carrocería o sistemas de dirección al efectuar todo el recorrido de la dirección, de amortiguación y situación de máxima carga del vehículo.
- La banda de rodadura del neumático no podrá sobresalir de la carrocería del vehículo y deberá quedar completamente cubierta por las aletas o guardabarros, en caso contrario ha de utilizarse aletines de rueda con sujeción a la carrocería convenientemente calculada, para proteger de posibles proyecciones de agua, piedras, barro, etc.

1.7.4.1 Desmontajes realizados

Se desmontaron las ruedas originales del vehículo subiéndolo a un elevador adecuado para el peso del vehículo. Las ruedas se desmontaron utilizando una destalonadora y separando los residuos para su posterior retirada.

1.7.4.2 Variaciones y sustituciones

Se sustituirá los neumáticos de origen con medida 215/70 R15 100Q por unos neumáticos de medidas equivalentes 265/70 100Q. En este caso se respeta el mismo índice de carga (100 = 800 kg), al igual que el mismo código de velocidad (Q=160 km/h) de los neumáticos de serie.

Neumático	Índice Carga	Masa Max(kg)	Cod.Velocidad	Vel.(km/h)
Original	100	800	Q	160
Nuevo	100	800	Q	160

Las llantas de serie serán sustituidas por unas llantas de 15"x8" ET 35 negativo, es decir, con un bombeo negativo (Fig.1.2) con respecto a la llanta original con un valor de 25mm en llanta con respecto a la anterior.

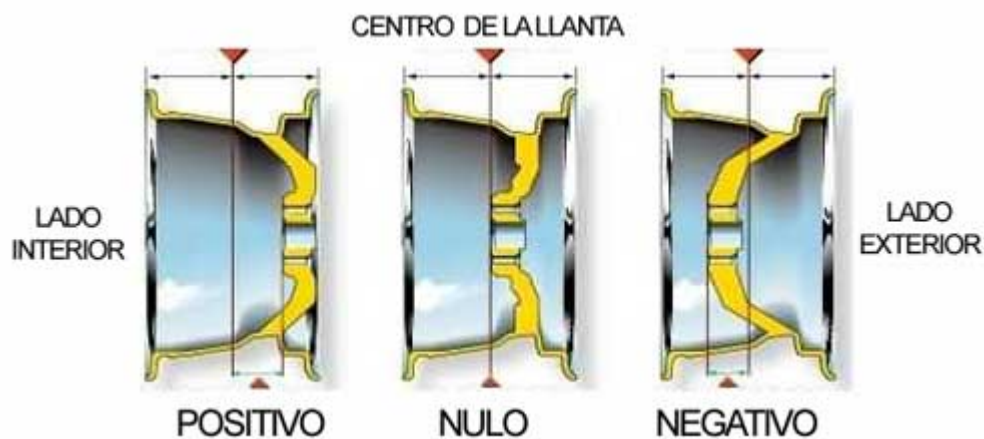


Figura 1.2

Se montaran un kit de 4 separadores de doble centraje con las siguientes características:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Dimensiones: 5x114,3(mm)

Espesor: 30(mm)

Faldillas:

Marca: ARB

Referencia: 14.008

Neumáticos:

Marca: COOPER TYRES

Dimensiones: 265/70 R15 100Q

Tanto las llantas como los separadores aumentaran el ancho de vía del vehículo, no alterando las condiciones de seguridad del vehículo.

Los resultados obtenidos una vez instalado el conjunto llanta y separador es:

Vía	Antes(mm)	Después(mm)	Diferencia(mm)
Anterior	1473	1675	+202
Posterior	1473	1675	+202

1.7.5.3 Directiva aplicada

En este caso daremos cumplimiento a la Directiva 78/549/CEE relativa a guardabarros (exclusiva de la categoría M1).

El guardabarros deberá recubrir la anchura total del neumático, entendiéndose por la banda de rodadura, en la zona comprendida entre planos radiales de 30° hacia delante y 50° hacia atrás. Deberá de extenderse a su vez hasta una altura mínima de 150 mm por encima del plano del centro de ruedas, pudiendo disminuir la zona de recubrimiento hasta, como máximo, el centro del neumático. (Figura 1.3)

En el plano del centro del neumático, la profundidad del guardabarros deberá ser de 30 mm al menos.

La distancia ente el borde inferior del guardabarros y el centro del neumático deberá ser inferior a 2 veces el radio estático del neumático.

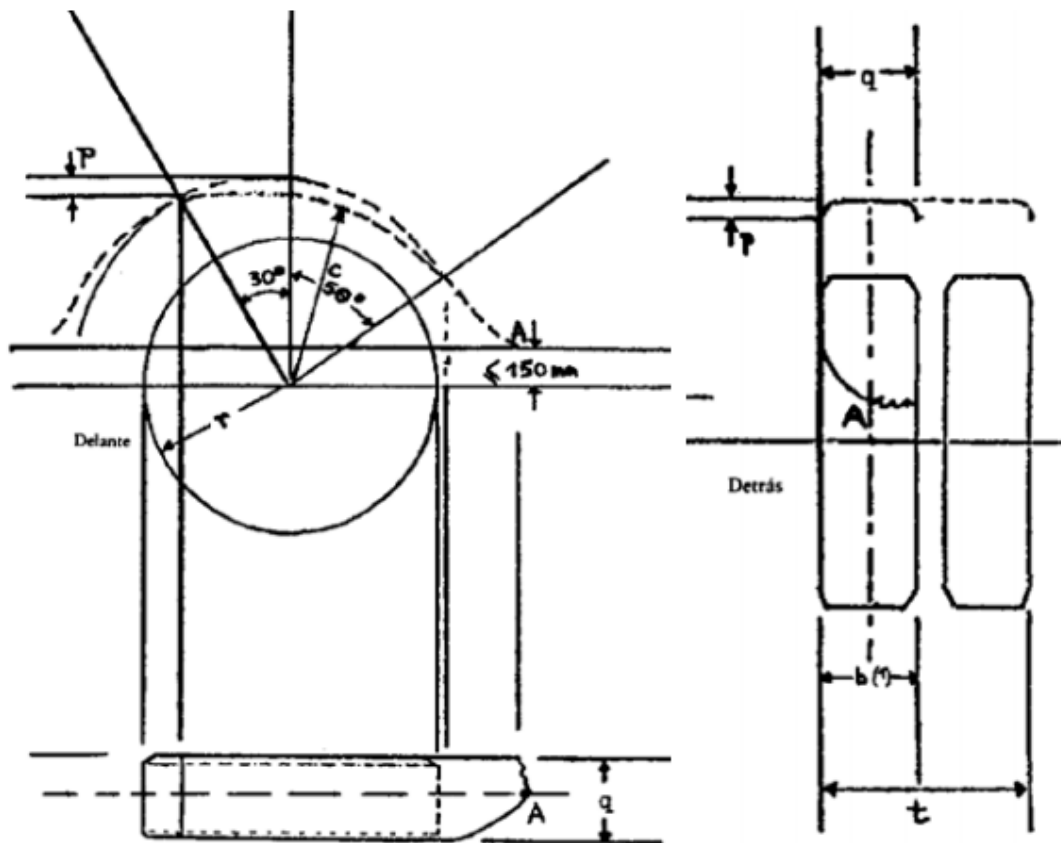


Figura 1.3

En caso de configuraciones de suspensión-llanta/neumáticos que presenten caída negativa, se entiende la zona de cubrimiento como la superficie superior del neumático comprendida entre los planos mencionados anteriormente hasta la altura mínimo de 150 mm sobre el centro de ruedas

1.7.5 Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos componentes elásticos (Reforma 5.1)

El sistema de suspensión (muelle/amortiguador) es el encargado de sostener todo el volumen del vehículo que se encuentra suspendido por encima de él, sirviendo de conexión con las partes no suspendidas, como ejes de transmisión y neumáticos. Su principal función es la de copiar el terreno por el que circulamos para que en ningún momento perdamos el contacto del neumático con la superficie, aportando control en la dirección y maniobrabilidad. A su vez debe de aportar confort en la marcha del vehículo pudiendo absorber las irregularidades del terreno aislando a los pasajeros.

En cuanto a seguridad activa, aumentara el contacto de los neumáticos con el suelo, mejorando la respuesta del vehículo en frenadas y aceleración por lo que la seguridad vial aumenta al haber más adherencia del neumático al suelo.

También se ha ajustado el sistema de regulación de frenado del eje posterior. Según normativa en el caso de modificar componentes de la suspensión que afecten o alteren la regulación de válvulas distribuidoras o válvulas sensibles a la carga deberán cumplir con la directiva de frenado 71/320/CEE.

En este caso necesitaremos sustituir el sistema de suspensión del vehículo ya que necesitaremos una mayor altura libre al suelo para poder sobrepasar los obstáculos que nos encontraremos por las zonas donde circulemos, además de necesitar unos mayores recorridos de suspensión para no perder el contacto con el suelo en ningún momento y así poder transmitir toda la tracción del vehículo.

Las modificaciones en el sistema de suspensión van a consistir en la sustitución de los muelles delanteros por otros de la marca ROUGHT COUNTRY, Ref XJ 3" (425 mm de longitud), sustituiremos las ballestas posteriores por unas reforzadas específicas del vehículo, se introducirá un taco de nylon, se sustituirán las gemelas de serie por unas de mayor longitud diseñadas específicamente para este coche por el fabricante siguiendo todos los controles de calidad y por último se sustituirán algunos elementos de la suspensión por unos específicos para el vehículo pero reforzados para soportar mayores esfuerzos. También se sustituirán los amortiguadores delanteros y traseros por unos reforzados de la marca ROUGHT COUNTRY, Ref XJ, específicamente diseñados para este modelo de vehículo, por lo que el peso de éste no se ve afectado. Gracias a la elevación conseguida podremos instalar neumáticos de mayor tamaño, y nos dará mayores ángulos de ataque para la conducción todo terreno.

1.7.5.1 Desmontajes realizados

Se situará el vehículo en el elevador correspondiente, desmontaremos el conjunto de neumáticos y por último se extraerán los muelles delanteros y los amortiguadores delanteros y traseros.

1.7.5.2 Variaciones y sustituciones

Los trabajos a desarrollar consistirán en la sustitución de los muelles helicoidales originales por unos de mayor eficacia en el eje delantero para la conducción todoterreno. Sustituiremos el juego de los 4 amortiguadores por unos de mayores dimensiones reforzados, acoplaremos tacos de nylon en el sistema de suspensión y por ultimo sustituiremos el conjunto de gemelas del eje trasero.

Muelles:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Referencia: XJ 3"

Amortiguador:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Referencia: XJ

Tacos Nylon:

Marca: ARB

Referencia: 14.007

Barra Panhard:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Referencia: Adj Track Rod body & end

Barra Pitman:

Marca: CROWN

Referencia: X95ARM

Barra estabilizadora:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Referencia: 731-285-9000

Amortiguador de Dirección:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Referencia: XJ

Recolocador de brazos:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Referencia: Jeep XJ 84-01

Barra Dirección:

Marca: RUBICON EXPRESS

Referencia: RE-DS-0856

Recolocador de ballestas:

Marca: ROUGHT COUNTRY

Referencia: 800-222-7023

1.7.5.3 Materiales empleados

Para la realización de la reforma utilizaremos un mecanismo elevador de vehículos, una máquina de alineación de neumáticos, llave de ruedas neumática, llave dinamométrica, extractor de muelles, palanca y todos los elementos incluidos en los kits de montaje de los accesorios.

1.7.5.4 Montajes realizados

Se procederá al montaje de los muelles delanteros, amortiguadores delanteros y traseros, ballestas del eje trasero y el conjunto de elementos de suspensión

Terminado el montaje se deberá comprobar las cotas de dirección (convergencia, divergencia, avance y caída), manteniéndose todos ellos dentro de los valores establecidos en la norma UNE 26-192-87.

Las pruebas se realizarán con los elementos de suspensión que más influencia negativa puedan ejercer en el compartimento del vehículo.

Tras el montaje de los nuevos accesorios se produce una variación de altura pasando a ser la indicada en la tabla de dimensiones, no viéndose alterado las condiciones de seguridad del vehículo.

La altura de la parte más inferior trasera al suelo y a una distancia mayor de 100 mm del eje es superior a 550mm, por lo que nos obliga a montar un sistema antiempotramiento, según el ANEXO IV protección trasera punto 2.2.1, y el punto 3.3 del Reglamento General de Vehículos 2822/1988, donde se especifica que no será necesario en caso de que sea incompatible con su utilización, puesto que la misma al tratarse un vehículo todoterreno puede ser un punto de enganche retencionado de objetos, tales como ramas, arbustos, que podrían ocasionar el perjuicio o daño de elementos importantes como latiguillos de freno.

1.7.5.5 Directiva aplicada

Para esta reforma se aplica la directiva 70/221/CEE “Dispositivos de protección trasera” (5.2, 5.4.1 y 5.4.2)

La altura libre sobre el suelo de la parte trasera del vehículo en vacío supera los 550 mm sobre una anchura no inferior a la del eje trasero en más de 100 mm a cada lado (exceptuando la dilatación del neumático en la proximidad al suelo). Esta normativa deberá cumplimentarse a partir de una longitud superior a 450 mm medida desde el extremo trasero del vehículo. Por lo que la Directiva 5.2 nos obliga a incorporar en la parte posterior del vehículo un dispositivo antiempotramiento.

Según la Directiva 5.4.1, el dispositivo antiempotramiento deberá instalarse lo más cercano posible a la parte posterior del vehículo. Comprobándose que ningún punto de la parte inferior del dispositivo deberá situarse a una altura superior a 550 mm del suelo, cuando el vehículo este en vacío. (fig. 1.4)

La Directiva 5.4.2, dicta que la anchura del dispositivo no deberá ser inferior a 100 mm del ancho de vía del eje posterior. (fig.1.5)

Esquema representativo de la Directiva 5.4.1

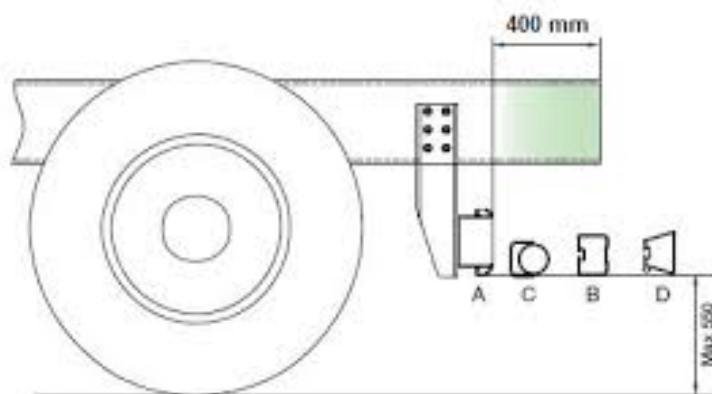
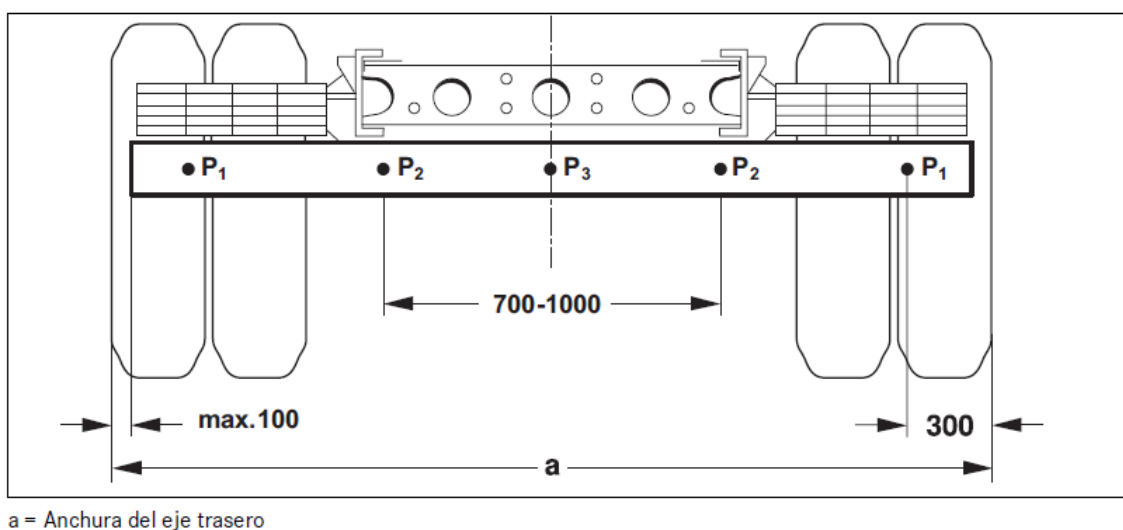


Figura 1.4

Esquema representativo de la Directiva 5.4.2



a = Anchura del eje trasero

Figura 1.5

1.7.6 Transformaciones que modifiquen la longitud del voladizo delantero y/o trasero. Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo (Reforma 8.50 y 8.52)

Esta reforma se aplica a la sustitución o incorporación de elementos en el exterior del vehículo tales como: espejos, soportes de rueda de repuesto, cabestrante, alerones, estribos, peldaños laterales, taloneras, sustitución o modificación de paragolpes, equipos de aire acondicionado en el exterior, deflectores aerodinámicos, baca, pasos de rueda

ensanchados y en general cualquier elemento superpuesto sobre el vehículo homologado original, entre otros.

Paragolpes delantero y trasero:

En nuestro caso procederemos a la sustitución del paragolpes delantero y trasero por unos nuevos metálicos hechos de chapa plegada, mejorado con respecto al original, en la fortaleza, los ángulos de ataque laterales y frontales, favoreciendo la defensa del vehículo antes imprevistos de quedarse atrapado por atasco en barro, permitiendo también el rescate de otros vehículos en caso contrario.

Ambos están fabricados como hemos mencionado anteriormente en materiales metálicos, con chapa plegada, con las uniones redondeadas sin ángulos vivos, importantes en la reducción de daños a otros vehículos o incluso peatones en caso de atropello.

El sistema de unión mediante el que se fijaran a la carrocería será el mismo que tiene el vehículo de serie, ya que se han diseñado para el modelo de vehículo en cuestión, por lo que no habrá necesidad de realizar nuevas perforaciones, realizando la fijación mediante tornillos, tuercas autofrenantes y arandelas.

Aletines:

Para el recubrimiento total de la banda de rodadura de los neumáticos, sustituiremos los originales por unos aletines nuevos específicos para el modelo de vehículo, fabricado en Poliuretano reticulado de alto impacto, con unas dimensiones mayores para el efectivo recubrimiento del neumático. Los aletines están provistos de cantos redondeados y sin aristas vivas que pudieran producir cortes en caso de impacto.

Visera Superior del parabrisas delantero:

Incorporaremos al vehículo con una visera en el parabrisas delantero para el confort de conducción evitándonos los posibles rayos de luz que puedan incidir en la visión del conductor, pudiendo provocar situaciones de peligro.

La visera está fabricada en plástico del tipo Polietileno extrusionado, no presentando aristas vivas o cortante y con los cantos redondeados.

Cabestrante:

El dispositivo cabestrante es un sistema mecánico que forma parte de los elementos de rescate y desatasco, su principal función es la de poder tirar mediante tracción de un cuerpo o carga pesada. El funcionamiento puede estar basado mediante un motor eléctrico, hidráulico o manual, en este caso el que instalemos irá movido por un motor eléctrico de 5.0 HP o 3,7 KW a 12V, que será el encargado de girar el eje donde irá enrollado el cable de tracción fabricado en acero.

Dentro de las consideraciones que debemos tener para la incorporación del cabestrante son:

- Al ser un elemento pesado hay que tener en cuenta su localización para que afecte lo menos posible al reparto de masas que el fabricante proporcionó al vehículo
- En el caso de ir montado en la parte delantera del vehículo debemos tener en cuenta que no entorpezca la entrada del flujo del aire al motor para su respectiva refrigeración, lo que nos provocaría sobrecalentamientos en el motor no deseados.
- Se debe procurar que el cabestrante sobre salga lo menos posible del vehículo, para que en caso de accidente no provoque daños a otros vehículos o a posibles peatones.
- El cabestrante no debe presentar en ninguno de sus elementos que lo componen radios menores a 5mm, que puedan presentar aristas vivas en caso de accidente
- El cabestrante deberá ir tapado por completo durante la circulación por vías públicas en el caso que disponga de guía de rodillos, no siendo necesario si monta una guía fija.
- Como el cabestrante es un dispositivo capaz de traccionar cargas muy grandes, una de las consideraciones más importantes es considerar cual el peso máximo que es capaz de traccionar el cabestrante siendo este NO superior a 1,5 veces el M.M.A. del vehículo, ya que si es superado éste coeficiente de seguridad en caso de atasco, por ejemplo en barro, el esfuerzo necesario para mover el vehículo aumenta debido a un mayor coeficiente de fricción, pudiendo el cabestrante provocar una deformación permanente no deseada en el chasis del vehículo.

Este dispositivo quedará montado en el soporte del cabestrante del paragolpes delantero, dando la salida y recogida del cable del mismo, por lo que el mismo no es visible, además de no sobresalir por ninguna de las partes delanteras del vehículo. En la aleta delantera del lado del conductor quedará instalada la toma del mando a distancia de este elemento, que permite con una distancia de seguridad y de mejor observación el accionamiento de este dispositivo en su extensión y traccionado.

1.7.6.1 Desmontajes realizados

Se procederá al desmontaje de los paragolpes delantero y trasero para su posterior sustitución por unos nuevos, los cuales al a ser diseñados para el mismo modelo de vehículo no precisará realizar nuevos orificios.

En el caso de los aletines se desmontaran los proporcionados de origen al vehículo y se sustituirán por otros nuevos utilizando el mismo sistema de sujeción a la carrocería que los originales, por lo que no precisa realizar nuevos orificios.

El cabestrante se añadirá en el paragolpes delantero del vehículo una vez esté montado este último, donde se fijará al paragolpes mediante tornillos, tuercas y soportes proporcionados por el propio fabricante del mismo.

Por último la visera será instalada en la parte frontal del vehículo, en el techo mediante tornillería proporcionada por el fabricante.

1.7.6.2 Variaciones y Sustituciones

Se sustituirá el paragolpes delantero y trasero, con la respectiva modificación del voladizo delantero y trasero del vehículo.

Se sustituirán los aletines originales por unos nuevos en los pases de rueda que modificarán las dimensiones exteriores del vehículo.

Añadiremos un dispositivo cabestrante en el frontal de vehículo y una visera en la parte superior del mismo.

1.7.6.3 Materiales empleados

Para la realización de esta reforma haremos uso de las siguientes herramientas: Pistola neumática, juego de llaves fijas, llaves tubulares y diversos destornilladores.

También son empleados los diferentes elementos incluidos en los kits de montaje de las piezas a instalar.

Paragolpes Delantero:

Marca:	ARB
Referencia:	14.001

Paragolpes Trasero:

Marca:	ARB
Referencia:	14.002

Aletines:

Marca:	ARB
Referencia:	14.003

Visera:

Marca:	JEEP
Referencia:	XJ

Cabestrante:

Marca:	PLASMA 4X4
Mod:	6000lbs (2724Kg)
Motor:	5HP, 12V SERIES WOUND
Relación:	172,8:1
Cable:	7,2 (mm) x 24 (m)
Peso:	28 Kg

1.7.6.4 Directiva aplicada

Para la cumplimentación de la reforma anteriormente descrita debemos de cumplir con lo dictaminado por la Directiva 74/483/CEE (paragolpes y cabestrante) y con la Directiva 77/649/CEE (visera).

Parachoques y cabestrante (74/483/CEE):

Los extremos laterales de los parachoques irán doblados hacia la superficie exterior para reducir al mínimo el peligro de enganche. Esta exigencia se considerará satisfecha tanto si el paragolpes estuviera metido empotrado en la carrocería como si su extremidad lateral estuviera doblada de tal forma que una esfera de 100 mm no pudiera tocarla y la distancia entre la extremidad del paragolpes y la parte más próxima de la carrocería no sobrepasara los 20 mm.

La línea del paragolpes trasero, que corresponde al contorno exterior del vehículo, en proyección vertical, se encuentra sobre una superficie rígida, esta tiene un radio de curvatura mínimo de 5 mm en todos los puntos situados entre la línea del contorno y líneas, por encima y por debajo de esta, que sean los trazos de puntos situados 20 mm al interior, medidas perpendicularmente a la línea del contorno en cualquier punto. La superficie de todas las demás zonas de los paragolpes deberá tener un radio de curvatura mínimo de 2,5 mm.

Esta disposición se aplica a la parte del parachoques que se encuentra entre puntos tangenciales de contacto de la línea del contorno con dos planos verticales, cada uno de ellos situado en el ángulo de 15° con respecto al plano vertical longitudinal de simetría del vehículo.(véase la figura 1.6)

El cabestrante deberá también de cumplir con lo anteriormente dispuesto en la normativa

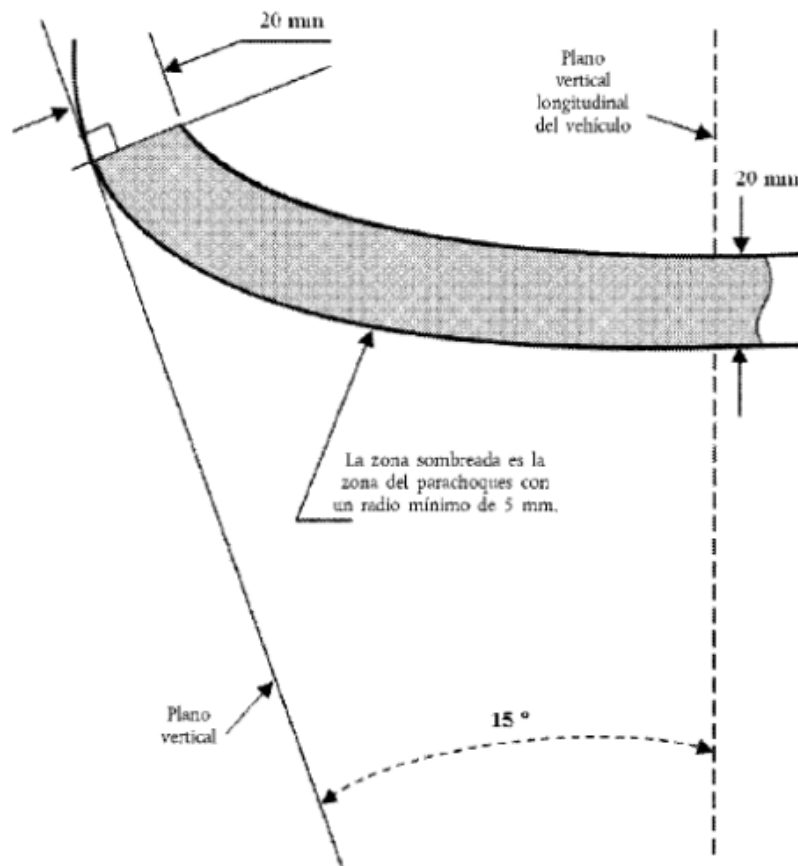


Figura 1.6

Visera (77/649/CEE):

Con respecto al campo de visión de conductor, la franja transparente del parabrisas incluye los siguientes puntos de referencia (véase fig. 1.7 y 1.8):

- Un punto de referencia horizontal situado delante de V1 y a 17° a la izquierda.
- Un punto superior vertical situado delante de V1 y 7° por encima de la horizontal del vehículo.
- Un punto inferior vertical situado delante de V2 y a 5° por debajo de la horizontal

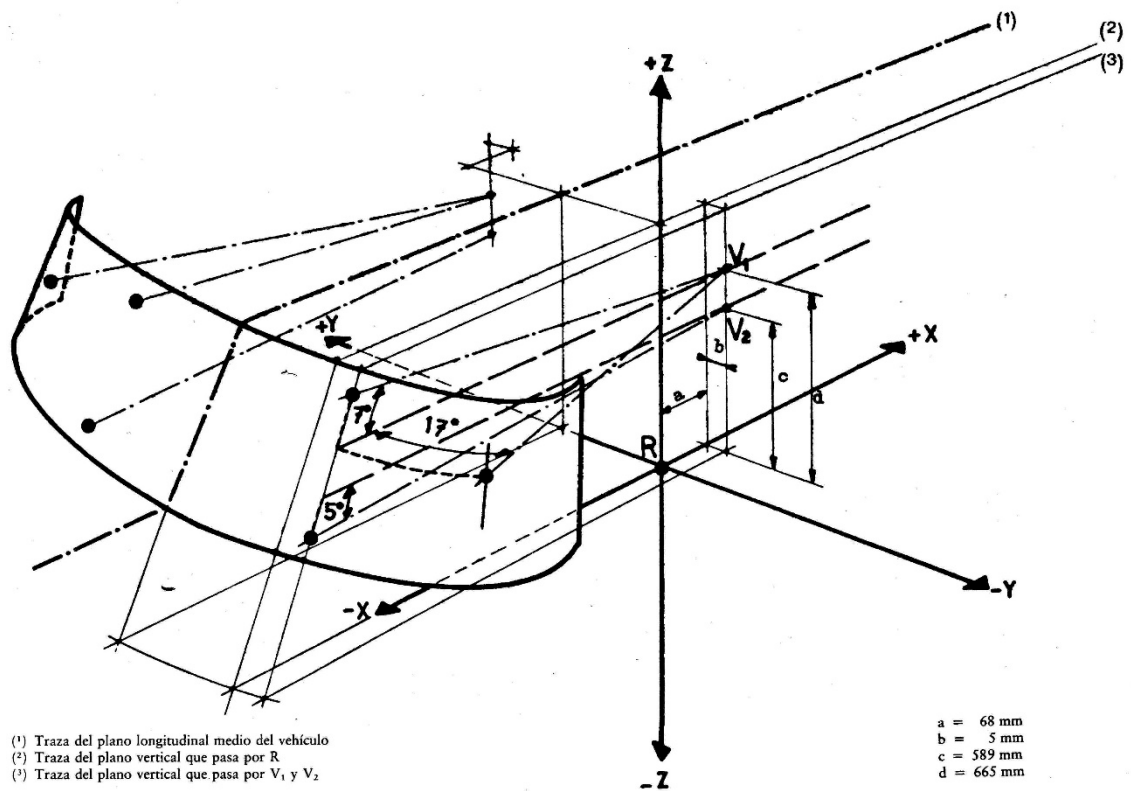


Figura 1.7

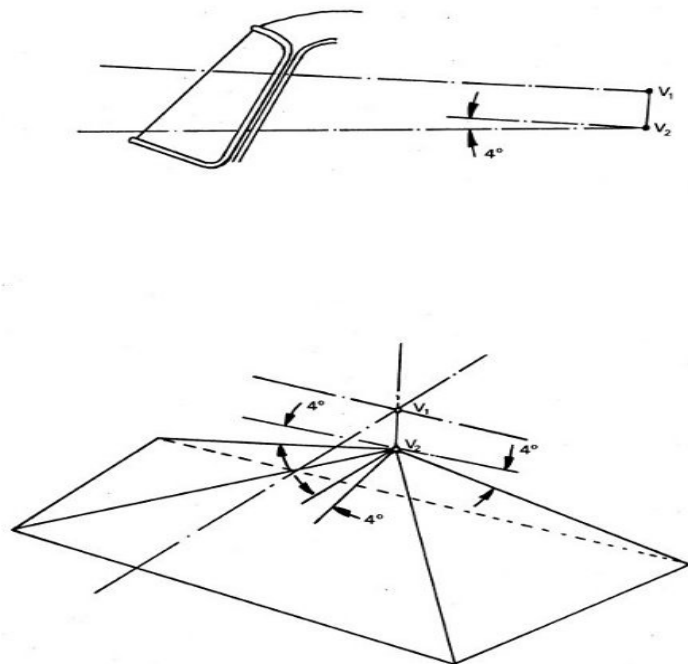


Figura 1.8

1.7.7 Adición o desinstalación de cualquier elemento, dispositivo, sistema, componente o unidad técnica independiente de alumbrado y señalización (Reforma 9.1)

Esta reforma se aplica a la sustitución o incorporación de elementos o dispositivos de alumbrado. En nuestro caso consistirá en la colocación de dos faros de largo alcance (HR) de 12,5 puntos/ud. de luz, que irán gobernados por desde los mandos originales de accionamiento del vehículo.

Los dos nuevos faros irán situados en el paragolpes delantero a ambos lados del cabestrante, proporcionando un mayor campo de visión en situaciones de baja luminosidad al conductor.

En la siguiente imagen (fig. 1.7), proporcionada por el fabricante, podemos observar la diferencia de intensidad de luz obtenida mediante los faros originales del vehículo y los de largo alcance.

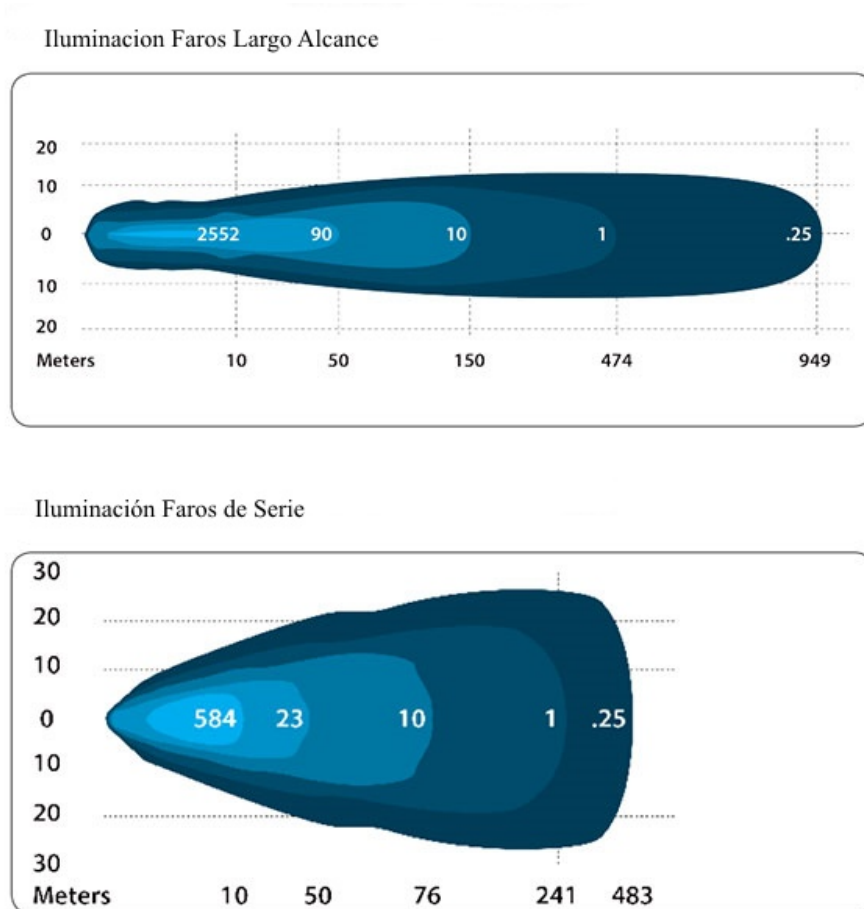


Figura 1.7

Se puede apreciar perfectamente como los faros de largo alcance superan en más de 5 veces la intensidad obtenía por los originales en los primeros 10 metros, llegando a proporcionar el doble de distancia en el campo de visión.

1.7.7.1 Desmontajes realizados

En este caso no se realizarán desmontaje alguno, ya que solo se procederá a la incorporación de dos nuevos faros.

1.7.7.2 Materiales empleados

Para esta reforma haremos uso de un taladro para la realización de nuevos orificios en el paragolpes delantero y de los demás elementos incluidos en el kit de montaje de accesorios: relés, fusible, soportes, cableado...

1.7.7.3 Montajes realizados

Se procederá al montaje de dos nuevos proyectores de largo alcance de luz de carretera en el paragolpes delantero del vehículo.

Los faros instalados presentan las siguientes características:

<u>Marca:</u>	NS-890
<u>Modelo:</u>	SPECIAL 4X4
<u>Referencia:</u>	3409600
<u>Dimensiones:</u>	175(mm) x 124,2(mm)
<u>Lámpara:</u>	12V tipo H1, 55W
<u>Puntos iluminación:</u>	2 x 12,5
<u>Contraseña Homologación:</u>	E11 8401

1.7.7.4 Directiva aplicada

Para esta reforma la directiva que se aplica es la 76/756/CEE referente a la instalación de dispositivos alumbrado y señalización.

En nuestro caso al incorporar al vehículo con dos faros de largo alcance, los requisitos que debemos cumplimentar según directivas son los siguientes:

- La suma de las intensidades suministradas por cada dispositivo, en el supuesto de máxima iluminación, luces de cruce y carretera encendidas, no podrá ser superior a un máximo de 300000 candelas o 100 puntos de luz, siendo este el límite máximo legal en un vehículo.
- La conexión o desconexión de los faros de largo alcance se deberá gobernar desde el interior de la cabina del vehículo, a ser posible en los mandos originales de accionamiento, e incorporando un testigo de circuito cerrado.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 Consideraciones previas

Para cada una de las piezas sustituidas o añadidas se procede a continuación a calcular los esfuerzos máximos a soportar por cada una de ellas, para que a partir de ellos podamos justificar si los anclajes empleados son los adecuados.

En todos los casos los cálculos se realizarán suponiendo una hipótesis más desfavorable incluso que la que se puede dar en la práctica. Para ello se considerarán todas las fuerzas aplicadas en la misma dirección y sentido, aplicando dicha resultante como esfuerzo total, tanto a tracción como a cortadura.

Las fuerzas consideradas son las siguientes:

- Peso de la pieza
- Fuerza sobre la pieza por efecto del frenado
- Fuerza aerodinámica ejercida por el aire sobre la pieza
- Fuerza centrífuga por efecto del giro

Para obtener la fuerza de frenado y teniendo en cuenta el desarrollo actual de la tecnología aplicada sobre los vehículos podemos considerar un valor de deceleración de 10m/s^2

Para la obtención de los esfuerzos generados por la presión del aire sobre el vehículo y continuando con la premisa de realizar los cálculos para la situación más desfavorable posible, consideramos la presión ejercida a la velocidad máxima del vehículo.

Velocidad máxima: **160 km/h ó 44,44 m/s**

Para la fuerza centrífuga y en base a lo indicado en la Instrucción de carreteras 3.1-IC, el valor máximo de aceleración centrífuga lo obtenemos en una situación de velocidad de 40 km/h y radio de curva de 50 m.

2.2 Reparto de cargas del vehículo

Procederemos al cálculo del reparto de masas del vehículo para así comprobar que una vez finalizada la reforma, e instalados los nuevos elementos que la componen,

la variación existente con los datos que nos proporciona el fabricante del vehículo antes de la reforma.

Se tendrá en cuenta para el cálculo la masa total del vehículo, así como la masa suspendida como la no suspendida.

Determinaremos las cargas utilizando las ecuaciones de equilibrio estático:

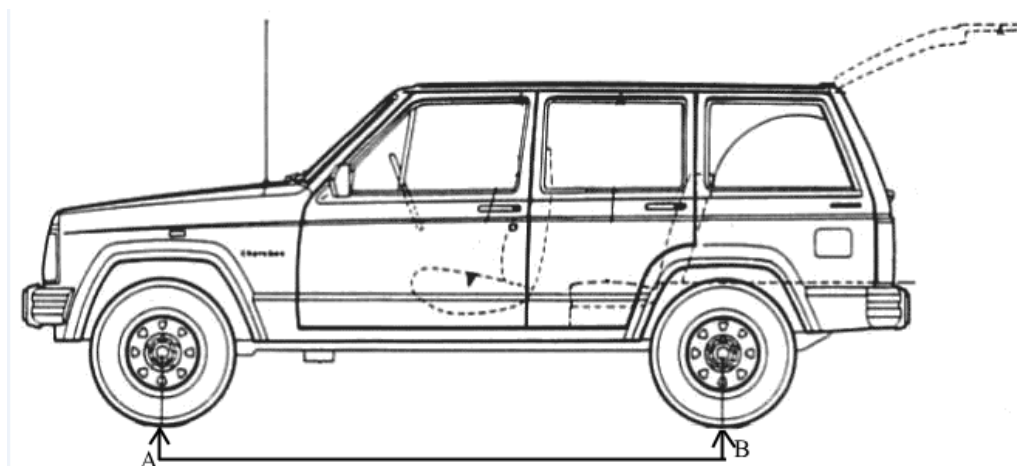
- $\Sigma Mp = 0$
- $\Sigma Fv = 0$

Consideraremos las cargas aplicadas como cargas puntuales colocadas en el centro de gravedad de cada elemento y las del propio vehículo en sus propios ejes.

Tomando los momentos respecto al eje trasero obtendremos los valores del eje delantero, y al contrario, obtendremos los del eje trasero, obteniendo así los siguientes datos:

REPARTO DE CARGAS DEL VEHÍCULO

	EJE DELANTERO (A)	EJE TRASERO(B)	TOTAL
TARA	921	614	1535
OCUPANTES	150	225	375
CARGA / AÑADIDOS	20	100	120
TOTAL	1091	939	2030
TOTAL MMA	1135	1225	2360



CONCLUSIÓN:

La suma de todas las cargas por eje es menor a las MMA de cada eje, luego el reparto de cargas del vehículo es válido

2.3 Cálculo de esfuerzos y resistencia de las fijaciones

2.3.1 SNORKEL

Para la realización de estos cálculos partiremos de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación en una superficie expuesta como en nuestro caso.

Esta fuerza irá repartida entre todas las fijaciones, una en la parte inferior con 3 tornillos M6 y otra en la parte superior con 3 tornillos M6.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la presente pieza son los siguientes:

Snorkel:

Marca: TOTEM 4X4

Referencia: 14004

Características:

Peso de la pieza: 1,3 kg

Anchura de la pieza: 410 mm

Altura de la pieza: 730 mm

Superficie Frontal: 0,30 m²

Coef. Aerodinámico: 1

Sujeción:

Nº Tornillos: 6

Métrica: 6

Calidad: ISO 8.8

Sección Resistente: 17.90 mm²

Resis. Tracción Min: 80 Kg/mm²

Conforme a lo indicado en las consideraciones previas, se produce a continuación a obtener todas las posibles fuerzas que van a actuar sobre la pieza.

Peso de la pieza

Calcularemos el peso de la pieza utilizando la siguiente formula:

$$P = m (kg) * g$$

Siendo el valor de g la aceleración gravitatoria con un valor de $9,81\text{m/s}^2$, por lo que sustituyendo, obtenemos lo siguiente:

$$P = 1,3 * 9,81 = \mathbf{12,75\ N}$$

Fuerza de Frenado

Partiendo de la aceleración de frenado asumida en las consideraciones previas, dicho esfuerzo lo obtendremos mediante la expresión:

$$F(fr) = m (kg) * a$$

Considerando la aceleración ($a = 10,00\ \text{m/s}^2$), sustituyendo obtenemos que:

$$F(fr) = 1,3 * 10,00 = \mathbf{13,00\ N}$$

Fuerza ejercida por la presión aerodinámica

La fuerza aerodinámica producida por la presión del aire sobre la pieza, la podemos calcular mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * \rho * Cx * S * v^2$$

Siendo:

- **Cx:** Coeficiente de penetración aerodinámica.
- **ρ :** Valor de la densidad del aire igual a $1,29\ \text{Kg/m}^3$
- **S:** Área del elemento o pieza del vehículo.
- **v:** Velocidad del vehículo en cuestión.

Sustituyendo obtenemos el siguiente resultado:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * 1,29 * 1 * 0,3 * 44,44^2 = \mathbf{382,14\ N}$$

Fuerza centrífuga:

La fuerza centrífuga la obtendremos a través de la siguiente expresión:

$$F(c) = m(kg) * ac = m(kg) * \left(\frac{v^2}{R}\right)$$

Siendo $v = 40$ km/h y $R = 50$ m (radio de curvatura), sustituyendo obtenemos que:

$$F(c) = 1,3 * \frac{11,11^2}{50} = 3,21 \text{ N}$$

Resultante de las fuerzas:

La fuerza total a la que estará sometida la pieza es:

$$F(T) = P + F(fr) + F(fv) + F(c)$$

$$F(T) = 12,75 + 13,00 + 382,14 + 3,21 = 411,1 \text{ N}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad $K = 2,5$ obtenemos la fuerza de diseño **Fd** que ha de soportar por los anclajes dispuestos.

$$F(d) = 411,1 * 2,5 = 1027,75 \text{ N}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Los esfuerzos máximos que podrán soportar los tornillos a tracción y cortante los obtendremos mediante siguientes ecuaciones:

$$Ft(máx) = \frac{0,9 * fu * As}{\gamma Mb} * N$$

Expresión para tornillos de grados 4.8, 5.6 y 8.8:

$$Fv(máx) = \frac{0,6 * fu * As}{\gamma Mb} * N$$

Siendo:

- **Ft (máx.):** La fuerza máxima que podrá soportar el grupo de tornillos a Tracción.
- **Fv (máx.):** Fuerza máxima que podrán soportar los tornillos a Cortante.
- **f_u:** Tensión última a tracción del tornillo.
- **A_s:** Área resistente a tracción del tornillo.
- **γMb:** Coeficiente parcial de seguridad de tornillos 1,25
- **N:** Numero de tornillos empleados en la sujeción.

Sustituyendo los valores en las anteriores expresiones, obtenemos:

$$Ft(máx) = \frac{0,9 * 80,00 * 17,90}{1,25} * 6 = \mathbf{60625,15\ N}$$

$$Ft(máx) \geq F(d)$$

Como los esfuerzos a tracción máximos son superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos dispuesto, es válido.

$$Fv(máx) = \frac{0,6 * 80,00 * 17,90}{1,25} * 6 = \mathbf{40458,01\ N}$$

$$Fv(máx) \geq F(d)$$

Al ser los esfuerzos a cortadura máximos superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos, es válido.

Al estar sometidos los tornillos a esfuerzo de tracción y cortante, también habrá que comprobar que cumpla con la siguiente condición:

$$\frac{Fdv}{Fv(máx)} + \frac{Fdt}{1,4 * Ft(máx)} \leq 1$$

Comprobando nuestro caso particular y para la peor situación posible:

$$Fdv = Fdt = Fd$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\frac{1027,75}{40458,01} + \frac{1027,75}{1,4 * 60625,15} \leq 1$$

$$\mathbf{0,037 \leq 1}$$

CONCLUSION:

Podemos decir que el conjunto de tornillos empleados en la fijación del dispositivo estudiado, **ES VALIDO**.

2.3.2 ALETINES

Para la realización de estos cálculos partiremos de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación en una superficie expuesta como en nuestro caso.

Esta fuerza irá repartida entre todas las fijaciones, unidas a la carrocería mediante un conjunto de 10 tornillos por aleta M8.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la presente pieza son los siguientes:

Aleta:

Marca:	ARB
Referencia:	14003

Características:

Peso de la pieza:	1,80 kg
Anchura de la pieza:	610 mm
Altura de la pieza:	430 mm
Superficie Frontal:	0,490 m ²
Coef. Aerodinámico:	0,4

Sujeción:

Nº Tornillos:	10
Métrica:	8
Calidad:	ISO 8.8
Sección Resistente:	32,80 mm ²

Resis. Tracción Min: 80 Kg/mm²

Conforme a lo indicado en las consideraciones previas, procederemos a continuación a obtener todas las posibles fuerzas que van a actuar sobre la pieza.

Peso de la pieza

Calcularemos el peso de la pieza utilizando la siguiente formula:

$$P = m (kg) * g$$

Siendo el valor de g la aceleración gravitatoria con un valor de 9,81m/s², por lo que sustituyendo, obtenemos lo siguiente:

$$P = 1,8 * 9,81 = \mathbf{17,66\ N}$$

Fuerza de Frenado

Partiendo de la aceleración de frenado asumida en las consideraciones previas, dicho esfuerzo lo obtendremos mediante la expresión:

$$F(fr) = m (kg) * a$$

Considerando la aceleración ($a = 10,00\ m/s^2$), sustituyendo obtenemos que:

$$F(fr) = 1,8 * 10,00 = \mathbf{18,00\ N}$$

Fuerza ejercida por la presión aerodinámica

La fuerza aerodinámica producida por la presión del aire sobre la pieza, la podemos calcular mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * \rho * Cx * S * v^2$$

Siendo:

- **Cx:** Coeficiente de penetración aerodinámica.
- **ρ :** Valor de la densidad del aire igual a 1,29 Kg/m³

- **S**: Área del elemento o pieza del vehículo.
- **v**: Velocidad del vehículo en cuestión.

Sustituyendo obtenemos el siguiente resultado:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * 1,29 * 0,4 * 0,49 * 44,44^2 = \mathbf{252,73\ N}$$

Fuerza centrífuga:

La fuerza centrífuga la obtendremos a través de la siguiente expresión:

$$F(c) = m(kg) * ac = m(kg) * \left(\frac{v^2}{R} \right)$$

Siendo v= 40 km/h y R=50 m (radio de curvatura), sustituyendo obtenemos que:

$$F(c) = 1,8 * \frac{11,11^2}{50} = \mathbf{4,44\ N}$$

Resultante de las fuerzas:

La fuerza total a la que estará sometida la pieza es:

$$F(T) = P + F(fr) + F(fv) + F(c)$$

$$F(T) = 17,66 + 18,00 + 252,73 + 4,44 = \mathbf{292,83\ N}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad K= 2,5 obtenemos la fuerza de diseño **Fd** que ha de soportar por los anclajes dispuestos.

$$F(d) = 292,83 * 2,5 = \mathbf{732,08\ N}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Los esfuerzos máximos que podrán soportar los tornillos a tracción y cortante los obtendremos mediante siguientes ecuaciones:

$$Ft(máx) = \frac{0,9 * fu * As}{\gamma Mb} * N$$

Expresión para tornillos de grados 4.8, 5.6 y 8.8:

$$Fv(máx) = \frac{0,6 * fu * As}{\gamma Mb} * N$$

Siendo:

- **Ft (máx.):** La fuerza máxima que podrá soportar el grupo de tornillos a Tracción.
- **Fv (máx.):** Fuerza máxima que podrán soportar los tornillos a Cortante.
- **fu:** Tensión última a tracción del tornillo.
- **As:** Área resistente a tracción del tornillo.
- **γMb :** Coeficiente parcial de seguridad de tornillos 1,25
- **N:** Numero de tornillos empleados en la sujeción.

Sustituyendo los valores en las anteriores expresiones, obtenemos:

$$Ft(máx) = \frac{0,9 * 80,00 * 32,8}{1,25} * 10 = \mathbf{185338,37\ N}$$

$$Ft(máx) \geq F(d)$$

Como los esfuerzos a tracción máximos son superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos dispuesto, es válido.

$$Fv(máx) = \frac{0,6 * 80,00 * 32,8}{1,25} * 10 = \mathbf{123558,91\ N}$$

$$Fv(máx) \geq F(d)$$

Al ser los esfuerzos a cortadura máximos superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos, es válido.

Al estar sometidos los tornillos a esfuerzo de tracción y cortante, también habrá que comprobar que cumpla con la siguiente condición:

$$\frac{Fdv}{Fv(máx)} + \frac{Fdt}{1,4 * Ft(máx)} \leq 1$$

Comprobando nuestro caso particular y para la peor situación posible:

$$Fdv = Fdt = Fd$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\frac{732,08}{123558,91} + \frac{732,08}{1,4 * 185338,37} \leq 1$$

$$0,010 \leq 1$$

CONCLUSION:

Luego podremos decir que el conjunto de tornillos empleados en la fijación del dispositivo estudiado, **ES VALIDO**.

2.3.3 BARRA ANTIEMPOTRAMIENTO

Para la realización de estos cálculos partiremos de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación en una superficie expuesta como en nuestro caso.

Esta fuerza irá repartida entre todas las fijaciones, unidas a la carrocería mediante un conjunto de 10 tornillos por aleta M6.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la presente pieza son los siguientes:

Barra Antiempotramiento:

Marca:	ARB
Referencia:	14005

Características:

Peso de la pieza:	3,90 kg
Anchura de la pieza:	2100 mm
Altura de la pieza:	102 mm
Superficie Frontal:	0,40 m ²
Coef. Aerodinámico:	0,4

Sujeción:

Nº Tornillos:	8
----------------------	---

Métrica:	6
Calidad:	ISO 8.8
Sección Resistente:	17,90 mm ²
Resist. Tracción Min:	80 Kg/mm ²

Conforme a lo indicado en las consideraciones previas, procederemos a continuación a obtener todas las posibles fuerzas que van a actuar sobre la pieza.

Peso de la pieza

Calcularemos el peso de la pieza utilizando la siguiente formula:

$$P = m (kg) * g$$

Siendo el valor de g la aceleración gravitatoria con un valor de 9,81m/s², por lo que sustituyendo, obtenemos lo siguiente:

$$P = 3,9 * 9,81 = \mathbf{38,26\ N}$$

Fuerza de Frenado

Partiendo de la aceleración de frenado asumida en las consideraciones previas, dicho esfuerzo lo obtendremos mediante la expresión:

$$F(fr) = m (kg) * a$$

Considerando la aceleración ($a = 10,00\ m/s^2$), sustituyendo obtenemos que:

$$F(fr) = 3,9 * 10,00 = \mathbf{39,00\ N}$$

Fuerza ejercida por la presión aerodinámica

La fuerza aerodinámica producida por la presión del aire sobre la pieza, la podemos calcular mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * \rho * Cx * S * v^2$$

Siendo:

- **Cx:** Coeficiente de penetración aerodinámica.
- **ρ :** Valor de la densidad del aire igual a 1,29 Kg/m³
- **S:** Área del elemento o pieza del vehículo.
- **v:** Velocidad del vehículo en cuestión.

Sustituyendo obtenemos el siguiente resultado:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * 1,29 * 0,4 * 0,40 * 44,44^2 = \mathbf{206,39\ N}$$

Fuerza centrífuga:

La fuerza centrífuga la obtendremos a través de la siguiente expresión:

$$F(c) = m(kg) * ac = m(kg) * \left(\frac{v^2}{R} \right)$$

Siendo v= 40 km/h y R=50 m (radio de curvatura), sustituyendo obtenemos que:

$$F(c) = 3,9 * \frac{11,11^2}{50} = \mathbf{9,63\ N}$$

Resultante de las fuerzas:

La fuerza total a la que estará sometida la pieza es:

$$F(T) = P + F(fr) + F(fv) + F(c)$$

$$F(T) = 38,26 + 39,00 + 206,39 + 9,63 = \mathbf{293,28\ N}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad K= 2,5 obtenemos la fuerza de diseño **Fd** que ha de soportar por los anclajes dispuestos.

$$F(d) = 293,28 * 2,5 = \mathbf{733,2\ N}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Los esfuerzos máximos que podrán soportar los tornillos a tracción y cortante los obtendremos mediante siguientes ecuaciones:

$$F_t(\text{máx}) = \frac{0,9 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Expresión para tornillos de grados 4.8, 5.6 y 8.8:

$$F_v(\text{máx}) = \frac{0,6 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Siendo:

- **F_t (máx.):** La fuerza máxima que podrá soportar el grupo de tornillos a Tracción.
- **F_v (máx.):** Fuerza máxima que podrán soportar los tornillos a Cortante.
- **f_u:** Tensión última a tracción del tornillo.
- **A_s:** Área resistente a tracción del tornillo.
- **γM_b:** Coeficiente parcial de seguridad de tornillos 1,25
- **N:** Numero de tornillos empleados en la sujeción.

Sustituyendo los valores en las anteriores expresiones, obtenemos:

$$F_t(\text{máx}) = \frac{0,9 * 80,00 * 17,9}{1,25} * 8 = \mathbf{80916,02 \text{ N}}$$

$$F_t(\text{máx}) \geq F(d)$$

Como los esfuerzos a tracción máximos son superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos dispuesto, es válido.

$$F_v(\text{máx}) = \frac{0,6 * 80,00 * 17,9}{1,25} * 8 = \mathbf{53944,01 \text{ N}}$$

$$F_v(\text{máx}) \geq F(d)$$

Al ser los esfuerzos a cortadura máximos superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos, es válido.

Al estar sometidos los tornillos a esfuerzo de tracción y cortante, también habrá que comprobar que cumpla con la siguiente condición:

$$\frac{Fdv}{Fv(máx)} + \frac{Fdt}{1,4 * Ft(máx)} \leq 1$$

Comprobando nuestro caso particular y para la peor situación posible:

$$Fdv = Fdt = Fd$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\frac{733,2}{53944,01} + \frac{733,2}{1,4 * 80196,02} \leq 1$$

$$0,02 \leq 1$$

CONCLUSION:

Luego podremos decir que el conjunto de tornillos empleados en la fijación del dispositivo estudiado, **ES VALIDO**.

2.3.4 SOPORTE FAROS

Para la realización de estos cálculos partiremos de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación en una superficie expuesta como en nuestro caso.

Esta fuerza irá repartida entre todas las fijaciones, unidas a la carrocería mediante un conjunto de 4 tornillos por aleta M4.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la presente pieza son los siguientes:

Aleta:

Marca:	ARB
Referencia:	14006

Características:

Peso de la pieza:	0,2 kg
Anchura de la pieza:	60 mm
Altura de la pieza:	75 mm
Superficie Frontal:	$8,53e^{-3} \text{ m}^2$

Coef. Aerodinámico: 0,4

Sujeción:

Nº Tornillos: 4

Métrica: 4

Calidad: ISO 6.8

Sección Resistente: 7,75 mm²

Resis. Tracción Min: 60 Kg/mm²

Conforme a lo indicado en las consideraciones previas, procederemos a continuación a obtener todas las posibles fuerzas que van a actuar sobre la pieza.

Peso de la pieza

Calcularemos el peso de la pieza utilizando la siguiente formula:

$$P = m (kg) * g$$

Siendo el valor de g la aceleración gravitatoria con un valor de 9,81m/s², por lo que sustituyendo, obtenemos lo siguiente:

$$P = 0,2 * 9,81 = \mathbf{1,96\ N}$$

Fuerza de Frenado

Partiendo de la aceleración de frenado asumida en las consideraciones previas, dicho esfuerzo lo obtendremos mediante la expresión:

$$F(fr) = m (kg) * a$$

Considerando la aceleración ($a = 10,00\ m/s^2$), sustituyendo obtenemos que:

$$F(fr) = 0,2 * 10,00 = \mathbf{2,00\ N}$$

Fuerza ejercida por la presión aerodinámica

La fuerza aerodinámica producida por la presión del aire sobre la pieza, la podemos calcular mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * \rho * Cx * S * v^2$$

Siendo:

- **Cx:** Coeficiente de penetración aerodinámica.
- **ρ :** Valor de la densidad del aire igual a 1,29 Kg/m³
- **S:** Área del elemento o pieza del vehículo.
- **v:** Velocidad del vehículo en cuestión.

Sustituyendo obtenemos el siguiente resultado:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * 1,29 * 0,4 * 8,53 * 10^{-3} * 44,44^2 = \mathbf{4,34\ N}$$

Fuerza centrífuga:

La fuerza centrífuga la obtendremos a través de la siguiente expresión:

$$F(c) = m(kg) * ac = m(kg) * \left(\frac{v^2}{R} \right)$$

Siendo v= 40 km/h y R=50 m (radio de curvatura), sustituyendo obtenemos que:

$$F(c) = 0,2 * \frac{11,11^2}{50} = \mathbf{0,49\ N}$$

Resultante de las fuerzas:

La fuerza total a la que estará sometida la pieza es:

$$F(T) = P + F(fr) + F(fv) + F(c)$$

$$F(T) = 1,96 + 2,00 + 4,34 + 0,49 = \mathbf{8,79\ N}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad K= 2,5 obtenemos la fuerza de diseño **Fd** que ha de soportar por los anclajes dispuestos.

$$F(d) = 8,79 * 2,5 = \mathbf{21,98\ N}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Los esfuerzos máximos que podrán soportar los tornillos a tracción y cortante los obtendremos mediante siguientes ecuaciones:

$$F_t(máx) = \frac{0,9 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Expresión para tornillos de grados 4.8, 5.6 y 8.8:

$$F_v(máx) = \frac{0,6 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Siendo:

- **F_t (máx.):** La fuerza máxima que podrá soportar el grupo de tornillos a Tracción.
- **F_v (máx.):** Fuerza máxima que podrán soportar los tornillos a Cortante.
- **f_u:** Tensión última a tracción del tornillo.
- **A_s:** Área resistente a tracción del tornillo.
- **γM_b:** Coeficiente parcial de seguridad de tornillos 1,25
- **N:** Numero de tornillos empleados en la sujeción.

Sustituyendo los valores en las anteriores expresiones, obtenemos:

$$F_t(máx) = \frac{0,9 * 60,00 * 7,75}{1,25} * 4 = \mathbf{13137,55 \text{ N}}$$

$$F_t(máx) \geq F(d)$$

Como los esfuerzos a tracción máximos son superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos dispuesto, es válido.

$$F_v(máx) = \frac{0,6 * 60,00 * 7,75}{1,25} * 4 = \mathbf{8758,37 \text{ N}}$$

$$F_v(máx) \geq F(d)$$

Al ser los esfuerzos a cortadura máximos superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos, es válido.

Al estar sometidos los tornillos a esfuerzo de tracción y cortante, también habrá que comprobar que cumpla con la siguiente condición:

$$\frac{Fdv}{Fv(máx)} + \frac{Fdt}{1,4 * Ft(máx)} \leq 1$$

Comprobando nuestro caso particular y para la peor situación posible:

$$Fdv = Fdt = Fd$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\frac{21,98}{8758,37} + \frac{21,98}{1,4 * 13137,55} \leq 1$$

$$0,004 \leq 1$$

CONCLUSION:

Luego podremos decir que el conjunto de tornillos empleados en la fijación del dispositivo estudiado, **ES VALIDO**.

2.3.5 PARAGOLPES DELANTERO

Para la realización de estos cálculos partiremos de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación en una superficie expuesta como en nuestro caso.

Esta fuerza irá repartida entre todas las fijaciones, unidas a la carrocería mediante un conjunto de 10 tornillos por aleta M8.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la presente pieza son los siguientes:

Paragolpes Delantero:

Marca: ARB

Referencia: 14001

Características:

Peso de la pieza: 6,80 kg

Anchura de la pieza: 1580 mm

Altura de la pieza: 180 mm

Superficie Frontal: 0,54 m²

Coef. Aerodinámico: 0,4

Sujeción:

Nº Tornillos: 10

Métrica: 8

Calidad: ISO 8.8

Sección Resistente: 32,80 mm²

Resis. Tracción Min: 80 Kg/mm²

Conforme a lo indicado en las consideraciones previas, procederemos a continuación a obtener todas las posibles fuerzas que van a actuar sobre la pieza.

Peso de la pieza

Calcularemos el peso de la pieza utilizando la siguiente formula:

$$P = m (kg) * g$$

Siendo el valor de g la aceleración gravitatoria con un valor de 9,81m/s², por lo que sustituyendo, obtenemos lo siguiente:

$$P = 6,8 * 9,81 = \mathbf{66,71\ N}$$

Fuerza de Frenado

Partiendo de la aceleración de frenado asumida en las consideraciones previas, dicho esfuerzo lo obtendremos mediante la expresión:

$$F(fr) = m (kg) * a$$

Considerando la aceleración ($a = 10,00\ m/s^2$), sustituyendo obtenemos que:

$$F(fr) = 6,8 * 10,00 = \mathbf{68,00\ N}$$

Fuerza ejercida por la presión aerodinámica

La fuerza aerodinámica producida por la presión del aire sobre la pieza, la podemos calcular mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * \rho * Cx * S * v^2$$

Siendo:

- **Cx:** Coeficiente de penetración aerodinámica.
- **ρ :** Valor de la densidad del aire igual a 1,29 Kg/m³
- **S:** Área del elemento o pieza del vehículo.
- **v:** Velocidad del vehículo en cuestión.

Sustituyendo obtenemos el siguiente resultado:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * 1,29 * 0,4 * 0,547 * 44,44^2 = \mathbf{274,02\ N}$$

Fuerza centrífuga:

La fuerza centrífuga la obtendremos a través de la siguiente expresión:

$$F(c) = m(kg) * ac = m(kg) * \left(\frac{v^2}{R} \right)$$

Siendo v= 40 km/h y R=50 m (radio de curvatura), sustituyendo obtenemos que:

$$F(c) = 6,8 * \frac{11,11^2}{50} = \mathbf{16,79\ N}$$

Resultante de las fuerzas:

La fuerza total a la que estará sometida la pieza es:

$$F(T) = P + F(fr) + F(fv) + F(c)$$

$$F(T) = 66,71 + 68,00 + 274,02 + 16,79 = \mathbf{425,52\ N}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad $K=2,5$ obtenemos la fuerza de diseño F_d que ha de soportar por los anclajes dispuestos.

$$F(d) = 425,52 * 2,5 = \mathbf{1063,8\ N}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Los esfuerzos máximos que podrán soportar los tornillos a tracción y cortante los obtendremos mediante siguientes ecuaciones:

$$F_t(máx) = \frac{0,9 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Expresión para tornillos de grados 4.8, 5.6 y 8.8:

$$F_v(máx) = \frac{0,6 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Siendo:

- **F_t (máx.):** La fuerza máxima que podrá soportar el grupo de tornillos a Tracción.
- **F_v (máx.):** Fuerza máxima que podrán soportar los tornillos a Cortante.
- **f_u :** Tensión última a tracción del tornillo.
- **A_s :** Área resistente a tracción del tornillo.
- **γM_b :** Coeficiente parcial de seguridad de tornillos 1,25
- **N :** Numero de tornillos empleados en la sujeción.

Sustituyendo los valores en las anteriores expresiones, obtenemos:

$$F_t(máx) = \frac{0,9 * 80,00 * 32,8}{1,25} * 10 = \mathbf{185338,37\ N}$$

$$F_t(máx) \geq F(d)$$

Como los esfuerzos a tracción máximos son superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos dispuesto, es válido.

$$F_v(máx) = \frac{0,6 * 80,00 * 32,8}{1,25} * 10 = \mathbf{123558,91\ N}$$

$$Fv(máx) \geq F(d)$$

Al ser los esfuerzos a cortadura máximos superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos, es válido.

Al estar sometidos los tornillos a esfuerzo de tracción y cortante, también habrá que comprobar que cumpla con la siguiente condición:

$$\frac{Fdv}{Fv(máx)} + \frac{Fdt}{1,4 * Ft(máx)} \leq 1$$

Comprobando nuestro caso particular y para la peor situación posible:

$$Fdv = Fdt = Fd$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\frac{1063,8}{123558,91} + \frac{1063,8}{1,4 * 185338,37} \leq 1$$

$$0,013 \leq 1$$

CONCLUSION:

Luego podremos decir que el conjunto de tornillos empleados en la fijación del dispositivo estudiado, **ES VALIDO**.

2.3.6 PARAGOLPES TRASERO

Para la realización de estos cálculos partiremos de la determinación de la fuerza que han de soportar los sistemas de fijación en una superficie expuesta como en nuestro caso.

Esta fuerza irá repartida entre todas las fijaciones, unidas a la carrocería mediante un conjunto de 10 tornillos por aleta M8.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la presente pieza son los siguientes:

Paragolpes Trasero:

Marca: ARB

Referencia: 14002

Características:

Peso de la pieza:	7,20 kg
Anchura de la pieza:	1705 mm
Altura de la pieza:	124 mm
Superficie Frontal:	0,399 m ²
Coef. Aerodinámico:	0,4

Sujeción:

Nº Tornillos:	10
Métrica:	8
Calidad:	ISO 8.8
Sección Resistente:	32,80 mm ²
Resis. Tracción Min:	80 Kg/mm ²

Conforme a lo indicado en las consideraciones previas, procederemos a continuación a obtener todas las posibles fuerzas que van a actuar sobre la pieza.

Peso de la pieza

Calcularemos el peso de la pieza utilizando la siguiente formula:

$$P = m (kg) * g$$

Siendo el valor de g la aceleración gravitatoria con un valor de 9,81m/s², por lo que sustituyendo, obtenemos lo siguiente:

$$P = 7,2 * 9,81 = \mathbf{70,63\ N}$$

Fuerza de Frenado

Partiendo de la aceleración de frenado asumida en las consideraciones previas, dicho esfuerzo lo obtendremos mediante la expresión:

$$F(fr) = m (kg) * a$$

Considerando la aceleración ($a = 10,00 \text{ m/s}^2$), sustituyendo obtenemos que:

$$F(fr) = 7,2 * 10,00 = \mathbf{72,00 \text{ N}}$$

Fuerza ejercida por la presión aerodinámica

La fuerza aerodinámica producida por la presión del aire sobre la pieza, la podemos calcular mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * \rho * Cx * S * v^2$$

Siendo:

- **Cx:** Coeficiente de penetración aerodinámica.
- **ρ :** Valor de la densidad del aire igual a $1,29 \text{ Kg/m}^3$
- **S:** Área del elemento o pieza del vehículo.
- **v:** Velocidad del vehículo en cuestión.

Sustituyendo obtenemos el siguiente resultado:

$$F(pv) = \frac{1}{2} * 1,29 * 0,4 * 0,399 * 44,44^2 = \mathbf{203,71 \text{ N}}$$

Fuerza centrífuga:

La fuerza centrífuga la obtendremos a través de la siguiente expresión:

$$F(c) = m(kg) * ac = m(kg) * \left(\frac{v^2}{R} \right)$$

Siendo $v = 40 \text{ km/h}$ y $R = 50 \text{ m}$ (radio de curvatura), sustituyendo obtenemos que:

$$F(c) = 7,2 * \frac{11,11^2}{50} = \mathbf{17,78 \text{ N}}$$

Resultante de las fuerzas:

La fuerza total a la que estará sometida la pieza es:

$$F(T) = P + F(fr) + F(fv) + F(c)$$

$$F(T) = 70,63 + 72,00 + 203,71 + 17,78 = \mathbf{364,12\ N}$$

Aplicando un coeficiente de seguridad $K=2,5$ obtenemos la fuerza de diseño F_d que ha de soportar por los anclajes dispuestos.

$$F(d) = 364,12 * 2,5 = \mathbf{910,31\ N}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Los esfuerzos máximos que podrán soportar los tornillos a tracción y cortante los obtendremos mediante siguientes ecuaciones:

$$F_t(máx) = \frac{0,9 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Expresión para tornillos de grados 4.8, 5.6 y 8.8:

$$F_v(máx) = \frac{0,6 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Siendo:

- **F_t (máx.):** La fuerza máxima que podrá soportar el grupo de tornillos a Tracción.
- **F_v (máx.):** Fuerza máxima que podrán soportar los tornillos a Cortante.
- **f_u :** Tensión última a tracción del tornillo.
- **A_s :** Área resistente a tracción del tornillo.
- **γM_b :** Coeficiente parcial de seguridad de tornillos 1,25
- **N :** Numero de tornillos empleados en la sujeción.

Sustituyendo los valores en las anteriores expresiones, obtenemos:

$$F_t(máx) = \frac{0,9 * 80,00 * 32,8}{1,25} * 10 = \mathbf{185338,37\ N}$$

$$F_t(máx) \geq F(d)$$

Como los esfuerzos a tracción máximos son superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos dispuesto, es válido.

$$Fv(máx) = \frac{0,6 * 80,00 * 32,8}{1,25} * 10 = \mathbf{123558,91\ N}$$

$$Fv(máx) \geq F(d)$$

Al ser los esfuerzos a cortadura máximos superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos, es válido.

Al estar sometidos los tornillos a esfuerzo de tracción y cortante, también habrá que comprobar que cumpla con la siguiente condición:

$$\frac{Fdv}{Fv(máx)} + \frac{Fdt}{1,4 * Ft(máx)} \leq 1$$

Comprobando nuestro caso particular y para la peor situación posible:

$$Fdv = Fdt = Fd$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\frac{910,31}{123558,91} + \frac{910,31}{1,4 * 185338,37} \leq 1$$

$$\mathbf{0,012 \leq 1}$$

CONCLUSION:

Luego podremos decir que el conjunto de tornillos empleados en la fijación del dispositivo estudiado, **ES VALIDO**.

2.3.7 CABESTRANTE

De acuerdo a lo indicado en las consideraciones anteriores a este documento, se procederá a continuación a obtener todas las fuerzas que van a actuar sobre la unión del cabestrante con el vehículo.

En el siguiente esquema (fig. 2.1) se presentará los esfuerzos a los que estará sometida la unión.

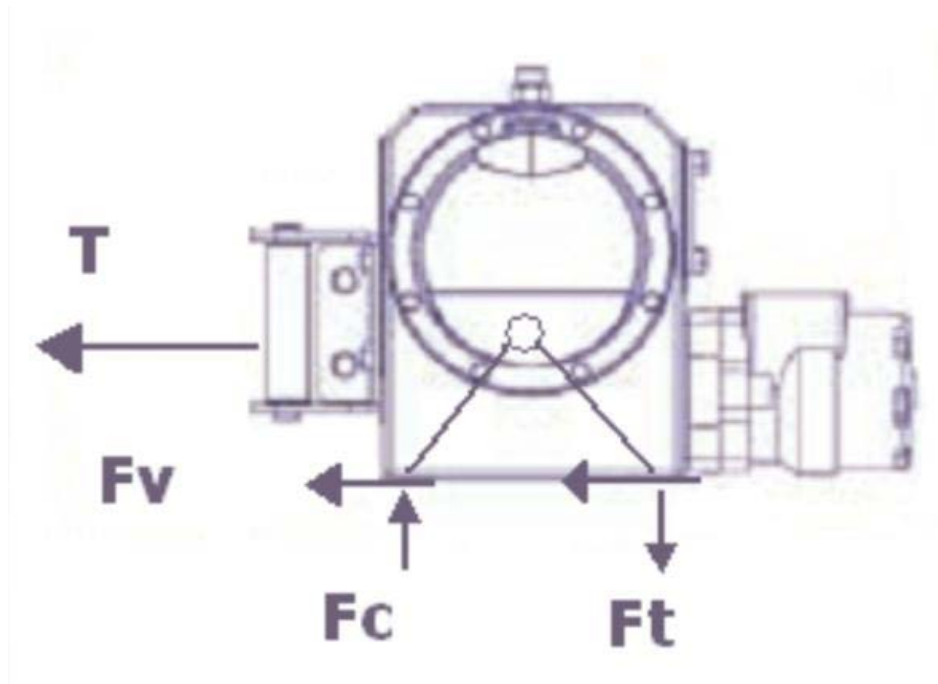


Figura 2.1

En el extremo izquierdo nos encontramos con la fuerza de tiro (T) que se transforma en un cortante que será soportado de igual manera por todos los tornillos que componen la fijación.

Además la fuerza de tiro generará un momento sobre el cabestrante, lo que se verá reflejado en las uniones como un esfuerzo de tracción (F_t) sobre la línea posterior de tornillos y como esfuerzo de compresión en la línea anterior de tornillos.

Los datos a tener en cuenta para el estudio de la presente pieza son los siguientes:

Cabestrante:

Marca: PLASMA 4X4

Referencia: RV 18428

Características:

Capacidad de Tiro Máx.: 2724 Kg

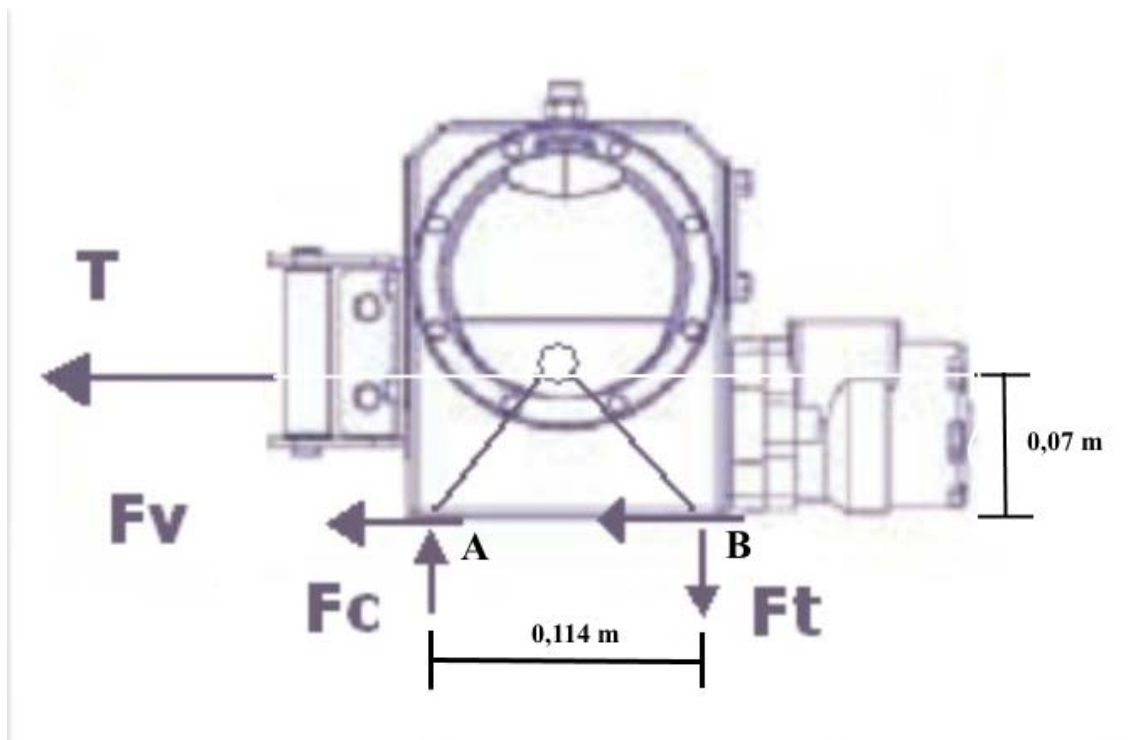
Distancia en filas de tornillos: 114 mm

Altura de la línea de tiro: 70 mm

Nº de Tornillos: 4

Métrica de los Tornillos:	10
Calidad:	ISO 8.8
Sección Resistente:	58,03 mm ²
Resist. Tracción min:	80,00 Kg/mm ²

A partir de los datos anteriores, haciendo uso del siguiente esquema (fig. 2.2), y aplicado la ecuaciones de equilibrio, procederemos a calcular los esfuerzos de diseño (**F_v_d** y **F_t_d**) que ha de soportar la fijación dispuesta.



$$\Sigma F(x) = 0$$

$$\Sigma F(y) = 0$$

$$\Sigma Ma = 0$$

$$F_v + T = 0$$

$$F_c - F_t = 0$$

$$T * 0,07 - F_t * 0,114 = 0$$

Siendo:

$$T = 2724 * 9,81 = \mathbf{26722,44\ N}$$

Sustituyendo obtenemos los valores de **F_v_d** y **F_t_d**

$$F_{vd} = -T = -26722,44 \text{ N}$$

$$F_{td} = 16408,51 \text{ N}$$

$$M_d = T * 0,07 = 1870,57 \text{ Nm}$$

Esfuerzos máximos soportados por los tornillos

Los esfuerzos máximos que podrán soportar los tornillos a tracción y cortante los obtendremos mediante siguientes ecuaciones:

$$F_t(\text{máx}) = \frac{0,9 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Expresión para tornillos de grados 4.8, 5.6 y 8.8:

$$F_v(\text{máx}) = \frac{0,6 * f_u * A_s}{\gamma M_b} * N$$

Siendo:

- **F_t (máx.):** La fuerza máxima que podrá soportar el grupo de tornillos a Tracción.
- **F_v (máx.):** Fuerza máxima que podrán soportar los tornillos a Cortante.
- **f_u:** Tensión última a tracción del tornillo.
- **A_s:** Área resistente a tracción del tornillo.
- **γM_b:** Coeficiente parcial de seguridad de tornillos 1,25
- **N:** Numero de tornillos empleados en la sujeción.

Sustituyendo los valores en las anteriores expresiones, obtenemos:

$$F_t(\text{máx}) = \frac{0,9 * 80,00 * 58,03}{1,25} * 4 = 131160,8 \text{ N}$$

$$F_t(\text{máx}) \geq F(d)$$

Como los esfuerzos a tracción máximos son superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos dispuesto, es válido.

$$F_v(\text{máx}) = \frac{0,6 * 80,00 * 58,03}{1,25} * 4 = 87440,53 \text{ N}$$

$$Fv(máx) \geq F(d)$$

Al ser los esfuerzos a cortadura máximos superiores a la fuerza de diseño, el conjunto de tornillos, es válido.

Al estar sometidos los tornillos a esfuerzo de tracción y cortante, también habrá que comprobar que cumpla con la siguiente condición:

$$\frac{Fdv}{Fv(máx)} + \frac{Fdt}{1,4 * Ft(máx)} \leq 1$$

Comprobando nuestro caso particular y para la peor situación posible:

$$Fdv = Fdt = Fd$$

Sustituyendo obtenemos:

$$\frac{26722,44}{87440,53} + \frac{16408,51}{1,4 * 131160,8} \leq 1$$

$$0,395 \leq 1$$

CONCLUSION:

Luego podremos decir que el conjunto de tornillos empleados en la fijación del dispositivo estudiado, **ES VALIDO**.

2.4 Cálculo de los componentes de Suspensión

Procederemos a continuación al cálculo de la rigidez de los nuevos muelles y los esfuerzos máximos que puede soportar el conjunto a instalar, para que a partir de ellos obtener los coeficientes de seguridad K(x). En todos los casos los cálculos se realizarán en la hipótesis más desfavorable posible, que se dará en los casos en que los muelles soporten la MMA para cada eje dividida entre dos.

2.4.1 Consideraciones Previas

A continuación se detallaran las características mecánicas del acero con el que están hechos los nuevos muelles.

El material del que están hechos es de Acero EN 10270-2, estirado en caliente y con tratamiento térmico posterior.

Características del Acero EN 10270-2:

Resistencia mecánica (Rm):	204 Kg/mm ²	2001,24 Mpa
Resistencia Elástica (Re):	176 Kg/mm ²	1726,56 Mpa
Resistencia a Cizalladura (Rc):	114 Kg/mm ²	118,34 Mpa
Módulo de elasticidad (G):	8104 Kg/mm ²	79500,24 Mpa

En cuanto a las características geométricas de los muelles a continuación presentamos una tabla con los respectivos datos.

MUELLES DELANTEROS	
Diámetro exterior (D)	115,00 mm
Diámetro espira (d)	18,00 mm
Diámetro medio (Dm)	97,00 mm
Longitud libre (L)	370,00 mm
Nº espiras activas (Na)	2,00
Curvatura	5,39

Las MMA a considerar en los cálculos son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL VEHICULO	
MTMA / MMA (Kg)	2140
MTMA / MMA eje delantero (Kg)	1135
MTMA / MMA eje trasero (Kg)	1225

2.4.2 EJE DELANTERO

2.4.2.1 Calculo de la rigidez de los muelles

Cuando la carga sobre el resorte es a compresión, el alambre del muelle estará a torsión y cortante directo, debido a que las cargas en las espiras tiende a torcerlo en relación a su eje.

Para calcular el desplazamiento de un muelle helicoidal a compresión recurriremos al Teorema de Castigliano, utilizando las cargas energéticas debidas a la torsión y al cortante, y obtendremos la deformación en un resorte a compresión como:

$$U = \frac{T^2 * L}{2GJ} + \frac{F^2 L}{2AG}$$

Siendo:

$$T = F * D / 2 \quad T = \text{momentos de torsión}$$

$$L = \pi * D * N_a \quad L = \text{longitud del resorte}$$

$$J = \pi * d^4 / 32 \quad J = \text{momento de inercia}$$

$$A = \pi * d^2 / 4 \quad A = \text{área del resorte}$$

Sustituyendo:

$$U = \frac{4F^2 D^3 N_a}{d^4 G} + \frac{2F^2 D N_a}{d^2 G}$$

Usando el teorema de Castigliano, conocemos que la deflexión es la derivada de la energía de deformación respecto a la fuerza.

$$\delta = \frac{dU}{dF}$$

$$\delta = \frac{8FDm^3 Na}{d^4 G} \left(1 + \frac{d^2}{2D^2} \right) = \frac{8FDm^3 Na}{d^4 G} \left(1 + \frac{1}{2C^2} \right)$$

El término dentro del paréntesis es aproximadamente 1 cuando se escoge un índice ($C < 12$) por lo que la ecuación que describe la deflexión del muelle es:

$$\delta = \frac{8 * F * Dm^3 * Na}{d^4 G}$$

Por lo tanto, la ecuación de la deflexión o rigidez del muelle la encontramos sustituyendo la ecuación anterior

$$k = \frac{F}{\delta} = \frac{d^4 G}{8 * D m^3 * N a}$$

$$k = \frac{F}{\delta} = \frac{0,018^4 * 79500,24 * 10^6}{8 * 0,097^3 * 2} = \mathbf{571,51 \text{ N/mm}}$$

La carga máxima total a cortadura, trabajando en tracción y compresión, que se a de aplicar sobre el eje delantero con dos muelles trabajando por eje, ha de ser inferior al Peso Técnico Máximo Admisible (MTMA), que en nuestro caso coincide con el la Masa Máxima Autorizada (MMA) por eje según la ficha técnica del vehículo

Por lo tanto el Esfuerzo de Máximo Cortante (EMC) que será capaz de soportar el muelle, nos vendrá dado por la siguiente expresión:

$$EMC = \frac{\pi * d^3 * Rc}{8 * D m}$$

Sustituyendo, obtenemos:

$$EMC = \frac{\pi * 0,018^3 * 1118,34 * 10^6}{8 * 0,097} = \mathbf{26404,60 \text{ N}}$$

Como se trata del eje delantero y éste lleva dos resortes, uno para cada una de las ruedas, deberemos multiplicar el valor del EMC por dos, indicándonos así el esfuerzo capaz de soportar los dos muelles a la vez.

$$EMC(del) = 26404,60 * 2 = \mathbf{52809,20 \text{ N}}$$

Una vez que obtenemos el esfuerzo a máximo cortante del eje delantero (EMC_{del}), procederemos al cálculo del coeficiente de seguridad (K_{del}), que será el esfuerzo máximo cortante capaz de soportar ambos muelles a la vez (EMC_{del}) dividido entre la masa máxima autorizada del eje delantero del vehículo ($MMA_{eje_delantero}$)

Por lo tanto obtendremos el valor de K_{del} mediante la siguiente expresión:

$$K(del) = \frac{EMC(del)}{MMA\ eje_{delantero}}$$

$$K(del) = \frac{52809,20}{1135 * 9,81} = \mathbf{4,74}$$

$$K(del) = \mathbf{4,74} \geq \mathbf{1}$$

CONCLUSION:

Por lo tanto podemos decir que el conjunto de muelles empleados en la reforma del vehículo, **ES VALIDO**.

2.4.2.2 Carga máxima (Q) en función de la flecha del muelle

En primer lugar se ha de calcular la flecha del muelle para con ello posteriormente calcular la carga máxima, para lo que previamente se ha de conocer la longitud mínima del muelle:

$$Lmin = N * d$$

Sustituyendo los valores obtenemos lo siguiente:

$$Lmin = 1 * 18,00 = \mathbf{18,00\ mm}$$

Ahora necesitaremos calcular la flecha del resorte (f), siendo ésta la diferencia entre la longitud máxima del resorte en reposo y sin cargas y la longitud mínima del resorte:

$$f = L - Lmin = 370,00 - 18,00 = \mathbf{352,00\ mm}$$

Una vez tenemos calculada la flecha del resorte, procederemos al cálculo de la carga máxima (Q) en función de la flecha, que puede soportar el muelle.

Para el cálculo de la carga máxima (Q), haremos uso de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{f * G * d^4}{64 * Na * (\frac{Dm}{2})^3}$$

Sustituyendo los valores, obtenemos:

$$Q = \frac{0,352 * 79500,24 * 10^6 * 0,018^4}{64 * 2 * (\frac{0,097}{2})^3} = \mathbf{201171,26\ N}$$

Como se trata del eje delantero y éste lleva dos resortes, uno para cada rueda, deberemos multiplicar el valor del Q por dos, indicándonos así el esfuerzo capaz de soportar los dos muelles a la vez.

$$Q(del) = 2 * 201171,26 = \mathbf{402342,52\ N}$$

Una vez que obtenemos carga máxima en función de la flecha del eje delantero (Q_{del}), procederemos al cálculo del coeficiente de seguridad K (Q), que será la carga máxima en función de la flecha capaz de soportar ambos muelles a la vez (Q_{del}) dividido entre la masa máxima autorizada del eje delantero del vehículo ($MMA_{eje_delantero}$)

Por lo tanto obtendremos el valor de K (Q) mediante la siguiente expresión:

$$K(Q) = \frac{Q(del)}{MMA_{eje_delantero}}$$

$$K(Q) = \frac{402342,52}{1135 * 9,81} = \mathbf{36,14}$$

$$K(\text{del}) = 36,14 \geq 1$$

CONCLUSION:

Por lo tanto podemos decir que el conjunto de muelles empleados en la reforma del vehículo, **ES VALIDO**.

2.4.2.3 Torsión en función de las cargas oscilantes (Fatiga)

En este caso procederemos a calcular la tensión de torsión a la que los muelles estarán sometidos debido a las cargas oscilantes de tracción y compresión, veremos por lo tanto como se comportarán los muelles instalados a un esfuerzo de fatiga.

Para el cálculo de la tensión de torsión haremos uso de la siguiente expresión:

$$\tau = Kb \frac{8FDm}{\pi d^3}$$

Donde la fuerza (F) igual a la masa máxima admitida del eje delantero ($MMA_{\text{eje_delantero}}$) dividido entre dos, al estar compuesto por dos muelles.

$$F = \frac{MMA \text{ eje delantero}}{2}$$

$$F = \frac{1135 * 9,81}{2} = 5567,18 \text{ N}$$

Y siendo (K_B) el *factor de Bergsträsser*, factor mediante el cual corregimos la curvatura y el cortante directo. El factor vendrá expresado por cualquiera de las dos siguientes expresiones

$$Kw = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C}$$

$$Kb = \frac{4C + 2}{4C - 3}$$

De las expresiones anteriores se elige la expresión (K_b) *factor de Bergsträsser* preferentemente, respecto al *factor de Wahl* (K_w), debido a la indiferencia de uso de ambas ya que sus resultados de las ecuaciones difieren en menos de un 1%.

Por lo tanto sustituyendo los valores, obtenemos:

$$K_b = \frac{4 * 5,39 + 2}{4 * 5,39 - 3} = 1,27$$

Obtenido este último valor del factor de corrección, sustituiremos los valores de la expresión del esfuerzo:

$$\tau = 1,27 * \frac{8 * 5567,18 * 0,097}{\pi * 0,018^3} = 299,46 \text{ MPa}$$

Calculado el valor del esfuerzo, procederemos ahora calcular el coeficiente de seguridad, que será expresado en función de la resistencia a la cizalladura del acero del muelle (R_c) dividido entre el esfuerzo soportado.

$$K(\tau) = \frac{R_c}{\tau}$$

$$K(\tau) = \frac{1118,34}{299,46} = 3,73$$

$$K(\tau) = 3,73 \geq 1$$

CONCLUSION:

Por lo tanto podemos decir que el conjunto de muelles empleados en la reforma del vehículo, **ES VALIDO**.

2.4.3 EJE TRASERO

Al no haberse efectuado reforma de importancia de los elementos que componen el sistema de suspensión trasero, no será necesario la justificación mediante cálculos.

2.5 Cálculo del sistema de iluminación.

En este caso se le instalará dos focos de largo alcance (HR) en el frontal del vehículo, los cuales responden a las siguientes características:

<u>Marca:</u>	NS-890
<u>Modelo:</u>	SPECIAL 4X4
<u>Referencia:</u>	3409600
<u>Dimensiones:</u>	175(mm) x 124,2(mm)
<u>Lámpara:</u>	12V tipo H1, 55W
<u>Puntos iluminación:</u>	2 x 12,5
<u>Contraseña Homologación:</u>	E11 8401

La normativa restringe la iluminación permitida en un vehículo con valor máximo de 300000 candelas (Cd), o su equivalente 100 puntos de luz.

En nuestro caso los faros que instalaremos tienen según fabricantes 12,5 puntos de luz cada uno.

Realizaremos los cálculos pertinentes con la hipótesis más adversa, que será, cuando se encuentren encendidas las luces de cruce, carretera y los nuevos faros (HR) a la vez.

Proyectores añadidos		Intensidad		Total intensidad	
Nº Faros	Tipo	Ptos. Luz	Candelas	Ptos. Luz	Candelas
2	Cruce	12,5	37500	25	75000
2	Carretera	12,5	37500	25	75000
2	HR	12,5	37500	25	75000
Total:				75	225000
Máxima iluminación permitida en un vehículo				100	300000
Balance:				25	75000

CONCLUSIÓN:

Podemos observar como en las hipótesis más adversa no superamos el límite Máximo exigido por la ley. Por lo que podemos decir que, **ES VALIDO**.

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 INTRODUCCIÓN

El pliego de condiciones conforma al conjunto de normas e instrucciones complementarias, que se deberán de dar en la reforma y en el uso del vehículo.

El desarrollo del presente pliego de condiciones estará estructurado en los diferentes apartados que exponemos a continuación:

1. Calidad de los materiales empleados.
2. Normas de ejecución.
3. Certificados y autorizaciones.

4.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.

Todos los materiales serán de la calidad especificada y tendrán las dimensiones y espesores que se marquen en los distintos documentos del proyecto, reservándose el peticionario el derecho de realizar las pruebas y ensayos de calidad de dichos materiales conforme a las normas UNE, corriendo con los gastos de dichos ensayos por su cuenta.

Los materiales metálicos serán de acero de calidad especificada a lo largo del proyecto sin deformaciones, roturas u otros defectos.

Los tornillos y bridas se ajustarán en diámetro y medida a las instrucciones.

En aquellos elementos que precisen soldaduras, éstas serán realizadas por personal especializado.

Los materiales utilizados para la reforma deben ser al menos de la misma calidad que los que tenía el vehículo antes de la misma.

En todo momento se han tenido en cuenta las calidades de los materiales empleados en la reforma del vehículo, y que son, de calidad igual o superior a la que el vehículo incorporaba de origen.

Los diferentes elementos instalados o sustituidos en el vehículo, deberán tener el marcaje CE de homologación en la unión europea. Se deberán inspeccionar antes del montaje que tiene grabado el código de homologación europeo.

Para la fijación de los tornillos se utilizarán los soportes que vienen preinstalados de fábrica en el bastidor del vehículo. Si fuera necesario realizar algún taladro para la instalación de algún elemento se realizara en lugares de gran resistencia.

Si fuera necesario desmontar alguna parte del vehículo para la instalación de algún elemento, se realizará siguiendo las instrucciones pertinentes. Se volverá a su colocación en la posición y estado que se encontraba.

4.3 NORMAS DE EJECUCIÓN

La reforma no podrá efectuarse en ningún caso cuando implique riesgo de interferencia entre partes móviles del vehículo.

Se mantienen los anclajes de remolque originales del vehículo.

Los añadidos en carrocería no contienen ángulos penetrantes ni artistas vivas. Con radios de curvatura de las piezas mínimos de 2,5 mm.

El montaje de los muelles se realizará siguiendo las instrucciones de montaje fijadas por el fabricante.

Se certifica que no ha sido afectado ningún otro elemento de la suspensión del vehículo (salvo recambios), ni se ha manipulado el resto de componentes del vehículo.

Se mantienen los parámetros de dirección originales del vehículo. Ajustándose a la normativa UNE 26-192-87.

Los elementos elásticos sustituidos del sistema de suspensión han sido ubicados en los emplazamientos de que disponían los originales.

Los neumáticos instalados en el vehículo corresponden a los indicados como adecuados por el fabricante del elemento elástico sustituido.

En el caso de sustitución de luces de posición se garantizará que las originales quedan anuladas.

No se podrá alterar ningún elemento fundamental del vehículo que no se detalle en este proyecto (depósito de combustible, sistema de dirección, etc.).

Cuando se incorporen equipos adicionales se incluirá, si es pertinente, el manual de instrucciones de montaje del equipamiento incorporado.

Cuando exista manual del fabricante del elemento instalado, en ningún momento se realizara operación alguna en contra de lo que el manual indique, debiendo dar constancia explícitamente de la obligación de realizar aquello que el fabricante considera como apropiado para la transformación del vehículo solicitada.

Se cumplirá estrictamente la normativa referente a Seguridad de máquinas en función de su año de fabricación por lo que a los equipos y dispositivos instalados se refiere (Real Decreto 1435/1992 BOE 297). Asimismo se deberá garantizar al usuario de las maquinas instaladas las garantías de seguridad que obliga el marcado CE y su previa declaración de conformidad del producto.

Es perceptivo sustituir los elementos del vehículo por su desgaste o mal estado, presenten riesgos para la seguridad del vehículo objeto de la reforma con el número de bastidor indicado.

Para el correspondiente estudio de viabilidad del proyecto y que se cumplen las normativas vigentes para la homologación de las reformas se utilizaran la normativa especificada en este proyecto.

4.3 CERTIFICADOS Y AUTORIZACIONES

Conforme a la legislación vigente, y en especial a lo estipulado en el Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos, y lo desarrollado en el Manual de Reformas de Vehículos, revisión de junio de 2014, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, para el tipo de reforma que nos ocupa, se deberá presentar los certificados y autorizaciones allí establecidos y presentarse ante los órganos de la Administración competentes en materia de inspección técnica de vehículos (ITV), junto con el vehículo para tramitar su legalización para circulación por vías públicas.

5. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1 OBJETIVO

En el presente estudio básico de seguridad y salud se desarrolla la evaluación de riesgos laborales de los puestos de trabajo relacionados con la realización de las mencionadas reformas en Talleres mecánicos, en cumplimiento con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos laborales. Así como velar por la seguridad y Salud de los trabajadores.

El Reglamento de los servicios de Prevención regula tanto la evaluación de riesgos como la planificación de la actividad preventiva en su Capítulo II (artículos del 3 al 9) quedando definida la evaluación de riesgos y a ofrecer la información necesaria para establecer las prioridades necesarias en las acciones de eliminación y control de riesgos.

Si existe normativa específica de aplicación, el procedimiento de evaluación deberá ajustarse a las condiciones concretas establecidas en la misma.

Una vez expuesto lo anteriormente, se pretende cumplir los requisitos establecidos en la ley mediante la realización de este proyecto, en el cual se evalúa la exposición de los trabajadores a agentes higiénicos (químicos, físicos y biológicos) que puedan tener un efecto negativo sobre su salud, cumpliéndose con la normativa legal vigente en cuanto al procedimiento de evaluación.

5.2 EVALUACIÓN DE RIEGOS

Será de aplicación en la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo, así como en el interior o exterior de los locales.

Se deberá procurar de modo apropiado, seguro y en cumplimiento de la normativa actual vigente:

- Se utilicen instalaciones de suministro y reparto de energía adecuada.
- Adecuadas vías y salidas de emergencia.
- Poseer los medios de detección y lucha contra incendios.
- Cumplir con un adecuado sistema de ventilación.
- Los trabajadores deberán disponer de medios necesarios en caso de riesgos particulares.

- La temperatura de trabajo e iluminación serán los adecuados.
- Adecuadas vías de circulación y zonas peligrosas.
- Se cumplirá con un adecuado espacio de trabajo.
- Posesión de los medios necesarios de primeros auxilios y servicios higiénicos.
- Los locales de descanso o alojamiento serán los adecuados.
- Las mujeres embarazadas y madres lactantes dispondrán de las condiciones adecuadas, así como los trabajadores minusválidos.

5.3 PLAN DE EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTE

En el supuesto caso en el que ocurra algún accidente en el puesto de trabajo durante el desarrollo normal de las reformas en el vehículo, se deberá seguir el siguiente plan de emergencia:

1. Traslado de las personas afectadas, para procurar atención médica.
2. Delimitar la zona donde se produjo el accidente.
3. Avisar al coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración de la obra, Promotores, organismos competentes y en caso necesario a la Guardia Civil, para la vigilancia del lugar.
4. Se subsanará la situación producida, una vez tornadas las acciones necesarias

Los daños básicos a recoger en caso de accidente son:

- a) Motivo del accidente.
- b) Actividad general realizada en el momento del accidente.
- c) Ocupación de áreas circundantes.
- d) Personal afectado.
- e) Daños recibidos por el personal afectado.
- f) Resultados de los análisis y exámenes médicos de las personas afectadas.

6. PRESUPUESTO

El presupuesto del estudio y ejecución de la reforma llevada a cabo en el vehículo seleccionado para este proyecto, asciende a la cantidad final de:

SEIS MIL SETECIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON QUINCE CENTIMOS (6736,15 €)

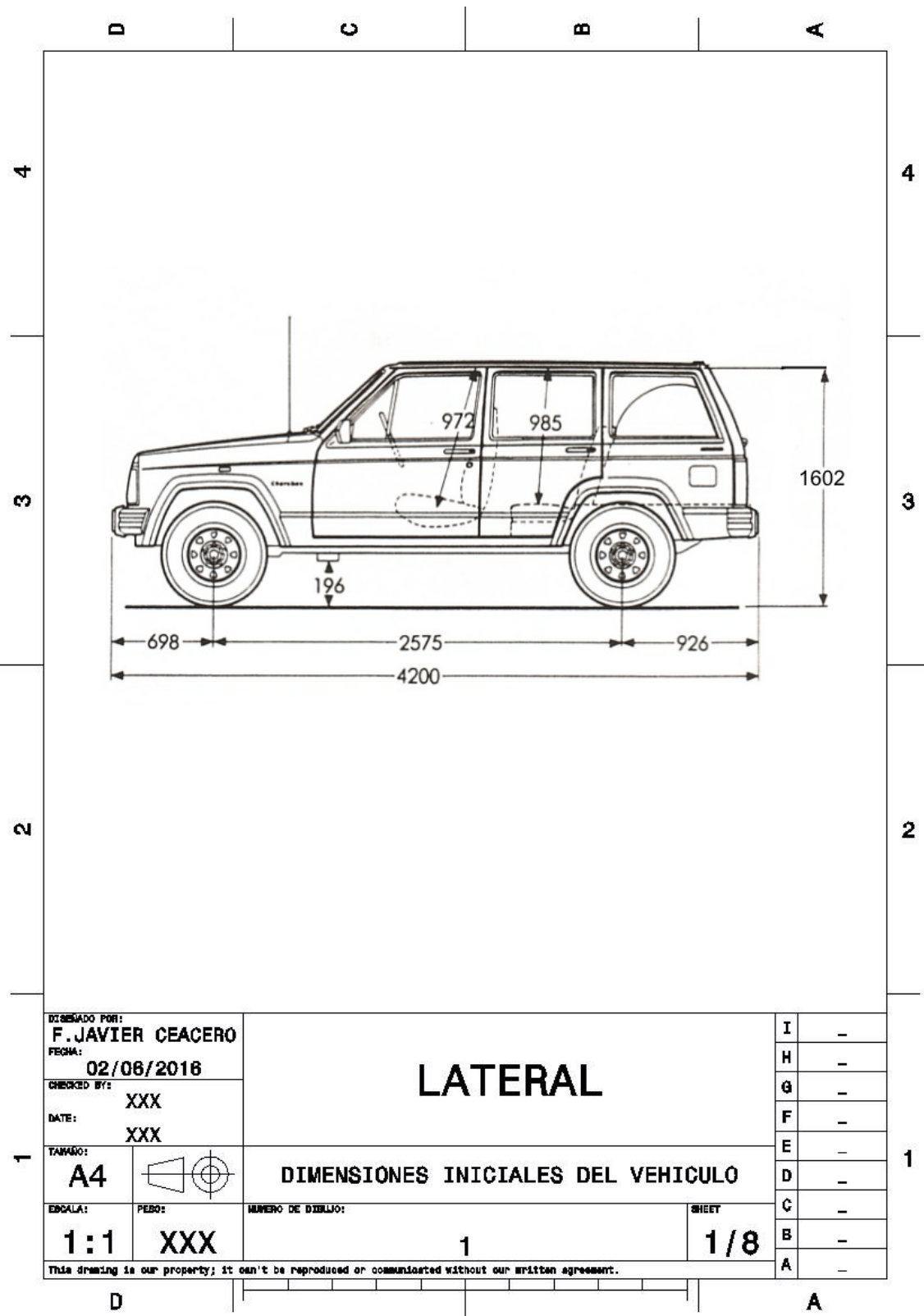
Desglosados como sigue:

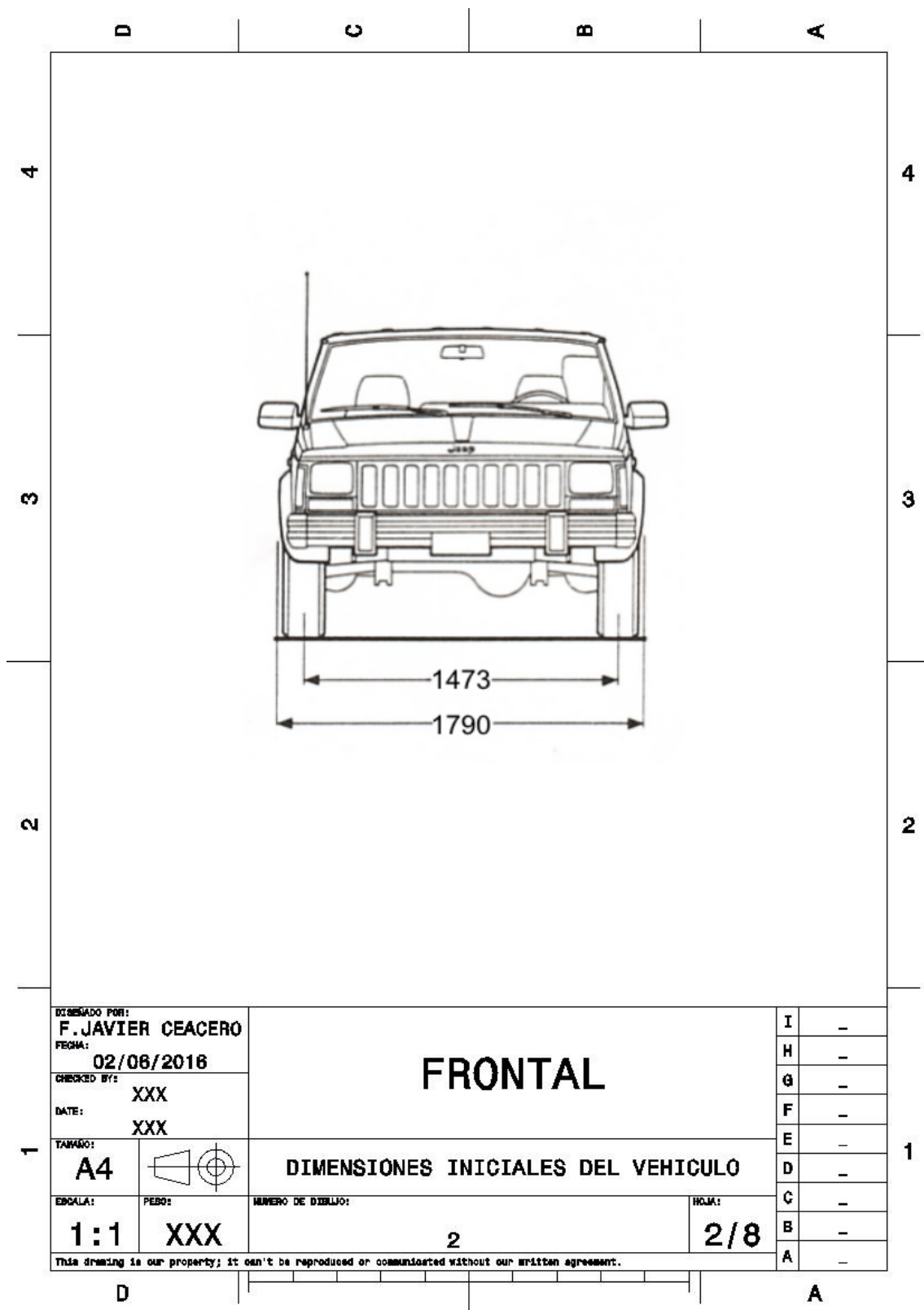
*(El precio de la Mano de Obra incluye el montaje y desmontaje de las piezas)

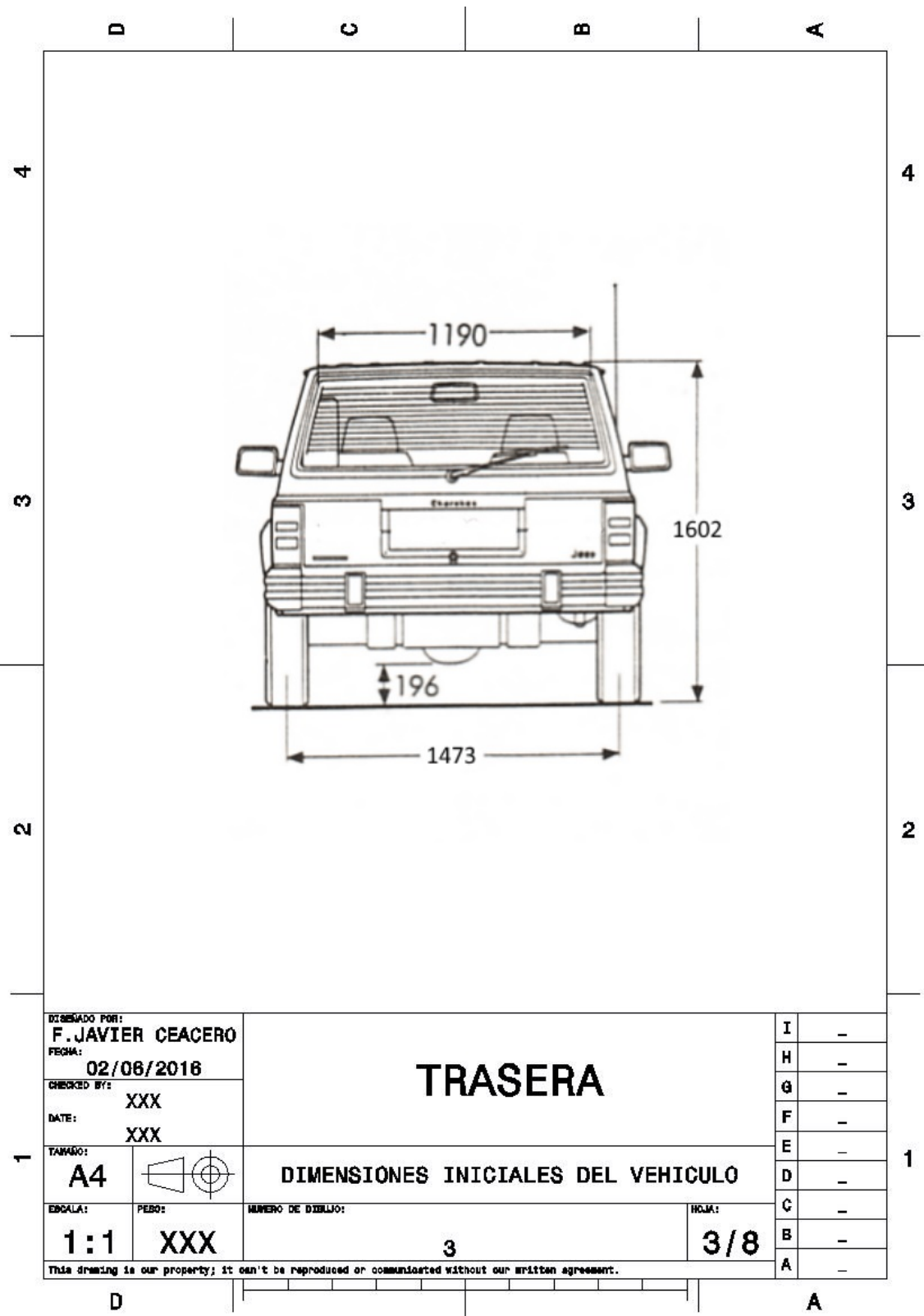
DESCRIPCION	UNIDADES	COSTE MAT. (€)	MANO DE OBRA* (€)	TOTAL
AMOTIGUADORES DELANTEROS	2	97,80	26,00	247,60
AMORTIGUADORES TRASEROS	2	97,80	26,00	247,60
ALETAS	4	43,50	14,00	230,00
BALLESTAS	2	136,30	30,00	332,60
BARRA ANTIEMPORTAMEINTO	1	84,60	34,00	118,6
BARRA PITMAN	1	46,30	20,00	66,30
BARRA PANHARD	1	80,20	23,00	103,00
BARRA DIRECCION	1	110,00	21,00	131,00
CABESTRANTE	1	450,50	74,00	524,50
ESTRIBERAS	2	64,40	19,00	166,80
FAROS LARGO ALCANCE	2	23,40	25,00	96,80
FALDILLAS	4	10,60	11,00	86,40
LATIGUILLOS DE FRENO	4	13,65	16,00	118,60
LLANTAS	4	94,30	24,00	473,20
PARAGOLPES DEL.	1	230,00	35,00	265,00
PARAGOLPES TRAS.	1	196,40	35,00	231,40
SNORKEL	1	140,00	60,00	200,00
VISERA	1	75,60	30,00	105,60
NEUMATICOS	4	112,45	16,00	513,90
MUELLES DELANTEROS	2	147,20	26,00	346,40
SEPARADORES	4	74,30	17,00	365,20
Subtotal:		3942,60	1028,00	4970,60
Beneficio Industrial...12%			596,47	5567,07
IVA....21%			1169,08	6736,15€

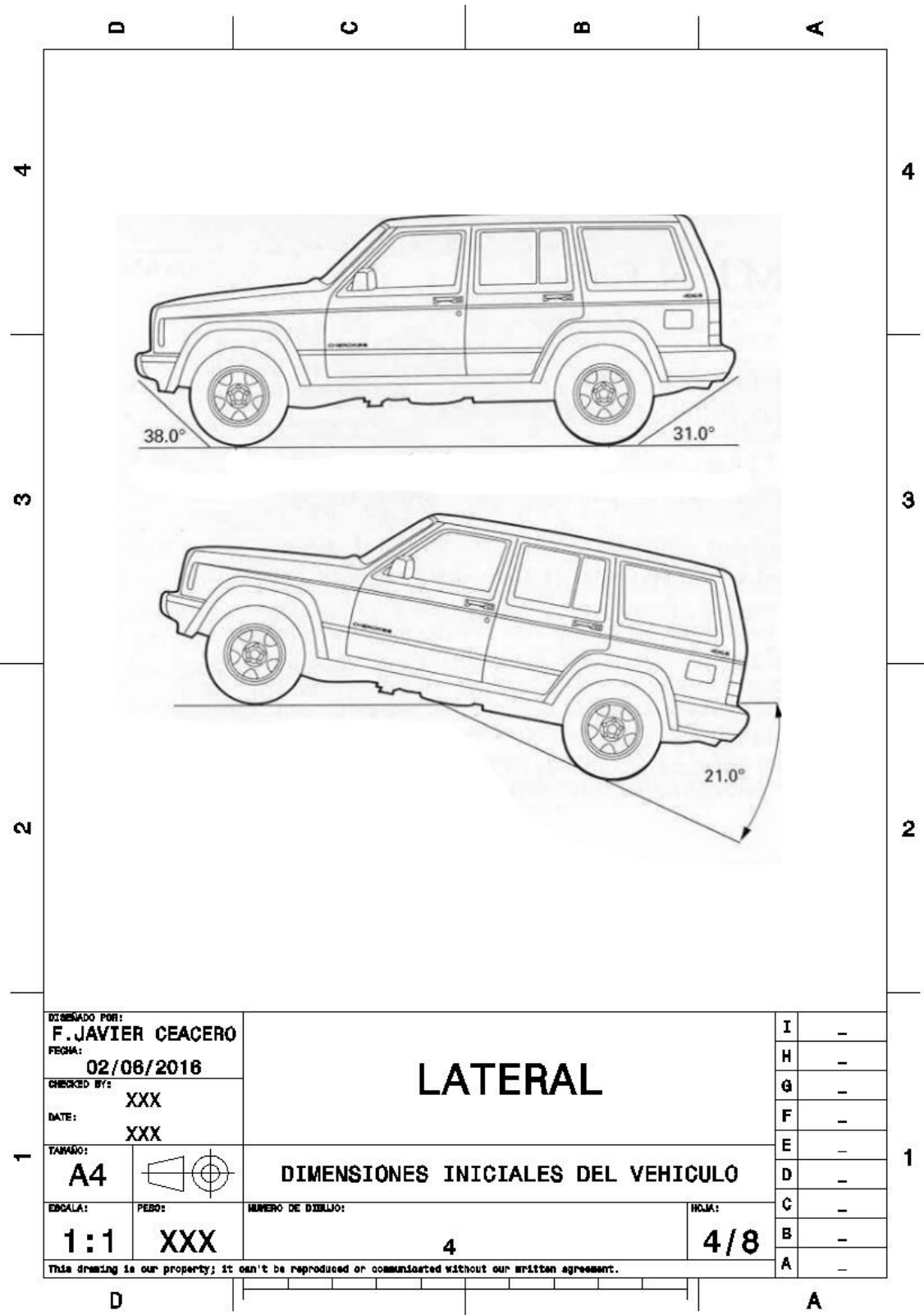
En Úbeda, a de de 2016.

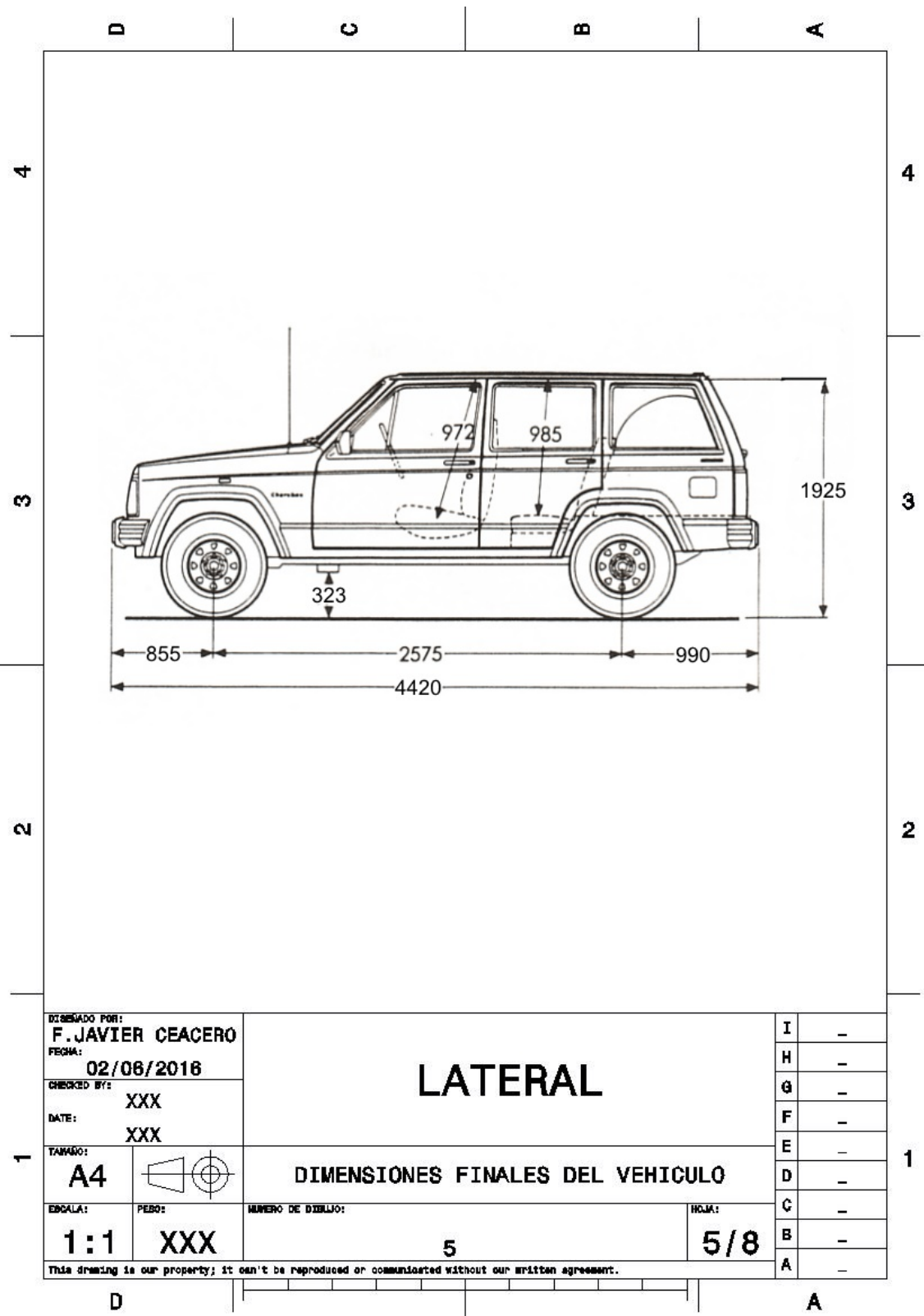
7. PLANOS

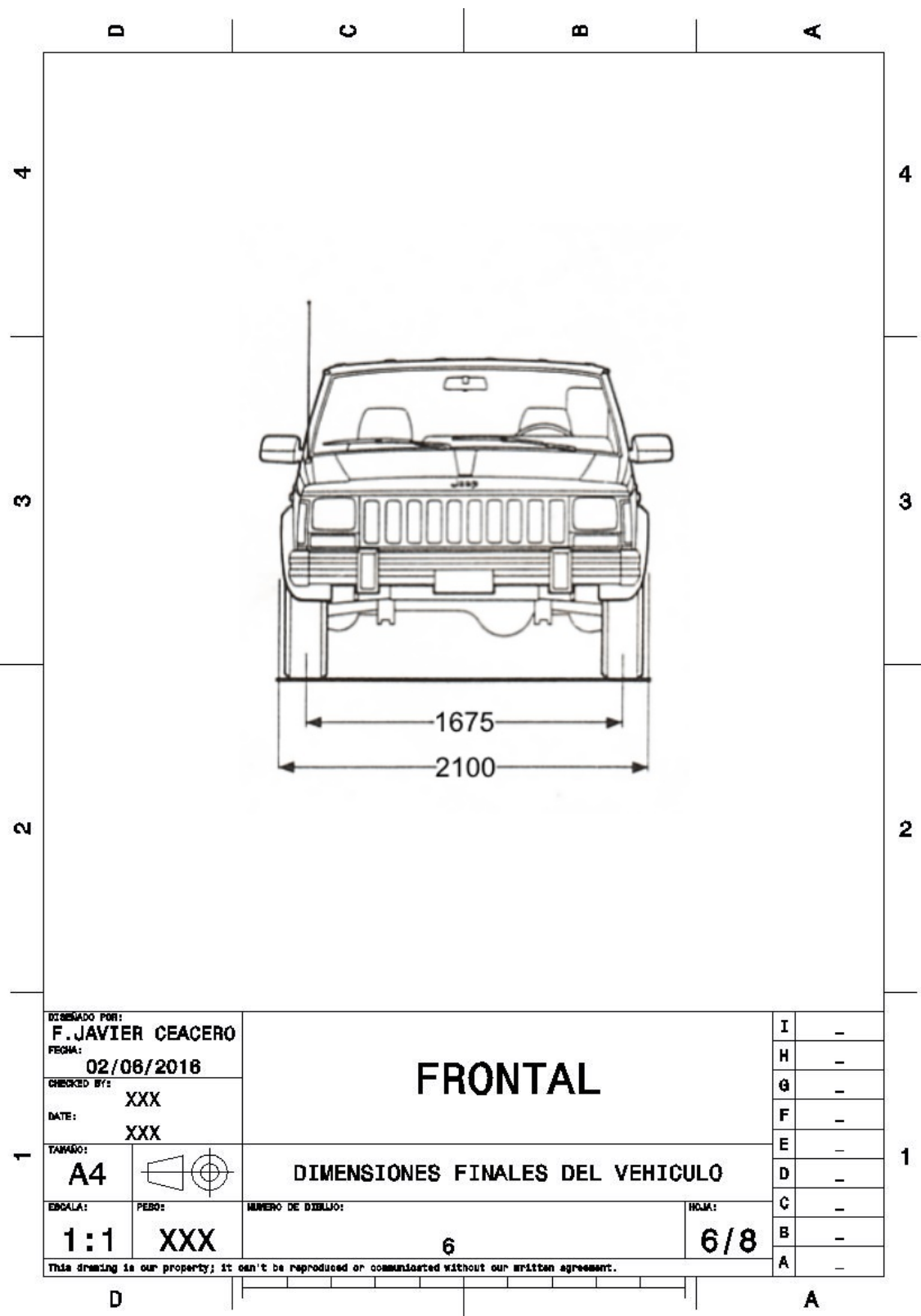


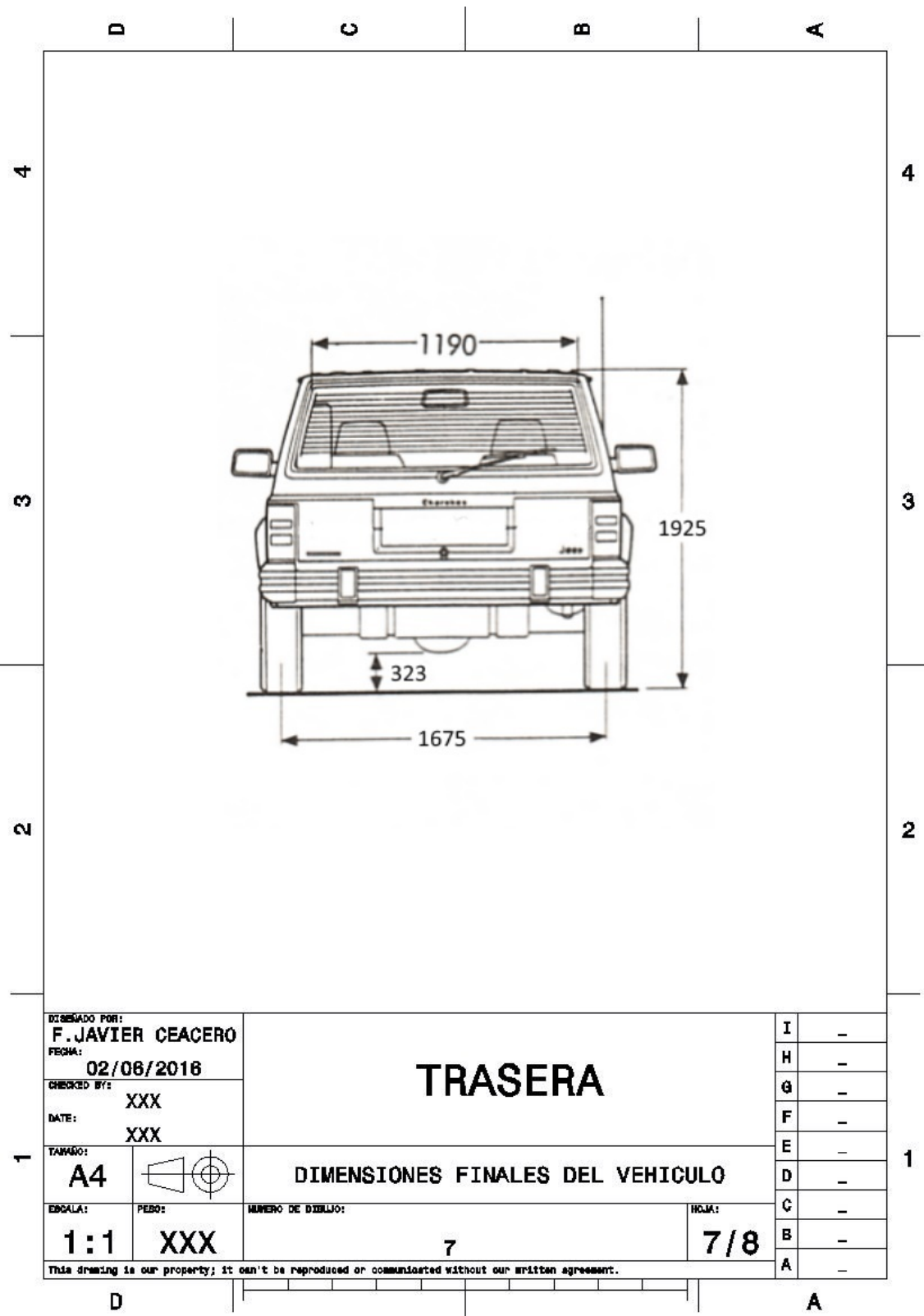


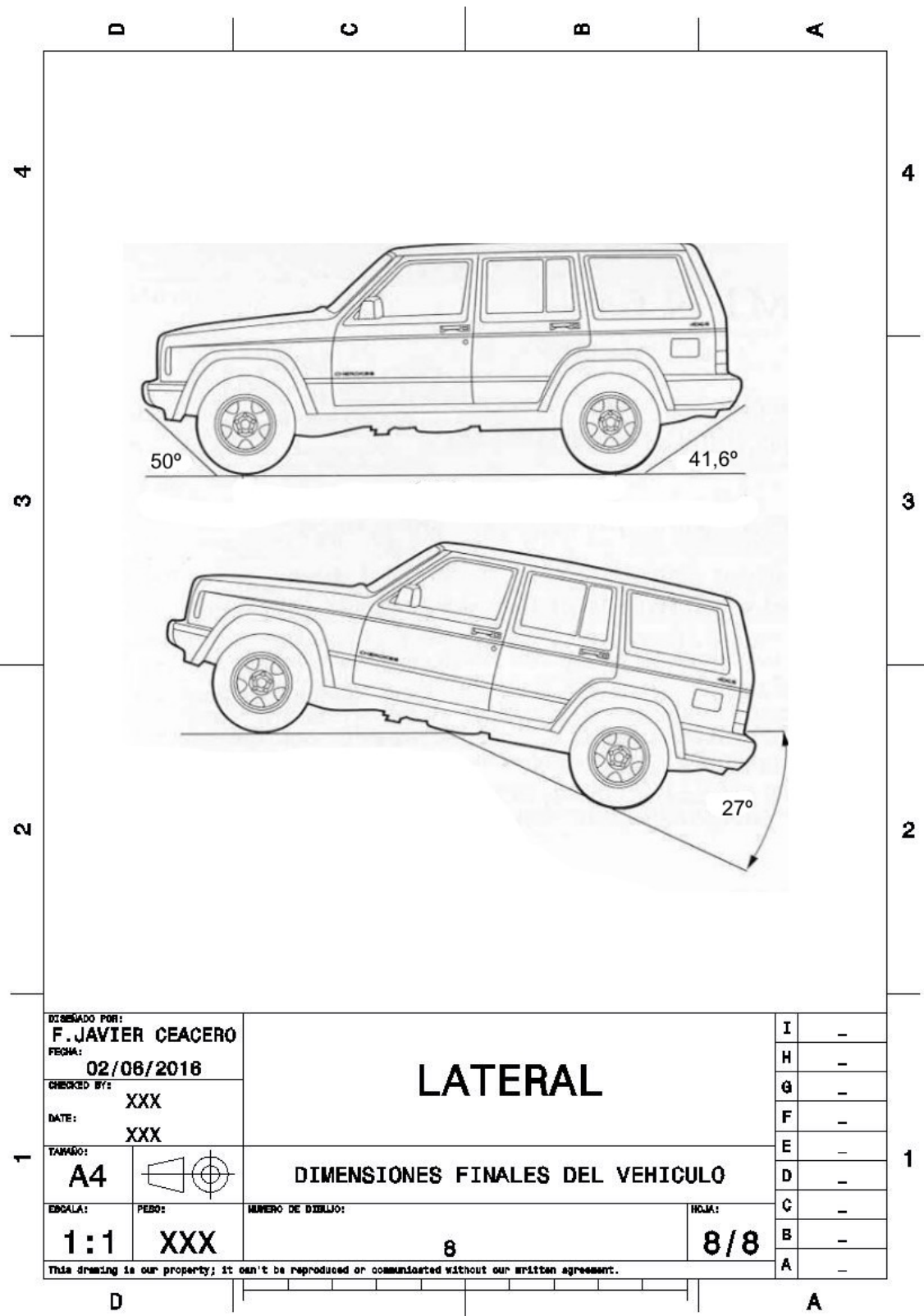












9. CONCLUSIONES

Una vez realizados los cálculos pertinentes, podemos observar como el vehículo ha mejorado sus especificaciones con respecto a las que salió de fábrica, mejorando sus capacidades dinámicas, ganando más altura libre al suelo, mejorando sus capacidades de vadeo gracias a la altura y el snorkel, mejores ángulos de ataque, tanto en la parte delantera como en la trasera, que nos permitirán flanquear las situaciones más desfavorables, mejores recorridos de suspensión que nos asegurarán que no existan pérdidas de tracción y mejor iluminación para la situaciones más precarias.

También cumplimos con el requisito fundamental de acatar la normativa vigente para que el vehículo sea totalmente apto para la circulación por las vías públicas del país.

En definitiva la reforma ha servido para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el periodo lectivo en la carrera y aplicarlos a las inquietudes como expectativa de futuro laboral para el alumno.

10. BIBLIOGRAFIA

- ARIAS PAZ. MANUAL DE AUTOMOVILES.

CIE Inversiones Edit. DOSSAT 2000

- TÉCNICAS DEL AUTOMOVIL.

Edit. Paraninfo

- TECNOLOGIA DEL AUTOMOVIL.

H. Gerschler. Edit. Reverte

- MANUAL MECANICA DE AUTOMOVILES.

Garelli

- DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY

Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett 8º edición

Edit. McGrawhill

- TRATADO SOBRE AUTOMOVILES

Jose Font Mezquita; Juan Francisco Dols Ruiz U.P.V.

- www.jeepy4x4.com Club Jeep Cherokee España

- www.carbibles.com

ANEXO I

FOTOGRAFIAS

FRONTAL DEL VEHICULO



TRASERA DEL VEHICULO



LATERAL IZQUIERDO



LATERAL DERECHO



DETALLE FRONTAL



DETALLE ALETINES





DETALLE CABESTRANTE



DETALLE FALDILLAS



DETALLE SUSPENSION DELANTERA





DETALLE FAROS



DETALLE SNORKEL



FICHA TECNICA DEL VEHICULO

EMPRESA FASA RENAULT		N.º SERIE 7.028.074 B		MATRICULA V-9778-DW	
Fabricación de Automóviles Renault de España S.A.		Paseo Arco de Ladrillo, 38 47008 VALLADOLID		5285	
Número de identificación: 1J4FJ6354XL569061				DESTINO	
Clasificación del vehículo: 1 C 3 3				N.º CERTIFICADO 1569061-742000	
TUBO S. T. TERRENE					
Marca: RENAULT - CHRYSLER		Clase según R. 36: -			
Tipo: JJA		Altura total (mm): 1602			
Variante: III		Anchura total (mm): 1790			
Denominación comercial: JEEP-CHEROKEE		Via anterior/posterior (mm): 1473-1473			
Tara (kgf): 1535		Longitud total (mm): 4240			
PTMA/PMA (kgf): 2140		Voladizo posterior (mm): 926			
PTMA/PMA 1.º E (kgf): 1135		Distancia eje 1.º/2.º (mm): 2576			
PTMA/PMA 2.º E (kgf): 1225		Distancia eje 2.º/3.º (mm): -			
PTMA/PMA 3.º E (kgf): -		Distancia eje 3.º/4.º (mm): -			
PTMA/PMA 4.º E (kgf): -		Distancia 5.º rda./ult. (mm): -			
PMR S-F, C/F (kgf): 750-2500		Motor: Marca RENAULT - CHRYSLER			
N.º y dim. neumáticos: 4-215-75R15 *		Tipo CHRYSLER G-S			
N.º de asientos: 5		N.º Cilindros/Cilindrada (cm³): 6-3760			
N.º de bodegas: -		Potencia fiscal/real (D.V.F./kW): 23,76-176			
VEHICULO EQUIPADO CON CATALIZADOR. NO APTO PARA SER UTILIZADO CON GASOLINA CON PLOMO.					
*, D. 225-70 R 15					
Observaciones: VEHICULO IMPORTADO CON DECLARACION MECANIZADA NUM. CC9122 ADUANA DE VALLADOLID					
Por las piezas de origen extranjero incorporadas a este vehículo se han satisfecho los correspondientes derechos de Aduanas.					
El abajo firmante, legalmente autorizado por FASA RENAULT , certifica que el vehículo carrozado cuyas características se reseñan es completamente conforme con el tipo homologado con la contraseña B-1475 , así como con las opciones arriba incluidas.					
Valladolid, 28 de JUNIO de 1991					
Firma del Fabricante Nacional/Importador:					
Sociedad inscrita: En el Registro Mercantil de Valladolid, en el F. 166, T. 14, H. 814.					
Reformas autorizadas:					

PERMISO DE CIRCULACIÓN

El permiso de circulación es un documento a nivel europeo armonizado que identifica la titularidad de cualquier vehículo automóvil.

Es emitido por la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior, identificando al conductor y junto con la ficha Técnica del Vehículo, forman la documentación del vehículo.

DESCRIPCIÓN DE LOS CÓDIGOS	
A	Número de matrícula
B	Fecha de primera matriculación
C.1.1	Apellidos o razón social
C.1.2	Nombre
C.1.3	Domicilio
C.4	(c) No está identificado en el permiso de circulación como propietario del vehículo
D.1	Marca
D.2	Tipo/Variante/Versión (si procede)
D.3	Denominación comercial
(D.4)	Servicio a que se destina
E	Número de identificación
F.1	Masa máxima en carga técnicamente admisible (en kg) (excepto para motocicletas)
F.2	Masa máxima en carga admisible del vehículo en circulación en España (en kg)
G	Masa del vehículo en servicio con carrocería, y con dispositivo de acoplamiento si se trata de un vehículo tractor de categoría distinta a la M-1 (en kg)
H	Periodo de validez de la matriculación, si no es ilimitado
I	Fecha de matriculación a la que se refiere el presente permiso
(I.1)	Fecha de expedición
(I.2)	Lugar de expedición
K	Número de homologación (si procede)
P.1	Cilindrada (en cm ³)
P.2	Potencia neta máxima (en kW) (si procede)
P.3	Tipo de combustible o de fuente de energía
Q	Relación potencia/peso (en kW/kg) (únicamente para motocicletas)
S.1	Número de plazas de asiento, incluido el asiento del conductor
S.2	Número de plazas de pie (en su caso)



REINO DE ESPAÑA



MINISTERIO DEL INTERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO

PERMISO DE CIRCULACIÓN

Osvědčení o registraci
Registreringsattest
Zulassungsbescheinigung
Registreerimistunnistus
Άδεια κυκλοφορίας/
Πιστοποιητικό Εγγραφής/
Registration certificate
Certificat d'immatriculation
Carta di circolazione
Registrācijas apliecība

Registracijos liudijimas
Forgalmi engedély
Certifikat za Registraciju
Kentekenbewijs
Dowód Rejestracyjny
Osvedčenie o evidencii
Prometno dovoljenje
Rekisteröintodistus
Registreringsbeviset

COMUNIDAD EUROPEA

RCM-FNMT

CERTIFICADO DE OBRA DEL TALLER

Es el documento mediante el cual el taller ejecutor certifica la realización de la reforma, así como la aceptación de responsabilidad de la ejecución.

Certificado del taller	
D....., expresamente autorizado por la empresa....., domiciliada en....., provincia de....., calle....., n.º....., teléfono....., dedicada a la actividad de....., con n.º de registro industrial..... y n.º 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.º 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:	
..... a..... de..... de.....	
Firma y sello.....	
Fdo.:.....	
(1) En el caso de que la reforma sea efectuada por un fabricante se indicará N/A.	

INFORME DE CONFORMIDAD

Necesitamos un informe técnico realizado por un laboratorio oficial, para poder pasar la Inspección Técnica de Vehículos y que nos puedan expedir una nueva ficha técnica del vehículo.

Dicho informe certifica que una vez realizadas varias pruebas y estudiar de nuevo el proyecto, el vehículo después de aplicarle las modificaciones a las que se refiere el proyecto, mantiene unas condiciones de seguridad y protección medioambiental exigidas para el vehículo en el momento de inspección.

Informe de conformidad

El/los abajo firmante(s) expresamente
autorizado/s por:

INFORMA

Que el vehículo, marca, tipo....., variante.....,
denominación comercial, contraseñas de homologación (*).....,
matrícula, y con número de bastidor....., es
técnicamente apto para ser sometido a la(s) reforma(s) consistente(s) en:

Tipificada/s con el/los Código de Reforma/s

Especificaciones técnicas o reglamentarias:

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

Reglamentación aplicable	Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento.

El vehículo reformado cumple con los actos reglamentarios que son de aplicación a las reformas tipificadas en el anexo I 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, firmo el presente en,
a de de

(*) Si el vehículo no dispone de contraseña se rellenará este campo con N.P.