



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

CÁLCULO Y DISEÑO DE LAS REFORMAS DE IMPORTANCIA A IMPLEMENTAR EN UN VEHÍCULO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS DISEÑADO COMO BUGGY

AUTOR: Jorge Barragán Nadal

TUTOR: Juan Francisco Dols Ruiz

Trabajo final de Grado

Curso Académico: 2016 - 2017



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 6 |
| RESUMEN GENERAL (en inglés y castellano) | 7 |
| CAPÍTULO 1:..... | 8 |
| ESTUDIO DE REEMPLAZO DEL MOTOR | 8 |
| 1.1 Análisis del buggy inicial | 8 |
| 1.2 Características del motor original..... | 8 |
| 1.3 Estudio de posibilidad de cambio de motor..... | 9 |
| 1.3.1 Análisis de motores similares | 10 |
| 1.4 Conclusión..... | 12 |
| CAPÍTULO 2:..... | 13 |
| ESTUDIO DE REEMPLAZO DE LA TRANSMISIÓN | 13 |
| 2.1 Características de la transmisión original..... | 13 |
| 2.2 Estudio de posibilidad de homologación | 14 |
| CAPÍTULO 3:..... | 15 |
| ELECCIÓN DE UNA TRANSMISIÓN..... | 15 |
| 3.1 Análisis de mercado según tipo de transmisión..... | 15 |
| 3.1.1 Vehículos de explosión..... | 15 |
| 3.1.2 Vehículos eléctricos..... | 18 |
| 3.2 Elección de la transmisión a instalar | 19 |
| CAPÍTULO 4:..... | 20 |
| CÁLCULOS PARA HOMOLOGACIÓN..... | 20 |
| 4.1 Cálculos sobre la transmisión original..... | 20 |
| 4.2 Cálculos sobre la nueva transmisión..... | 21 |
| 4.4 Solución al problema de la velocidad máxima..... | 23 |
| 4.4.1 Cálculo del diámetro necesario..... | 23 |
| CAPÍTULO 5:..... | 24 |
| COMPONENTES NECESARIOS | 24 |
| 5.1 Diferenciales y ejes de transmisión..... | 24 |
| 5.2 Soporte del diferencial | 26 |
| 5.3 Ruedas de 26 pulgadas | 27 |
| 5.4 Estudio de posibilidad de homologación de los neumáticos..... | 28 |
| CAPÍTULO 6:..... | 29 |
| FICHA DE HOMOLOGACIÓN | 29 |
| 6.1. Grupo..... | 29 |
| 6.2. Descripción..... | 29 |



| | |
|---|-----------|
| 6.3. Campo de aplicación..... | 30 |
| 6.4. Actos reglamentarios | 30 |
| 6.5. Documentación exigible | 30 |
| 6.5.1.- Proyecto Técnico..... | 31 |
| 6.5.2.- Certificado de dirección final de obra..... | 33 |
| 6.5.3.- Informe de conformidad..... | 33 |
| 6.5.4.- Certificado de Taller | 35 |
| 6.6 Documentación adicional. | 36 |
| 6.7 Conjunto funcional. | 36 |
| 6.8 Inspección específica. Puntos a verificar..... | 37 |
| 6.9 Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV..... | 38 |
| 6.10 Información adicional. | 38 |
| CAPÍTULO 7:..... | 39 |
| DISEÑO Y CÁLCULO DE ELEMENTOS | 39 |
| 7.1 Diseño del soporte para el diferencial | 39 |
| 7.1.1.- Diseño inicial | 39 |
| 7.2 Simulación de la horquilla del cardan..... | 43 |
| CAPÍTULO 8:..... | 45 |
| PRESUPUESTO | 45 |
| PROYECTO TÉCNICO DE HOMOLOGACIÓN..... | 46 |
| ANEXO 1: | 47 |
| HOMOLOGACIÓN DE DIFERENCIALES..... | 47 |
| 1.1 Grupo..... | 47 |
| 1.2 Descripción | 47 |
| 1.3 Campo de Aplicación | 47 |
| 1.4 Actos Reglamentarios..... | 47 |
| 1.5 Documentación Necesaria | 48 |
| 1.5.1 Proyecto Técnico..... | 48 |
| 1.5.2.- Certificado de dirección final de obra..... | 60 |
| 1.6 Documentación adicional | 63 |
| 1.7 Conjunto Funcional | 63 |
| 1.8 Inspección específica. Puntos a verificar..... | 63 |
| 1.9 Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV | 66 |
| 1.10 Información adicional | 66 |
| ANEXO 2: | 67 |
| HOMOLOGACIÓN DE LAS RUEDAS | 67 |
| 2.1 Grupo..... | 67 |



| | |
|--|-----------|
| 2.2 Descripción | 67 |
| 2.3 Campo de Aplicación | 67 |
| 2.4 Actos Reglamentarios | 67 |
| 2.5 Documentación Exigible..... | 68 |
| 2.6 Documentación adicional | 69 |
| 2.7 Conjunto Funcional | 69 |
| 2.8 Inspección específica. Puntos a verificar..... | 69 |
| 2.9 Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV | 74 |
| 2.10 Información adicional | 74 |
| ANEXO 3: | 75 |
| 3.1 Informe de conformidad | 75 |
| 3.2 Certificado de taller | 77 |
| PLIEGO DE CONDICIONES Y NORMATIVA | 79 |
| DOCUMENTO I:..... | 80 |
| MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS | 80 |
| DOCUMENTO II:..... | 80 |
| REAL DECRETO 866/2010..... | 80 |
| DOCUMENTO III: | 81 |
| Directiva 93/14/CEE | 81 |
| DOCUMENTO IV: | 81 |
| Directiva 97/24/CE | 81 |
| DOCUMENTO V: | 82 |
| Manual de Procedimiento de Inspección de las estaciones I.T.V. | 82 |
| PLANOS | 84 |
| AGRADECIMIENTOS | 87 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 88 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Buggy original | 8 |
| Figura 2: CF188 | 9 |
| Figura 3: Motor Subaru 450 cc..... | 10 |
| Figura 4: Motor AXR 400 cc..... | 11 |
| Figura 5: Motor PGO 500 cc | 11 |
| Figura 6: Motor Prostar 570 | 12 |
| Figura 7: Transmisión LK500 | 13 |
| Figura 8: Corona del diferencial, 33 dientes..... | 13 |
| Figura 9: Piñón de ataque, 9 dientes..... | 13 |
| Figura 10: Nbluck LK500..... | 15 |
| Figura 11: Artic Cat Wildcat 1000..... | 16 |
| Figura 12: Polaris Ranger Crew 570, 2 plazas | 16 |
| Figura 13: Polaris Ranger Crew 570, 4 plazas | 17 |
| Figura 14: Polaris RZR 570..... | 17 |
| Figura 15: Reva L-ion | 18 |
| Figura 16: Sukoy L7e..... | 18 |
| Figura 17: Transmisión LK500 con relaciones diferenciales..... | 20 |
| Figura 18: Piñón de ataque, 11 dientes..... | 22 |
| Figura 19: Corona cónica, 42 dientes..... | 22 |
| Figura 20: Diferencial trasero RZR 570..... | 22 |
| Figura 21: Diferencial delantero RZR 570 | 22 |
| Figura 22: Medida del estriado del eje de transmisión (d = 2,2 cm)..... | 24 |
| Figura 23: Cardan del LK500 acoplado al diferencial delantero | 24 |
| Figura 24: Diferencial delantero del RZR con el eje estriado saliente..... | 25 |
| Figura 25: Acople entre el estriado del diferencial y la junta cardan..... | 25 |
| Figura 26: Detalle parte inferior de la carcasa original | 26 |
| Figura 27: Base para el diferencial delantero | 26 |
| Figura 28: Detalle parte inferior de la nueva carcasa | 26 |
| Figura 29: Captura neumáticos delanteros | 27 |
| Figura 30: Captura neumáticos traseros | 27 |
| Figura 31: Informe de conformidad según Anexo II..... | 34 |
| Figura 32: Certificado de taller según Anexo III..... | 36 |
| Figura 33: Detalle de dimensiones del soporte | 39 |
| Figura 34: Soporte inicial (e=6 mm) | 40 |

| | |
|--|----|
| Figura 35: Von Mises 1 (espesor 6 mm) | 40 |
| Figura 36: FDS 1 (6 mm) | 41 |
| Figura 37: Soporte final (e=4 mm)..... | 42 |
| Figura 38: Simulación de horquilla | 43 |
| Figura 39: Von Mises Horquilla | 44 |
| Figura 40: Von Mises 2 (4mm) | 51 |
| Figura 41: Von Mises (ensayo dinámico) | 52 |
| Figura 42: FDS (ensayo dinámico)..... | 52 |
| Figura 43: Distribución de tensiones en modelo base | 53 |
| Figura 44: Distribución de tensiones en el modelo ensamblado..... | 54 |
| Figura 45: Ensamblaje | 54 |
| Figura 46: Tensión de Von Mises en el ensamblaje | 55 |
| Figura 47: Von Mises Horquilla | 56 |
| Figura 48: FDS Horquilla..... | 57 |
| Figura 49: Transmisión original..... | 59 |
| Figura 50: Transmisión modificada | 60 |
| Figura 51: Extracción del diferencial delantero..... | 61 |
| Figura 52: Extracción del diferencial trasero | 61 |
| Figura 53: Diferencial delantero instalado y acoplado | 61 |
| Figura 54: Nuevo diferencial trasero instalado | 61 |
| Figura 55: Vehículo tras la realización de la reforma..... | 62 |
| Figura 56: Defectos según el capítulo 1 | 64 |
| Figura 57: Defectos según el capítulo 8 | 65 |
| Figura 58: Defectos según capítulo 6..... | 71 |
| Figura 59: Homologación de los neumáticos..... | 72 |
| Figura 60: Defectos según capítulo 8.2..... | 73 |
| Figura 61: Defectos según capítulo 8.3..... | 73 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Características LK500 | 8 |
| Tabla 2: Código de reforma 2.3..... | 10 |
| Tabla 3: Aplicación del CR 3.4 | 14 |
| Tabla 4: Datos transmisión original | 20 |
| Tabla 5: Aplicación del CR 4.9 | 28 |
| Tabla 6: Características del acero aleado | 42 |
| Tabla 7: Presupuesto | 45 |
| Tabla 1: Actos reglamentarios CR 3.4..... | 47 |
| Tabla 2: Identificación del LK500..... | 48 |
| Tabla 3: Ficha reducida previa a la reforma..... | 49 |
| Tabla 4: Ficha reducida posterior a la reforma | 49 |
| Tabla 5: Relaciones de transmisión..... | 55 |
| Tabla 6: Características del acero aleado | 58 |
| Tabla 7: Características del acero inoxidable | 58 |
| Tabla 8: Presupuesto de diferenciales..... | 59 |
| Tabla 9: Actos reglamentarios CR 4.9..... | 68 |
| Tabla 10: Índices de carga y velocidad..... | 72 |
| Tabla 11: Variación de las características del neumático | 76 |
| Tabla 12: AR según CR 3.4..... | 76 |
| Tabla 13: AR según CR 4.9..... | 76 |
| Tabla 14: Características de los nuevos neumáticos..... | 78 |



RESUMEN GENERAL

En el documento que a continuación se expone se recopila el cálculo y diseño de las reformas de importancia a implementar en un vehículo de transporte de pasajeros diseñado como Buggy, para ponerlo nuevamente en funcionamiento y mejorar en todo lo posible las características de trabajo y durabilidad de este.

En este proyecto, no solo se estudiarán y llevarán a cabo las reformas que el ingeniero crea pertinentes, sino que además se llevarán a cabo los trámites necesarios según la normativa de homologaciones española, para que una vez reformado el vehículo cumpla con la legalidad para circular con él por territorio español.

A raíz de solucionar el problema de volver a poner en funcionamiento un Buggy LK500 cuyo motor estaba totalmente gripado e irreparable, y que contaba con un sistema de transmisión de muy baja calidad con ambos diferenciales en malas condiciones, se plantea la posibilidad de instalar un nuevo motor y una transmisión más resistente que pueda soportar los grandes esfuerzos a los que se solicita, principalmente cuando el vehículo circula por condiciones off road.

Con el fin de realizar esta serie de reformas de importancia sobre el vehículo, ha sido necesario estudiar todas las posibilidades para abordar cada problema y escoger una, apoyándose siempre en la máxima eficiencia tanto económica como mecánica.

GENERAL SUMMARY

The following document contains the calculations and the mechanical upgrades implemented in a passengers transport vehicle designed as a Buggy. Those upgrades are implemented to restart the buggy and improve their technical characteristics.

On this project the buggy is going to be equipped with better components as the best gear cases of the market at the moment and better tires. Besides this it is going to be homologated to make its circulation on the Spanish territory legal.

The main problem was that the LK500 Buggy had its engine broken and the gear cases were in bad operating conditions. The project analyzes how to replace and homologate the faulty components to restart the operation of the buggy both on and off road

In order to achieve maximum economic and mechanical efficiency, all of the decisions about the reform were studied very carefully.

CAPÍTULO 1:

ESTUDIO DE REEMPLAZO DEL MOTOR

1.1 Análisis del buggy inicial

El vehículo de partida es un Buggy NBLUCK LK500 fabricado en Zhejiang, China.

Contaba con un motor mono cilíndrico de 500cc y 4 tiempos, y una caja de cambios automática con dos relaciones de avance (una corta para terrenos más abruptos y una larga para pistas en mejor estado) y una de retroceso, además de una posición de estacionamiento.

El sistema de transmisión era tracción trasera con posibilidad de conectar electrónicamente la tracción 4x4, además contaba con un bloqueo del diferencial trasero (también accionado electrónicamente) que sumado al poco peso del vehículo en conjunto hacía que su avance fuese posible en infinidad de terrenos, tanto en asfalto como en condiciones off road.

Tabla de características:

| | | | |
|---------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Modelo | LK500 | Velocidad máx. | 95 km/h |
| Homologación | L7e | Potencia máx. | 14,5 kW |
| Dimensiones | 3035*1685*1465 mm | Par máx. | 24,5 Nm |
| Batalla | 2400 mm | Encendido | Eléctrico |
| Ancho de vías | Delantera 1454 mm | Ignición | Electrónica (CDI) |
| | Trasera 1387 mm | Batería | 12V 18AH |
| Altura libre | 320 mm | Rueda delantera | 25x 8-12 |
| Peso | 398 kg | Rueda trasera | 25x 10-12 |
| Radio de giro | 4 m | | |

Tabla 1: Características LK500



Figura 1: Buggy original

1.2 Características del motor original

Se trata de un motor modelo CF188 refrigerado por líquido.

Es un motor mono cilíndrico de 493cc que a pleno rendimiento, a 6500 rpm desarrolla una potencia de 37,5 CV. Sin embargo, para poder homologar el vehículo dentro de la categoría L7e estos motores salen limitados de serie a 15 kW, unos 20 CV aproximadamente.

El par máximo se da a 5500rpm y es de 25 Nm.



Figura 2: CF188

1.3 Estudio de posibilidad de cambio de motor

Según la 3ª revisión del Manual de Reformas de Vehículos publicada en el Boletín Oficial de Estado, revisión publicada en septiembre de 2016 y aplicable a partir del 1/1/2017, es posible la homologación de un cambio de motor para vehículos categorizados como L7e.

Este documento establece que es posible el trámite de homologación, siempre y cuando no se varíen las características de cilindrada y potencia en un rango mayor al 3% sobre las del motor de serie. Además, no habrá actos reglamentarios aplicables en relación a una variación de la velocidad máxima, tal y como se expone en la siguiente tabla del código de reforma correspondiente al cambio de motor:

Código de reforma 2.3.- Modificación o sustitución de la unidad motriz por otra de distintas características

| ACTOS REGLAMENTARIOS | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------|-----|-----|-------|------|------|------|------|-----|
| Sistema afectado | Referencia | Aplicable a | | | | | | | | |
| | | Quad | UTV | L1e | L2e L | 3e L | 4e L | 5e L | 6e L | 7e |
| Frenado | 93/14/CEE | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Masas y dimensiones | 93/93/CEE | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) |
| Velocidad máxima | 95/1/CE | - | - | (2) | (2) | - | - | - | (2) | - |
| Potencia y par máximo | 95/1/CE | - | - | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Emissiones contaminantes | 97/24/CE Capítulo 5 | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Deposito de combustible | 97/24/CE Capítulo 6 | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) |
| Antimanipulación | 97/24/CE Capítulo 7 | - | - | (2) | (2) | (2) | (2) | - | - | - |
| Compatibilidad electromagnética | 97/24/CE Capítulo 8 | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Nivel sonoro | 97/24/CE Capítulo 9 | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |

Tabla 2: Código de reforma 2.3

Como hemos podido comprobar, la sustitución del motor es posible, por lo que se estudiará en los siguientes apartados la viabilidad de reemplazarlo por otro distinto, siempre y cuando hacerlo sea acorde a la mejora funcional del vehículo sin aumentar el presupuesto del proyecto en lo que no sea estrictamente necesario y coherente.

1.3.1 Análisis de motores similares

- Con una cilindrada 50 cc inferior a la del LK500 se encuentra el motor Subaru de 450 cc y 45 CV. Se trata de un motor mono cilíndrico montado en los Spinbuggy y alimentado por un carburador.

Este motor es de fabricación china y es muy difícil encontrar repuestos e información extendida sobre él, por lo que no plantea una interesante opción de cambio frente al CF188.

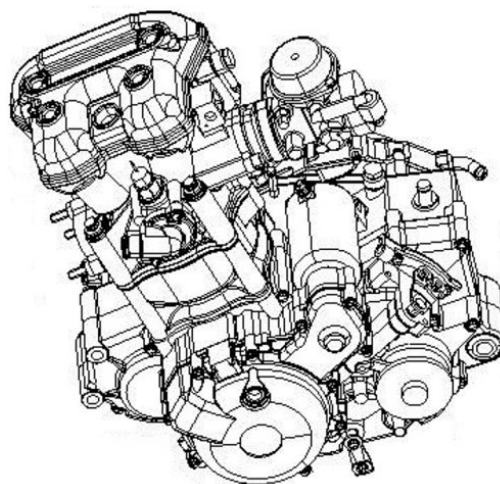


Figura 3: Motor Subaru 450 cc

- El motor Morini Franco montado en el AXR 400 Crossbone sería una opción de sustitución de bajo presupuesto. El motor de 400 cc y 4T alimentado de gasolina

por carburación tiene un consumo de entre 6 y 7 litros a los 100 Km. Además cuenta con refrigeración líquida apoyada por un electro ventilador.

Sin embargo, este motor tiene una baja calidad de fabricación y aunque podría limitarse a 15 kW para poder categorizar nuestro buggy como L7e los 100 cc de diferencia con el CF188 supondrían un peor resultado a la hora de exponer al motor a grandes esfuerzos.

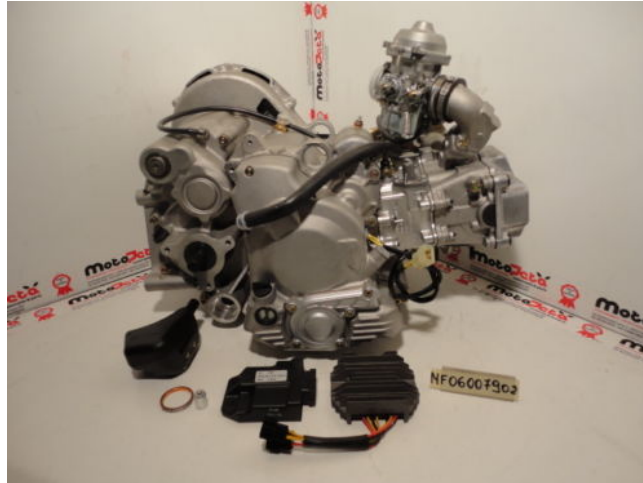


Figura 4: Motor AXR 400 cc

- Con la misma cilindrada, existe el motor PGO 500 cc. Es un motor mono cilíndrico de 499.1 cc y una relación de compresión de 10,5:1. A 5.750 rpm proporciona una potencia máxima de 29 kW. Este motor, al igual que el del LK500 es de 4 tiempos y refrigerado por agua.

El buggy sobre el que va montado tiene unas características muy similares a las del LK500, sin embargo, este se sale de la categoría L7e al pesar más de 400 Kg (485 para ser exactos) y disponer de más de 15 kW de potencia.



Figura 5: Motor PGO 500 cc

- Si analizamos motores por encima de los 500 cc, uno de los más famosos y fiables es el Prostar 570 de Polaris. Este motor de 4 válvulas equipado con dos árboles de levas, es posiblemente uno de los motores con mayor calidad del mercado (comparado con el resto de motores de cilindrada media para buggies).

Al igual que el CF188 es un motor mono cilíndrico de 4 tiempos con refrigeración líquida e inyección electrónica. Además, sus 567 cc proporcionan 45 CV de potencia.



Figura 6: Motor Prostar 570

1.4 Conclusión

Tras analizar los motores de características similares existentes en el mercado, debemos considerar los aspectos legales a los que afectaría un reemplazo del motor original por otro distinto.

Cualquier variación en la potencia máxima o en la cilindrada del motor en un rango superior al $\pm 3\%$, supondrá grandes dificultades para llevar a cabo la homologación.

Además, al no exceder los 400 Kg ni superar los 15 kW de potencia, el nbluck LK500 es un buggy categorizado como L7e-B2 (buggy con asientos yuxtapuestos) según el artículo 4 del reglamento nº 168/2013, expedido por el parlamento europeo y el consejo el 15 de enero de 2013.

Estas restricciones nos reducen considerablemente las opciones de reemplazar el motor, ya que cualquier otro modelo de mayor cilindrada o potencia debería ser limitado para cumplir los requisitos de categoría, acción que no nos permitiría aprovechar al máximo las prestaciones de dicho motor.

Teniendo en cuenta que los indicios del fallo del motor original son un mantenimiento inadecuado, unido a un sobreesfuerzo ocasionado por el mal funcionamiento de la transmisión, la recomendación del ingeniero técnico encargado del proyecto es la de volver a equipar el buggy con un motor CF188 de la marca CF Moto.

Este motor da buenos resultados en la mayoría de los casos, y particularmente en este existe el condicionante de que la potencia máxima en este modelo está restringida, así que el motor no trabaja en su máximo esfuerzo reduciendo las posibilidades de fallo.

En resumen, se ahorrará todo el coste de homologación y de adaptación de un motor distinto, volviendo a confiar en el CF188 de 500 cc.

CAPÍTULO 2:

ESTUDIO DE REEMPLAZO DE LA TRANSMISIÓN

2.1 Características de la transmisión original

La transmisión de serie encargada de transmitir el par desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas se compone de dos diferenciales, un cardan y cuatro palieres con juntas homocinéticas para poder trabajar acorde con la suspensión del vehículo.



Figura 7: Transmisión LK500

El diferencial delantero está valorado en 348.75 € y su referencia en el catálogo es la CF188-310000. El diferencial trasero dispone de la opción de bloqueo que unifica la transmisión como si de un eje rígido se tratase, por ello su precio es de 551.25 €. La referencia del diferencial trasero es la 25000-BDH0-0010.

Ambos diferenciales montan una corona con 33 dientes y un piñón de ataque con 9, por lo que su relación de transmisión es de 33/9.



Figura 9: Piñón de ataque, 9 dientes

Figura 8: Corona del diferencial, 33 dientes

La avería principal se encuentra en ambos diferenciales, siendo más importante en el trasero que en el delantero. La baja calidad de las uniones dentadas como los piñones de ataque y las coronas ha hecho que su desgaste sea excesivo, provocando el deterioro de estas.

Ambos diferenciales generan más pérdidas de energía sobre el conjunto del buggy de las que deberían y provocan estridentes ruidos por el mal contacto de los dientes deteriorados

2.2 Estudio de posibilidad de homologación

Tal y como establece la 3^o revisión del Manual de Reformas de Vehículos publicada en el Boletín Oficial de Estado, en septiembre de 2016 y aplicable a partir del 1/1/2017, es posible la homologación de un reemplazamiento de la unidad de transmisión en vehículos homologados según la categoría L7e.

Debido al correcto funcionamiento del embrague y la caja de cambios, el proyecto solo contempla la sustitución de los sistemas encargados de transmitir la potencia desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas. Esta reforma está especificada en el apartado 3.4 del capítulo II, que engloba los vehículos de categorías L, quads y UTV.

| |
|--|
| DESCRIPCIÓN: Modificaciones que afecten al sistema de transmisión |
| 3.4.- Modificaciones de las características o sustituciones en los elementos de transmisión por otros diferentes desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas |

| CAMPO DE APLICACIÓN | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-------|------|------|------|------|----|
| Categorías | | | | | | | | |
| Quad | UTV | L1e | L2e L | 3e L | 4e L | 5e L | 6e L | 7e |
| SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

Tabla 3: Aplicación del CR 3.4

CAPÍTULO 3:

ELECCIÓN DE UNA TRANSMISIÓN

3.1 Análisis de mercado según tipo de transmisión.

3.1.1 Vehículos de explosión

- El Buggy nbluck LK500 cuenta con un sistema de transmisión tracción trasera permanente con posibilidad de conectar la tracción 4x4 de forma electrónica. La caja de cambios dispone de dos relaciones de marcha (una corta, L y una larga, H) una posición de neutro y una de estacionamiento (en la que además de hacer la función del neutro se activan los frenos de las 4 ruedas) y una de marcha atrás, R.

La batalla de este buggy son 2400 mm, aspecto a tener en cuenta a la hora de elegir una transmisión que se le parezca.

Debido a sus 398 Kg de peso y su motor de 500 cc que desarrolla una potencia máxima de 15 kW, este modelo entra en la categoría denominada como L7e.



Figura 10: Nbluck LK500

- Un modelo de buggy homologado según la L7e es el Arctic Cat Wildcat 1000, a pesar de contar con un motor de 951cc fue catalogado como L7e. Su sistema de transmisión es un sistema automático CVT con las mismas dos posiciones de marcha, paro y retroceso que el LK500.

Sin embargo, este modelo de Arctic Cat monta una transmisión de tracción trasera con posibilidad de bloqueo electrónico del diferencial delantero, que actuaría como tracción 4x4 pero solo se debe conectar en situaciones

extremas por peligro de rotura de la transmisión delantera. La versión “limited” si que incorpora un sistema de tracción integral desconectable e incorpora también un bloqueo electrónico del diferencial delantero.

Su longitud de batalla son 95 pulgadas, que traducido a mm son 2413 mm.



Figura 11: Artic Cat Wildcat 1000

- El Polaris Ranger 570 EPS se sale de la categoría L7e ya que su peso excede los 400 Kg y su potencia es muy superior a la del LK500 (contando con una cilindrada de 567 cc que desarrolla 44 CV). Sin embargo su sistema de transmisión es muy similar y podría estudiarse la opción de utilizarla en la remodelación de nuestro Buggy.

El Ranger 570 es propulsado por una transmisión Versa Trac modo turf 2x4 con opción de conectar el 4x4 electrónicamente. Además al igual que en nuestro modelo la caja de cambios se compone de un variador automático con las posiciones H/L/N/R. Su longitud de batalla es de 185400 mm.



Figura 12: Polaris Ranger Crew 570, 2 plazas

- El Polaris Ranger Crew 570 de 4 plazas cuenta con el mismo motor de 567cc pero al montar un chasis más largo sus transmisiones tienen un tamaño más adecuado acorde con nuestra reforma. Al igual que el modelo de 2 plazas tiene la opción AWD (4x4) o la posibilidad de circular solo en tracción trasera. Su longitud de batalla es de 266700 mm.



Figura 13: Polaris Ranger Crew 570, 4 plazas

- Dentro de la gama RZR de polaris, el modelo más similar al nuestro es el Polaris RZR 570 EPS que cuenta con un sistema de transmisión automática PVT de tracción 2x4/4x4 con posiciones P/R/N/L/H. Aunque la homologación de este vehículo al igual que la de los polaris anteriores está catalogada como Tractor T3, su transmisión es otra opción para estudiar en nuestra reforma. Su longitud de batalla es de 1960 mm.



Figura 14: Polaris RZR 570

3.1.2 Vehículos eléctricos

- Dentro de la misma categoría que nuestro buggy (la L7e) se encuentra el Reva L-ion, vehículo propulsado por un motor eléctrico de inducción AC. Su potencia máxima se establece en 16 CVy 12 kW, pero al tratarse de un vehículo diseñado como cuadríciclo urbano la transmisión es únicamente de tracción trasera por lo que es una opción menos interesante a la hora de emplearla en nuestro proyecto.



Figura 15: Reva L-ion

- La marca de vehículos eléctricos Sukoy fabrica dos modelos de características similares al Reva, el Sukoy L6e y el Sukoy L7e. El modelo L7e pesa 400 kg, quedando justo en la frontera del margen de peso para no salirse de esta categoría. Su motor de 96 voltios y corriente alterna (AC) proporciona 10 kW de potencia y su transmisión, al contrario que en el caso anterior es de tracción delantera.



Figura 16: Sukoy L7e

3.2 Elección de la transmisión a instalar

De todas las transmisiones estudiadas, se descartan las de los vehículos eléctricos, ya que no son transmisiones con posibilidad de tracción 4x4 y empeorarían las cualidades del modelo de serie.

A pesar de ser un buggy con grandes cualidades el Artic Cat Wildcat no destaca precisamente por la calidad de sus materiales y componentes, se llegó a esta conclusión basándonos en la experiencia tanto de usuarios de esta marca como de personal encargado del mantenimiento o reparación de buggies Artic Cat. Por este motivo nos decantaremos más por la opción de emplear una transmisión de la marca Polaris.

Tras investigar en foros y bajo la opinión experta de uno de los directores de Buggy Xtreme Valencia, la transmisión elegida es la del Polaris RZR 570.

Estos diferenciales están diseñados para soportar el “mal trato” al que se someterán cuando el buggy circule por abruptos terrenos fuera del asfalto. Además, la métrica de los orificios estriados en los que se acoplarán los ejes de transmisión coinciden con los de nuestro modelo, lo que nos da la posibilidad de aprovechar los ejes de serie.

CAPÍTULO 4:

CÁLCULOS PARA HOMOLOGACIÓN

Según el Manual de Reformas de Vehículos que vamos a aplicar para este trámite la velocidad máxima del buggy no puede variar ya que no es aplicable ningún acto reglamentario que lo regule.

Para ello, estudiaremos la transmisión instalada en el vehículo determinando el régimen de giro de ésta a la salida de la caja de cambios. Así podremos calcular cómo será el funcionamiento de los nuevos diferenciales y si estos variarán la velocidad máxima del vehículo.

4.1 Cálculos sobre la transmisión original

Conocidos los diámetros de las ruedas y las velocidades máximas a las que se mueve el buggy en ambas marchas (L y H), podemos determinar la relación de transmisión de cada una sabiendo que la de los diferenciales es de 33/9 dientes.



Figura 17: Transmisión LK500 con relaciones diferenciales

Datos:

| Marcha | Rpm | V máx. (km/h) |
|--------|------|---------------|
| L | 7000 | 50 |
| H | 7000 | 80 |

Tabla 4: Datos transmisión original

Las dimensiones de las ruedas son 25x10-12 para la trasera y 25x8-12 para la delantera. Esta nomenclatura está dada en pulgadas, el primer dígito expresa el diámetro total de la rueda, el segundo la anchura de la huella de contacto de la rueda sobre el terreno y la tercera el diámetro nominal de la llanta.

Por ello ambas ruedas tienen un diámetro de 25 pulgadas que traducido a metros según la conversión 1 pulgada = 25,4 mm da un diámetro de 0,635 m.

Conociendo el diámetro de la rueda podemos obtener el avance del vehículo por vuelta:

$$1 \text{ vuelta} = 2 * \pi * r = 2 * \pi * 0,635 = 3,99 \text{ m}$$

- Despejamos la relación de transmisión para la marcha L :

$$7000 \text{ rpm} * 60 \text{ min} * 3,99 \text{ m} * i_L * \frac{9}{33} = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} * 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} * 1 \text{ h}$$

En la expresión planteada se calculan los metros que recorrerá el vehículo en una hora a través de las rpm. Aplicando las relaciones de transmisión de la caja y el diferencial a la izquierda de la expresión, obtenemos directamente la velocidad a la que circulará el buggy a la derecha. De esta forma, se calcula una relación de:

$$i_L = (50 \frac{\text{km}}{\text{h}} * 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} * 1 \text{ h}) / (7000 \text{ rpm} * 60 \text{ min} * 3,99 \text{ m} * \frac{9}{33})$$

$$i_L = 0,11$$

- Para la marcha H, obtendremos la relación de transmisión de la misma forma :

$$7000 \text{ rpm} * 60 \text{ min} * 3,99 \text{ m} * i_H * \frac{9}{33} = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} * 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} * 1 \text{ h}$$

$$i_H = (80 \frac{\text{km}}{\text{h}} * 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} * 1 \text{ h}) / (7000 \text{ rpm} * 60 \text{ min} * 3,99 \text{ m} * \frac{9}{33})$$

$$i_H = 0,1755$$

4.2 Cálculos sobre la nueva transmisión

A continuación se calculan los desarrollos de los que dispondrá el buggy con la transmisión del Polaris RZR 570 escogida.

Para poder aplicar los actos reglamentarios de homologación sobre el vehículo, se deberá mantener la velocidad máxima de la que disponía con la anterior transmisión.

Los diferenciales del RZR 570 montan una corona de 42 dientes y un piñón de ataque de 11 dientes.



Figura 19: Corona cónica, 42 dientes



Figura 18: Piñón de ataque, 11 dientes

Por ello la relación de transmisión de ambos diferenciales será de $11/42 \rightarrow i_d = 0.262$



Figura 21: Diferencial delantero RZR 570



Figura 20: Diferencial trasero RZR 570

Con las relaciones de la caja de cambios obtenidas en el apartado 4.2, obtenemos las velocidades máximas a las que circularía en cada marcha:

- Marcha L:

$$i_L = 0,11$$

$$V_{max} = 7000 \text{ rpm} * \frac{60 \text{ min}}{h} * 0,11 * 0,262 * 2 * \pi * 0,635 \text{ m} * \frac{1 \text{ Km}}{10^3 \text{ m}} = 48,3 \frac{\text{Km}}{h}$$

- Marcha H:

$$i_H = 0.1755$$

$$V_{max} = 7000 \text{ rpm} * \frac{60 \text{ min}}{h} * 0,1755 * 0,262 * 2 * \pi * 0,635 \text{ m} * \frac{1 \text{ Km}}{10^3 \text{ m}} = 77,05 \frac{\text{Km}}{h}$$

Como podemos observar, con la instalación de estos diferenciales variamos la velocidad máxima del vehículo. Por ello se desarrollan en el próximo apartado las posibles soluciones para solventarlo.

4.4 Solución al problema de la velocidad máxima

Para corregir la velocidad existen varias alternativas:

1. Modificación de la caja de cambios: modificando la relación de velocidades de la caja de cambios, sustituyendo los engranajes internos o bien buscando otra caja distinta, podríamos modificar la velocidad máxima del vehículo.
2. Modificación de los diferenciales: otra alternativa sería sustituir los sistemas de engranajes internos contenidos en los diferenciales por otros que proporcionasen una relación igual a la de los diferenciales de serie.
3. Cambio del diámetro de rueda: sustituyendo las ruedas originales por otras con distinto diámetro se podría corregir la velocidad máxima del vehículo.

Obviamente la solución más económica y fácil de realizar sería calcular el diámetro de rueda necesario para mantener la velocidad máxima e investigar si existen neumáticos con esas medidas en el mercado.

4.4.1 Cálculo del diámetro necesario

Utilizando el cálculo para la velocidad máxima en la marcha larga, planteamos como incógnita el diámetro de la rueda, obteniendo lo siguiente:

$$V_{max} = 7000 \text{ rpm} * \frac{60 \text{ min}}{h} * 0,1755 * 0,262 * 2 * \pi * r * \frac{1 \text{ Km}}{10^3 \text{ m}} = 80 \frac{\text{Km}}{h}$$

$$r = \frac{80000 \text{ m/h}}{7000 \text{ rpm} * \frac{60 \text{ min}}{h} * 0,1755 * 0,262 * 2 * \pi} = 0,66 \text{ m}$$

El diámetro necesario será de 0,66 m cuyo equivalente son 26 pulgadas.

$$r = 0,66 \text{ m} = 26 \text{ in}$$

CAPÍTULO 5:

COMPONENTES NECESARIOS

En este capítulo se seleccionarán las piezas definitivas para realizar la reforma y los proveedores que nos las podrían proporcionar.

5.1 Diferenciales y ejes de transmisión

La horquilla de acople del cardan se podría obtener en la página especializada en recambios originales de varias marcas de moto y buggy www.proeuroparts.com

Ambos diferenciales podrían ser adquiridos en la empresa valenciana Buggy Xtreme (<http://www.buggyxtrem.com/>)

Por suerte, los ejes de transmisión tienen un estriado de las mismas dimensiones que las del LK500 por lo que se podrán aprovechar los que lleva montados el propio vehículo, reduciendo el coste de la reforma.



Figura 22: Medida del estriado del eje de transmisión ($d = 2,2$ cm)

El único componente que es necesario adaptar es el cardan encargado de transmitir el par desde el diferencial trasero al delantero.

El cardan del LK500 acopla con el diferencial delantero mediante un eje estriado que sale de la horquilla del mismo, mientras que en el polaris el eje estriado sale del diferencial delantero para acoplar en el cardan:



Figura 23: Cardan del LK500 acoplado al diferencial delantero



Figura 24: Diferencial delantero del RZR con el eje estriado saliente

Para sustituir el diferencial por el del RZR, será necesario desmontar la junta cardan y obtener una pieza que acople ambos elementos.



Figura 25: Acople entre el estriado del diferencial y la junta cardan

En resumen se pedirían las tres piezas del modelo RZR 570 bajo los siguientes presupuestos aproximados:

Diferencial delantero:

POLARIS 1333285 - ""ASM-GEARCASE FRONT 12 POCKET""

POLARIS 1333285 - ASM., GEARCASE, FRONT

PVP: 1550 € (IVA no incluido)

Diferencial trasero:

POLARIS 1333084 - ""ASM-GEARCASE EBS""

POLARIS 1333084 - ASM. GEARCASE, EBS [Incl. All]

PVP: 3300 € (IVA no incluido)

Acople cardan:

POLARIS 3260133 - ""YOKE""

POLARIS 3260133 - YOKE, FRONT GEARCASE

PVP: 142.31 € (IVA no incluido)

5.2 Soporte del diferencial

La carcasa del diferencial delantero del nbluck LK500 va sujeta al chasis del buggy mediante tres pletinas soldadas a la estructura tubular, y unidas a esta por medio de 3 tornillos de métrica M8 que se fijan a la carcasa en dirección horizontal.



Figura 27: Detalle parte inferior de la carcasa original



Figura 26: Base para el diferencial delantero

Sin embargo, la carcasa del diferencial del RZR 570 se debe fijar con 4 tornillos de métrica M8 que roscan sobre la carcasa por la parte inferior, y en la dirección perpendicular al suelo. Por ello, la solución adoptada será la de diseñar un soporte en base a una placa de acero aleado que cree una unión sólida y resistente entre las pletinas horizontales y la base de la carcasa del nuevo diferencial a instalar.

Tras hacer un pequeño estudio de los materiales con los que podríamos fabricar el soporte basándonos en el artículo publicado en la web Ingmecánica (recogida en la bibliografía), se eligió el acero aleado, ya que este tiene una buena ductilidad y un alto módulo de elasticidad. Además es uno de los aceros más fáciles de obtener en el mercado y también se caracteriza como el resto de aceros por su buena soldabilidad.

Además se soldará una cuarta pletina a la estructura tubular del buggy para equilibrar los esfuerzos sobre el soporte y garantizar la resistencia de este a cualquier sollicitación a la que se vea sometido cuando el vehículo circule.



Figura 28: Detalle parte inferior de la nueva carcasa

Una vez diseñado el soporte, se podría fabricar en las mismas instalaciones en las que se realizaría la reforma completa, Carrocerías Bumar.

5.3 Ruedas de 26 pulgadas

Al tratarse de una media no muy común no hay excesivas opciones. Los modelos escogidos se pueden encontrar en la página <https://www.neumaticos-pneus-online.es> y son los siguientes:

Los 26 x 8 – 12 serán de la marca Maxxis con un precio de 114.05 € la unidad, e irán montados en el eje delantero.

Los 26 x 10 – 12 tienen un precio de 151.73 € e irán montados en el eje trasero. La marca escogida será Maxxis al igual que en los neumáticos delanteros.

A los cuatro neumáticos se les debe sumar una ecotasa de 2.44 €.

Neumático Quad Maxxis M-917 Big-Horn 26 x 8 - 12 44 N



Figura 29: Captura neumáticos delanteros

Neumático Quad Maxxis M-918 Big-Horn 26 x 10 - 12 67 N



Figura 30: Captura neumáticos traseros

5.4 Estudio de posibilidad de homologación de los neumáticos

Según el Manual de Reformas de Vehículos vigente, se considerará reforma la instalación de cualquier neumático que varíe el diámetro exterior en un margen superior al 3%. También se considera neumático no equivalente todo aquel que varíe los índices de carga o velocidad del original.

Además en el apartado 4.9 del segundo capítulo se recoge la posibilidad de modificar las dimensiones de los neumáticos en vehículos de categoría L7e.

| |
|--|
| DESCRIPCIÓN: Modificaciones que afecten a la configuración de ejes y ruedas |
| 4.9.- Cambio en dimensiones o índice de carga y/o índice de velocidad en neumáticos |

| CAMPO DE APLICACIÓN | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|-------|------|------|------|------|----|
| Categorías | | | | | | | | |
| Quad | UTV | L1e | L2e L | 3e L | 4e L | 5e L | 6e L | 7e |
| SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

Tabla 5: Aplicación del CR 4.9

Los neumáticos de serie tenían un diámetro de 25 in por lo que su rango de equivalencia era de [24,25 – 25,75] pulgadas.

Al montar cuatro neumáticos de 26 pulgadas e índices distintos excedemos el margen de equivalencia, por lo que deberán incluirse en la homologación del vehículo.

CAPÍTULO 6:

FICHA DE HOMOLOGACIÓN

El Manual de Reformas de Vehículos aplicable para nuestra reforma de importancia corresponde con la revisión número 3, que entró en vigor el 01/01/2017.

Este manual está dividido en cuatro secciones donde establece los procedimientos y requisitos que debe cumplir cada trámite de reforma:

- I. VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M, N y O.
- II. VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS L, QUADS Y UTV.
- III. VEHÍCULOS AGRÍCOLAS.
- IV. VEHÍCULOS DE OBRAS Y/O SERVICIOS.

Debido a sus 15 kW de potencia máxima, y sus menos de 400 kg de peso, el LK500 es un buggy categorizado como L7e. Por ello se deberán aplicar los correspondientes códigos de reformas (en adelante CR) especificados de conformidad con el anexo I del Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, de tipificación de las reformas de vehículos, en los siguientes grupos dentro del Manual:

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. Modificaciones de los datos que aparecen en la tarjeta de ITV

Una vez seleccionados los CR de cada sección a los que afectará la reforma, se deberá formular una ficha que incluya el análisis de las posibles transformaciones efectuadas en el vehículo. Esta deberá contener los siguientes apartados:

6.1. Grupo

Este apartado identifica de forma general la parte o sistema del vehículo afectado por las posibles transformaciones, enumeradas mediante CR.

En ella se debe especificar claramente los CR que afecten a la reforma.

6.2. Descripción

Se describen las transformaciones que se realizan en el vehículo y como afecta cada una de estas transformaciones al grupo correspondiente.

Cada transformación se identificará mediante códigos reglamentarios.

6.3. Campo de aplicación

En este apartado aparece una tabla que recoge todas las categorías de vehículos existentes en el capítulo correspondiente y si es posible o no la realización de cada reforma.

6.4. Actos reglamentarios

Incluye tabla resumen de los actos reglamentarios (AR en lo sucesivo) aplicables para cada CR, teniendo en cuenta su campo de aplicación y la categoría del vehículo al que se realiza la transformación.

La lista de AR se aplicará según la columna 3 o los requisitos alternativos de la columna 4 del Anexo I del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, teniendo en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

- (1) El AR se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma.
- (2) El AR se aplica en la actualización en vigor en la fecha de la primera matriculación del vehículo. En caso de que el AR no fuera exigido para la homologación del vehículo en la fecha de su primera matriculación, se deberá aplicar al menos el AR en la primera versión incluida en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, como obligatoria (A).
- (-) El AR no es aplicable.
- (X) Indica que no se puede realizar la reforma para esta categoría de vehículo.

Además, se deberá considerar que:

En el caso de que la reforma implique cambio de categoría, los AR no afectados por las reformas en la categoría de serie deberán revisarse para la nueva categoría tras el cambio.

Para la validación del AR, el Servicio Técnico analizará únicamente los puntos del mismo que se vean afectados por la reforma.

En el caso de que la transformación afecte al cumplimiento de varios CR, se aplicará siempre el nivel más restrictivo de los AR implicados en la misma.

Cuando la reforma no afecte al cumplimiento de alguno de los actos reglamentarios especificados en cada uno de los CR descritos en el Manual, se especificará explícitamente en el correspondiente Informe de Conformidad que el acto reglamentario no se ve afectado por la misma, indicando el número de informe donde se justifica o el número de la homologación de tipo.

6.5. Documentación exigible

En este apartado se especifica la documentación necesaria para la tramitación de la reforma, particularizando para cada una de ellas la información que debe contener.

Toda la documentación, que en cada caso se requiera, se podrá presentar en papel o formato electrónico validado, surtirá efectos de solicitud y será requisito previo al inicio de tramitación de las reformas. Las fechas de la solicitud y de la documentación aportada deberán cumplir los plazos establecidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

En el caso de que la documentación presentada no coincida con la reforma efectuada, dará lugar a la paralización del expediente hasta que la correspondencia quede acreditada. En tanto no se acredite dicho extremo no se podrá solicitar la legalización

de la reforma en otra estación ITV salvo autorización expresa del organismo competente.

Dependiendo de la reforma se deberán presentar todos o varios de los siguientes documentos:

6.5.1.- Proyecto Técnico

En él, deberá identificarse: técnico competente, el vehículo (marca, tipo, variante, denominación comercial, número de identificación, matrícula) y las reformas realizadas.

En el caso de correspondencia del vehículo reformado con un tipo homologado, se podrá realizar la reforma sin proyecto técnico. Del mismo modo no será necesaria la presentación del proyecto técnico cuando se trate de una restitución/desinstalación de elementos si el vehículo resultante está amparado por una homologación de tipo.

El proyecto debe estar identificado de forma inequívoca en todo su contenido, con todas las páginas numeradas e indicando en todas ellas el número final de páginas, incluyendo los anexos.

El contenido mínimo del proyecto técnico, además de lo que se determine en cada una de las fichas de el Manual, deberá incluir:

6.5.1.1.- Memoria

1.1.- Objeto

Incluye los datos que identifican al vehículo.

1.2.- Antecedentes

Identificación de acuerdo con el RD 866/2010, de 2 de julio, de la reforma a realizar y, en su caso, motivos que originan dicha realización y normativa aplicable en relación con los AR que puedan verse afectados por la reforma.

1.3.- Características del vehículo antes de la reforma. (*)

Estas se determinan según el formato de ficha reducida de características técnicas correspondiente al tipo de vehículo de que se especifica en el RD 750/2010.

1.4.- Características del vehículo después de la reforma. (*)

Se formula utilizando el formato de ficha reducida de características técnicas correspondiente al tipo de vehículo de que se trate contemplado en el RD 750/2010.

(*) En ambos apartados, sólo será necesario identificar el vehículo e indicar las características que cambian antes y después de la reforma.

1.5.- Descripción de la reforma

Se describe el proceso de realización de la reforma rellenando los siguientes apartados.

1.5.1.- Desmontajes realizados.

1.5.2.- Variaciones y sustituciones.

1.5.3.- Materiales empleados.

1.5.4.- Montajes realizados.

6.5.1.2.- Cálculos justificativos

En este apartado deberá justificarse el reparto de masas por eje con la reforma efectuada.

Como norma general deberá justificarse el cálculo del sistema de fijación de cualquier elemento añadido y en el caso de sustituciones, sólo cuando no se utilicen los sistemas de fijación originales. Se deberá incluir un análisis de esfuerzos (cortantes, flectores, etc.) y de resistencia de los nuevos elementos.

Si cualquiera de las reformas afecta a la seguridad del vehículo o a la acción de este sobre el medio ambiente, se deberá analizar la reforma de manera integral, comprobando que se mantengan las condiciones exigibles.

6.5.1.3.- Pliego de condiciones

Se recogerá toda la normativa aplicada al proyecto, cumplimentando los siguientes puntos:

3.1.- Calidad de los materiales empleados.

3.2.- Normas de ejecución.

3.3.- Certificados y autorizaciones.

6.5.1.4.- Presupuesto

Se redactará un presupuesto que recoja los recursos empleados tanto en los materiales como en la mano de obra de todas las personas o instituciones implicadas en el proyecto.

6.5.1.5.- Planos

Para finalizar el proyecto técnico se deberán entregar todos los planos en formato normalizado empleados en la reforma, incluyendo en ellos lo siguiente:

- Esquema del vehículo y sus características fundamentales antes de la reforma.
- Esquema del vehículo y sus características fundamentales después de la reforma.
- Detalles constructivos.

Cualquier equipo o sistema modificado, sustituido o incorporado, debe ser identificado indicando sus referencias (marca, modelo, número de homologación o marcaje). Las referencias existentes se



incluirán en el informe de conformidad, en el proyecto técnico y en el certificado del taller debiendo coincidir con la modificación, sustitución o incorporación que se haya realizado.

6.5.2.- Certificado de dirección final de obra.

En este apartado, deberá identificarse: técnico competente, el vehículo (marca, tipo, variante, denominación comercial, número de identificación, matrícula y una o varias fotografías del vehículo después de la reforma), reformas realizadas y taller donde se han ejecutado las reformas. Las fotografías deben mostrar el aspecto general del vehículo y los detalles de la reforma realizada.

El certificado de dirección final de obra debe estar identificado de forma inequívoca en todas sus páginas, con las páginas numeradas e indicando en todas ellas el número final de páginas, incluyendo los anexos. Además, hará referencia a la identificación del proyecto.

Se certificará que se han efectuado las reformas en el vehículo referenciado, de acuerdo a los actos reglamentarios aplicables a cada una de ellas y según el informe de conformidad, el proyecto técnico y la documentación adicional correspondientes.

6.5.3.- Informe de conformidad.

En el Anexo II del Real Decreto 866/2010, del miércoles 14 de julio de 2010, se especifica un modelo de informe de conformidad expuesto en la siguiente figura:

ANEXO II

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.

Figura 31: Informe de conformidad según Anexo II

Para cumplimentar el informe de conformidad, se deberá tener en cuenta si la transformación de un vehículo implica distintas reformas, en este caso el emisor del informe deberá identificarlas mediante los códigos de reformas asignados en el Manual.

A los efectos de la firma del informe de conformidad para vehículos completados, se entenderá por fabricante tanto el del vehículo base como el del vehículo completado. El fabricante del vehículo base informará exclusivamente sobre las reformas que afecten a los AR de los que es titular, pudiendo usar información de Actos Reglamentarios, Conjuntos Funcionales o Informes H de los que no sea titular.

Cuando el emisor del informe de conformidad sea el fabricante del vehículo de última fase, se deberá basar en otros informes emitidos por fabricantes de sucesivas fases o por un Servicio Técnico, en el caso de que algunas reformas afecten a determinados AR de los que no sea titular. Para la tramitación de las reformas, el usuario presentará ante los órganos de la Administración competente en materia de Inspección técnica de vehículos el informe emitido por los fabricantes de fases anteriores, que mantendrán el formato del informe de conformidad establecido en el Anexo II del real decreto 866/2010, de 2 de julio.

En este informe de conformidad, deberán describirse los equipos modificados, sustituidos o incorporados indicando las características esenciales de cada uno para que permitan identificarlos durante la inspección. Se deberá especificar claramente su afección a cada CR.

Cualquier equipo o sistema modificado, sustituido o incorporado, debe ser identificado indicando sus referencias (marca, modelo, número de homologación o marcaje).

6.5.4.- Certificado de Taller

El certificado de taller deberá realizarse según el modelo del Anexo III del Real Decreto 866/2010.

Se debe especificar en el apartado de Observaciones la identificación de los equipos o sistemas modificados, garantizando que se cumple lo previsto en el artículo 6 del Reglamento General de vehículos y, en su caso, en el artículo 5 del Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero (por el que se regula la actividad industrial en talleres de vehículos automóviles, de equipos y sus componentes).

Cualquier equipo o sistema modificado, sustituido o incorporado, debe ser identificado indicando sus referencias (marca, modelo, número de homologación o marcaje).

A continuación se muestra una figura con el modelo especificado en el Anexo III:

ANEXO III

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.

Figura 32: Certificado de taller según Anexo III

6.6 Documentación adicional.

En este apartado se especificará toda la documentación necesaria para completar la información sobre la reforma realizada en el vehículo.

6.7 Conjunto funcional.

El firmante del informe de conformidad según Anexo II verificará que la reglamentación objeto de evaluación del conjunto funcional se encuentra actualizada en la fecha de ejecución de la reforma. En caso contrario, no se autorizará la reforma mientras no se actualice la vigencia de dicho conjunto funcional.

Cuando el conjunto funcional pierda su vigencia, la Autoridad de Homologación podrá actualizarlo presentando el informe del servicio técnico que realizó los ensayos iniciales y un permiso del fabricante del conjunto funcional inicial.

En el caso de una reforma amparada por un conjunto funcional autorizado por la Autoridad de Homologación, no será necesaria la presentación del proyecto técnico y la certificación final de obra.

Los kits en los vehículos que hayan sido autorizados por la Autoridad de Homologación y cumplan con los AR marcados en la columna 3 del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, se actualizarán a conjunto funcional previo informe del servicio técnico, mediante resolución de este Ministerio.

6.8 Inspección específica. Puntos a verificar.

En ella se incluyen los puntos a verificar por la estación ITV y su correspondencia con los capítulos del Manual de Procedimientos de Inspección de las Estaciones ITV.

La última revisión, y por lo tanto la que tiene vigencia es la 7.1.1, publicada el 1 de noviembre de 2016.

En todos los casos será obligatoria la identificación del vehículo según capítulo 1 de dicho Manual. Además de la identificación del vehículo, deberán verificarse según los apartados del Manual de procedimientos indicados para cada CR, aquellos subapartados que hayan podido verse afectados por la reforma. Si el CR requiere algún capítulo que comporta la utilización de equipo de la línea de inspección, deberá realizarse la prueba correspondiente.

Será responsabilidad del titular presentar el vehículo a inspección en las condiciones que permitan el correcto tarado del mismo y, por tanto, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- El vehículo deberá encontrarse frenado, sin carga ni ocupantes.
- El depósito de combustible deberá estar lleno. En caso contrario, y cuando se pueda estimar fácilmente el volumen que realmente se halla en el depósito, y el volumen total del depósito, se estimará la cantidad de combustible que falta. La masa correspondiente se calculará utilizando las siguientes densidades:
 - Gasolina: 740 kg/m³
 - Gasoil: 850 kg/m³
 - GLP (gas licuado del petróleo): 560 kg/m³
- El vehículo deberá disponer de todos los elementos y accesorios necesarios para su funcionamiento, o que formen parte del vehículo. En el caso de auto caravanas, los depósitos de agua limpia deberán estar llenos. Se puede aplicar el mismo criterio de estimación de masa, aplicando una densidad de 1.000 kg/m³.
- El vehículo deberá estar provisto, en su caso, de rueda de repuesto.
- Los vehículos industriales deberán estar provistos, en su caso, de caja de herramientas, extintores y cuñas.



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

En este apartado se incluye la anotación tipo para cumplimentar las tarjetas ITV tras la legalización de la reforma en forma de tabla.

En general, cualquier variación de las características técnicas del vehículo, como resultado de la reforma (masas, dimensiones, tara, etc.) deberá indicarse en la Tarjeta ITV. Estas indicaciones se adaptarán a los modelos que se especifican en cada uno de los CR.

6.10 Información adicional.

Por último, en este apartado se exponen las aclaraciones o requisitos adicionales a cada CR.

CAPÍTULO 7:

DISEÑO Y CÁLCULO DE ELEMENTOS

Por su método de diseño tan versátil y cómodo, además de las múltiples opciones adicionales que ofrece, se ha escogido el software de Solid Works para el diseño del soporte del diferencial y para el cálculo y comprobación de las solicitaciones que se ejercerán sobre este elemento y sobre la nueva horquilla del cardan.

La versión utilizada es la del Solid Works 2016, cuya licencia de estudiante ha sido proporcionada por la base de datos del software de la Universidad Politécnica de Valencia.

7.1 Diseño del soporte para el diferencial

El soporte a diseñar, deberá contener 4 agujeros sobre los que se acoplará la carcasa del diferencial del RZR. Los centros de los agujeros deberán coincidir con las esquinas de un cuadrado de 10 x 6 cm, y su diámetro deberá de ser de 8 mm para que los tornillos de sujeción puedan atravesarlo.

Además se deberá recortar un hueco de 7 x 3 cm en el centro de los agujeros para evitar que la parte más baja de la carcasa roce con el soporte.

Para facilitar la fabricación de este soporte en el taller, se escogerá una placa de espesor acorde al diseño final y se realizarán estos agujeros sobre ella. Posteriormente se soldarán cuatro pletinas también perforadas con un diámetro de 8 mm que se acoplarán mediante tornillos a las instaladas en el chasis del buggy.

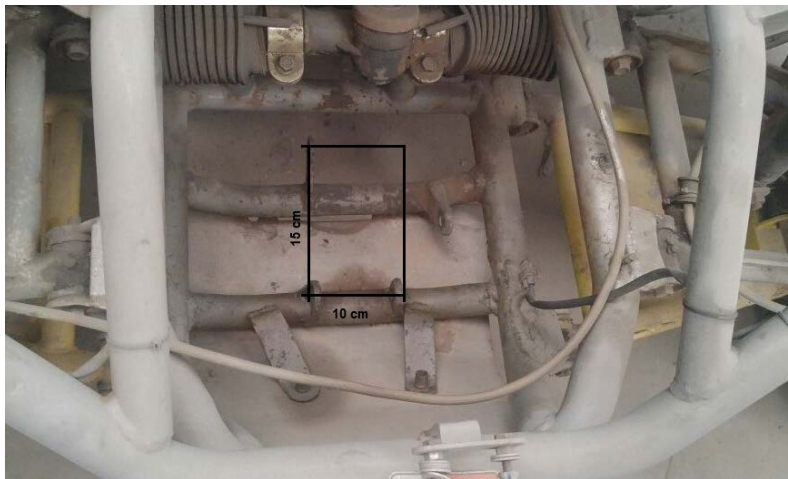


Figura 33: Detalle de dimensiones del soporte

7.1.1.- Diseño inicial

Los espesores de chapa más comunes disponibles en los talleres son de 2, 4 y 6 mm. La elección inicial fue la de diseñar el soporte con una chapa de 6 mm de espesor.

Tras trazar un dibujo aproximado del diseño, teniendo en cuenta los parámetros anteriormente explicados, se simuló la estructura en Solid Works obteniendo la siguiente geometría:

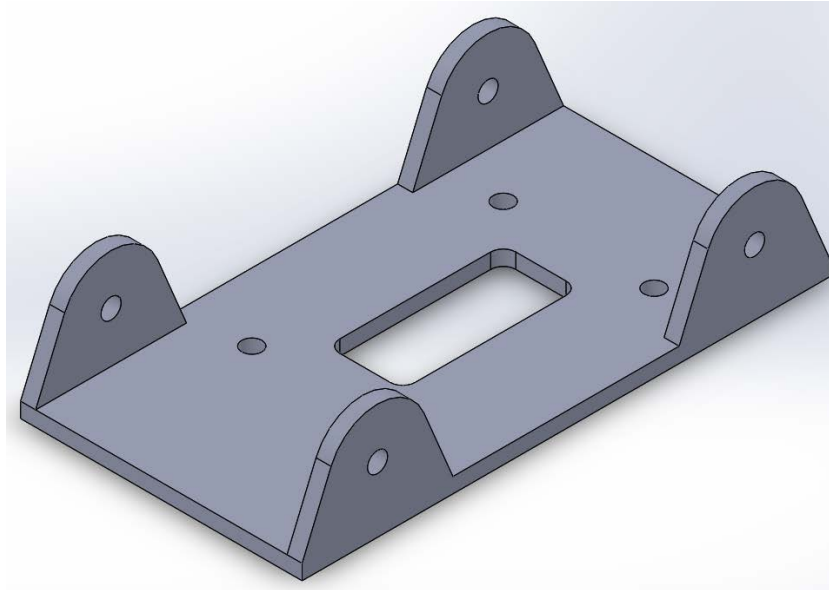


Figura 34: Soporte inicial (e=6 mm)

Sin embargo, cuando se aplicaron las cargas provocadas por el peso del diferencial (explicadas en el proyecto de homologación anexo 1 apartado 1.5.1) se comprobó que incluso con la sollicitación más extrema se obtenía un valor de tensión máxima de Von Mises muy por debajo del límite elástico.

El peso del diferencial generará una fuerza de $8,6 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 84,366 \text{ N}$

Esta fuerza provocará una tensión de Von Mises máxima de $2,32 * 10^6 \text{ N/m}^2$, muy inferior al límite elástico del material ($6,2 * 10^8 \text{ N/m}^2$).

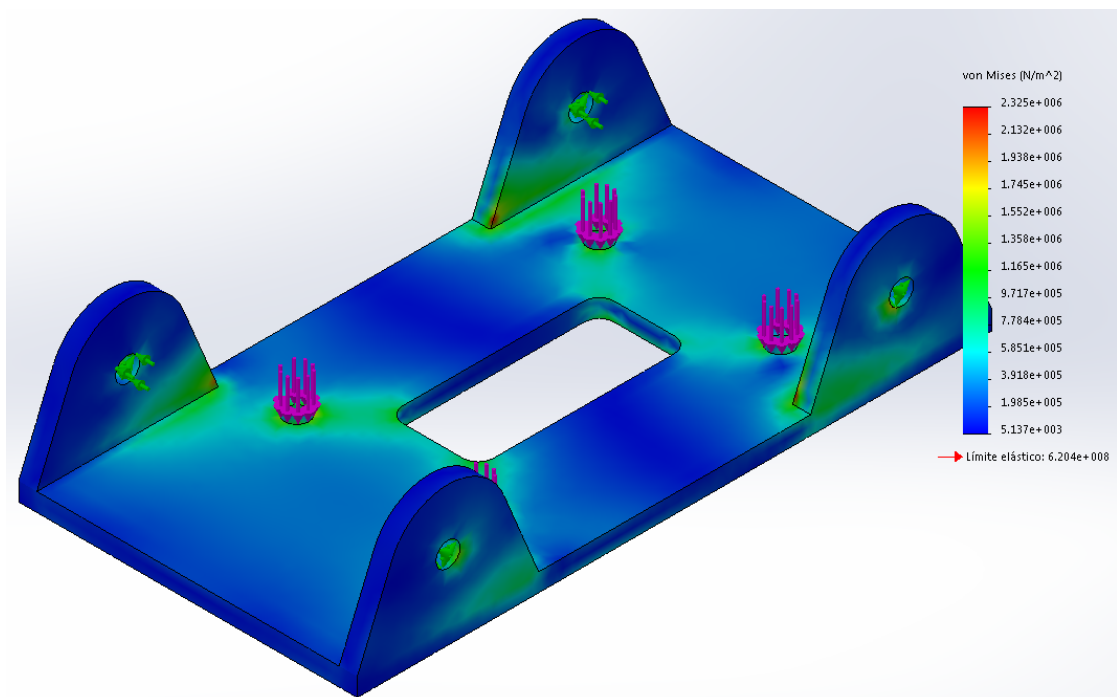


Figura 35: Von Mises 1 (espesor 6 mm)

Si aplicamos un trazado de coeficientes de seguridad según la tensión de Von Mises, calculados cumpliendo la siguiente expresión, obtenemos un factor mínimo de 267:

$$\frac{\sigma_{vonMises}}{\sigma_{Limit}} < 1$$

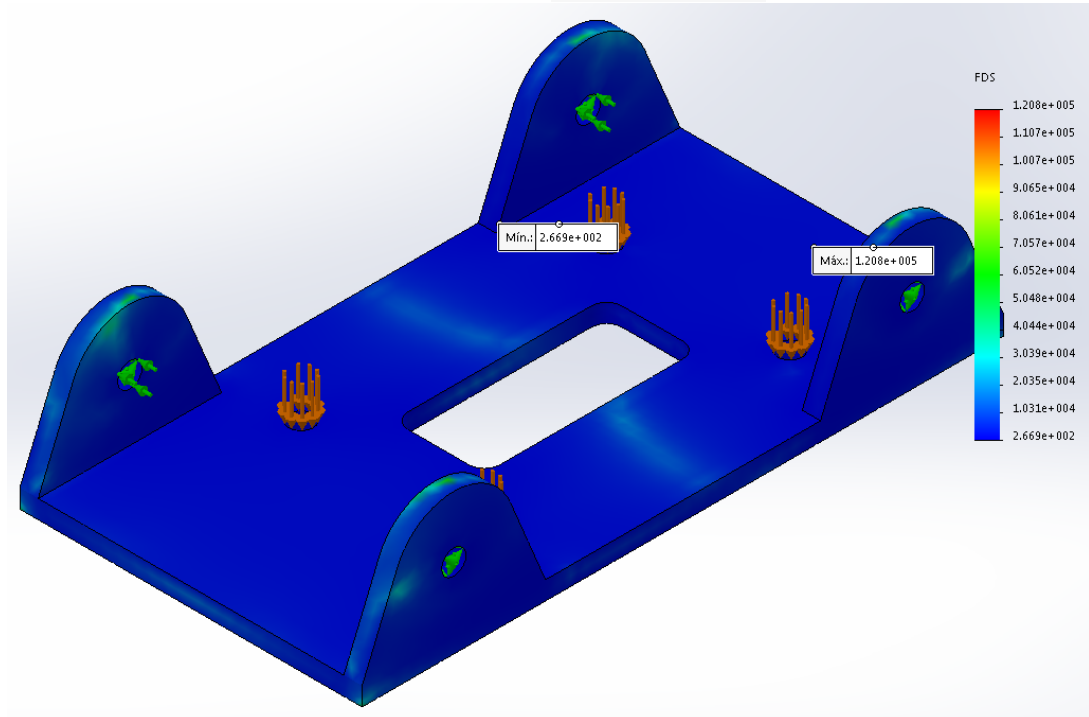


Figura 36: FDS 1 (6 mm)

Este gran margen entre la tensión máxima y el límite elástico del material (a partir del cual toda deformación sufrida por este sería irreversible) nos permitió contemplar la opción de diseñar un soporte empleando menos material. Por ello, a fin de abaratar costes en materiales, se decidió rediseñar el soporte en base a una chapa de 4 mm de espesor.

7.1.2.- Diseño definitivo

La geometría obtenida al reducir el espesor a 4 mm fue la siguiente:

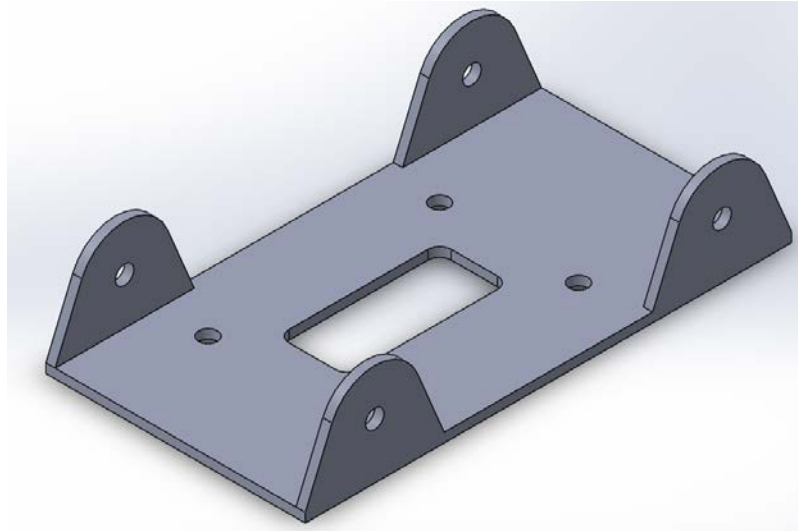


Figura 37: Soporte final (e=4 mm)

Tras seleccionar el acero aleado disponible en Solid Works con las características reflejadas en la siguiente tabla, se realizaron los análisis de carga:

| Propiedad | Valor | Unidades |
|-----------------------------------|----------|-------------------|
| Módulo elástico | 210000 | N/mm ² |
| Coefficiente de Poisson | 0,28 | N/D |
| Módulo cortante | 79000 | N/mm ² |
| Densidad de masa | 7700 | Kg/m ³ |
| Límite de tracción | 723,8256 | N/mm ² |
| Límite elástico | 620,422 | N/mm ² |
| Coefficiente de expansión térmica | 1,3e-005 | /K |
| Conductividad térmica | 50 | W/(m·K) |
| Calor específico | 460 | J/(Kg·K) |

Tabla 6: Características del acero aleado

Como primera comprobación, se utilizó el análisis estático de esfuerzos de Solid Works. Debido a los 8,6 Kg de peso del diferencial, se aplicó una carga de $8,6 * 9,81 = 84,366 \text{ N}$ repartida sobre los 4 orificios inferiores, donde apoyará el diferencial.

Los puntos de anclaje se situaron sobre los 4 orificios de las pletinas verticales, configurando las sujeciones con la opción del programa de bisagra rígida, debido a que el soporte se anclará en estos agujeros con tornillos pasantes que no roscarán sobre él.

Posteriormente, se hizo un cálculo aproximado de la fuerza que generaría el diferencial sobre el soporte en el caso de realizar un salto en el que el despegue del suelo fuese de 0,5 m. Este cálculo está detallado en el apartado 1.5.1 del anexo 1.

Se obtuvo una fuerza de 269,35 N, con la que se estimó un coeficiente de seguridad mínimo de 15. Este valor es bastante elevado pero al tratarse de un vehículo diseñado para circular por terrenos fuera del asfalto, y haber realizado el cálculo basándonos en estimaciones, se considera que el diseño del soporte es el adecuado para la función que deberá desempeñar.

Como comprobación final se diseñó un ensamblaje más similar a la acción real de la carcasa sobre el soporte diseñado. Este modelo también cumplió el límite elástico y con ello se dio por válido el diseño realizado.

Todas las simulaciones y comprobaciones realizadas sobre la pieza se encuentran detalladas en el apartado 2) de la sección 1.5.1 (Proyecto técnico) 1.5.1 del anexo 1.

7.2 Simulación de la horquilla del cardan

La horquilla encargada de unir la junta cardan del eje central de transmisión con el diferencial delantero, ya estaba prediseñada. Sin embargo, al ser un nuevo elemento incorporado en la transmisión del buggy, se decidió simularla y comprobar si la pieza es la adecuada para esta función.

Gracias a la información sobre las dimensiones de la pieza, proporcionada por Buggy Xtreme Valencia, se creó el siguiente modelo de horquilla utilizando Solid Works:

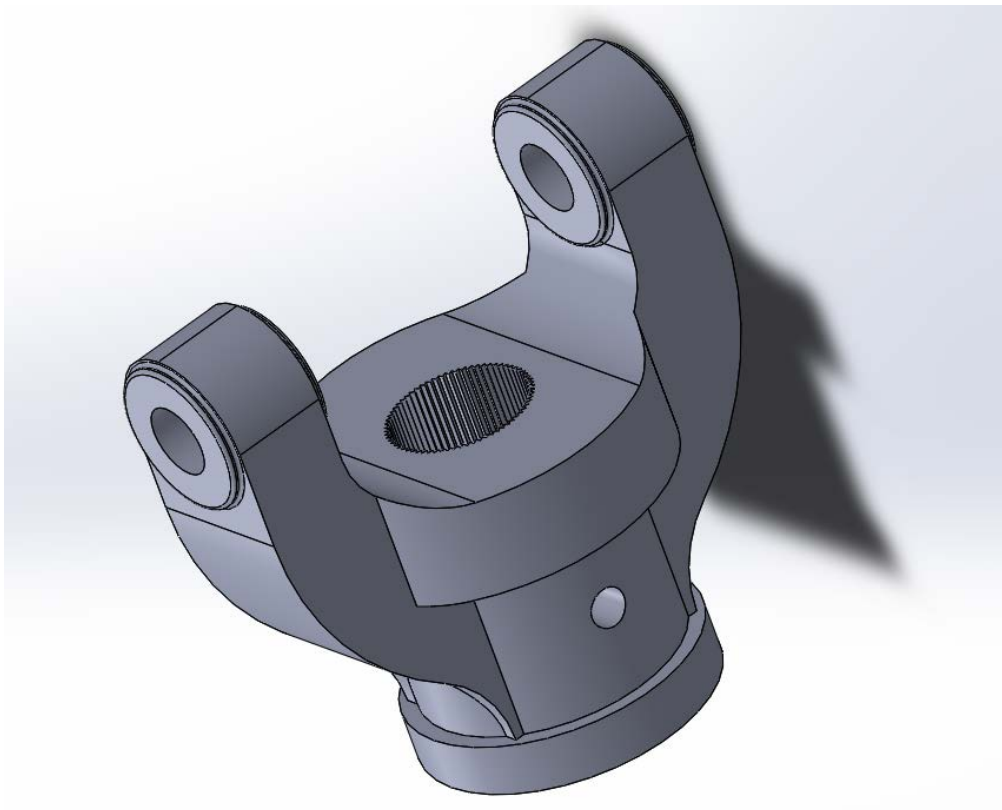


Figura 38: Simulación de horquilla

Una vez definido, se le aplicó el material más similar a sus características reales contenido en la librería del programa, el acero inoxidable recocido 201.

Para llevar a cabo la simulación de esfuerzos, se consideró el orificio estriado donde se conecta el diferencial delantero como una unión rígida, restringiendo todos sus grados de libertad. Este caso es incluso más extremo que cualquiera que se vaya a dar en su vida útil, debido a que el diferencial delantero siempre permitirá cierto grado de juego entre el cardan y las ruedas, reduciendo los esfuerzos recaídos sobre este componente.

Se calculó el máximo par al que se podrá ver sometido, correspondiente con el máximo par del motor (24,5 Nm) en la marcha más corta disponible en la caja de transmisiones. Este cálculo está especificado en el anexo 1 apartado 1.5.1, y se obtuvo un par de 222,705 Nm.

Una vez aplicado el par torsor sobre los orificios de acople con la junta cardan se obtuvo una tensión máxima de Von Mises de $1,19 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, por debajo del límite elástico:

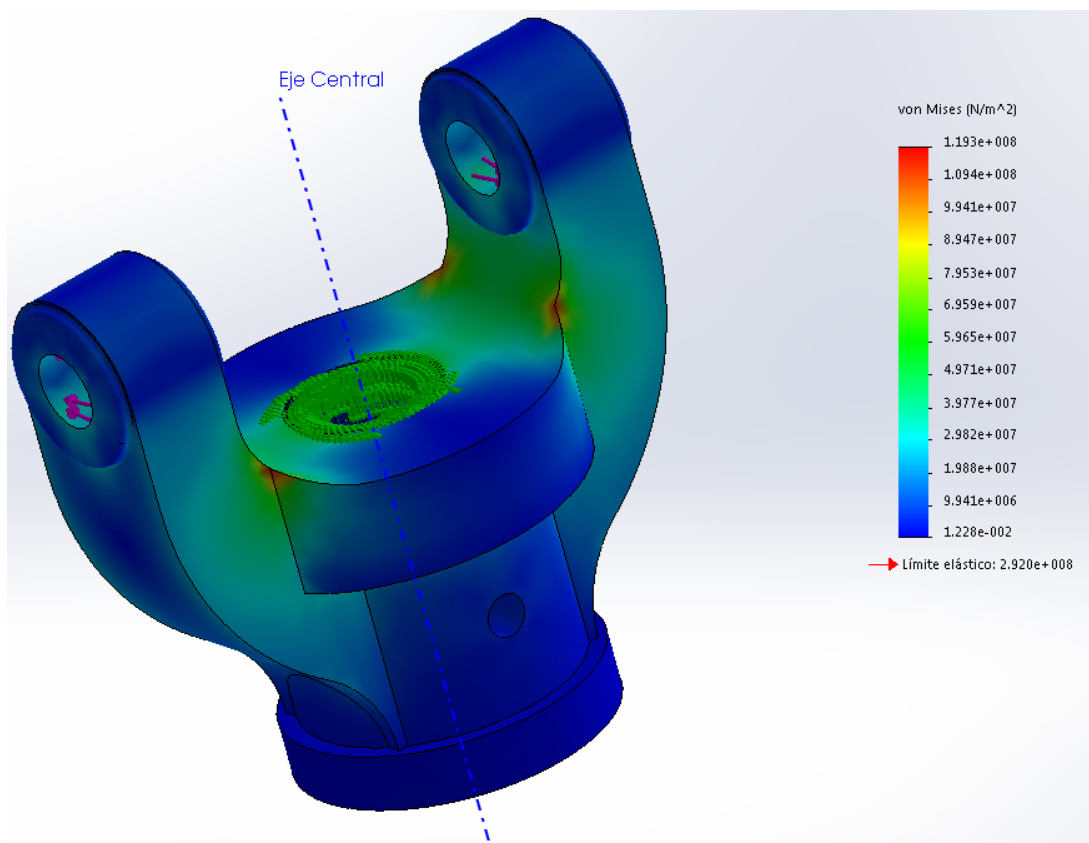


Figura 39: Von Mises Horquilla

El mínimo coeficiente de seguridad obtenido fue de 2.45, y teniendo en cuenta que nunca se dará una situación de esfuerzos superior a esta se considera que la pieza es apta para la función de transmitir el par desde el diferencial trasero hasta el delantero cuando se active la tracción total a las 4 ruedas.

Todas las simulaciones y comprobaciones realizadas sobre la pieza se encuentran detalladas en el apartado 2) de la sección 1.5.1 (Proyecto técnico) del anexo 1.

CAPÍTULO 8:

PRESUPUESTO

En este capítulo, se detallan los costes de todas las piezas y materiales empleados, además del coste invertido en las horas de trabajo del ingeniero técnico, los empleados de taller y el laboratorio de homologación.

También se ha incluido el coste del software empleado para el diseño y cálculo de los componentes, ya que aunque en este caso se ha utilizado una licencia de estudiante para Solid Works la versión original tiene un coste de 549 €.

El precio estimado por hora para el ingeniero ha sido de 35 € y el coste por hora de taller de 30 €.

Todos los precios expuestos en la tabla llevan el IVA incluido.

| Objeto | Unidades | Coste/Ud. € | Coste total |
|--|----------|--------------|-----------------|
| Horas de recopilación de información | 15 | 35 | 525 |
| Horas en desarrollo del proyecto de homologación | 20 | 35 | 700 |
| Horas en diseño de componentes | 10 | 35 | 350 |
| Software empleado | 1 | 549 | 549 |
| Diferencial delantero RZR 570 | 1 | 1875,5 | 1875,5 |
| Diferencial trasero RZR 570 | 1 | 3993 | 3993 |
| Horquilla de conexión cardan | 1 | 172 | 172 |
| Placa de acero aleado (210x112x4 mm) | 1 | 6 | 6 |
| Pletinas de acero aleado (60x40x4 mm) | 4 | 3 | 12 |
| Rueda Maxxis 26 x 8 - 12 | 2 | 116,52 | 233,04 |
| Rueda Maxxis 26 x 10 - 12 | 2 | 154,17 | 308,34 |
| Motor CF188 | 1 | 3811,5 | 3811,5 |
| Horas de taller | 20 | 30 | 600 |
| ITV | 1 | 24,54 | 24,54 |
| Laboratorio de homologación | 1 | 100 | 100 |
| | | Total | 12734,92 |

Tabla 7: Presupuesto



**Cálculo y diseño de las reformas de
importancia a implementar en un vehículo
de transporte de pasajeros diseñado como
Buggy**

PROYECTO TÉCNICO DE
HOMOLOGACIÓN

ANEXO 1:

HOMOLOGACIÓN DE DIFERENCIALES

En este anexo se recogen los procedimientos y tramitación de la reforma referente a la transmisión, estructurados según se recoge en el capítulo II.VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS L, QUADS Y UTV del Manual de Reformas de Vehículos cuya aplicación entró en vigor el 1/1/2017.

1.1 Grupo

Grupo N°3. Transmisión.

Código de reforma: 3.4.- Modificaciones que afecten al sistema de transmisión

1.2 Descripción

La modificación corresponde al apartado 3.4 referente a modificaciones de las características o sustituciones en los elementos de transmisión por otros diferentes desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas.

1.3 Campo de Aplicación

Según la tabla recogida en el manual, este código reglamentario recoge la posibilidad de realizar la reforma para vehículos categorizados como L7e.

1.4 Actos Reglamentarios

Este código de reforma comprende los siguientes actos reglamentarios (AR):

| ACTOS REGLAMENTARIOS | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| Sistema afectado | Referencia | Aplicable a | | | | | | | | |
| | | Quad | UTV | L1e | L2e | 3e L | 4e L | 5e L | 6e L | L7e |
| Frenado | 93/14/CEE | (2) | (2) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) |
| Velocidad máxima | 95/1/CE | - | (1) | (1) | (1) | - | - | - | (1) | - |
| Instalación de neumáticos | 97/24/CE Capítulo 1 | (2) | (2) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) |
| Emisiones contaminantes | 97/24/CE Capítulo 5 | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Nivel sonoro | 97/24/CE Capítulo 9 | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Velocímetro | 2000/7/CE | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |

Tabla 8: Actos reglamentarios CR 3.4

Todos estos AR serán verificados por la autoridad de homologación, en este caso proponemos el Servicio Técnico de Reformas de Automóviles de Valencia, SETRAV.

Las emisiones contaminantes no se verán afectadas ya que al sustituirse ambos diferenciales por otros de mayor calidad no solo no habrá un aumento de contaminación acústica, sino que incluso descenderá.

La velocidad máxima no es de aplicación para la categoría L7e, sin embargo, cuando se realice el proyecto completo variando la dimensión de las ruedas, esta se mantendrá constante.

Como el velocímetro del LK500 es digital, bastará con utilizar un dispositivo GPS que calcule la velocidad para ajustar los valores a la nueva relación de transmisión.

1.5 Documentación Necesaria

Esta reforma implica la presentación de un proyecto técnico, certificación de final de obra, informe de conformidad y certificado de taller.

No será necesaria la presentación de documentación adicional.

1.5.1 Proyecto Técnico

1) Objeto

Técnico competente: Jorge Barragán Nadal

Vehículo:

| | |
|----------------|--------------------|
| Modelo | Buggy LK500 |
| Nº de bastidor | 000 936 026 – 0001 |
| Matrícula | 5225 FRW |

Tabla 9: Identificación del LK500

1.1) Antecedentes

De acuerdo con el Real Decreto 866/2010, del 2 de julio, la reforma a tramitar está catalogada según el apartado 3. Transmisión.

El motivo de dicha reforma es la mejora del sistema de transmisión del vehículo, ya que la transmisión de serie no era capaz de soportar los esfuerzos a los que se sometía.

1.2) Características del vehículo antes de la reforma

Según el formato de ficha reducida contemplado en la Parte II del RD 750/2010 para vehículos de categoría L, la reforma afecta a:

| Ficha reducida. Vehículos de categoría L | | | |
|--|------------|------------|----------|
| Datos | Incompleto | Completado | Completo |
| TRANSMISIÓN | | | |
| Embrague (tipo) | X | X | X |
| Caja de cambios (tipo) | X | X | X |
| Nº de relaciones | 2 | 2 | 2 |
| Relación final | 0.0479 | 0.0479 | 0.0479 |
| Relación de transmisión | 0.2727 | 0.2727 | 0.2727 |

Tabla 10: Ficha reducida previa a la reforma

1.3) Características del vehículo después de la reforma

Una vez realizada la reforma, la ficha reducida de características correspondiente queda:

| Ficha reducida. Vehículos de categoría L | | | |
|--|------------|------------|----------|
| Datos | Incompleto | Completado | Completo |
| TRANSMISIÓN | | | |
| Embrague (tipo) | X | X | X |
| Caja de cambios (tipo) | X | X | X |
| Nº de relaciones | 2 | 2 | 2 |
| Relación final | 0.0479 | 0.046 | 0.046 |
| Relación de transmisión | 0.262 | 0.262 | 0.262 |

Tabla 11: Ficha reducida posterior a la reforma

1.4) Descripción de la reforma**1.4.1.- Desmontajes realizados**

Para llevar a cabo la reforma es necesario extraer el diferencial delantero y el trasero.

Inicialmente se desmontan los cuatro ejes de transmisión de los diferenciales con las ruedas.

Posteriormente se extrae el diferencial trasero desacoplándolo del cardan central.

Por último se desmonta el diferencial delantero y una vez fuera del buggy se desacopla la junta cardan.

1.4.2.- Variaciones y sustituciones

Ambos diferenciales y el acople entre el diferencial delantero y la junta cardan serán sustituidos por unos nuevos.

1.4.3.- Materiales empleados

- Soporte Artesanal para diferencial delantero, compuesto por acero aleado.
- Diferencial delantero Polaris RZR 570
- Diferencial trasero Polaris RZR 570

- Acople para diferencial y junta cardan, fabricado en acero inoxidable recocido.

1.4.4.- Montajes realizados

En primer lugar se monta el diferencial trasero soldando el soporte que este incorpora a las barras del bastidor en una posición que permita que los ejes de transmisión trabajen en posición horizontal.

Posteriormente se atornilla el soporte fabricado específicamente para el diferencial delantero en los anclajes originales.

Se acopla la parte trasera del cardan con el acople al diferencial y se introduce el estriado del diferencial delantero en este.

Se introduce el cardan y el diferencial delantero desde el frontal del buggy y se conecta el cardan con el diferencial trasero. A continuación se atornilla el diferencial delantero al soporte.

Por último, se acoplan los cuatro ejes de transmisión con los diferenciales y las ruedas.

2) Cálculos justificativos

Mediante el uso del programa informático Solid Works versión 2016, se han modelado y calculado los componentes empleados en la reforma.

En primer lugar analizaremos los esfuerzos recaídos sobre el nuevo soporte del diferencial delantero con el uso del buggy.

Este diferencial tiene un peso total de 8,6 Kg, pero además de su propio peso debemos tener en cuenta que deberá soportar mayores fuerzas cuando el vehículo esté en circulación.

- Análisis estático: Cuando el buggy esté parado y solo actúe la masa del diferencial sobre el soporte, la tensión se distribuirá de la siguiente forma.

El diferencial generará una fuerza de $8,6 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 84,366 \text{ N}$ sobre los cuatro agujeros de anclaje.

Con la aplicación de esta fuerza se obtuvo una tensión de Von Mises máxima de $5,13 * 10^6 \text{ N/m}^2$ y un factor de seguridad de 121. Este factor es muy elevado, sin embargo, al tratarse de una pieza montada en un vehículo off road se debe considerar que las solicitaciones aumentarán notablemente cuando circule por terrenos abruptos.

Por ello, se decidió realizar un ensayo estático pero con las fuerzas que se generarán cuando el buggy esté en movimiento (relatado en el siguiente punto).

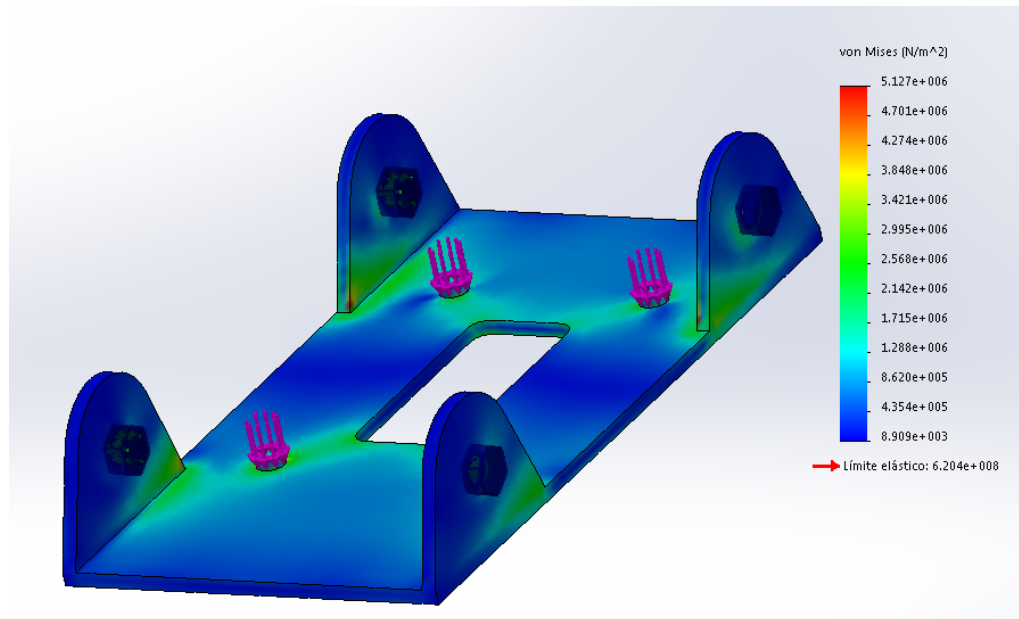


Figura 40: Von Mises 2 (4mm)

- Análisis estático para el buggy en movimiento: cuando el vehículo afronte obstáculos como baches o saltos, la aceleración experimentada por la masa del diferencial será superior a la de la gravedad.

Debido a que el vehículo no está diseñado para realizar grandes saltos, bastará con calcular el esfuerzo soportado por la pieza en el supuesto caso de que el buggy realizase un despegue del suelo de 50 cm.

Con las ecuaciones básicas del MRUA obtenemos el tiempo que tardaría el buggy en aterrizar desde esos 50 cm, despreciando la acción del rozamiento con el aire:

$$X = V_0 * t + \frac{1}{2} * a * t^2 \rightarrow t = \sqrt{0.5 * \frac{2}{9,81}} = 0,32 \text{ s}$$

En esta caída el buggy (unido al diferencial) alcanzaría una velocidad de:

$$V = V_0 + a * t = 0 + 9,81 * 0,32 = 3,13 \text{ m/s}$$

Estimando que debido a la acción de la amortiguación el tiempo que transcurre entre el contacto del buggy con el suelo y la detención total de la velocidad de caída del vehículo es $t = 0,1 \text{ s}$, obtenemos la aceleración negativa que experimentará:

$$a = \frac{V - V_0}{t} = \frac{3,13}{0,1} = 31,32 \text{ m/s}^2$$

Con esta aceleración, el diferencial aplicará una fuerza sobre el soporte de:

$$F = m * a = 8,6 * 31,32 = 269,35 \text{ N}$$

Aplicada sobre el nuevo diseño de 4 mm de espesor obtenemos una Tensión de Von Mises máxima de $3,92 * 10^7 \text{ N/m}^2$:

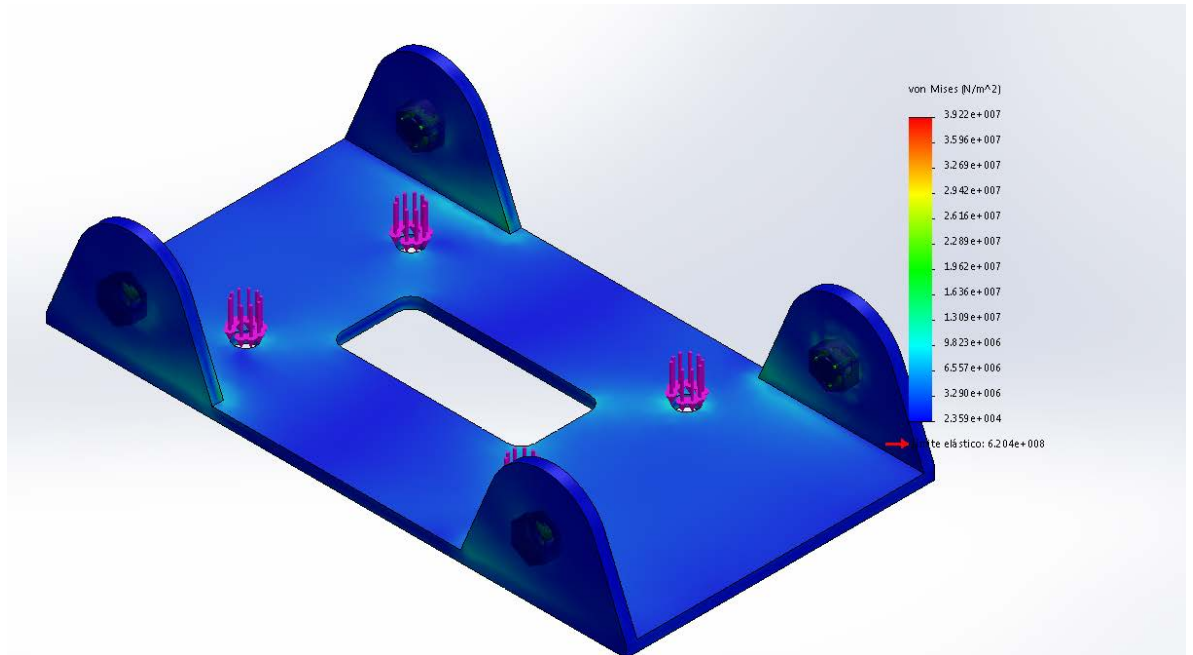


Figura 41: Von Mises (ensayo dinámico)

El factor de seguridad obtenido con esta tensión es de 15.82. Valor más que aceptable para una pieza diseñada con la pretensión de soportar el “mal trato” al que se someten los vehículos diseñados para el off road

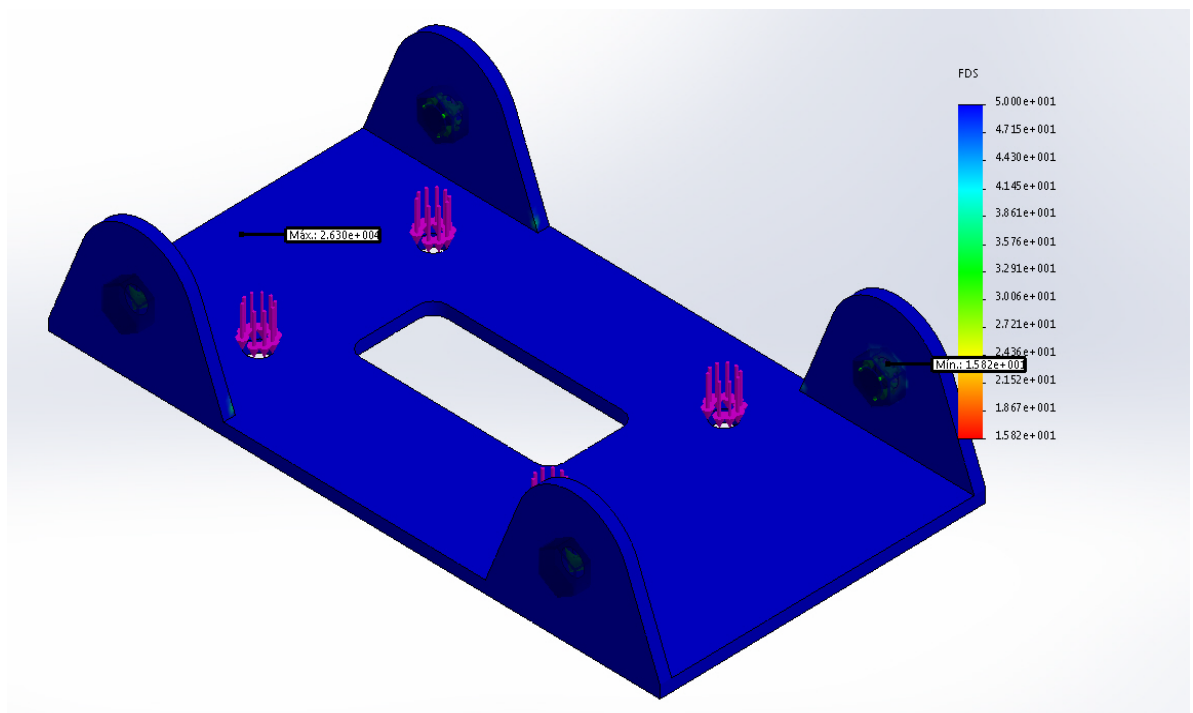


Figura 42: FDS (ensayo dinámico)

Este ensayo puede ayudarnos a investigar cómo se comportará la pieza en condiciones de trabajo. Sin embargo, al no considerarse la unión de la carcasa rígida del diferencial con la placa del soporte, los resultados difieren aún más de la realidad. Por este motivo, se decidió crear un ensamblaje de simulación que aportase resultados más próximos a la realidad.

A continuación se exponen dos figuras ilustrativas en las que se ha disminuido el rango de tensiones para ver con más claridad la diferencia de distribución de tensiones entre el modelo actual y el modelo de ensamblaje que se mostrará en el siguiente punto:

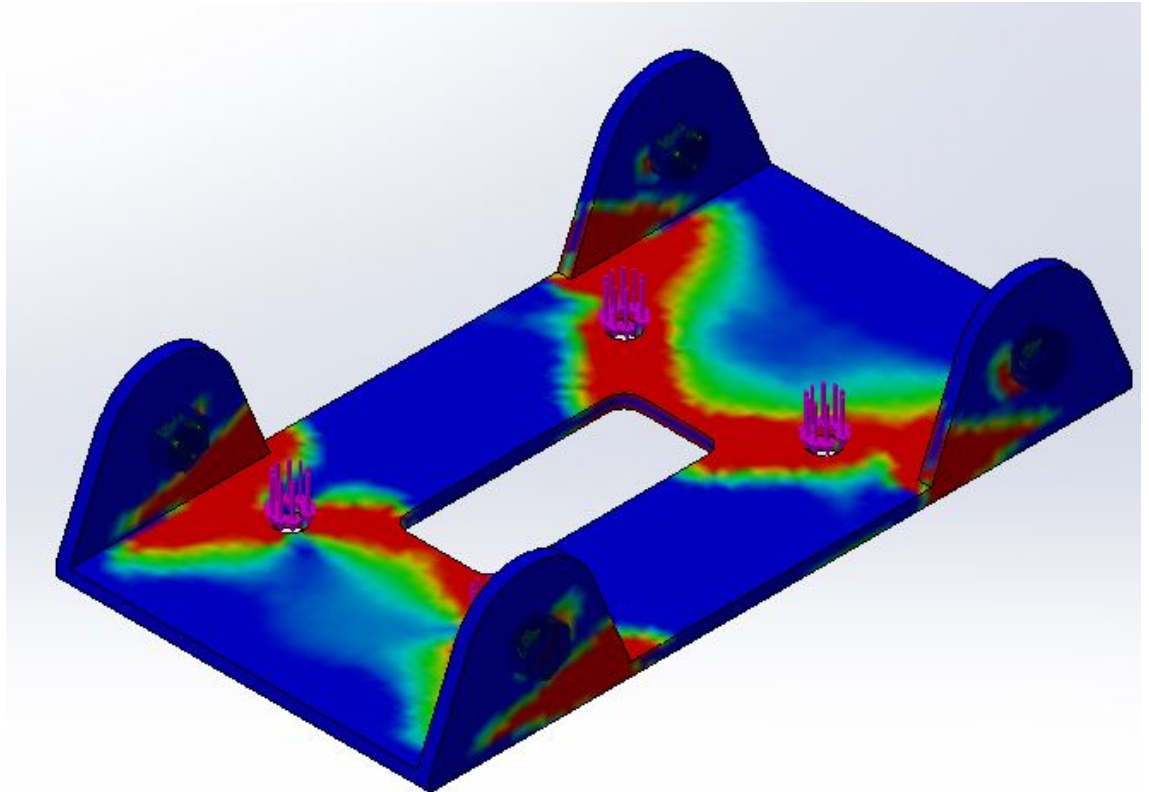


Figura 43: Distribución de tensiones en modelo base

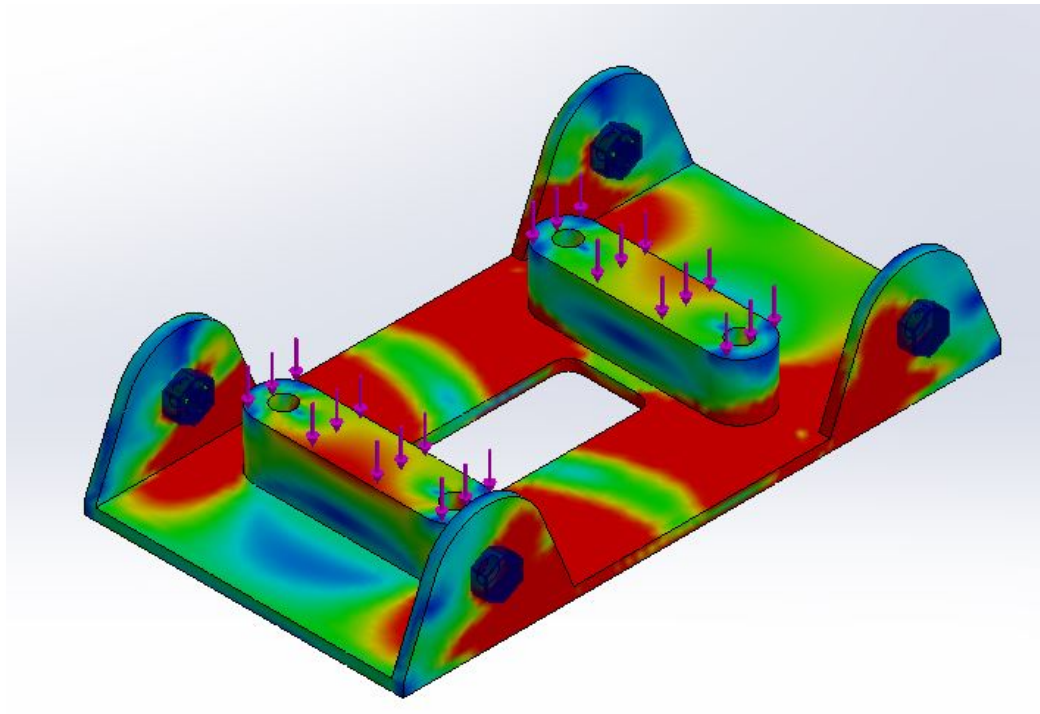


Figura 44: Distribución de tensiones en el modelo ensamblado

- Análisis de ensamblaje: Para llevar a cabo el ensamblaje se diseñaron en Solid Works dos barras que simularían la parte baja de la carcasa del diferencial, donde roscarán los tornillos de sujeción. Tras acoplarlas mediante restricciones a la placa base se obtuvo el siguiente ensamblaje (Nuevos sólidos representados en azul):

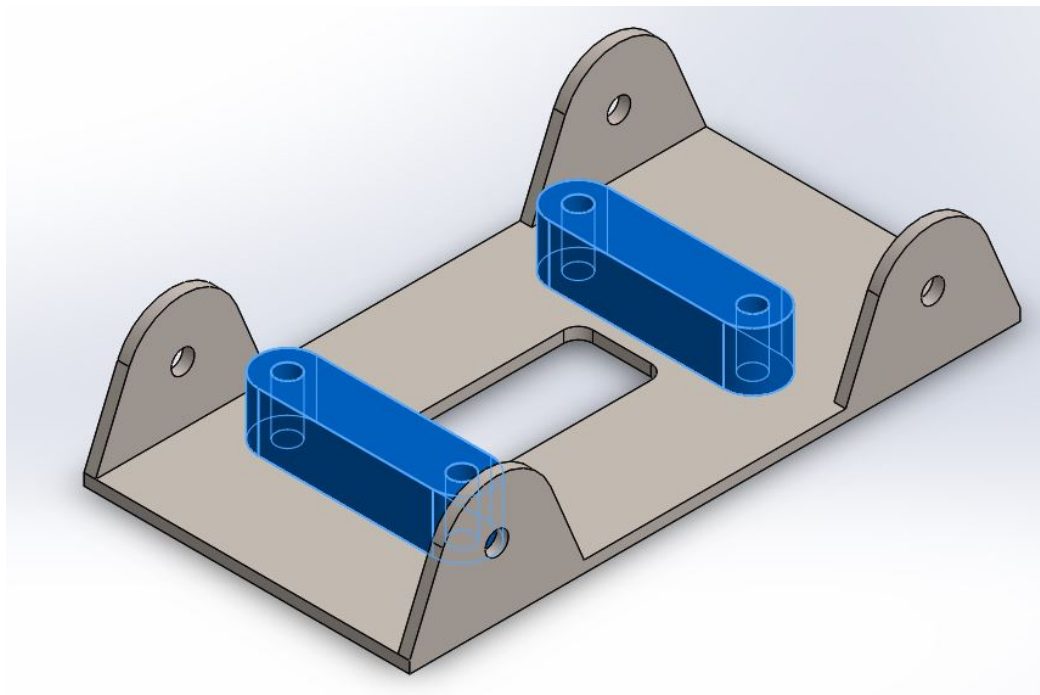


Figura 45: Ensamblaje

Con este modelo más acertado, se obtuvo una tensión de Von Mises máxima de $1,08 * 10^7 \text{ N/m}^2$, que no solo es inferior al límite elástico,

sino que también está por debajo de la calculada en el modelo anterior. Por este motivo se decide que la pieza está correctamente diseñada y cumplirá su función sin presentar deformaciones permanentes a causa de las fuerzas a las que se someta.

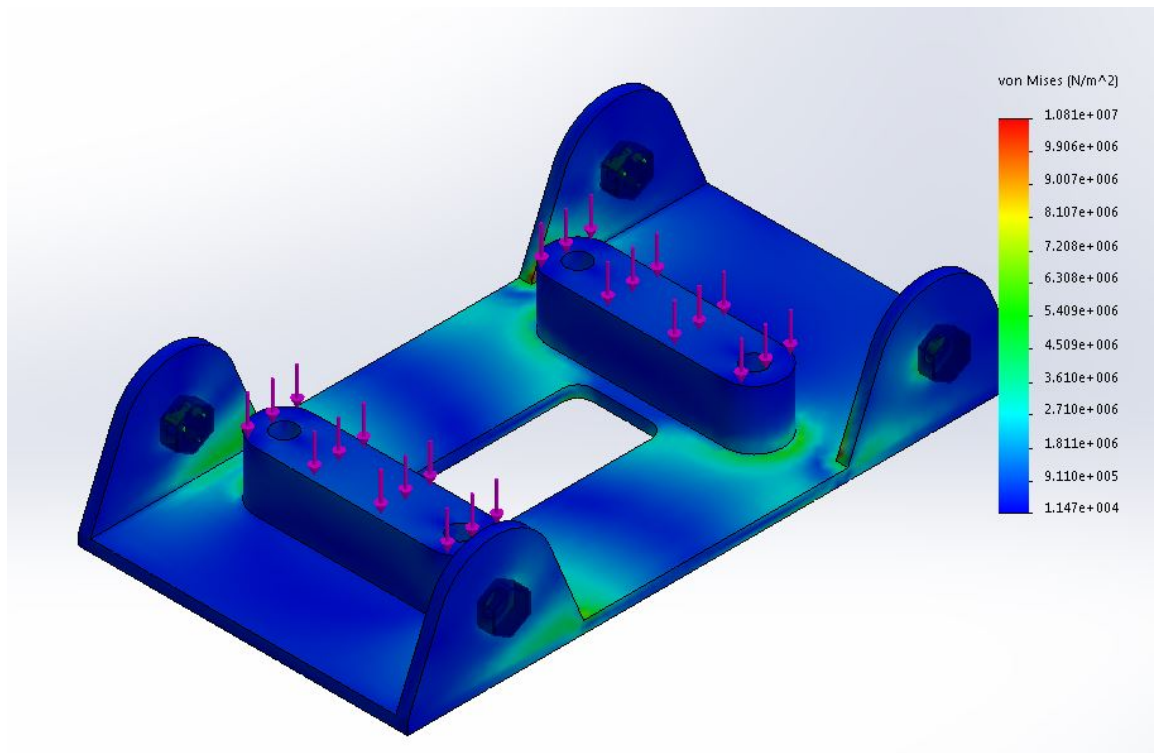


Figura 46: Tensión de Von Mises en el ensamblaje

En segundo lugar, se comprueba la resistencia de la horquilla de conexión entre la junta cardan y el diferencial delantero, para determinar que esta soporte los esfuerzos de torsión a los que se someterá.

Cuando la tracción delantera esté conectada, el cardan transmitirá un par desde el diferencial trasero hasta la horquilla.

En primer lugar calculamos el par transmitido por el diferencial, obviamente haremos los cálculos para la situación de máximo esfuerzo, que se dará con la marcha corta.

| Engranajes | Relación de transmisión |
|-------------------|-------------------------|
| Marcha larga, H | 5,7 |
| Marcha corta, L | 9,09 |
| Diferencial | 3,32 |
| Par Máximo | 24,5 Nm |

Tabla 12: Relaciones de transmisión

$$Par_{Cardan_L} = P_{max} * i_L = 24,5 * 9,09 = 222,705 Nm$$

- Aplicando este par torsor sobre las conexiones del acople en la junta cardan, y considerando la parte que une con el diferencial delantero

como si fuese una unión rígida, obtenemos una tensión máxima de Von Mises de $1,19 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$.

Teniendo en cuenta que el límite elástico de este material es de $2,92 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, podemos comprobar que la pieza soportará la máxima sollicitación ejercida.

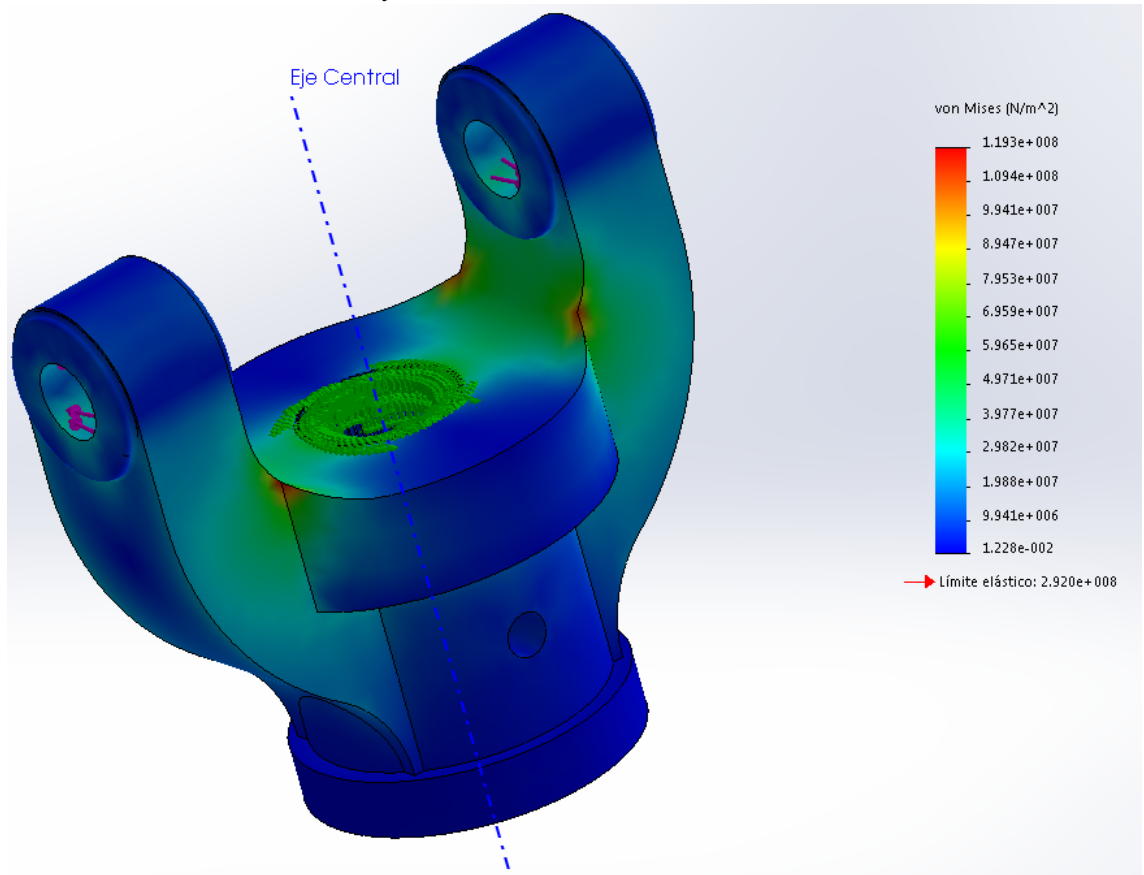


Figura 47: Von Mises Horquilla

- Si generamos un trazado de factores de seguridad, obtenemos un factor de seguridad mínimo en zona más crítica de aproximadamente 2.5. Este factor podría considerarse un poco bajo, sin embargo, hay que tener en cuenta que es casi imposible alcanzar este valor de torsión en la circulación real del buggy. Esto se debe a que al realizar el ensayo hemos considerado que el estriado de la horquilla tiene una unión totalmente rígida e inamovible, cuando realmente estará unida al estriado del diferencial que siempre dará cierto grado de movilidad, reduciendo el esfuerzo.

3) Pliego de condiciones

3.1.- Calidad de los materiales empleados

El material escogido para la realización del soporte es, como para la mayoría de componentes de bastidores, el acero.

Escogemos un tipo de acero aleado, ya que este tiene una buena ductilidad y un alto módulo de elasticidad. Además es uno de los aceros más fáciles de obtener en el mercado y también se caracteriza como el resto de aceros por su buena soldabilidad.

El acero escogido para el soporte tiene las siguientes propiedades:

| Propiedad | Valor | Unidades |
|----------------------------------|----------|-------------------|
| Módulo elástico | 210000 | N/mm ² |
| Coeficiente de Poisson | 0,28 | N/D |
| Módulo cortante | 79000 | N/mm ² |
| Densidad de masa | 7700 | Kg/m ³ |
| Límite de tracción | 723,8256 | N/mm ² |
| Límite elástico | 620,422 | N/mm ² |
| Coeficiente de expansión térmica | 1,3e-005 | /K |
| Conductividad térmica | 50 | W/(m·K) |
| Calor específico | 460 | J/(Kg·K) |

Tabla 13: Características del acero aleado

La horquilla del cardan incorporada está fabricada de acero inoxidable recocido, cuyas características son las siguientes:

| Propiedad | Valor | Unidades |
|----------------------------------|----------|-------------------|
| Módulo elástico | 207000 | N/mm ² |
| Coeficiente de Poisson | 0,27 | N/D |
| Calor específico | 502 | J/(Kg·K) |
| Densidad de masa | 7860 | Kg/m ³ |
| Límite de tracción | 685 | N/mm ² |
| Límite elástico | 292 | N/mm ² |
| Coeficiente de expansión térmica | 1,7e-005 | /K |
| Conductividad térmica | 16,3 | W/(m·K) |

Tabla 14: Características del acero inoxidable

3.2.- Normas de ejecución

En relación a las normas que se deberán seguir para llevar a cabo la reforma en el taller, el técnico competente Jorge Barragán Nadal expone:

1º- Todo el personal que participe en la reforma deberá llevar el equipo de protección pertinente completo (guantes, botas de seguridad, manga larga, careta de soldar cuando se precise..., etc.).

2º- Cuando se proceda a realizar alguna soldadura se deberá desmontar o cubrir cualquier parte con riesgo de inflamabilidad.

3º- Antes de comenzar a desmontar se limpiarán las partes pertinentes de restos de tierra o cualquier otro elemento para que no entorpezca el proceso.

4º- Solo estarán autorizadas para participar en los procesos aquellas personas que pertenezcan a la plantilla del taller.

4) Presupuesto

En cuanto al presupuesto estimado para las piezas se estima un total de 6070 € con IVA incluido:

| Pieza | Referencia | PVP (€) | Total acumulado (€) |
|-----------------------|------------|---------|---------------------|
| Diferencial delantero | 1333285 | 1875,5 | 6070.7 |
| Diferencial trasero | 1333084 | 3993 | |
| Adaptador (yoke) | 3260133 | 172,2 | |
| Soporte diferencial | - | 30 | |

Tabla 15: Presupuesto de diferenciales

El distribuidor escogido es Buggy Xtreme Valencia. El presupuesto completo se expone junto a la otra homologación en la memoria del proyecto general.

5) Planos

Esquema del vehículo con ilustraciones de los diferenciales de serie y ejes de transmisión originales:

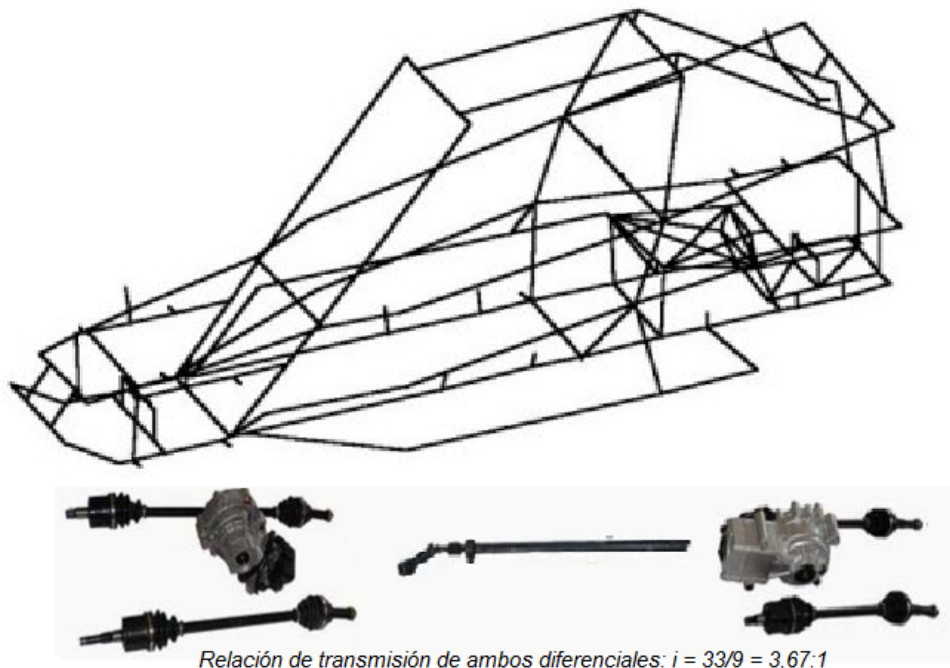


Figura 49: Transmisión original

Esquema del vehículo con ilustraciones de los nuevos diferenciales:

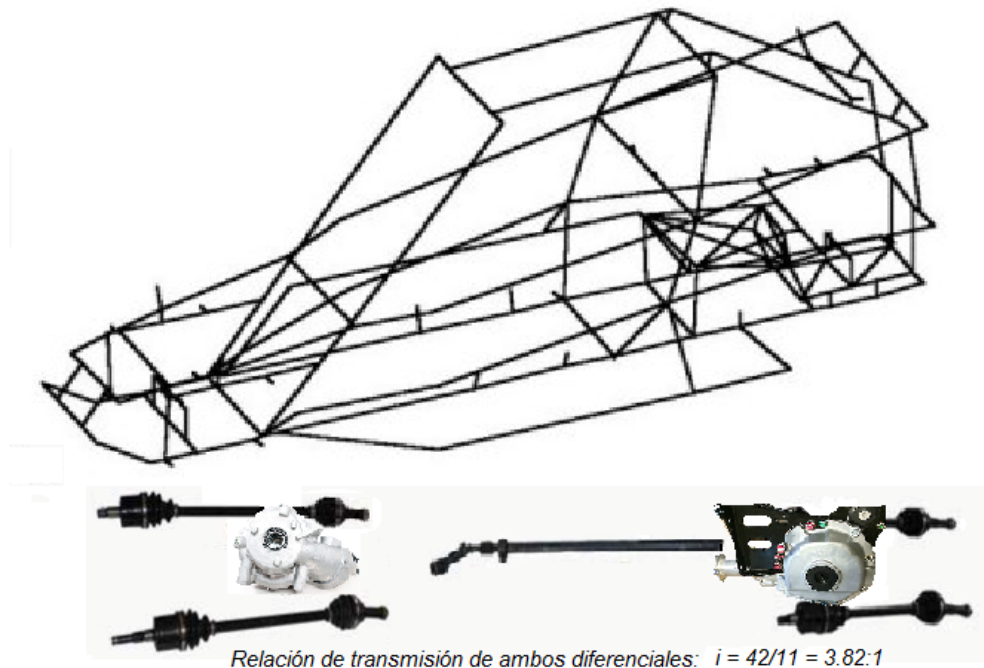


Figura 50: Transmisión modificada

Los planos de las dos piezas incorporadas al vehículo para adaptar los diferenciales, se adjuntan más adelante en formato A4 y escala 1:2.

1.5.2.- Certificado de dirección final de obra

Un ejemplo de lo que se expediría como certificado de obra, tomando como taller el posteriormente descrito sería el siguiente (el documento expuesto carece de aplicación legal):

| | |
|-------------------------------|---|
| <u>Técnico competente:</u> | Jorge Barragán Nadal |
| <u>Vehículo:</u> | |
| <u>Marca y modelo:</u> | Buggy LK500 |
| <u>Categoría:</u> | L7e |
| <u>Homologación:</u> | EEC-e9*2002/24*0292*00 |
| <u>Número de patente:</u> | 000 936 026 – 0001 |
| <u>Matrícula:</u> | 5225 FRW |
| <u>Reforma realizada:</u> | Reemplazo de ambos diferenciales de transmisión |
| <u>Taller de realización:</u> | Carrocerías Bumar S.L. |
| <u>Dirección del taller:</u> | Polígono la Paz C/I parc. 25-26, 44195 Teruel |
| <u>Contacto:</u> | 978611629 |
| <u>Encargado:</u> | Andrés Buzón Velasco |

Fotografías del proceso y finalización de la reforma:



Figura 51: Extracción del diferencial delantero



Figura 52: Extracción del diferencial trasero



Figura 54: Nuevo diferencial trasero instalado



Figura 53: Diferencial delantero instalado y acoplado



Figura 55: Vehículo tras la realización de la reforma

SE CERTIFICA:

Que con fecha 26/05/2017 la reforma de importancia sobre el vehículo con matrícula 5225 FRW se finalizó en las instalaciones de Carrocerías Bumar S.L.

Que se ha cumplido con todos los procedimientos establecidos, bajo la supervisión y el control del encargado de taller Don Andrés Buzón Velasco y el ingeniero técnico capacitado Don Jorge Barragán Nadal.

Que se cumplen los actos reglamentarios aplicables recogidos en el apartado 3.4 del grupo 3.Transmisión, especificado en el segundo capítulo del Manual de Reformas en Vehículos (tercera revisión), donde se expone la información referente a reformas sobre la transmisión del vehículo desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas.

Que el vehículo está terminado y listo para circular por las vías públicas españolas una vez sea aprobado el proyecto de homologación.

Para que conste a los efectos oportunos, se expide el presente certificado en Teruel, a 29 de mayo de 2017.

El técnico competente:



Fdo.: JORGE BARRAGÁN NADAL

****** *Debido a que la reforma completa del buggy precisa de una homologación en la que se incluyen dos códigos de reforma distintos, tanto el informe de conformidad como el certificado de taller en conjunto, incluyendo así todos los CR afectados. Estos documentos se expondrán tras las memorias de ambos procesos de homologación.*

1.6 Documentación adicional

Según el Manual de Reformas de Vehículos, este tipo de reforma no precisa de presentar ningún tipo de documentación adicional.

1.7 Conjunto Funcional

Acorde con el manual de reformas, se ha redactado un informe de conformidad según el Anexo II y un certificado de taller según el Anexo III del Real Decreto 866/2010.

1.8 Inspección específica. Puntos a verificar

Según el Manual de Reformas en Vehículos, para la verificación de esta reforma se deberán verificar los puntos correspondientes al capítulo 8.- Ejes, ruedas, neumáticos y suspensión, del Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones I.T.V.

Debido a que la categorización de nuestro vehículo es la L7e-B2 (Buggy con asientos yuxtapuestos), clasificado según los criterios de construcción del Anexo II R.G.V con 06, se deberán verificar los puntos especificados en el capítulo II.- INSPECCIONES DE VEHÍCULOS DE DOS, TRES RUEDAS, CUADRICICLOS Y QUADS.

Como norma general, identificaremos el vehículo según el capítulo 1.- Identificación, subapartado 1.1- Identificación de dicho Manual de Procedimiento:

a) ESPECIFICACIONES GENERALES

Para evitar confusión en relación a la identidad del vehículo, se deberá presentar la siguiente documentación:

- El permiso o licencia de circulación.
- La tarjeta I.T.V. o certificado de características.

En caso de no aportar el permiso de circulación, se admitirá una fotocopia debidamente cotejada de este, un volante especificado en el artículo 9 del RD 2042/94 donde conste la matrícula, la primera fecha de matriculación y el servicio que lo presta o una nota simple de antecedentes emitida por la Jefatura Provincial de Tráfico.

b) MÉTODO

Mediante inspección visual se comprobará la coincidencia de los datos de identificación reflejados en la documentación presentada con el vehículo a inspeccionar, esto es, su número de bastidor y su número de matrícula, y en su caso, su marca y denominación comercial.

c) REGLAMENTACIÓN DE REFERENCIA

Como reglamentación general se deberá consultar el Reglamento General de Vehículos, Art. 10.

La reglamentación particular será el RD 2042/94, Art 9.

d) INTERPRETACIÓN DE DEFECTOS

Se considerará como defecto grave la no coincidencia de algún dato de identificación de la documentación presentada con el vehículo.

La segunda parte de identificación según el capítulo 1 se especifica en el subapartado 1.3.- Placas de matrícula, donde se especifica:

a) **ESPECIFICACIONES GENERALES**

Todas las placas de matrícula deben pertenecer a tipos previamente homologados y no se permitirán cambios de emplazamiento ni dispositivos que modifiquen los ángulos de posición de la placa a voluntad del conductor.

b) **MÉTODO**

Mediante inspección visual se comprobará:

- Su existencia y número según lo reglamentado.
- Su estado: legibilidad.
- La coincidencia con el número de matrícula que figura en la documentación.
- Su emplazamiento y visibilidad, en lo relativo a:
 - i. Altura borde inferior
 - ii. Las inscripciones reglamentarias
 - iii. La fijación

c) **REGLAMENTACIÓN DE REFERENCIA**

Como reglamentación general se deberá consultar el Reglamento General de Vehículos, Arts. 25, 49 y el Anexo XVIII.

La reglamentación particular serán la Directiva 93/94/CEE y el Orden Ministerial 20/9/85.

d) **INTERPRETACIÓN DE DEFECTOS**

Los defectos a considerar según este apartado serán los siguientes:

| | Calificación | | |
|---|--------------|----|-----|
| | DL | DG | DMG |
| 1.- Inexistencia o nº <u>número</u> de placas no reglamentario* | | X | |
| 2.- Defectos de estado..... | X | | |
| Si impiden la legibilidad | | X | |
| 4.- Placas no reglamentarias | | X | |
| 5.- Emplazamiento no reglamentario | | X | |
| 6.- Placas con adornos, signos o caracteres no reglamentarios | | X | |
| 7.- Fijación defectuosa | | | |
| Si existe riesgo de desprendimiento o un dispositivo que modifique la orientación de la placa | | X | |
| 8.- No coincidencia con el número que figura en la documentación | | X | |

* No se considerará defecto la existencia de placa delantera en los vehículos no obligados a llevarla

Figura 56: Defectos según el capítulo 1

*Aclaración de abreviaturas: DL (defecto leve); DG (defecto grave); DMG (defecto muy grave).

Este código reglamentario se deberá verificar según el apartado 8.1-Ejes del capítulo 8, donde se estipula:

a) **ESPECIFICACIONES GENERALES**

Se deberán revisar los elementos que componen el eje delantero y el trasero, así como la fijación de los mismos a las ruedas.

En este caso se revisarán los dos ejes de transmisión entre el diferencial delantero y las ruedas y el trasero con las suyas, además de revisar el cardan central encargado de transmitir el par al diferencial delantero.

Tanto los ejes como el resto de los elementos y puntos de anclaje deberán estar exentos de deformaciones, soldaduras de reparación, puntos de calentamiento, grietas, etc. Por lo que se comprobará la fijación de los estriados de cada eje en los diferenciales.

b) **MÉTODO**

Mediante inspección visual del estado mecánico de los componentes de los diferentes ejes del vehículo, se comprobará:

- Los desperfectos.
- Las reparaciones mediante soldadura.
- Las deformaciones, fisuras, corrosión acusada.
- Las fijaciones inadecuadas o deformadas.
- Las fijaciones con juego excesivo.
- Los rodamientos de rueda.
- Las manguetas.

c) **REGLAMENTACIÓN DE REFERENCIA**

En este caso no se empleará ninguna reglamentación de referencia, ni general ni particular.

d) **INTERPRETACIÓN DE DEFECTOS**

| | Calificación | | |
|--|--------------|----|-----|
| | DL | DG | DMG |
| 1.- Defectos de estado | | X | |
| Con riesgo de rotura | | | X |
| 2.- Fijaciones inadecuadas o deformadas | | X | |
| Con riesgo de rotura o desprendimiento | | | X |
| 3.- Fijaciones con juego excesivo..... | | X | |
| 4.- Juego excesivo en algún rodamiento de rueda..... | | X | |
| 5.- Holguras excesivas en manguetas..... | | X | |

Figura 57: Defectos según el capítulo 8



*Aclaración de abreviaturas: DL (defecto leve); DG (defecto grave); DMG (defecto muy grave).

1.9 Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV

NORMALIZACIÓN DE LA ANOTACIÓN DE LA REFORMA EN LA TARJETA ITV

29/05/2017 Incorpora/modifica los elementos de transmisión:

Sistema anterior: Diferenciales nbluck LK500

Sistema actual: Diferenciales RZR 570

(Firma y sello)

JORGE BARRAGÁN NADAL

ITV N° 3583

1.10 Información adicional

La información adicional del Manual especifica el tipo de reforma al que se deberá aplicar este código reglamentario, citando textualmente: "Esta reforma se aplica a transformaciones tales como, modificación o instalación de caja de transferencias, en la relación final, sustitución de sistema de cadena por un sistema cardan o viceversa, entre otras".

En esta homologación se ha tratado la instalación de dos nuevas cajas de transferencia en el vehículo, por lo que es de correcta aplicación este CR.

Además de esta reforma cuyo código de reforma es el 3.4 del grupo N° 3. Transmisión, se realizará también una reforma según el CR 4.9 del grupo N° 4. Ejes y ruedas, donde se homologará un cambio de dimensiones en los neumáticos.

ANEXO 2:

HOMOLOGACIÓN DE LAS RUEDAS

En este capítulo se recogen los trámites necesarios para la homologación de los nuevos neumáticos, según se recoge en el capítulo II.VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS L, QUADS Y UTV del Manual de Reformas de Vehículos tercera revisión, cuya aplicación entró en vigor el 1/1/2017.

2.1 Grupo

Grupo N°4. Ejes y ruedas.

Apartado 4.9.- Modificaciones que afectan a la configuración de ejes y ruedas

2.2 Descripción

El código reglamentario que afecta a esta reforma es el 4.9. Modificaciones que afectan a la configuración de ejes y ruedas, cuya incumbencia abarca el cambio de dimensiones o índice de carga y/o índice de velocidad en neumáticos.

2.3 Campo de Aplicación

Este código reglamentario es aplicable a todas las categorías incluidas en el capítulo II.VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS L, QUADS Y UTV del manual, incluyendo a todas las subcategorías de vehículos de grupo L.

2.4 Actos Reglamentarios

En la siguiente imagen se muestra la tabla resumen de los AR aplicables para cada CR, teniendo en cuenta su campo de aplicación y la categoría del vehículo al que se realiza la transformación.

La lista de AR se aplicará según columna 3 o requisitos alternativos de la columna 4 del Anexo I del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio.

| ACTOS REGLAMENTARIOS | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|-------------|-----|-----|-------|------|------|------|------|-----|
| Sistema afectado | Referencia | Aplicable a | | | | | | | | |
| | | Quad | UTV | L1e | L2e L | 3e L | 4e L | 5e L | 6e L | 7e |
| Frenado | 93/14/CEE | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) |
| Caballote | 93/31/CEE | - | - | (1) | - | (1) | - | - | - | - |
| Velocidad máxima | 95/1/CE | - | - | (2) | (2) | - | - | - | (2) | - |
| Instalación de neumáticos | 97/24/CE Capítulo 1 | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) | (1) |
| Emisiones contaminantes | 97/24/CE Capítulo 5 | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Nivel sonoro | 97/24/CE Capítulo 9 | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Velocímetro | 2000/7/CE | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) | (2) |
| Ver Apartado 4 del preámbulo. | | | | | | | | | | |

Tabla 16: Actos reglamentarios CR 4.9

Los AR a los que nuestra reforma afectará serán los siguientes:

- Velocidad máxima: al montar neumáticos de un diámetro mayor aumentaremos el avance del vehículo por vuelta del cigüeñal, incrementando con ello la velocidad. Sin embargo, teniendo en cuenta que la reforma total incluye el cambio en la relación de transmisión, se ha demostrado que la velocidad máxima se mantendrá en el mismo valor que estaba con el vehículo completamente de serie (80 Km/h).
- Instalación de neumáticos: como se puede observar en la tabla, este AR está designado con un (1) para la categoría L7e. Por ello, el AR se aplicará en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma. La referencia para aplicar el AR es el capítulo 1 de la directiva 97/24/CE, expedida por el parlamento europeo y el consejo el 17 de junio de 1997.
- Velocímetro: el cambio de diámetro de las ruedas afectará a la lectura del velocímetro, sin embargo al tratarse de un velocímetro digital se podrá ajustar al nuevo diámetro una vez finalizada la reforma.

2.5 Documentación Exigible

Esta reforma no precisa de presentar un proyecto técnico, ni certificación de final de obra ni ninguna documentación adicional.

La documentación necesaria para llevar a cabo la homologación precisará de un informe de conformidad y un certificado de taller.

****** *Debido a que la reforma completa del buggy precisa de una homologación en la que se incluyen dos códigos de reforma distintos, tanto el informe de conformidad como el certificado de taller en conjunto, incluyendo así todos los CR afectados. Estos documentos se expondrán tras las memorias de ambos procesos de homologación.*

2.6 Documentación adicional

Según el Manual de Reformas de Vehículos, tercera revisión, este tipo de reforma no precisa de presentar ningún tipo de documentación adicional.

2.7 Conjunto Funcional

Acorde con el Manual de Reformas, se ha redactado un informe de conformidad según el Anexo II y un certificado de taller según el Anexo III del Real Decreto 866/2010.

Estos se exponen en el anexo 3 del proyecto de homologación.

2.8 Inspección específica. Puntos a verificar

Acorde con el Manual de Reformas en Vehículos vigente, se procederá a la identificación del vehículo según el capítulo 1 del Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones ITV. Esta identificación ya se ha especificado en el Anexo I del presente proyecto, apartado 1.8.

Además se deberán verificar los puntos recogidos en los capítulos 5, 6 y 8 del Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones ITV (sección II).

CAPÍTULO 5. – Emisiones Contaminantes:

En correspondencia con este capítulo se verificará el nivel de ruido y el contenido de monóxido de carbono (CO) en los gases de escape.

El primer apartado (5.1.- Ruido) especifica que solo se medirá el nivel de ruido emitido por los vehículos de dos ruedas, considerando como rueda única aquellos ejes cuyo ancho de vía sea inferior a 46 cm. Por ello no será necesario medir el nivel de ruido en nuestro buggy.

El segundo apartado (5.2.- Vehículos con motor de encendido por chispa) está dedicado a medir el contenido de CO existente en los gases de escape del vehículo. Como nuestra modificación no afectará a la combustión del motor, no aparecerán cambios en la medición de CO.

El apartado 5.3 solo afecta a vehículos de encendido por compresión, por lo que no afecta al buggy.

CAPÍTULO 6. – Frenos:

6.1. – Freno de servicio

a.- ESPECIFICACIONES GENERALES

Acorde con este apartado, el freno de servicio debe permitir la detención de nuestro vehículo de forma rápida, segura y eficaz. Tal y como se especifica, nuestro vehículo calificado como cuadríciclo pesado (L7e) dispone de un freno de pie que acciona sobre las 4 ruedas y de un freno de estacionamiento que podrá servir de freno secundario de socorro.

- Se utilizará un frenómetro para determinar los valores máximos de las fuerzas de frenado actuantes y se calculará el desequilibrio según la siguiente expresión:

$$D = \frac{11 * (Fd - Fi)}{Fd}$$

Donde D será el desequilibrio que produce un par de fuerzas sobre el vehículo, tendiendo a desviarlo de su trayectoria. Fd y Fi serán los máximos valores de las fuerzas de frenado de las ruedas derecha e izquierda de un eje respectivamente.

- También se calculará la relación de las fuerzas de frenado con respecto a la masa máxima autorizada (M.M.A) del vehículo denominada como eficacia (E):

$$E = \frac{F}{M.M.A * g} * 100$$

E= Valor de la eficacia en %.

F= Suma de todas fuerzas de frenado en Newtons (suma de las lecturas del frenómetro para todas las ruedas en Newtons).

M.M.A.= Masa Máxima Autorizada del vehículo en kg.

g = aceleración de la gravedad (aproximar a 9,8 m/s²).

Según la Directiva 2010/48/UE, al ser un vehículo de categoría L7e con contraseña europea 2002/24/CE deberá superar un valor de eficacia mínimo del 44%.

b.- MÉTODO

Esta inspección se hará por medio de un frenómetro o dispositivo adecuado. Se verificará en el mismo cada uno de los ejes del vehículo, comprobando:

- El frenado de las ruedas.
- El desequilibrio de las fuerzas de frenado entre las ruedas de un mismo eje.
- La progresión no gradual del frenado (agarre).
- El retraso anormal en el funcionamiento de los frenos en cualquiera de las ruedas.
- La existencia de fuerzas de frenado en ausencia de acción sobre el mando del freno.
- La eficacia.

Al utilizar el frenómetro para la realización de esta inspección, deben tenerse en cuenta que una incorrecta presión de los neumáticos puede dar lugar a lecturas erróneas, por lo que es necesaria una correcta presión de los mismos. Para asegurarse, la banda de rodadura deberá presentar correctamente su dibujo.

c.- REGLAMENTACIÓN DE REFERENCIA

Se deberá verificar el vehículo según los siguientes reglamentos:

- General: Reglamento General de Vehículos, Art.12.8 y Anexo VIII.
- Particular: Directiva 93/14/CEE.
Reglamento CEPE/ONU 78 R.
Reglamento CEPE/ONU 13 R.

d.- INTERPRETACIÓN DE DEFECTOS

Los posibles defectos localizados en el buggy se calificarán de:

| | Calificación | | |
|---|--------------|----|-----|
| | DL | DG | DMG |
| 1.- Frenado inoperante en una rueda 1.1.- En más de una rueda | | X | X |
| 2.- En su caso, desequilibrio de las fuerzas de frenado entre las ruedas de un mismo eje, superior al 30%. | | X | (X) |
| 3.- En su caso, desequilibrio de las fuerzas de frenado entre las ruedas de un mismo eje, superior al 20% e inferior al 30% | X | | |
| 4.- Progresión no gradual del frenado (agarre). | | X | (X) |
| 5.- Retraso anormal en el funcionamiento de los frenos en cualquiera de las ruedas | | X | |
| 8.- Existencia de fuerzas de frenado en ausencia de acción sobre el mando del freno | | X | |
| 16.- El vehículo no alcanza la eficacia requerida | | X | |
| 26.- Condiciones inadecuadas para el ensayo | | | X |

Figura 58: Defectos según capítulo 6

**Aclaración de abreviaturas: DL (defecto leve); DG (defecto grave); DMG (defecto muy grave).*

Posteriormente, se revisará el vehículo acorde con los apartados aplicables a esta categoría recogidos en el Manual de Procedimiento ITV, que serán los siguientes:

- 6.3. - Freno de estacionamiento
- 6.7. - Pedal del dispositivo de frenado
- 6.14. - Servofreno. Cilindro de mando (sistemas hidráulicos)
- 6.15. - Tubos rígidos
- 6.16. - Tubos flexibles
- 6.17. - Forros
- 6.18. - Tambores y discos
- 6.19. - Cables, varillas, palancas, conexiones
- 6.20. - Cilindros del sistema de frenado
- 6.21. - Válvula sensora de carga

CAPÍTULO 8. – Ejes, Ruedas, Neumáticos, Suspensión:

El apartado 8.1. – Ejes. Se comprobará según lo especificado en el Anexo 1 sección 8 de este proyecto.

A continuación se expondrán los apartados 8.2. – Ruedas y 8.3. – Neumáticos en conjunto:

a.- ESPECIFICACIONES GENERALES

En cuanto a las ruedas, deberán corresponder con el neumático y estar correctamente fijadas al buje. Además deberán estar alineadas con el eje, no presentando desperfectos o abolladuras.

Los neumáticos montados disponen de una homologación (E4), tal y como se exige en el Manual.



Figura 59: Homologación de los neumáticos

Los nuevos neumáticos estarán dotados de los siguientes índices recogidos en el Manual:

| | |
|-----------|------------------------------------|
| Eje | Índice de capacidad de carga (ICG) |
| Delantero | 44 (160 Kg) |
| Trasero | 67 (307 Kg) |
| Eje | Categoría de velocidad |
| Delantero | N (140 Km/h) |
| Trasero | N (140 Km/h) |

Tabla 17: Índices de carga y velocidad

b.- MÉTODO

Mediante inspección visual, se comprobará, cuando exista visión directa de los elementos, la correcta fijación de las ruedas al buje, en concreto:

- Las tuercas o tornillos.
- La existencia de deformaciones o abolladuras.
- La existencia de roturas.

Dimensiones y características de los neumáticos:

- En su caso, la marca de homologación.
- Las dimensiones coincidentes o equivalentes a las que aparecen en la tarjeta ITV o en la homologación de tipo.
- El índice de capacidad de carga y categoría de velocidad adecuados a las características del vehículo.
- En el mismo eje (para nuestro caso), que ambos neumáticos sean del mismo tipo (idéntica contraseña de homologación).

- La inexistencia de dibujo en las ranuras principales de la banda de rodadura.
- Que los neumáticos no hayan sido reesculturados.
- La inexistencia de desgaste irregular en la banda de rodadura.
- La inexistencia de ampollas, deformaciones anormales, roturas u otros signos que evidencien el despegue de alguna capa en los flancos o de la banda de rodadura.
- La inexistencia de cables al descubierto, grietas o síntomas de rotura de la carcasa.
- El montaje correcto de neumáticos unidireccionales, como es el caso.

c.- REGLAMENTACIÓN DE REFERENCIA

Se deberá verificar el vehículo según los siguientes reglamentos:

- General: Reglamento General de Vehículos, Art.12.5 y Anexo VII.
- Particular: Directiva 97/24/CE, capítulo I.
Reglamento CEPE/ONU 75 R.

d.- INTERPRETACIÓN DE DEFECTOS

Los defectos que puedan aparecer se calificarán según las siguientes tablas:

| | | Calificación | | |
|-----|---|--------------|----|-----|
| | | DL | DG | DMG |
| 1.- | Tuercas o tornillos defectuosos o flojos | X | | |
| | 1.1.- Inexistencia de alguna tuerca o tornillo | | X | |
| | 1.2.- Con riesgo de desprendimiento de rueda | | | X |
| 2.- | Deformaciones o abolladuras | X | | |
| | 2.1.- Con riesgo de pérdida de aire del neumático | | X | |
| | 2.2.- Alabeo excesivo | | X | |
| 3.- | Roturas | | X | |
| | 3.1.- Con riesgo de desprendimiento de rueda | | | X |

Figura 60: Defectos según capítulo 8.2

| | | Calificación | | |
|------|---|--------------|----|-----|
| | | DL | DG | DMG |
| 1.- | En su caso, algún neumático no tiene marca de homologación | | X | |
| 2.- | Dimensiones y/o características no coincidentes con las incluidas en la homologación tipo del vehículo o con sus equivalentes | | X | |
| 3.- | Neumáticos de distinto tipo montados en el mismo eje | | X | |
| 4.- | Montaje incorrecto del neumático | | X | |
| 6.- | Reesculturado no autorizado | | X | |
| 7.- | Desgaste irregular excesivo en la banda de rodadura | | X | |
| 8.- | Defectos de estado: ampollas, deformaciones anormales, roturas u otros signos que evidencien el despegue de alguna capa en los flancos o de la banda de rodadura | | X | |
| | 8.1.- Con peligro de reventón | | | X |
| 9.- | Cables al descubierto, grietas o síntomas de rotura de la carcasa | | | X |
| 10.- | Incompatibilidad del neumático con la llanta | | X | |
| 11.- | Equipado con neumáticos de nieve, estos son inadecuados | | X | |
| | 11.1.- No dispone de etiqueta de advertencia de velocidad máxima | X | | |
| 12.- | Inexistencia de dibujo en la banda de rodadura | | X | |

Figura 61: Defectos según capítulo 8.3

*Abreviaturas: DL (defecto leve); DG (defecto grave); DMG (defecto muy grave).

2.9 Normalización de la anotación de la Reforma en la Tarjeta ITV

NORMALIZACIÓN DE LA ANOTACIÓN DE LA REFORMA EN LA TARJETA ITV

29/05/2017 Incorpora neumáticos: eje delantero 26x8 - 12, eje trasero 28x10 - 12

(Firma y sello)

JORGE BARRAGÁN NADAL

ITV Nº 3583

2.10 Información adicional

En el Manual de Reformas en Vehículos se cita textualmente:

“Para asegurar la compatibilidad entre llanta y neumático se tendrán en cuenta las especificaciones establecidas en Norma ETRTO.

No se considerará reforma la instalación de neumáticos que cumplan con los siguientes criterios de equivalencia:

Criterios de equivalencia para neumáticos:

- Índice de capacidad de carga igual o superior.
- Código de categoría de velocidad igual o superior.
- Igual diámetro exterior con una tolerancia de $\pm 3\%$.
- Que el perfil de la llanta de montaje sea el correspondiente al neumático.

Para comprobar los criterios y determinar si los neumáticos son equivalentes, pueden utilizarse diversas tablas y

documentaciones donde aparecen los datos más significativos, por ejemplo neumáticos clasificados por su diámetro exterior de diseño según normas ETRTO, Reglamentos 30, 54, 75, 106, etc.

En el caso de incorporar el vehículo sistema de freno ABS ó freno avanzado, se estudiara la compatibilidad de la reforma con el correspondiente de sistema de funcionamiento del mismo. “

Acorde con esta información se han homologado los neumáticos al exceder el índice de tolerancia del $\pm 3\%$ sobre los originales.

Al tratarse de un vehículo sin sistema ABS no será necesario estudiar su compatibilidad con los nuevos neumáticos.

ANEXO 3:

3.1 Informe de conformidad

De igual forma que el resto de documentos expuestos en el proyecto, este informe es un mero ejemplo de lo que se expediría desde el laboratorio competente. Bajo el permiso del director de calidad de SETRAV se ha usado el nombre de este servicio técnico con el objetivo de hacer que el documento se asemeje a cómo sería realmente.

Según el modelo del Anexo II del Real Decreto 866/2010 y de acuerdo con el Manual de Reformas de Vehículos vigente (la tercera revisión), se expone el siguiente informe de conformidad:

Informe de Conformidad nº: 03VNUE/16

El abajo firmante Jorge Barragán Nadal expresamente autorizado por:

LA ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN DISEÑO Y FABRICACIÓN (UPV)

INFORMA

Que el vehículo, marca nbluck LK500, tipo Buggy, variante L7e-B2, denominación comercial cuadríciclo pesado, con contraseñas de homologación (*) N.P., matrícula 5225 FRW, y con número de bastidor 000 936 026 – 0001, es técnicamente apto para ser sometido a las reformas consistentes en:

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

- **Sección II grupo 3(3.4) Transmisión:**

Sustitución de los diferenciales originales por otros del modelo RZR 570 de Polaris.

Ambos diferenciales tendrán unas relaciones de transmisión de 3.32.

Tanto el acople delantero como la instalación del trasero han sido correctamente diseñados, al igual que la horquilla necesaria para la instalación del cardan.

- **Sección II grupo 4(4.9) Ejes y ruedas:**

Sustitución de los neumáticos de serie de 25 in por otros con diámetro 26 in.

Los anchos de vía del vehículo no variarán, manteniéndose en 1454mm para la delantera y 1378mm para la trasera.

Compatibilidad de los neumáticos: Ambos juegos de neumáticos se montarán en las mismas llantas que trae el vehículo de fábrica, cuyo diámetro es 12 in (304.8 mm).

Tanto las ruedas delanteras como las traseras mantendrán la anchura de la huella de pisada, siendo 8 in (203.3 mm) para las delanteras y 10 in (254 mm) para las traseras.

La única dimensión variable que excederá el margen del 3% de variación sobre los neumáticos de serie será el diámetro total, pasando de 25 a 26 in (de 635 mm a 660.4 mm).

Los 4 neumáticos montados están marcados al igual que los de serie como 6 - PR (Ply Rating) lo que quiere decir que están compuestos por 6 lonas.

Homologación de los nuevos neumáticos: E4; 75R – 0006366

Tabla modificaciones:

| Eje | Dimensiones originales (in) | Nuevas dimensiones (in) |
|-----------|--------------------------------|---------------------------|
| Delantero | 25 x 8 – 12 | 26 x 8 – 12 |
| Trasero | 25 x 10 - 12 | 26 x 10 - 12 |
| Eje | Índice de carga de fábrica | Nuevo índice de carga |
| Delantero | 43 (155 Kg) | 44 (160 Kg) |
| Trasero | 46 (170 Kg) | 67 (307 Kg) |
| Eje | Índice de velocidad de fábrica | Nuevo índice de velocidad |
| Delantero | J (100 Km/h) | N (140 Km/h) |
| Trasero | J (100 Km/h) | N (140 Km/h) |

Tabla 18: Variación de las características del neumático

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.

| 3.4 Modificaciones que afecten al sistema de transmisión | | |
|---|--------------------------------|---|
| Reglamentación aplicable | | Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento |
| Frenado | 93/14/CEE | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Velocidad máxima | 95/1/CE | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Instalación de neumáticos | 97/24/CE Capítulo 1 | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Emisiones contaminantes | 97/24/CE Capítulo 5 | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Nivel sonoro | 97/24/CE Capítulo 9 | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Velocímetro | 2000/7/CE | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |

Tabla 19: AR según CR 3.4

| 4.9 Cambio en dimensiones o índice de carga y/o índice de velocidad en neumáticos | | |
|--|--------------------------------|---|
| Reglamentación aplicable | | Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento |
| Frenado | 93/14/CEE | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Caballote | 93/31/CEE | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Instalación de neumáticos | 97/24/CE Capítulo 1 | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Emisiones contaminantes | 97/24/CE Capítulo 5 | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Nivel sonoro | 97/24/CE Capítulo 9 | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |
| Velocímetro | 2000/7/CE | Referencia al informe interno ITSV 03VNUE/16 |

Tabla 20: AR según CR 4.9

El vehículo reformado cumple con los actos reglamentarios que son de aplicación a las reformas tipificadas en el Anexo I del Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio y en el manual de reformas de vehículos y es conforme con las condiciones exigibles de seguridad y de protección al medio ambiente.

En lo que a la reglamentación aplicable incumbe, la reforma completa no afectará al AR de caballete, ya que el vehículo sometido a este proceso de homologación no contiene este elemento.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente en Teruel, a 29 de Mayo de 2017



JORGE BARRAGÁN NADAL

3.2 Certificado de taller

Se expide el siguiente certificado de taller según el modelo del Anexo III del Real Decreto 866/2010:

D. Jorge Barragán Nadal, expresamente autorizado por la empresa Carrocerías Bumar S.L. domiciliada en Polígono la Paz (CP 44195), provincia de Teruel, calle C/I parc. 25-26, con número de teléfono 978611629, dedicada a la actividad de carrozado de camiones y preparación de vehículos 4x4, con nº de registro industrial 43-2167 y nº de registro especial: -.

CERTIFICA

Que la mencionada empresa ha realizado las Reformas, y asume la responsabilidad de la ejecución, sobre el vehículo marca nbluck LK500 tipo Buggy, variante L7e-B2, denominación comercial cuadríciclo pesado, matrícula 5225 FRW y nº de bastidor 000 936 026 – 0001, 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:

El proceso ha afectado a dos códigos de reforma distintos:

1º- Reforma de la transmisión según código 3.4. Transmisión:

Se ha llevado a cabo la sustitución de los diferenciales delantero y trasero por otros dos diferenciales provenientes del Polaris modelo RZR 570 con número de catálogo:

Diferencial delantero: POLARIS 1333285

Diferencial trasero: POLARIS 1333084

También se ha incorporado un conector de cardan con referencia:

Adaptador de cardan: POLARIS 3260133

Además se asegura que se cumple lo previsto en el artículo 6 del Reglamento General de vehículos y, en su caso, en el artículo 5 del Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regula la actividad industrial en talleres de vehículos automóviles, de equipos y sus componentes, modificado por 455/2010, de 16 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, que regula la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles, de sus equipos y componentes.

2º- Cambio en la dimensión de las ruedas según código 4.9. Ejes y ruedas

La reforma ha consistido en la sustitución de los neumáticos de fábrica del vehículo por otros de mayor diámetro.

Identificación de los neumáticos incorporados:

| Eje | Dimensiones (in) | Marca y modelo | Homologación |
|-----------|------------------|-----------------------|--------------|
| Delantero | 26 x 8 – 12 | Maxxis M-917 Big horn | E4 |
| Trasero | 26 x 10 - 12 | Maxxis M-918 Big horn | E4 |

Tabla 21: Características de los nuevos neumáticos

Además se asegura que se cumple lo previsto en el artículo 6 del Reglamento General de vehículos y, en su caso, en el artículo 5 del Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regula la actividad industrial en talleres de vehículos automóviles, de equipos y sus componentes, modificado por 455/2010, de 16 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regula la actividad industrial y la presentación de servicios en los talleres de reparación de vehículos automóviles, de sus equipos y componentes.

En Teruel a 29 de Mayo del 2017

Firma y Sello



Fdo.: JORGE BARRAGÁN NADAL



Cálculo y diseño de las reformas de importancia a implementar en un vehículo de transporte de pasajeros diseñado como Buggy

PLIEGO DE CONDICIONES Y NORMATIVA

A continuación se expone una breve explicación del contenido de cada uno de los documentos principales, necesarios para realizar la homologación de las reformas de importancia. También se indican las páginas en las que se encuentra toda la información necesaria.

DOCUMENTO I:

MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS

La normativa y procedimientos base en torno a los que se ha realizado la homologación de las reformas de importancia desarrolladas, ha sido el Manual de Reformas de Vehículos, tercera revisión. Publicado en septiembre de 2016 y que entró en vigor el 01/01/2017.

Los códigos de reforma empleados para llevar a cabo las homologaciones han sido el 3.4 Transmisión y el 4.9 Ejes y ruedas del Capítulo II, VEHÍCULOS DE CATEGORÍAS L, QUADSY UTV.

Esta documentación, se encuentra entre las páginas 217-218 y 229-231 del pdf del manual utilizado, referenciado en la bibliografía.

DOCUMENTO II:

REAL DECRETO 866/2010

El Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos, tiene como objeto unificar criterios de la legislación española en la materia y la emitida por la Unión Europea. Este real decreto mantiene la coherencia entre la normativa europea de homologación de vehículos y la nacional sobre las reformas de los mismos. El objeto de este real decreto es la regulación del procedimiento para la realización y tramitación de las reformas efectuadas en vehículos después de su matriculación definitiva en España, con el fin de garantizar que tras la reforma se siguen cumpliendo los requisitos técnicos exigidos para su circulación.

Las reformas de vehículos en España están reguladas por el Real Decreto 736/1988, publicado el 8 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de importancia de vehículos de carretera y se modifica el artículo 252 del Código de la Circulación.

Con fecha 9 de octubre de 2007, se aprobó la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos. Posteriormente, ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante la

Orden ITC/1620/2008, de 5 de junio, esta orden, actualiza los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 junio.

En dicho decreto, se recoge la aplicación de determinadas directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos.

Con independencia de esa incorporación, es preciso completar su transposición para adaptar determinados conceptos y exigencias del Real Decreto 736/1988, de 8 de julio a lo dispuesto en la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre. En particular, el citado real decreto permite las reformas en los vehículos antes de su matriculación, mientras que la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre, no lo permite, ofreciendo, para estos casos, un procedimiento alternativo como es la homologación individual de vehículos. Además la evolución de la técnica y la experiencia resultante de la aplicación del Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, en el largo tiempo transcurrido desde su entrada en vigor, hacen muy conveniente dar una nueva regulación a la tramitación de las reformas de vehículos.

DOCUMENTO III:

Directiva 93/14/CEE

En relación a los actos reglamentarios aplicados para ambos códigos de reforma afectados en la homologación del buggy, la reglamentación aplicable para el caso de la frenada es la directiva 93/14/CEE, publicada el 5 de abril de 1993.

En esta directiva se recoge toda la reglamentación e información aplicable a la frenada. La autoridad de homologación competente deberá verificar que esta se cumpla para cada reforma efectuada y llevará a cabo así la correcta aplicación del acto reglamentario referente al frenado.

DOCUMENTO IV:

Directiva 97/24/CE

Esta directiva redactada por el Parlamento Europeo y el Consejo, el 17 de junio de 1997, hace referencia a determinados elementos y características de los vehículos de motor de dos o tres ruedas.

Sin embargo, al tratarse nuestro vehículo de un cuadríciclo pesado de categoría L7e, debe aplicarse dicha directiva para aplicar determinados actos reglamentarios recogidos en el Manual de Reformas de Vehículos.

El Capítulo 1 de dicha directiva, expone todo lo relativo a la homologación de neumáticos de vehículos en tres anexos. Este capítulo será de aplicación para el AR referente a la instalación de neumáticos, que ha sido necesario certificar para ambos códigos de reforma a los que ha afectado la homologación.



En estos tres anexos se recogen las disposiciones administrativas para la homologación de un tipo de neumático, las definiciones, inscripciones y requisitos a cumplir por cada tipo y los requisitos para el vehículo relativos al ajuste de sus neumáticos respectivamente.

En cuanto a las emisiones contaminantes, se debe aplicar toda la reglamentación expuesta en el Capítulo 5 de dicha directiva.

El Anexo I de este capítulo no será de aplicación para nuestro caso, ya que enuncia las disposiciones relativas a las medidas contra la contaminación atmosférica causada por los ciclomotores. Sin embargo, los Anexos II - VI serán de aplicación para nuestras homologaciones y dictarán lo relativo a la contaminación atmosférica general y a la contaminación atmosférica visible.

Por último, la reglamentación aplicable referente al AR de nivel sonoro se expone en el Capítulo 9 de esta directiva.

Únicamente serán de aplicación los Anexos IV – VII, ya que los anexos anteriores dictan los procedimientos referentes a motocicletas.

Para contrastar la reglamentación aplicada, se muestran a continuación las páginas del pdf donde se recoge cada capítulo.

- Capítulo 1: Págs. 5 - 37
- Capítulo 5: Págs. 237 – 273
- Capítulo 9: Págs. 376- 397

DOCUMENTO V:

Manual de Procedimiento de Inspección de las estaciones I.T.V.

La última actualización vigente en la actualidad es la versión 7.1.1, aplicable desde el 1 de Noviembre de 2016 hasta el 1 de agosto de 2017, fecha en la cual entrará en vigor la versión 7.2.0).

En este documento se recogen los procedimientos y aspectos que se deberán revisar para cada código de reforma aplicado.

En los códigos de reforma afectados por esta homologación, se deberá aplicar el capítulo 8.- Ejes, ruedas, neumáticos y suspensión, de la sección II.- INSPECCIONES DE VEHÍCULOS DE DOS, TRES RUEDAS, CUADRICICLOS Y QUADS. Para el CR 3.4.

Para el CR 4.9 se aplicarán los siguientes capítulos de la misma sección (II):

Capítulo 5.- Emisiones contaminantes

Capítulo 6.- Frenos



Capítulo 8.- Ejes, Ruedas, Neumáticos, Suspensión

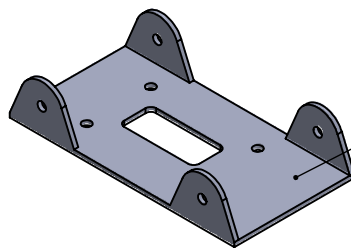
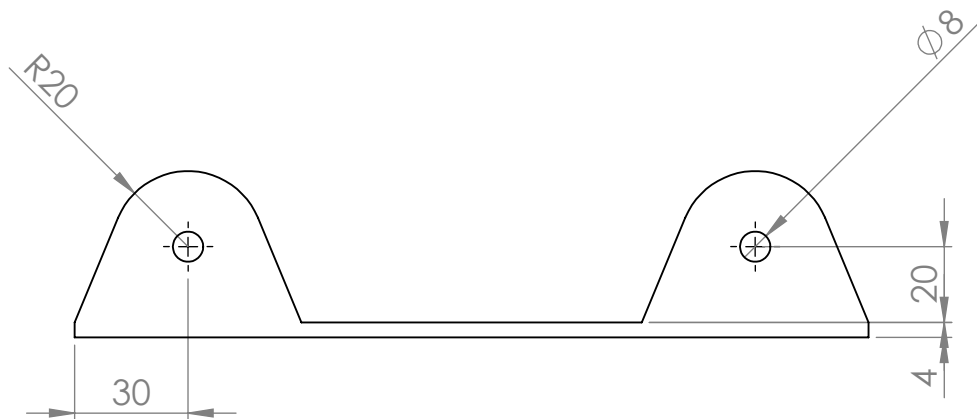
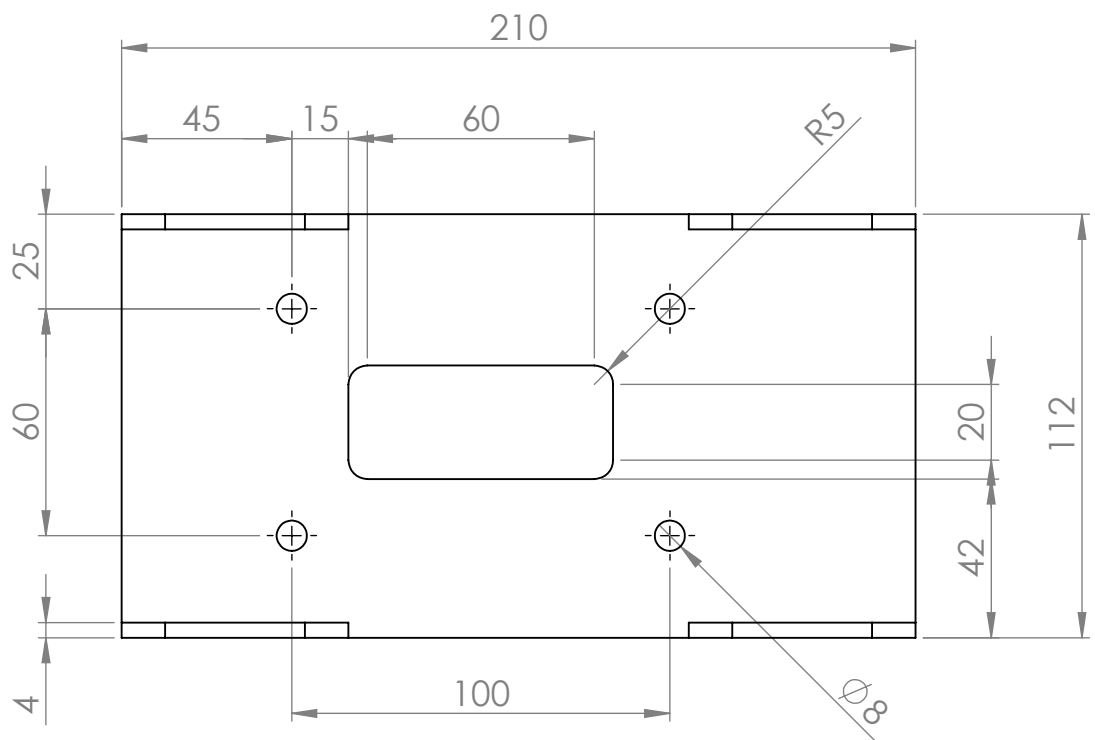
En el pdf empleado, disponible en la bibliografía, podemos acceder a los citados capítulos que han sido de aplicación en las páginas:

- Capítulo 1: Págs. 186 - 188
- Capítulo 5: Págs. 231 – 236
- Capítulo 6: Págs. 242 – 253
- Capítulo 8: Págs. 259 – 265



Cálculo y diseño de las reformas de importancia a implementar en un vehículo de transporte de pasajeros diseñado como Buggy

PLANOS



Isométrica escala 1:5

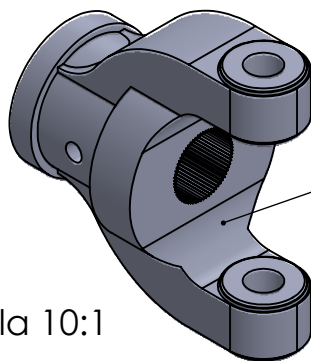
| | | | |
|---|------------------------|---|-------------------------|
| FECHA: 01/06/2017 | N.º DE DIBUJO | Plano_SoporteDifDel | |
|  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño INGENIERO COMPETENTE: JORGE BARRAGÁN NADAL | | | |
| FIRMA | MATERIAL: ACERO ALEADO | PROYECTO: CÁLCULO Y DISEÑO DE LAS REFORMAS DE IMPORTANCIA A IMPLEMENTAR EN UN VEHÍCULO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS DISEÑADO COMO BUGGY | TAMAÑO: A4 |
| REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS | COTAS EN mm | PESO: 853.82 gramos | ESCALA: 1:2 HOJA 1 DE 1 |

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

4 3 2 1

F

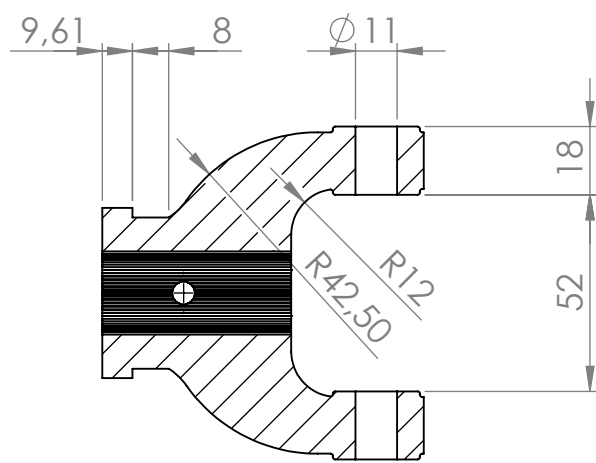
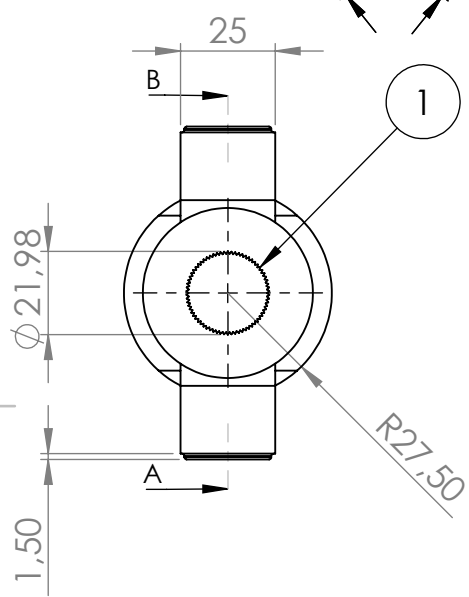
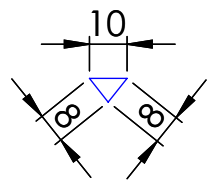
F



1 - Detalle de estriado escala 10:1

E

E

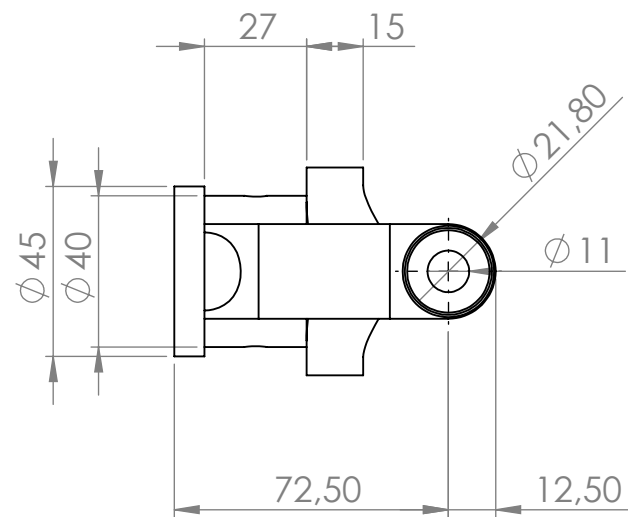


D

D

C

C



B

B

A

A

FECHA: 01/06/2017

 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
 INGENIERO COMPETENTE:
 JORGE BARRAGÁN NADAL

N.º DE DIBUJO

HorquillaCard_plano1

FIRMA

MATERIAL:
 ACERO INOXIDABLE

PROYECTO:
 CÁLCULO Y DISEÑO DE LAS REFORMAS DE IMPORTANCIA A IMPLEMENTAR EN UN VEHÍCULO DE TRANSPORTE DE PASAJEROS DISEÑADO COMO BUGGY

TAMAÑO:
 A4

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

COTAS EN mm

PESO: 845.49 gramos

ESCALA:1:2

HOJA 1 DE 1

4 3 2 1



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer su apoyo a mi tutor D. Juan Fco. Dols Ruiz, quien además de tutelarme durante el desarrollo de este proyecto final de grado también tuteló mis prácticas formativas en una empresa, donde adquirí muchos de los conocimientos plasmados en el proyecto.

En segundo lugar, quiero destacar la importante labor de la empresa Carrocerías Bumar en Teruel, ya que durante mi periodo de prácticas en dicha empresa desarrollé la idea de realizar este proyecto y me han apoyado durante todo el proceso de elaboración del mismo prestándome asistencia técnica siempre que lo he necesitado.

Agradecer también a Dña. Cristina Masso de GTV homologaciones de Teruel, que me ha resuelto todas las dudas acerca de los procesos de homologación desarrollados durante el proyecto.

Quiero dar las gracias al equipo de Masía Pelarda de Teruel, por inspirarme a elegir mi proyecto final de carrera y prestarme el buggy sobre el que lo he desarrollado.

En último lugar, quiero mencionar el apoyo de D. Oscar Lanza de Buggy Xtreme Valencia, ya que me ha prestado toda la información acerca de los productos que serían necesarios para la reforma.

BIBLIOGRAFÍA

ESPAÑA. Manual de Reformas de Vehículos de septiembre de 2016, donde se establecen los criterios, procedimientos y requisitos para la tramitación de reformas de vehículos. Disponible en web:

http://www.f2i2.net/documentos/lsi/STO_Vehiculos/Reformas/ManualReformasVehiculosRev3.pdf

ESPAÑA. Real Decreto 750/2010 de 4 de junio de 2010, por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor. Boletín Oficial del Estado.

Disponible en web: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-9994>

ESPAÑA. Real Decreto 2028/1986 de 6 de junio de 1998, por el que se dictan normas para la aplicación de determinadas Directivas de la CEE. Boletín Oficial del Estado.

Disponible en web: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-26182>

ESPAÑA. Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. Boletín Oficial del Estado. Disponible en web:

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-11154

ESPAÑA. Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones I.T.V. de junio de 2016, en el que se desarrollan los criterios técnicos que deben aplicarse a las inspecciones técnicas de vehículos. Disponible en web:

http://www.minetad.gob.es/es-ES/servicios/Documentacion/DocumInteres/Manual_ITV_V710-Junio2016.pdf

Globalmarket. Información sobre el nbluck LK500, fecha de consulta en mayo de 2017.

Disponible en web: <http://www.globalmarket.com/product-info/dune-buggy-500-4779897.html>

Solobuggys. Información sobre el nbluck LK500, fecha de consulta en mayo de 2017.

Disponible en web: <http://www.solobuggys.com/buggies/es/volcan-500-4x4-o-2x4>

Polaris. Catálogo de vehículos Polaris disponibles en España. Consultada en mayo de 2017. Disponible en web:

<http://polaris-spain.com/atv-ranger.html#>

Polaris. Polaris Ranger disponibles en concesionarios españoles. Consulta en mayo de 2017. Disponible en web:

<http://polaris-spain.com/atv-ranger/ranger.html>

Jesus Ruiz García. Buggy vehículo multiusos Artic Cat Wildcat 1000. Publicado el 29 de octubre de 2012. Fecha de consulta en mayo de 2017. Disponible en web:

<https://tiendatractoresburgos.com/2012/10/29/vehiculo-multiusos-arctic-cat-wildcat-1000i/>

India. Mahindra – Reva Cars, información sobre los vehículos Mahindra Reva.

Consulta en mayo de 2017. Disponible en web: <http://oncars.in/mahindra-reva-cars/>

Sukoy. Sukoy electric cars. Consulta en mayo de 2017. Disponible en web:

<http://sukoy.es/gama-de-vehiculos/>



Moderador. Tutorial gráfico sobre motores, publicado el 21 de septiembre de 2012.

Fecha de consulta en mayo de 2017. Disponible en web:

<http://www.loschupacharkas.com/t6251-fotos-y-planos-de-los-motores-de-buggy-mas-comunes>

SETRAV. Reforma de automóviles, especifica y referencia toda la normativa aplicable necesaria para la tramitación de las reformas de vehículos. Fecha de consulta en junio de 2017. Disponible en web: <http://setrav.com/index.php/servicios/reformas-de-automoviles>

Ingmecánica. El Bastidor de los Vehículos, donde se presentan y analizan los distintos tipos de bastidores existentes. Consultado en junio de 2017. Disponible en web: <http://ingmecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn69.html#seccion24>

Validación del diseño con SOLIDWORKS Simulation, publicado el 13 de marzo de 2014. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=GNKM6gGblkM>. Consultado en junio de 2017.