



**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROYECTO DE REFORMA DE UN VEHÍCULO DE
PRODUCCIÓN PARA COMPETIR EN
CATEGORÍA S2000**

ALUMNO: ADRIÁN AGUADO MOLERO

TUTOR: Dr. DANIEL GARCIA-POZUELO RAMOS



ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN	7
1.1.- HISTORIA	8
2.- OBJETIVOS	11
3. PREPARACIÓN PARA CATEGORIA S2000.....	12
3.1. MODIFICACIONES DE MOTOR	12
3.2 MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	16
3.3. MODIFICACIÓN DE LA SUSPENSION.....	19
3.4. MODIFICACIÓN DE LA DIRECCIÓN	22
3.5. MODIFICACIONES EN EL SISTEMA DE FRENADA	23
3.6. MODIFICACIÓN DE LA CARROCERÍA E INSTALACIÓN DE LA JAULA DE SEGURIDAD.....	24
3.7. INSTALACIONES ADICIONALES Y ACCESORIOS	34
4. PROYECTO TÉCNICO DE REFORMA DE IMPORTANCIA	36
4.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO .	36
4.2. OBJETO DEL PROYECTO	38
4.3. TIPIFICACIÓN DEL PROYECTO	38
4.4. REGLAMENTACIÓN APLICABLE.....	40
4.5. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LAS REFORMAS ...	44
4.5.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y REPARTO DE PESOS ANTES DE LA REFORMA.....	44
4.5.2. REFORMA N° 1- CAMBIO DE MOTOR.....	48
4.5.3. REFORMA N° 5 – CAMBIO DEL SISTEMA DE FRENADO.....	53
4.5.4. REFORMA N° 9 – MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN	59
4.5.5. REFORMA N° 10 – MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN	65



4.5.6. REFORMA N° 18 – VARIACIÓN DEL N° DE ASIENTOS NO INCLUIDA EN LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO.....	68
4.5.7. REFORMA N° 38 – SUSTITUCIÓN DE LOS ASIENTOS DE UN VEHÍCULO POR OTROS NO INCLUIDOS EN LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO	68
4.5.8. REFORMA N° 25 – MONTAJE DE LA JAULA DE SEGURIDAD.....	76
4.5.9. REFORMA N° 32 – SUSTITUCIÓN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.	77
4.5.10. REFORMA N° 37 – CAMBIO DE EJE NO MOTRIZ A MOTRIZ.	80
4.5.11. REFORMA N° 46: ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR	89
4.6.- CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ANTES Y DESPUÉS DE LA REFORMA.....	93
4.6.1.-REPARTO DE PESOS DESPUÉS DE LA REFORMA	95
4.7.- MONTAJE	98
4.8.- PLIEGO DE CONDICIONES	102
4.9.- SIMULACIÓN.....	105
4.9.1.- ACELERACIÓN.....	105
4.9.2.- DOBLE CAMBIO DE CARRIL.....	107
4.9.3.- PRUEBA DE FRENADO	109
4.9.4.- SIMULACIÓN EN TRAMO DE RALLYE	110
4.10.- PRESUPUESTO DETALLADO	113
5.- CONCLUSIONES	115
6.- DESARROLLOS FUTUROS.....	117
7.- Bibliografía	118
8.- ANEXOS	119
ANEXO I: DEFINICIONES DE LA FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE AUTOMOVILISMO (FIA).....	120
ANEXO II: ARTICULO 253 DEL CDI: EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD (Grupos N, A, B, SP).....	131



ANEXO III: ARTÍCULO 254A DEL CDI: REGLAMENTO ESPECÍFICO PARA VEHÍCULOS SÚPER 2000 – RALLYES 152

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: 205 T16 antecesor del 207 S2000</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2: Peugeot 207 S2000</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3: Vano motor antes (izquierda) y después (derecha) de la reforma</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4: Bloque motor instalado.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5: Componentes de la electrónica instalada: C1sensor de posición del cigueñal, C2 sensor de presión de entrada de aire, C3 sensor de temperatura de aire, C4 sensor de temperatura de agua, C5 sensor de posición del acelerador, C6 sensor de posición de los arboles de levas, C7 sensor de presión atmosférica, C8 swich de la caja de velocidades, C9 indicador de la marcha insertada, C10 sensor de presión de combustible.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6: Esquema del sistema de transmisión (4 ruedas motrices)</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7: Explosionado del eje primario de la caja de cambios.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 8: Conjunto caja de cambios-diferencial delanteros (izquierda) y diferencial trasero (derecha)</i>	<i>18</i>
<i>Figura 9: Esquema de suspensión tipo McPherson (izquierda y doble triángulo superpuesto (derecha)</i>	<i>19</i>
<i>Figura 10: Amortiguador.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 11: Columna de dirección.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 12: Sistema de freno delantero</i>	<i>23</i>
<i>Figura 13: Vista de la carrocería con sus modificaciones realizadas y la jaula instalada.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14: Jaula antivuelco básica.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15: Arco principal</i>	<i>27</i>
<i>Figura 16: Arco delantero.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 17: Diagonales traseras</i>	<i>28</i>
<i>Figura 18: Brazos diagonales</i>	<i>28</i>
<i>Figura 19: Barras de protección lateral.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 20: Refuerzos.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 21: Placas de refuerzo de los anclajes al bastidor</i>	<i>30</i>
<i>Figura 22: Jaula de seguridad</i>	<i>34</i>
<i>Figura 23: Posición de la rueda de repuesto</i>	<i>35</i>
<i>Figura 24: Planos con medidas.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 25: Esquema acotado de fuerzas del vehículo.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 27: Motor montado.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 28: Colector de escape</i>	<i>49</i>
<i>Figura 30: Colector de admisión montado (izquierda) y desmontado (derecha)</i>	<i>50</i>
<i>Figura 31: Pieza instalada en el emplazamiento original de la bomba (izquierda) y nueva bomba instalada (derecha).</i>	<i>51</i>
<i>Figura 32: Emplazamiento de la bomba instalada en el lado izquierdo del vano motor.....</i>	<i>51</i>



Figura 33: Soporte del lado de la distribución de motor (izquierda) y soporte inferior (derecha)	51
Figura 34: Sistema de suspensión delantero y trasero	59
Figura 35: Amortiguadores y muelles objeto de la reforma	60
Figura 36: Nueva cremallera de dirección instalada	65
Figura 37: Nueva bieleta de dirección	66
Figura 38: Columna de dirección	66
Figura 39: Soporte de la columna de dirección con la palanca de cambios	66
Figura 40: Bomba de dirección	67
Figura 41: Radiador de dirección	67
Figura 42: Columna montada	67
Figura 43: Baquet	69
Figura 44: Acotado de asiento 00887FNR modelo CORSA marca SPARCO	69
Figura 45: Nueva ubicación de los anclajes de los asientos y arneses de piloto (izquierda) y copiloto (derecha); siendo c=cinturones, s=asientos, T=tubo:30X1mm.	70
Figura 46: Arnés SPARCO	71
Figura 47: Las ubicaciones geométricas recomendadas para un caso genérico de anclaje de 6 puntos.	75
Figura 48: Sistema de fijación general	75
Figura 49: Diámetros y espesores de las barras.	76
Figura 50: Sujeción para el ensayo de punzonamiento	79
Figura 51: Forma del punzón	79
Figura 52: Esquema del ensayo de desgarro	79
Figura 53: Nuevo túnel central (izquierda), túnel instalado (derecha)	81
Figura 54: Vista inferior del suelo trasero con los soportes de la cuna (izquierda) y vista superior (derecha)	81
Figura 55: Paso de rueda trasero montado (izquierda) y piezas a instalar (derecha)	82
Figura 56: Paso de rueda delantero montado (izquierda) y piezas a instalar (derecha)	82
Figura 57: Elementos de la suspensión trasera de origen	83
Figura 58: Subchasis trasero	83
Figura 59: Trapecio trasero y tirante de regulación de convergencia	84
Figura 60: Manguetas traseras	84
Figura 61: Subchasis delantero	85
Figura 62: trapecio delantero	85
Figura 63: Mangueta delantera	86
Figura 64: Caja de velocidades	87
Figura 65: Diferencial desmontado (izquierda) y Carter del diferencial (derecha)	87
Figura 66: Mando de accionamiento (izquierda) y varilla (derecha)	88
Figura 67: Palieres delanteros, derecho (A), izquierdo (B)	88
Figura 68: Palier central	88
Figura 69: Diferencial trasero montado en su cárter (izquierda) y Diferencial (derecha)	89
Figura 70: Esquema acotado de fuerzas del vehículo	95
Figura 71: Esquema acotado de fuerzas del vehículo en frenado	96
Figura 72: Esquema de prueba de Doble Cambio de Carril	107
Figura 73: Trazado del tramo	111



ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Grafica 1: Comparación de par entre los 3 motores.....</i>	<i>52</i>
<i>Gráfica 2: Comparación de potencia entre los 3 motores</i>	<i>52</i>
<i>Grafica 3: Velocidad frente a tiempo</i>	<i>106</i>
<i>Gráfica 4: Aceleración lateral frente a distancia recorrida</i>	<i>108</i>
<i>Grafica 5: Frenado desde 160 a 0 km/h</i>	<i>110</i>
<i>Grafica 6: Frenado desde 80 a 0 km/h</i>	<i>110</i>
<i>Gráfica 7: Velocidad frente a distancia recorrida.....</i>	<i>111</i>
<i>Grafica 8: Aceleración lateral frente a distancia recorrida</i>	<i>112</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Características técnicas del Peugeot 207 Sport.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2: Características técnicas del Peugeot 207 Sport.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 3: Comparación entre presión del freno con y sin servofreno</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4: Cálculo de las componentes de la fuerza en función del ángulo</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 5: Cálculo de las componentes de la fuerza en función del ángulo</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 6: Cálculo de las componentes de la fuerza en función del ángulo</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 7: Características técnicas del Peugeot 207 Sport 1.6.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 8: Comparación de aceleración con los diferentes motores</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 9: Presupuesto.....</i>	<i>114</i>



1.-INTRODUCCIÓN

El automóvil es el medio de transporte más usado en la actualidad, así como para el ocio y diversión. La gran cantidad de vehículos actualmente en circulación hace necesario de una regulación de uso para asegurar la seguridad y la protección del medioambiente. Por este motivo, en la preparación de un vehículo para competición en rallyes, es necesario el cumplimiento de los requisitos básicos para que pueda seguir circulando por las vías públicas. La regulación de las posibles modificaciones que se pueden hacer a un vehículo automóvil viene detallada en el manual de reformas de importancia que prepara y publica el Ministerio de Industria.

De este modo, para el desarrollo del proyecto fin de carrera, se han abordado las modificaciones técnicas de un vehículo con denominación comercial “Peugeot 207 Sport” necesarias para su participación en el Campeonato Nacional de Rallyes de Asfalto en la categoría I, variante kit S2000 dentro de la agrupación I de Campeonato de España de Rallyes de Asfalto. También se realizará el proyecto reforma de importancia que justifica dichas modificaciones realizadas en el vehículo para su homologación para poder circular en las vías públicas de acuerdo con la normativa vigente.

Primero se realizará una pequeña introducción a la competición y en especial al rally, en la cual participará el vehículo objeto de la reforma, así como una breve reseña histórica del fabricante del vehículo PSA PEUGEOT CITROËN en competición.

A continuación, se tratará la modificación a llevar a cabo sobre el vehículo para su participación como S2000, en todos los apartados, tanto de seguridad como los de comportamiento dinámico, según la normativa vigente de la Federación Internacional de Automovilismo (FIA) y de la Real Federación Española de Automovilismo (RFEA).

En el siguiente punto se tratará la realización del proyecto técnico necesario para poder legalizar todos los cambios realizados en el vehículo, mediante sus correspondientes reformas de importancia en cumplimiento de la normativa vigente aplicable, Real Decreto 736/1988 modificado por CTE 3191/2002, en el Real Decreto 2822/198 por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos y en el Código de Circulación.

Para la comprobación de la consecución de los objetivos detallados, y la comparación de las prestaciones antes y después de la reforma se lleva a cabo una simulación del vehículo mediante métodos numéricos y un simulador de tiempo de prestaciones implementado en Excel. Mediante el simulador de prestaciones se comprobará las prestaciones nuevas del vehículo, comparándolas con las anteriores como justificación de la reforma, en un tramo del estilo de los disputados en el Campeonato de España de Rallyes y las pruebas dinámicas de doble cambio de carril estandarizadas en la norma ISO 3888:1999 y frenada desde 80 y 160 Km/h a 0 Km/h correspondiente al ensayo de tipo 0 de la directiva europea 98/12/CE.

1.1.- HISTORIA

Con la creación de Peugeot Talbot Sport y el nombramiento de Jean Todt como director de las carreras en 1981 la marca del león se comprometió decididamente con el Campeonato del Mundo de Rallyes. El objetivo claramente era ganar el título. Con gran eficacia, la misión se llevó a cabo rápidamente.

Diseñado en un tiempo récord, el 205 Turbo 16 fue presentado en febrero de 1984 al mismo tiempo que el GTI, de los cuales fueron construidos 200 unidades con miras a la certificación en el grupo B. Motor transversal montado en posición central trasera, sus 1,8 litros, cuatro cilindros, 16 válvulas y turbo desarrollaba unos 200 cv. En la versión de carreras, de las cuales se construyeron 20 unidades, disponía en su primera versión de 320 CV, y luego hasta 450 caballos de potencia. Disponía de tracción a las 4 ruedas para poder aprovechar toda la potencia disponible y pasarla al suelo.



Figura 1: 205 T16 antecesor del 207 S2000



El coche fue inscrito en el Campeonato Mundial de 1984 como parte de un programa limitado a cinco carreras. El Tour de Córcega fue la primera carrera disputada. En su primer año en el Campeonato del Mundo de Rallyes, el 205 T16 ya dejó la marca de su buen hacer. La primera victoria llegó en el Rally 1000 Lagos en Finlandia, donde Ari Vatanen fue primero. Este éxito fue seguido por otros dos en el Rally de San Remo y en el caso británico, el RAC. Tres victorias en cinco carreras para empezar, los inicios del nuevo vehículo daban esperanzas de luchar por el título en años consecutivos.

La temporada 1985 se esperaba que fuera el gran año para los 205 T16. Con la ambición de ganar el título, tres pilotos, Ari Vatanen, Timo Salonen y Bruno Saby, fueron para hacer frente a la todo poderosa Audi, que hasta entonces había gobernado el Mundial en las manos de Walter Röhrl y Blomqvist Stig, con sus impresionantes Quattro. El pequeño Peugeot aplastó a la competencia al ganar siete victorias de once posibles. Peugeot ganó su primer título de Campeón del Mundo de Rallyes, de la mano de su piloto Timo Salonen que se alzó con el título de pilotos.

A pesar de la llegada de las nuevas súper-máquinas, como el Lancia Delta S4, los 205 Evolution 2 siguieron siendo los dominadores en 1986 con seis éxitos. El constructor ganó su segundo título mundial y Juha Kankkunen ganó el campeonato de pilotos.

Pero 1986 iba a ser la última temporada de este logro glorioso, como la Federación Internacional de Automovilismo decidió eliminar el Grupo B. Peugeot por tanto, se volvió hacia otros horizontes, el París-Dakar y los Rally Raids africanos.

Peugeot regreso al Campeonato del Mundo de Rallyes a finales de 1999 con el Peugeot 206 WRC, ganando tres veces el campeonato de constructores (2000, 2001 y 2002) y dos el de pilotos con Marcus Grönholm (2000 y 2002). El año 2004 el Peugeot 206 WRC es sustituido por el 307 pero no consigue buenos resultados. A finales del 2004 Peugeot anuncia su retirada del mundial de rallyes al final del 2005 y es Citroën la marca del grupo que se pasa a los rallyes, con magníficos resultados.



Figura 2: Peugeot 207 S2000

En 2007 Peugeot regresa a los rallyes internacionales con el 207 S2000, objeto de este proyecto, enmarcado dentro de la categoría S2000 del IRC (Intercontinental Rally Challenger) consiguiendo en el primer año la victoria con Enrique García-Ojeda.

R.B. [5,6]



2.- OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es realizar una serie de modificaciones en un vehículo de calle para su participación en el campeonato de España de Rallyes, así como la mejora de sus prestaciones para asegurar un buen puesto en la clasificación de dicho campeonato. Los objetivos del proyecto se pueden resumir en:

- Modificación de un vehículo para la participación en Campeonato de España de Rallyes de Asfalto.

- Aumento de las prestaciones del vehículo que permita optar a ganar el campeonato.

3. PREPARACIÓN PARA CATEGORÍA S2000

En el departamento de competición de Peugeot, Peugeot Sport, se ha desarrollado un conjunto de piezas que se suministran en kit para adecuar las características de Peugeot 207 Sport para poder competir, con garantías, en la categoría S2000, tanto en campeonatos de España como en diversos campeonatos en el mundo. A continuación se irán abordando todas las modificaciones que se realizan sobre el vehículo.

R.B. [4]

3.1. MODIFICACIONES DE MOTOR

En la reglamentación de S2000 se deja libertad en la modificación de motor mientras se mantenga la cilindrada inferior a 2000cm^3 , incluso se permite el cambio de motor por otro de diferente modelo, como es el caso, pero no se permite la utilización de sobrealimentación, es decir, la entrada de aire a la admisión del motor no puede ser forzada.



Figura 3: Vano motor antes (izquierda) y después (derecha) de la reforma

A la hora de realizar la potenciación de un motor es muy importante saber en qué categoría va a competir y las modificaciones que son permitidas en esa categoría puesto que en función de ello se podrá decidir sobre qué elementos es preciso trabajar para obtener el mayor rendimiento posible. En el presente caso se busca una preparación en la categoría de rallyes en la que es más apropiado un motor con un mayor par a bajas revoluciones a costa de sacrificar un poco de potencia en altos ya que la mayor parte del tiempo el motor trabajará en regímenes bajos y medios en los que interesa que el motor gane rápido velocidad.



El primer paso en una preparación de motor es la sustitución del conjunto móvil, cigüeñal, bielas y pistones, por otros más ligeros que permitan subir más rápido de revoluciones, puesto que cuentan con menos inercia. En muchos casos el aligeramiento de estos componentes supone que aumenta el mantenimiento puesto que aunque se aumenta su rigidez los componentes están sometidos a mayor estrés y es necesaria su revisión y sustitución con mayor frecuencia. En el aligeramiento de las partes móviles se incluye la sustitución del volante de inercia por uno con menos peso y por tanto con menos inercia al giro. Esta disminución de inercia trae consigo una disminución de la estabilidad de la velocidad de giro a bajas revoluciones, pero dado que el uso de estos motores es a regímenes altos dicha disminución de estabilidad no es perjudicial.



Figura 4: Bloque motor instalado

El siguiente paso es el trabajo realizado en la culata puesto que la potencia es proporcional a la cantidad de combustible que entre en la cámara de combustión y para poder aumentar el combustible y que todo este sea quemado es preciso introducir mayor cantidad de aire para disponer del oxígeno necesario para el proceso de combustión. La introducción de una mayor cantidad de aire en la cámara es el mayor problema de las preparaciones en motores de aspiración no forzada, atmosféricos. Para intentar introducir más aire se pulen los conductos de escape y de admisión de la culata para que la superficie oponga menos resistencia al paso del aire, puesto que por el proceso de fabricación de las culatas estos conductos tienen un acabado rugoso. A la hora de realizar este pulido de los conductos es necesario poner especial atención en que los 4 cilindros queden iguales, para comprobar esto último después de su pulido es



recomendable pasar la culata por un banco de flujo para comprobar que por todos los conductos pasa el mismo aire, puesto que cualquier desequilibrio en este punto resulta muy perjudicial a la hora del rendimiento del motor. Otro punto a tener en cuenta es respetar las medidas máximas y la forma de los conductos especificados en la Ficha de Homologación del vehículo.

El principal trabajo de potenciación se centra en las leyes de distribución, puesto que con una ley de distribución acorde con unas longitudes de conductos de admisión y escape adecuadas se puede obtener un rendimiento volumétrico mayor de 1. A la hora de diseñar las leyes de distribución es importante tener en cuenta las rigideces de muelles de válvula que se pueden montar y el peso de la propia válvula puesto que si no van acorde con la ley diseñada o esta es demasiado agresiva se puede dar el caso que no le dé tiempo al muelle a recuperar la posición cerrada de la válvula, lo que se llama alocamiento de válvulas, es importante que no suceda esto puesto que produciría un mal funcionamiento del motor o incluso que la cabeza del pistón toque con la válvula provocando la rotura de la misma.

Otro de los parámetros en los que más es necesario trabajar a la hora de potenciar un motor son las longitudes del colector de escape y de admisión. Modificando dichas longitudes, junto con una ley de distribución adecuada, se puede llegar a conseguir que el rendimiento volumétrico (anteriormente citado) pueda ser mayor que la unidad para un rango de revoluciones dado, esto es posible gracias a la utilización de las ondas de presión y de depresión que se producen en los cambios de sección del tubo que pueden llegar a introducir más aire gracias a la llamada sobrealimentación dinámica.

La última parte con vital importancia en la potenciación del motor es la gestión electrónica tanto de inyectores como de encendido. La electrónica de gestión del encendido es la parte que se encarga que salte la chispa de la bujía en el momento preciso del ciclo y de esta forma sacar el máximo rendimiento del combustible inyectado. Es importante una buena gestión del encendido porque el momento correcto de que salte la chispa varía en función de las condiciones atmosféricas, la posición del pedal del acelerador, y las revoluciones entre otros parámetros. En cuanto a la gestión de la inyección es necesario introducir en la cámara la cantidad de combustible justo en su momento idóneo para poder sacar el máximo partido del motor puesto que el

combustible es el elemento que proporciona la energía al motor. La cantidad de combustible inyectado así como el instante de inyección varía también en función de las revoluciones, la posición de pedal, la presión atmosférica y otros muchos parámetros que es necesario programar para la optimización del motor.

Otro parámetro a trabajar es la correcta lubricación de todos los componentes del motor, no tanto para la obtención de potencia como para asegurar una durabilidad que permita acabar las pruebas en las que participa el vehículo. Uno de los principales problemas en lubricación de motores adaptados de la serie a competición son las olas generadas en el cárter del motor, debido a las fuertes aceleraciones laterales a las que se ve sometido, y que puede provocar que la bomba de aceite se quede descebada, este problema se minimiza añadiendo unas paredes con perforaciones en el cárter de manera que le resulte más difícil el movimiento al aceite. Si el reglamento lo permite, que no es el presente caso, la forma de erradicar el problema es la sustitución del cárter por uno más pequeño con una pequeña bomba que transporte el aceite a un depósito externo añadido en posición vertical, para que no le influyan las aceleraciones, del que se alimenta la bomba principal.



Figura 5: Componentes de la electrónica instalada: C1 sensor de posición del cigueñal, C2 sensor de presión de entrada de aire, C3 sensor de temperatura de aire, C4 sensor de temperatura de agua, C5 sensor de posición del acelerador, C6 sensor de posición de los árboles de levas, C7 sensor de presión atmosférica, C8 swich de la caja de velocidades, C9 indicador de la marcha insertada, C10 sensor de presión de combustible.

3.2 MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

A la hora de preparar un coche de competición es importante prestar atención al sistema de transmisión no tanto por la ganancia de prestaciones como por la fiabilidad del vehículo, puesto que para ganar cualquier prueba es necesario terminarla sin averías. A continuación se detallan todas las modificaciones a realizar en la preparación de un coche para la categoría S2000, empezando desde el lado del cambio hacia las ruedas.

El primer elemento con el que nos encontramos es el embrague, cuya función es la de transmitir el par proporcionado por el motor a la caja de velocidades y a la vez poder separarlos para permitir que el vehículo se detenga y el motor siga arrancado. Sobre el embrague se trabaja para que la transmisión del par del motor al cambio sea lo más rápida posible y sin deslizamientos indeseados. La preparación más frecuente es la sustitución del disco de embrague de origen de material orgánico por uno o varios de material cerámico y sin resortes de torsión para evitar pérdidas de potencia en los mismos.

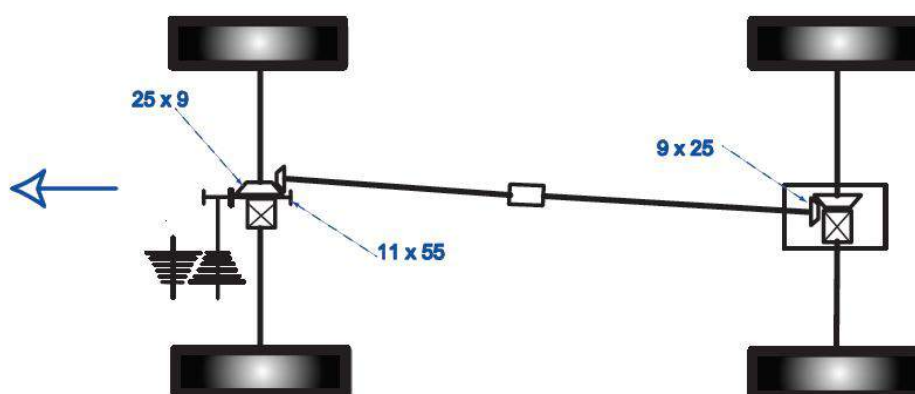


Figura 6: Esquema del sistema de transmisión (4 ruedas motrices)

El siguiente a modificar es la caja de cambios, sobre dicho elemento se trabajan en 2 direcciones diferentes, una es reducir el tiempo empleado en pasar de una marcha a la siguiente y en adecuar la relación de desmultiplicación de las marchas a la potencia entregada por el motor y a las carreteras por los que discurren los tramos cronometrados.

Para reducir el tiempo de cambio entre marchas lo más frecuente en coches de alta preparación, como es el caso del S2000, se recurre a cajas de cambio de accionamiento secuencial en lugar de las cajas en H que se montan en vehículos de producción. Con el cambio secuencial se lleva al mínimo el tiempo de transición entre marchas puesto que no es necesario el accionamiento del embrague ni para subir marcha ni para bajarlas, e incluso si se dispone de la gestión de motor adecuada no es necesario ni levantar el pedal del acelerador. A diferencia del de serie el cambio secuencial no lleva elementos de sincronización y los tetones que se encargan de engranar las marchas están mucho más reforzados puesto que en el cambio secuencial éstos son los que se encargan de absorber la diferencia de velocidades entre el eje y el piñón a engranar. La ganancia de tiempo por cambio puede ser de unos 0,3 segundos que aunque pueden parecer poco a lo largo de un tramo cronometrado que se cambia de marcha unas 100 veces como mínimo es una ganancia importante.

Una de las partes muy implicadas en la aceleración de vehículo y que muchas veces está en un segundo plano son las relaciones de desmultiplicación de las diferentes velocidades. Dado que los tramos por los que discurren las competiciones suelen ser bastante revirados podemos sacrificar la velocidad punta que será capaz de alcanzar el vehículo a cambio de poder poner unas marchas más cortas que mejoran la aceleración.



Figura 7: Explosionado del eje primario de la caja de cambios

Uno de los principales problemas que se encuentran los pilotos, sobre todo en circunstancias de baja adherencia, es ser capaz de transmitir al suelo la potencia que les entrega el motor, teniendo que dosificar muy bien el acelerador en cada momento. Para

solventar gran parte del problema se introduce en los vehículos un diferencial autoblocante que, a diferencia de uno normal, en el momento que una rueda pierde adherencia y patina le manda la fuerza de tracción a la rueda que si que la puede transmitir al suelo resultando mucho más eficaz el coche sobre todo el terrenos que no disponen de buen agarre.

Cuando la preparación incluye la sustitución del diferencial simple por otro con función autoblocante es necesario el refuerzo de los palieres con el fin de evitar la rotura de los mismos puesto que el autoblocante los somete a un sobreesfuerzo. Para el refuerzo de los mismos se recurre a la sustitución de las juntas homocinéticas por unas de mayor tamaño de tal manera que aguanten los nuevos esfuerzos a los que son sometidas, y así aseguren la fiabilidad deseada.

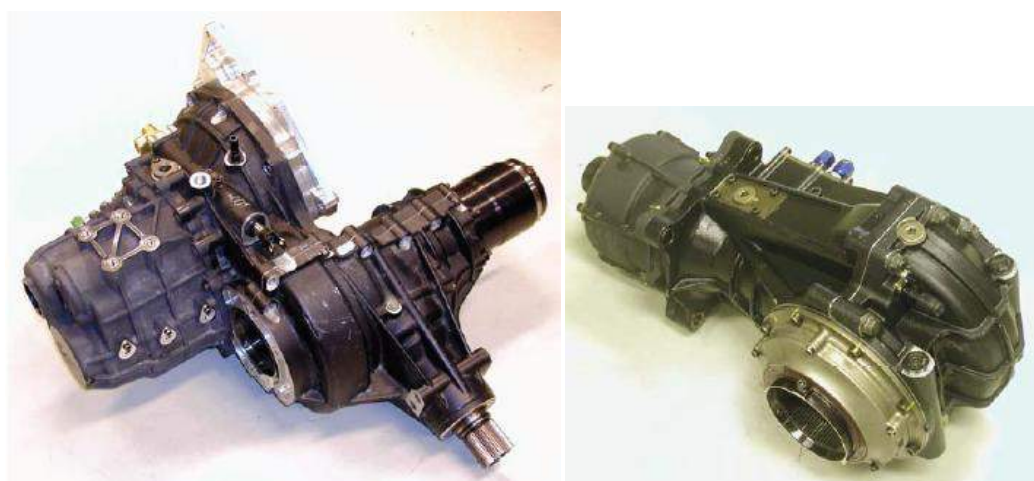


Figura 8: Conjunto caja de cambios-diferencial delanteros (izquierda) y diferencial trasero (derecha)

Una técnica muy utilizada por los pilotos de rallyes para tomar la curvas más lentas con un poco mas de velocidad es tirar del freno de mano para que el tren trasero sobrevire y ayude al coche a girar. Puesto que ponemos tracción trasera permanente en nuestro vehículo, para poder aprovechar la ayuda del freno de mano en las curvas lentas sin necesidad de estar con el embrague pisado, con la consiguiente pérdida de tiempo, o la posibilidad de calar el motor al bloquear las ruedas traseras si no lo pisamos, instalamos un embrague controlado electrónicamente a la entrada del diferencial trasero, de tal forma que cuando se actúe sobre el freno de mano una bomba eléctrica activa el embrague y desconecta el diferencial trasero de la transmisión, solucionando así el problema.

3.3. MODIFICACIÓN DE LA SUSPENSION

El trabajo realizado en las suspensiones de un vehículo de competición es importante puesto que las de origen están diseñadas con un compromiso entre confort, prestaciones, adaptabilidad y durabilidad, mientras que en la preparación la única premisa es el máximo de prestaciones con la única condición de que tienen que durar como mínimo hasta el final de un rallye. De esta forma la premisa a la hora del diseño de una suspensión es que la rueda trabaje de la manera óptima en cada circunstancia.

Para conseguir el objetivo anteriormente expuesto se pueden seguir varios caminos, para ver por qué camino es conveniente avanzar es imprescindible que se conozca el reglamento de la prueba a la que se destina el vehículo puesto que este nos marcará unos límites de los cuales no se podrá salir la suspensión. En el caso del S2000 el esquema de suspensión es libre siempre y cuando se respeten las medidas máximas de ancho de vía y de distancia ente ejes. El esquema McPherson empleado es el que mejor cumple los requisitos tanto de prestaciones como de viabilidad al tratarse de un esquema simple con muchas opciones de reglaje y que se adapta al espacio disponible.

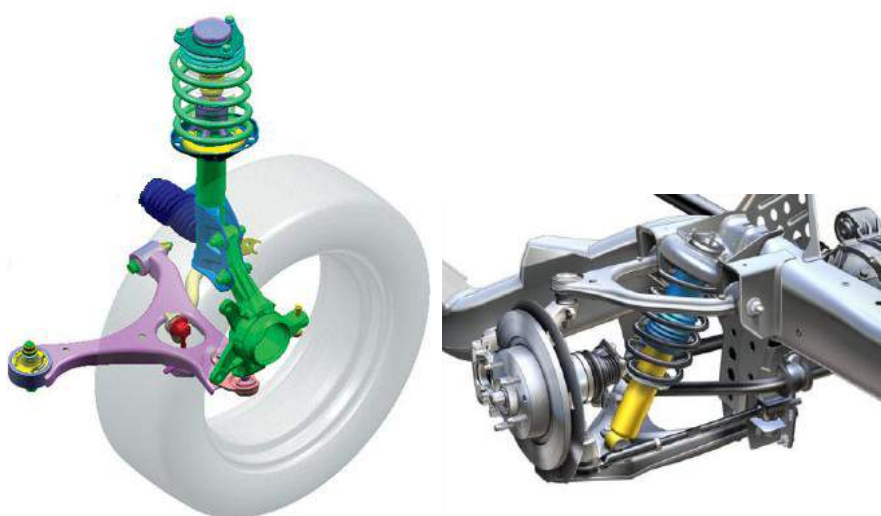


Figura 9: Esquema de suspensión tipo McPherson (izquierda y doble triángulo superpuesto (derecha))

Una vez elegido el sistema de suspensión se pasa a estudiar la geometría que ha de tener para cumplir su cometido de la mejor manera posible. Para ello es imprescindible realizar un estudio mediante cálculos numéricos o simulación mediante

programas. Para poder empezar con una geometría básica normalmente se realiza una primera que cumpla las normas del reglamento y el resto de parámetros a definir se suponen con valores habitualmente empleados en vehículos de las mismas características. A partir de esa geometría se intenta optimizar para que la suspensión mantenga siempre el neumático en contacto con el suelo y a la vez lo trate de mejor forma posible para obtener de él las máximas prestaciones.

Los amortiguadores son otros de los elementos más importantes de la suspensión puesto que son los encargados de que los muelles trabajen bien ya que amortigua sus oscilaciones. Los amortiguadores montados en competición suelen ser regulables en varias vías, es decir, tiene varios reglajes, compresión, extensión... Los que monta el vehículo estudiado son regulables en 3 vías, compresión en baja velocidad, compresión en alta velocidad y extensión. La compresión en baja velocidad regula la dureza del amortiguador cuando la velocidad de compresión es baja, es decir, en los balanceos del vehículo. La compresión en alta velocidad es la regulación de la dureza del amortiguador cuando la velocidad de compresión es alta, es decir, en baches e irregularidades del asfalto. Por último la regulación en extensión es la que define la dureza del amortiguador en su carrera de extensión tanto en baja como en alta velocidad.



Figura 10: Amortiguador



Sobre el cuerpo del amortiguador se monta el muelle de manera concéntrica. El soporte inferior del muelle se apoya sobre la tuerca que rosca sobre cuerpo del amortiguador para poder regular la altura del vehículo en función del tipo de tramo sobre el que se vaya a participar. Con esta regulación se puede también conseguir variar el reparto de pesos dentro de unos límites para adecuarlo a las necesidades en cada momento. Los muelles tienen un diámetro medio de espira (D) inferior a los de origen con lo que se consigue una mayor constante de rigidez, según la ecuación 1, lo que limita el balanceo del vehículo tanto longitudinal como transversalmente.

$$K = \frac{d^4 \cdot G}{8 \cdot D^3 \cdot N} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

- d es el diámetro del hilo
- G es el modulo de elasticidad transversal de Coulomb
- D es el diámetro medio de espira
- N es el número de espiras útiles

Es importante recordar que el único punto de contacto del vehículo con el suelo son los neumáticos y el contacto de éstos con el suelo depende principalmente de la suspensión, por tanto la elección de ésta es de suma importancia en nuestro caso que lo que se busca es llegar a los límites del vehículo. Con una buena elección de los tarados de suspensión, que absorban las irregularidades del terreno sin perder en ningún momento el contacto neumático-calzada, podemos llevar los límites del vehículo más lejos con lo que conseguimos mejorar los tiempos empleados en los tramos cronometrados. De nada sirven las modificaciones realizadas en el motor o los frenos si no adecuamos la suspensión para ellos, puesto que no transmitiríamos todo el par del que disponemos. En la búsqueda de la eficacia máxima posible se sacrifica el confort de los ocupantes frente a la mejora de prestaciones, en contrapartida a los vehículos comerciales en los que siempre se intenta conseguir el equilibrio que satisfaga unas condiciones de agarre suficientes para mantener una seguridad sin perder el confort.

3.4. MODIFICACIÓN DE LA DIRECCIÓN

La modificación más frecuente en el sistema de dirección es la sustitución de la caja de dirección por una con menor desmultiplicación para facilitar los movimientos del volante al piloto, así como hacer más rápido los giros de volante necesarios para tomar una curva, de esta forma, dada la sinuosidad de las carreteras por las que va a circular el vehículo y la velocidad de paso por ellas, limita la fatiga del piloto, y ayuda a mantener una mayor concentración.

El sistema hidráulico también se ve modificado para cumplir con las necesidades de la nueva cremallera y que no tenga que efectuar más fuerza el piloto sobre el volante para girar. Se monta una bomba hidráulica con un caudal y presión mayores a la de origen del vehículo para proporcionar la asistencia a la dirección de tal manera que la fuerza necesaria sobre el volante sea la misma antes y después de la reforma. Los conductos del líquido hidráulico se cambian por otros adecuados a la nueva disposición espacial de los elementos, siendo estos de tipo aviación recubiertos de malla metálica para aumentar la resistencia a la abrasión así como para disminuir la deformación al estar sometidos a presión, reduciendo de este modo las pérdidas en las conducciones. Otro de los elementos sustituidos es el radiador del sistema hidráulico, puesto que al someter al fluido a mayores solicitaciones este se calienta más, teniendo que evacuar este aumento de temperatura para el correcto funcionamiento.

En la preparación de S2000 también se retrasa la posición del piloto para mejorar el centro de gravedad y por lo tanto es necesario modificar la columna de dirección para desplazar el volante hacia atrás.



Figura 11: Columna de dirección



Puesto que según el anexo L de CDI (Equipamiento de seguridad del piloto), el piloto tiene que usar guantes ignífugos en el transcurso de las pruebas cronometradas. Se realiza una sustitución del volante, por uno recubierto de piel vuelta que asegura el correcto agarre del piloto y evita que se resbale el volante de la mano del piloto con las terribles consecuencias que ello conllevaría.

El volante instalado es del fabricante italiano Sparco modelo R323, sin desplazamiento puesto que al ser regulable tanto el asiento como la columna de dirección no es necesario.

3.5. MODIFICACIONES EN EL SISTEMA DE FRENADA

En este apartado el vehículo recibe un importante trabajo de mejora, para adecuarlo a sus nuevas características y utilización. El trabajo a realizar en los frenos es la mejora del par de frenada y el aumento de la resistencia a fatiga de los mismos.

El sistema de frenada es uno de los componentes más importantes, y en muchos casos olvidado, en un coche de rallyes ya que no sirve de nada que el motor tenga mucha potencia si no lo puedes usar a su máximo nivel porque no te da tiempo a frenar para la siguiente curva. El trabajo realizado sobre los frenos no se basa únicamente en mejorar su par de frenada si no en mantenerlo en un régimen más amplio de temperatura dado que durante el transcurso de un tramo cronometrado la solicitud por parte del piloto al sistema de frenada es alta, no dando tiempo a éste a enfriarse.



Figura 12: Sistema de freno delantero

A continuación se describe las principales modificaciones a las que se somete un vehículo a la hora de realizarle una preparación en el sistema de frenada.



Se sustituyen las pinzas de freno flotantes de origen en las 4 ruedas por unas de fijas 4 pistones, para conseguir una mayor presión y mejor reparto de ésta a lo largo de la pastilla, a la vez que aumenta la superficie de fricción de la pastilla con el disco.

Las pastillas montadas son en compuesto DS3000, especialmente pensado para su utilización en vehículos de rally, con alto coeficiente de fricción, entorno a 0,62 frente al 0,45 de las pastillas de origen, y muy estable en el rango de temperaturas entre 300°C y 600°C.

Los discos de freno montados al igual que en vehículo de origen no son iguales en ambos ejes, siendo mayores en el eje anterior puesto que el mayor esfuerzo de frenada es mayor en dicho eje al recibir la carga vertical de la transferencia de peso en el momento de frenar. Los discos no son de una pieza como los de origen si no que se componen de dos piezas de diferente material para favorecer la evacuación de calor, el núcleo, parte central, es de aleación de aluminio, mientras que la pista, parte donde friccionan las pastillas, es de acero de alta resistencia a la temperatura y fatiga.

La bomba se sustituye por dos de diámetro menor, una de 15mm de diámetro de pistón por cada eje en vez de una con diámetro 22,2mm, instaladas en el pedalier y con un mando de balancín para regular el reparto de frenada delante/detrás a gusto del piloto. También se suprime el servofreno para una mayor precisión de frenada.

Los latiguillos de freno se sustituyen por unos de tipo aviación, con malla metálica externa, para mejorar la resistencia a la dilatación por presión y temperatura manteniendo así el tacto de freno igual a cualquier temperatura del sistema. El recubrimiento de malla le proporciona una resistencia mayor al desgaste por fricción.

Por último se cambia el líquido de freno por otro con un mayor punto de ebullición para evitar que en los momentos de más exigencia al pedal de freno se formen burbujas de líquido debidas a la ebullición de este en altas temperaturas.

3.6. MODIFICACIÓN DE LA CARROCERÍA E INSTALACIÓN DE LA JAULA DE SEGURIDAD

En este apartado se abordan todas las modificaciones necesarias para la adaptación de la carrocería para un vehículo de rallyes en categoría S2000. Para abordar dichas reformas se van a tratar en dos partes, la primera son las modificaciones a



realizar para poder alojar los nuevos elementos mecánicos instalados, mientras que la segunda cubre las modificaciones necesarias para cumplir el reglamento de seguridad del anexo J del CDI.

En esta primera parte se tratan todas las modificaciones que se realizan sobre la carrocería para poder instalar los nuevos componentes mecánicos, como son la transmisión central, el puente trasero, nuevas estabilizadoras y amortiguadores...

En primer lugar, como parte más importante de la modificación de la carrocería, se aborda la sustitución del suelo trasero, desde el asiento trasero hasta la parte trasera del maletero. Esta modificación se realiza para dar cabida al nuevo subchasis trasero, con sus puntos de sujeción, y toda la transmisión trasera, siendo más alto y plano en lugar de llevar el alojamiento de la rueda de repuesto. También se sitúa el alojamiento del nuevo depósito de combustible con sus anclajes. Del mismo modo el túnel central también se sustituye por uno más grande puesto que a través de él tiene que pasar la transmisión central y el escape. En éste se incorporan los anclajes de los apoyos de la transmisión y escape.

En la modificación del suelo se añaden los nuevos anclajes de los asientos y arneses. Estos anclajes se retrasan de su posición original por dos motivos principales:

- Al retrasar al piloto y copiloto se mueven los pesos hacia atrás consiguiendo un reparto de pesos mejor, lo que se traduce en una mejora de prestaciones, que es lo que se intenta conseguir con toda la preparación realizada en el vehículo.
- De la misma forma se intenta conseguir que el piloto, sobre todo, al estar sentado más cerca del centro de giro del vehículo tenga unas mejores sensaciones de la respuesta del vehículo y por tanto pueda acercarse más a los límites de éste.

Otro de los elementos sustituidos son los pasos de rueda y los anclajes de los amortiguadores para reforzarlos y que aguanten las nuevas solicitudes a los que se verá sometido con los amortiguadores más rígidos instalados. Junto con lo anterior se le realiza un cajeado a las patas traseras para dejar sitio a las estabilizadoras, instalando un refuerzo en la parte superior de ésta para mantener la rigidez de esta y no comprometer la seguridad de los ocupantes del vehículo.

Por último se realiza un trabajo similar en los pasos de rueda delanteros y soportes de los amortiguadores sustituyéndolos por otros más rígidos y con una forma adecuada a los componentes mecánicos instalados.



Figura 13: Vista de la carrocería con sus modificaciones realizadas y la jaula instalada

Todas estas modificaciones no comprometen la resistencia de la carrocería frente a impactos manteniendo la integridad de los ocupantes en todo momento. Esta condición nos la asegura Peugeot al ser ellos quien han diseñado y homologado las modificaciones. La ejecución de las mismas se realiza en su departamento de competición, Peugeot Sport.

Por otra parte se realizan unas modificaciones exigidas por el reglamento en el apartado de seguridad, como es la instalación de una jaula de seguridad que asegure que, frente un impacto, el habitáculo permanecerá indeformable en la medida de lo posible. En primer lugar expondremos brevemente la reglamentación por la que se tiene que regir dicha jaula.

La FIA especifica que como mínimo tiene que tener los miembros estructurales consistentes en: un arco principal, dos tirantes hacia atrás y al menos una diagonal.

Una jaula antivuelco básica como se muestra en la figura 14 consiste en un arco principal, un arco delantero, las barras que las conectan, dos barras laterales (una en cada lado), una barra frontal, dos tirantes hacia atrás, y al menos un miembro diagonal

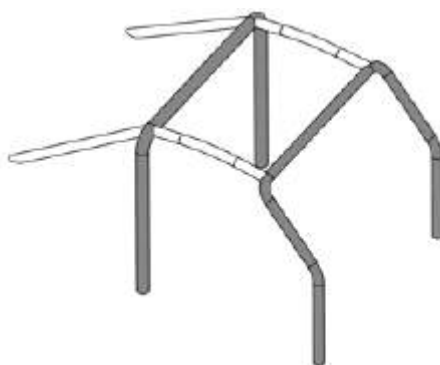


Figura 14: Jaula antivuelco básica

MIEMBROS ESTRUCTURALES INDIVIDUALES

El arco principal señalado en la figura 15 deberá estar constituido por un único tubo que debe lo más próximo que se pueda al perfil interior de la carrocería, tener sus secciones verticales tan rectas y verticales como sea posible, posicionarse tan atrás como permita respecto a la posición de los asientos.

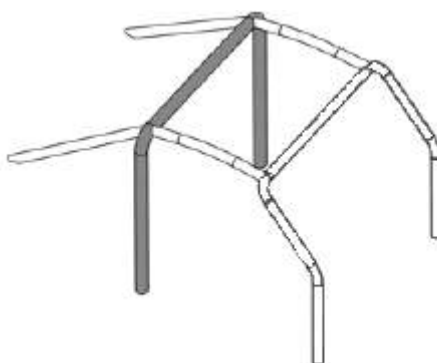


Figura 15: Arco principal

El arco frontal, en cualquiera de de las configuraciones que se detallan en la figura 16, deberá estar constituido por un único tubo, tener patas rectas o bien tener patas que siguen el pilar del parabrisas hasta el nivel del salpicadero, y luego tener sólo un doblez hacia abajo.

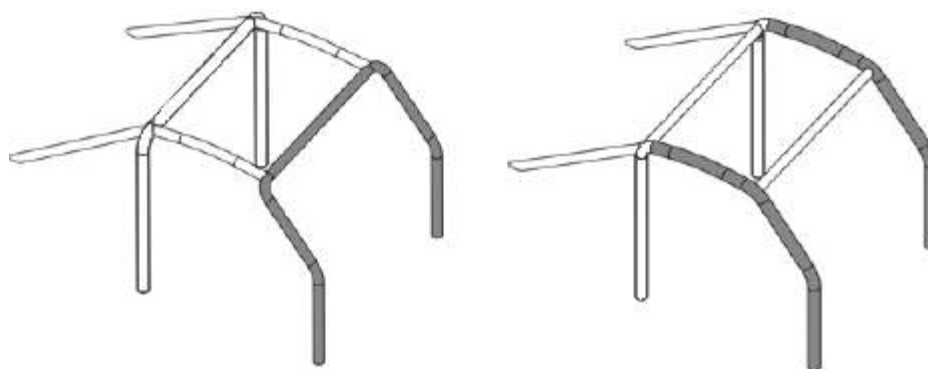


Figura 16: Arco delantero

Las diagonales traseras señaladas en la figura 17 deberán estar hechas de un único tubo, unirse a la barra principal tan arriba como sea posible, tener un ángulo de al menos 30 grados respecto a la vertical y extenderse no más atrás que el centro del eje trasero.

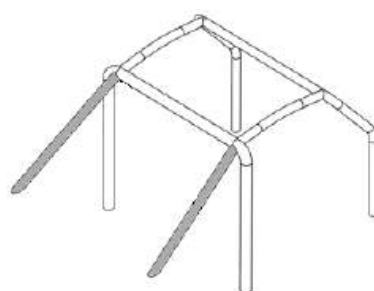


Figura 17: Diagonales traseras

Los brazos diagonales en cualquiera de las configuraciones de la figura 18 deberán ser hechos de un único tubo, ser rectos, unirse a la barra principal a menos de 100mm de la unión entre la diagonal trasera y la barra principal, o unirse a la barra principal a menos de 100mm de las uniones con las diagonales.

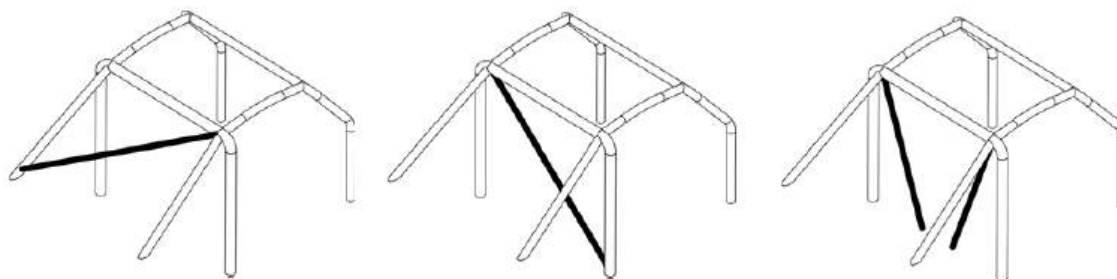


Figura 18: Brazos diagonales

Las barras de protección lateral que se muestran en la figura 19 deberán ser tan altas como sea práctico pero no más altas que la mitad de la altura de la puerta. Pueden ser instaladas usando uniones desmontables aprobadas. Estos miembros no pueden dificultar la entrada o salida a los ocupantes del vehículo.

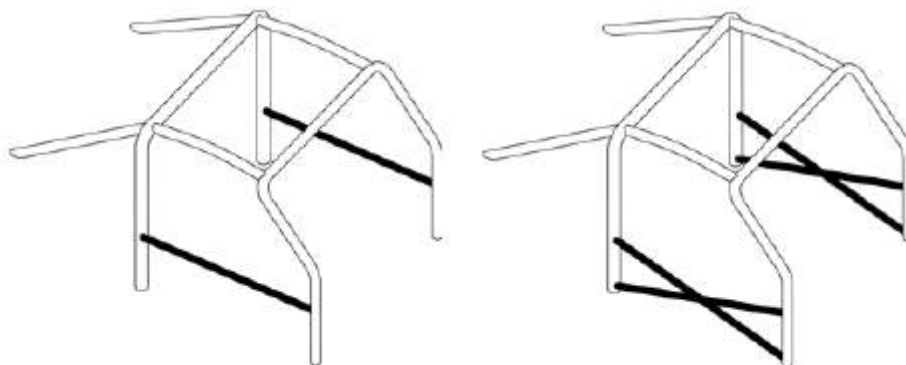


Figura 19: Barras de protección lateral

Las barras de refuerzo no deberán estar más bajas o más lejos del punto medio de los elementos sobre los que están anclados, salvo en lo que concierne a la unión del arco delantero, que podrá alcanzar la unión montante de la puerta/arco delantero. Se podrá añadir un refuerzo, a cada lado del arco delantero entre la esquina superior del parabrisas y la base de este arco tal y como muestra la figura 20.

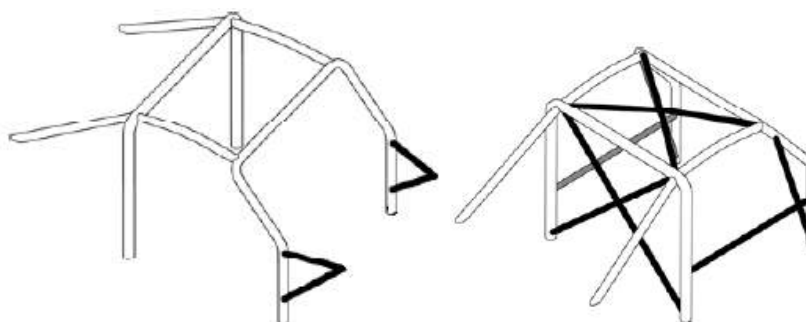


Figura 20: Refuerzos

Estos dos últimos miembros son elementos opcionales.

UNIÓN A LA CARROCERÍA

La jaula antivuelco puede ser fijada permanentemente a la estructura del vehículo soldando los puntos de unión con placas de refuerzo, o pueden hacerse como



una estructura desmontable incorporando soportes que se atornillan a las placas de refuerzo. En ambos casos las placas de refuerzo deben estar soldadas a la estructura del vehículo.

Los soportes atornillados generalmente son sólo requeridos cuando el diseño de la estructura es desmontable. Las placas de refuerzo deben ser más grandes que los soportes fijados a ellas. Exactamente han de tener como mínimo 120 cm² de superficie y 3mm de espesor.

El dispositivo de protección antivuelco debe ser unido a las placas de refuerzo de una de las siguientes formas:

Soldando el tubo directamente a la placa de refuerzo.

Soldando el tubo a una placa, la que a su vez es soldada o atornillada a la placa de refuerzo.

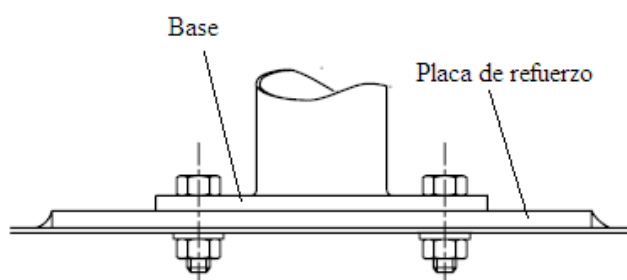


Figura 21: Placas de refuerzo de los anclajes al bastidor

Recomendaciones para la soldadura:

-Sea 50% intermitente. Suelde 20mm y deje un espacio de 20mm.

-Montar la placa de refuerzo en más de un plano cuando sea posible.

-La soldadura debe ser realizada con un procedimiento de penetración completa (MIG o TIG), usando un material de aportación adecuado a los materiales que se quieren unir.

-Es necesario tener especial cuidado cuando la soldadura se va a realizar sobre aceros al carbono.

CURVATURA DE LOS TUBOS

Al curvar el tubo, debe tenerse cuidado de no comprometer la resistencia del material ya que las propiedades mecánicas del material se ven afectadas puesto que en



el exterior de la curva las paredes del tubo se estiran y adelgazan, mientras que en el interior se comprimen y engrosan.

Para minimizar este efecto la curvatura de los tubos debe realizarse aplicando las siguientes reglas:

- Los tubos deben doblarse en frío (aumentando la acritud del material)
- Debe usarse curvadoras de tipo mandril.
- Los tubos con unión soldada deben ser doblados con el sello soldado hacia fuera del eje de la fibra neutra, es decir a 90 grados de la curvatura.
- Las curvaturas deben tener un radio de al menos 3 veces el diámetro exterior del tubo.

Una curvatura adecuada debe presentar las siguientes características:

- Ser suave, sin roturas ni corrugaciones.
- Tener un radio de al menos 3 veces el diámetro exterior del tubo, medido desde el centro del tubo.
- Tener una mínima deformación axial aparente.
- Si el tubo se ovaliza durante el proceso la relación entre el diámetro menor y el mayor no será inferior a 0,9.

ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL

El acero escogido para la construcción de la estructura de seguridad es el ST52 con una resistencia de 700MPa en tubos de dimensiones 45x2,5mm. En aceros aleados el contenido máximo de estos es de 1% para el magnesio y un 0,5% para el resto.

Cada pie de anclaje del arco delantero, principal o laterales debe incluir una placa de refuerzo de un espesor de, al menos, 3mm que no será inferior al del tubo sobre el cual está soldada.

Cada pie de anclaje debe estar fijado por, al menos, 3 tornillos en una placa de refuerzo de, al menos, 3mm de espesor y de, al menos, 120cm² que estará soldada a la carrocería. Los tornillos deben ser de, al menos, M8 de una calidad ISO 8.8 o superior. Las tuercas serán autoblocantes o dotadas de arandelas de bloqueo.



PRUEBAS DE CARGA ESTÁTICA PARA LA HOMOLOGACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SEGURIDAD

Si la estructura básica, como la que se muestra en la figura 14, se fabrica de materiales que cumplan los requerimientos del punto anterior, puede ser homologada sin requerir ninguna prueba de carga estática o cálculo aritmético.

Las estructuras de seguridad que no cumplan con las normas de diseño de los apartados anteriores, deben ser sometidas a las pruebas de carga estática, debiendo ser realizadas en un instituto aprobado por la FIA, descritas a continuación:

Dado que una jaula solamente debe considerarse en su conjunto, la prueba debe llevarse a cabo sobre la jaula completa.

El dispositivo de ensayo debe estar construido de forma que ninguna de las cargas tenga efecto sobre su estructura.

La jaula debe estar instalada directamente o por medio de una estructura adicional en el dispositivo de ensayo por sus fijaciones principales de origen.

Ensayo sobre el arco principal:

El arco principal debe resistir una carga vertical de $7,5p$ daN (p es el peso del vehículo + 500 kilogramos) aplicado en la parte superior del arco principal por un tampón rígido.

El tampón debe ser de acero, tener un radio de 20 ± 5 mm en los bordes situados directamente hacia el arco y tener las dimensiones siguientes:

Longitud=anchura del arco principal + mínimo 100 mm.

Anchura = 250 mm \pm 50 mm.

Grosor = mínimo 40 mm.

El tampón debe seguir el perfil transversal de arco principal. La carga debe ser aplicar durante 15 segundos.

Sobre la estructura de seguridad completa, el intento no debe producir ni rotura, ni deformación superior a 50 mm, medido bajo carga según el eje de aplicación de la carga.



Ensayo sobre el arco delantero:

El arco completo debe resistir una carga de $3,5p$ daN (p es el peso del coche + 500 kilogramos) aplicado en la parte superior del arco delantero por un tampón rígido, en el lado del piloto y en la intersección con el miembro transversal delantero. El tampón debe ser de acero, tener un radio de 20 ± 5 mm en los bordes situados directamente hacia el arco y tener las dimensiones siguientes:

Longitud = 450 ± 50 mm

Anchura = 250 ± 50 mm.

Grosor = mínimo 40 mm.

Debe estar diseñado para que permanezca en la zona de la intersección con el miembro transversal delantero cuando la carga es aplicada. El eje longitudinal del tampón debe estar dirigido hacia delante y hacia abajo con un ángulo de $5^\circ \pm 1^\circ$ con respecto al eje horizontal y en su eje transversal, debe estar dirigido al exterior y hacia abajo con un ángulo de $25^\circ \pm 1^\circ$ con respecto al horizontal.

La carga debe ser aplicada durante 15 segundos. Sobre la estructura de seguridad completa, el intento no debe producir ni rotura ni deformación superior a 100mm medidos bajo carga según el eje de aplicación de la misma.

En este caso el arco de seguridad, aparte de los requerimientos de seguridad exigidos por el reglamento, se usa para dar rigidez al chasis y soportar los sobreesfuerzos a los que se le somete con el nuevo uso al que se destina el vehículo. Por este motivo el arco de seguridad que se instala al vehículo tiene más refuerzos de los obligatorios y las barras cogen los anclajes tanto de los amortiguadores como de los subchasis.

En la preparación de los vehículos de competición uno de los aspectos en los que hay que poner mucha atención es en el refuerzo de la carrocería porque de esto depende en gran medida el comportamiento del vehículo en curva. De la misma manera que se montan las suspensiones sobre anclajes más rígidos para evitar la variación indeseada de cotas en las ruedas, si la carrocería no se refuerza puede torsionarse de manera que las cotas varíen de manera no deseada, mientras que si la carrocería torsiona menos se controlan las cotas por medio de los sistemas de suspensión.

El arco instalado cumple además funciones estructurales, soportando los elementos de la suspensión trasera y delantera para evitar el sobredimensionamiento de

las piezas modificadas en la carrocería, que solo tienen que mantener la resistencia de la carrocería en el mismo valor que la de origen, y con ello se consigue una considerable disminución de peso.

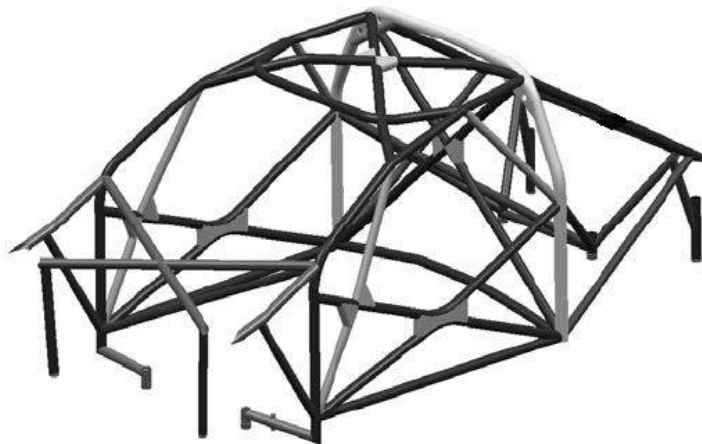


Figura 22: Jaula de seguridad

3.7. INSTALACIONES ADICIONALES Y ACCESORIOS

En este apartado se abordan todas las modificaciones que se necesitan hacer, exigidas por el reglamento o no, para la preparación del vehículo de competición.

En primer lugar se tratarán las instalaciones o modificaciones que son exigidas por el reglamento y sin las cuales no se puede participar en ninguna carrera:

Sustitución de los asientos por unos de tipo baquet y los cinturones por unos arneses. Esta modificación implica una reforma de importancia según el reglamento de reformas de importancia y como tal se tramitará en el proyecto técnico.

Instalación de un extintor automático y otro manual de un mínimo de 4Kg cada uno. El reglamento impone la instalación de un extintor de mínimo 4 Kg con al menos 3 aspersores hacia el interior del vehículo y otros 3 en el vano motor. El accionamiento interior de este extintor tiene que estar situado en un punto en que piloto y copiloto puedan accionarlo sentados en su asiento y con los arneses puestos. El accionamiento exterior tiene que estar en el lado izquierdo del vehículo y marcado con una E.

Instalación de un cortacorrientes que en cualquier momento pare el motor y desconecte la batería de la instalación eléctrica. Los accionamientos tienen que cumplir



los mismos requisitos de posición que los del extintor y el exterior tiene que ir marcado con un rayo.

A continuación se detallan las instalaciones realizadas para poder competir o que facilitan la labor de piloto y copiloto:

Instalación de una centralita de interfonos para la comunicación del piloto y copiloto en un tramo. Debido al ruido del motor y el uso del casco la comunicación del piloto con el copiloto en un tramo cronometrado sería muy complicada, por ello se instala la centralita de interfonos para poder comunicarse a través de unos auriculares y un micrófono que van montados en los cascos.

Montaje de un sistema de sujeción de la rueda de repuesto y la herramienta necesaria para la sustitución de manera que sea fácil y rápido el cambio de ésta. Generalmente esto se consigue con una sujeción mediante cinchas de anclaje rápido.



Figura 23: Posición de la rueda de repuesto



4. PROYECTO TÉCNICO DE REFORMA DE IMPORTANCIA

4.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO

FABRICANTE	PEUGEOT
Nº DE IDENTIFICACIÓN	VF3WA8FP0BW00****
MARCA	PEUGEOT
TIPO	W
VARIANTE	WA5FS0/1
DENOMINACIÓN COMERCIAL	207 3P SPORT 1.6
NÚMERO DE PLAZAS	cinco
MASAS	
TARA (Kg)	1288
MTMA/MMA (Kg)	1655
MTMA/MMA 1ºE (Kg)	1000
MTMA/MMA 2ºE (Kg)	900
MMR S/F, C/F (Kgf)	580/1150
NEUMÁTICO	
Nº y dimensiones	4 x 195/55 R16
Código de carga	82V
MEDIDAS (mm)	
Altura total	1472
Anchura total	1748
Via anterior	1475
Via posterior	1476
Longitud total	4030
Voladizo posterior	661
Distancia eje 1º/2º	2540
MOTOR	
Marca	PEUGEOT
Tipo	G-5FS
Potencia máxima CV - kW / rpm	109 - 80 / 5750
Par máximo Nm / rpm	147 / 4000
Diámetro x carrera (mm)	78,5 x 82
Cilindrada (cm3)	1587
TRANSMISIÓN	
Tracción	delantera
Caja de cambios	Manual , cinco velocidades
SUSPENSIONES	
Suspensión delantera	Independiente. Tipo McPherson. Resorte helicoidal. Barra estabilizadora.
Suspensión trasera	Semi-independiente. Brazo tirado. Eje transversal de torsión. Resorte helicoidal.

Frenos delanteros (diámetro mm)	disco ventilado (283 mm)
Frenos traseros (diámetro mm)	disco ventilado (249 mm)
Tipo de dirección	de cremallera

Tabla 1: Características técnicas del Peugeot 207 Sport

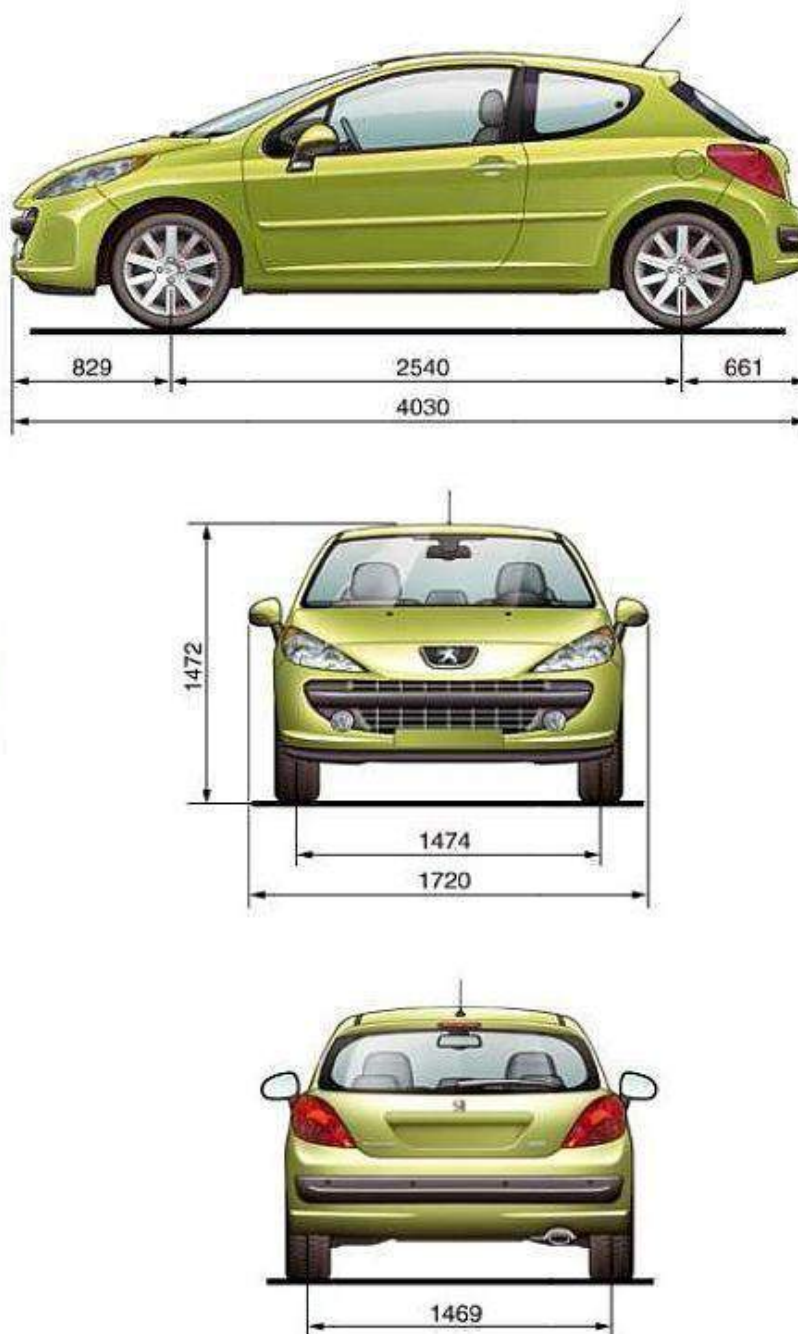


Figura 24: Planos con medidas



4.2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto aborda el estudio técnico que justifica la viabilidad de las reformas de importancia realizadas en el vehículo, según el Manual de Reformas de Importancia del Ministerio de Industria Turismo y Comercio, para la mejora de prestaciones y seguridad.

4.3. TIPIFICACIÓN DEL PROYECTO

En primer lugar, se define la categoría del vehículo objeto de la reforma:

Categoría M1: vehículos destinados al transporte de personas que tengan además del asiento del conductor ocho plazas como máximo.

Según el Manual de Reformas de Importancia, anteriormente citado, y el Real Decreto 736/1988 modificado por la orden 3191/2002 en sus anexos I y II, las reformas realizadas sobre el vehículo corresponden a las siguientes:

-Reforma nº 1:

Definición: Sustitución del motor por otro de distinta marca o tipo

Descripción: En este apartado hay que considerar lo que se entiende por tipo de motor y cuando este cambio implica nuevo tipo de vehículo.

Definición de tipo de motor.- Los motores que no difieran entre si en al menos los siguientes aspectos esenciales:

El principio de funcionamiento del motor (de explosión, de encendido por compresión, eléctrico, mixto,...) Ciclo (2 ó 4 tiempos), cilindrada total, diámetro y carrera, número y disposiciones de cilindros y número de válvulas, presencia o no de un sistema de sobrealimentador y tipo de este si existe y refrigeración de la admisión

-Reforma nº 5:

Definición: Cambio del sistema de frenado

Descripción: Incluye el cambio del sistema existente homologado o de alguno de sus componentes.

-Reforma nº 9:

Definición: modificación del sistema de suspensión



Descripción: Incluye el cambio del sistema existente homologado o de alguno de sus componentes.

-Reforma n°10:

Definición: Modificación del sistema de dirección

Descripción: Cualquier modificación del sistema de dirección del vehículo o de alguno de sus componentes, incluida la incorporación de una asistencia.

-Reforma n° 18:

Definición: La variación del número de asientos, no incluida en la homologación de tipo y, en su caso, del número de plazas de pie.

Descripción: Deberá incluirse en esta reforma la instalación de asientos o trasportines.

-Reforma n° 25:

Definición: Transformaciones que afecten a la resistencia de la carrocería o a su acondicionamiento interior, tales como ambulancia, funerario, autocaravana o techo elevado en el caso de carrocería autoportante.

Descripción: En esta reforma se incluyen todas las transformaciones que afecten a la resistencia estructural de la carrocería y del acondicionamiento interior de la misma.

-Reforma n° 32:

Definición: Sustitución del o de los depósitos de carburante líquido y/o adición de depósitos auxiliares.

Descripción: En esta reforma se consideran los casos en los que se altera la configuración inicial de los depósitos de combustible, por cambio de emplazamiento, sustitución por otro diferente, añadir o eliminar depósitos, adicción de depósito(s) auxiliar(es), modificar los periféricos, conexiones o fijaciones al vehículo.

-Reforma n° 37:

Definición: Sustitución de un eje por otro de distintas características

Descripción: Comprende cualquier variación en el tipo o características esenciales de los ejes del vehículo.



-Reforma n° 38:

Definición: Sustitución de los asientos de un vehículo de nueve plazas como máximo, incluido del conductor, por otros no incluidos en la homologación de tipo.

Descripción: Esta reforma incluye también cualquier variación sobre el asiento original que altere su homologación inicial o la de sus anclajes.

Cuando la sustitución de los asientos implique también la modificación del número de plazas del vehículo se deberá tramitar además con la reforma n°18. No se admitirá la sustitución de asientos por trasportines. Conviene incluir la siguiente definición:

Asiento: es una estructura que puede o no formar parte de la estructura integrante del vehículo, especialmente diseñada para sentarse en ella.

-Reforma n° 46:

Definición: Cambio en algunas de las características indicadas en la tarjeta de ITV del vehículo y no indicada en ninguna de las anteriores.

Descripción: En esta reforma se incluyen todas las modificaciones realizadas en el acondicionamiento exterior de la carrocería.

4.4. REGLAMENTACIÓN APLICABLE

La elaboración del proyecto técnico se realizará de acuerdo a la normativa que se expone a continuación:

Real Decreto 2140/85, de 9 de octubre, en el que se citan las normas de homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques así como de partes y piezas de dichos vehículos (modificado por el Real decreto 1204/1999, de 9 de julio).

Órdenes del MINER de 31 de marzo de 1998 y 17 de abril de 2000 por las que se actualizan los Anexos del Real Decreto 2140/85

Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, que regula la tramitación de las reformas de importancia en vehículos de carretera y modifica el artículo 252 de Código de Circulación.



Orden CTE 3191/2002, de 5 de diciembre, que modifica los anexos y requisitos del RD 736/1988.

La reglamentación a aplicar depende de cada reforma enumerada a continuación para vehículos de categoría M1 en función de cada una:

-Reforma nº 1:

Ruidos:

70/157/CEE

70/220/CEE

72/306/CEE

88/77/CEE

Emisiones ligeros:

70/220/CEE

-Reforma nº5:

Frenado:

70/320/CEE

Modificada por los siguientes actos:

74/132/CEE 19.03.1974

75/524/CEE 08.09.1975

79/489/CEE 26.05.1979

85/647/CEE 31.12.1985

88/194/CEE 09.04.1998

91/422/CEE 22.08.1991

98/12/CE 18.03.1998

2002/78/CE 04.10.2002



-Reforma nº 9:

Protección trasera:

70/221/CEE

2000/8/CE

Frenado (son de aplicación las mismas leyes y ordenanzas que en la reforma nº5)

Retrovisores:

71/127/CEE

85/205/CEE

86/562/CEE

-Reforma nº 10:

Dirección:

70/311/CEE

-Reforma nº 18

Acondicionamiento interior:

74/60/CEE

78/632/CEE

2000/4/CEE

Resistencia de los asientos y sus anclajes:

74/408/CEE

96/37/CEE

Anclaje e instalación de los cinturones de seguridad:

77/541/CCE

76/115/CEE

Masas y dimensiones:

92/21/CEE



-Reforma n° 25

Se rige según las mismas leyes y ordenes que la reforma n°18 en:

Acondicionamiento interior:

Resistencia de los asientos y sus anclajes:

Anclaje e instalación de los cinturones de seguridad:

Masas y dimensiones:

Y que la reforma n° 5 en

Frenado

Acristalamiento:

92/22/CE

-Reforma n° 32:

Depósitos:

70/221/CEE

2000/8/CE

-Reforma n° 37:

Frenado (son de aplicación las mismas leyes y ordenanzas que en la reforma n°5)

Masas y dimensiones (son de aplicación las mismas leyes y ordenanzas que en la reforma n°18)

Ruidos (son de aplicación las mismas leyes y ordenanzas que en la reforma n°1)

-Reforma n° 46:

Recubrimiento de ruedas:

78/549

Protección de las ruedas:

89/173 anexo 2

Dispositivos antiproyección:

91/226



4.5. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LAS REFORMAS

4.5.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y REPARTO DE PESOS ANTES DE LA REFORMA

MASAS	
TARA (Kg)	1288
MTMA/MMA (Kg)	1655
MTMA/MMA 1ºE (Kg)	1000
MTMA/MMA 2ºE (Kg)	900
MMR S/F, C/F (Kgf)	850/1150
NEUMÁTICO	
Nº y dimensiones	4 x 195/55 R16
Código de carga	82V
MEDIDAS (mm)	
Altura total	1472
Anchura total	1748
Via anterior	1475
Via posterior	1476
Longitud total	4030
Voladizo posterior	661
Distancia eje 1º/2º	2540
MOTOR	
Marca	PEUGEOT
Tipo	G-5FS
Combustible	gasolina
Potencia máxima CV - kW / rpm	109 - 80 / 5750
Par máximo Nm / rpm	147 / 4000
Situación	delantero transversal
Número de cilindros	4 en línea --
Material del bloque / culata	hierro fundido / aluminio
Diámetro x carrera (mm)	78,5 x 82
Cilindrada (cm3)	1587
Relación de compresión	11
Distribución	4 válvulas por cilindro. dos árboles de levas en la culata.
Alimentación	Inyección indirecta
TRANSMISIÓN	
Tracción	delantera
Caja de cambios	Manual , cinco velocidades
Desarrollos (km/h a 1.000 rpm)	
1ª	7,3
2ª	13,8

3ª	19,5
4ª	25,6
5ª	32,6
SUSPENSIONES	
Suspensión delantera	Independiente. Tipo McPherson. Resorte helicoidal. Barra estabilizadora.
Suspensión trasera	Semi-independiente. Brazo tirado. Eje transversal de torsión. Resorte helicoidal.
Frenos delanteros (diámetro mm)	disco ventilado (283 mm)
Frenos traseros (diámetro mm)	disco (249 mm)
Tipo de dirección	de cremallera
Diámetro de giro entre bordillos / paredes (m)	10,6 / 11

Tabla 2: Características técnicas del Peugeot 207 Sport

-Reparto de pesos:

El reparto de pesos para el vehículo de serie, lo calcularemos a continuación:

Para ello tenemos las siguientes medidas por eje, para una masa total de

1288 kg \rightarrow 12622N, un reparto de cargas de 55/45, y una batalla de 2,54 m.

- Reacción en el eje delantero: $R_A = 126220,55 = 6942,1N$ (Ec.2)

- Reacción en el eje trasero: $R_B = 126220,45 = 5679,9N$ (Ec. 3)

Y aplicando suma de momentos podemos sacar la ubicación del centro de gravedad con respecto a su eje delantero y trasero:

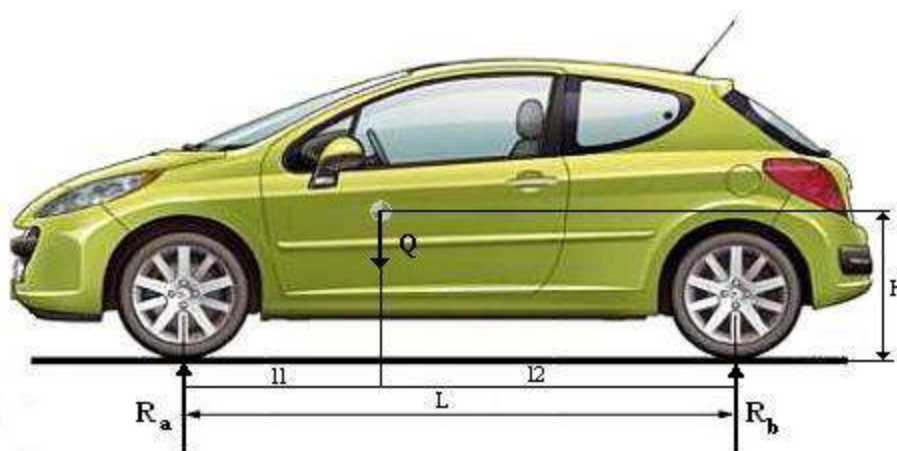


Figura 25: Esquema acotado de fuerzas del vehículo

Respecto al delantero estará situado a:

$$CGD_d = \frac{R_b \cdot L}{Q} = 1,14m \quad (\text{Ec. 4})$$

Respecto al trasero, será:

$$CGD_t = L - CGD_d = 1,39m \quad (\text{Ec. 5})$$

Ahora analizaremos el caso de reparto de cargas más crítico, que por las características del coche se dará en la situación de frenado:

Ateniéndonos a lo analizado en la directiva 71/320/CEE, calcularemos el reparto de pesos en dinámico para una $J = 7 \text{ m/s}^2$

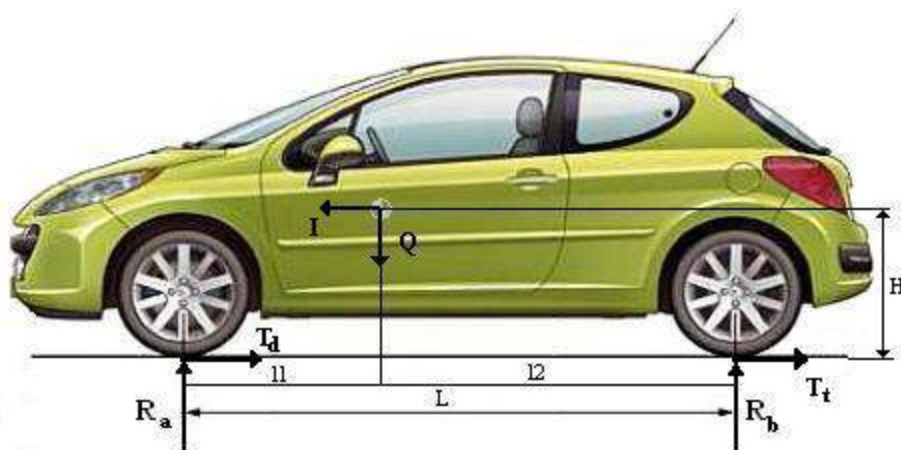


Figura 26: Esquema acotado de fuerzas del vehículo en frenado

A partir de:

$$I = \frac{J \cdot Q}{g} = 9015,7 \text{ N} \quad (\text{Ec. 6})$$

Con lo que:

$$r'_a = r'_b = \frac{I \cdot h}{L} = \frac{9015,7 \cdot 0,35}{2,54} = 1242,3 \text{ N} \quad (\text{Ec. 7})$$

Y finalmente, la carga por eje en frenado será:

$$R'_a = R_a + r'_a = 8184,4 \text{ N} \quad \text{para el eje delantero} \quad (\text{Ec. 8})$$



Comparamos el valor de la reacción con el PTMA=9810N >8184,4 N

$$R'_b = R_b - r'_b = 4437,6N \quad \text{para el eje trasero} \quad (\text{Ec. 9})$$

Comparamos el valor de la reacción con el PTMA=8829N >4437,6 N

El porcentaje de carga en el eje trasero en el momento más crítico es:

$$\frac{R'_b}{R'_a + R'_b} \cdot 100 = 35,2\% \quad (\text{Ec. 10})$$

Para hallar el par de frenado, considerando un $\mu_{\max} = 0,8$:

$$T_a = \mu_{\max} R'_a = 0,8 \cdot 8184,4 = 6547,5N \quad (\text{Ec.11})$$

$$T_b = \mu_{\max} R'_b = 0,8 \cdot 4437,6 = 3550,1N \quad (\text{Ec.12})$$

Y el par de frenada será, teniendo en cuenta que el radio del neumático es:

$$r = 16'' \cdot \frac{25,4mm}{1''} = 406,4 mm = 0,4064m \quad (\text{Ec. 13})$$

de diámetro nominal de la llanta.

Lo que es igual a 203,2 mm (0,2032m) de radio.

El radio total será:

$$r = 203,2 + 1950,55 = 310,5mm = 0,3105m \quad (\text{Ec.14})$$

Ahora, conociendo el radio, podemos deducir el par de frenado con:

$$M_a = T_a \cdot r = 6547,5 \cdot 0,3105 = 2033Nm \quad (\text{Ec.15})$$

$$M_b = T_b \cdot r = 3550,1 \cdot 0,3105 = 1102,3Nm \quad (\text{Ec.16})$$

4.5.2. REFORMA N° 1- CAMBIO DE MOTOR

-Elementos afectados:

Motor: se sustituye el motor de origen por otro del mismo fabricante pero de distintas características.

Escape: se monta un escape de competición desde colectores

Admisión: se instala una admisión que cumple el reglamento de la categoría S2000

Soportes: se adecuan al nuevo motor

Bomba del agua: se cambia por una eléctrica para disminuir el consumo de potencia del motor.

-Descripción:

En esta reforma se trata el cambio del motor que viene con el vehículo por otro con una cilindrada mayor y que se adecua al reglamento FIA para vehículos S2000.



Figura 27: Motor montado



El nuevo motor es también del fabricante Peugeot modelo 206 RC/GTI 180 pero con una preparación de PEUGEOT SPORT específica para la competición en categoría S2000, pero cumple con las normas tanto de ruidos como de emisiones en la fecha de primera matriculación.

Sus características son:

Marca: Peugeot 206 RC/GTI180 ref.:903706518B

Tipo: EW 10 J4S

Nº de cilindros: 4

Diámetro: 86mm

Carrera: 86mm

Potencia real/fiscal: 280cv/

Cilindrada: 1998,4cm³

En cuanto al escape se monta uno de competición desde colectores:

-Colector de escape: PEUGEOT SPORT ref.: 903706478B



Figura 28: Colector de escape

- Tramo intermedio: PEUGEOT SPORT ref.: S19023-02

- Silencioso trasero: PEUGEOT SPORT ref.: 903588158

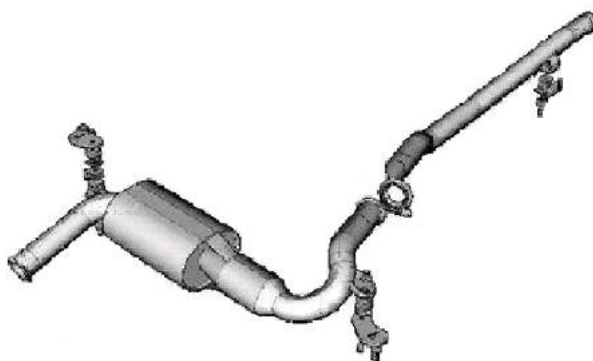


Figura 29: Tramo central y final del escape

El colector de admisión también se cambia, para cumplir la normativa de S2000 y se monta uno de PEUGEOT SPORT.



Figura 30: Colector de admisión montado (izquierda) y desmontado (derecha)

Para adecuar la refrigeración del motor a las nuevas características termodinámicas de éste, modificamos el radiador y la bomba de agua. Instalamos un nuevo radiador más grande y adecuado a las nuevas características térmicas del motor. La bomba de agua instalada modifica el sistema de accionamiento de origen que es mediante la correa auxiliar movida por el cigüeñal, siendo el nuevo accionamiento eléctrico mediante un motor, lo que obliga a modificar el emplazamiento también, manteniéndola en el vano motor, para facilitar las labores de mantenimiento de éste.

Los nuevos elementos instalados y el nuevo emplazamiento de la bomba:

Radiador: Suministrado por PEUGEOT SPORT con referencia 903561778A

Bomba de agua: de PEUGEOT SPORT con referencia 903773318A

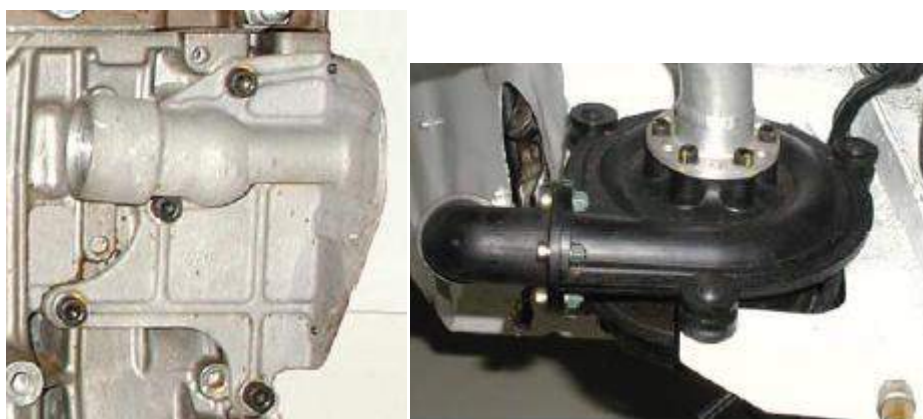


Figura 31: Pieza instalada en el emplazamiento original de la bomba (izquierda) y nueva bomba instalada (derecha).



Figura 32: Emplazamiento de la bomba instalada en el lado izquierdo del vano motor

Con el cambio del motor también se ven afectados sus soportes y los cambio. También se aprovecha esto para bajar la posición de los mismos y con ello el centro de gravedad del vehículo.

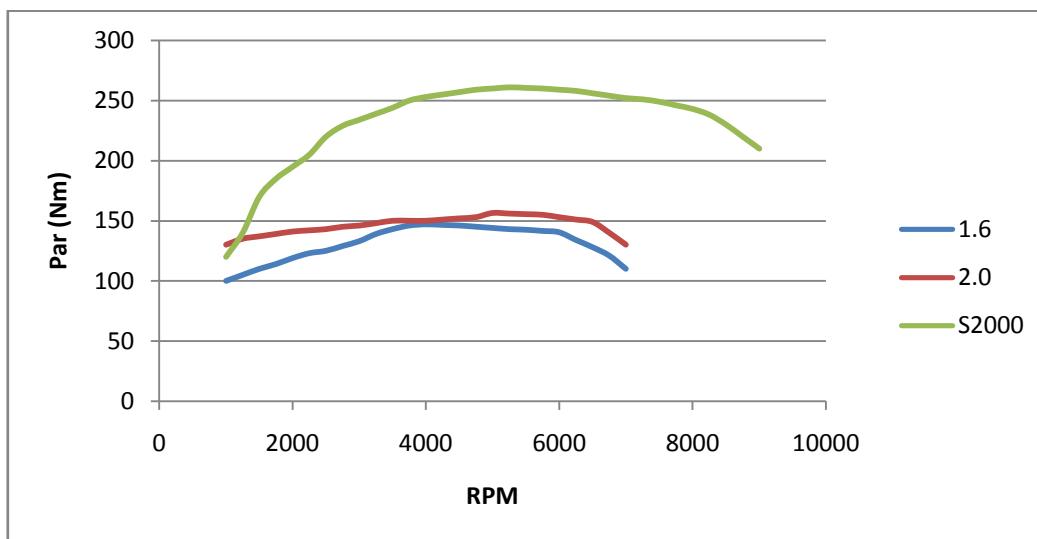
Los nuevos soportes motor se suministran junto con el motor en el kit, con referencias 903535688A lado distribución y 903535738A soporte inferior de PEUGEOT SPORT



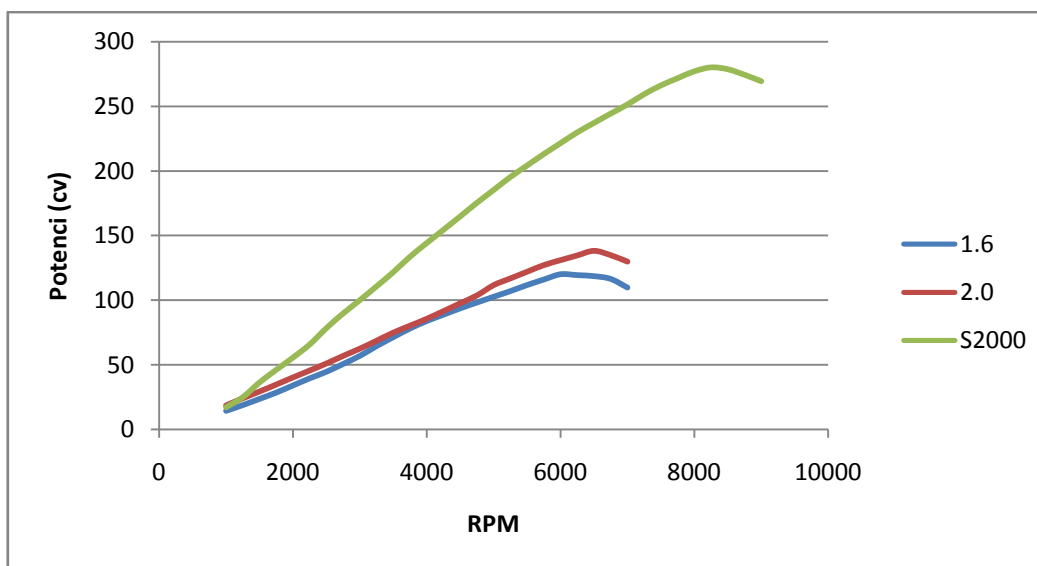
Figura 33: Soporte del lado de la distribución de motor (izquierda) y soporte inferior (derecha)



Para poder observar mejor las mejoras de par y potencia a continuación se muestran las gráficas comparativas de los 3 motores: 1.6 de origen, 2.0 instalado y 2.0 con preparación S2000.



Gráfica 1: Comparación de par entre los 3 motores



Gráfica 2: Comparación de potencia entre los 3 motores

Como se puede observar el motor con preparación S2000 tiene valores muy superiores en par a lo largo de todo el régimen de giro, lo que sumado a que el límite de giro está a más revoluciones, tiene un aumento de 142cv (104,37 kW) de potencia con respecto del que deriva y de 160 cv (117,6 kW) con el motor de serie del vehículo



4.5.3. REFORMA N° 5 – CAMBIO DEL SISTEMA DE FRENADO

-Elementos afectados:

· Discos de freno: sustitución de los discos de freno de origen por otros de la marca AP Racing y medida 355mm delante referencia 903588588^a y 295mm detrás referencia RC4215922.

· Pinzas de freno: se montan unas pinzas de freno en las cuatro ruedas de la marca AP Racing con 4 pistones referencia 903568158^a.

· Pastillas de freno: Se montan unas pastillas de competición de la marca Ferodo con mayor coeficiente de fricción y más estables a mayores temperaturas.

· Latiguillos metálicos: Sustitución de las canalizaciones de frenos originales por unas con recubrimiento metálico

· Líquido de frenos: sustitución del líquido de frenos de origen por otro con un punto de ebullición más alto de la marca AP Racing.

- Cálculos justificativos de los frenos:

Para justificar la sustitución de los elementos de frenado del vehículo de serie por otros vamos a hacer una serie de cálculos sobre el frenado basándonos en la normativa de frenado en vehículos automóviles, DIRECTIVA 98/12/CE y 71/320/CEE.

- Cálculo del momento de frenada en los discos de freno:

La fuerza, la presión y su superficie de la pastilla viene dada por:

$$T = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p_h \quad (\text{Ec.17})$$

$$p = \frac{T}{S_{\text{pastilla}}} \quad (\text{Ec.18})$$

$$dS = r \cdot d\theta \cdot dr \quad (\text{Ec.19})$$

$$S_{\text{pastilla}} = \int_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{\alpha}{2}} \int_{R_i}^{R_e} r \cdot dr \cdot d\theta = \frac{\alpha \cdot (R_e^2 - R_i^2)}{2} \quad (\text{Ec.20})$$



Combinando las Ec. 17,18 y 20 y despejando obtenemos la presión:

$$p = \frac{\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p_h}{\frac{\alpha \cdot (R_e^2 - R_i^2)}{2}} = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p_h}{2 \cdot \alpha \cdot (R_e^2 - R_i^2)} \quad (\text{Ec.21})$$

En cada diferencial de superficie actúa un diferencial de fuerza normal:

$$dF_n = p \cdot dS = p \cdot r \cdot dr \cdot d\theta \quad (\text{Ec.22})$$

$$F_n = \int_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{\alpha}{2}} \int_{R_i}^{R_e} p \cdot r \cdot dr \cdot d\theta = p \cdot \alpha \cdot \frac{(R_e^2 - R_i^2)}{2} \quad (\text{Ec.23})$$

Existe también una fuerza de rozamiento con coeficiente μ entre las superficies de frenado:

$$dF_t = \mu \cdot dF_n = \mu \cdot p \cdot dS \quad (\text{Ec.24})$$

$$F_t = \int_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{\alpha}{2}} \int_{R_i}^{R_e} \mu \cdot p \cdot r \cdot dr \cdot d\theta = \frac{\mu}{2} \cdot \alpha \cdot p \cdot (R_e^2 - R_i^2) \quad (\text{Ec.25})$$

Por lo tanto el par de frenada producido por la fuerza de rozamiento entre disco y pastilla es:

$$dN = r \cdot \mu \cdot p \cdot dS \quad (\text{Ec.26})$$

$$N = \int_{\frac{\alpha}{2}}^{\frac{\alpha}{2}} \int_{R_i}^{R_e} \mu \cdot p \cdot r^2 \cdot dr \cdot d\theta = \frac{1}{3} \cdot \mu \cdot \alpha \cdot p \cdot (R_e^3 - R_i^3) \quad (\text{Ec.27})$$

Para las dos pastillas, en una rueda, el par de frenado es:

$$N_{\text{rueda}} = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \alpha \cdot p \cdot (R_e^3 - R_i^3) \quad (\text{Ec.28})$$

Para calcular la presión hidráulica (p_h) del circuito de frenos la directiva europea 98/12/CE dice que la fuerza máxima sobre el pedal no debe ser mayor de 500N.



En la siguiente tabla, del fabricante ROADHOUSE, tenemos las presiones hidráulicas para diferentes fuerzas sobre el pedal de freno, considerando si tienen o no servofreno.

Fuerza sobre el pedal (N)	Presión en el circuito con servofreno (MPa)	Presión en el circuito sin servofreno (MPa)
0	0	0
100	3	1,3
200	6,5	2,4
300	10,4	3,4
400	11,8	4,4
500	13	5,3
600	14	6,3
700	15	7,5
800	16	8,6
900	17	10
1000	18	11,3

Tabla 3: Comparación entre presión del freno con y sin servofreno

En nuestro caso calculamos los frenos de origen entrando en la tabla con 500 N de fuerza en el pedal y obtenemos una presión hidráulica de 13 MPa. En el caso de los frenos modificados calculamos la presión hidráulica de la bomba ya que cambiamos la bomba y el pedalier por lo que no nos sirven los datos de la tabla, los datos que empleamos para calcular la presión de la bomba son:

Diámetro del pistón de la bomba, d_b : 15 mm

Relación de palancas del pedal, R_p : 6,8

Porcentaje de freno delantero: 60%

Porcentaje de freno trasero: 40%

Introduciendo estos datos en las siguientes ecuaciones calculamos la presión hidráulica del circuito:

$$F_b = F_p \cdot R_p \quad (\text{Ec.29})$$

$$F_{bd} = F_b \cdot 0,6 \quad (\text{Ec.30})$$

$$F_{bt} = F_b \cdot 0,4 \quad (\text{Ec.31})$$



$$p_{hd} = \frac{F_{bd}}{\frac{\pi \cdot d_b^2}{4}} \quad (\text{Ec.32})$$

$$p_{ht} = \frac{F_{bt}}{\frac{\pi \cdot d_b^2}{4}} \quad (\text{Ec.33})$$

Siendo: F_p la fuerza aplicada en el pedal
 F_b la fuerza aplicada en la bomba
 F_{bd} la fuerza aplicada a la bomba delantera
 F_{bt} la fuerza aplicada a la bomba trasera

Con estos datos aplicando 500N en el pedal la presión en el circuito delantero es de 11,5 MPa y 7,7 MPa en el trasero.

- Calculo para el sistema de frenos delantero de origen

Calculamos el par de frenada para el tren delantero con los componentes de origen con los siguientes datos:

Diámetro de disco: $D=283 \text{ mm}$ (0,283m)

Radio exterior de la pastilla: $R_e=137 \text{ mm}$ (0,137m)

Radio interior de la pastilla: $R_i= 85\text{mm}$ (0,085m)

Ángulo de apertura de la pastilla: $\alpha = 43,5^\circ = 0,75 \text{ rad}$

Coefficiente de rozamiento disco-pastilla: $\mu=0,45$

Presión hidráulica en el circuito con servofreno: $p_h=13 \text{ MPa}$ ($13 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

Diámetro del pistón de freno: $d=54\text{mm}$ (0,054m)

Presión sobre la pastilla (Ec.21): $p=6,8 \text{ MPa}$ ($6,8 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

Par de frenada por disco delantero (Ec.28):

$N_d=2994,55 \text{ Nm}$



- Cálculo para el sistema de frenos trasero de origen

Calculamos el par de frenada para el tren trasero con los componentes de origen con los siguientes datos:

Diámetro de disco: $D=249 \text{ mm}$ (0,249m)

Radio exterior de la pastilla: $R_e= 121,5 \text{ mm}$ (0,1215m)

Radio interior de la pastilla: $R_i= 79,5\text{mm}$ (0,0795m)

Ángulo de apertura de la pastilla: $\alpha = 34,5^\circ = 0,6 \text{ rad}$

Coefficiente de rozamiento disco-pastilla: $\mu=0,45$

Presión hidráulica en el circuito con servofreno: $p_h=5,2 \text{ MPa}$ ($5,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

Diámetro del pistón de freno: $d=38\text{mm}$ (0,038m)

Presión sobre la pastilla (Ec.21): $p=2,32 \text{ MPa}$ ($2,32 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

Par de frenada por disco trasero (Ec.28):

$N_t=541,18 \text{ Nm}$

- Cálculo para el sistema de frenos delantero modificado:

Calculamos nuevamente el par de frenado delantero pero ahora con los datos de los nuevos componentes que instalamos:

Diámetro de disco: $D=355 \text{ mm}$ (0,355m)

Radio exterior de la pastilla: $R_e=177,5 \text{ mm}$ (0,1775m)

Radio interior de la pastilla: $R_i= 125\text{mm}$ (0,125m)

Ángulo de apertura de la pastilla: $\alpha = 60^\circ = 1,05 \text{ rad}$

Coefficiente de rozamiento disco-pastilla: $\mu= 0,62$

Presión hidráulica en el circuito sin servofreno: $p_h=11,5 \text{ MPa}$ ($11,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$)

Diámetro del pistón de freno: $d=2 \times 38 \text{ y } 2 \times 44\text{mm}$ ($2 \times 0,038 \text{ y } 2 \times 0,044\text{m}$)



Presión sobre la pastilla (Ec.21): $p=3,66 \text{ MPa } (3,66 \cdot 10^6 \text{ Pa})$

Par de frenada por disco delantero (Ec.28):

$$N_{dn} = 5780,7 \text{ Nm}$$

- Cálculo para el sistema de frenos trasero modificado:

Calculamos nuevamente el par de frenado trasero pero en este caso con la presión de freno que da la bomba del circuito trasero, que es diferente a la del delantero:

Diámetro de disco: $D=295 \text{ mm } (0,295\text{m})$

Radio exterior de la pastilla: $R_e=147,5 \text{ mm } (0,1475\text{m})$

Radio interior de la pastilla: $R_i= 104\text{mm } (0,104\text{m})$

Ángulo de apertura de la pastilla: $\alpha = 60^\circ = 1,05 \text{ rad}$

Coefficiente de rozamiento disco-pastilla: $\mu= 0,62$

Presión hidráulica en el circuito sin servofreno: $p_h=7,7 \text{ MPa } (7,7 \cdot 10^6 \text{ Pa})$

Diámetro del pistón de freno: $d=2 \times 38 \text{ y } 2 \times 44\text{mm } (2 \times 0,038 \text{ y } 2 \times 0,044\text{m})$

Presión sobre la pastilla (Ec.21):

$$p=3,55 \text{ MPa } (3,55 \cdot 10^6 \text{ Pa})$$

Par de frenada por disco trasero (Ec.28):

$$N_{tn} = 3219,14 \text{ Nm}$$

4.5.4. REFORMA N° 9 – MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

-Elementos afectados:

· Tren delantero: Sustitución de los amortiguadores delanteros por otros con regulación para poder reglar el coche para los diferentes tipos de asfalto por los que discurren los tramos, suministrados por PEUGEOT SPORT en el kit de transformación con referencia 949791128A. Los muelles se sustituyen por un conjunto de muelles formado por un muelle principal con más rigidez y que se adecuan a las nuevas características del amortiguador y referencia 903543428B y un muelle compensador, referencia 903538668A, cuya su función es poder dar más recorrido en extensión al amortiguador y que en condiciones normales de uso esta anulado por su copela, referencia 903538538B



Figura 34: Sistema de suspensión delantero y trasero

· Tren trasero: en este caso se montan también los amortiguadores suministrados en el kit y referencia 949791458A con sus muelles principales de más rigidez, referencia 903543428B y el muelle compensador referencia 903538668A.



Figura 35: Amortiguadores y muelles objeto de la reforma

- Descripción:

Es esta reforma se va a tratar únicamente el cambio de amortiguadores y muelles ya que la modificación del resto de componentes de la suspensión se tratara en la reforma 37.

Con esta reforma modificaremos el sistema de suspensión delantero y trasero. La suspensión delantera se mantendrá con su configuración de serie, compuesta por un muelle y amortiguador en configuración McPherson, amortiguador y muelles coaxiales, pero se modifican todos los elementos por la necesidad de ensanchar la anchura de este eje. En la parte trasera el sistema de suspensión de origen está compuesto por brazos tirados con amortiguadores y muelles como elemento elástico, pero se modifica a McPherson para poder alojar todo el nuevo sistema de transmisión y los palieres traseros.

Tren delantero:

Calculamos la resistencia de los muelles que vamos a instalar del fabricante Peugeot Sport con referencia 903543428A, con una dureza mayor a los de serie y una altura libre al suelo 50mm inferior. Los calculamos con la MMA.



El material del que están hechos es acero EN 12070-2 SiCr, estirado en caliente y con tratamiento térmico, sus características son:

- Resistencia mecánica (R_m): $204 \text{ Kg} / \text{mm}^2 = 2001,24 \text{ Mpa}$
- Resistencia elástica (R_e): $176 \text{ Kg} / \text{mm}^2 = 1726,56 \text{ Mpa}$
- Incremento del alargamiento mínimo (A): 5 %
- Resistencia práctica del acero a cizalla / cortadura
(R_c): $= 114 \text{ Kg/mm}^2 = 1118,34 \text{ Mpa}$
- Módulo de elasticidad al cizallamiento: $8104 \text{ Kg/mm}^2 = 79500,24 \text{ Mpa}$

Características geométricas, medidas sobre el muelle, de los muelles instalados:

Diámetro exterior (D_{ext}): 101,5 mm

Diámetro interior (D_{int}): 77,5 mm

Diámetro medio (D_m): 89,5 mm

Diámetro de espira (D_e): 12 mm

Número de espiras (N): 7

Longitud libre (L_{max}): 290 mm

Curvatura (C): 7,45

Rigidez (K): 5,5 daN/mm

- Esfuerzo máximo cortante a tracción/compresión

La carga máxima que puede soportar el vehículo es el peso técnico máximo admisible (PTMA), entonces calculamos el esfuerzo máximo que puede soportar el amortiguador y calculamos el coeficiente de seguridad; si es mayor que 1 el muelle vale, si es menos no vale según este criterio.

$$EMC = \frac{\pi \cdot D_e^3 \cdot R_c}{8 \cdot D_m} \quad (\text{Ec.34})$$



Para un muelle usando dicha ecuación, se tiene:

$$EMC = \frac{\pi \cdot D_e^3 \cdot R_c}{8 \cdot D_m} = \frac{\pi \cdot 12^3 \cdot 1118,34}{8 \cdot 89,5} = 8479,19 N$$

Para el eje delantero se multiplica por 2 ya que delante lleva 2 muelles, uno por cada rueda:

$$EMC_d = 2 \cdot EMC = 16958,38 N \quad (Ec.35)$$

Ahora calculamos el coeficiente de seguridad:

$$K_c = \frac{16958,38}{10009,81} = 1,72 > 1 \quad \text{Válido} \quad (Ec.36)$$

- Carga máxima en función de la flecha del muelle

Primero calculamos la flecha del muelle para luego calcular la carga máxima, para lo que necesitamos conocer la longitud mínima del muelle:

$$L_{\min} = n \cdot D_e = 7 \cdot 12 = 84 mm \quad (Ec.37)$$

Siendo la flecha la diferencia entre longitud máxima y mínima de resorte:

$$f = L_{\max} - L_{\min} = 290 - 84 = 206 mm \quad (Ec.38)$$

Y por tanto la carga máxima del muelle es:

$$Q = \frac{f \cdot G \cdot D_e^4}{64 \cdot n \cdot \left(\frac{D_m}{2}\right)^3} = \frac{206 \cdot 79500,24 \cdot 12^4}{64 \cdot 7 \cdot \left(\frac{89,5}{2}\right)^3} = 8458,7 N \quad (Ec.39)$$

Como los el peso delantero se reparte entre los 2 muelles el tren delantero podría soportar 2Q, es decir, 16917,4 N hasta hacer tope de suspensión.

Con los datos anteriores, usando de nuevo la Ec. 36, quedaría un coeficiente de seguridad de:

$$K_Q = \frac{16917,4}{10009,81} = 1,72 > 1$$

- Torsión en función de cargas oscilantes

La tensión de torsión la calculamos con la siguiente expresión:



$$T = K_s \frac{8 \cdot D_m \cdot PTMA}{\pi \cdot D_e^3 \cdot 2} = 1,06 \cdot \frac{8 \cdot 89,5 \cdot 10009,81}{\pi \cdot 12^3 \cdot 2} = 685,75 MPa \quad (Ec.40)$$

Siendo:

$$K_s = \frac{2C+1}{2C} = \frac{2 \cdot 7,45 + 1}{2 \cdot 7,45} = 1,06 \quad (Ec.41)$$

El coeficiente de seguridad será en esta ocasión:

$$K_T = \frac{R_c}{T} = \frac{1118,34}{685,75} = 1,63 > 1 \quad (Ec.42)$$

- Fuerza máxima aplicada

La calculamos en función de la ley de Hooke:

$$F_{\max} = R \cdot f_{\max} \quad (Ec.43)$$

$$F_{\max} = 55 \cdot 206 = 11330 \text{ N}$$

- Deflexión estática

De nuevo haciendo uso de la ley de Hooke, con el peso con la masa no suspendida del vehículo como carga, obtenemos la elongación del muelle en la posición estática:

$$f_d = \frac{F_e}{R} = \frac{(660 - 2 \cdot 41,3) \cdot 9,81}{2 \cdot 55} = 51,5 mm \quad (Ec.44)$$

$$f_t = \frac{F_e}{R} = \frac{(540 - 2 \cdot 41,3) \cdot 9,81}{2 \cdot 55} = 40,8 mm \quad (Ec.45)$$

Como se puede observar la deflexión estática del muelle es muy pequeña tanto delante como detrás, por este motivo se introduce el muelle compensador para aumentar el recorrido en extensión de la rueda sin necesidad de poner un muelle más blando, que empeoraría el comportamiento dinámico.



- Cálculo de los amortiguadores

A continuación calculamos los cartuchos amortiguadores que vamos a instalar, Peugeot Sport con referencia 949791128^a delante y 949791458^a detrás, cuyas características de amortiguamiento son iguales, por tanto solo se tiene que calcular una vez y demostrar que son aptos para ser montados.

- Coeficiente de amortiguamiento crítico

Para el cálculo del amortiguamiento crítico necesitamos las masas suspendidas y no suspendidas y la rigidez del muelle instalado, y es el valor para el que si se supera el movimiento deja de ser oscilante:

La masa suspendida por rueda son unos $m_{ns}=41,3\text{Kg}$,

La masa suspendida para el eje delantero es entonces:

$$m_{sd} = 660 - 82,6 = 577,4 \text{ Kg} \quad (\text{Ec.46})$$

La masa suspendida para el eje delantero es entonces:

$$m_s = 540 - 82,6 = 457,4 \text{ Kg} \quad (\text{Ec.47})$$

$$C_{crd} = 2\sqrt{R \cdot m_s} = 2\sqrt{55 \cdot 10^3 \cdot 577,4} = 11270,7 \text{Ns/m} \quad (\text{Ec.48})$$

$$C_{crt} = 2\sqrt{R \cdot m_s} = 2\sqrt{55 \cdot 10^3 \cdot 457,4} = 10031,3 \text{Ns/m} \quad (\text{Ec.49})$$

- Factor de amortiguamiento

Para que el contacto rueda-calzada sea continuo el factor de amortiguamiento ξ , definido como $\xi = \frac{c}{c_{cr}}$ (Ec. 50), tiene que ser menor de 1, lo que quiere decir que el amortiguador es capaz de detener las oscilaciones del conjunto de suspensión.

Para los amortiguadores instalados y una velocidad de compresión y expansión de 1mm/s el fabricante nos da un $c_{com}=2230 \text{ Ns/m}$ y un $c_{exp}=3150\text{Ns/m}$ que introduciéndolos en la formula:

$$\xi_d = \frac{1}{2} \left(\frac{c_{comp}}{c_{cr}} + \frac{c_{exp}}{c_{cr}} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2230}{11270,7} + \frac{3150}{11270,7} \right) = 0,23 \quad (\text{Ec.51})$$

$$\xi_t = \frac{1}{2} \left(\frac{c_{comp}}{c_{cr}} + \frac{c_{exp}}{c_{cr}} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2230}{10031,3} + \frac{3150}{10031,3} \right) = 0,26 \quad (\text{Ec.52})$$

Por ser $\xi_d=0,23<1$ y $\xi_t=0,26<1$ es un movimiento subamortiguado, por lo que queda demostrado que el conjunto muelle amortiguador se puede instalar en el vehículo sin ningún problema.

4.5.5. REFORMA N° 10 – MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

Elementos afectados:

- Cremallera de dirección: se monta una cremallera de dirección marca Peugeot Sport con referencia 903533538A con una desmultiplicación menor.



Figura 36: Nueva cremallera de dirección instalada

- Bieleta de dirección: se montan también unas bieletas de dirección nuevas con más longitud, ya que con la modificación de los ejes se ensanchan las vías, de la marca PEUGEOT SPORT con referencia 903539078B, que sustituye además las rotulas axiales normales por unas de tipo uniball.



Figura 37: Nueva bieleta de dirección

- Columna de dirección: es necesario instalar una nueva columna de dirección porque la posición del piloto se retrasa para conseguir un mejor reparto de pesos, lo que obliga a que sea más larga para retrasar el volante también. La nueva columna, referencia 903535848^a de PEUGEOT SPORT, tiene una parte móvil estriada entre las dos juntas cardan para que en caso de impacto frontal la columna se comprima y no ponga en peligro la integridad del piloto.



Figura 38: Columna de dirección

-Soporte columna: se cambiará también el soporte de la columna de dirección en el que también va sujeta la palanca de cambios. El nuevo soporte es de PEUGEOT SPORT con referencia 903535838A.



Figura 39: Soporte de la columna de dirección con la palanca de cambios

- Bomba de dirección: se instala una nueva bomba de dirección de PEUGEOT SPORT con referencia 903525288A para suministrar la presión y caudal que necesita la nueva cremallera de dirección.



Figura 40: Bomba de dirección

- Radiador: se monta un radiador para el líquido de asistencia mayor, con referencia 903539258^a de PEUGEOT SPORT.



Figura 41: Radiador de dirección

- Descripción:

En esta reforma se va a tratar la sustitución de la cremallera de dirección y el sistema hidráulico de origen por otro que se adecua más a las necesidades de la competición. La principal diferencia entre los dos sistemas es que el nuevo tiene 1,9 vueltas de volante entre topes mientras que el de origen del vehículo tenía 2,9. Debido a esta diferencia de desmultiplicación es necesario el cambio del circuito hidráulico para que la asistencia sea mayor y no sea necesario aplicar más fuerza al volante para girar.



Figura 42: Columna montada



4.5.6. REFORMA N° 18 – VARIACIÓN DEL N° DE ASIENTOS NO INCLUIDA EN LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO

-Descripción:

Se realizará una modificación del número de plazas del vehículo, adaptándolo a un modelo de competición. Se eliminarán los asientos traseros, variando el número de asientos inicial de 5 a un total de 2; correspondientes a los delanteros pertenecientes al piloto y copiloto del vehículo. Se realizará también un cambio de asientos y arneses que se tratará como una reforma 38.

También se eliminarán los cinturones delanteros y traseros. Se sustituirán tales cinturones por unos arneses, que se tramitará también como reforma 38.

4.5.7. REFORMA N° 38 – SUSTITUCIÓN DE LOS ASIENTOS DE UN VEHÍCULO POR OTROS NO INCLUIDOS EN LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO

-Elementos afectados:

Asientos: se sustituyen los asientos de origen por otro tipo baquet.

Cinturones de seguridad: se instalan unos cinturones de tipo arnés en lugar de los 3 puntos de origen.

-Descripción: Se realizará una sustitución de los asientos pertenecientes al piloto y copiloto incluidos en la homologación de tipo por asientos homologados FIA para categoría S2000 pero no incluidos en la homologación tipo. Estos nuevos asientos serán:

Marca: SPARCO

Modelo: CORSA

Ref: 00887FNR

Homologación FIA 8855/1999



Figura 43: Baquet

- Características:

Perfil lateral de retención para piernas y pelvis rebajado, revestido integralmente de terciopelo.

Estructura Fibra.

Cojín apoya-piernas integrado en el revestimiento.

5 agujeros para cinturón.

Anclajes laterales tipo Y.

Masa: 8,5 kg

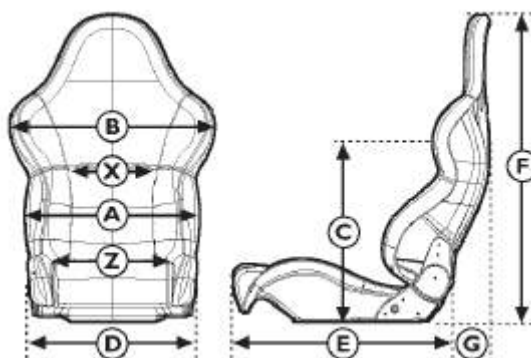


Figura 44: Acotado de asiento 00887FNR modelo CORSA marca SPARCO

Medidas en milímetros correspondientes al asiento:

A= 459 mm (0.459m)(máxima anchura de tronco)

B= 604 mm (0.604m) (máximo ancho exterior de los lados del refuerzo)

C= 600 mm (0.600m)(parte inferior del asiento desde los hombros)

D= 495 mm (0.495m) (ancho máximo parte inferior del asiento)

E= 550 mm (0.550m) (Largo de la banqueta del asiento)

F= 914 mm (0.914m) (altura total del asiento)

G= 40 mm (0.040m) (Cota del desplazamiento del respaldo sobre la banqueta)

X= 250 mm (0.250m) (anchura del plano en el tronco)

Z= 345 mm (0.345m) (ancho interior del asiento (zona de los agujeros del cinturón))

Tipo de anclaje: lateral

Según el Anexo J del Reglamento de la FIA, el asiento debe ir fijado a los soportes por medio de al menos cuatro pernos M8 clase 8.8

En cuanto a los anclajes, sustituiremos la guías de origen por unas pletinas de aleación de aluminio de 5 mm de espesor atornilladas con M10 calidad 8.8 a los nuevos soportes de asiento instalados en la carrocería. El cálculo de estos nuevos soportes se realizará junto con la reforma 37.

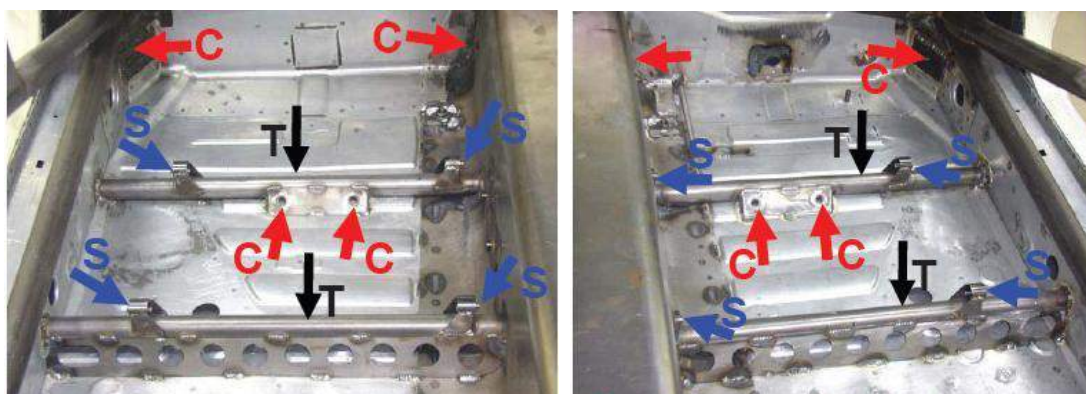


Figura 45: Nueva ubicación de los anclajes de los asientos y arneses de piloto (izquierda) y copiloto (derecha); siendo c=cinturones, s=asientos, T=tubo:30X1mm.

Así mismo, se realizará el cambio de los arneses correspondientes a los asientos delanteros. Los nuevos arneses serán:

Marca: SPARCO

Ref: 04826BMNR

Homologación FIA 8853/98

- Características:

Cinturón con 6 puntos de enganche para vehículos tipo berlina.

Cintas: de 3" en hombros y pelvis y 2" en muslos.

Enganche tipo mosquetón completo con cáncamos.

Reguladores: profesionales de acero y aluminio.



Figura 46: Arnés SPARCO

- Cálculos justificativos de los tornillos empleados en el asiento:

- Cálculos del asiento al soporte:

Los cálculos se realizarán atendiendo a la normativa FIA (artículo 253 anexos J artículo 6) donde imponen la fuerza que los tornillos deben soportar en cualquier dirección ($F=15000$ N cada tornillo) y utilizaremos las ecuaciones oportunas para la resolución:

$$F_{t,rd} = \frac{0,9 \cdot f_u \cdot A_s}{1,25} \quad (\text{Ec.53})$$

$$F_{v,rd} = n \frac{0,5 \cdot f_u \cdot A_s}{1,25} \quad (\text{Ec.54})$$

Los cálculos y comprobaciones se realizarán para el caso más desfavorable (toda la fuerza la aguantará un solo tornillo con métrica M10 de una calidad 8,8 impuesto por la normativa FIA la cual nos exige tener como mínimo un diámetro de 8mm (0,008m)).



$F_{t,rd}$ Fuerza máxima que puede soportar el tornillo a tracción

$F_{v,rd}$ Fuerza máxima que puede soportar el tornillo a cortadura

f_u Resistencia ultima del material (para un tornillo de calidad 8.8 $f_u = 800MPa$)

A_s Área eficaz (para un tornillo M10 $A_s = 84,27mm^2 = 8.427 \cdot 10^{-5}m^2$)

n Número de planos de corte, para nuestro caso $n=1$

Los resultados de las Ec. 53 y 54 se obtiene:

$$F_{t,rd} = 33402,02N$$

$$F_{v,rd} = 18556,68N$$

Para comprobar que el tornillo empleado puede aguantar la fuerza aplicada:

$$\frac{F_{v,ed}}{F_{v,rd}} + \frac{F_{t,ed}}{1.4F_{t,rd}} \leq 1 \quad (\text{Ec.55})$$

$F_{t,ed}$ Carga aplicada a tracción

$F_{v,ed}$ Carga aplicada a cortadura

Si se cumple dicha ecuación el tornillo aguantará la fuerza impuesta por al FIA en cualquier dirección. Los resultados de las fórmulas anteriores aparecen en la tabla 3:

Ángulo (rad)	Ángulo (°)	$F_{t,ed}$ (N)	$F_{v,ed}$ (N)	Comprobación
0	0	0	15000	0,81
0,17	10	2604,7	14772,1	0,85
0,35	20	5130,3	14095,4	0,87
0,52	30	7500	12990,4	0,86
0,7	40	9641,8	11490,7	0,83
0,87	50	11490,7	9641,8	0,77
1,05	60	12990,4	7500	0,68
1,22	70	14095,4	5130,3	0,58
1,4	80	14772,1	2604,7	0,46
1,57	90	15000	0	0,32

Tabla 4: Cálculo de las componentes de la fuerza en función del ángulo



El ángulo que aparece en la tabla anterior pertenece al ángulo de inclinación de la fuerza aplicada (15000N) en el que la cortadura pura es 0° (0rad) y tracción pura 90° ($\pi/2$ rad).

Ningún valor de la columna “comprobación” supera el valor de 1, con lo que el tornillo aguantará las fuerzas aplicadas perfectamente sin que se produzca una rotura del mismo. Estos tornillos anclarán el soporte del asiento.

- Cálculos del soporte al chasis:

Al igual que en el cálculo de los tornillos del asiento y el soporte, se utilizarán las mismas fórmulas y los mismos criterios para el caso de la sujeción del chasis con el soporte, salvo el parámetro n (número de planos de corte) que pasa a tener un valor de 2 (n=2). Según normativa FIA (artículo 253 anexos J artículo 6) las uniones del soporte al chasis debe soportar una fuerza de 18000N (cada uno de ellos) vertical y horizontal no simultáneamente. Realizamos los cálculos para hallar el tornillo que soporta dicha carga. Se considera el caso más crítico en el cual toda la fuerza la aguanta un solo tornillo; obtenemos la tabla 4.

Ángulo (rad)	Ángulo (°)	$F_{t,ed}$ (N)	$F_{v,ed}$ (N)	Comprobación
0	0	0	18000	0,49
90	1,57	18000	0	0,38

Tabla 5: Cálculo de las componentes de la fuerza en función del ángulo

Los cálculos son realizados con un tornillo M10 calidad 8,8 y viendo la comprobación (valores no superiores a 1) podemos afirmar que este tornillo aguanta perfectamente dicha fuerza.

- Cálculos justificativos de las argollas empleadas en el arnés:

Para realizar los cálculos nos remitimos a la normativa FIA (artículo 253 anexo J artículo 6) donde imponen la fuerza que las argollas debe soportar ($F=14700$ N cada argolla) y también utilizaremos las ecuaciones oportunas para la resolución, nos remitimos a las ecuaciones 53 y 54.

$$F_{t,rd} = \frac{0,9 \cdot f_u \cdot A_s}{1,25} \quad F_{v,rd} = n \frac{0,5 \cdot f_u \cdot A_s}{1,25}$$



Los cálculos y comprobaciones se realizarán con una argolla M12 de una calidad 8,8 impuesto por la normativa FIA

Los resultados que se obtienen son:

$$F_{t,rd} = 48537,54\text{N}$$

$$F_{v,rd} = 26965,3\text{N}$$

Para comprobar que la argolla empleada puede aguantar la fuerza aplicada, remitiéndonos a la Ec. 55:

$$\frac{F_{v,ed}}{F_{v,rd}} + \frac{F_{t,ed}}{1.4F_{t,rd}} \leq 1$$

Los resultados son introducidos en la tabla 6:

Ángulo (rad)	Ángulo (°)	$F_{t,ed}$ (N)	$F_{v,ed}$ (N)	Comprobación
0	0	0	14700	0,55
0,17	10	2552,6	14476,7	0,57
0,35	20	5027,7	13813,5	0,59
0,52	30	7350	12730,6	0,58
0,7	40	9449	11261	0,56
0,87	50	11260,8	9449	0,52
1,05	60	12730,6	7350	0,46
1,22	70	13813,5	5027,7	0,39
1,4	80	14476,7	2552,6	0,31
1,57	90	14700	0	0,22

Tabla 6: Cálculo de las componentes de la fuerza en función del ángulo

Viendo los resultados de la tabla anterior ningún resultado supera el valor de 1 por lo que la argolla soporta perfectamente la carga impuesta y cumple con la normativa.

Instalación de baquets y arneses

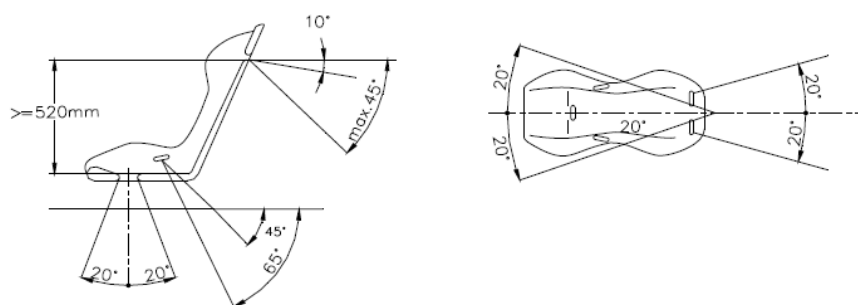


Figura 47: Las ubicaciones geométricas recomendadas para un caso genérico de anclaje de 6 puntos.

En la dirección hacia abajo, los tirantes deben estar dirigidos hacia atrás y debe ser instalado de tal manera que no formen un ángulo de más de 45° respecto a la horizontal. El valor máximo de los ángulos en relación con el eje del asiento son 20° convergentes o divergentes. Si es posible utilizar el anclaje original del coche se deberá utilizar. Los arneses de 4 puntos, de mayor seguridad, deben ser instalados en los anclajes del asiento trasero (en los anclajes originales). Los tirantes deben estar instalados en cruz simétricamente sobre el eje del asiento delantero. Las correas de vuelta y entrepierna no deben sobrepasar los lados del asiento. Las correas deben encajar perfectamente con la curva entre la cresta de la pelvis y la parte superior del muslo (jamás debe ser usado más de la región del abdomen)

Se adjunta una imagen de los montajes de los anclajes del arnés:

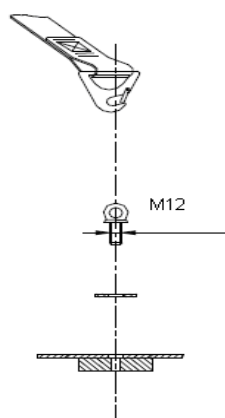


Figura 48: Sistema de fijación general



- Cálculos justificativos:

Las barras antivuelco según el reglamento de la FIA además de una serie de restricciones geométricas, deben cumplir unos requisitos de resistencia.

El arco completo debe resistir una carga vertical de $7,5 \cdot P$ (daN) (P es el peso del coche más 1470N) aplicado en la parte superior del arco principal. No debe producirse rotura ni deformación plástica superior a 0,050 m en el punto y en la dirección de aplicación.

El arco completo debe resistir una carga de $3,5 \cdot P$ (daN) (P es el peso del coche más 1470N) aplicado en la parte superior del arco delantero en la intersección con el miembro transversal delantero. No debe producirse rotura ni deformación plástica superior a 0,1m en el punto y en la dirección de aplicación.

El arco instalado cumple con las restricciones impuestas por la FIA, anteriormente citadas, por lo que no es necesario más cálculos.

4.5.9. REFORMA N° 32 – SUSTITUCIÓN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.

-Elementos afectados:

Depósito de combustible: se sustituye el depósito de combustible por otro con mayor resistencia a rotura

-Descripción:

Esta reforma tratará el cambio de depósito de combustible que viene instalado en el vehículo por otro mayor, más resistente y que se adecua a la forma de los nuevos componentes instalados en la suspensión trasera.

El nuevo depósito cumple la normativa FIA FT3-1999 en la que se le somete a las siguientes pruebas para su cumplimiento:

1.- El depósito se le somete a una compresión según su eje principal hasta que se queda plano si sufrir agrietamiento o delaminación.



2.- Esta prueba se hace sobre un depósito normal y un depósito tratado en una disolución de 60% de iso-octano y 40% de tolueno durante un mínimo de 72 horas. Se extraen diez muestras (de cada depósito) de 25mm de ancho por 150mm de largo que se cortan del material del depósito, 5 en dirección de la urdimbre y 5 en dirección de la trama. Dos ejemplares no pueden contener hilos de la misma trama o urdimbre. Los extremos de la muestra se sujetan y se le aplica una carga de 2 kN como mínimo, con una separación de 75mm al comienzo de la prueba y se separan un mínimo de 30cm por minuto.

3.- Con el fin de evaluar la fuerza de punción, se recortan 5 ejemplares de 105mm de diámetro y se sujetan según se muestra en la figura, los tornillos deben estar apretados con el fin de que la muestra no resbale durante el ensayo. El instrumento punzante será de acero con la forma indicada en la figura, se moverá con una velocidad de entre 20 y 40 cm por minuto y soportarán un mínimo de 0,78 kN. Se utilizarán 5 muestras de las cuales en 2 la perforación será paralela a la urdimbre, otras dos paralelas a la trama y otra a 45° de la urdimbre. La resistencia a punzonamiento del material será la menor de las 3.

4.- Para determinar la resistencia de las uniones del material se le somete al ensayo expuesto en el apartado 2 a las muestras con la unión en el centro de las garras. Igual que en el ensayo 2 se usan 5 muestras tratadas y 5 sin tratar, teniendo que aguantar una fuerza mínima de 2 kN.

5.- Con el fin de evaluar la resistencia al desgarro se recortan 10 muestras de 75x200mm, 5 en dirección de la urdimbre y 5 en dirección de la trama. Cada muestra será cortada 75mm en el lado corto y sujeta por el lado largo con las mordazas según la figura. Se le aplica la carga con una velocidad de 30cm por minuto, la resistencia a rotura de la muestra será el menor de los 5 picos más altos descontando el primero y será de al menos 0,25kN para resultar válido.

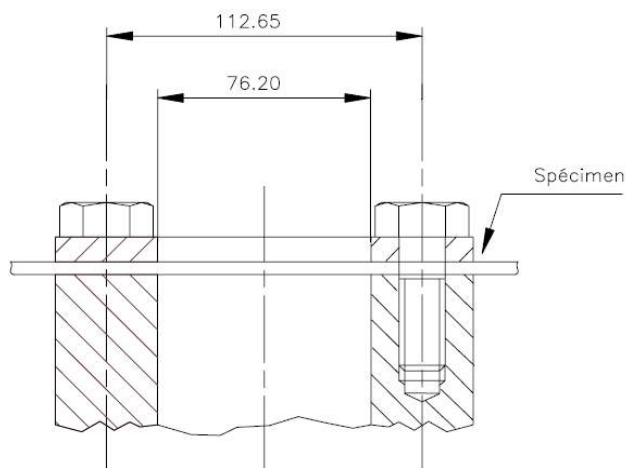


Figura 50: Sujeción para el ensayo de punzonamiento

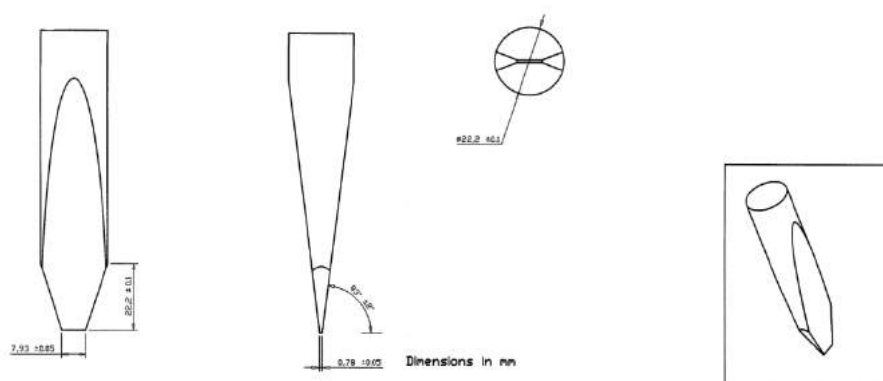


Figura 51: Forma del punzón

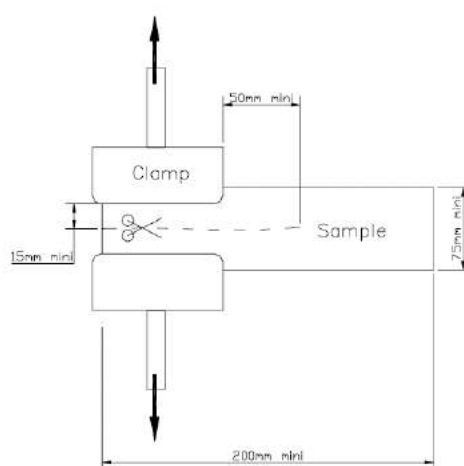


Figura 52: Esquema del ensayo de desgarro



4.5.10. REFORMA N° 37 – CAMBIO DE EJE NO MOTRIZ A MOTRIZ.

-Elementos afectados:

-Tren delantero: se mantiene el esquema de suspensión McPherson pero se modifican sus componentes: se sustituye la cuna por una mas reforzada, los trapecios por otros más largos y con más posibilidades de reglaje, las manguetas por otras más reforzadas, la estabilizadora se sustituye por una más rígida y con posibilidad de reglaje.

-Tren trasero: en este caso para poder ser un eje motriz se necesita cambiar el sistema de suspensión de origen, brazos tirados con resortes helicoidales, por un sistema McPherson compuesto por una cuna donde se anclan el nuevo diferencial trasero y los trapecios; se instalan también unas manguetas en las que se puedan alojar los nuevos palieres y una barra estabilizadora regulable.

-Transmisión: se modifica por completo instalando una nueva caja de cambios capaz de soportar las nuevas necesidades de par y potencia del motor, con un diferencial autoblocante y la salida de la transmisión central para poder dar la tracción al eje trasero; se monta un palier central, un diferencial trasero autoblocante y los nuevos palieres delanteros y traseros.

-Carrocería: también se ve afectada por esta reforma ya que es necesario modificar ciertas partes de la misma para poder acoger los nuevos elementos mecánicos. Se cambia el túnel central para poder alojar la transmisión central, el suelo trasero para la incorporación de la cuna del diferencial y los pasos de rueda y torretas de amortiguadores para adecuarse a los nuevo componentes de suspensión.

-Descripción:

En esta reforma se trata el cambio del eje trasero de no motriz a motriz, con todos los cambios que son necesarios realizar en el vehículo, además se ensanchan ambos ejes.

- Modificación de la carrocería:

- Túnel central: se sustituye el túnel central de origen por otro más grande por donde pueda pasar el palier central.

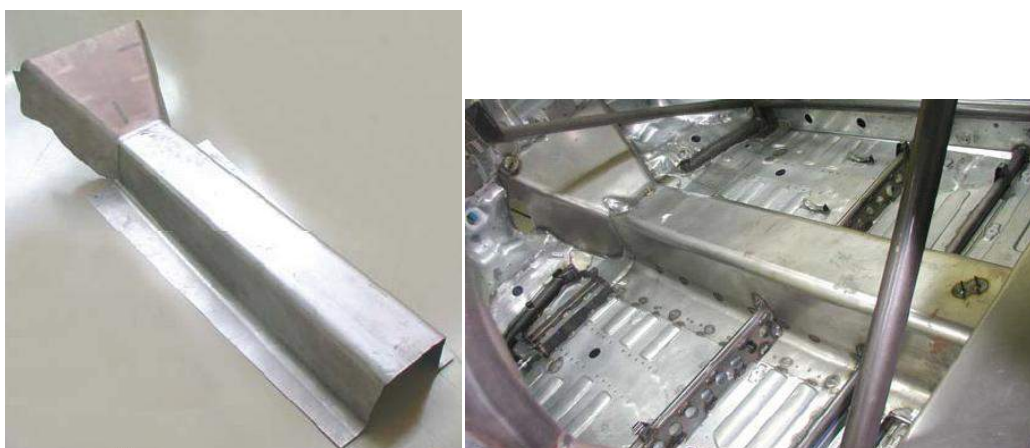


Figura 53: Nuevo túnel central (izquierda), túnel instalado (derecha)

- Suelo trasero: es necesaria su sustitución para poder alojar los nuevos componentes de la suspensión trasera y el depósito de combustible. El suelo instalado está más alto que el de origen y es plano, al no llevar el hueco de la rueda de repuesto, para poder instalar debajo la nueva cuna con el diferencial. Del mismo modo el hueco del depósito se ajusta a las medidas del instalado en la reforma. Junto con el suelo se montan los soportes de la cuna.

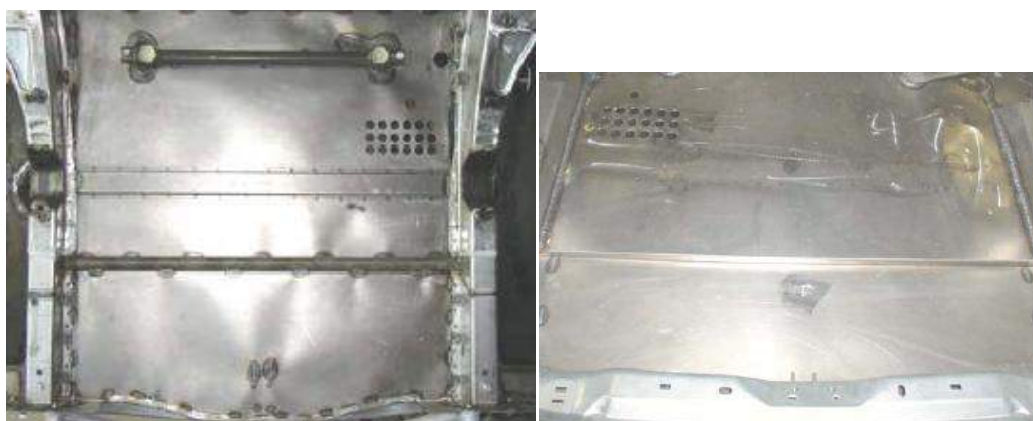


Figura 54: Vista inferior del suelo trasero con los soportes de la cuna (izquierda) y vista superior (derecha)

-Pasos de rueda traseros: en la parte trasera se sustituyen los pasos de rueda por otros más grandes y con los anclajes de los amortiguadores ya que, como se ha comentado anteriormente, de origen el vehículo disponía de otro sistema de suspensión con anclajes diferentes. Junto con esto, es necesario practicar un pequeño rebaje en el larguero del vehículo para el paso del palier de transmisión; para no disminuir la resistencia del

languero, que comprometería mucho la rigidez del vehículo, se le añade un refuerzo por la parte superior.



Figura 55: Paso de rueda trasero montado (izquierda) y piezas a instalar (derecha)

-Pasos de rueda delanteros: del mismo modo que los traseros, se modifican éstos para poder acoger los amortiguadores y soportar los mayores esfuerzos a los que éstos los someten.



Figura 56: Paso de rueda delantero montado (izquierda) y piezas a instalar (derecha)

Estas modificaciones están diseñadas y realizadas en el departamento de competición de Peugeot y nos certifica que no se ve afectada la resistencia de la carrocería. Además luego se le añade el arco de seguridad que la refuerza, por lo que no es necesario el cálculo de resistencia de la carrocería modificada.

-Modificación de la suspensión:

El sistema de suspensión sufre una modificación importante puesto que se pasa de tracción a un eje a tracción en ambos ejes. Para abordar esta modificación empezaremos por las reformas realizadas en el eje posterior, que es el que cambia sus características motrices.

En el eje trasero se cambia el esquema de suspensión para poder equiparlo de tracción. El esquema original es de brazos tirados con estabilizadora y resortes helicoidales, y se sustituye por sistema McPherson y un subchasis como soporte de los trapecios y componentes de transmisión.



Figura 57: Elementos de la suspensión trasera de origen

A continuación se enumeran los componentes instalados:

-Subchasis trasero: es necesaria su instalación como elemento de unión de los trapecios con el chasis y para poder soportar el diferencial trasero. Es de tipo tubular, sujeto a la carrocería por medio de tornillos, en los puntos de anclaje montados en el suelo trasero instalado en el vehículo.



Figura 58: Subchasis trasero

-Trapecios: son tubulares para mayor ligereza sin perder en rigidez; se sustituyen los anclajes por medio de tacos de goma, por unas rótulas rígidas de tipo Uniball que mantienen más estables en todo momento la geometría de la rueda y no absorbe energía en deformarse.

-Barra de regulación de convergencia: con la incorporación de este elemento se facilita la regulación de convergencia de las ruedas traseras para poder adecuar el

comportamiento del vehículo al estilo de conducción del piloto y al recorrido del rallye de manera rápida y fácil.



Figura 59: Trapecio trasero y tirante de regulación de convergencia

-Manguetas: más ligeras y resistentes que las que equipa el coche de serie, con el objetivo de disminuir el peso no suspendido y que de esta forma trabaje mejor la suspensión.

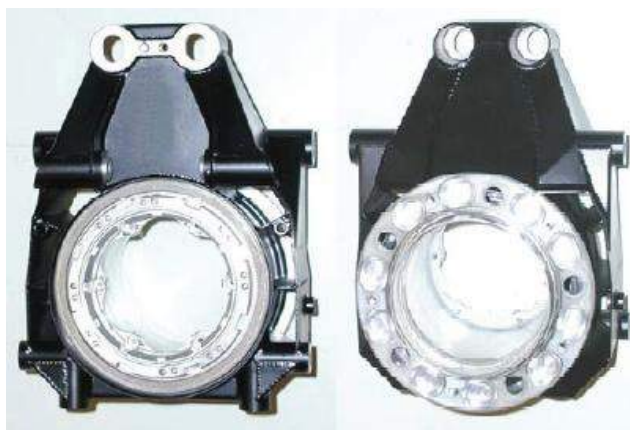


Figura 60: Manguetas traseras

-Amortiguadores: los amortiguadores instalados están calculados en la reforma nº9, modificaciones del sistema de suspensión.

Con las modificaciones anteriormente enumeradas aparte de dotar de tracción al eje posterior se aumenta el ancho de vía de los 1460mm de serie a 1800mm que especifica como máximo el reglamento para categoría S2000. De esta forma se mejora el comportamiento dinámico del vehículo, como posteriormente se comprobará y cuantificará mediante simulación.

En cuanto al eje anterior las reformas realizadas en él tienen como objeto el aumento del ancho de vía, de los 1467mm del coche en origen a los 1800mm del coche reformado, de la misma manera que en el eje posterior, para optimizar el comportamiento dinámico dentro de los márgenes que permite el reglamento. En este caso, si se mantiene el esquema de suspensión, siendo este del tipo McPherson, y únicamente se modifican sus componentes.

Los elementos modificados son:

-Subchasis: se sustituye el de origen fabricado en chapa doblada y soldada por uno tubular con el objeto de reducir el máximo de peso sin disminuir las características resistivas de éste. En él se sitúa el soporte inferior del motor y cambio. Los puntos de anclaje a la carrocería se mantienen en número y emplazamiento iguales a los de origen, siendo estos mediante tornillos.



Figura 61: Subchasis delantero

-Trapecios: se instalan unos nuevos trapecios tubulares con regulación de avance y caída. Del mismo modo que los traseros, los anclajes a las manguetas y subchasis son por rótulas rígidas.



Figura 62: Trapecio delantero

-Manguetas: la solución elegida es la misma que en el eje trasero, más ligeras y resistentes, al estar hechas de chapa soldada.

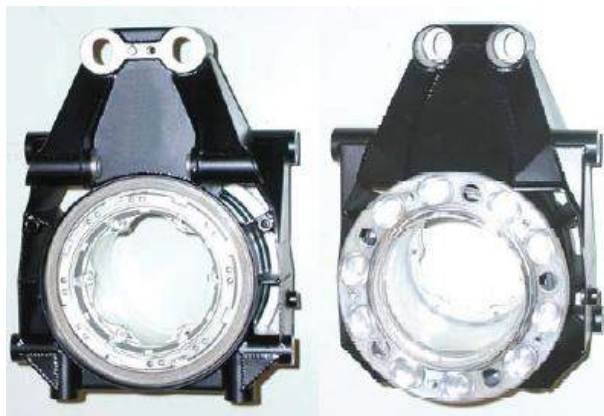


Figura 63: Mangueta delantera

-Amortiguadores: los amortiguadores están calculados en la reforma n° 9.

Todas las piezas anteriormente enumeradas son fabricadas por Peugeot y están en la homologación de tipo del Peugeot 207 S2000, por lo tanto no es necesario realizar los cálculos de resistencia de las mismas.

-Modificación de la transmisión:

La transmisión es el objeto principal de esta reforma, puesto que se modifica el eje trasero de no motriz a motriz. Este cambio obliga a modificar toda la transmisión desde el cambio de velocidades, ya que es necesario que esta de tracción hacia el eje trasero por medio del árbol central de transmisión. Para cumplir el reglamento de la categoría S2000 es necesario que los palieres delanteros y traseros sean iguales.

A continuación se enumeran todos los elementos del sistema de transmisión que se instalan:

-Embrague: el sistema de embrague de origen es sustituido por otro del fabricante AP Racing. Éste es bidisco en seco de material cerámico para resistir el par suministrado por el motor sin patinar. El accionamiento es hidráulico.

-Caja de velocidades: Se instala un cambio fabricado por Sadev de 6 velocidades más la marcha atrás, de accionamiento secuencial. En rallyes, dado el gran número de cambios que se realizan, es muy importante que el cambio sea rápido en cada cambio de velocidad. Con el cambio instalado se reduce este tiempo desde unos 0,5 segundos de un cambio convencional a unos 0,3 segundos que a lo largo de un tramo cronometrado

supone una mejora de tiempo considerable, además de que este tipo de cambio no necesita el uso del embrague nada más que en el momento de arrancar.

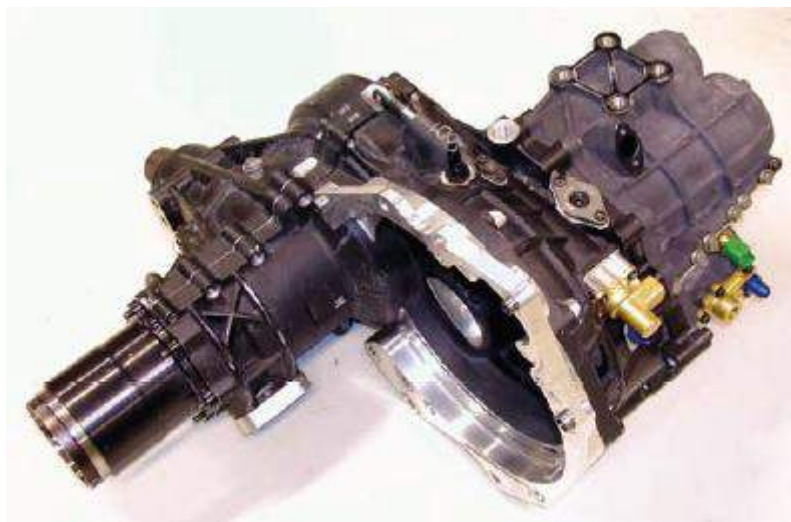


Figura 64: Caja de velocidades

El cambio incorpora un diferencial autoblocante, que reduce el deslizamiento de las ruedas en aceleración. También incorpora la salida hacia la transmisión trasera por medio de un palier central. La lubricación de la caja es por medio de una bomba y el aceite es refrigerado en un radiador externo dadas las altas temperaturas a las que lo eleva el diferencial autoblocante.



Figura 65: Diferencial desmontado (izquierda) y Carter del diferencial (derecha)

-Mando del cambio: se incorpora un mando directo por medio de una varilla, con la palanca en la columna de dirección, para que se quede cerca del volante y facilitar así el cambio al piloto.



Figura 66: Mando de accionamiento (izquierda) y varilla (derecha)

-Palieres delanteros: se instalan unos palieres de la marca Sadev con un estriado adecuado al nuevo cambio y con unas homocinéticas más reforzadas para soportar los sobreesfuerzos a los que les somete la incorporación del diferencial autoblocante.

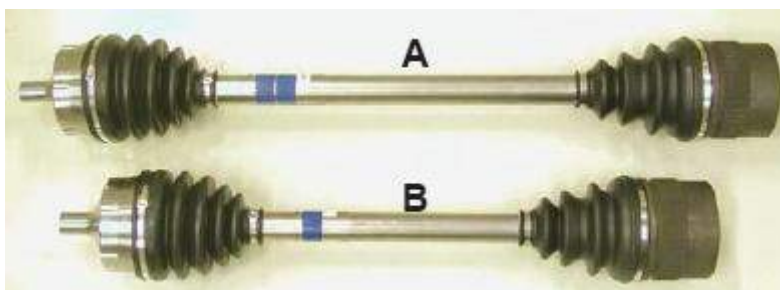


Figura 67: Palieres delanteros, derecho (A), izquierdo (B)

-Palier central: se monta el palier central para poder transmitir el movimiento a las ruedas traseras. El palier lleva un anclaje intermedio para eliminar vibraciones. El soporte para este anclaje se incorpora en el túnel central modificado.



Figura 68: Palier central

-Diferencial trasero: se instala un diferencial trasero autoblocante para distribuir en la cantidad adecuada el par a la rueda que proceda. En este diferencial se le añade un embrague de accionamiento eléctrico para poder desacoplar las ruedas traseras de las delanteras y así permitir el uso del freno de mano para colocar el coche en determinados momentos. En este diferencial también viene instalada una bomba de aceite para el montaje de un radiador que lo enfríe para que no pierda sus propiedades, puesto que el autoblocante eleva mucho su temperatura.

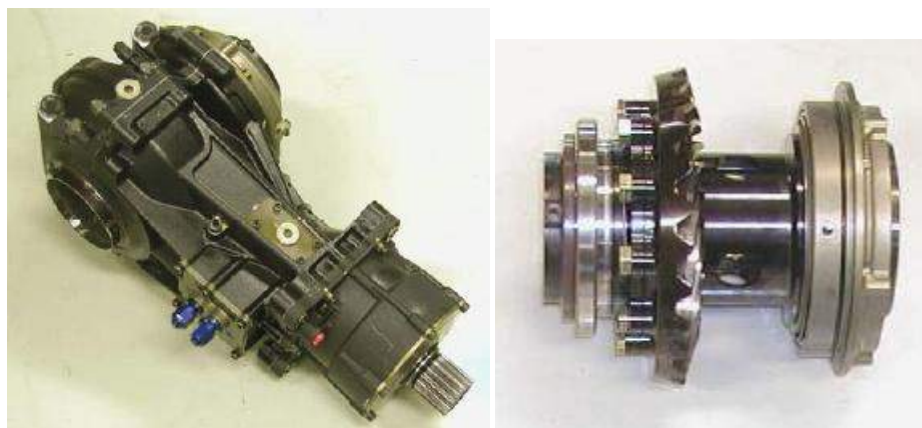


Figura 69: Diferencial trasero montado en su cárter (izquierda) y Diferencial (derecha)

-Palieres traseros: como se ha comentado el reglamento exige que sean iguales a los delanteros.

En este caso, como también se realiza reforma en los frenos, los cálculos de los nuevos frenos así como el cálculo del nuevo par de frenada se realizan en la reforma n° 5: cambio en el sistema de frenada, en el apartado 4.5.3. del presente proyecto técnico. La comparación de las prestaciones de frenada antes y después de la reforma se realizará en el apartado de simulación.

El reparto de cargas del vehículo se realizara a continuación del presente proyecto técnico, al verse afectado por varias de las reformas que se tratan en él se realizará teniéndolas todas en cuenta.

4.5.11. REFORMA N° 46: ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR

-Elementos afectados:

-Aletas: Se sustituyen las 4 aletas (tanto delanteras como traseras) por unas más anchas.

-Paragolpes: se cambian los de origen por otros más largos y que siguen la forma de las aletas.

-Alerón: Se añade un pequeño alerón en la parte alta del portón.



-Carenados de rueda: se instalan unos carenados que cubren la parte interior de las aletas.

-Descripción:

En esta reforma se estudian todas las modificaciones a las que se somete la carrocería en su parte exterior.

-Modificación de las aletas:

Las aletas son modificadas para poder cubrir las ruedas, como marca la ley, ya que la anchura de ejes se ve aumentada notablemente. Las nuevas aletas cubren en su totalidad las ruedas tanto delanteras como traseras, ya que según la ley no puede sobresalir el borde exterior de la rueda del plano vertical que pasa por el borde de la aleta.

En el eje anterior solamente se sustituyen las aletas de origen por las nuevas fabricadas en material plástico, manteniendo estas los anclajes de las de origen. Mientras que en el eje posterior se tiene que recortar la aleta de origen, para permitir el movimiento de la rueda sin interferir con esta, y atornillar la nueva, también fabricada en plástico, encima de la de origen ya que esta forma parte del monocasco.

-Sustitución de los paragolpes:

Los paragolpes de origen se tienen que sustituir por unos nuevos que se adecuen a la nueva forma de las aletas para así no dejar aristas vivas en la carrocería y además mejorar la aerodinámica del vehículo. Los nuevos paragolpes instalados están fabricados en fibra de vidrio, que mantiene las propiedades del material de origen pero reduce su peso en un 10%.

-Instalación del alerón:

En la preparación del vehículo se incorpora un alerón en la parte superior del portón trasero para darle un poco más de estabilidad a altas velocidades. El presente alerón va sujeto mediante tornillos a la chapa de la parte superior del portón trasero.

Éste dispositivo no sobresale del perímetro del vehículo en ninguna de sus vistas (frontal, lateral y superior).

Estos elementos los instala Peugeot junto con el resto de reformas realizadas sobre la carrocería y entrega un certificado en el que expone que ninguno de los



elementos instalados dispone de aristas vivas, salientes ni de ninguna parte que pueda resultar un peligro ni para los pasajeros del vehículo ni para el resto de usuarios de las vías públicas.

Cálculos:

A continuación se realizan los cálculos justificativos de los tornillos de anclaje del alerón a la carrocería. Para los presentes cálculos se supone una carga sobre el alerón de 500N puesto que es la carga máxima que puede desarrollar el alerón por diseño. Esta carga la soportan 4 tornillos dispuestos en cuadrado en posición vertical y, dado que la carga es también vertical pero no está en el mismo plano de los tornillos, sino que está desplazada, generará un momento sobre dicho plano que hará que los tornillos superiores trabajen a mayor tracción que los inferiores, trabajando los 4 además a cortadura. Puesto que los tornillos críticos son los superiores realizaremos los cálculos para estos.

Los cálculos y comprobaciones se realizarán para el caso más desfavorable (toda la fuerza la aguantará un solo tornillo con métrica M8 de una calidad 8,8) las ecuaciones son las anteriormente empleadas, Ec. 53 y 54 respectivamente:

$$F_{t,rd} = \frac{0,9 \cdot f_u \cdot A_s}{1,25}$$

$$F_{v,rd} = n \frac{0,5 \cdot f_u \cdot A_s}{1,25}$$

$F_{t,rd}$ Fuerza máxima que puede soportar el tornillo a tracción

$F_{v,rd}$ Fuerza máxima que puede soportar el tornillo a cortadura

f_u Resistencia ultima del material (para un tornillo de calidad 8.8 $f_u = 800MPa$)

A_s Área eficaz (para un tornillo M8 $A_s = 50,26mm^2 = 5.026 \cdot 10^{-5} m^2$)

n Número de planos de corte, para nuestro caso $n=1$

Los resultados de las Ec. 53 y 54 se obtienen:

$$F_{t,rd} = 28952,92N$$



$$F_{v,rd} = 16083.2\text{N}$$

Ahora calculamos el esfuerzo a tracción que tiene que soportar los tornillos de arriba, que son los que más soportan, en el caso más desfavorable, es decir, que la fibra neutra se encuentre en la parte inferior de la chapa. La chapa tiene 6cm de altura y los tornillos se encuentran centrados y a una distancia entre ellos de 4cm por lo tanto la distancia entre el centro del tornillo y la fibra neutra es de 5cm.

$$M_{fn} = F_{\text{alerón}} \cdot D_a = 500 \cdot 0,15 = 75\text{Nm} \quad (\text{Ec.56})$$

$$F_{t,ed} = \frac{M_{fn}}{D_t} = \frac{75}{0,05} = 1500\text{N} \quad (\text{Ec.57})$$

Para comprobar que el tornillo empleado puede aguantar la fuerza aplicada, nos remitimos a la Ec. 55:

$$\frac{F_{v,ed}}{F_{v,rd}} + \frac{F_{t,ed}}{1.4F_{t,rd}} \leq 1$$
$$\frac{500}{16083.2} + \frac{1500}{1.4 \cdot 28952.92} = 0,06 < 1$$

Con los resultados de la Ec. 54 podemos concluir que el soporte alerón está dimensionado adecuadamente y no hay problema de que se suelte por un fallo en el anclaje.



4.6.- CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO ANTES Y DESPUÉS DE LA REFORMA

FABRICANTE	PEUGEOT
Nº DE IDENTIFICACIÓN	VF3WA8FP0BW00****
MARCA	PEUGEOT
TIPO	W
VARIANTE	WA5FS0/1
DENOMINACIÓN COMERCIAL	207 3P SPORT 1.6
NÚMERO DE PLAZAS	Dos

	Original	Modificado
MASAS		
TARA (Kg)	1288	1200
MTMA/MMA (Kg)	1655	
MTMA/MMA 1ºE (Kg)	1000	
MTMA/MMA 2ºE (Kg)	900	
MMR S/F, C/F (Kgf)	580/1150	
NEUMÁTICO		
Nº y dimensiones	4 x 195/55 R16	4 x 225/40 R18
Código de carga	82V	82V
MEDIDAS (mm)		
Altura total	1472	1422
Anchura total	1748	1800
Via anterior	1475	1800
Via posterior	1476	1800
Longitud total	4030	
Voladizo posterior	661	
Distancia eje 1º/2º	2540	
MOTOR		
Marca	PEUGEOT	PEUGEOT
Tipo	G-5FS	EW 10 J4S
Potencia máxima CV – kW / rpm	109 – 80 / 5750	280 – 206 / 8250
Par máximo Nm / rpm	147 / 4000	261 / 5200
Diámetro x carrera (mm)	78,5 x 82	86 x 86
Cilindrada (cm3)	1587	1998
Situación	delantero transversal	
Número de cilindros	4 en línea	
Material del bloque / culata	hierro fundido / aluminio	
Distribución	4 válvulas por cilindro, dos árboles de levas en la culata.	
Alimentación	Inyección. Indirecta	Inyección indirecta monomariposa



TRANSMISIÓN		
Tracción	delantera	Total al 50% permanente
Caja de cambios	Manual , cinco velocidades	Secuencial, seis velocidades
Desarrollos (km/h a 1.000 rpm)		
1 ^a	7,3	7,3
2 ^a	13,8	9,0
3 ^a	19,5	11,2
4 ^a	25,6	13,7
5 ^a	32,6	16,8
6 ^a		20,7
SUSPENSIONES		
Suspensión delantera	Independiente, tipo McPherson, resorte helicoidal, barra estabilizadora.	
Suspensión trasera	Semi-independiente, brazo tirado, eje transversal de torsión, resorte helicoidal.	Independiente, tipo McPherson, resorte helicoidal, barra estabilizadora
Frenos delanteros (diámetro mm)	disco ventilado (283 mm)	Disco ventilado (355 mm) con pinzas Brembo de 4 pistones
Frenos traseros (diámetro mm)	disco ventilado (249 mm)	Disco ventilado(295 mm) con pinzas Brembo de 4 pistones
Tipo de dirección	de cremallera	
Vueltas de volante entre topes	2,9	1,9

Tabla 7: Características técnicas del Peugeot 207 Sport 1.6

4.6.1.-REPARTO DE PESOS DESPUÉS DE LA REFORMA

El reparto de pesos para el vehículo de serie, lo calcularemos a continuación:

Para ello tenemos las siguientes medidas por eje, para una masa total de 1200 kg \rightarrow 11772N, un reparto de cargas de 52/48, y una batalla de 2,54 m.

- Reacción en el eje delantero: $R_A = 11772,52 = 6121,44N$ (Ec.2)

- Reacción en el eje trasero: $R_B = 11772,48 = 5650,56N$ (Ec. 3)

Y aplicando suma de momentos podemos sacar la ubicación del centro de gravedad con respecto a su eje delantero y trasero:

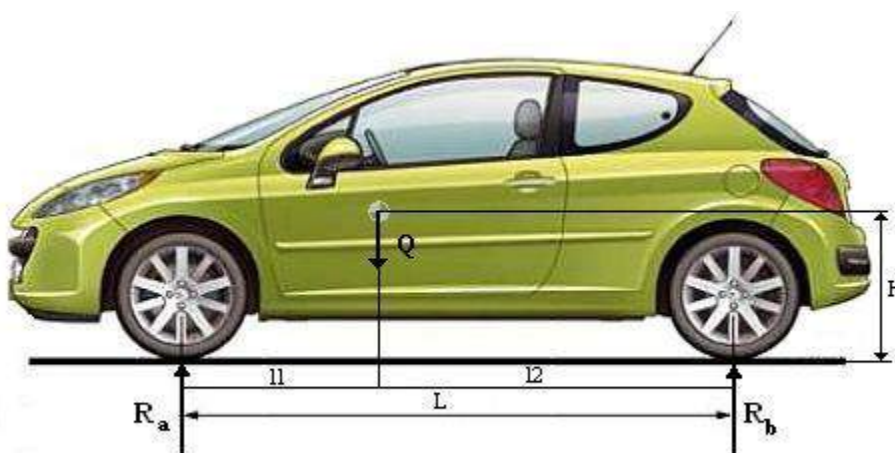


Figura 70: Esquema acotado de fuerzas del vehículo

Respecto al delantero estará situado a:

$$CGD_d = \frac{R_b \cdot L}{Q} = 1,22m \quad (\text{Ec. 4})$$

Respecto al trasero, será:

$$CGD_t = L - CGD_d = 1,32m \quad (\text{Ec. 5})$$

Ahora analizaremos el caso de reparto de cargas más crítico, que por las características del coche se dará en la situación de frenado:

Ateniéndonos a lo analizado en la directiva 71/320/CEE, calcularemos el reparto de pesos en dinámico para una $J = 7 \text{ m/s}^2$

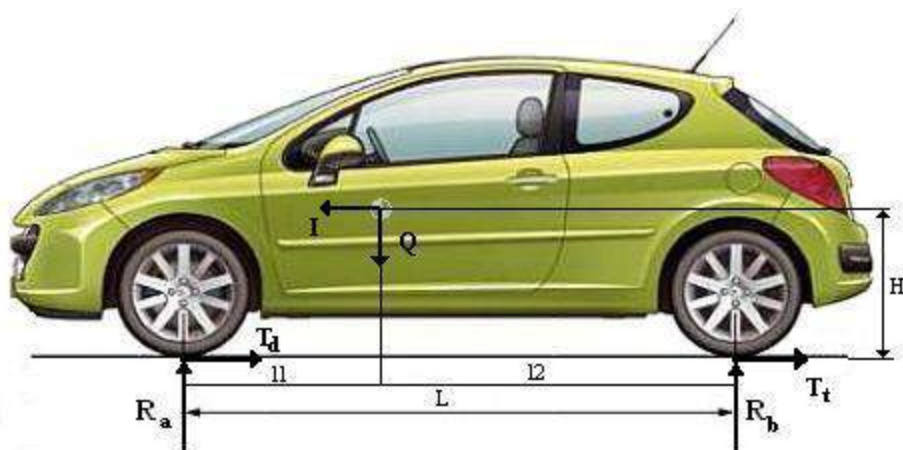


Figura 71: Esquema acotado de fuerzas del vehículo en frenado

A partir de:

$$I = \frac{J \cdot Q}{g} = 8400N \quad (\text{Ec. 6})$$

Con lo que:

$$r'_a = r'_b = \frac{I \cdot h}{L} = \frac{84000,3}{2,54} = 992,13N \quad (\text{Ec. 7})$$

Y finalmente, la carga por eje en frenado será:

$$R'_a = R_a + r'_a = 7113,57N \quad \text{para el eje delantero} \quad (\text{Ec. 8})$$

Comparamos el valor de la reacción con el PTMA=9810N >7113,57 N

$$R'_b = R_b - r'_b = 4658,43N \quad \text{para el eje trasero} \quad (\text{Ec. 9})$$

Comparamos el valor de la reacción con el PTMA=8829N >4658,43 N

El porcentaje de carga en el eje trasero en el momento más crítico es:

$$\frac{R'_b}{R'_a + R'_b} \cdot 100 = 39,6\% \quad (\text{Ec. 10})$$

Para hallar el par de frenado, considerando un $\mu_{\max}=1,2$, al tratarse de neumáticos de competición:



$$T_a = \mu_{\max} R'_a = 1,2 \cdot 7113,57 = 8536,28N \quad (\text{Ec.11})$$

$$T_b = \mu_{\max} R'_b = 1,2 \cdot 4658,43 = 5590,12N \quad (\text{Ec.12})$$

Y el par de frenada será, teniendo en cuenta que el radio del neumático es:

$$r = 18'' \cdot \frac{25,4mm}{1''} = 457,2mm = 0,457,2m \quad (\text{Ec. 13}) \text{ de diámetro nominal de la llanta.}$$

Lo que es igual a 228,6 mm (0,2286m) de radio.

El radio total será:

$$r = 228,6 + 2250,40 = 318,6mm = 0,3186m \quad (\text{Ec.14})$$

Ahora, conociendo el radio, podemos deducir el par de frenado con:

$$M_a = T_a \cdot r = 8536,28 \cdot 0,3186 = 2719,67Nm \quad (\text{Ec.15})$$

$$M_b = T_b \cdot r = 5590,12 \cdot 0,3186 = 1781,01Nm \quad (\text{Ec.16})$$



4.7.- MONTAJE

El primer paso es el desmontaje por completo del vehículo de serie para su posterior envío a Peugeot Sport con el fin de realizar las modificaciones en la carrocería. Para el desmontaje de todos los elementos del Peugeot 207 Sport de origen se empieza con el vaciado de todos los líquidos, aceite motor, aceite del cambio, líquido refrigerante, fluido de la dirección asistida, gasolina (tanto del depósito como de las canalizaciones), etc. para su posterior reciclaje. A continuación se desmontan todos los plásticos y carenados tanto del motor como de la parte baja del vehículo, también se desmontan los paragolpes, faros delanteros y pilotos traseros.

Después se continúa desmontando los sistemas de suspensión, delantero y trasero, y las transmisiones. Se desconectan todas las conexiones del motor con el bastidor, tanto mecánicas (cables y tubos) como eléctricas (todas las conexiones de sensores y actuadores), para, con la ayuda de una grúa, extraer el conjunto motor-cambio.

Una vez que esta toda la mecánica fuera del vehículo se procede al desmontaje de toda la parte interior empezando por los asientos, plásticos, guarnecidos paneles de puerta y salpicadero. Una vez hecho esto se puede retirar la alfombra del suelo para poder terminar con el cableado eléctrico, tanto interior como de motor. Y por último se retira el depósito de combustible y todas las canalizaciones restantes.

Una vez desmontada la carrocería se envía a Peugeot Sport para la realización de la modificación de la misma. A la recepción de la carrocería terminada junto con el resto de piezas del coche se procede con el montaje del mismo.

El primer paso del montaje es la pintura de la carrocería, exterior e interior. Para ello es necesario dar una primera imprimación para la correcta adhesión de la pintura sobre esta. Ésta tiene además que proteger de la corrosión. Una vez dada y seca la imprimación se procede a su pintado, utilizando el color blanco tanto para el exterior como para el interior del habitáculo y vano motor, la razón de la utilización del blanco es porque es el color base más adecuado para una mejor visualización de posibles defectos en la misma.



Con la pintura terminada y seca se procede a la instalación de la parte mecánica del vehículo. Es necesario seguir el par de apriete, dado mediante tabla adjunta, en todos los tornillos del vehículo.

En primer lugar se prepara el conjunto motor-cambio para su instalación posterior en el vehículo. Para esta preparación es necesario montar el sistema de embrague en el motor poniendo cuidado en la colocación de los discos y el plato de presión ya que al ir equilibrado, se precisa que las marcas en los discos estén enfrentadas, y cuando se monte sobre el volante motor es necesario el uso de la herramienta centrador para un correcto alineamiento de los mismos; en el sistema de plato de presión y plato intermedio también es necesario poner atención en el alineamiento de las marcas. Una vez realizado el montaje se procede a la colocación de la caja sobre el motor.

Cuando el conjunto motor este montado se pasa a preparar el bastidor para poder instalarlo en él. En primer lugar se realiza el montaje del subchasis delantero sobre el que irá sujeto. Para facilitar el montaje de la cremallera de dirección, cuando esté montado el subchasis se instala ésta fijándola mediante sus tornillos de anclaje. Una vez realizado la instalación del subchasis se puede colocar el motor en su emplazamiento con la ayuda de una pluma, fijándolo al bastidor por medio de sus 2 anclajes motor y el del cambio. Después de esto se procede a la instalación del depósito de combustible en su emplazamiento, fijándolo mediante las 2 bridas de anclaje.

El siguiente paso es la colocación de los elementos de suspensión y transmisión delanteras. En primer lugar se instalan los trapecios inferiores atornillando las rótulas a sus anclajes en el subchasis y después se montan los amortiguadores fijando la copela a la torreta del bastidor; el siguiente paso es la instalación del palier introduciendo el lado interior en la caja de cambios y el exterior en la mangueta, fijando esta última al trapecio inferior, el amortiguador y el tirante de la dirección. Esta operación se repite en el otro lado y por último se monta la barra estabilizadora, fijándola en sus anclajes al chasis y los tirantes al trapecio.

A continuación se monta el sistema trasero de suspensión y transmisión. Antes de la instalación del subchasis trasero en el bastidor es necesario montar el conjunto diferencial sobre él. Una vez montado el conjunto se fija al bastidor mediante los 4 tornillos de anclaje. Para continuar se monta el árbol de transmisión central



introduciendo el extremo del cambio en su anclaje, el del diferencial en el suyo y fijar el rodamiento central mediante sus 2 tornillos de sujeción. Ahora el procedimiento de montaje de la suspensión y palieres es igual al eje anterior, primero los trapecios y amortiguador y después el palier y mangueta; en este caso, en diferencia con el anterior, no hay cremallera de dirección pero si unos tirantes que hay que fijar al subchasis y mangueta. Una vez repetida la operación en el otro lado del vehículo se procede a la instalación de la barra estabilizadora.

Con la suspensión ya instalada el siguiente paso es el montaje del sistema de frenos, en primer lugar se monta el disco de freno sobre el buje atornillándolo a este, después se monta la pinza fijándola con sus 2 tornillos sobre la mangueta.

El siguiente paso es la instalación del cableado tanto de motor como de los elementos auxiliares fijándolo al bastidor mediante grapas pasacables y realizando las conexiones a los elementos ya instalados. En este momento se monta el sistema de extinción colocando el extintor automático detrás del asiento del copiloto y poniendo las 4 salidas, 2 por lado, por debajo del salpicadero para piloto y copiloto y otras 4 en el vano motor. Se colocan los interruptores del extintor, el exterior en el lado derecho de capot y el interior en un punto en el que tanto piloto como copiloto puedan pulsarlo sentados en su asiento en orden de marcha. Con esto hecho se procede a la colocación del pedalier, fijado con tornillos en su anclaje, el sistema de calefacción, que en este caso se mantiene el original del vehículo, el salpicadero y “dashboard”. También se monta el volante con la caña de la dirección y la timonería del cambio.

En este momento se añaden los colectores, de admisión y escape (junto con todo el sistema de escape), el radiador con el soporte superior a la carrocería y se realizan todas las conexiones mecánicas de tubos al motor, circuito de refrigeración, dirección asistida y circuito de combustible. Es importante en este punto que se queden las conducciones y cables eléctricos bien sujetos para evitar que posibles vibraciones puedan provocar fallos.

Para continuar se montan los faros delanteros y pilotos traseros, para después hacer los propio con los paragolpes. Después se montan los plásticos anti-proyecciones de los pasos de rueda y los bajos.



En el interior se montan las canalizaciones de los frenos y la palanca del freno de mano, la centralita de interfonos, los baquets, arneses y el sistema de fijación de la rueda de repuesto y su herramienta de cambio.

Volviendo al vano motor se instalan todos los depósitos auxiliares de líquidos y se rellenan purgando el sistema de frenos y embrague. Se añade el aceite motor y el del cambio. Se coloca la batería detrás del asiento del piloto, conectándola al sistema eléctrico para proceder a la comprobación de funcionamiento de todos los sistemas del vehículo y se arranca el motor, asegurándose de que todo está en orden.

Una vez realizado todo el proceso de montaje del vehículo es necesario realizarle una alineación de las ruedas y el rodaje de todo el conjunto según recomienda el fabricante de las piezas.



4.8.- PLIEGO DE CONDICIONES

-Observaciones:

El taller que realice la obra se ajustará a ejecutarla conforme al presente proyecto y a los reglamentos técnicos y normas UNE e ISO vigentes.

Se observarán las normas de la Presidencia del Gobierno y del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio que actualmente estén vigentes.

Los procedimientos de montaje e instalación de los componentes de dicho proyecto deberá ser el especificado en el reglamento FIA anexo J.

Condiciones que han de satisfacer los materiales:

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

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

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

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

-Ejecución de la obra:

Será realizada por un taller homologado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y se ejecutará según proyecto.

Los elementos que se alabeen dentro del plazo de garantía serían sustituidos por el taller sin derecho a ningún tipo de indemnización.

La pintura se realizará en el interior y bajos de la carrocería a su recepción de Peugeot Sport y el exterior después de concluir toda la obra, tras lijar los conjuntos mecánicos y aplicar una capa de imprimación antioxidante.



Si en el transcurso del trabajo, y para buen fin de éste, fuese menester ejecutar cualquier clase de obra que no estuviese especificada, el taller estaría obligado a ejecutarla con arreglo a las condiciones que señale la dirección facultativa, sin tener derecho a reclamación alguna.

La Dirección Facultativa se reservaría el derecho de mandar retirar de la obra los materiales que a su juicio no reúnan las condiciones, y si éstos estuviesen montados, el taller estaría obligado a sustituirlos sin ningún tipo de indemnización.

-Valoración

Se abonaría al taller la obra ejecutada con sujeción al proyecto que serviría de base a la contrata, y las modificaciones que debidamente se introdujeran.

Si se introdujera alguna disposición que varíe la obra y que suponga aumento o disminución del presupuesto, el taller quedaría obligado a ejecutarla con los precios que se establezcan previamente de mutuo acuerdo con el propietario o si no, al precio que señalara la Dirección Facultativa.

-Obligaciones del taller

El taller debería comenzar la obra que se fije en contrato, y su ejecución se atendería al proyecto.

El taller se sujetaría a las leyes, normas y ordenanzas vigentes.

Todo el personal del taller que intervenga en la obra sería especializado y capaz de realizar todo lo que se le encomiende dentro de las condiciones exigidas por este pliego y demás documentos del proyecto.

El taller proporcionará a su cuenta todos los útiles y herramientas necesarios para realizar la obra.

El taller quedaría obligado al cumplimiento de la legislación vigente en lo relativo a accidentes de trabajo, siendo único responsable de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniesen.

Quedaría el taller obligado a responder por el vehículo en caso de destrozo, robo o incendio. Así, en el supuesto de que no estuviera cubierto ese riesgo por una compañía de seguros, se entiende que sería el taller el asegurador.



El tiempo de garantía sería estipulado por contrato, y durante el mismo, el taller realizaría a su cuenta cualquier reparación que hubiera que efectuar.



4.9.- SIMULACIÓN

En el presente apartado se va a comparar las prestaciones del vehículo antes de las reformas y después de realizarlas. Para poder evaluar todas las modificaciones llevadas a cabo en el presente proyecto se realizarán las simulaciones de aceleración, la prueba de frenado que establece la Directiva 98/12/CE, de 80 a 0 km/h y de 160 a 0 km/h a presión máxima sobre el freno sin llegar a bloquear las ruedas, la prueba de doble cambio de carril estandarizada por la norma ISO 3888-1:1999 y por último una simulación de un tramo similar a los que se realizan en el Campeonato de España de Rallyes.

4.9.1.- ACELERACIÓN

El objetivo de esta prueba es estudiar las mejoras que produce el aumento de par y potencia realizados en el motor así como las mejoras en tracción que produce el paso a 4 ruedas motrices en lugar de la tracción delantera de la que disponía el vehículo de serie. Para evaluar dichas diferencias se realizan una serie de pruebas como son 0-100 km/h, 0-140 km/h, 0-180 km/h, 0-400 m, 0-1000 m y recuperaciones de 80 a 140 km/h y de 100 a 140 km/h.

Con el objetivo de que los datos contengan el menor error posible se realizan 3 pruebas en lugar de 2 puesto que como el motor sobre el que se realiza la preparación no es el del vehículo de serie se realiza la simulación con dicho motor sin modificar.

Aceleración		1.6 Sport	2.0 GTI	S2000
0-100 km/h	Tiempo (s)	10,87	10,07	4,43
	Distancia (m)	190,73	173,51	75,87
0-140 km/h	Tiempo (s)	21,45	19,00	7,78
	Distancia (m)	552,87	477,52	190,50
0-170 km/h	Tiempo (s)	37,29	31,65	11,48
	Distancia (m)	1247,35	1030,00	352,24
0-400 m	Tiempo (s)	17,40	16,98	12,48
	Velocidad (km/h)	127,3	132,30	172,0
0-1000 m	Tiempo (s)	31,98	31,02	24,98
	Velocidad (km/h)	161,8	168,75	172,0
80-140 km/h	Tiempo (s)	13,98	11,90	4,77
	Distancia (m)	450,20	380,97	151,10
100-140 km/h	Tiempo (s)	10,58	8,93	3,35
	Distancia (m)	362,14	304,01	114,63

Tabla 8: Comparación de aceleración con los diferentes motores

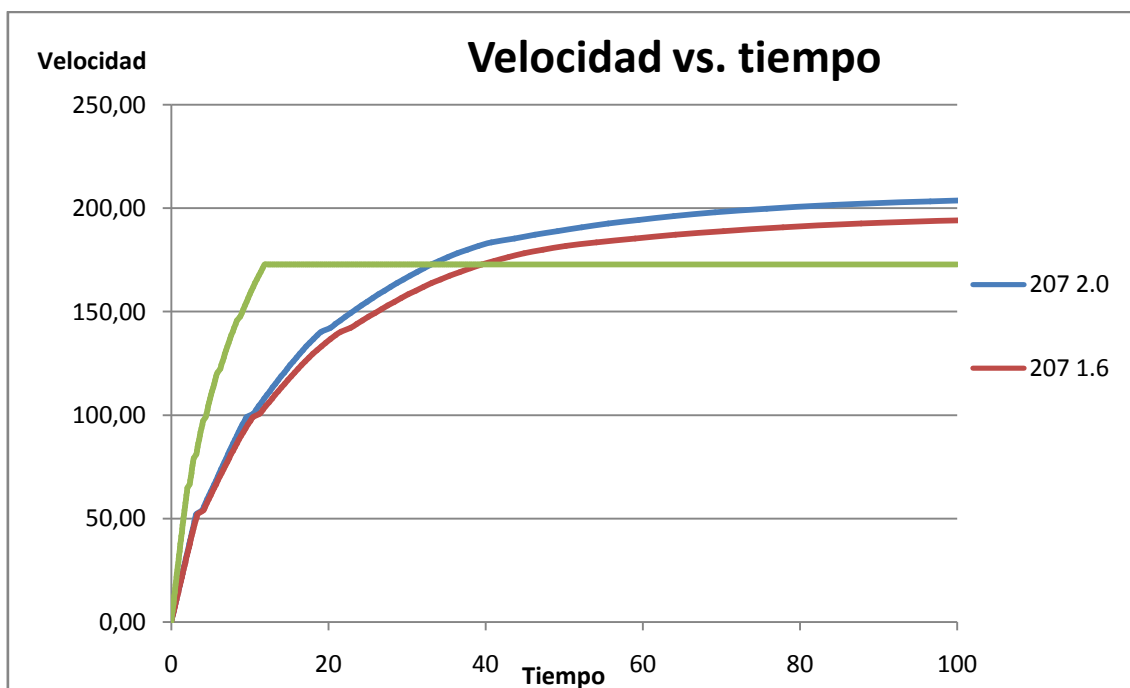


Como se puede observar en la tabla comparativa, el vehículo preparado mejora en todos los aspectos tanto al vehículo de origen como al mismo con el motor sin preparar. Las diferencias entre el motor 1.6 y el 2.0 antes de realizarle la preparación no son demasiado grandes a bajas velocidades tardando 0,8 s en el 0-100km/h menos el vehículo equipado con el motor 2.0 pero según aumenta la velocidad también lo hace la diferencia pasando a ser 2,45 s en el 0-140km/h y 5,64 s en el 0-170km/h. En cambio las diferencias del vehículo preparado sobre el más rápido de los vehículos de serie son bastante más grandes empleando 5,64 s menos en el 0-100km/h, 11,22 s en el 0-140km/h y 20,17 s de diferencia en el 0-170km/h.

Se observa también que en las pruebas de distancia el 207 S2000 alcanza su velocidad máxima antes de recorrer los 400m, debido a que el desarrollo que lleva está diseñado para circular por carreteras reviradas en las que no es necesario una excesiva velocidad máxima y si la optimización de la aceleración.

El las recuperaciones el 207 S2000 es claramente más rápido que cualquiera de los otros 2, debido en gran parte también a la relación de cambio aparte de su mayor par y potencia.

A continuación se muestra la grafica velocidad frente a tiempo para las tres configuraciones del vehículo estudiadas:



Gráfica 3: Velocidad frente a tiempo

Se puede observar la diferencia de aceleración del vehículo preparado frente a los otros 2 estudiados y como alcanza velocidad máxima mucho antes, que es lo que más interesa en el uso al que está destinado dicho vehículo, a costa de sacrificar velocidad punta.

4.9.2.- DOBLE CAMBIO DE CARRIL

La prueba del doble cambio de carril o “prueba del alce” consiste en realizar un cambio de carril hacia la derecha y luego regresar al que de la izquierda, simulando la esquiva de un posible obstáculo en el carril, a una velocidad constante. El recorrido se encuentra normalizado por la Organización Internacional para la Estandarización con la denominación ISO 3888-1:1999.

En la siguiente figura se muestra el recorrido dividido en 6 partes y a continuación se especifica la longitud y anchura de cada parte, que depende de la anchura del vehículo sin retrovisores.

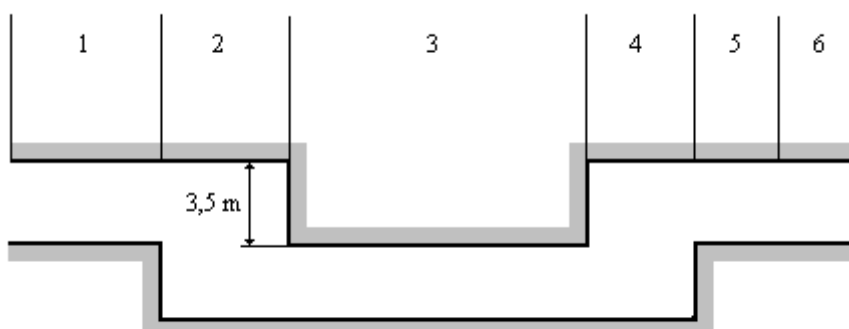


Figura 72: Esquema de prueba de Doble Cambio de Carril

- La sección 1 tiene una longitud de 15 metros y un ancho de un 110% del ancho del vehículo más 25 cm.
- La sección 2 debe tener una longitud de 30 metros.
- La sección 3 debe tener una longitud de 25 metros y una anchura de 120% del ancho del vehículo más 25 cm.
- La sección 4 debe tener una longitud de 25 metros.
- La sección 5 debe tener una longitud de 15 metros y del ancho 130% del ancho del vehículo más 25 cm.

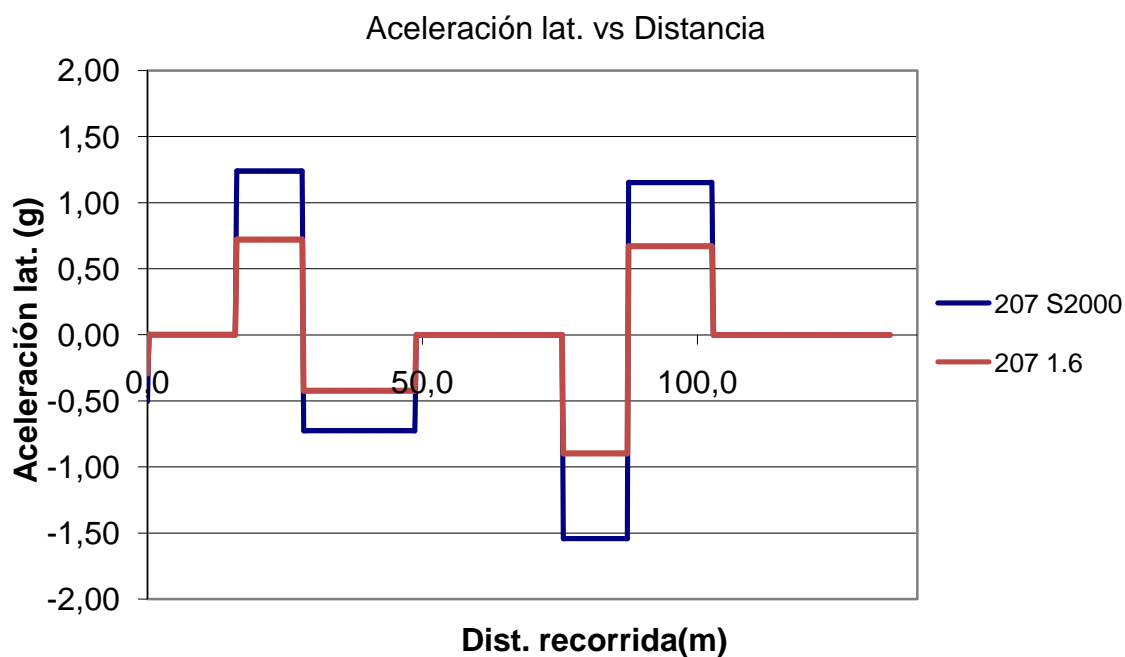


-La sección 6 mide 15 metros de longitud y 130% del ancho del vehículo más 25cm.

Esta prueba es muy útil para evaluar las aptitudes dinámicas del vehículo puesto que se solicita al vehículo solo lateralmente puesto que es a velocidad constante, con ello se obtiene información del comportamiento y las aptitudes del coche y además da una idea de la agilidad del vehículo ya que es necesario el cambio rápido de dirección para no tocar los conos. Mediante la simulación obtenemos la velocidad máxima a la que puede pasar cada vehículo sin salirse de la trayectoria ni tocar ninguno de los conos que delimitan el recorrido. En esta prueba únicamente se simulan el vehículo de serie y el preparado puesto que el motor tiene muy poco efecto en este tipo de pruebas.

La velocidad constante más alta a la que es capaz de pasar la prueba el vehículo de serie son 60,9 km/h empleando un tiempo de 8 segundos para realizarla, mientras que el 207 S2000 es capaz de realizar la pruebas sin tocar ninguno de los conos a 80,2 km/h empleando en tiempo de 6,1 segundos. Comparando los resultados se observa que todo el trabajo realizado sobre la suspensión y la carrocería mejoran las cualidades dinámicas del vehículo.

A continuación se muestra la grafica de aceleración lateral frente a distancia recorrida:



Gráfica 4: Aceleración lateral frente a distancia recorrida

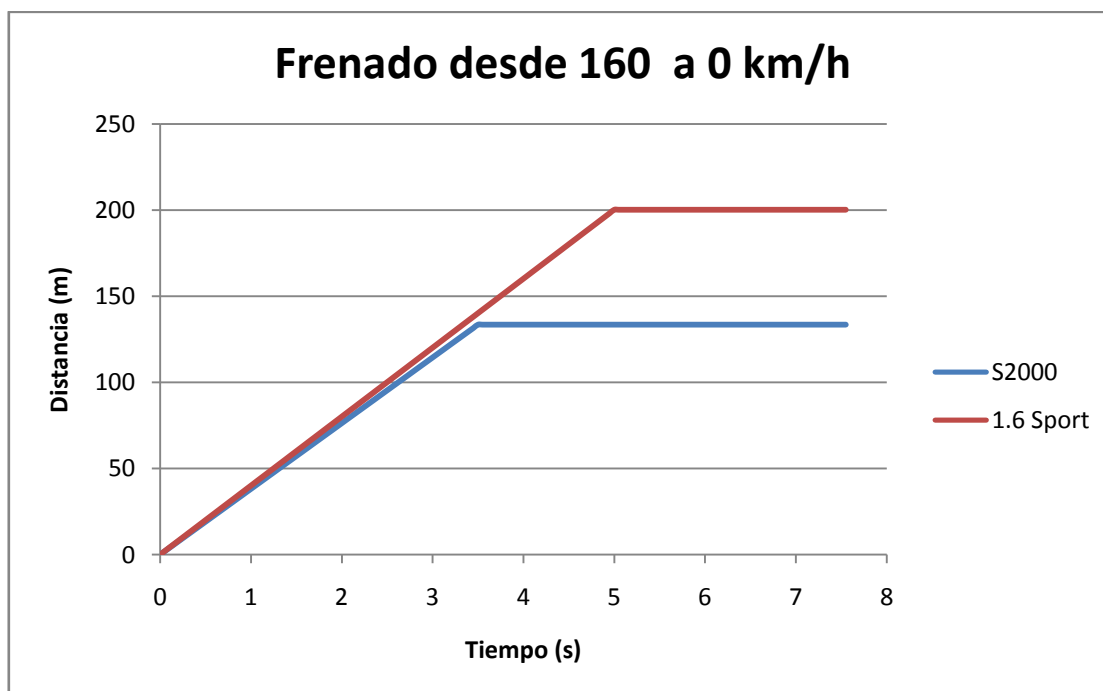


La gráfica muestra claramente como el 207 con preparación S2000 consigue una aceleración lateral mayor en todos los puntos de la prueba llegando a 1,54 G ($15,1\text{m/s}^2$); esto es por el trabajo realizado sobre las suspensiones y carrocería. Uno de los factores determinantes para conseguir esta mayor aceleración lateral es el aumento de la anchura de vías que junto con la reducción del centro de gravedad hacen que la transferencia de pesos sea menor en el vehículo preparado que en el de origen. Las ruedas de competición montadas en el S2000 contribuyen al aumento de la aceleración lateral que puede soportar el vehículo y por tanto aumenta la velocidad de paso por curva.

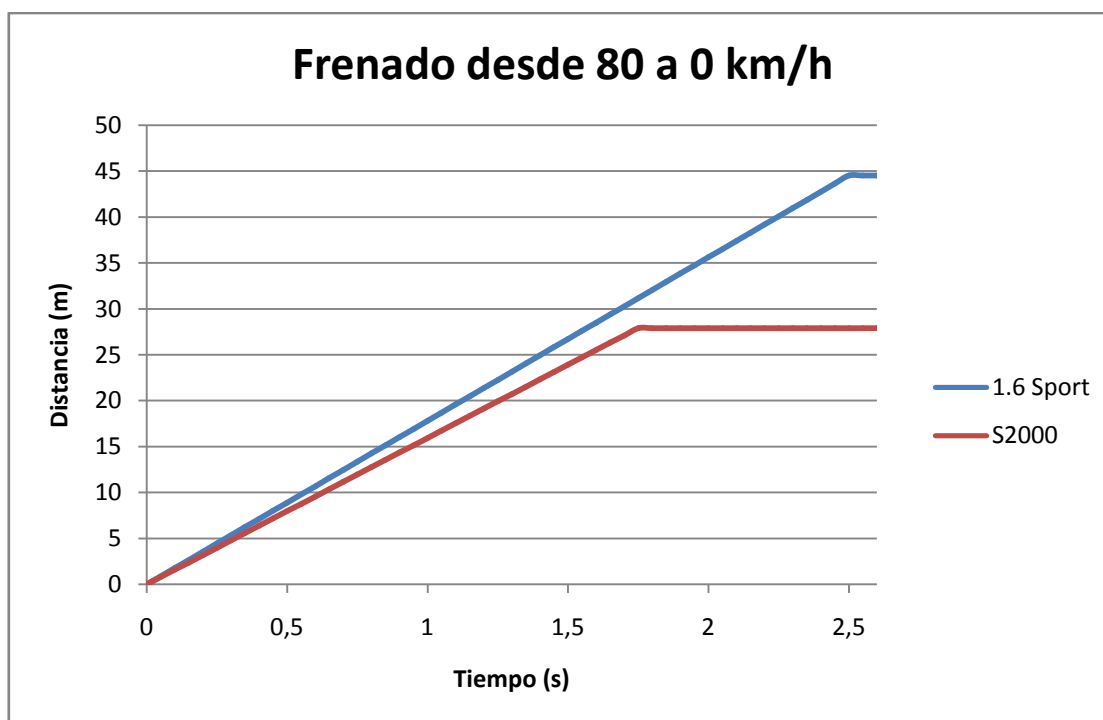
4.9.3.- PRUEBA DE FRENADO

En esta prueba se pretende comprobar la efectividad de las reformas realizadas sobre el sistema de frenado, para ello se hacen dos pruebas, la primera desde 80 a 0 km/h y la segunda desde 160 a 0 km/h. Estas velocidades son coincidentes con las de la Directiva 98/12/CE en la que se establece que las pruebas han de realizarse con la máxima presión sobre el pedal del freno sin que las ruedas lleguen a bloquear en ningún momento.

A continuación se muestran las gráficas de distancia recorrida frente a tiempo para ambas velocidades:



Gráfica 5: Frenado desde 160 a 0 km/h



Grafica 6: Frenado desde 80 a 0 km/h

Como muestra la grafica 3 el 207 con preparación S2000 tarda menos en detenerse recorriendo menos metros, dejando la diferencia en la prueba de 160 a 0km/h en 0,74s y necesitando 16, 6 m menos, lo que equivale a más de 4 coches de diferencia. Mientras que en la prueba de 80 a 0 km/h la diferencia de tiempo es de 1,49s menor para el vehículo modificado y la diferencia de distancia recorrida es de 66,5 m, más de 16 coches de diferencia. Con los resultados obtenidos podemos decir que la seguridad activa del vehículo se ve aumentada con la modificación de los frenos.

4.9.4.- SIMULACIÓN EN TRAMO DE RALLYE

Para poder evaluar todas las modificaciones realizadas sobre el vehículo se han simulado los dos vehículos en un tramo similar a los que se realizan en la categoría a la que se destina el vehículo preparado y así poder evaluar mejor las reformas realizadas. El tramo elegido es la Subida a Arrate con una longitud de 4990 metros con un recorrido que combina las zonas reviradas en las que se puede evaluar la maniobrabilidad con zonas rápidas en las que prima la estabilidad, de este modo se puede evaluar todas las aptitudes.

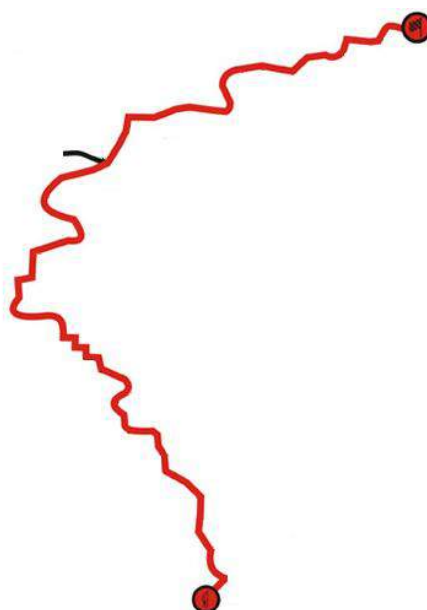
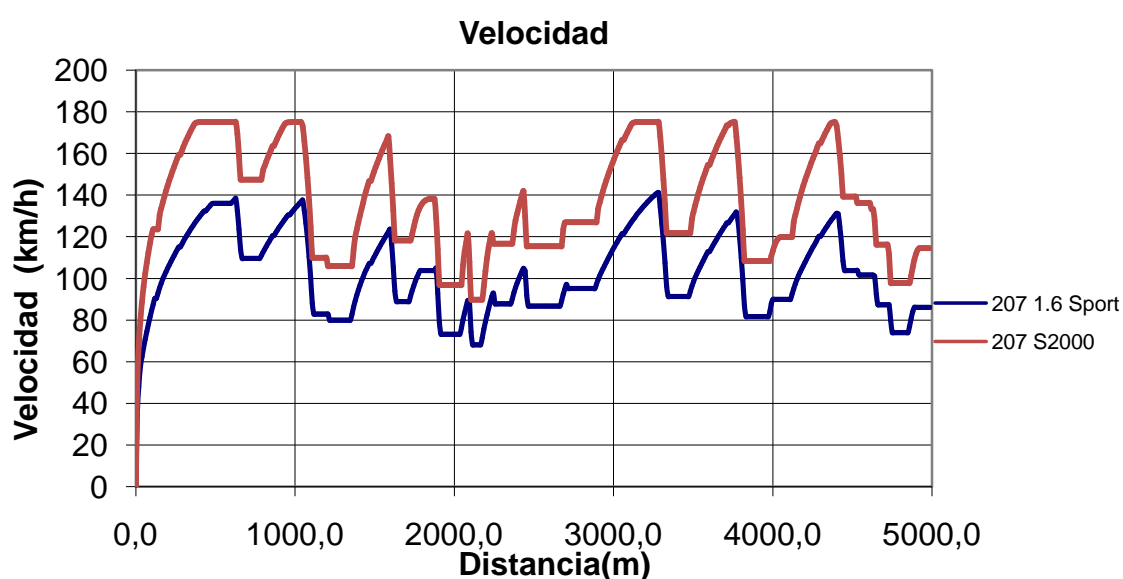


Figura 73: Trazado del tramo

Para realizar el tramo el Peugeot 207 1.6 Sport emplea 3 minutos y 5,5 segundos a una velocidad media de 96,9 km/h mientras que el vehículo modificado emplea 2 minutos y 21,8 segundos a una velocidad media de 126,7 km/h. La diferencia entre ambos vehículos es de 43,7 segundos en los 4990m que tiene el recorrido, que supone que el vehículo modificado tarda 8,7 segundos menos en recorrer 1 kilómetro que el vehículo de serie.

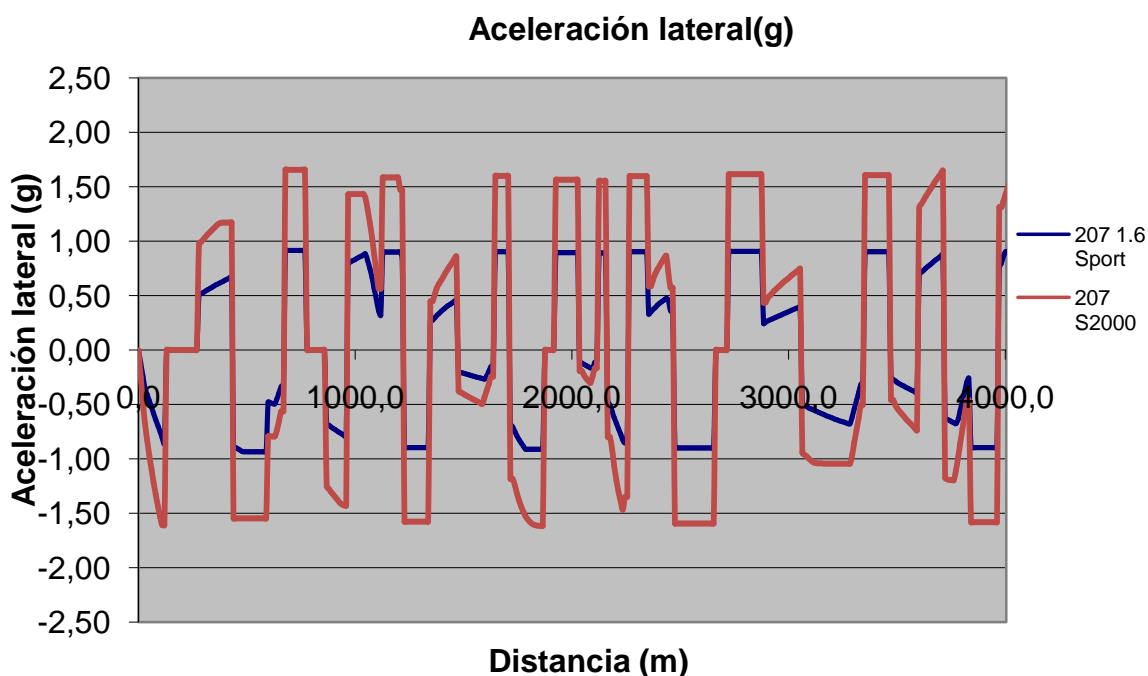
En la grafica 5 se muestran las velocidades de cada vehículo a lo largo de todo el recorrido:



Gráfica 7: Velocidad frente a distancia recorrida

En la gráfica se observa claramente que la velocidad del vehículo modificado es en todo momento superior a la de vehículo de serie. Siendo más acentuada las diferencias en las zonas rápidas que en las lentas debido a la mayor potencia del motor así como al aumento de anchura de vías y los trabajos realizados en la suspensión y el chasis, haciéndolos más rígidos, que le aporta al vehículo más estabilidad principalmente en dichas zonas.

Se puede apreciar que el 207 S2000 llega a velocidad máxima en varios puntos del trazado, lo que en principio puede producir una pérdida de tiempo, pero se ha simulado con unos desarrollos más largos y se observa que pierde tiempo puesto que le cuesta más tiempo y metros ganar velocidad.



Grafica 8: Aceleración lateral frente a distancia recorrida

Como era de esperar la aceleración lateral a la que se ve sometido el 207 S2000 es mayor que el vehículo de producción puesto que si pasa por las curvas a mayor velocidad la aceleración lateral será mayor también. La mayor aceleración a la que se ve sometido el vehículo modificado es de 1,6 G ($15,69 \text{ m/s}^2$) mientras que el vehículo de producción no supera los 0,9 G ($8,82 \text{ m/s}^2$).



4.10.- PRESUPUESTO DETALLADO

Materiales	Coste(€)
Carrocería	42.400
Arco de seguridad	
Modificación de la carrocería	
Aletas ensanchadas	
Paragolpes	
Capó	
Alerón	
Motor	45.300
Motor	
Soportes del motor	
Colector de admisión	
Caja filtro de aire	
Sistema de escape	
Sistema de refrigeración	
Transmisión	42.500
Caja de cambios	
Timonería del cambio	
Palieres	
Diferencial trasero	
Árbol de transmisión central	
Suspensión	28.000
Subchasis delantero	
Subchasis trasero	
Juego de amortiguadores	
Copelas	
Juego de trapecios	
Manguetas	
Bujes con rodamientos	
Frenos	12.000
Juego de pinzas y discos	
Latiguillos	
Bombas de freno	
Freno de mano	
Electricidad	7.400
Cableado motor	
Cableado transmisión	
Sistema de adquisición de datos	
Acondicionamiento interior	12.400
Pedalier	



Baquets Sparco Corsa	
Arneses Sparco	
Salpicadero en Fibra de carbono	
Dashboard	
Soporte de rueda de repuesto y herramientas	
Total materiales	190.000
Mano de obra (60€/h)	6.000
Material + mano de obra	196.000
Certificados y costes administrativos	
Certificado de taller	350
Certificado laboratorio oficial acreditado	
Certificado fin de obra	
Informe ITV	51
Honorarios de proyecto, costes administrativos y de gestión	1.750
TOTAL	198.151

*Los precios incluyen el IVA.

Tabla 9: Presupuesto

R.B.[10]



5.- CONCLUSIONES

Después de la definición, análisis y obtención de resultados del presente proyecto se puede concluir que se han conseguido los objetivos marcados al inicio del proyecto. Para la consecución de dichos objetivos se han seguido en todo momento las directrices y exigencias marcadas en las normativas aplicables en cada caso así como un método de cálculo y posterior análisis correcto y coherente. En el presente apartado se resumen las diferencias mostradas a lo largo del presente documento entre los vehículos objeto del mismo.

En primer lugar con la sustitución del motor y su posterior preparación según la normativa de la categoría S2000, se obtiene un notable mejora de par que llega a una diferencia de 114 Nm con el motor de serie del vehículo en su punto más alto y de 105 Nm con respecto al motor del que deriva. Con este aumento de par motor y con el aumento en el límite de revoluciones máximas el motor modificado consigue superar al motor del que procede en 142 cv (104,7 kW) y al motor de origen del vehículo en 160 cv (117,6 kW). Con este aumento de par y potencia sumado a un desarrollo del cambio más corto y al paso a 4 ruedas tractoras en vez de la tracción delantera de origen se disminuyen los tiempos de aceleración como se muestra en la tabla 9 del apartado 4.10.1 del presente documento.

Las modificaciones en el sistema de suspensión van ligadas a las del sistema de transmisión, puesto que en el paso de tracción delantera a tracción en las 4 ruedas es necesario la adecuación de la suspensión a las nuevas características. Los muelles y amortiguadores se han aumentado en rigidez, que junto con el aumento de la anchura de vías a 1800mm en vez de los 1474mm y 1469mm delante y detrás respectivamente, propician un aumento de la aceleración máxima lateral que es capaz de soportar el vehículo, como queda demostrado en la simulación. La prueba de doble cambio de carril aumenta en 19,3 km/h pasando de los 60,9km/h del vehículo de producción a los 80,2 km/h del S2000, mientras que en la simulación de tramo de rallye la diferencia de velocidad media entre ambos vehículos es de 29,8 km/h.

También son destacables las modificaciones realizadas en el sistema de frenado puesto que con las modificaciones realizadas en el motor implica una necesidad mayor de frenada. Gracias a la instalación de pinzas de 4 pistones con discos de mayor tamaño en las 4 ruedas, pastillas con mayor coeficiente de fricción ($\mu=0,62$ en vez de $\mu=0,55$ de



las pastillas comerciales) y la supresión del servofreno montando una bomba de freno para el eje delantero y otra para el eje trasero las distancias y los tiempos de frenada se ven claramente reducidos. Las diferencias son de 0,74s y 16,6m menos para el vehículo modificado en la prueba desde 80 a 0 km/h l y de 1,49s y 66,6m menos en el 160 a 0 km/h. En este aspecto se consigue un aumento importante en seguridad activa puesto que el vehículo modificado emplea una distancia equivalente a 4,1 veces menos su longitud en el 80 a 0 km/h llegando esta distancia a 16,5 veces su longitud en el 160 a 0 km/h.

Por último la carrocería se ha visto modificada con 2 fines principales, el primero es adecuar ésta a los nuevos componentes instalados en la suspensión y transmisión. El segundo propósito es de aportar mayor rigidez a la misma para que en caso de impacto la integridad de los ocupantes no se vea afectada, y aprovechar esto para que sea también más rígida a torsión. Éste aumento de la rigidez torsional hace más eficaz el trabajo de las suspensiones, puesto que el control de éstas asegura el control de todos los movimientos que realizan los neumáticos. Todas las modificaciones que se realizan sobre la carrocería se ejecutan en el departamento de competición de Peugeot lo que asegura que la resistencia de carrocería no se ve afectada.

A la muestra de todo lo anteriormente expuesto, se puede decir que los objetivos marcados al principio del presente documento se han cumplido; el vehículo cumple con todas las normativas exigidas para la participación en el Campeonato de España de Rallyes, puesto que al llevar a cabo cada una de las modificaciones, se han tenido en cuenta los artículos 252, 253 y 254A de Código Deportivo Internacional que regulan los apartados técnicos que rigen el nombrado campeonato. Del mismo modo se han tenido en cuenta la normativa vigente aplicable en materia de reformas de importancia, Real Decreto 736/1988 modificado por CTE 3191/2002, en el Real Decreto 2822/198 por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos y en el Código de Circulación.

Del mismo modo en el apartado de simulación se muestra de manera objetiva las mejoras obtenidas en cuanto a prestaciones dinámicas del vehículo.



6.- DESARROLLOS FUTUROS

En el presente vehículo existen dos posibles caminos de mejora como son la potenciación del motor y la mejora de las suspensiones para un mejor comportamiento dinámico.

En el aspecto de la potenciación del motor el reglamento permite trabajar sobre los arboles de levas y la gestión electrónica de motor. En el primer caso sería necesario hacer un estudio del motor mediante programas de simulación de motores para intentar conseguir una ley de distribución que permita aumentar la potencia y par del motor o que la potencia disponible se más aprovechable para conseguir que la conducción del vehículo a altas velocidades sea más sencilla. La obtención de las nuevas leyes de distribución haría necesario la modificación de los mapas de gestión electrónica del motor para su optimización.

En el apartado dinámico el reglamento es más estricto y no permite ninguna modificación que no esté reflejada en la Ficha de homologación, de este modo, en dinámica se podrían estudiar si las modificaciones introducidas por PEUGEOT en su caso es conveniente aplicarlas al presente vehículo o no.



7.- Bibliografía

- [1] Manual de reformas de importancia. Ministerio de Ciencia y Tecnología
- [2]"Diseño en Ingeniería Mecánica" Autor: Joseph E. Shigley Editora: Mc Graw
- [3] Material didáctico de la asignatura "Diseño de máquinas" de la Universidad Carlos III de Madrid
- [4] Material didáctico del Máster en Tecnología del Automóvil de Competición, impartido en SUNRED

Páginas web consultadas:

- [5] <http://www.peugeot.com/en/history/a-century-of-competitions/rallies/the-205-world-rally-champion.aspx>, última visita 16-01-2011
- [6] <http://es.wikipedia.org/wiki/Peugeot>, última visita 16-01-2011
- [7] <http://eur-lex.europa.eu>, última visita 7-02-2011
- [8] <http://laimuz.unizar.es/legislacion.html>, última visita 7-02-2011
- [9] <http://www.roadhouse.es/manual/cap3.PDF>, última visita 22-04-2011
- [10] http://www.peugeotsport-racingshop.com/Catalogue/Pno002_01.aspx?nom=207, última visita 29-04-2011



8.- ANEXOS

Anexo I: Definiciones de la Federación Internacional de Automovilismo (FIA)

Anexo II: Artículo 253 del CDI: Equipamiento de Seguridad (Grupos N, A, B, SP)

Anexo III: Artículo 254A del CDI: Reglamento Específico para Vehículos Súper 2000 – Rallyes



ANEXO I: DEFINICIONES DE LA FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE AUTOMOVILISMO (FIA)

1.-VEHÍCULO TERRESTRE

Por vehículo terrestre se entiende un aparato de locomoción movido por sus propios medios, que se desplaza teniendo constantemente un apoyo real sobre la superficie terrestre, ya sea directamente a través de un medio mecánico portador, ya sea indirectamente, y cuya propulsión y dirección están controladas completa y constantemente por un conductor a bordo del vehículo.

2.- AUTOMÓVIL

Un automóvil es un vehículo terrestre, que rueda sobre -por lo menos- cuatro ruedas no alineadas, siempre en contacto con el suelo, de las cuáles por lo menos dos aseguran la dirección y por lo menos dos la propulsión. Agrupados según:

3.- CILINDRADA

Volumen engendrado en el o los cilindros del motor por el desplazamiento ascendente o descendente del o de los pistones. Este volumen se expresa en centímetros cúbicos.

4.- CLASE

Agrupación de vehículos determinada por su cilindrada-motor o por otros criterios de distinción.

5.-COMPETICIÓN

Una competición es una prueba en la cual toma parte un automóvil con objeto de competir o a la que se le da naturaleza de competición por la publicación de resultados.

Un campeonato nacional o internacional está considerado como una competición.

6.- RALLY DE PRIMERA CATEGORÍA

Prueba en carretera de velocidad media impuesta, que se desarrolla total o parcialmente en carreteras abiertas a la circulación normal. Un rallye está constituido ya sea por un itinerario único, el cual debe ser seguido por todos los vehículos, o bien por



varios itinerarios, que conducen a un mismo punto de concentración fijado de antemano, y seguido, o no, de un itinerario común.

El o los itinerarios pueden comprender una o varias pruebas especiales, es decir, pruebas organizadas en carreteras cerradas al tráfico normal y cuyo conjunto, como regla general, es determinante para el establecimiento de la clasificación general del rallye. El o los itinerarios que no sirvan para pruebas especiales se llaman “itinerarios de enlace”. En estos itinerarios de enlace la mayor velocidad no debe constituir nunca un factor para la clasificación.

Los rallyes de primera categoría deben inscribirse en el Calendario Deportivo Internacional en la sección “Pruebas de Regularidad”. Los rallyes de primera categoría pueden admitir pilotos “clasificados Gran Prix” por la FIA. Sin embargo, si un rallye comprende pruebas de clasificación en circuitos permanentes o semipermanentes, con un kilometraje superior al 10 por 100 del total del rallye, la participación de pilotos clasificados Gran Prix está sujeta a la inscripción de la prueba en el calendario de pruebas de velocidad como “prueba internacional libre”. Si los organizadores lo desean, se puede mantener la inscripción simultánea en el Calendario de Rallyes.

Las pruebas que utilicen parcialmente carreteras abiertas al tránsito normal, pero que comprendan pruebas de clasificación en circuitos permanentes o semipermanentes, con un kilometraje superior al 20 por 100 del total del rallye, no pueden inscribirse en la sección “pruebas de regularidad” del Calendario Deportivo Internacional y se deben considerar, para cualquier cuestión de procedimiento, como carreras de velocidad.

Vehículos autorizados en los rallyes internacionales de primera categoría:

La potencia de todos los vehículos estará limitada aproximadamente a 300 CV en todos los rallyes internacionales. La FIA adoptará en todo momento las disposiciones necesarias para hacer respetar esta limitación de potencia en cualquier circunstancia.

Podrán participar únicamente en los rallyes internacionales:

- Los vehículos turismos (Grupo A) salvo indicación contraria en su ficha de homologación que excluya ciertas evoluciones.
- Los vehículos de producción (Grupo N).



Salvo indicación contraria en la ficha de homologación excluyendo ciertas evoluciones, los vehículos de los grupos A y N están autorizados a participar en los rallyes internacionales que no sean del Campeonato de Mundo, durante un periodo suplementario de cuatro años subsiguiente a la expiración de su homologación, en las condiciones siguientes:

- Los documentos de homologación de la FIA se presentan a las verificaciones administrativas y técnicas, a pesar de estar caducados.
- Los vehículos están en conformidad con el reglamento técnico (Anexo J) en vigor en la fecha de fin de la homologación, y están en buenas condiciones de participación, a juicio de los comisarios técnicos.

El tamaño de las bridas de los turbos utilizados por estos vehículos, así como su peso mínimo, deberán ser aquellos que tengan validez en curso.

7.- VEHÍCULOS DE PRODUCCIÓN EN SERIE (CATEGORIA I)

Vehículos de los que se ha comprobado, a instancias del constructor, la fabricación en serie de un cierto número de ejemplares idénticos en un cierto período de tiempo, y que están destinados a la venta normal al público. Los vehículos deberán venderse de acuerdo con la ficha de homologación.

8.- VEHÍCULOS DE COMPETICIÓN (CATEGORÍA II)

Vehículos contruidos a la unidad y destinados exclusivamente a la competición.

9.- VEHÍCULOS IDENTICOS

Vehículos pertenecientes a una misma serie de fabricación y que tienen la misma carrocería (exterior e interior), los mismos componentes mecánicos y el mismo chasis (incluso aunque este chasis pudiera ser una parte integrante de la carrocería en una construcción monocasco).



10.- MODELO DE VEHÍCULO

Vehículo perteneciente a una serie de fabricación que se distingue por una concepción y una línea exterior de la carrocería determinadas, y por una misma ejecución mecánica del motor y de la transmisión a las ruedas.

11.- VENTA NORMAL

Significa la distribución de los vehículos a los clientes individuales a través del servicio comercial del constructor.

12.- HOMOLOGACIÓN

Es la certificación oficial hecha por la FIA de que un modelo de vehículo determinado está construido en serie suficiente para ser clasificado en Vehículos de Producción (Grupo N), Vehículos de Turismo (Grupo A), Vehículos de Gran Turismo (Grupo B), Vehículos Todo Terreno de Serie (Grupo T2), del presente reglamento.

La solicitud de homologación debe enviarse a la FIA por la ADN del país de construcción del vehículo y dará lugar al establecimiento de una ficha de homologación.

Deberá estar hecha de acuerdo con un reglamento especial llamado “Reglamento de Homologación”, establecido por la FIA.

Toda homologación de un modelo construido en serie caducará a los 7 años del cese definitivo de la fabricación en serie de dicho modelo (producción anual inferior al 10% del mínimo de producción del grupo considerado).

La homologación de un modelo solo puede ser válida en un grupo, Vehículos de Producción (Grupo N)/ Vehículos de Turismo (Grupo A)/ Vehículos Todo Terreno en Serie (Grupo T2) o Vehículos de Gran Turismo (Grupo B). El paso a Grupo Vehículos de Producción (Grupo N)/ Vehículos de Turismo (Grupo A)/Vehículos Todo Terreno de serie (Grupo T2), de un modelo ya homologado en Vehículos de Gran Turismo (Grupo B), anula la primera homologación.

13.- FICHAS DE HOMOLOGACIÓN

Todo modelo de vehículo homologado por la FIA será objeto de una ficha descriptiva llamada ficha de homologación en la que estarán todas las características que permitan identificar a dicho modelo.



Esta ficha define la serie tal y como la indica el fabricante. Según el grupo en el que el participante compita, los límites de las modificaciones autorizadas en competiciones internacionales con relación a esta serie, están indicadas en el Anexo J.

La presentación de las fichas en las verificaciones y/o antes de la salida podrá ser exigida por los organizadores que están en el derecho de rehusar la participación del concursante en caso de no presentación.

La ficha de homologación debe estar obligatoriamente impresa:

- En papel estampado o con marca de agua de la FIA
- O en papel estampado o con marca de agua de una ADN únicamente en el caso en el que el constructor sea de la misma nacionalidad.

Asimismo, en caso de utilización de un vehículo de Grupo A equipado de una variante kit (ver a continuación) que afecte al chasis/carrocería, debe presentarse un certificado original, suministrado por el centro de montaje aprobado por el constructor.

Si la fecha de entrada en vigor de una ficha de homologación se sitúa durante una prueba, esta ficha será válida para esta prueba durante toda su duración.

En lo que se refiere a Vehículos de Producción (Grupo N), además de la ficha específica para este grupo, debe presentarse igualmente la ficha de Vehículos de Turismo (Grupo A).

En el caso de que durante la comparación de un modelo de vehículo con su ficha de homologación apareciera cualquier duda, los comisarios técnicos deberán recurrir al manual de entretenimiento editado para el uso de los concesionarios de la marca, o bien, al catálogo general en el que aparece el listado de piezas de recambio. En el caso de que esta documentación no fuera suficientemente precisa, será posible efectuar verificaciones directas por comparación con una pieza idéntica, disponible en un concesionario.

Es deber del concursante proveerse de la ficha de homologación de su vehículo en su ADN.

Descripción: Una ficha se compone de lo siguiente:

- 1) Una ficha base describiendo el modelo base.



2) En los casos que corresponda, un cierto número de hojas suplementarias describiendo las extensiones de homologación, que pueden ser “variantes”, “erratas” o “evoluciones”.

a - Variantes (VF, VP, VO, VK) Son variantes de suministro (VF) (dos fabricantes diferentes suministran al constructor una misma pieza, y el cliente no tiene la posibilidad de elegir), o variantes de producción (VP) (entregadas bajo pedido y disponibles en los concesionarios), o variantes opciones (VO) (entregadas bajo pedido específico) o “kits” (VK) (suministradas bajo pedido específico).

b - Erratas (ER) Sustituyen y cancelan una información errónea incluida anteriormente en una ficha por el fabricante.

c - Evoluciones (ET, ES) Caracterizan a las modificaciones aportadas de forma definitiva al modelo base (abandono total de la fabricación del modelo en su forma original), para la evolución de tipo (ET), o una evolución deportiva (ES) destinada a hacer más competitivo un modelo.

Utilización:

-Variantes (VF, VP, VO, VK)

El concursante podrá utilizar a su conveniencia cualquier variante o parte de una variante, a condición de que todos los datos técnicos del vehículo así concebido estén conformes con los que se describen en la ficha de homologación aplicable al vehículo, o expresamente autorizados en el Anexo J.

La combinación de varias VO sobre los elementos siguientes está prohibida: turbocompresor, frenos y caja de cambios.

Por ejemplo el montaje de una pinza de freno definida en una ficha variante, solo es posible si las dimensiones de las pastillas, etc., así obtenidas están indicadas en una ficha aplicable al vehículo de que se trate (para Vehículos de Producción (Grupo N).

En lo referente a las variante-kit, no podrán utilizarse nada más que en las condiciones que indique el constructor en la ficha de homologación.



Esto afecta particularmente a los grupos de piezas que deben considerarse obligatoriamente como un conjunto por el concursante, y a las especificaciones que eventualmente deben respetarse.

-Evolución de tipo (ET)

El vehículo debe corresponder a un estado de evolución determinado (independientemente de su fecha real de salida de la fábrica), y por consiguiente una evolución ha de ser aplicada íntegramente o no serlo en absoluto.

Además, a partir del momento en que el concursante haya elegido una evolución concreta, todas las anteriores han de ser igualmente aplicadas, salvo si existe incompatibilidad entre ellas.

Por ejemplo, si dos evoluciones en los frenos se han precedido sucesivamente, se utilizará solamente la que corresponda por la fecha al estado de evolución del vehículo.

-Evolución deportiva (ES)

La ficha ES se refiere a una extensión prevista o a la ficha base, el vehículo debe ser conforme a un estado de evolución correspondiente a dicha referencia además, la evolución deportiva debe aplicarse íntegramente.

14.- CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS DESTINADOS A RALLY

Los vehículos utilizados en competición se dividirán, según la FIA, en las siguientes categorías y grupos:

Categoría I:

- Grupo N: Vehículos de Producción
- Grupo R: Vehículos de turismo o de gran producción de serie
- Grupo A: Vehículos de Turismo
- Grupo B: Vehículos de Gran Turismo
- Grupo SP: Vehículos de Superproducción
- Grupo T2: Vehículos Todo Terreno de serie



Categoría II:

- Grupo T1: Vehículos Todo Terreno modificados
- Grupo T1-2: Vehículos Todo Terreno mejorados
- Grupo GT3: Vehículos Gran Turismo “Cup”
- Grupo GT2: Vehículos de Gran Turismo de serie
- Grupo GT1: Vehículos de Gran Turismo
- Grupo CN: Vehículos de Sport de producción
- Grupo D: Vehículos de Competición de Fórmula Internacional
- Grupo E: Vehículos de Competición de Fórmula Libre

Categoría III:

- Grupo F: Camiones de Competición.
- Grupo T4: Camiones Todo Terreno.

Los vehículos se dividirán en las siguientes clases en función de su cilindrada:

1. Hasta 500 cm³
2. Más de 500 cm³ a 600 cm³
3. Más de 600 cm³ a 700 cm³
4. Más de 700 cm³ a 850 cm³
5. Más de 850 cm³ a 1000 cm³
6. Más de 1000 cm³ a 1150 cm³
7. Más de 1150 cm³ a 1400 cm³
8. Más de 1400 cm³ a 1600 cm³
9. Más de 1600 cm³ a 2000 cm³
10. Más de 2000 cm³ a 2500 cm³
11. Más de 2500 cm³ a 3000 cm³
12. Más de 3000 cm³ a 3500 cm³
13. Más de 3500 cm³ a 4000 cm³



14. Más de 4000 cm³ a 4500 cm³
15. Más de 4500 cm³ a 5000 cm³
16. Más de 5000 cm³ a 5.500 cm³
17. Más de 5.500 cm³ a 6000 cm³
18. Más de 6000 cm³

Salvo disposiciones contrarias, eventualmente impuestas por la FIA para una categoría de pruebas determinada, los organizadores no están obligados a incluir todas las clases arriba mencionadas en los Reglamentos Particulares y, además, son libres de agrupar dos o más clases consecutivas, de acuerdo con las circunstancias particulares de sus pruebas. Ninguna clase podrá ser subdividida.

En nuestro caso el vehículo va a ser preparado para competir en el Campeonato Nacional de Asfalto por lo que a continuación se muestra la clasificación por la que se rige dicho campeonato dividiendo los vehículos en agrupaciones y dentro de estas en categorías:

Agrupación **I**: S-2000, GT y Grupo N+

Agrupación **II**: Grupo A, Grupo N, S-1600, R2, R3Y, R3T y Clásicos

Agrupación **III**: GT-Producción, Grupo N-Producción, Diesel (Grupos N y R3D) y R1.

Siendo admitidos a participar y puntuar los siguientes vehículos:

-Vehículos de Grupo N

Dentro del Grupo N, se incluyen los siguientes tipos de vehículos:

Grupo N: Definidos en el Art. 254 del Anexo J del CDI.

Grupo N+: Definidos en el Art. 254 del Anexo J del CDI y en la normativa técnica de la R.F.E. de A.

Vehículos Súper 2000 Rallye: Definidos en el Art. 254 A del Anexo J del CDI y en la normativa técnica de la R.F.E. de A.



Vehículos de Producción: Definidos en el Art. 254 del Anexo J del CDI, con las restricciones de la normativa técnica de la R.F.E. de A.

Diesel: Definidos en el Art. 254 del Anexo J del CDI y con un límite de cilindrada nominal de 2000 cm³.

-Vehículos de Grupo A

Dentro del Grupo A, se incluyen los siguientes tipos de vehículos:

Vehículos de Gr. A: Definidos en el Art. 255 del Anexo J del CDI y con un límite de cilindrada de 1600 cm³.

Vehículos Súper 1600: Definidos en el Art. 255 del Anexo J del CDI y en la normativa técnica de la R.F.E. de A.. Únicos vehículos admitidos VK FIA.

-Vehículos R

Dentro del Grupo R, se incluyen los siguientes tipos de vehículos:

Vehículos R1, R2 y R3: Definidos en el Art. 260 del Anexo J del CDI.

Vehículos R3T y R3D: Definidos en el Art. 260 D del Anexo J del CDI.

-Vehículos de Gran Turismo

Definidos en el Reglamento Técnico GT de la R.F.E. de A. sin límite de cilindrada.

-Vehículos de Gran Turismo de Producción

Definidos en el Reglamento Técnico GT Producción de la R.F.E. de A. con un límite de cilindrada de 3600 cc.

-Vehículos Históricos

Definidos en el Reglamento Específico de la Copa de España de Rallyes de Asfalto de Vehículos Históricos.

-Copas de promoción

La R.F.E. de A. podrá autorizar —a su exclusivo criterio— la participación de vehículos de una Copa Monomarca que no cumpliera lo establecido anteriormente para los vehículos de Grupo A.



Asimismo, serán autorizados a participar los vehículos de Grupo A provenientes de Copas de Promoción aprobadas por la R.F.E. de A. desde el año 2003, que hayan participado en el Campeonato de España de Rallyes de Asfalto desde el citado año.

-Vehículos de los Grupos A y N. Prórroga de homologación.

Se autoriza la participación de vehículos de los Grupos A y N durante un periodo suplementario de 8 años subsiguientes a la expiración de su homologación en las condiciones del artículo 21 del CDI y siempre que no sobrepasen la cilindrada máxima autorizada para cada categoría de vehículos.

-Vehículos admitidos en Certámenes Autonómicos

En las pruebas del Campeonato de España de Rallyes de Asfalto serán admitidos a participar de forma totalmente independiente los vehículos admitidos en el Campeonato Autonómico donde se celebre la prueba y que no estén incluidos en los artículos anteriores, siempre que cumplan —en su totalidad— los siguientes apartados:

- a)** Todos los integrantes del equipo deben estar en posesión de licencia expedida por la R.F.E. de A. Para el año en curso y válida para la especialidad.
- b)** Estos vehículos tomarán la salida después de los del Campeonato de España y estarán numerados del 201 en adelante.
- c)** Los equipamientos de seguridad del vehículo y de los miembros del equipo, deberán estar de acuerdo con lo establecido en el Código Deportivo Internacional vigente, o en las Prescripciones Comunes de los Campeonatos, Copas, Trofeos y Challenges de España.
- d)** Estos vehículos deberán estar de acuerdo con la reglamentación técnica aplicable en su Certamen.
- e)** Los vehículos con las especificaciones admitidas en el Campeonato de España serán incluidos obligatoriamente en este (además de participar y puntuar en el Certamen Autonómico).



ANEXO II: ARTICULO 253 DEL CDI: EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD (Grupos N, A, B, SP)

ARTÍCULO 1:

Los Comisarios Deportivos podrán excluir a un vehículo cuya construcción parezca presentar peligro.

ARTÍCULO 2:

Si un dispositivo fuera opcional, deberá estar montado conforme a los reglamentos.

ARTÍCULO 3: CANALIZACIONES Y BOMBAS

3.1 Protección

Las conducciones de combustible, aceite y frenos deben estar protegidas externamente contra cualquier riesgo de deterioro (piedras, corrosión, roturas mecánicas, etc.), e internamente contra todo riesgo de incendio y de deterioro. Aplicación: Opcional para Grupo N, si se conserva la instalación de origen.

Obligatorio para todos los grupos, si no se mantiene la instalación de serie, o si las canalizaciones pasan por el interior del coche y han sido retirados los materiales que las protegen.

En el caso de canalizaciones de combustible, las partes metálicas que están aisladas de la carrocería, por piezas o elementos no conductores, deben conectarse eléctricamente a ella.

3.2 Especificaciones e instalación

Aplicación obligatoria si la instalación de serie no se conserva. Las canalizaciones de agua de refrigeración o de aceite de lubricación deben ser exteriores al habitáculo.

Las instalaciones de las canalizaciones de carburante, de aceite de lubricación y las que contengan fluido hidráulico a presión deben ser construidas de acuerdo a las siguientes especificaciones:



- si son flexibles, estas conexiones deben tener racores roscados, engastados o autoobturantes y un trenzado exterior resistente a la abrasión y al fuego (que no mantenga la combustión);

- deberán soportar una presión mínima medida a una temperatura de trabajo mínima de:

- Canalizaciones de combustible (salvo las conexiones a los inyectores y el radiador de refrigeración en el circuito de retorno al depósito):

70 bar (1000 psi) 135°C (250°F).

- Canalizaciones de aceite lubricante:

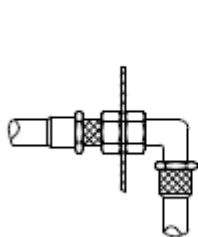
70 bar (1000 psi) 232°C (232,22°C).

- Canalizaciones conteniendo fluido hidráulico bajo presión:

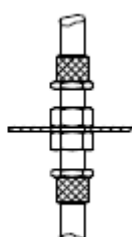
280 bar (4000 psi) 232°C (232,22°C).

Si la presión de funcionamiento del sistema hidráulico es superior a 140 bar (2000 psi), la presión que debe soportar deberá ser al menos el doble de la presión de funcionamiento.

Las canalizaciones de combustible y de fluido hidráulico podrán pasar por el habitáculo pero sin presentar racores o conexiones menos cuando las paredes delantera y trasera se hayan realizado según los dibujos 253-59 y 253-60 y excepto sobre el circuito de frenos y el circuito de líquido de embrague.



253-59



253-60

3.3 Corte de combustible automático

Recomendado para todos los Grupos:

Todas las conducciones de combustible que alimentan al motor deben estar provistas con válvulas de corte automático situadas directamente en el depósito de



combustible que cierren automáticamente todas las canalizaciones de combustible presurizadas si una de esas conducciones se rompe o tiene fugas.

Obligatorio:

Todas las bombas de combustible deben funcionar solamente cuando el motor está en marcha, excepto durante el proceso de arranque.

3.4 Ventilación del depósito de combustible

El conducto de ventilación del depósito de combustible así como las válvulas descritas más abajo deben tener las mismas especificaciones que las conducciones de gasolina (artículo 3.2) y deben estar equipadas con un sistema que cumpla con las siguientes especificaciones:

- Válvula antivuelco activada por la Gravedad
- Válvula de ventilación de flotador
- Válvula de sobrepresión tarada a una presión máxima de 200 mbar, que funcione cuando la válvula de ventilación de flotador esté cerrada.

ARTÍCULO 4: SEGURIDAD DE FRENADO

Doble circuito accionado por el mismo pedal: La acción del pedal se ejercerá, normalmente, sobre todas las ruedas; en caso de fuga en cualquier punto de las conducciones del sistema de frenos o de cualquier fallo en el sistema de transmisión de los frenos, el pedal debe controlar, al menos 2 ruedas.

Aplicación: Si se mantiene el sistema de serie, no son necesarias modificaciones.

ARTÍCULO 5: FIJACIONES SUPLEMENTARIAS

Al menos se instalarán dos fijaciones suplementarias para cada uno de los capós. Los mecanismos de cierre originales deberán dejarse inoperantes o desmontarse.

Aplicación: Opcional para Grupo N, obligatorio para los otros grupos.

Los objetos grandes llevados a bordo del vehículo (como la rueda de repuesto, caja de herramientas, etc.), deben estar firmemente sujetos.

ARTÍCULO 6: CINTURONES DE SEGURIDAD

6.1 Arneses

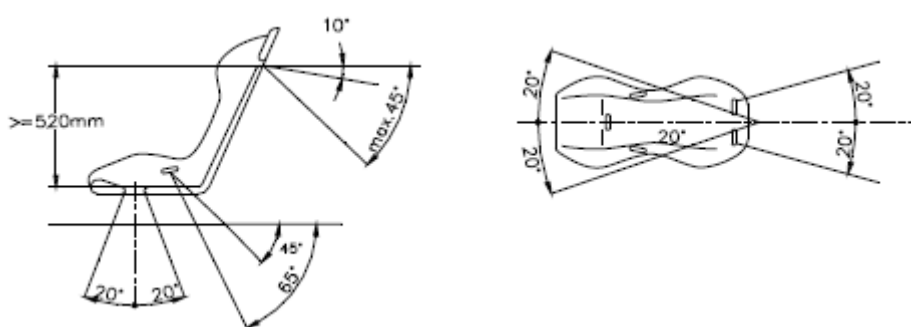
Utilización de dos bandas para los hombros y una banda abdominal; puntos de anclaje a la carrocería: dos para la banda abdominal, dos para las bandas de los hombros. Estos arneses deben estar homologados por la FIA y cumplir con las Normas FIA n° 8854/98 o 8853/98.

Además, los arneses utilizados en pruebas de circuito deben estar equipados de un sistema de apertura por hebilla giratoria. Para rallyes, deben llevarse a bordo dos cutters en todo momento. Deben ser fácilmente accesibles para el piloto y el copiloto estando sentados con los arneses abrochados. Por el contrario, se recomienda que para pruebas que incluyan recorridos sobre carretera abierta el sistema de apertura sea de pulsador.

Las ADN podrán homologar puntos de anclaje a la estructura de seguridad cuando esta estructura se esté homologando, a condición de que estos sean probados.

6.2 Instalación

Está prohibido anclar los arneses a los asientos o sus soportes. Un arnés de seguridad puede instalarse sobre los puntos de anclaje del vehículo de serie. Las ubicaciones geométricas recomendadas para los puntos de anclaje se muestran en el dibujo n° 253-61.



253-61

Las bandas de los hombros deben estar dirigidas hacia atrás y hacia abajo y deben instalarse de tal forma que no formen un ángulo mayor de 45° con la horizontal, a partir del borde superior del respaldo, aunque se recomienda que este ángulo no supere los 10°.



Los ángulos máximos con relación al eje del asiento son 20° divergentes o convergentes. Si es posible, deberá utilizarse el punto de anclaje originalmente previsto por el constructor sobre el montante C.

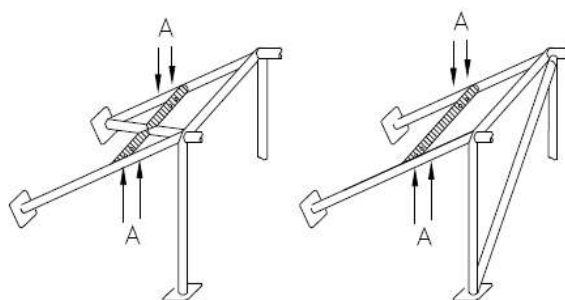
Los puntos de anclaje que impliquen un ángulo con la horizontal más elevado no deberán usarse. En este caso, las bandas de los hombros de los arneses de 4 puntos podrán instalarse en los puntos de anclaje de las bandas abdominales de los asientos traseros instalados de origen por el constructor del vehículo.

Para un arnés de 4 puntos, las bandas de los hombros deben instalarse de forma que se crucen simétricamente con relación al eje del asiento delantero.

Las bandas abdominales y pélvicas no deben pasar sobre los lados del asiento ni a través del mismo, con el fin de envolver y sujetar la región pélvica sobre la mayor área posible.

Las bandas abdominales deben ajustarse estrechamente en la unión de la cresta pélvica y la parte superior del muslo. Bajo ningún concepto deben utilizarse sobre la zona abdominal. Se debe evitar que las bandas se dañen al rozarse por el uso contra aristas vivas.

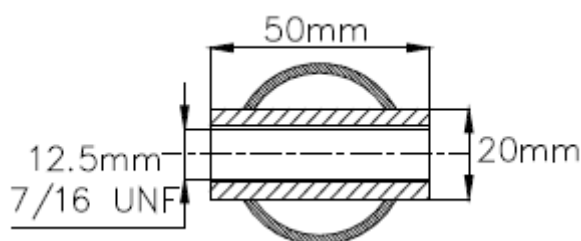
- Si la instalación en los puntos de anclaje de serie fuese imposible para las bandas de los hombros y pélvicas, deben instalarse nuevos puntos de anclaje en la carrocería o el chasis, lo más cerca posible del eje de las ruedas traseras para las bandas de los hombros. Las bandas de los hombros pueden fijarse, igualmente, a la estructura de seguridad o a una barra de refuerzo por medio de un lazo, o bien, fijarse a los anclajes superiores de los cinturones traseros, o apoyarse o fijarse en un refuerzo transversal soldado a los tirantes longitudinales de la estructura (ver dibujo 253-66, A: agujeros de fijación del arnes).



253-66

En este caso, el uso de un refuerzo transversal está sujeto a las siguientes condiciones:

- El refuerzo transversal será un tubo de, al menos, 38 mm x 2,5 mm o 40 mm x 2 mm de acero al carbono estirado en frío sin soldadura, con una resistencia mínima a la tracción de 350 N/mm².
- La altura de este refuerzo será tal que las bandas de los hombros, hacia atrás, están dirigidas hacia abajo con un ángulo de entre 10° y 45° con la horizontal desde el borde del respaldo, se recomienda un ángulo de 10°.
- Se autoriza a fijar las bandas por medio de un lazo o por tornillos, pero en este último caso debe soldarse una pieza por cada punto de anclaje (ver dibujo 253-67 para las dimensiones).

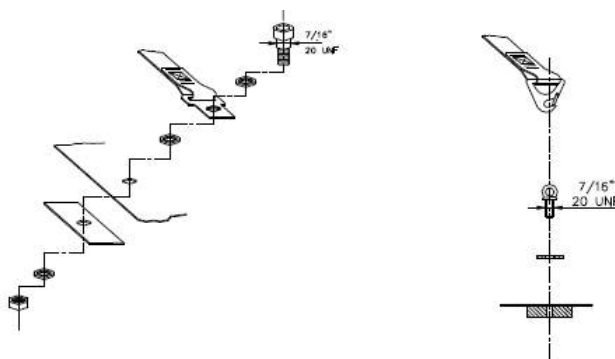


253-67

Estas piezas se situarán en la barra de refuerzo y las bandas estarán fijadas a ellos por medio de tornillos M12 8.8 o 7/16 UNF.

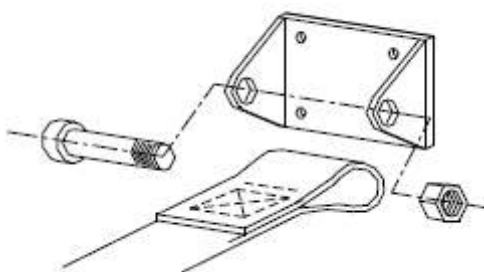
- Cada punto de anclaje deberá resistir una carga de 1.470 daN, o 720 daN para las bandas pélvicas. En el caso de un punto de anclaje para dos bandas (prohibido para las bandas de los hombros), la carga considerada será igual a la suma de las dos cargas requeridas.
- Para cada nuevo punto de fijación creado, se utilizará una placa de refuerzo en acero con una superficie de, al menos, 40 cm² y un espesor de, al menos, 3 mm.
- Principios de fijación sobre el chasis/monocasco:

1) Sistema de fijación general: ver dibujo 253-62.



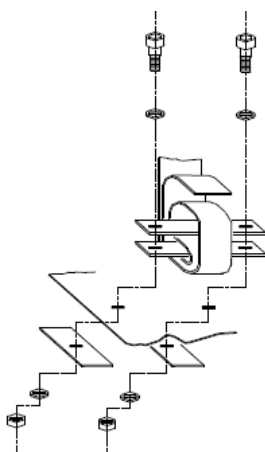
253-62

2) Sistema de fijación para las bandas de los hombros: ver dibujo 253-63.



253-63

3) Sistema de fijación para las bandas pélvicas: ver dibujo 253-64.



253-64



6.3 Utilización

Un arnés debe usarse en su configuración de homologación sin ninguna modificación o eliminación de piezas, y en conformidad con las instrucciones del fabricante. La eficacia y duración de los cinturones de seguridad está directamente relacionada con la forma en la que se instalan, usan y mantienen.

Los cinturones deben reemplazarse después de un accidente serio, si se encuentran cortados, deshilachados o debilitados debido a la acción de la luz del Sol o de productos químicos.

También deben cambiarse si las piezas de metal o las hebillas están deformadas, dobladas o corroídas. Todo arnés que no funcione correctamente debe sustituirse.

ARTÍCULO 7: EXTINTORES - SISTEMAS DE EXTINCIÓN

El uso de los siguientes productos estará prohibido: BCF, NAF.

7.1

En rallyes:

Aplicación de los artículos 7.2 y 7.3.

En pruebas de circuito, slalom y montaña:

Aplicación de los artículos 7.2 ó 7.3.

7.2 Sistemas instalados

7.2.1) Todos los vehículos deben estar equipados con un sistema de extinción que figure en la lista técnica nº 16: "Sistemas de extinción homologados por la FIA".

7.2.2) Todos los extintores deberán protegerse adecuadamente y estar situados en el habitáculo. En todos los casos, sus fijaciones serán capaces de soportar una deceleración de 25 g. Todo el equipo de extinción debe ser resistente al fuego. Las conducciones de plástico están prohibidas y las conducciones de metal son obligatorias.

7.2.3) El piloto debe ser capaz de accionar todos los extintores manualmente cuando esté sentado normalmente con sus cinturones puestos y el volante en su sitio. Además, debe combinarse un interruptor de accionamiento externo con un cortacorrientes, o situarse cerca de él. Debe estar identificado con una letra "E" en rojo dentro de un círculo blanco con el borde rojo, de un diámetro mínimo de 10 cm.



Para vehículos WRC, el accionamiento de interruptor de un extintor exterior o interior debe traer consigo el corte de suministro eléctrico de la batería y el motor.

7.2.4) El sistema debe funcionar en todas las posiciones.

7.2.5) Las toberas de extinción deben ser las adecuadas al agente extintor e instalarse de tal manera que no apunten directamente a la cabeza de los ocupantes.

7.3 Extintores manuales

7.3.1) Todos los coches deben estar equipados con uno o dos extintores.

7.3.2) Agentes extintores permitidos: AFFF, FX G-TEC, Viro 3, polvo o cualquier otro agente extintor homologado por la FIA.

7.3.3) Cantidad mínima de agente extintor:

AFFF: 2,4 litros

FX G-TEC: 2,0 kg

Viro 3: 2,0 kg

Zero 360: 2,0 kg

Polvo: 2,0 kg

7.3.4) Todos los extintores deben estar presurizados en función de su contenido como sigue:

AFFF: de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

FX G-TEC y Viro3: de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Zero 360: de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Polvo: 8 bar mínimo y 13,5 bar máximo.

Además, en el caso de los AFFF, los extintores deberán estar equipados con un sistema que permita la verificación de la presión del contenido.

7.3.5) La información siguiente deberá figurar visiblemente en cada extintor:

- Capacidad
- Tipo de agente extintor
- Peso o volumen del agente extintor



- Fecha en la que debe revisarse el extintor, que no debe ser más de dos años después de la fecha de llenado o última revisión, o bien la fecha límite de validez correspondiente.

7.3.6) Todos los extintores deben estar protegidos adecuadamente. Sus fijaciones deben ser capaces de soportar deceleraciones de 25 g.

Además, solo se aceptarán (dos como mínimo) las fijaciones metálicas de desprendimiento rápido con abrazaderas metálicas.

7.3.7) Los extintores deben ser fácilmente accesibles al piloto y copiloto.

ARTÍCULO 8: ESTRUCTURA DE SEGURIDAD

8.1 Generalidades:

La instalación de una estructura de seguridad es obligatoria. Debe estar:

- a) Fabricada de acuerdo a los requerimientos de los artículos siguientes;
- b) Homologada o certificada por una ADN de acuerdo a los reglamentos de homologación para estructuras de seguridad; Se debe presentar a los Comisarios Técnicos de la prueba una copia original del documento o certificado de homologación aprobado por la ADN y firmado por técnicos cualificados que representen al fabricante.

Toda nueva estructura de seguridad homologada por una ADN y vendida a partir del 01/01/2003, deberá estar identificada, de forma individual, por una placa de identificación colocada por el constructor que no pueda copiarse ni retirarse (es decir, soldada, troquelada o un adhesivo auto destructible). La placa de identificación debe portar el nombre del constructor, el número de homologación de la ADN y el número de serie único del fabricante.

Deberá llevarse a bordo un certificado mostrando los mismos números identificativos y presentarse a los comisarios técnicos de la prueba.

- c) Homologada por la FIA de acuerdo a los reglamentos de homologación para estructuras de seguridad. Esta estructura de seguridad debe ser objeto de una extensión (VO) de la ficha de homologación del vehículo homologado por la FIA.

La identificación del fabricante y un número de serie debe ser claramente visible en todas las estructuras homologadas y vendidas desde el 1 de enero de 1997.



La ficha de homologación de la estructura debe especificar cómo y dónde se indica esta información, y los compradores deben recibir un certificado numerado correspondiente a la misma. Para los siguientes vehículos, la estructura de seguridad debe estar homologada por FIA:

Variante Kit Súper 1600, Variante Kit Súper 2000, Variante Kit Súper 2000 Rallye, Variante World Rallye Car.

Toda modificación de una estructura de seguridad homologada o certificada está prohibida. Será considerado como modificación cualquier proceso sobre la estructura por medio de mecanizado o soldadura que implique una modificación permanente del material o de la estructura de seguridad.

Cualquier reparación de una estructura de seguridad dañada tras un accidente debe llevarse a cabo por el fabricante de la estructura o con su aprobación.

Los tubos de las estructuras de seguridad no deben transportar fluidos ni ninguna otra cosa.

Las estructuras de seguridad no deben dificultar la entrada o salida del piloto y copiloto.

Los elementos de la estructura podrán ocupar el espacio de los ocupantes atravesando el salpicadero y los revestimientos delanteros, así como el asiento y revestimientos traseros.

Los asientos traseros pueden plegarse.

8.2 Definiciones:

8.2.1 Estructura de seguridad:

Estructura multitubular instalada en el habitáculo cerca de la carrocería, concebida con el fin de evitar una deformación importante de la carrocería (chasis) en caso de accidente.

8.2.2 Arco de seguridad:

Estructura tubular formando un arco con dos bases de anclaje.

8.2.3 Arco principal (dibujo 253-1):



Estructura prácticamente vertical constituida por un arco tubular de una sola pieza (inclinación máxima $\pm 10^\circ$ con respecto a la vertical) situado en un plano transversal al vehículo, e inmediatamente detrás de los asientos delanteros.

8.2.4 Arco delantero (dibujo 253-1):

Similar al arco principal pero su forma sigue los montantes y el borde superior del parabrisas

8.2.5 Arco lateral (dibujo 253-2):

Estructura casi longitudinal y prácticamente vertical constituida por un arco tubular de una sola pieza, situado a lo largo de la parte derecha o izquierda del vehículo, siguiendo el pilar delantero del mismo el montante del parabrisas, y los montantes traseros siendo casi verticales y estando justo detrás de los asientos delanteros.

8.2.6 Semiarco lateral (dibujo 253-3):

Idéntico al arco lateral pero sin el pilar trasero.

8.2.7 Tirante longitudinal:

Tubo casi longitudinal uniendo las partes superiores del arco principal y delantero.

8.2.8 Tirante transversal:

Tubo semi-transversal que une los miembros superiores de los arcos o semiarcos laterales.

8.2.9 Tirante diagonal:

Tubo transversal que une uno de los ángulos superiores del arco principal o uno de los extremos del miembro transversal en el caso de un arco lateral, y el pie de anclaje opuesto inferior del arco o el extremo superior de un tirante trasero con el punto de anclaje inferior del otro tirante trasero.

8.2.10 Tirantes desmontables:

Miembros estructurales de una estructura de seguridad que se pueden desmontar.

8.2.11 Refuerzo de la estructura:



Miembro añadido a la estructura de seguridad para mejorar su resistencia.

8.2.12 Pie de anclaje:

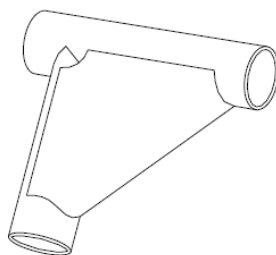
Placa soldada al final de un tubo de la estructura para permitir su atornillado y/o soldadura sobre la carrocería/chasis, generalmente sobre una placa de refuerzo.

8.2.13 Placa de refuerzo:

Placa metálica fijada a la carrocería/chasis bajo el pie de anclaje de un arco para repartir mejor la carga sobre la carrocería/chasis.

8.2.14 Cartela:

Refuerzo para un ángulo o unión hecho de chapa doblada en forma de U (dibujo 253-34) de espesor no inferior a 1,0 mm. Los extremos de dichos refuerzos deben estar situados a una distancia del punto superior del ángulo de 2 a 4 veces el diámetro del tubo mayor de los unidos.



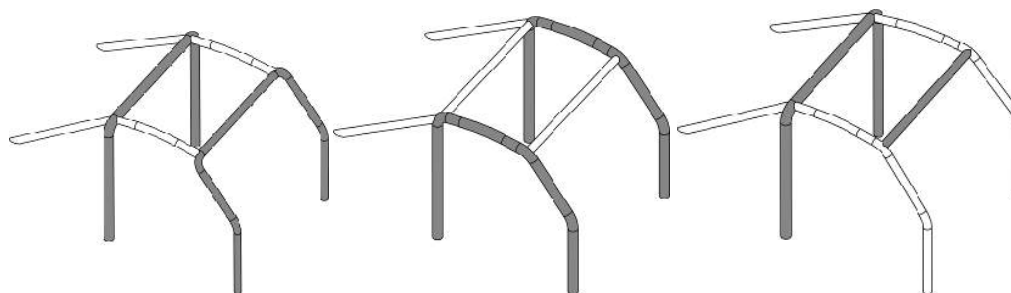
253-34

8.3 Especificaciones

8.3.1 Estructura básica

La estructura básica debe estar realizada de acuerdo a uno de los diseños siguientes:

- 1 arco principal + 1 arco delantero + 2 miembros longitudinales + 2 tirantes traseros + 6 pies de anclaje (dibujo 253-1)
- o 2 arcos laterales + 2 miembros transversales + 2 tirantes traseros + 6 pies de anclaje (ver dibujo 253-2)
- o 1 arco principal + 2 semiarcos laterales + 1 miembro transversal + 2 tirantes traseros + 6 pies de anclaje (ver dibujo 253-3).



253-1

253-2

253-3

La parte vertical del arco principal debe ser tan recta como sea posible y estar lo más próxima al contorno interior de la carrocería, y tener una sola curvatura en su parte vertical inferior. El montante delantero de un arco delantero o de un arco lateral debe seguir los montantes del parabrisas lo más cerca posible y tener una sola curvatura en su parte vertical inferior. De cara a fabricar la estructura de seguridad, las conexiones de los miembros transversales de los arcos laterales, las conexiones de los miembros longitudinales al arco principal y delantero, así como la conexión de un semiarco lateral al arco principal, deben estar situadas al nivel del techo.

En cualquier caso, no debe haber más de 4 uniones desmontables a nivel del techo.

Los tirantes longitudinales traseros deben anclarse cerca del techo y cerca de los ángulos superiores exteriores del arco principal a ambos lados del vehículo, permitiéndose por medio de conexiones desmontables.

Deberán formar un ángulo mínimo de 30° con la vertical y estar dirigidos hacia atrás., serán rectos y tan cercanos como sea posible a los paneles interiores laterales de la carrocería.



8.3.3 Especificaciones del material

Sólo se autorizan tubos de sección circular. Especificaciones de los tubos utilizados:

Material	Resistencia mínima a la tracción	Dimensiones mínimas (mm)	Utilización
Acero al carbono no aleado (ver a continuación) conformado en frío conteniendo un máximo del 0,3% de carbono.	350 N/mm ²	45 x 2,5 (1.75"x0.095") o 50 x 2,0 (2.0"x0.083")	Arco principal o arcos laterales, según la construcción
		38 x 2,5 (1,5"x0.095") o 40 x 2,0 (1,6"x0.083")	Semiarcos laterales y otras partes de la estructura de seguridad (a menos que se especifique otra cosa en los artículos anteriores)

Nota: Para un acero no aleado, el contenido máximo de aditivos es de 1,7% para manganeso y de 0,6% para otros elementos. Al seleccionar el acero, debe prestarse atención a la obtención de buenas propiedades de elongación y adecuadas características de soldabilidad. El curvado del tubo debe hacerse en frío con un radio de curvatura (medido en el eje del tubo) de, al menos, 3 veces el diámetro.

Si el tubo se ovaliza durante esta operación la relación entre el diámetro menor y mayor no será inferior a 0,9. La superficie al nivel de los ángulos debe ser uniforme sin ondulaciones ni fisuras.

8.3.4 Indicaciones para la soldadura:

Deberán cubrir todo el perímetro del tubo. Todas las soldaduras deben ser de la mejor calidad posible y de una penetración total (preferentemente usando soldadura al arco en atmósfera de gas inerte).

Aunque una buena apariencia exterior no garantiza necesariamente la calidad de la soldadura, una soldadura de mala apariencia no será nunca señal de un buen trabajo.



En el caso de utilizar acero tratado térmicamente deben seguirse las instrucciones del fabricante (electrodos especiales, soldadura en atmósfera inerte).

8.3.5 Revestimiento protector:

En los lugares donde los cuerpos de los ocupantes puedan entrar en contacto con la estructura de seguridad debe instalarse un revestimiento protector no inflamable.

En aquellos puntos en los que los cascos de los ocupantes pudieran entrar en contacto con la estructura de seguridad, el revestimiento debe cumplir con la Norma FIA 8857-2001, tipo A (ver la Lista Técnica nº 23 "Revestimiento de Arco de Seguridad Homologado por la FIA").

Aplicación: Para todas las categorías.

ARTÍCULO 9: VISIÓN HACIA ATRÁS

La visión hacia atrás debe estar asegurada por dos retrovisores exteriores (uno en el lado derecho y otro en el izquierdo). Esos retrovisores pueden ser los de serie. Cada retrovisor debe tener al menos una superficie de cristal de espejo de 90 cm². El retrovisor interior es opcional. Aplicación: Grupos N, A, B, R y Súper 2000 Rallyes. Para Súper Producción véase el reglamento específico.

Un recorte sobre el cuerpo del retrovisor (máximo 25 cm² por retrovisor) se autoriza para ventilación del habitáculo. Aplicación: Sólo en rallyes, Grupos N, A, R y Súper 2000 Rallyes.

ARTÍCULO 10: ANILLA PARA REMOLQUE

Todos los vehículos deben estar equipados con una anilla de remolque delantera y otra trasera en todas las pruebas. Este enganche solo se usará si el vehículo puede moverse libremente. Deberá ser fácilmente visible y estar pintada en amarillo, rojo o naranja.

ARTÍCULO 11: LUNAS Y REDES

Lunas

Todas las lunas deben estar certificadas para su uso en carretera, dando fe su marcado. El parabrisas será de vidrio laminado. Se autoriza una banda parasol, a condición de que permita a los ocupantes ver las señales de tráfico (semáforos,



señales...). El uso de láminas tintadas y/o láminas de seguridad se autoriza en las ventanas laterales y en la luna trasera. En ese caso, deben permitir a una persona situada a 5m del vehículo ver al conductor así como el contenido del vehículo.

Sólo en rallyes:

Si no se utilizan láminas plateadas o tintadas o si las ventanillas laterales o el techo solar no están hechos de cristal laminado es obligatorio el uso de láminas antidesintegración incoloras en las ventanillas laterales y en el techo solar. El espesor de dichas láminas no debe ser superior a 100 micras. El uso de láminas plateadas o tintadas se autoriza en las ventanas laterales, en la luna trasera y en el techo solar, bajo las siguientes condiciones:

- Aperturas practicadas en estas láminas deben permitir a una persona situada en el exterior ver al conductor así como el contenido del vehículo.
- Esta autorización debe mencionarse en el reglamento particular de la prueba.

Aplicación: Grupo N, A y B. Para Super Producción ver el reglamento específico.

Redes

Para pruebas de circuito, el uso de redes fijadas a la estructura de seguridad es obligatorio.

Estas redes deben tener las siguientes características:

- Anchura mínima de las bandas: 19 mm.
- Tamaño mínimo de las aberturas: 25 x 25 mm
- Tamaño máximo de las aberturas: 60 x 60 mm

Y deben recubrir la abertura de la ventanilla hasta el centro del volante.

ARTÍCULO 12: FIJACIONES DE SEGURIDAD DEL PARABRISAS

Estos elementos pueden usarse libremente.

Aplicación: Grupos N, A y B.

ARTÍCULO 13: CORTACORRIENTES

El cortacorrientes general debe cortar todos los circuitos eléctricos (batería, alternador o dinamo, luces, claxon, encendido, controles eléctricos, etc.), y debe parar el



motor. Para motores diesel que no tengan inyectores controlados electrónicamente, el cortacorrientes debe estar conectado a un dispositivo que interrumpa la admisión del motor.

Debe ser un modelo antideflagrante y será accesible desde el interior y desde el exterior del vehículo. En el exterior, el sistema de accionamiento del cortacorrientes estará situado, obligatoriamente, en la parte inferior de uno de los montantes del parabrisas en los vehículos cerrados. Estará marcado por un rayo rojo en un triángulo azul con el borde blanco y una base de, al menos, 12 cm.

Este accionamiento exterior solo afecta a vehículos cerrados.

Aplicación: Instalación obligatoria para todos los vehículos que participen en pruebas de velocidad en circuito o montaña. Montaje recomendado para otras pruebas.

ARTÍCULO 14: DEPÓSITOS DE SEGURIDAD APROBADOS POR LA FIA

En el caso de que un concursante utilice un depósito de combustible de seguridad, este deberá provenir de un fabricante aprobado por la FIA.

Con el fin de obtener la aprobación de la FIA, un fabricante deberá haber probado la calidad constante de sus productos y su conformidad con las especificaciones aprobadas por la FIA.

Los constructores de depósitos aprobados por la FIA, se comprometen a suministrar a sus clientes, exclusivamente, depósitos que cumplan con las normas aprobadas.

Con este fin, sobre cada depósito suministrado deberá marcarse el nombre del fabricante, las especificaciones exactas según las cuales se ha fabricado este depósito, el número de homologación, la fecha de caducidad y el número de serie.

El proceso de marcaje debe ser indeleble y debe ser aprobado con antelación por la FIA de acuerdo a la norma existente.

14.1 Especificaciones técnicas

La FIA se reserva el derecho de aprobar cualquier otro conjunto de especificaciones técnicas tras estudiar el expediente proporcionado por los fabricantes interesados.



14.2 Especificaciones FT3 1999, FT3.5 ó FT5

Las especificaciones técnicas para estos depósitos están disponibles, bajo petición, en la Secretaría de la FIA.

14.3 Envejecimiento de los depósitos

El envejecimiento de los depósitos flexibles implica una considerable reducción de sus propiedades físicas después de 5 años aproximadamente.

No debe utilizarse ningún depósito más de 5 años después de su fecha de fabricación, excepto si es inspeccionado y revalidado por el fabricante durante un período de hasta otros dos años.

Una ventana estanca, hecha de un material no inflamable, instalada en la protección de los depósitos de seguridad de FT3 1999, FT3.5 o FT5, debe permitir comprobar la fecha límite de validez.

14.4 Aplicación de estas especificaciones

Los vehículos de Grupo N, Grupo A y Grupo B podrán estar equipados con un depósito de seguridad FT3 1999, FT3.5 ó FT5 si las modificaciones exigidas en el vehículo no sobrepasan aquellas permitidas por el reglamento.

Se recomienda la utilización de espuma de seguridad en los depósitos FT3 1999, FT3.5 ó FT5.

14.5 Depósitos de combustible con cuellos de llenado, grupos A y N

Todos los vehículos equipados con un depósito de combustible con un cuello de llenado que pase por el habitáculo, deben estar equipados con una válvula de no retorno homologada por la FIA. Esta válvula, del tipo de “una o dos compuertas”, debe instalarse en el cuello de llenado por el lado del depósito.

El cuello de llenado, se define como el elemento usado para conducir el combustible desde el orificio de llenado del vehículo hasta el interior del depósito.

ARTÍCULO 15: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Debe colocarse una mampara de protección eficaz entre el motor y los asientos de los ocupantes, con el fin de evitar el paso directo de las llamas en caso de incendio.



Si esta pantalla estuviera constituida por los asientos traseros, es recomendable recubrirlos con un material ignífugo.

ARTÍCULO 16: ASIENTOS, PUNTOS DE ANCLAJE Y SOPORTES

Si se cambian las fijaciones o los soportes de origen, las nuevas piezas deben estar aprobadas por el fabricante del asiento para esa aplicación, o bien, cumplir con las siguientes especificaciones mencionadas a continuación:

1) Anclajes para fijación de soportes de asiento:

El soporte de los asientos debe estar fijado:

- Sobre los anclajes de los asientos utilizados en el vehículo de origen.
- Sobre los anclajes homologados por el constructor en el kit de la Variante Opción (en este caso los anclajes de origen podrán ser suprimidos)

Los soportes de los asientos deben fijarse a los de fijación de los asientos por medio de 4 bulones mínimo por asiento de 8 mm de diámetro como mínimo.

INSTRUCCIONES DE MONTAJE

Taladrar orificios (diámetro superior en el perímetro de las tuercas) en la base de la caja y la pared del túnel central.

Soldar las tuercas en las contraplacas y, a continuación, soldarlas a la base de la caja y la pared del túnel central.

Soldar los 2 insertos roscados en el travesaño y, a continuación, soldar las 2 pletinas en los extremos del mismo.

Fijar el conjunto mediante los 4 tornillos M8 clase 8.8 que se atornillarán en las tuercas soldadas.

2) Fijación de los soportes de asientos directamente sobre la carrocería/chasis

Las fijaciones entre la carrocería/chasis deben estar compuestas como mínimo de 4 sujeciones por asiento usando tornillos de un diámetro mínimo de 8 mm y placas de refuerzo.

El área de contacto mínima entre el soporte, chasis/carrocería y contraplaca es 40 cm² por cada fijación



1) Si se utilizan sistemas de liberación rápida, estos deben ser capaces de resistir fuerzas verticales y horizontales de 18.000 N, no aplicadas de forma simultánea.

Si se usan raíles para el reglaje del asiento, deben ser los suministrados originalmente con el vehículo homologado o con el asiento.

2) La fijación entre el asiento y los soportes debe estar compuesta de cuatro sujeciones, 2 delanteras y 2 en la parte trasera del asiento, usando tornillos de un diámetro mínimo de 8 mm y refuerzos integrados en el asiento.

Cada sujeción deberá poder resistir una carga de 15.000 N aplicada en cualquier dirección.

3) El espesor mínimo de los soportes y de las contraplacas es de 3 mm para el acero y 5 mm para materiales de aleación ligera. La dimensión longitudinal mínima de cada soporte es de 6 cm.

4) Si hay un cojín entre el asiento homologado y el ocupante, su máximo espesor será de 50mm. Todos los asientos de los ocupantes deben ser homologados por la FIA (norma 8855/1999 o 8862/2009), y sin modificar.

El límite de uso es de 5 años transcurridos desde la fecha de fabricación indicada en la etiqueta obligatoria.

Una extensión de otros 2 años puede ser autorizada por el fabricante y debe ser indicada por una etiqueta adicional.

ARTÍCULO 17: VÁLVULAS DE SOBREPRESIÓN

Las válvulas de sobrepresión sobre las ruedas están prohibidas.



ANEXO III: ARTÍCULO 254A DEL CDI: REGLAMENTO ESPECÍFICO PARA VEHÍCULOS SÚPER 2000 – RALLYES

ARTÍCULO 1: HOMOLOGACIÓN

Es la certificación oficial realizada por la FIA de que la Variante Kit Súper 2000 – rallye de un modelo de vehículo determinado, previamente homologada en el Grupo N o en el Grupo A (en este caso, los datos necesarios deberán incluirse en la sección de información adicional de la ficha VK-S2000-Ra), ha sido fabricada en serie en un número suficiente y cumple con las exigencias del reglamento de homologaciones para Súper 2000 – Rallye.

Las Variantes de Suministro (VF) de la ficha de los Vehículos de Turismo (Grupo A) también son válidas para los vehículos de tipo Súper 2000 – Rallyes.

Todas las Variantes de Producción (VP) son válidas para los vehículos de tipo Súper 2000 – Rallyes. Las Variantes Opción (VO) de la ficha de los Vehículos de Turismo (Grupo A) no serán válidas para los vehículos de tipo Súper 2000 – Rallyes, salvo que se refieran a los siguientes elementos:

- Techo solar (incluidos techos solares abatibles por encima de la línea del techo);
- Soportes y anclajes de los asientos;
- Puntos de fijación de los arneses.

Las Variantes Opción para Súper Producción (SP) no serán válidas para los vehículos de tipo Súper 2000 – Rallyes.

Las Evoluciones de Tipo (ET), las Variantes Kit (VK y VK-S1600), las Variantes World Rally Car (WR y WR2), así como las Evoluciones Deportivas (ES) homologadas en Grupo A no son válidas para los vehículos de tipo Súper 2000 – Rallyes.

Las Variantes Opción para Súper 2000 – Rallyes serán válidas únicamente para los vehículos de tipo Súper 2000 Rallyes.



ARTÍCULO 2: NÚMERO DE PLAZAS

Estos vehículos deberán tener, al menos, cuatro plazas, según las dimensiones definidas para los Vehículos de Turismo (Grupo A).

ARTÍCULO 3: MODIFICACIONES Y MONTAJES

AUTORIZADOS U OBLIGATORIOS

3.1. Toda modificación no autorizada expresamente por el presente reglamento está prohibida. Una modificación autorizada no puede derivar en una modificación no autorizada.

3.2. Todos los elementos homologados en la ficha Variante Kit Súper 2000 – Rallye (VK-S2000-Rallye) deberán ser utilizados en su totalidad. Estos elementos no podrán ser modificados.

3.3. Los elementos que no figuran en la extensión de homologación de tipo Variante Kit Súper 2000 – Rallyes (VKS2000-Rallyes) estarán sujetos a las condiciones siguientes:

- Los únicos trabajos que se podrán efectuar en el vehículo serán los necesarios para su mantenimiento normal, o la sustitución de piezas deterioradas por el uso o por accidente.
- Los límites de las modificaciones y montajes autorizados se especifican a continuación. Además de estas autorizaciones, toda pieza deteriorada por el uso o por accidente podrá reemplazarse por una pieza de origen idéntica a la pieza dañada.

Excepto en lo relativo a las piezas que forman parte de la extensión de tipo Variante Kit Súper 2000 – Rallyes, los vehículos deberán ser estrictamente de serie e identificables por los datos que figuran en los artículos de la ficha de homologación.

Los Artículos 251, 252 y 253 del Anexo J de la FIA siguen siendo aplicables, pero los artículos que se retoman en el presente reglamento y en la ficha de extensión de tipo Súper 2000 – Rallyes prevalecerán.

3.4. Materiales

a) El uso de titanio, de magnesio, de cerámica y de material compuesto está prohibido, excepto para los elementos montados en el modelo de serie del que deriva la extensión VK-S2000- Rallye. Se autoriza el uso de fibra de vidrio.



El titanio se permite para los conectores rápidos del circuito de frenos.

b) Se autoriza el uso de carbono o fibra de aramida, a condición de que se utilice una sola capa de tejido y este se fije sobre la parte visible del elemento.

El material de los asientos del piloto y copiloto es libre, pero el peso de la carcasa desnuda (el asiento sin la espuma ni los soportes) debe ser superior a 4 kg.

c) Las protecciones laterales de la carrocería pueden tener varias capas de fibra de aramida.

d) Los roscados estropeados pueden repararse atornillando un nuevo roscado con el mismo diámetro interior (tipo "helicoil").

e) Tornillos y tuercas: En todo el vehículo, toda tuerca, bulón o tornillo, podrá reemplazarse por otra tuerca, bulón o tornillo y tener cualquier tipo de bloqueo (arandela, contratuerca, etc.).

f) Adición de material y de piezas: Está prohibida cualquier adición o fijación de material o de piezas si no está expresamente autorizada por un artículo de este reglamento.

ARTÍCULO 4: PESO MÍNIMO

4.1. Es el peso real del vehículo, sin piloto ni copiloto, ni su equipamiento.

En ningún momento de la prueba, un vehículo podrá pesar menos que este peso mínimo.

En caso de disputa durante el pesaje, debe retirarse todo el equipamiento del piloto y copiloto, incluyendo el casco, pero los auriculares externos al casco podrán dejarse en el vehículo.

En caso de duda, y excepto en rallyes, los Comisarios Técnicos podrán vaciar los depósitos que contengan líquidos consumibles para comprobar el peso.

Se permite utilizar lastre en las condiciones previstas por el Artículo 252-2.2 de las "Prescripciones Generales".

4.2. El peso mínimo es de 1200 kg en las condiciones indicadas en el Artículo 4.1 (y con una sola rueda de repuesto).



El peso mínimo del vehículo (en las condiciones del Artículo 4.1 y con una sola rueda de repuesto) con el equipo a bordo (piloto + copiloto) es de 1350 kg.

En el caso de llevar a bordo dos ruedas de repuesto, la segunda rueda deberá ser retirada antes del pesaje.

ARTÍCULO 5:

5.1. Motor

La cilindrada nominal del vehículo equipado con el kit (Variante Kit Súper 2000 – Rallyes) está limitada a 2000 cm³ máximo. Los motores sobrealimentados están prohibidos.

a) Cubiertas plásticas

Los recubrimientos del motor contruidos en plástico, que tengan la finalidad de cubrir los elementos mecánicos en el compartimento motor, pueden retirarse si únicamente tienen una función estética.

b) Tornillos y tuercas

Los tornillos y tuercas pueden cambiarse a condición de que continúen siendo de un material ferroso.

5.1.1. Suministro de combustible y electrónica

a) Los colectores de admisión y escape de geometría variable están prohibidos. Si el vehículo de serie está equipado con ese tipo de colectores, deben desactivarse.

Los colectores de admisión y escape deben estar homologados.

b) Se permite reemplazar o duplicar el cable del mando del acelerador por otro que provenga, o no, del constructor. Este cable de repuesto debe ser un cable de emergencia, esto es, debe montarse en paralelo con el cable de acelerador de serie.

c) Encendido: La marca y tipo de las bujías y de las bobinas, el limitador de revoluciones y los cables son libres.

d) Inyección

Los inyectores pueden modificarse o sustituirse con el fin de modificar su caudal, pero sin modificar su principio de funcionamiento o sus anclajes.



La rampa de inyección puede reemplazarse por otra de libre diseño pero dotada de conectores roscados destinados a conectar las canalizaciones y el regulador de presión de combustible, siempre y cuando la fijación de los inyectores sea idéntica a la de origen.

La presión máxima autorizada en cualquier punto del circuito de combustible es de 10 bar (sólo para inyección indirecta). La inyección directa está permitida únicamente si se utiliza en el modelo original homologado.

e) Unidad electrónica de control del motor (ECU)

Cualquier sistema electrónico de ayuda a la conducción (así como sus sensores) está prohibido (ABS, ASR, EPS...).

Sólo se autoriza un sistema de corte de encendido o de la inyección del motor para el cambio de marcha (el tiempo de corte podrá variar en función de la marcha seleccionada). Este sistema debe estar homologado.

Sólo se pueden utilizar ECUs, los sensores, los actuadores y el sistema de adquisición de datos homologados.

Los únicos sensores autorizados para la adquisición de datos son aquellos homologados en la ficha de extensión S2000-RA.

Cualquier otro sensor está prohibido.

Si se usa un sistema independiente de navegación «tripmaster», la adición de un único sensor de velocidad en una rueda motriz está permitido, pero deben respetarse los puntos siguientes:

- El conjunto de cables conectados directa o indirectamente al(a los) conector(es) del sistema de navegación del copiloto («Corralba») no debe estar conectado en modo alguno a los otros circuitos o componentes eléctricos del vehículo.
- La única conexión «común» autorizada será la alimentación de corriente positiva, que podrá realizarse directamente en el borne «+» de la batería o bien en el borne del «disyuntor de la batería».
- Todos estos cables deberán formar un circuito eléctrico independiente, identificado por su color y, si se utilizaran «pasamuros», estos deberán ser diferentes de los utilizados para los otros circuitos eléctricos.



- No deberá existir conexión entre el conjunto sensor registrador del copiloto y el sistema de adquisición de datos, si el vehículo dispone de uno.

La transmisión de datos por radio y/o telemetría está prohibida.

Deben utilizarse la unidad de control electrónica y el software de gestión del motor homologados. Estos deben contar con un limitador de revoluciones del motor; la velocidad de rotación del motor está limitada a 8500 rpm.

En lugar del sistema independiente de navegación, es posible integrar las funciones del “tripmaster” en la unidad electrónica de control del motor (ECU) y conectar esta última con el dashboard del copiloto.

Sin importar en qué lugar puedan ubicarse, los sensores ópticos para medición de la velocidad del vehículo están prohibidos.

f) Filtro de aire

El filtro de aire, al igual que su caja y la cámara de tranquilización, son libres. Todo el aire que entra al motor debe pasar a través de ese filtro de aire.

El filtro de aire, así como su caja, pueden retirarse, desplazarse en el compartimento motor o reemplazarse por otro. (Ver dibujo 255-1).

Además, si la entrada de aire para la ventilación del compartimento del conductor está en la misma zona que la toma de aire para el motor, esta zona debe estar aislada de la unidad del filtro de aire, en caso de incendio.

El conducto entre el filtro de aire y el colector de admisión es libre.

5.1.2. Sistema de refrigeración

El termostato es libre, así como el sistema de control y la temperatura de arranque del ventilador.

El tapón del radiador y su sistema de bloqueo son libres. Siempre que estén montados en su emplazamiento de origen sin modificación de la carrocería, el radiador y sus soportes son libres, así como las rejillas y los conductos de aire del sistema de refrigeración que se encuentran antes del radiador.



Los vasos de expansión originales pueden reemplazarse por otros, con la condición de que la capacidad de los nuevos vasos de expansión no supere los 2 litros y que estos se encuentren en el compartimento del motor.

Los conductos del líquido de refrigeración externos al bloque motor y sus accesorios son libres.

Se autoriza el uso de conductos de otro material y/o de un diámetro diferente.

El diámetro interno de esos conductos puede ser superior, pero, en ningún caso, inferior al original. Los ventiladores de los radiadores son libres.

Cualquier sistema de inyección de agua está prohibido.

5.1.3. Lubricación

a) Bomba de aceite

La bomba de aceite debe ser la bomba de aceite de serie o la bomba de aceite homologada en la extensión Súper 2000 – Rallyes.

Los engranajes y los componentes internos de la bomba son libres. El caudal puede ser aumentado con respecto a la pieza de origen.

El cárter y la posición de la bomba deben permanecer de origen, pero el interior del cárter puede mecanizarse.

Se autoriza el montaje de un tensor en la cadena de la bomba de aceite.

b) Filtro de la bomba

Los filtros de la bomba, así como su cantidad, son libres.

c) Acumulador de presión

Se autoriza un acumulador de presión homologado en la Variante Kit Súper 2000 – Rallyes.

d) Radiador de aceite

Los radiadores de aceite y sus conexiones son libres, a condición de que no impliquen ninguna modificación de la carrocería y que se encuentren dentro de la carrocería.

e) Cárter de aceite



El cárter de aceite debe ser el cárter de aceite de serie o el cárter de aceite homologado en la extensión Súper 2000 – Rallyes.

Se autoriza la instalación de tabiques en el cárter de aceite.

Se autoriza reforzar externamente el cárter de aceite mediante la adición de material, a condición de que el material utilizado sea del mismo tipo, respete las formas de la pieza original y esté en contacto con ella.

Puede instalarse un deflector de aceite entre el plano de la junta del cárter de aceite y el bloque motor, a condición de que la distancia entre los planos de las respectivas juntas no se incremente más de 6 mm.

Si el motor de origen cuenta con deflector, este puede quitarse.

f) Filtro de aceite

El montaje de un filtro de aceite o de un cartucho en estado de funcionamiento es obligatorio y todo el caudal de aceite debe pasar por dicho filtro o cartucho.

El filtro o cartucho es libre, a condición de que sea intercambiable con el filtro o cartucho de origen.

g) Testigo de aceite

Es libre pero debe estar presente en todo momento y no tener otra función.

h) Circuito de aceite

Es posible instalar un separador aire/aceite en el exterior del motor (capacidad mínima: 1 litro), según el dibujo 255-3. El retorno de aceite del recipiente recuperador hacia el motor solo podrá hacerse por gravedad.

Si el sistema de lubricación previera una salida al aire libre, esta deberá estar equipada de tal forma que los reflujos de aceite se acumulen en un recipiente recuperador. Este tendrá una capacidad mínima de 2 litros. Este recipiente será de plástico translúcido o tendrá una ventana transparente.

En caso contrario, los vapores deberán ser aspirados nuevamente por el motor a través del sistema de admisión.



Para realizar el montaje de un sensor de temperatura de los lubricantes (caja de cambios, caja del diferencial, etc.), se permite el taladrado de orificios o la realización de orificios roscados con un diámetro máximo de 14 mm en las respectivas carcasas.

Los conductos de aceite en el bloque motor y en la culata pueden obstruirse completamente o parcialmente mediante la adición de elementos desmontables no soldados ni pegados.

5.1.4. Elementos del motor

a) Culata

El material de la junta de la culata, así como su espesor, son libres. La altura mínima de la culata puede reducirse por planificado de 2 mm máximo (punto 321c de la ficha de homologación).

Bajo reserva de que se pueda establecer indiscutiblemente el origen de la pieza de serie, la culata podrá ser rectificada, ajustada, reducida o modificada por mecanizado o taladrado. Los conductos de admisión y de escape que se encuentran en la culata, así como los conductos del colector de admisión, pueden ser mecanizados conforme al Artículo 255-5 del Anexo J, respetando las dimensiones que figuran en la ficha de homologación.

Los asientos de las válvulas son libres, al igual que las guías de las válvulas, pero deben conservarse los ángulos respectivos de los ejes de las válvulas.

b) Relación de compresión

La relación de compresión máxima es de 13:1.

Si el vehículo homologado supera ese nivel, debe modificarse para ajustarse a la relación de compresión de 13:1.

c) Pistones

Los pistones deben homologarse en la Variante Kit Súper 2000 – Rallyes.

La parte superior y el interior del pistón pueden mecanizarse a fin de ajustar la relación de compresión.

El material de los segmentos es libre.

d) Válvulas



El diámetro de las válvulas puede homologarse únicamente para los motores de dos válvulas por cilindro.

La longitud del vástago de la válvula, así como la forma de la cabeza de la válvula, son libres.

Los diámetros de la cabeza y del vástago de la válvula deben permanecer idénticos a los del modelo homologado en Grupo N.

Se autoriza únicamente el uso de acero.

e) Distribución (alzada de válvula y ley de la leva)

- Los sistemas de distribución variable están prohibidos. Si el vehículo viene equipado de serie con dichos sistemas, estos deberán dejarse inoperantes por desmontaje o bloqueo.
- Las alzadas de válvulas tal como se encuentran definidas en el Artículo 326e de la ficha de homologación pueden modificarse, pero no deberán superar los 12 mm. (Este es un máximo sin tolerancia). Si el vehículo está homologado con una alzada superior, el árbol de levas deberá modificarse para que la alzada no supere las dimensiones antes indicadas.
- Las poleas de arrastre de los árboles de levas son libres a condición de que se utilicen las correas y/o las cadenas de distribución homologadas en la Variante Kit Súper 2000 – Rallyes.
- El(los) árbol(es) de levas es(son) libre(s), pero la cantidad de árboles debe conservarse.
- Los muelles de las válvulas y sus copelas son libres, pero los muelles deben ser de acero y las copelas de material idéntico al material de origen.
- La cantidad y el diámetro de los cojinetes no deben modificarse.
- El diámetro de los empujadores, así como la forma de los empujadores y balancines son libres, pero los balancines deben ser intercambiables con los de origen. Es posible usar calas de espesor para el reglaje.

Si la distribución de origen tiene un sistema de recuperación de holguras automático, este podrá neutralizarse mecánicamente.



f) Árboles de equilibrado

Si el motor de origen tiene árboles de equilibrado, estos podrán ser suprimidos, al igual que sus sistemas de arrastre.

g) Bomba de agua

La polea de arrastre de la bomba de agua es libre, pero debe utilizarse la bomba de agua de origen o la bomba de agua homologada.

h) Correas, cadenas y poleas

Si el motor de origen está equipado con tensores de correas (o de cadenas) automáticos, es posible bloquearlos en determinada posición mediante un dispositivo mecánico.

Está permitido añadir o quitar tensores de correa (o de cadenas) a condición de utilizar fijaciones del bloque motor de origen.

La polea del cigüeñal y las correas de arrastre de los elementos auxiliares son libres.

5.1.5. Volante motor, cigüeñal y bielas

Únicamente pueden utilizarse los elementos homologados (sin ninguna modificación).

5.1.6. Sistema de escape

Tubo de escape

El espesor de los conductos utilizados para formar el tubo de escape debe ser mayor o igual a 0,9 mm, medidos al nivel de las partes no dobladas. La sección interior de cada uno de esos conductos debe ser menor o igual a la sección equivalente S_{eq} (medida en mm²) calculada según la fórmula siguiente:

$$S_{eq} = \frac{\pi \cdot 65^2}{4}$$

El sistema de escape es libre a partir del colector de escape, a condición de que no provoque la superación de los niveles sonoros prescritos por el Artículo 252-3.6 del Anexo J de la FIA.



Todos los vehículos estarán equipados con el catalizador de escape homologado, cuya posición es libre. Todos los gases de escape deben pasar, en todo momento, por el catalizador de escape.

La salida del tubo de escape debe estar situada en la parte trasera del vehículo, dentro del perímetro del vehículo y a menos de 10 cm de este último. La posición de la salida del tubo de escape podrá ser modificada respecto del vehículo de serie.

La sección de los silenciosos de escape o del mismo catalizador debe ser siempre redonda u ovalada.

5.1.7. Soportes del motor

Los soportes del motor y de la caja de cambios deben ser los de origen u homologados.

5.1.8. Motor de arranque

Deberá mantenerse, pero la marca y el tipo son libres.

5.2. Transmisión

a) Caja de cambios

Pueden utilizarse únicamente las relaciones, las carcasas y las relaciones finales homologadas en la extensión de tipo Súper 2000 – Rallyes (sin ninguna modificación).

b) Diferenciales delantero, central y trasero

Pueden utilizarse únicamente las carcasas y los diferenciales de tipo mecánico de deslizamiento limitado homologados en la extensión de tipo Súper 2000 – Rallyes (sin ninguna modificación).

“Un diferencial de tipo mecánico de deslizamiento limitado” es cualquier sistema que trabaja exclusivamente de modo mecánico, es decir, sin la asistencia de otro sistema hidráulico o eléctrico.

Un embrague viscoso no se considera un sistema mecánico.

Cualquier diferencial con control electrónico está prohibido. El número y el tipo de discos son libres.

c) Lubricación



Se autoriza el uso de radiadores de aceite, así como de un sistema de circulación de aceite, siempre que no genere presión.

Para realizar el montaje de un sensor de temperatura de los lubricantes (caja de cambios, caja del diferencial, etc.), se permite el taladrado de orificios o la realización de orificios roscados de un diámetro máximo de 14 mm en las respectivas carcasas.

d) Embrague

Puede utilizarse únicamente el embrague homologado en la extensión de tipo Súper 2000 – Rallyes (sin ninguna modificación).

El sistema de accionamiento del embrague es libre, pero debe ser siempre del mismo tipo que el sistema de origen.

El dispositivo de recuperación automática del juego en el mando del embrague puede reemplazarse por un dispositivo mecánico, y viceversa.

El rodamiento axial del embrague es libre.

e) Transmisión

Las juntas delanteras y traseras del lado de las ruedas deben ser intercambiables.

Las juntas delanteras y traseras del lado de los diferenciales deben ser intercambiables.

Solo la longitud de los árboles longitudinales y transversales es libre.

f) Mecanismo de accionamiento de la caja de cambios

Puede utilizarse únicamente el mecanismo de accionamiento homologado en la extensión de tipo Súper 2000 – Rallye.

Las articulaciones son libres.

Se autoriza a realizar modificaciones en la carrocería para el paso de un nuevo mecanismo de accionamiento de la caja de cambios siempre que dichas modificaciones no estén en contradicción con otros puntos del presente reglamento.

El cambio de marchas debe realizarse mecánicamente.



g) Soportes

Los soportes de la transmisión deben homologarse en la Variante Kit Súper 2000 – Rallyes.

5.3. Suspensión

Todos los elementos de la suspensión homologados en la extensión de tipo Súper 2000 – Rallyes deben utilizarse sin ninguna modificación.

a) Articulaciones

El material de las articulaciones puede ser diferente al material de origen (por ejemplo: silent blocks más duros, aluminio, juntas Uniball, etc.).

La posición de los ejes de rotación de los puntos de anclaje de la suspensión a las manguetas y a la carrocería (o chasis) no debe sufrir modificaciones respecto de lo homologado en la variante de tipo Súper 2000 – Rallyes.

b) Pueden montarse barras antiaproximación o antiseparación sobre los puntos de anclaje de la suspensión a la carrocería o al chasis de un mismo eje, a cada lado del eje longitudinal del vehículo.

La distancia entre un punto de anclaje de suspensión y un punto de anclaje de la barra debe ser inferior a 100 mm, a menos que la barra sea un refuerzo transversal homologado con la estructura de seguridad, o salvo en el caso de una barra superior fijada a una suspensión McPherson o similar.

En este último caso, la distancia entre el punto de anclaje de la barra y el punto de articulación superior debe ser de 150 mm (dibujos 255-2 y 255-4).

Fuera de estos puntos, esta barra no debe anclarse sobre la carrocería o los elementos mecánicos.

c) Se permite reforzar los puntos de anclaje de la suspensión mediante la adición de material, a condición de que el material utilizado siga la forma original y esté en contacto con ella. Estos refuerzos de suspensión no deben crear secciones cóncavas y no deben permitir a dos partes separadas ser unidas para formar una sola.

d) Barras estabilizadoras

Las barras estabilizadoras ajustables desde el habitáculo están prohibidas.



Las barras estabilizadoras, así como sus puntos de anclaje, deben homologarse en la variante opción Súper 2000 – Rallyes.

Las barras estabilizadoras no deben, en ningún caso, estar conectadas entre sí.

Las barras estabilizadoras deben ser de tipo puramente mecánico (ningún elemento de tipo hidráulico puede estar conectado a la barra estabilizadora o a uno de sus componentes).

e) Puntos superiores de la suspensión

Los puntos superiores de la suspensión deben ser homologados en la variante opción Súper 2000 – Rallyes.

f) Muelles

El material y las dimensiones de los muelles principales son libres, pero no el tipo; los asientos de los muelles pueden hacerse regulables o ajustables, incluso por adición de material.

Un muelle helicoidal puede cambiarse por dos, o más, muelles del mismo tipo, concéntricos o en serie, a condición de que puedan montarse sin otras modificaciones que las especificadas en este artículo.

g) Amortiguadores

Sólo está permitido un amortiguador por rueda.

Pueden utilizarse únicamente los amortiguadores homologados en la variante kit Súper 2000 – Rallyes.

Los amortiguadores no deben, en ningún caso, estar conectados entre sí.

La verificación del principio de funcionamiento de los amortiguadores será efectuada de la siguiente forma:

Una vez desmontados los muelles y/o barras de torsión, el vehículo debe caer por gravedad hasta el tope del amortiguador en menos de cinco minutos.

Los amortiguadores de gas se considerarán, a efectos de su principio de funcionamiento, como amortiguadores hidráulicos.



Si los amortiguadores tienen reserva de fluido separada localizada en el habitáculo, o en el maletero si este no está separado del habitáculo, éstas deben estar sólidamente fijadas y deben estar cubiertas por una protección.

Puede usarse un limitador de recorrido de suspensión.

Sólo se permite un cable por rueda, y su única función debe ser limitar el recorrido de la rueda cuando el amortiguador no esté comprimido.

Los sistemas de refrigeración por agua están prohibidos, salvo que se trate de sistemas simples y económicos (deben homologarse).

La modificación de los reglajes de los muelles y/o amortiguadores desde el habitáculo está prohibida.

5.4. Dirección

a) Mecanismo de dirección (caja y cremallera)

Pueden utilizarse únicamente las piezas homologadas en la extensión de tipo Súper 2000 – Rallyes (sin ninguna modificación).

Su posición puede modificarse respecto del vehículo de serie.

b) Columna de dirección

Pueden utilizarse únicamente las piezas homologadas en la extensión de tipo Súper 2000 – Rallye (sin ninguna modificación).

c) Las bieletas y las rótulas de la dirección deben estar homologadas como variante opción Súper 2000 – Rallyes.

Las piezas de conexión correspondientes son libres, pero deben ser de material ferroso.

d) Dirección asistida

La polea de arrastre, así como la posición (en el compartimento motor), de la bomba de dirección hidráulica son libres.

La bomba de dirección hidráulica puede reemplazarse por una bomba de dirección eléctrica, a condición de que esta última sea montada en algún vehículo de serie y regularmente comercializada. Dicha bomba debe homologarse como Variante Opción Súper 2000 – Rallyes.



e) Radiador de aceite

Se autoriza el uso de radiadores de aceite, así como de un sistema de circulación de aceite, siempre que no genere presión.

5.5. Ruedas y neumáticos

- Las ruedas completas son libres a condición de que puedan alojarse en la carrocería de origen; esto significa que la parte superior de la rueda completa, situada verticalmente por encima del centro de mangueta, debe estar cubierta por la carrocería cuando la medición se realiza verticalmente.

El cambio de las fijaciones de las ruedas, de tornillos a espárragos y tuercas, es libre.

La utilización de neumáticos de motocicleta está prohibida.

El conjunto “llantas-neumáticos” no deberá tener, en ningún caso, más de 9" de anchura y 650 mm de diámetro.

- Las llantas deben estar obligatoriamente construidas en aleación de aluminio fundido (excepto para los rallyes de asfalto).

* Para los rallyes de tierra, sólo se permite el uso de llantas de 6,5" x 15" o de 7" x 15".

* Si está admitido en el Reglamento Particular de la prueba (como en los rallyes de nieve), la dimensión máxima de las llantas será de 5,5"x16".

* Para los rallyes de asfalto, solo se autoriza el uso de llantas de 8"x18"; el material de las llantas de 8"x18" es libre (a condición de ser de fundición) y el peso mínimo de una llanta de 8"x18" es de 8,9 kg.

- Los extractores de aire añadidos sobre las ruedas están prohibidos.

- Se prohíbe el uso de cualquier dispositivo que permita a un neumático conservar sus prestaciones con una presión interna igual o menor a la presión atmosférica. El interior del neumático (espacio comprendido entre la llanta y la parte interna del neumático) debe llenarse únicamente con aire.

- La(s) rueda(s) de repuesto no es(son) obligatoria(s). Sin embargo, en caso de haberla(s) debe(n) estar sólidamente fijada(s), y no puede(n) instalarse en el espacio



reservado para los ocupantes ni entrañar ninguna modificación en el aspecto exterior de la carrocería.

5.6. Sistema de frenado

a) Sólo se permite el uso de los discos de freno, las pinzas de freno, el freno de mano y el pedalier homologados en la variante de tipo Súper 2000 Rallyes (sin ninguna modificación).

b) Pastillas de freno

Las pastillas y la forma de fijación (remachado, pegado, etc.) son libres, a condición de que las dimensiones de la superficie de contacto no se incrementen.

c) Servofrenos, reguladores de frenada, dispositivos antibloqueo (limitador de presión)

En el caso de vehículos equipados con servofreno, este dispositivo puede desconectarse, quitarse o reemplazarse por el kit homologado en Variante Opción (VO). Lo mismo se aplica a los sistemas antibloqueo de frenos.

Si el sistema antibloqueo de frenos (ABS) se desconecta o suprime, se autoriza el uso de uno o varios distribuidores de frenada trasera mecánicos homologados por el fabricante como Variante Opción Súper 2000 – Rallyes.

d) Las conducciones de los frenos pueden sustituirse por conducciones tipo aviación.

e) Se puede añadir un dispositivo para eliminar el barro que se acumule sobre los discos de freno y/o las llantas.

f) Bombas de freno

Las bombas de freno deben ser homologadas en la Variante Opción Súper 2000 – Rallyes.

5.7 Carrocería

5.7.1. Exterior

- Los tapa-cubos de rueda deben retirarse.

- Se permite doblar los bordes de chapa de acero o reducir los perfiles de plástico de las aletas si penetran en el interior del paso de rueda.



- Las piezas de insonorización en plástico pueden retirarse del interior de los pasos de rueda
- Puede retirarse el material destinado a la insonorización o a la prevención de la corrosión. Esas piezas de plástico pueden reemplazarse por elementos en aluminio o en plástico con la misma forma.
- Se autoriza la eliminación de las bandas decorativas exteriores; serán consideradas como tales todas las piezas que sigan el contorno exterior de la carrocería y de una altura inferior a 25 mm.
- Se pueden montar protectores de faros, siempre que su única función sea cubrir el vidrio del faro, sin influir en la aerodinámica del vehículo.
- Se puede prever cualquier sistema de cierre del tapón del depósito de combustible.
- Se autoriza el cambio de las escobillas limpiaparabrisas delanteras y traseras.
- El mecanismo de limpiaparabrisas trasero puede quitarse.
- La capacidad del depósito del lavacristales es libre, y este depósito puede desplazarse en el habitáculo según el Artículo 252-7.3, en el maletero o en el compartimento motor.
- Los puntos de levantamiento pueden reforzarse, trasladarse o aumentarse su número. Estas modificaciones están limitadas exclusivamente a los puntos de levantamiento.

El gato debe funcionar de modo exclusivamente manual (accionado bien por el piloto, o bien por el copiloto), es decir sin ayuda de ningún sistema equipado con una fuente de energía hidráulica, neumática o eléctrica.

El atornillador automático no debe permitir el desmontaje simultáneo de más de una tuerca.

5.7.2. Protecciones inferiores

- El montaje de protecciones inferiores solo se autoriza en rallyes, a condición de que sean realmente protecciones que respeten la altura mínima al suelo, que sean desmontables y que estén concebidas exclusiva y específicamente con el fin de proteger los elementos siguientes: motor, radiador, suspensión, caja de cambios, depósito, transmisión, dirección, escape y botellas de los extintores.



- Estas protecciones inferiores pueden extenderse toda la anchura de la parte inferior del paragolpes delantero sólo por delante del eje delantero.

5.7.3. Interior

a) Asientos

- Los asientos delanteros pueden retrasarse pero no más allá del plano vertical definido por el borde delantero del asiento trasero de origen.

El límite relativo al asiento delantero está constituido por la altura del asiento sin reposacabezas; si el reposacabezas está integrado en el asiento, por la parte más atrasada de los hombros del conductor.

- Los asientos traseros pueden retirarse.

b) Salpicadero

Los revestimientos situados por debajo del salpicadero, y que no formen parte de él, podrán retirarse. Se permite retirar la parte de la consola central que no contiene ni la calefacción ni los instrumentos (según el dibujo 255-7).

Puede utilizarse el salpicadero homologado como variante kit Súper 2000 – Rallyes.

c) Puertas y revestimientos laterales

- Se permite retirar el material de insonorización de las puertas, siempre que no se modifique su aspecto.
- Se permite retirar el guarnecido de las puertas, así como sus barras de protección lateral, a fin de instalar lo siguiente:
- Un panel de protección lateral construido en material compuesto homologado como Variante Opción Súper 2000 – Rallye.

Para instalar las espumas de protección contra impactos laterales, es obligatorio utilizar los elementos siguientes homologados como Variante Opción Súper 2000 – Rallyes:

- Una modificación de la parte interior de la puerta.
- Ventanillas laterales de policarbonato (espesor mínimo de 4 mm). Estas ventanillas deben poder desmontarse sin utilizar ninguna herramienta.



- Guarnecido de puertas (6 capas de carbono o de carbonokevlar).
- Volumen mínimo de espuma: 60 L (ver e documento titulado: *Specification for 2009 Door foam*).

Aplicación:

- Obligatorio para todos los vehículos homologados después del 31/12/2009.
- Obligatoria para todos los vehículos a partir del 01/01/2011

Puertas traseras:

- Si la estructura original de las puertas no ha sido modificada (supresión aunque sea parcial de las barras o de los refuerzos), los paneles de las puertas pueden hacerse de chapa metálica de 0,5 mm de espesor mínimo, de fibra de carbono de al menos 1 mm de espesor o de otro material sólido y no inflamable de 2 mm de espesor como mínimo.

Las normas antes mencionadas se aplican igualmente para los revestimientos situados bajo las ventanas laterales traseras en los vehículos de dos puertas.

La altura mínima del panel de protección lateral de las puertas debe extenderse desde la base de la puerta a la altura máxima de la traviesa de la puerta.

d) Suelo

Las alfombrillas son libres y pueden retirarse.

e) Materiales de insonorización y de aislamiento

- Se permite quitar cualquier material de aislamiento térmico o sonoro, así como los cinturones de seguridad de origen y las alfombrillas.
- Otros materiales de insonorización y guarnecidos:

Se permite retirar los materiales de insonorización y los guarnecidos, excepto los mencionados en los Artículos 6.6.2.3 (Puertas) y 6.6.2.2. (Salpicadero).

f) Elevalunas

Se permite sustituir un elevalunas eléctrico por un elevalunas manual o una luna trasera pivotante por una luna fija, si esta se encuentra disponible de origen.



En el caso de coches de 4 o 5 puertas, el mecanismo del elevallunas de las ventanillas traseras podrá reemplazarse por un dispositivo destinado a bloquear las ventanillas en posición cerrada.

g) Sistema de calefacción y aire acondicionado

- El sistema de calefacción original puede quitarse, pero un sistema eléctrico de desempañado o similar debe ser conservado.
- El dispositivo de aire acondicionado se puede añadir o retirar, pero debe asegurarse la calefacción.

h) Bandeja trasera

Puede retirarse la bandeja trasera desmontable de los vehículos de dos volúmenes.

i) Accesorios adicionales

Se autorizan, sin restricciones, todos los accesorios que no tengan ningún efecto sobre el comportamiento del vehículo, tales como los que afectan a la estética o a la comodidad interior (iluminación, calefacción, radio, etc.).

Estos accesorios no podrán, en ningún caso, ni siquiera indirectamente, aumentar la potencia del motor, o tener influencia sobre la dirección, la transmisión, los frenos o la estabilidad.

La función de todos los mandos deberá ser la prevista por el constructor.

Se permite adaptarlos para hacerlos más utilizables o más fácilmente accesibles, como por ejemplo, una palanca del freno de mano más larga, una placa adicional en el pedal de freno, etc.

Se permite lo siguiente:

- 1) Los instrumentos de medida, velocímetros, etc., pueden instalarse o sustituirse, con funciones eventualmente diferentes. Tales instalaciones no deben entrañar riesgos. Sin embargo, el velocímetro no podrá retirarse, si el reglamento particular de la prueba lo prohíbe.
- 2) La bocina puede cambiarse o añadirse otra adicional al alcance del pasajero. La bocina no es obligatoria en carreteras cerradas.



3) El mecanismo de bloqueo de la palanca de freno de mano puede cambiarse con el fin de obtener un desbloqueo instantáneo (freno de mano “fly-off”).

4) El volante de la dirección es libre. El sistema de bloqueo antirrobo de dirección puede dejarse inoperante.

El mecanismo de retirada rápida del volante debe consistir en un collarín concéntrico al eje del volante, coloreado amarillo por medio de anodización o cualquier otro revestimiento duradero, e instalado en la columna de dirección por detrás del volante.

El sistema de retirada debe ser operado tirando del collarín siguiendo el eje de la dirección.

Se permiten las versiones de "conducción a la izquierda" o "conducción a la derecha", siempre que el vehículo de origen y el vehículo modificado sean mecánicamente equivalentes y que la función de las piezas permanezca idéntica a la definida por el constructor.

5) Se permite añadir compartimentos suplementarios a la guantera y bolsillos adicionales en las puertas, siempre que se usen los paneles de origen.

6) Se pueden añadir paneles de material aislante sobre los paneles existentes para proteger a los pasajeros del fuego.

5.8 Sistema eléctrico

a) La tensión nominal del sistema eléctrico, incluido el circuito de alimentación del encendido, debe mantenerse. Se permite añadir relés o fusibles al circuito eléctrico, así como alargar o añadir cables eléctricos.

Los cables eléctricos y sus fundas son libres.

b) Batería

La marca y la capacidad de la(s) batería(s) son libres. Cada batería debe estar sólidamente fijada y cubierta para evitar todo cortocircuito o fuga de líquido.

Debe mantenerse el número de baterías previsto por el constructor.



Si la batería se desplaza de su posición original, la fijación a la carrocería debe estar formada por un soporte metálico y dos abrazaderas metálicas con un revestimiento aislante anclados al suelo por medio de pernos y tuercas.

Para fijar estas abrazaderas se deberán utilizar pernos de un diámetro mínimo de 10 mm, y bajo cada uno, una contraplaca por debajo de la chapa de la carrocería de, al menos, 3 mm de espesor y, como mínimo, 20 cm² de superficie.

La batería deberá estar cubierta por una caja de plástico estanca, con su propia fijación.

Su situación es libre, pero si se coloca en el habitáculo, solo podrá hacerse por detrás de los asientos delanteros.

En este caso, la caja de protección deberá incluir una toma de aire con salida fuera del habitáculo (ver dibujos 255-10 y 255-11).

En el caso de que la batería situada en el habitáculo sea una batería seca, deberá estar protegida eléctricamente por una cobertura que la recubra completamente.

c) Generador y regulador de tensión

Debe utilizarse el alternador de origen o el alternador homologado.

El sistema de arrastre del generador no debe modificarse.

El generador de tensión y el regulador de tensión pueden desplazarse, pero deben mantener su situación de origen (compartimento motor, etc.).

d) Alumbrado y señalización

Los sistemas de alumbrado y señalización deben estar conformes con la normativa vigente del país de la prueba o con la Convención Internacional sobre Tráfico. Teniendo esto en cuenta, se permite modificar la situación de las luces de señalización y de posición, pero los orificios originales deben taparse.

La marca de los aparatos de alumbrado es libre.

Los aparatos de alumbrado que formen parte del equipo normal, deben ser los previstos por el constructor y, en cuanto a su funcionamiento, deben estar conformes a lo previsto por el constructor para el modelo considerado.



Los faros de origen pueden reemplazarse por otros que presenten las mismas funciones de alumbrado, siempre que no se recorte la carrocería y que se tape completamente el orificio original.

Se permite modificar el sistema de funcionamiento de los faros escamoteables, así como su fuente de energía.

Se deja entera libertad en lo que concierne al cristal de protección del faro, al reflector y a las lámparas.

Los faros suplementarios están autorizados, a condición de que el número total de faros presentes en el vehículo no exceda de 8 (no incluidas las luces de posición ni laterales) y a condición de que el total sea par. Si es necesario, pueden instalarse empotrados en el frontal de la carrocería o en la parrilla, pero las aperturas que se practiquen deberán ser tapadas completamente por los faros.

Los faros de origen pueden dejarse inoperantes y pueden cubrirse con cinta adhesiva.

Se permite reemplazar un faro rectangular por dos circulares, o viceversa, montados sobre un soporte de las dimensiones del orificio y que lo tape completamente.

Se autoriza el montaje de una luz de marcha atrás, si es preciso por empotramiento en la carrocería, a condición de que solo se encienda cuando la palanca de cambio está en la posición de “marcha atrás” y bajo reserva de que se respeten los reglamentos de tráfico a los que esté sujeta.

Si se prevé un nuevo soporte de la placa de matrícula con iluminación, el sistema original (soporte e iluminación) puede retirarse.

Excepto en rallyes, la iluminación de la placa no es obligatoria.

El reglamento particular de una prueba podrá aportar derogaciones a las prescripciones anteriores.

e) En el caso de accesorios suplementarios, los interruptores eléctricos y los controles eléctricos fijados a la columna de dirección pueden cambiarse libremente, en lo que concierne a su uso, su posición y su número.



5.9 Circuito de combustible

a) Depósito de combustible

El depósito de combustible debe estar homologado en la extensión de tipo Variante Kit Súper 2000 – Rallyes. Puede utilizarse únicamente ese depósito de combustible (sin ninguna modificación). Su ubicación deberá ser la especificada en la Extensión de tipo Variante Kit Súper 2000 – Rallyes.

Es obligatorio utilizar una protección estanca que separe el depósito de los ocupantes del vehículo. El llenado debe efectuarse obligatoriamente y únicamente por medio de conectores rápidos.

b) Conductos de gasolina

Los conductos de gasolina flexibles deben ser de calidad de aviación.

La instalación de los conductos de gasolina es libre, siempre que se respete lo prescrito por el Artículo 253-3 del Anexo J.

c) Bombas de gasolina

Las bombas de gasolina son libres, a condición de que estén instaladas dentro del depósito de combustible. Las bombas deben estar separadas del habitáculo mediante una protección ignífuga y estanca a los líquidos.

Se pueden añadir al circuito de alimentación filtros de gasolina de una capacidad unitaria de 0,5 l.

ARTÍCULO 6: SEGURIDAD

Se aplican las prescripciones de seguridad establecidas para los vehículos del Grupo N, especificadas en el Artículo 253 del Anexo J.