



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza
décadas construyendo futuro juntos



TRABAJO FIN DE GRADO (T.F.G.)

Título del trabajo

**Propuesta de estudio para legalización de nueva suspensión en
vehículo SEAT LEON y análisis de la influencia en el vehículo.**

English title

**Study proposal for legalization of new suspension in SEAT LEON vehicle
and analysis of the influence on the vehicle.**

Autor/es

Francisco Javier Puértolas Gómez

Director/es

Santiago Baselga Ariño

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Curso

2020 / 2021

(Este documento debe remitirse a seceina@unizar.es dentro del plazo de depósito)

D./D^a. FRANCISCO JAVIER PUÉRTOLAS GÓMEZ ,
en aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de
11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se
aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,
Declaro que el presente Trabajo de Fin de Estudios de la titulación de
Grado en Ingeniería Mecánica (Título del Trabajo)

Propuesta de estudio para legalización de nueva suspensión en vehículo SEAT
LEON y análisis de la influencia en el vehículo.

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser
citada debidamente.

Zaragoza, a 24 de noviembre de 2021


D. Francisco Javier Puértolas Gómez
Ingeniero Técnico
Colegiado nº 6255
C/Alfonso Garret, 3-5, 4º A
50100 TOL - Miré, P.O. 711 AGS - 50008-ZARAGOZA

Fdo: FRANCISCO JAVIER PUÉRTOLAS GÓMEZ

ÍNDICE

1. Resumen	pág. 05
2. Introducción	pág. 06
3. Justificación	pág. 08
4. Antecedentes	pág. 09
5. Memoria	pág. 09
5.1. Identificación del vehículo	pág. 08
5.2. Datos de carácter general	pág. 08
5.2.1. Autor del Trabajo fin de Grado/Proyecto	pág. 09
5.2.2. Solicitante de la reforma	pág. 10
5.2.3. Ejecutor de la reforma	pág. 10
6. Normativa técnica aplicable	pág. 10
6.1. Descripción y alcance de la reforma	pág. 10
6.2. Descripción general de la reforma	pág. 13
6.3. Detalles de la reforma	pág. 14
6.3.1. Modificación del sistema de suspensión	pág. 14
6.4. Características del vehículo antes y después de la reforma	pág. 16
6.4.1. Antes de la reforma	pág. 17
6.4.2. Después de la reforma	pág. 18
6.5. Plan de ejecución	pág. 19
7. Cálculos justificativos	pág. 20
7.1. Reparto de pesos por eje	pág. 20
7.2. Cálculo del sistema de suspensión	pág. 21
7.2.1. Cálculo del mecanismo completo simplificado	pág. 22
7.2.2. Cálculo del muelle	pág. 32
7.2.2.1 Cálculo estático (Resistencia)	pág. 33
7.2.2.1.1 Cálculo del esfuerzo máximo a tracción/compresión	pág. 34
7.2.2.1.2 Cálculo de esfuerzo soportado por los ejes	pág. 34
7.2.2.2 Cálculo estático (Rigidez)	pág. 34
7.2.2.2.1. Carga máxima aplicable en función de la flecha	pág. 36
7.2.2.2.2. Cálculo de torsión en función de cargas oscilantes (Fatiga)	pág. 38
7.2.2.2.3. Resumen de los cálculos efectuados	pág. 38
7.3. Variación de la frecuencia vertical del vehículo	pág. 39

7.4.	Análisis mediante el programa de simulación V_{susp} (virtual suspensión)	pág. 42
8.	Conclusiones	pág. 47
8.1.	Resumen actos reglamentarios afectados por la Reforma	pág. 48
9.	Pliego de condiciones	pág. 49
9.1.	Objeto y alcance	pág. 49
9.2.	Materiales	pág. 50
9.3.	Normativa aplicada	pág. 51
9.4.	Condiciones de uso del operador	pág. 54
10.	Estudio de Seguridad y Salud	pág. 56
10.1.	Condiciones mínimas que debe cumplir el lugar de trabajo	pág. 56
10.2.	Equipos de protección individual de los trabajadores y otras consideraciones	pág. 58
11.	Presupuesto	pág. 60
12.	Planos y fotografías	pág. 61
12.1.	Croquis acotado del vehículo antes de la Reforma	pág. 61
12.2.	Croquis acotado del vehículo después de la Reforma	pág. 61
12.3.	Detalle de elementos instalados	pág. 63
12.3.1.	Detalles generales	pág. 63
12.3.2.	Fotografías de elementos instalados	pág. 64
12.3.3.	Fotografías de las comprobaciones realizadas	pág. 64
13.	Anexos	pág. 66
13.1.	Medición del guardabarros	pág. 67
13.2.	Ficha técnica antes de la reforma	pág. 68
13.3.	Ficha Reducida de homologación	pág. 69
13.4.	Permiso de circulación	pág. 74
13.5.	Conceptos teóricos básicos sobre suspensión	pág. 77
13.6.	Documentación necesaria para la legalización de una reforma	pág. 90
13.6.1.	Modelo de Proyecto Técnico de Reforma	pág. 90
13.6.2.	Modelo de Certificado de Taller	pág. 91
13.6.3.	Modelo de Informe de Conformidad	pág. 92
13.6.4.	Modelo de Certificado Fin de Obra	pág. 94
13.7.	Abreviaturas y siglas utilizadas	pág. 98
13.8.	Relación de fotografías	pág. 98
13.9.	Relación de figuras	pág. 99
14.	Bibliografía / webgrafía empleada	pág. 100

1 Resumen

A continuación se presenta el resumen sintetizado del Trabajo Final de Grado realizado durante el curso académico 2020-2021, por el alumno matriculado en la Universidad de Zaragoza, en el Grado en Ingeniería Mecánica, D. Francisco Javier Puértolas Gómez, cuyo título se expone a continuación.

TÍTULO DEL TRABAJO FIN DE GRADO:

“Propuesta de estudio para legalización de nueva suspensión en vehículo SEAT LEON y análisis de la influencia en el vehículo”.

ENGLISH TITLE:

“Study proposal for legalization of new suspension in SEAT LEON vehicle and analysis of the influence on the vehicle”.

Este Trabajo Fin de Grado se basa en la elaboración de una propuesta de estudio para la realización de una reforma relativa a la sustitución de los muelles de suspensión en el vehículo de categoría M1, matriculado en España, marca SEAT, modelo LEON, y su posterior legalización en territorio nacional.

Se va a analizar la influencia de estos cambios mencionados en el sistema de suspensión del vehículo, consistentes en la sustitución de los muelles helicoidales, realizando los cálculos adecuados que permitan justificar la legalización de la reforma propuesta.

También se va a estudiar el nuevo comportamiento de estos resortes en el sistema de suspensión y su influencia en la geometría de dirección y en el resto de elementos afectados.

Además se va a comprobar y modelar la nueva respuesta expresada, fundamentalmente, en los diferentes esfuerzos que soportará el sistema.

Posteriormente se va a comprobar el nuevo comportamiento del vehículo debido a los cambios anteriormente mencionados y a su influencia sobre la variación de la frecuencia vertical del sistema de suspensión del vehículo estudiado.

Por último se analizarán los trámites y documentación necesaria, en territorio nacional, para la legalización de la reforma propuesta.

Para realizar este estudio se incluyen, como punto de partida, los datos y especificaciones contenidos en la ficha técnica del vehículo, en el permiso de circulación y en la Ficha reducida de homologación para este vehículo de categoría M1.

Este Trabajo Fin de Grado será realizado respetando la normativa vigente para la consecución de la legalización de la reforma planteada, ajustándose al Manual de Reformas y a sus Códigos de Reforma afectados.

Al finalizar este trabajo se van a arrojar las conclusiones del mismo, vertiendo una valoración técnica sobre el procedimiento necesario para la legalización de esta reforma planteada, analizando, tanto la nueva respuesta del vehículo, como su impacto directo en la conducción del automóvil.

2 Introducción

Debido al avance continuo de la tecnología el mundo del automóvil se encuentra en constante evolución desarrollando modificaciones sobre diferentes aspectos relacionados con los sistemas de los vehículos que, inexorablemente, desembocan en reformas de los sistemas originales del vehículo que serán ejecutadas, de manera obligatoria, según la normativa de aplicación vigente, es decir, según el Manual de Reformas y su normativa asociada de aplicación.

Actualmente se está incidiendo sobremanera en la reducción de emisiones por lo que se está investigando en la búsqueda de energías alternativas basadas en nuevos combustibles y en la electrificación total de los vehículos, entre otros aspectos, intentando alcanzar alguno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por Naciones Unidas y adoptados, en el año 2015, por 196 Estados comprometidos para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para el año 2030. Para mayor concreción esta evolución constante de la tecnología busca cumplir con el objetivo nº13 consistente en adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

El objetivo principal de este trabajo final de grado es el estudio de la modificación del sistema

de suspensión de un vehículo, de carácter particular, y su legalización. Concretamente se pretende realizar una reforma en el vehículo SEAT LEON, con matrícula 2907 BZV, cumpliendo, entre otras normativas de aplicación, con el Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.

La reforma, denominada como (CR) 5.1, "Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos", consistirá en:

- Modificación del sistema de suspensión

Para poder modificar este sistema de una manera satisfactoria resulta necesario conocer las funciones básicas de la suspensión de un vehículo que se enumeran a continuación:

- capacidad de ofrecer cierta confortabilidad a sus ocupantes
- capacidad para absorber las irregularidades del terreno
- capacidad para mantener la estabilidad del vehículo en cualquier situación

En este trabajo final de grado se va a exponer la documentación necesaria para poder legalizar esta reforma mencionada, es decir, el Proyecto Técnico, el Informe de Conformidad del Laboratorio acreditado, el Certificado de Taller y el Certificado final de Obra, que permitan, posteriormente, anotar dicha reforma ejecutada en la tarjeta de Inspección Técnica del Vehículo reformada.

Además, para complementar el estudio, se incluirán los cálculos justificativos relacionados con la reforma realizada y que resultan necesarios para dar cumplimiento a la legislación vigente sobre la tramitación de reformas de importancia de vehículos.

Sobre este caso práctico se analizarán, por extensión, las reformas de importancias según la reglamentación vigente de aplicación.

Además se va a estudiar la forma de gestionar estas reformas determinando los requisitos mínimos exigibles y analizando los parámetros de la dirección y otros ajustes necesarios.

La metodología empleada se basa en:

- comprobación de la existencia de la documentación que justifique esta reforma
- realización de los cálculos que justifiquen la reforma
- analizar, mediante diferentes herramientas, la influencia de esta reforma en las cotas de

la dirección y otros elementos afectados

- analizar el procedimiento de legalización de la Reforma
- conclusiones respecto de la reforma realizada
- firma del Trabajo Fin de Grado suscrito

A lo largo del desarrollo de este trabajo fin de grado, se van a incluir diferentes apartados tales como el Pliego de Condiciones, el Estudio Básico de Seguridad, el Presupuesto de Ejecución material de la Reforma y, los planos y fotografías del vehículo antes y después de la Reforma. Además se ha citado la bibliografía, webgrafía y figuras utilizadas para la confección de este trabajo.

Al final del mismo se muestra un apartado denominado "Anexos" donde se mencionan diferentes informaciones necesarias para la redacción de este Proyecto como la medición de guardabarros para la comprobación de la no afección de la reforma realizada y, la ficha técnica, la ficha reducida de homologación para este vehículo de categoría M1 y el permiso de circulación, de donde, como se ha mencionado con anterioridad, se recogen los datos necesarios para la confección de esta propuesta de estudio presentada.

3 Justificación

Este Proyecto Técnico nace de la necesidad del solicitante, por motivos estéticos y de mejora de la aerodinámica del vehículo, de reformar el turismo anteriormente mencionado cumpliendo con la normativa vigente. Además, una vez realizada la modificación consistente en la reducción del espacio entre el propio vehículo y el suelo, el solicitante desearía participar en las tandas organizadas que se desarrollan en el circuito del Jarama (Madrid).

Este Proyecto servirá de base para la obtención, por un lado, del correspondiente informe favorable del Laboratorio Acreditado seleccionado, y por otro, de las necesarias Autorizaciones de los Organismos Oficiales Competentes que posibiliten la circulación del vehículo después de la Reforma.

La finalidad de este Proyecto es, una vez obtenido el Informe de Inspección de Vehículos con el resultado de "favorable", incorporar esta reforma con su correspondiente código de reforma en el apartado de "reformas autorizadas" de la ficha técnica del vehículo.

4 Antecedentes

El presente Proyecto surge de la petición de D. Alberto Chueca Herrer al técnico competente estudiante del Grado en Ingeniería Mecánica, D. Francisco Javier Puértolas Gómez, puesto que el peticionario quiere plantear reformas en su vehículo.

Las reformas objeto del siguiente proyecto se encuentran tipificadas y reglamentadas en el Real Decreto 866/2010 de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de Vehículos.

5 Memoria

5.1 Identificación del vehículo

Marca	SEAT LEON
Tipo	1P
Variante	AFBWJX01
Versión	SGNFM62Q0210G
Contraseña de homologación	E9*2001/116*0052
Fecha de primera matriculación	08/02/2008
Matrícula	2907 FZW
Número de bastidor	VSSZZZ1PZ8R078551

5.2 Datos de carácter general

5.2.1 Autor del Trabajo

El autor del Proyecto es D. Francisco Javier Puértolas Gómez, estudiante matriculado en el Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza.

NIF: 29101956 - X
Dirección: C/Ángel Ganivet, 3-5, 4ºA
50008 Zaragoza
Teléfonos: 976 593 841 / 606 771 468
E-mail: javierpuertolas@coitiar.es

5.2.2 Solicitante de la reforma

Apellidos: Chueca Herrer
Nombre: Alberto
NIF: 29135481 - R
Teléfono: 622 021 982

5.2.3 Ejecutor de la reforma

La reforma se debe de realizar en una Empresa/Taller dedicada a la actividad de "reparación de automóviles", habilitada a tal efecto y poseedora de número de registro industrial.

6 Normativa técnica aplicable

6.1 Descripción y alcance de la reforma

Este Proyecto Técnico de reforma se realiza sobre el vehículo SEAT LEON, tipo 1P, variante AFBWJX01, versión SGNFM62Q0210G, contraseña de homologación E9*2001/116*0052, fecha de primera matriculación 08/02/2008, matrícula 2907 FZW, con número de bastidor VSSZZZ1PZ8R078551, con la finalidad de obtener las autorizaciones necesarias para el procedimiento de legalización del mismo.

La reforma se encuentra tipificada y reglamentada en el Real Decreto 866/2010 de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de Vehículos.

Esta reforma a realizar se identifica mediante los Códigos de Reforma indicados en el Manual de Reformas de Vehículos, en la Sección I "Vehículos de categorías M, N y O".

Dado que este vehículo a reformar pertenece a la categoría M1 y que la reforma a efectuar es referida a la suspensión, ésta se encuadrará en el grupo 5 "Suspensión" con la siguiente codificación:

5.1. *Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos.*

A continuación se enuncia la normativa, en el marco de las reformas de importancia en vehículos, relacionada con este Proyecto Técnico.

Reformas de vehículos

✓ **Real Decreto 866/2010 del 2 de Julio de 2010**

Sustituye al anterior Real Decreto 736/88 de Julio de 1988

✓ **Manual de Reformas de Importancia de mayo de 2020 revisión 6ª (corrección 1ª)**

Homologación de vehículos de motor

✓ **Real Decreto 750/2010 de 4 de junio de 2010**

Por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos

✓ **Real Decreto 2028/1986**

Normas para aplicación de Directivas CEE relativas a homologación de tipo de vehículos

✓ **Orden IET/1043/2012, de 10 de mayo**

Actualización de los anexos I y II del RD 2028/1986

✓ **Directiva 2007/46/CE (Texto consolidado)**

Por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco).

Es modificada por:

- Reglamento (CE) nº 78/2009
- Reglamento (CE) nº 79/2009
- Reglamento (CE) nº 595/2009
- Reglamento (CE) nº 661/2009
- Directiva 2010/19/UE
- Reglamento (UE) nº 371/2010
- Reglamento (UE) nº 183/2011
- Reglamento (UE) nº 582/2011
- Reglamento (UE) nº 678/2011

Actos reglamentarios

Protección de los peatones

✓ **Directiva 2003/102/CE**

Relativa a la protección de los peatones en caso de colisión y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE. Derogada por el Reglamento (CE) nº 78/2009

Es modificada por:

- Decisión de la Comisión 2004/90/CE

✓ **Reglamento (CE) nº 78/2009**

Relativo a la homologación de vehículos en lo que se refiere a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública

Vehículos

✓ **A.R. 92/21/CEE**

Relativa a masas y dimensiones

✓ **A.R. 74/483/CEE**

Relativa a salientes exteriores

✓ **Reglamento UE 1230/2012**

Relativo a la distribución de masas

Reglamento General de Vehículos

✓ **Real Decreto 2822/1998**

Reglamento General de Vehículos

Es modificado por:

- Orden de 15 de septiembre de 2000. Modifica el Anexo XVIII del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998 relativo a las placas de matrícula
- Orden de 13 de octubre de 2004 del Ministerio de Presidencia. Modifica el Anexo IX del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998 relativo a masas y dimensiones
- Orden de 21 de enero de 2010. Modifica los Anexos II, IX, XI, XII y XVIII del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998

Inspección de las ITV

✓ **Manual de procedimiento de inspección de las ITV (Versión 7.5.0 COVID19)**

Publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo el 01 de junio de 2021

✓ **Real Decreto 711/2006**

Modificación del Real Decreto sobre inspección técnica de vehículos

Reglamento de conductores y circulación

✓ **Real Decreto 818/2009**

Reglamento General de Conductores

✓ **Real Decreto 1428/2003**

Reglamento General de Circulación

Es modificado por:

- Real Decreto 965/2006

Varios

- ✓ **Norma UNE 26-192-87**

Valores de tolerancias para cada categoría de vehículo

Reglamentación obsoleta

- ✓ **Real Decreto 736/88**

Reformas de importancia

- ✓ **Real Decreto 2140/1985**

Normas sobre la homologación de tipo de vehículos, derogado por el Real Decreto 750/2010

- ✓ **Corrección Real Decreto 2140/1985**

Corrección publicando los Anexos del Real Decreto 2140/1985 omitidos en su publicación en el BOE. Incluye los modelos de fichas reducidas y tarjetas ITV

- ✓ **Orden de 31 de marzo de 1998**

Actualización de los Anexos del Real Decreto 2140/1985

- ✓ **Real Decreto 1204/1999.**

Modificación del RD 2140/1985

- ✓ **Directiva 70/156/CEE**

Aproximación legislaciones de países europeos para homologación de vehículos. Es derogada por la Directiva 2007/46/CE

- ✓ **Real Decreto 772/1997**

Reglamento General de Conductores

6.2 Descripción general de la Reforma

La Reforma va a consistir en la modificación del sistema de suspensión y precisa de la siguiente documentación:

- Proyecto Técnico
- Informe de Conformidad de Laboratorio acreditado
- Certificado de Taller
- Certificado Final de Obra.

6.3 Detalles de la Reforma

6.3.1 Modificación del sistema de suspensión

6.3.1.1 Descripción técnica

Se va a modificar la suspensión de serie del vehículo, dotado de sistema ABS, mediante la incorporación de muelles helicoidales específicos para este modelo SEAT LEON, con la finalidad de reducir el espacio entre el propio vehículo y el suelo.

Los amortiguadores y sus topes o suplementos originales no se modifican.

Se mantienen los anclajes originales.

6.3.1.2 Desmontajes realizados

No se realizan desmontajes permanentes.

Se desmontará el sistema de suspensión original, es decir, los muelles y amortiguadores de serie de este vehículo, para la posterior sustitución de los mencionados resortes helicoidales.

6.3.1.3 Variaciones y sustituciones

Se sustituirán los cuatro resortes helicoidales originales, por unos específicos para este modelo de vehículo, Marca EIBACH.

Su referencia de identificación es la que se muestra a continuación:

- Muelles delanteros: 111500703VA
- Muelles traseros: 118501405HA

Se conservarán los amortiguadores y topes originales.

La altura del vehículo disminuirá en 39 mm.

Esta variación no altera el posicionamiento de los siguientes componentes:

- ✓ Las luces de cruce deben estar situadas entre 500 y 1.200 mm del suelo.
- ✓ Las luces antiniebla delanteras están situadas entre 250 mm del suelo y las de cruce.
- ✓ Las luces de posición delanteras están situadas entre 350 y 1.500 mm del suelo.
- ✓ La luz de marcha atrás se encuentra a menos de 1.200 mm del suelo.

- ✓ La luz de posición trasera se encuentra situada entre 350 y 1.500 mm del suelo.
- ✓ La luz antiniebla trasera se encuentra a menos de 1.000 mm del suelo.
- ✓ La luz de freno se encuentra situada entre 350 y 1.500 mm del suelo.
- ✓ La placa de matrícula trasera se encuentra situada entre 300 y 1.200 mm del suelo
- ✓ La protección trasera debe estar colocada a menos de 550 mm del suelo
- ✓ El dispositivo de acoplamiento se encuentra entre 350 mm y 420 mm del suelo (con el vehículo cargado conforme se indica en el apéndice 1 del anexo VII del reglamento 55)

(Véase el apartado 12.3.4 Fotografías de las comprobaciones realizadas)

6.3.1.4 Materiales empleados

No existen elementos artesanales.

Los nuevos muelles a instalar son análogos, es decir, fabricados con idénticos materiales que los originales, de acero, cuyo módulo de elasticidad transversal es de 103005 N/mm².

(Véase el apartado 12.3.3 Fotografías de los elementos instalados)

6.3.1.5 Montajes realizados

No se realizan montajes de elementos nuevos.

Los muelles a instalar están diseñados para el modelo de vehículo objeto del Proyecto, es decir, para SEAT LEON.

Su forma y dimensiones se ajustan a la normativa vigente.

El peso de este nuevo elemento es similar al elemento desinstalado.

Modo de anclaje

Se respetan los sistemas de anclaje de los muelles originales para el modelo SEAT LEON, no modificando su emplazamiento, es decir, fijados a los puntos de anclaje de serie que tenían los sustituidos.

(Véase el apartado 12.3.3 Fotografías de los elementos instalados)

6.3.1.6 Normativa que afecta

El Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, en su artículo 3, punto 20, define el Manual de Reformas de Vehículos como marco para definir las reformas de vehículos.

Esta reforma se encuentra tipificada en el manual de reformas con el código **5.1** "Modificación de las características del sistema de suspensión o de alguno de sus componentes elásticos".

A.R. 70/221/CEE. Sistema afectado: dispositivos de protección trasera.

A.R. 70/222/CEE. Sistema afectado: emplazamiento de la placa de matrícula posterior.

A.R. 2003/97/CE. Sistema afectado: dispositivos de visión indirecta.

A.R. 76/756/CEE. Sistema afectado: instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa.

A.R. 78/549/CEE. Sistema afectado: guardabarros.

A.R. 89/297/CEE. Sistema afectado: protección lateral.

A.R. 91/226/CEE. Sistema afectado: sistemas anti-proyección.

A.R. 92/21/CEE. Sistema afectado: masas y dimensiones.

A.R. 94/20/CE. Sistema afectado: dispositivos de acoplamiento.

A.R. 2003/102/CE. Sistema afectado: protección de peatones.

A.R. 2005/66/CE. Sistema afectado: sistemas de protección delantera.

Esta modificación no afecta a los requisitos técnicos del vehículo cubierto por la homologación parcial de acuerdo con la directiva de frenado 71/320/CEE, puesto que no se altera ni modifica la regulación de las válvulas distribuidoras o válvulas sensibles a la carga.

6.4 Características antes y después de la Reforma

6.4.1 Características antes de la reforma

Datos	
Clasificación del vehículo	1000 - TURISMO
Marca	SEAT
Tipo	1P
Variante	AFBWJX01
Versión	SGNFM62Q0210G
Denominación comercial	SEAT LEON
Nº de identificación del vehículo	VSSZZZ1PZ8R078551
Categoría del vehículo	M1
Procedencia	U.E.
Nº de homologación del vehículo de base	E9*2001/1116*0052
Masa en orden de marcha M.O.M. (kg)	1.450 (TARA=1.375Kg.)
M.T.M.A./M.M.A. (Kg)	1.945/1.945
M.T.M.A. 1ºeje/2ºeje (Kg)	1.047/926
M.M.A. 1ºeje/2ºeje (Kg)	1.047/926
M.M.R. c/f Masa remolcable c/frenos (Kg)	1.400
M.M.R. s/f Masa remolcable: s/freno (Kg)	720
Altura total (mm)	1.459
Anchura total (mm)	1.768
Longitud total (mm)	4.315
Voladizo posterior (mm)	788
Distancia entre ejes (mm)	2.578
Ancho de vía delantero (mm)	1.525
Ancho de vía trasero (mm)	1.509
Nº de ejes y ruedas	2/4
Ejes motrices	1
Nº y dimensiones de los neumáticos	4, +1 de repuesto 225/40 R18 91W
Tipo de combustible	Gasolina
Cilindrada (cm ³)	1.984
Nº y disposición de los cilindros	4 en línea
Potencia del motor (kW)	177
Nº de puertas	4 puertas laterales con 1 portón trasero
Opciones incluidas en la homologación de tipo	
Ancho de vía delantero (mm):	1.553
Ancho de vía trasero (mm):	1.517
Neumático de invierno:	225/40 R18 92 V M+S
Techo abrible en origen	
Observaciones	
Fecha primera matriculación:	08/02/2008
Reformas autorizadas	
- - -	

6.4.2 Características después de la reforma

Datos	
Clasificación del vehículo	1000 - TURISMO
Marca	SEAT
Tipo	1P
Variante	AFBWJX01
Versión	SGNFM62Q0210G
Denominación comercial	SEAT LEON
Nº de identificación del vehículo	VSSZZZ1PZ8R078551
Categoría del vehículo	M1
Procedencia	U.E.
Nº de homologación del vehículo de base	E9*2001/1116*0052
Masa en orden de marcha M.O.M. (kg)	1.450 (TARA=1.375Kg.)
M.T.M.A./M.M.A. (Kg)	1.945/1.945
M.T.M.A. 1ºeje/2ºeje (Kg)	1.047/926
M.M.A. 1ºeje/2ºeje (Kg)	1.047/926
M.M.R. c/f Masa remolcable c/frenos (Kg)	1.400
M.M.R. s/f Masa remolcable: s/freno (Kg)	720
Altura total (mm)	1.420
Anchura total (mm)	1.768
Longitud total (mm)	4.315
Voladizo posterior (mm)	788
Distancia entre ejes (mm)	2.578
Ancho de vía delantero (mm)	1.525
Ancho de vía trasero (mm)	1.509
Nº de ejes y ruedas	2/4
Ejes motrices	1
Nº y dimensiones de los neumáticos	4, +1 de repuesto 225/40 R18 91W
Tipo de combustible	Gasolina
Cilindrada (cm ³)	1.984
Nº y disposición de los cilindros	4 en línea
Potencia del motor (kW)	177
Nº de puertas	4 puertas laterales con 1 portón trasero
Opciones incluidas en la homologación de tipo	
Ancho de vía delantero (mm):	1.553
Ancho de vía trasero (mm):	1.517
Neumático de invierno:	225/40 R18 92 V M+S
Techo abrible en origen	
Observaciones	
Fecha primera matriculación:	08/02/2008
Reformas autorizadas	
Modificación del sistema de suspensión	NOVIEMBRE/2021

6.4.2.1 Peso

Se ha verificado que la reforma realizada en el vehículo no ha modificado su peso. Su masa en orden de marcha (M.O.M.) es de 1.450kg antes y después de la reforma.

6.4.2.2 Dimensiones

Se ha verificado que la reforma realizada en el vehículo ha modificado sus dimensiones. La altura del vehículo ha disminuido en 39mm, es decir, ha pasado de 1.459mm a 1.420mm.

(Véase el apartado 12.2 "Croquis acotado del vehículo después de la reforma")

6.5 Plan de ejecución acotado del vehículo después de la reforma

Esta reforma está tipificada en el Manual de Reformas de Vehículos con el siguiente código:

(CR) 5.1 "Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos".

La reforma será realizada en un taller autorizado que emita un Certificado de Taller (C.T.) de la reforma ejecutada según las prescripciones que se desprenden de la redacción del Proyecto Técnico de Reforma (P.T.R.).

También será preceptivo un Informe de Conformidad (I.C.), emitido por un Laboratorio acreditado, que avale esta reforma propuesta.

Además se emitirá un Certificado Fin de Obra (C.F.O.) que justifique que la reforma ha sido realizada según el Proyecto redactado.

(Véase el apartado 13.6 "Documentación necesaria para la legalización de una reforma")

Para terminar la legalización de la reforma se aportará toda la documentación mencionada en una estación de Inspección de Vehículos (I.T.V.) dedicada a reformas para que, después de pasar la revisión del vehículo reformado con la calificación de favorable, anoten en el apartado de reformas autorizadas de la tarjeta del vehículo la reforma efectuada.

7 Cálculos justificativos

7.1 Reparto de pesos por eje

Sin modificaciones. No procede, puesto que la modificación de pesos es "no significativa".

(Véase apartado 6.4.2. "Características después de la reforma").

Siguiendo lo dispuesto en el Reglamento UE 1230/2012 la distribución de masas debe cumplir los siguientes requisitos:

- La suma de las masas máximas técnicamente admisibles sobre los ejes no deberá ser inferior a la masa máxima en carga técnicamente admisible del vehículo.
- La masa máxima en carga técnicamente admisible del vehículo no deberá ser inferior a la masa del vehículo en orden de marcha más la masa de los pasajeros más la masa del equipamiento opcional más la masa del acoplamiento, si no se incluye en la masa en orden de marcha.
- Si el vehículo está cargado hasta alcanzar la masa máxima en carga técnicamente admisible, la masa sobre cada eje no deberá exceder de la masa máxima técnicamente admisible sobre el eje en cuestión.
- Si el vehículo está cargado hasta alcanzar la masa máxima en carga técnicamente admisible, la masa sobre el eje delantero no deberá en ningún caso ser inferior al 30% de la masa máxima en carga técnicamente admisible del vehículo.
- Si el vehículo está cargado hasta alcanzar la masa máxima en carga técnicamente admisible más la masa máxima técnicamente admisible en el punto de acoplamiento, la masa sobre el eje delantero no deberá en ningún caso ser inferior al 20% de la masa máxima en carga técnicamente admisible del vehículo.
- En caso de que un vehículo tenga asientos desmontables, el procedimiento de verificación se aplicará únicamente a la situación con el máximo número de plazas de asiento.

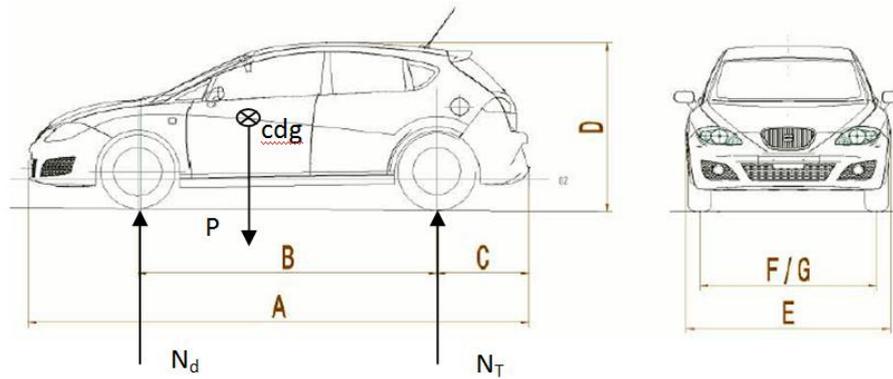


Figura 1. Esquema del vehículo

Datos	Observaciones
P = 1.945 kg.	P es la M.M.A. del vehículo
N _d = 1.047 kg.	N _d es la M.M.A. del vehículo en el eje delantero
N _T = 926 kg.	N _T es la M.M.A. del vehículo en el eje trasero
A = 4.315 mm.	A es la longitud total del vehículo
B = 2.578 mm.	B es la distancia entre ejes
C = 788 mm.	C es el voladizo posterior
D = 1.459 mm.	D es la altura total del vehículo
E = 1.768 mm.	E es la anchura del vehículo
F = 1.525 mm.	F es el ancho de vía delantero
G = 1.509 mm.	G es el ancho de vía trasero
c.d.g.	Representa el centro de gravedad del vehículo
M.M.A.	Representa la masa máxima admisible del vehículo

La altura total (D) del vehículo disminuirá en 39 mm. después de la incorporación de los nuevos muelles (de 1.459 mm a 1.420 mm).

7.2 Cálculo del sistema de suspensión

Se sustituirán los muelles originales por unos nuevos, de menor recorrido, conservando los amortiguadores originales.

Las últimas espiras de los nuevos resortes helicoidales a instalar también serán planas para facilitar el asiento del mismo sobre sus bases de apoyo, realizando un adecuado ajuste y utilizando los anclajes originales por lo que no procede el cálculo de las fijaciones de los mismos.

Los nuevos muelles soportarán solicitaciones distintas a los muelles originales, pero la transmisión de los mismos será de forma similar.

La nueva altura del vehículo disminuirá en 39mm.

Se va a realizar un modelo genérico para obtener los esfuerzos a los que está sometido el sistema de suspensión de un vehículo.

Posteriormente, este modelo se va a particularizar al vehículo objeto de estudio, Seat Leon, para obtener los esfuerzos soportados por algunos elementos del sistema.

7.2.1 Cálculo del mecanismo simplificado

Consideraciones previas

- Las ruedas delanteras NO apoyan de forma vertical a la superficie del terreno sino que lo hacen con un pequeño ángulo denominado ángulo de caída.
Se ha tomado un ángulo de caída de 2° como resultado de la alineación de las cotas de la dirección del vehículo.
- El desplazamiento del muelle se considera respecto de su eje vertical.
- El eje vertical del muelle se considera constante independientemente de la carga y de las irregularidades del terreno.
- Se dispone de topes que limitan el recorrido de la suspensión.
- Las ruedas traseras SI apoyan de forma vertical sobre la superficie del terreno, es decir su ángulo de caída es 0° .
- Dado que la propuesta de estudio es referida al sistema de suspensión solo será tomada en cuenta el ángulo de caída de la misma, es decir, no se consideran ni el avance ni la convergencia.
- No se analiza la influencia de este sistema sobre el resto de componentes del vehículo puesto que afecta a muchos otros elementos del vehículo ajenos a la propuesta mencionada (por ejemplo la dirección).

Hipótesis de partida

En función de las características de los muelles a instalar se va a analizar el comportamiento de la suspensión desde los puntos de vista de la rigidez y de la resistencia para, posteriormente, calcular y estudiar los coeficientes de seguridad con los que se trabaja.

Diseño del modelo equivalente

Para la elaboración de un modelo equivalente al que se utilizó para diseñar el sistema de suspensión original homologado del vehículo hemos partido de la información disponible del vehículo.

(Véase el apartado 6.4.1 Características del vehículo antes de la reforma)

Este modelo nos permitirá realizar, antes y después de la reforma, el análisis del sistema de suspensión y su posterior cálculo estático.

En la figura que se presenta a continuación se aprecia un sistema de un solo grado de libertad que puede servir, junto a la información disponible mencionada, como punto de partida para confeccionar el modelo perseguido.

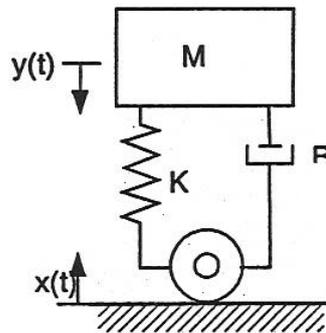


Figura 2. Sistema resorte-masa-amortiguador de 1 grado de libertad

donde,

M es la masa soportada por una rueda

R es el coeficiente de amortiguador

K es el coeficiente de resorte, es decir, la rigidez

En este sistema se observa una caída de 0° puesto que la rueda apoya totalmente perpendicular en el terreno.

El modelo equivalente propuesto es un sistema compuesto por diferentes barras basado en una estructura de nudos rígidos y articulados. El sistema quedaría representado gráficamente de la siguiente forma:

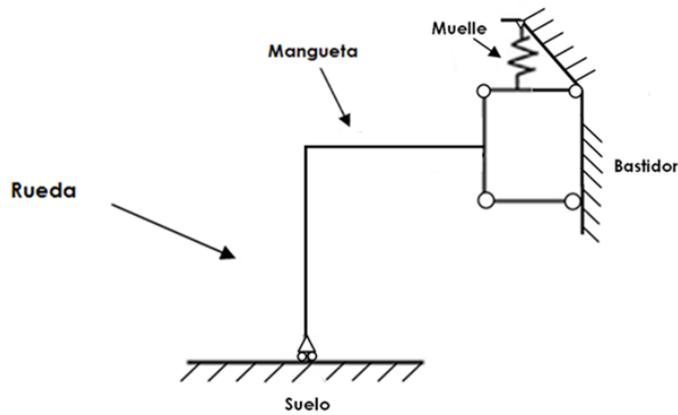


Figura 3. Sistema equivalente SEAT LEON

La rueda, en contacto con el suelo, transmite diferentes esfuerzos y movimientos a la mangueta. Ésta, a su vez, a la barra superior del cuadrilátero articulado que, finalmente, transmitirá sus esfuerzos y movimientos al muelle elástico anclado en el propio bastidor del vehículo.

El desplazamiento del muelle se considera vertical, sin ninguna inclinación.

Para facilitar la realización de este modelo genérico simplificado se va a descomponer el sistema equivalente mencionado en cuatro sistemas diferentes.

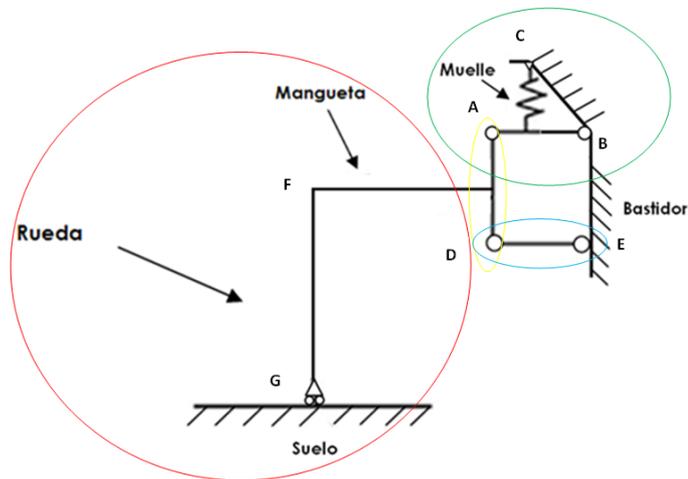


Figura 4. Sistema equivalente descompuesto

- Sistema 1 
- Sistema 2 
- Sistema 3 
- Sistema 4 

Estos cuatro sistemas, para su estudio posterior estudio, serán descompuestos en diferentes subsistemas y elementos simples.

Se aplicará la ley de esfuerzos (equilibrios) en todos y cada uno de los sistemas y subsistemas que forman el sistema equivalente mencionado para poder llegar a conclusiones que permitan establecer una relación entre los diferentes parámetros.

Sistema 1

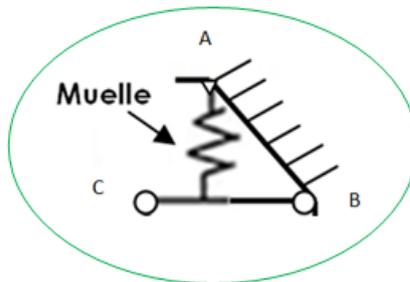
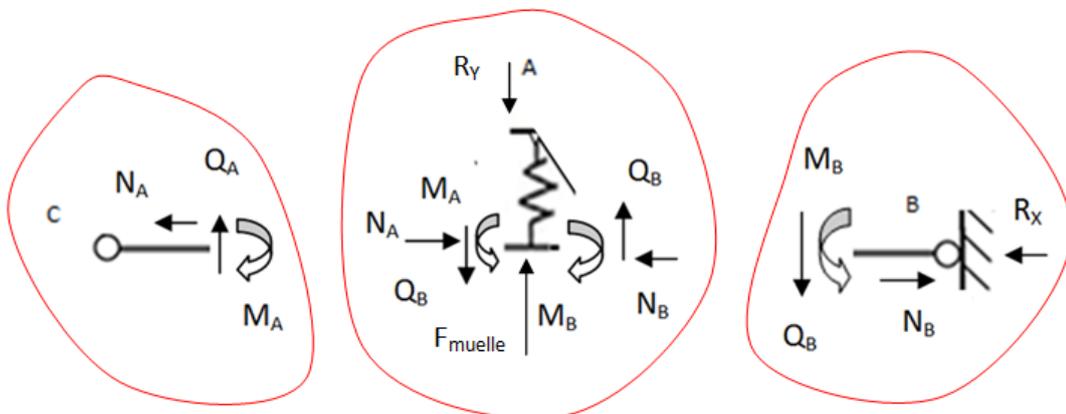


Figura 4. Sistema 1

El sistema 1 se descompone en 3 subsistemas:



$$\sum F_x = 0$$

$$N_B = R_x$$

$$N_B = N_A$$

$$\sum F_y = 0$$

$$Q_A = Q_B$$

$$\sum M = 0$$

$$M_A = M_B = 0$$

Analizando el equilibrio de los tres subsistemas se llega a las siguientes conclusiones:

$M_A = M_B = 0$; Porque no absorbe momentos (articulación)

$Q_A = Q_B = 0$; Porque de no ser así sobre la barra del cuadrilátero existiría un par que tendría que se equilibrado con otro momento.

$N_A = N_B \neq 0$; $R_x = N_B$; $R_y = F_{\text{muelle}}$; F_{muelle} es conocida;

Sistema 2

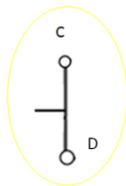


Figura 5. Sistema 2

El sistema 2 se descompone en 3 subsistemas:

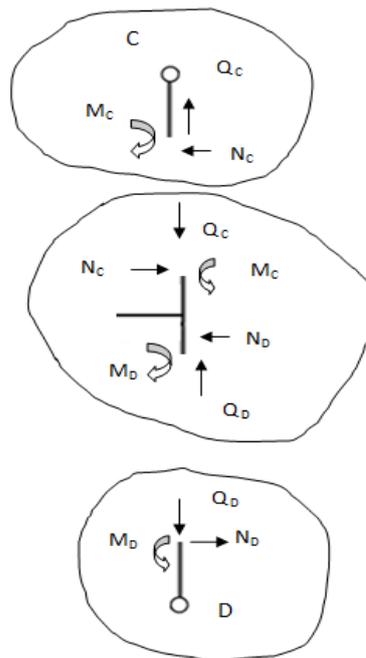


Figura 6. Descomposición del sistema 2

$$\sum F_x = 0$$

$$N_c = N_D$$

$$\sum F_y = 0$$

$$Q_c = Q_D$$

$$\sum M = 0$$

$$M_c = M_D = 0$$

Analizando el equilibrio de los tres subsistemas se llega a las siguientes conclusiones:

- $M_C = M_D = 0$; Porque no absorbe momentos (articulación).
- Si $Q_C = Q_D$; No se produce desplazamiento vertical. El muelle queda en situación de prehundimiento, es decir, de pretensado inicial.
- Si $Q_C \neq Q_D$; Se produce desplazamiento vertical.
 - Si $Q_D > Q_C$ se comprime el muelle, aumentando la caída.
 - Si $Q_D < Q_C$ se estira el muelle, disminuyendo la caída.
- Si $N_C = N_D = 0$; No existe desplazamiento horizontal (equilibrio).
- Si $N_C \neq N_D$; Desplazamiento horizontal. Varía el ángulo de caída.
 - Si $N_D > N_C$ aumenta el ángulo de caída.
 - Si $N_D < N_C$ disminuye el ángulo de caída.

Sistema 3

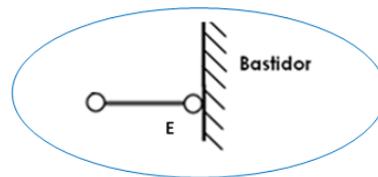


Figura 7. Sistema 3

El sistema 3 se descompone en 2 subsistemas:

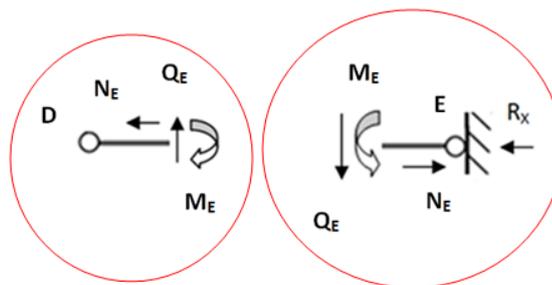


Figura 8. Descomposición del sistema 3

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_x = N_E$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$Q_E = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

$$M_E = 0$$

Analizando el equilibrio de los dos subsistemas se llega a las siguientes conclusiones:

$M_E = 0$; Porque no absorbe momentos (articulación).

Si $Q_E = 0$; Es una barra articulada.

Si $N_E = N_D = 0$; No existe desplazamiento horizontal.

Si $R_X \neq N_E$; Desplazamiento horizontal.

Varía el ángulo de caída (y el ancho de vía)

Si $N_E > R_X$ aumenta el ángulo de caída.

Si $N_E < R_X$ disminuye el ángulo de caída.

Sistema 4

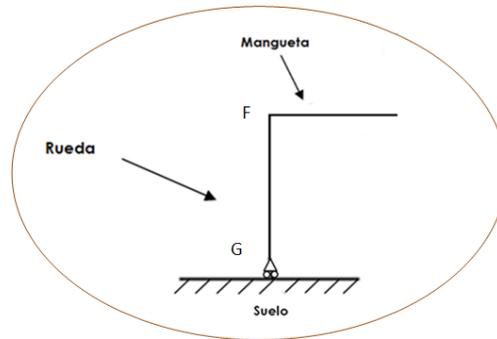


Figura 9. Sistema 4

Este sistema 4 se puede descomponer en 3 subsistemas:

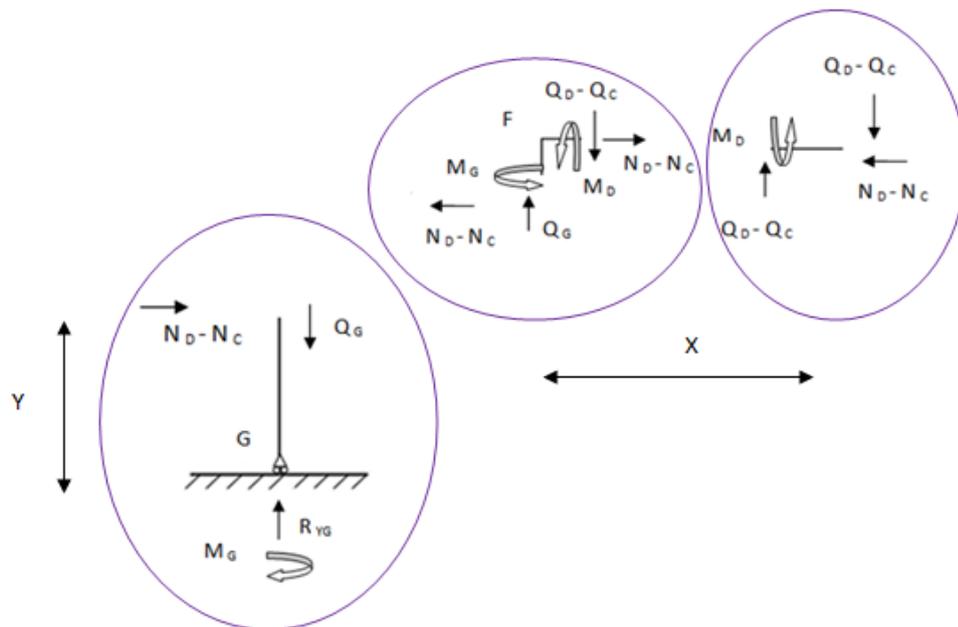


Figura 10. Descomposición del sistema 4

Suponiendo una caída de 2° y siendo D = diámetro de la rueda,

$$\Sigma F_x = 0$$

$$N_D - N_C = R_{YG} \cdot \text{sen}(2^\circ)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$Q_G = R_{YG} \cdot \text{cos}(2^\circ)$$

$$Q_G = Q_D - Q_C$$

$$\Sigma M_G = 0$$

$$M_G = (N_D - N_C) \cdot y = R_{YG} \cdot \text{sen}(2^\circ) \cdot y$$

$$M_G = R_{YG} \cdot \text{sen}(2^\circ) \cdot D/2$$

Analizando el equilibrio de los tres subsistemas se llega a las siguientes conclusiones:

$M_C = M_D = 0$; Porque no absorbe momentos.

Si $Q_C \neq Q_D$; Se produce desplazamiento vertical. Se produce un momento M_D .

Si $Q_D > Q_C$ se comprime el muelle, aumentando la caída.

Si $Q_D < Q_C$ se estira el muelle, disminuyendo la caída.

Si $N_C = N_D = 0$; no existe desplazamiento horizontal; $M_G = 0$.

Si $N_C \neq N_D$; Desplazamiento horizontal.

Varía el ángulo de caída (y el ancho de vía).

Provoca un momento M_G .

Si $N_D > N_C$ aumenta el ángulo de caída.

Si $N_D < N_C$ disminuye el ángulo de caída.

Modelo equivalente simplificado

Sistema	$\Sigma F_x = 0$	$\Sigma F_y = 0$	$\Sigma M = 0$
1	$N_B = R_X$	$Q_A = Q_B$	$M_A = M_B = 0$
	$N_B = N_A$		
2	$N_C = N_D$	$Q_C = Q_D$	$M_C = M_D = 0$
3	$R_X = N_E$	$Q_E = 0$	$M_E = 0$
4	$N_D - N_C = R_{YG} \cdot \text{sen}(2^\circ)$	$Q_G = R_{YG} \cdot \text{cos}(2^\circ)$	$M_G = (N_D - N_C) \cdot y = R_{YG} \cdot \text{sen}(2^\circ) \cdot y$
		$Q_G = Q_D - Q_C$	$M_G = R_{YG} \cdot \text{sen}(2^\circ) \cdot D/2$

Aplicación del modelo equivalente para el caso particular "Seat Leon"

Cálculos iniciales (ángulo de caída 2°)

Conocidas la fuerza F_{suelo} (28620'67 N), la longitud de la mangueta x (155 mm), la distancia x' (35 mm) y el radio de la rueda $y=D/2$ (457'2/2 mm, es decir, la mitad del diámetro de la rueda), aplicamos las ecuaciones de equilibrio en las 2 barras.

Estas ecuaciones se van a aplicar de forma independiente, es decir, en la barra "rueda" y en la barra "bastidor-pivote-mangueta".

- F_{suelo} es la fuerza que se ejerce contra la rueda

$$F_{\text{suelo}} = 1'5 * \text{M.M.A. total} = 1'5 * 1.945 \text{ kg} = 2.917'50 \text{ Kg.} = 28.620'67 \text{ N}$$

- F_{muelle} es la fuerza del muelle helicoidal

$$F_{\text{muelle}} = F_{\text{suelo}} * \text{sen}(2^\circ) = 1'5 * \text{M.M.A. total} * \text{sen}(2^\circ) = 2.652'87 \text{ Kg.} = 26.024'70 \text{ N}$$

El ángulo formado entre la rueda y la mangueta siempre es de 90° porque el punto de unión entre ambos elementos mencionados se considera fijo.

Suponiendo una caída de 2° y siendo D = diámetro de la rueda.

Aplicación de las ecuaciones obtenidas en el modelo:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$N_D - N_C = 998'84 \text{ N}$$

$$N_D - N_C = R_{YG} * \text{sen}(2^\circ) = 28620'67 * 0'0349 = 998'84 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-R_y - F_{\text{muelle}} = 0$$

$$R_y = 26024'70 \text{ N}$$

$$Q_G = R_{YG} * \text{cos}(2^\circ) = 28620'67 * \text{cos}(2^\circ) = 28603'23 \text{ N}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-M + F_{\text{muelle}} * x = 0$$

$$M = 26024'70 * 155 = 4033828'5 \text{ Nmm.}$$

$$M_G = R_{YG} * \text{sen}(2^\circ) * y$$

$$M_G = 28620'67 * \text{sen}(2^\circ) * 457'2/2 = 5949246'8 \text{ Nmm.}$$

Según los resultados calculados:

- el resorte no supera su límite máximo de esfuerzo
- el punto más desfavorable va a ser el punto "F", perteneciente a la mangueta, donde se encuentra el buje de la rueda.

Esto es debido a que va a ser el punto con mayor sollicitación puesto que tiene el mayor momento flector y la mayor fuerza cortante.

Hallamos el siguiente esfuerzo normal:

$$\delta = \frac{M}{W_x} = \frac{M}{1/6 * c^2 * x} = \frac{5949246'8}{1/6 * 20^2 * 155} = 57'57 \text{ N/mm}^2$$

donde,

$$M = 5949246'8 \text{ Nmm (momento más desfavorable)}$$

$$c = \text{diámetro mangueta-rueda} / 2 = 40/2 = 20\text{mm}$$

$$x = \text{longitud de la mangueta} = 155\text{mm}$$

El esfuerzo normal que genera el momento flector, sabiendo que el material de los componentes es Acero S275 y su límite de rotura 27500 N/mm², está muy alejado de los valores de rotura por lo que el sistema soportará el esfuerzo calculado a la rotura.

Se cumple que:

$$\delta < \delta_{\text{límite}}$$

$$5757 \text{ N/mm}^2 < 27500 \text{ N/mm}^2$$

7.2.2 Cálculo del muelle

Los cálculos están basados en el método y fórmulas descritos por J.E Shigley en el libro "Diseño de Ingeniería Mecánica".

(Véase el apartado 14 "Bibliografía y webgrafía empleada")

El muelle enlaza la carrocería con la rueda adoptando diferentes formas de montaje. El resorte helicoidal, está formado por un hilo de acero enrollado en espiral en torno a un eje imaginario y teórico, trabajando a torsión. En los extremos se dispone de forma aplanada, para facilitar su asentamiento en sus respectivos alojamientos.

Las características del muelle, de las cuales la dureza (resistencia a ser deformado) es la más importante, dependen de los siguientes factores: longitud, diámetro de las espiras, coeficiente elástico del material, gradiente y diámetro del hilo.

Hipótesis inicial

Las cargas absorbidas por los amortiguadores son despreciables con respecto a las cargas soportadas por los muelles.

Las cargas absorbidas por las barras estabilizadoras son despreciables con respecto a las cargas soportadas por los muelles.

Se consideran los muelles como los únicos elementos de sustentación del vehículo.

Las propiedades mecánicas del acero (51CrV4) utilizado en la fabricación de los muelles a instalar son:

- R_c = Resistencia práctica del acero a cizalla = 1700 N/mm²
- G = Módulo de elasticidad transversal (cizallamiento) = 103005 N/mm²

A continuación se enumeran algunas de las características de los resortes:

Resortes helicoidales delanteros	
N = 6	N es el número de espiras activas
D = 140 mm.	D es el diámetro medio del muelle
d = 13'8 mm.	D es el diámetro de la espira
L = 260 mm.	L es la longitud desde el eje al chasis (recorrido útil)
k = 28'9 N/mm	K es la constante de proporcionalidad del muelle
Resortes helicoidales traseros	
N = 8'25	N es el número de espiras activas
D = 120 mm.	D es el diámetro medio del muelle

d = 13 mm.	D es el diámetro de la espira
L = 280 mm.	L es la longitud desde el eje al chasis (recorrido útil)
k = 26'3 N/mm	K es la constante de proporcionalidad del muelle

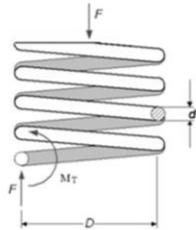


Figura 11. Modelo de muelle

La aplicación de una fuerza de compresión sobre el resorte dará lugar a un **esfuerzo cortante** y un **esfuerzo de torsión**. A su vez, estos esfuerzos originarán, en la sección del alambre del muelle, **dos tensiones tangenciales**: una debida al cortante y otra debida al torsor.

7.2.2.1 Cálculo estático (resistencia)

Cuando el resorte se encuentra sometido a cargas estáticas puede despreciarse el efecto de curvatura del muelle.

El esfuerzo máximo que se alcanzará será la siguiente:

$$E = \text{Esfuerzo} = \pi * d^3 * R_c / 8 * D_m$$

siendo:

E el valor del esfuerzo que alcanza el muelle (N)

D_m el diámetro de la espira del muelle (en mm.)

d el diámetro del alambre (en mm.)

R_c la resistencia a la cizalladura del acero del que están fabricados los muelles (1700 N/mm²)

A continuación se va a realizar el cálculo estático de los muelles a instalar en el vehículo objeto de reforma partiendo de los datos mostrados en la tabla de sus características y propiedades (apartado 7.2.2).

7.2.2.2.1. Cálculo del esfuerzo máximo a tracción y compresión

Muelle delantero

$$\text{Esfuerzo}_{\text{máx}1} = (\pi * d^3 * R_c) / (8 * D_m) = (\pi * 13^3 * 1700) / (8 * 140) = 845'53 \text{ N}$$

$$\text{Esfuerzo}_{\text{máx}1} = 845'53 \text{ N}$$

Muelle trasero

$$\text{Esfuerzo}_{\text{máx}2} = (\pi * d^3 * R) / (8 * D_m) = (\pi * 13^3 * 1700) / (8 * 120) = 824'65 \text{ N}$$

$$\text{Esfuerzo}_{\text{máx}2} = 824'65 \text{ N}$$

7.2.2.2.2. Cálculo del esfuerzo soportado por los ejes

Eje delantero

Dado que el eje delantero consta de 2 ruedas (2muelles por eje)

$$\text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 1}} = 2 * \text{Esfuerzo}_{\text{máx 1}} = 2 * 845'53 = 1.691'07 \text{ N}$$

$$\text{M.M.A.}_{\text{eje 1}} \leq \text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 1}}$$

Eje trasero

Dado que el eje trasero consta de 2 ruedas (2muelles por eje)

$$\text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 2}} = 2 * \text{Esfuerzo}_{\text{máx 2}} = 2 * 824'65 = 1.649'13 \text{ N}$$

$$\text{M.M.A.}_{\text{eje 2}} \leq \text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 2}}$$

Coefficiente seguridad

Eje delantero

$$C_{\text{seguridad eje1}} = \text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 1}} / \text{M.M.A.}_{\text{eje1}} > 1$$

$$C_{\text{seguridad eje1}} = \text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 1}} / \text{M.M.A.}_{\text{eje1}} = 1.691'07 / 1.047 = 1'61$$

$$C_{\text{seguridad eje1}} = 1'61 > 1$$

Eje trasero

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = \text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 2}} / \text{M.M.A.}_{\text{eje 2}} > 1$$

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = \text{Esfuerzo}_{\text{máximo eje 2}} / \text{M.M.A.}_{\text{eje 2}} = 1.649'13 / 926 = 1'78$$

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = 1'78 > 1$$

7.2.2.2 Cálculo estático (Rigidez)

7.2.2.2.1. Carga máxima aplicable en función del desplazamiento (flecha)

Cálculo longitud mínima de los muelles

Muelle delantero

$$L_1 = N_1 * d_{\text{muelle 1}} = 6 * 13'8 = 82'8\text{mm.}$$

Muelle trasero

$$L_2 = N_2 * d_{\text{muelle 2}} = 8'25 * 13 = 107'25\text{mm.}$$

Cálculo de la flecha máxima en los muelles (desplazamientos)

El desplazamiento máx. de los muelles sometidos a la carga máxima (M.M.A./2) tiene que ser inferior al recorrido útil máximo del muelle.

$$\text{Flecha máxima} = F_{\text{muelle}} / k$$

donde:

F_{muelle} es la fuerza soportada por el muelle

k es la constante del muelle

Flecha máxima muelle < Recorrido útil del muelle

Eje delantero

$$F_{\text{muelle delantero}} = \text{M.M.A. eje 1} / 2 = 1.047 / 2 = 523'5\text{Kg.}$$

donde:

$$k_1 = 28'9 \text{ N/mm}$$

$$\text{Flecha máxima muelle delantero} = F_{\text{muelle delantero}} / k_1$$

$$\text{Flecha máxima muelle delantero} = 523'5 / 2'89 = 181'14\text{mm.}$$

Flecha máxima muelle delantero < Recorrido útil del muelle delantero

$$181'14\text{mm} < 260\text{mm}$$

Eje trasero

$$F_{\text{muelle trasero}} = \text{M.M.A. eje 2} / 2 = 926 / 2 = 463 \text{ Kg.}$$

donde:

$$k_2 = 26'3 \text{ N/mm}$$

$$\text{Flecha máxima muelle trasero} = F_{\text{muelle trasero}} / k_2$$

$$\text{Flecha máxima muelle trasero} = 463 / 2'63 = 176'04 \text{ mm.}$$

$$176'04 \text{ mm} < 280 \text{ mm}$$

Coefficiente seguridad

Eje delantero

$$C_{\text{seguridad eje 1}} = \text{Recorrido útil del muelle delantero} / \text{Flecha máx muelle delantero}$$

$$C_{\text{seguridad eje 1}} = 260 \text{ mm} / 181'07 \text{ mm} = 1'43$$

$$C_{\text{seguridad eje 1}} = 1'43 > 1$$

Eje trasero

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = \text{Recorrido útil del muelle trasero} / \text{Flecha máx muelle trasero}$$

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = 280 \text{ mm} / 176'04 \text{ mm} = 1'59$$

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = 1'59 > 1$$

Cálculo de la carga máxima en función del desplazamiento (flecha)

Eje delantero

$$\text{Carga máxima del} = F_{\max 1} * M_{\text{elas}} * d^4 / 64 * N_1 * ((D_{\text{med del}})^3/2)$$

$$\text{Carga máxima del} = 181'14 * 103005 * 13'8^4 / 64 * 6 * ((140)^3/2) = 1284'41 \text{ N}$$

Eje trasero

$$\text{Carga máxima tras} = F_{\max 2} * M_{\text{elas}} * d^4 / 64 * N_2 * ((D_{\text{med tras}})^3/2)$$

$$\text{Carga máxima tras} = 176'04 * 103005 * 13^4 / 64 * 8 * 25 * ((120)^3/2) = 694'35 \text{ N}$$

Coefficiente seguridad:

Eje delantero

$$C_{\text{seguridad eje 1}} = \text{Carga máxima del} * 2 / \text{M.M.A. Eje2}$$

$$C_{\text{seguridad eje 1}} = 1284'41 * 2 / 1047 = 2'45$$

$$C_{\text{seguridad eje1}} = 2'45 > 1$$

Eje trasero

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = \text{Carga máxima tras} * 2 / \text{M.M.A. Eje2}$$

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = 694'35 * 2 / 926 = 1'50$$

$$C_{\text{seguridad eje 2}} = 1'50 > 1$$

7.2.2.2.2. Cálculo a fatiga

Cuando el resorte se encuentra sometido a una carga alternada (cargas oscilantes) de amplitud F, para el cálculo de la tensión máxima se recomienda emplear la expresión que utiliza el factor de Wahl.

$$T = ((MMA / 2) * 8 * k_w * D_{\text{med}}) / (\pi * d^3)$$

siendo:

T = tensión máxima (en N/mm²)

F = M.M.A./2 el valor de la amplitud de la carga variable (en kg.)

D es el diámetro de la espira del muelle (en mm.)

d es el diámetro del alambre (en mm.)

K_w es el factor de corrección de Wahl (adimensional)

Esta tensión tangencial alcanzada en el resorte (T) es inferior o igual a la T_{adm} (tensión de cortadura admisible del acero del alambre) evitando que el muelle llegue a la fatiga,

$$T \leq T_{\text{adm}} = a * \sigma_u$$

siendo,

σ_U la carga de rotura a tracción del resorte (27500 N/mm²)

α es un coeficiente de seguridad que dependerá del tipo de servicio, tomando los siguientes valores:

$\alpha = 0,405 \rightarrow$ para servicio ligero, $N < 10^4$ ciclos

$\alpha = 0,324 \rightarrow$ para servicio medio, $10^4 < N < 10^5$ ciclos

$\alpha = 0,263 \rightarrow$ para servicio intenso, $N > 10^6$ ciclos.

Elegimos un servicio intenso,

$$T_{adm} = \alpha * \sigma_U = 0,263 * 27500 = 7232'5 \text{ N/mm}^2$$

Eje delantero

$$T_{1 \text{ (del)}} = ((MMA_{Eje 1} / 2) * 8 * k_{w \text{ del } 1} * D_{med \text{ del } 1}) / (\pi * d_1^3)$$

donde,

$$k_{w1} = (4C_1 - 1 / 4C_1 - 4) + (0'615 / C_1) = 1'142$$

$$C_1 = D_1 / d_1 = 140 / 13'8 = 10'14$$

$$T_{1 \text{ (del)}} = 795'58 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{1 \text{ (del)}} = 795'58 \text{ N/mm}^2 \leq T_{adm} = 7232'5 \text{ N/mm}^2$$

Eje trasero

$$T_{2 \text{ (tras)}} = ((MMA_{Eje 2} / 2) * 8 * k_{w \text{ tras } 2} * D_{med \text{ tras } 2}) / (\pi * d_2^3)$$

donde,

$$k_{w2} = (4C_2 - 1 / 4C_2 - 4) + (0'615 / C_2) = 1'157$$

$$C_2 = D_2 / d_2 = 120 / 13 = 9'23$$

$$T_{2 \text{ (tras)}} = 730'94 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{2 \text{ (tras)}} = 730'94 \text{ N/mm}^2 \leq T_{adm} = 7232'5 \text{ N/mm}^2$$

Coeficiente seguridad:

Eje delantero

$$T_{adm} = 7232'5 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{1 \text{ (del)}} = 795'58 \text{ N/mm}^2$$

$$C_{s1} = T_{adm} / T_{1 \text{ (del)}}$$

$$C_{s1} = 9'09 > 1$$

Eje trasero

$$T_{adm} = 7232'5 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{2 \text{ (tras)}} = 730'94 \text{ N/mm}^2$$

$$C_{s2} = T_{adm} / T_{2 \text{ (tras)}}$$

$$C_{s2} = 9'89 > 1$$

7.2.2.2.3. Resumen de los cálculos efectuados

Como se puede comprobar, en todas las hipótesis de carga, el coeficiente de seguridad es superior a 1'40, por lo que los muelles son aptos para soportar las cargas transmitidas por el vehículo.

A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

Muelle delantero

Cálculo de esfuerzo máximo a tracción y compresión

Esfuerzo máximo 845'53 N

Cálculo del esfuerzo soportado por los ejes

Esfuerzo 1691'07 N

Coeficiente seguridad 1'61 > 1

Cálculo de la carga máxima en función de la flecha. RIGIDEZ

Longitud mínima (resorte comprimido) 82'8 mm

Flecha máxima 181'14 mm

Recorrido útil 260 mm.

Coeficiente seguridad 1'43 > 1

Carga máxima 1284'41 N

Coeficiente seguridad 2'45 > 1

Cálculo de torsión debida a las cargas oscilantes

Tensión de torsión 795'59 N

Coeficiente de seguridad 1'40 > 1

Muelle trasero

Cálculo de esfuerzo máximo a tracción y compresión

Esfuerzo máximo 824'65 N

Cálculo del esfuerzo soportado por los ejes

Esfuerzo 1649'13 N

Coeficiente seguridad 1'78 > 1

Cálculo de la carga máxima en función de la flecha

Longitud mínima (resorte comprimido) 107'25 mm

Flecha máxima 176'04 mm

Recorrido útil 280 mm

Coeficiente seguridad 1'59 > 1

Carga máxima 694'35 N

Coeficiente seguridad 1'50 > 1

Cálculo de torsión debida a las cargas oscilantes. FATIGA

Tensión de torsión 730'94 N

Coeficiente de seguridad 9'89 > 1

7.3 Variación de la frecuencia vertical del vehículo

Uno de los aspectos a tener en cuenta cuando se sustituye una suspensión por otra, como es nuestro caso, es la variación que generará en el confort del vehículo, es decir, el comportamiento que tendrá el vehículo después de reformado, con sus nuevas condiciones.

A la hora de la puesta a punto de nuestro vehículo la dureza de la suspensión se especificará mediante la frecuencia natural de la suspensión, es decir, la frecuencia a la que van a oscilar nuestros elementos que dependerá de:

- La dureza de los muelles
- La masa que soportan

Si deformamos un muelle con la aplicación de una fuerza:

- se desplazará en función de la fuerza aplicada
- el cociente entre su desplazamiento y la fuerza aplicada será la constante elástica del muelle
- cuando la fuerza cesa el muelle vuelve a su reposo, súbitamente (el muelle comprimido acumula energía potencial elástica) iniciándose un movimiento armónico
- cuando el muelle vuelve a reposo, por efecto de la inercia, se pasa y vuelve a estirarse más allá del reposo
- debido al rozamiento el movimiento armónico cesará

Comportamiento en el vehículo

El tarado de los muelles influye sobre la amplitud y frecuencia de las oscilaciones.

Así pues, un muelle blando realiza oscilaciones de mayor recorrido pero muy espaciadas en el tiempo, es decir, de poca frecuencia.

Por el contrario, un muelle duro, como el que se va a incorporar en el vehículo a reformar, poseerá una mayor frecuencia, ya que los ciclos de oscilaciones se sucederán más rápidamente, pero éstas poseerán menor recorrido.

Cuando el vehículo circula muy cargado, el muelle se comporta igual que uno de tarado más blando, por tanto, la frecuencia es menor, pero las oscilaciones son de mayor

recorrido. Por el contrario, cuando el vehículo circula vacío, las oscilaciones son más frecuentes, pero de menor recorrido.

Hipótesis

Inicialmente, asumimos que las constantes de los muelles "k" y de los amortiguadores "c" serán proporcionales en los 2 ejes de nuestro vehículo objeto de estudio puesto que la suspensión es similar y además los amortiguadores no se sustituyen.

La constante del muelle depende de las cotas de la dirección, es decir, del ángulo que va cambiando constantemente.

El punto de reposo de nuestra suspensión no será el de máxima extensión del muelle sino que será un punto intermedio porque se va a considerar que tanto el peso del vehículo como el de los ocupantes comprimen la suspensión (prehundimiento).

Dado que el confort está ligado a las vibraciones que percibe nuestro vehículo consecuencia de las irregularidades del terreno o de la diferencia de pesos incluidos en la masa suspendida, podemos estudiar un sistema equivalente para nuestra nueva suspensión, es decir, un modelo de 1/4 de automóvil como el que se ilustra a continuación.

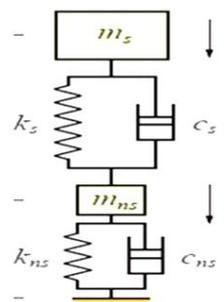


Figura 12. Modelo simplificado equivalente de dos grados de libertad

donde,

- m_s es la masa suspendida del vehículo que hace referencia al resto del vehículo, es decir, todos los elementos no incluidos en la masa suspendida (motor, carrocería, etc.).
Cuanto menor sea el peso de las masas no suspendidas, mejor será el funcionamiento del sistema de suspensión.
- m_{ns} es la masa no suspendida del vehículo, compuesta por las ruedas y todos sus elementos anexos, es decir, manguetas, bujes, elementos de suspensión, frenos, etc. y en general, todo lo que oscila con las ruedas.
- k_s es la constante del muelle (masa suspendida)

- k_{ns} es la constante del muelle (masa no suspendida)
- c_s es la constante del amortiguador (masa suspendida)
- c_{ns} es la constante del amortiguador (masa no suspendida)

Con este modelo presentado es posible analizar el movimiento vertical de la masa suspendida en función de las magnitudes mencionadas.

Además la función de transferencia para el cálculo de la frecuencia vertical del vehículo después de la reforma dependerá de 2 magnitudes fundamentales como son la frecuencia (número de veces que se repite el ciclo) y la amplitud (distancia que se desplaza el muelle instalado).

Frecuencias fundamentales del sistema resultante:

$$\omega_{1,2} = -R/2m \pm \sqrt{(R/2m)^2 - (k/m)}$$

Amortiguamiento crítico sistema

$$R = 2m\sqrt{k/m} = 2\sqrt{k * m}$$

Suponiendo un valor de k_1 (antes de la reforma) es inferior a k_2 (después de la reforma) y basándonos en analogías, podemos realizar una comparación del estado antes y después de la reforma. Se ha estimado:

- Para $K_1 = K_2 = 1$ y $m_1 = m_2 = 1$ ($R=1$)
→ obtenemos un valor de frecuencia entre ± 0.618 y ± 1.618
- Para $K_1 = K_2 = 2$ y $m_1 = m_2 = 1$ ($R=1.41$)
→ obtenemos un valor de frecuencia entre ± 0.874 y ± 2.288

Aumenta la rigidez por lo que aumenta el coeficiente de amortiguamiento y su frecuencia.

Conclusión

El cambio de la constante K es insignificante respecto de la variación de los ángulos de la dirección porque la toma es directa, es decir, la fuerza del muelle que se transmite es similar para cualquier ángulo. Por lo tanto se puede suponer que su comportamiento se asemeja al modelo de la figura 12.

(Véase Figura 4. Modelo simplificado equivalente SEAT LEON)

Al aumentar la rigidez de los resortes y, por tanto, el coeficiente de amortiguamiento, las frecuencias fundamentales se verán modificadas llegando al régimen permanente en un menor tiempo, reduciéndose las oscilaciones y disminuyendo el rebote.

Existe una relación directa entre la dureza de la suspensión y la frecuencia a la que va a trabajar por lo que la nueva suspensión instalada reduce el recorrido de la suspensión y aumenta su dureza, es decir, su frecuencia y el prehundimiento de trabajo.

Debido a la variación de frecuencia y a las aceleraciones, deceleraciones, es decir, a los desplazamientos a los que estarán sometidos los pasajeros del vehículo, el confort de éstos se verá afectado directamente.

Como consecuencia de lo mencionado anteriormente se puede deducir que la nueva suspensión instalada será más dura, más efectiva y menos confortable puesto que se reducen las oscilaciones y disminuye el rebote.

A continuación se va a simular el comportamiento del vehículo en diferentes situaciones.

7.4 Análisis mediante el programa de simulación V_{susp} (virtual suspensión)

La suspensión del vehículo sufre continuos movimientos, es decir, cambia constantemente sus cotas de la dirección.

Para simular el comportamiento, de forma aproximada, del sistema de suspensión estudiado se ha utilizado el programa V_{susp} (virtual suspensión) que permite modelar las dimensiones de los elementos e incluir condiciones de contorno.

Se van a estudiar, de manera cualitativa, los movimientos típicos de una suspensión independiente (Véase el apartado 13.5 Conceptos teóricos básicos sobre suspensión) y algunas de sus consecuencias en el comportamiento del sistema de suspensión.

Mediante este programa no se calculan los esfuerzos a que está sometido el sistema de suspensión porque han quedado calculados, de forma manual, en el apartado 7.2 "Cálculos de la suspensión"; sino que se pretende realizar un análisis cualitativo del comportamiento del vehículo reformado.

Para realizar este análisis se tendrán en cuenta los desplazamientos máximos calculados en el apartado mencionado partiendo de la premisa de que el terreno que recorre el

vehículo, en condiciones normales, no es uniforme, y que los desplazamientos variarán dependiendo de la fuerza recibida en cada instante.

Cuando se comprime el muelle cambiará el ángulo de caída de la rueda por lo que el control del ángulo de caída estará muy presente en el diseño de la suspensión intentando mantener las cotas de la suspensión en recta y en curva.

El empuje que realizan los neumáticos hacia el interior de las curvas, por el hecho de estar inclinados (empuje por caída) está limitado en los vehículos porque si se inclinasen en exceso los neumáticos perderían su huella de contacto debido a que el hombro exterior de los mismos comenzaría a levantarse de la superficie de apoyo.

En todo caso se introduce caída negativa en el neumático porque aparece una componente de fuerza hacia el interior de la curva que ayudará a girar proporcionando mayor agarre lateral.

Movimiento de compresión

La suspensión se eleva, es decir, el muelle se comprime, porque pasa por encima de un obstáculo. Al ser independiente una rueda sube pero las otras no se ven afectadas.

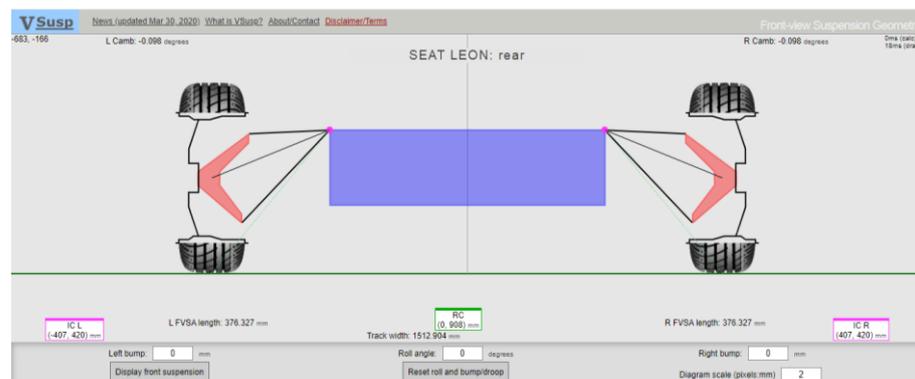


Figura 13. Herramienta de simulación Vsusp "posición de reposo (pre-hundimiento)"

Eje: trasero
 Caída dcha/izda: 0'098° / 0'098°
 Ancho de vía delantera: 1.512'904 mm.

Para utilizar este recorrido de suspensión en compresión tenemos que tener un margen desde la posición de reposo de nuestra suspensión, es decir, nos tiene que

quedar cierto recorrido de compresión hasta el tope del amortiguador.

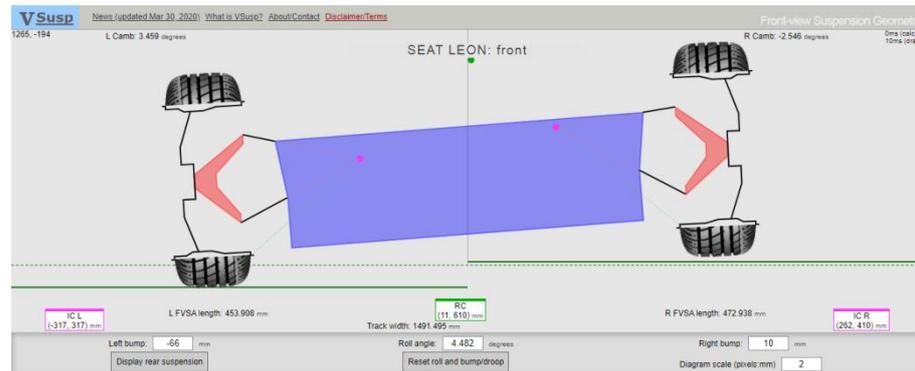


Figura 14. Herramienta de simulación V_{susp} "movimiento de compresión"

Eje: Delantero
 Caída dcha/izda: 3'4590 / -2'540
 Ancho de vía delantera: 1.491'495 mm.

Movimiento de extensión

La suspensión baja, es decir, el muelle se extiende porque una rueda se encuentra un bache/agujero. La rueda busca el fondo del agujero y vuelve a subir sin afectar a las demás puesto que es independiente.

Por todo ello necesitamos el pre-hundimiento porque en reposo esta comprimido (ver Figura 13. Herramienta de simulación V_{susp} "posición de reposo (pre-hundimiento)").

Será importante que en las curvas no se alcance el tope en extensión del amortiguador para que no se levante la rueda interior del suelo (hay que tener cierto margen de extensión en la suspensión).

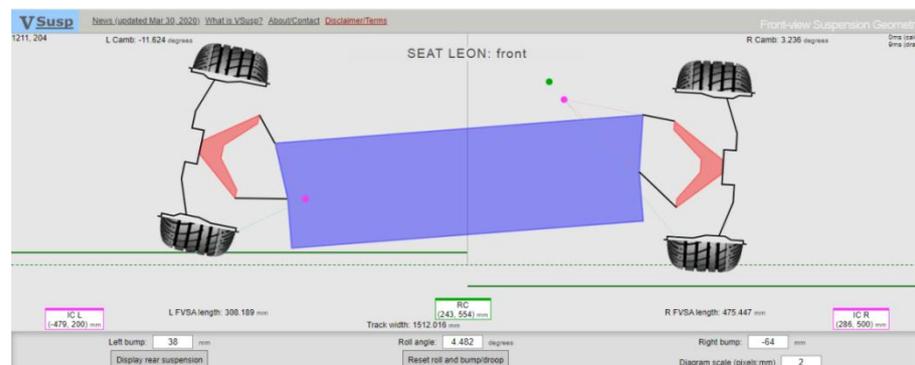


Figura 15. Herramienta de simulación V_{susp} "movimiento de extensión"

Eje: Delantero
 Caída dcha/izda: $-11.6^{\circ}/3.23^{\circ}$

Ancho de vía delantera: 1.512'016 mm.

Movimiento de balanceo

La carrocería se balancea alrededor del centro de balanceo.

El balanceo se produce cuando tomamos una curva y se produce una transferencia lateral de cargas, es decir, una fuerza centrífuga que nos desplaza hacia el exterior.

Las 2 suspensiones de la parte exterior se van a comprimir y se van a extender las 2 de la parte interior de la curva.

Este balanceo hacia el exterior provocará que los anclajes de la suspensión se desplacen con el chasis y, por tanto, las cotas de la dirección cambien.

Cuando se balancea hacia afuera un vehículo el ángulo de caída se vuelve positivo porque el muelle se comprime y se introduce una componente en la dirección contraria a la que deseamos.



Figura 16. Herramienta de simulación V_{susp} "movimiento de balanceo"

Eje: delantero
 Caída dcha/izda: -3'1550 / -1'8270
 Ancho de vía delantera: 1.519'97 mm.

Por eso resultará necesario introducir una caída negativa en reposo, es decir, en línea recta y en parado, para cuando tomemos una curva con la máxima aceleración lateral la rueda se quede vertical en el momento de máximo apoyo, cuando mayor agarre necesitamos.

Este empuje hacia el interior de la curva también tendrá efectos indeseados puesto que cuando en recta tomamos un bache con una sola rueda si esta rueda tiene caída ejercerá una fuerza hacia el centro del vehículo notando que el vehículo realiza

empujes a derecha e izquierda cuando solo queremos ir rectos.

El balanceo es muy importante en la puesta a punto del vehículo porque la transferencia lateral de pesos depende de la altura del centro de gravedad.

La altura del centro de balanceo determinará que parte de esa transferencia lateral de cargas se va a producir balanceándose el chasis (comprimiéndose los muelles de las ruedas exteriores) y que parte de esa transferencia se va a transportar a través de las articulaciones, es decir, de los miembros rígidos (trapecios y rótulas).

Cuanto más alto esté el c.d.g. más fácil es balancear hacia el exterior el vehículo porque más palanca hace la fuerza centrífuga.

Cuanto más alto esté el centro de balanceo más corto será el brazo de palanca entre el c.d.g. y el centro de balanceo.

Si el centro de balanceo está muy alto el chasis se balanceará muy poco hacia el interior y hacia el exterior y el resto de transferencia lateral de cargas se producirá a través de los trapecios y de las rótulas.

Si el centro de balanceo está muy bajo (muy cerca del suelo) la distancia entre el centro de gravedad y el de balanceo será grande, se hará mucho brazo de palanca.

La carrocería para la misma fuerza centrífuga, para la misma aceleración lateral se balanceará mucho más y se producirá poca transferencia a través de los trapecios.

Movimiento de cabeceo

El cabeceo se produce cuando se comprimen las 2 suspensiones delanteras o las 2 traseras y las contrarias se extienden. Esto se produce en un badén en línea recta. La suspensión delantera se comprime y un instante después la suspensión trasera.

Para evitar el cabeceo es habitual utilizar una frecuencia natural un poquito más reducida en la parte delantera (más blanda) que para la suspensión trasera (más dura) que va más rápida trabaja a la vez que la delantera y no cabecea tanto.

8 Conclusiones

Después de la definición, análisis y obtención de resultados del presente trabajo fin de grado realizado se puede concluir que se han conseguido los objetivos marcados al inicio del mismo.

Para la consecución de estos objetivos se han seguido, en todo momento, las directrices y exigencias marcadas en las normativas vigentes aplicables en cada caso.

También se han seguido diferentes métodos de cálculo e hipótesis considerados como apropiados para la reforma planteada y, posteriormente, se ha realizado el análisis de los mismos de forma analítica.

Esta propuesta de estudio planteada debería ser ampliada mediante otro proyecto basado en el análisis y estudio de la influencia del sistema de suspensión modificado sobre el sistema de dirección del vehículo, teniendo en cuenta el ángulo de caída, como en este estudio, y, además, el resto de cotas de la dirección como el avance y la convergencia.

En el desarrollo de este trabajo final de grado me he encontrado con diferentes dificultades fundamentalmente relacionadas con la elección de métodos e hipótesis que reflejasen con fidelidad las premisas del proyecto, aunque fruto del estudio de la información recabada las he podido solventar satisfactoriamente.

Desde mi punto de vista personal he podido constatar que muchas de las reformas relacionadas con el sistema de suspensión de los vehículos se limitan a mencionar el cumplimiento de la normativa pero carecen de la justificación adecuada.

El desarrollo de este trabajo me ha servido para conocer en profundidad los trámites necesarios para la legalización de una reforma tipo de un vehículo en territorio nacional.

Con los resultados obtenidos, procedentes de la modificación de los muelles, se puede concluir que los nuevos resortes helicoidales incorporados soportarán los nuevos esfuerzos y sus sollicitaciones originadas.

8.1 Resumen actos reglamentarios

A continuación se enumeran los actos reglamentarios que se afectan con las siguientes leyendas:

- (1) El Acto Reglamentario se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de esta Reforma, es decir, noviembre de 2021.
- (2) El Acto Reglamentario se aplica en la actualización en vigor a fecha de la primera matriculación, es decir, 08 de febrero de 2008.
- (-) El Acto Reglamentario no es aplicable.

Actos Reglamentarios afectados por la reforma	Justificación	Resultado
70/221/CEE (2) Dispositivos de protección trasera	La reforma no implica modificación del vehículo por tanto la altura del dispositivo de protección trasera se mantiene	Cumple
70/387/CEE (2) Cerraduras y bisagras de las puertas	La reforma no implica la modificación de las cerraduras y bisagras originales	No Aplica
74/483/CEE (2) Salientes Exteriores	Los paragolpes presentan radios de curvatura superiores a 5mm.	Cumple
74/245/CEE (2) Parásitos radioeléctricos	La reforma no modifica la compatibilidad electromagnética	No Aplica
76/756/CEE (2) Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	La reforma realizada no implica la modificación de los dispositivos de alumbrado originales del vehículo. Las luces antiniebla delanteras y catadióptricos traseros se reubican en los nuevos paragolpes	Cumple
77/389/CEE(2) Dispositivos de remolcado	Se mantiene el acceso a los dispositivos de remolcado. Después de la reforma siguen siendo funcionales	Cumple
77/649/CEE (2) Campo de visión delantera	La reforma no modifica el campo de visión delantera	No Aplica
78/318/CEE (2) Lava/limpiaparabrisas	La reforma no implica modificación de los lava/limpia parabrisas	No Aplica
78/549/CEE (2) Guardabarros	La reforma no implica modificación de los guardabarros	No Aplica
92/21/CEE (1) Masas y Dimensiones (automóviles)	Modificación de tara, inferior al 5%	Cumple
92/22/CEE (2) Cristales de seguridad	La reforma no implica modificación de los cristales de seguridad	No Aplica
96/79/CE (2) Colisión Frontal	La reforma no modifica significativamente la parte frontal del vehículo a lo que se refiere la protección de los ocupantes en caso de colisión	Cumple
96/27/CE (2) Colisión Lateral	La reforma no modifica significativamente la parte lateral del vehículo a lo que se refiere la protección de los ocupantes en caso de colisión	Cumple
2003/97/CE (2) Dispositivo de visión indirecta	La reforma no implica modificación del dispositivo de visión indirecta	No Aplica
2005/66/CE Sistemas de protección delantera	El vehículo no incorpora SPD	No Aplica
2013/102/CE (-) Protección de peatones	No es de aplicación a fecha de matriculación del vehículo <i>- Nota: es de aplicación en vehículos desde 2013</i>	No Aplica

Según el leal saber y entender del estudiante del Grado en Ingeniería Mecánica abajo firmante, se considera que las reformas a realizar sobre el vehículo SEAT LEON, con número de bastidor VSSZZZ1PZ8R078551 y matrícula 2907 FZW, **NO IMPLICAN UNA DISMINUCIÓN DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD** del vehículo, siempre y cuando sean realizadas según las prescripciones descritas en este ESTUDIO/PROYECTO técnico.

Zaragoza, noviembre, de 2021.

El estudiante de Grado en Ingeniería Mecánica



Francisco Javier Puértolas Gómez

9 Pliego de Condiciones

9.1 Objeto y alcance

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.

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 exterior de la carrocería 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.

Salvo instrucciones escritas y específicas del técnico Director de la reforma, la ejecución de la misma se atenderá a las normas que las casas de transformaciones tienen bien establecidas de forma general, así como las llamadas reglas del arte y en particular alas condiciones de este pliego.

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

9.2 Materiales

Las condiciones que han de satisfacer los materiales son las que se redactan a continuación:

- ✓ 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.

9.3 Normativa aplicada

A continuación se enuncia la normativa, en el marco de las reformas de importancia en vehículos, relacionada con este Proyecto.

Reformas de vehículos

- ✓ **Real Decreto 866/2010 del 2 de Julio de 2010**
Sustituye al anterior Real Decreto 736/88 de Julio de 1988
- ✓ **Manual de Reformas de Importancia de mayo de 2020 revisión 6ª (corrección 1ª)**

Homologación de vehículos de motor

- ✓ **Real Decreto 750/2010 de 4 de junio de 2010**
Por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor y sus remolques, máquinas autopropulsadas o remolcadas, vehículos agrícolas, así como de sistemas, partes y piezas de dichos vehículos
- ✓ **Real Decreto 2028/1986**
Normas para aplicación de Directivas CEE relativas a homologación de tipo de vehículos
- ✓ **Orden IET/1043/2012, de 10 de mayo**
Actualización de los anexos I y II del RD 2028/1986
- ✓ **Directiva 2007/46/CE (Texto consolidado)**

Por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco).

Es modificada por:

- Reglamento (CE) nº 78/2009
- Reglamento (CE) nº 79/2009
- Reglamento (CE) nº 595/2009
- Reglamento (CE) nº 661/2009
- Directiva 2010/19/UE
- Reglamento (UE) nº 371/2010
- Reglamento (UE) nº 183/2011
- Reglamento (UE) nº 582/2011
- Reglamento (UE) nº 678/2011

Actos reglamentarios

Protección de los peatones

✓ **Directiva 2003/102/CE**

Relativa a la protección de los peatones en caso de colisión y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE. Derogada por el Reglamento (CE) nº 78/2009

Es modificada por:

- Decisión de la Comisión 2004/90/CE

✓ **Reglamento (CE) nº 78/2009**

Relativo a la homologación de vehículos en lo que se refiere a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública

Vehículos

✓ **A.R. 92/21/CEE**

Relativa a masas y dimensiones

✓ **A.R. 74/483/CEE**

Relativa a salientes exteriores

✓ **Reglamento UE 1230/2012**

Relativo a la distribución de masas

Reglamento General de Vehículos

✓ **Real Decreto 2822/1998**

Reglamento General de Vehículos

Es modificado por:

- Orden de 15 de septiembre de 2000. Modifica el Anexo XVIII del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998 relativo a las placas de matrícula
- Orden de 13 de octubre de 2004 del Ministerio de Presidencia. Modifica el Anexo IX del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998 relativo a masas y dimensiones
- Orden de 21 de enero de 2010. Modifica los Anexos II, IX, XI, XII y XVIII del Reglamento General de Vehículos RD 2822/1998

Inspección de las ITV

- ✓ **Manual de procedimiento de inspección de las ITV (Versión 7.5.0 COVID19)**

Publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo el 01 de junio de 2021

- ✓ **Real Decreto 711/2006**

Modificación del Real Decreto sobre inspección técnica de vehículos

Reglamento de conductores y circulación

- ✓ **Real Decreto 818/2009**

Reglamento General de Conductores

- ✓ **Real Decreto 1428/2003**

Reglamento General de Circulación

Es modificado por:

- Real Decreto 965/2006

Varios

- ✓ **Norma UNE 26-192-87**

Valores de tolerancias para cada categoría de vehículo

Reglamentación obsoleta

- ✓ **Real Decreto 736/88**

Reformas de importancia

- ✓ **Real Decreto 2140/1985**

Normas sobre la homologación de tipo de vehículos, derogado por el Real Decreto 750/2010

- ✓ **Corrección Real Decreto 2140/1985**

Corrección publicando los Anexos del Real Decreto 2140/1985 omitidos en su publicación en el BOE. Incluye los modelos de fichas reducidas y tarjetas ITV

- ✓ **Orden de 31 de marzo de 1998**

Actualización de los Anexos del Real Decreto 2140/1985

✓ **Real Decreto 1204/1999**

Modificación del RD 2140/1985

✓ **Directiva 70/156/CEE**

Aproximación legislaciones de países europeos para homologación de vehículos. Es derogada por la Directiva 2007/46/CE

✓ **Real Decreto 772/1997**

Reglamento General de Conductores

9.4 Condiciones de uso del operador

Se establece las siguientes condiciones para la perfecta utilización del vehículo y/o los elementos instalados:

- ✓ Para cualquier tipo de elemento instalado, deben seguirse rigurosamente los manuales de uso del constructor y seguir los manuales de mantenimiento.
- ✓ La carga a transportar, debe fijarse SIEMPRE a la carrocería mediante cadenas o similares y si existe muebles, cajones, etc. deben comprobarse los seguros anti-apertura.
- ✓ La carga a transportar, debe estar SIEMPRE repartida en toda la zona de carga indicada en el presente proyecto y NUNCA concentrada solo en una zona o en cualquiera de sus extremos.
- ✓ Queda EXPRESAMENTE PROHIBIDO utilizar únicamente la zona de voladizo posterior como carga a no ser que se haya planteado como hipótesis en el presente proyecto. Queda totalmente PROHIBIDO utilizar separadores o retenedores de carga en camiones basculante.
- ✓ Es OBLIGATORIO del OPERADOR el comprobar el perfecto funcionamiento de todos los equipos instalados y elementos del vehículo sometidos a esfuerzos o vibraciones, comprobar su estado y verificar que no existan fisuras, desgastes, elementos sueltos, etc.
- ✓ En caso de que se limite el número de plazas se deberán demostrar los asientos sobrantes y sus cinturones de seguridad, colocando un separador de carga adecuado entre el compartimiento portaequipajes y el compartimiento de pasajeros.

Zaragoza, noviembre de 2021.

El estudiante de Grado en Ingeniería Mecánica



Francisco Javier Puértolas Gómez
Ingeniero de Camión
D. N.º 1025
C.º de Ingenieros, 3-6, 4.º A
50013 Zaragoza, España
Tel.º 976 76 10 00

Francisco Javier Puértolas Gómez

10 Estudio Básico de Seguridad (E.B.S.)

Según el Real Decreto 1927/1997, de 24 de Octubre que establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores y en concreto para reformas, determino las condiciones mínimas, en cuanto el lugar de trabajo y trabajadores, en que se debe realizarse la transformación del vehículo referido.

10.1 Condiciones mínimas que debe cumplir el lugar de trabajo

- I. Los materiales almacenados propios e implicados en la realización de la transformación deberán situarse en zonas designadas al efecto. Su emplazamiento deberá ser seguro y estable disponiéndose de los medios y medidas necesarias que eviten la caída accidental de altura o el hundimiento en caso de materiales apilables, tales como perfiles metálicos, chapas o láminas de acero, envases de pintura, etc.
- II. La realización de la práctica totalidad de los trabajos de obra será desde suelo, en el caso de necesitarse andamios o mesas de altura, estas no sobrepasarán la altura de un metro desde suelo. Estos elementos de apoyo del trabajador deberán estar en buenas condiciones de conservación y resistentes a las cargas que sobre ellos graviten.
- III. El lugar o lugares de trabajo donde se realizaran las operaciones de transformación del vehículo debe poder evacuarse rápidamente en caso de peligro, en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las salidas de emergencia deben estar correctamente señalizadas, ser de dimensiones adecuadas y estar en todo momento operativas sin ningún obstáculo u objeto que pueda dificultar su uso adecuado. Estas puertas deben abrirse hacia el exterior y no deben estar cerradas, en el supuesto de que deban ser utilizadas en caso de emergencia se deben poder abrir fácil e inmediatamente.
- IV. Las puertas correderas deben estar provistas de sistemas de seguridad que les impida salirse de los carriles y caerse. Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse; si estas

puertas son mecánicas deben funcionar sin riesgo de accidente, debiendo poseer dispositivo de parada de emergencia fácilmente identificable y de fácil acceso, y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en el caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

- v. En caso de avería del sistema de alumbrado, las salidas de emergencia estarán dotadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.
- vi. La instalación de suministro de energía eléctrica del taller deberá cumplir con las especificaciones técnicas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente a la fecha.
- vii. Deberá preverse, para la realización de la transformación del vehículo, de un extintor de incendios lo más próximo posible, no más alejado de diez metros de la zona de trabajo, dicho extintor deberá estar en correctas condiciones de carga y presión y estar sometido a un mantenimiento periódico. El lugar donde se halle ubicado el extintor deberá estar perfectamente señalizado según se indica en el R.D. sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- viii. La zona de trabajo donde se realiza la transformación estará suficientemente iluminada, a ser posible con luz natural, y en el caso de ser insuficiente o durante la noche, de iluminación artificial adecuada mediante puntos portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no disminuirá la percepción de señales o paneles de señalización por parte de los trabajadores.
- ix. Las vías de circulación y escaleras deben estar calculadas, situadas y acondicionadas para su uso de manera que puedan ser utilizadas fácilmente y con toda seguridad por los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación sin que se corra riesgo alguno. Las vías de circulación y escaleras de los vehículos deben estar a una distancia suficiente de puertas, pasos de peatones y escaleras.
- x. Cada trabajador implicado en la transformación deberá disponer de un espacio para colocar la ropa y sus objetos personales bajo llave.

- XI. Los suelos del lugar de trabajo deberán estar limpios y libres de protuberancias, agujeros o pianos inclinados peligrosos, ser fijos, estables y no resbaladizos.
- XII. La zona de trabajo donde se realizaran operaciones de soldadura debe estar correctamente ventilada, con movimiento suficiente de aire para evitar la acumulación de humos tóxicos o posibles deficiencias de oxígeno. El equipo de soldadura eléctrica dispondrá de toma de tierra, conectado a la general. Se cuidara el aislamiento de la pinza porta electrodos.
- XIII. No se realizaran trabajos de soldadura a cielo abierto mientras llueva o nieve. Como norma general se realizaran inspecciones diarias de los equipos de soldadura, de cables, aislamientos, válvulas de seguridad, etc.

10.2 Equipos de protección individual de los trabajadores y otras consideraciones

- o Para los trabajadores de corte de material y labores de esmerilado de piezas metálicas y de otra naturaleza, deberá el trabajador ir provisto de un equipo de gafas, y cascos que disminuyan el nivel sonoro.
- o En las operaciones de lijado a máquina y pintura, el trabajador estará equipado con mascarilla que evite o disminuya sustancialmente la inhalación de vapores nocivos, polvo y otras partículas.
- o Se utilizaran guantes resistentes para la manipulación de piezas que pudieran estar provistas de vértices cortantes o desprender fragmentos que se introduzcan con facilidad bajo la piel.
- o En caso de transporte y acarreo empleando como modo de sujeción las manos de material pesado, el trabajador estará equipado de calzado cómodo y resistente al impacto de una caída del material.
- o Cuando el trabajador emplee andamios con riesgo de caída de altura superior a dos metros, se protegerán mediante barandillas. Estas barandillas serán resistentes y tendrán una altura mínima de noventa centímetros y dispondrá de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

- Se prohíbe la utilización de máquinas y equipos para otros fines que no sean aquellos para los que han sido diseñados.
- La utilización de elevadores hidráulicos deberá ser realizada por personal cualificado que haya recibido las instrucciones de uso necesarias. Su accionamiento se realizará desde una consola en un lugar apartado del elevador, y solamente se manipulará cuando ninguna otra persona se halle debajo o en zonas próximas al elevador.
- Para las operaciones de soldadura o corte de metales donde se desprenden proyecciones y radiaciones ultravioleta e infrarrojas. El operario debe emplear ropas sin dobleces hacia arriba y sin bolsillos, además de una protección adecuada para la visita. (Para casos en que se suelden metales que desprendan humos tóxicos, el operario deberá ir provisto de careta antigás). Será obligatorio el uso de polainas y mandiles.

Deben respetarse todas y cada una de las condiciones indicadas en los apartados redactados con anterioridad y su incumplimiento es de completa y absoluta responsabilidad de quien se indica en este estudio, y si por ello se provocase algún daño, el perjudicado debe reclamar a quien corresponda según expongo.

Zaragoza, noviembre de 2021

El estudiante de Grado en Ingeniería Mecánica



Francisco Javier Puértolas Gómez
Ingeniero Técnico
Colegiado nº 6255
C/Alcalá, 3-5, 4º A
50100 ZARAGOZA

Francisco Javier Puértolas Gómez

11 Presupuesto
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Materiales			
Cantidad	Concepto	Precio sin IVA (€)	IMPORTE (€)
2	Resorte helicoidal delantero marca EIBACH, modelo/referencia 111500703VA	125	250
2	Resorte helicoidal trasero marca EIBACH, modelo/referencia 118501405HA	110	220
1	Tornillería, varios	20	20
IMPORTE TOTAL Materiales			490
Mano de obra			
Cantidad	Concepto	Precio sin IVA (€)	IMPORTE (€)
10	Horas de trabajo	45	450
2	Varios suplidos	45	90
IMPORTE TOTAL Mano de obra			540
Proyecto Técnico			
Cantidad	Concepto	Precio sin IVA (€)	IMPORTE (€)
1	Proyecto Técnico Reforma	350	350
IMPORTE TOTAL Proyecto Técnico			350
Informe de Conformidad del Laboratorio			
Cantidad	Concepto	Precio sin IVA (€)	IMPORTE (€)
1	Informe de Conformidad Laboratorio Acreditado	175	175
IMPORTE TOTAL Informe de Conformidad			175
Certificado Final de Obra			
Cantidad	Concepto	Precio sin IVA (€)	IMPORTE (€)
1	Certificado final de obra	50	50
IMPORTE TOTAL Certificado Final de Obra			175
Informe I.T.V.			
Cantidad	Concepto	Precio sin IVA (€)	IMPORTE (€)
1	Informe I.T.V.	100	100
IMPORTE TOTAL Informe I.T.V.			100
IMPORTE TOTAL Materiales + Mano de Obra + Proyecto + Informes (SIN IVA)			1.830
			I.V.A. (21%) 384'30
IMPORTE TOTAL CON IVA			2.214'30 €

12 Planos y fotografías

12.1 Croquis acotado del vehículo antes de la reforma

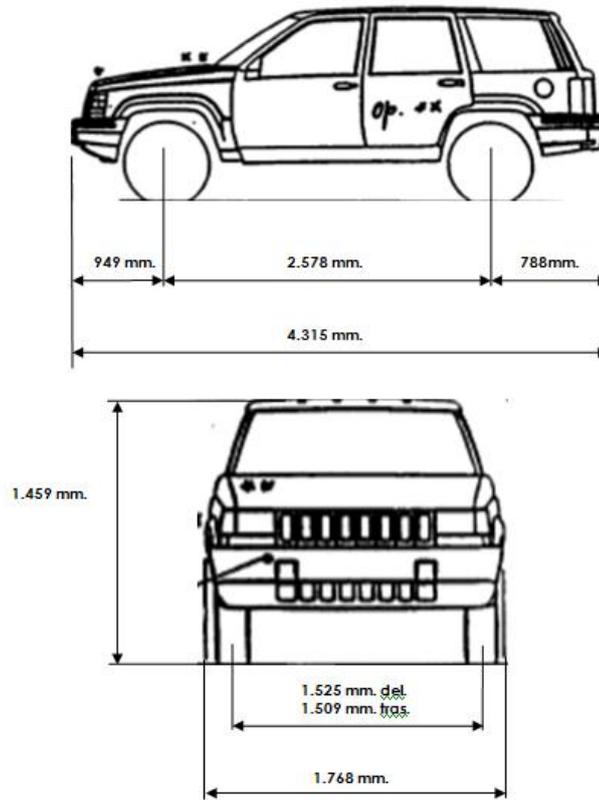


Figura 17. Croquis acotado Seat Leon antes reforma

12.2 Croquis acotado del vehículo después de la reforma

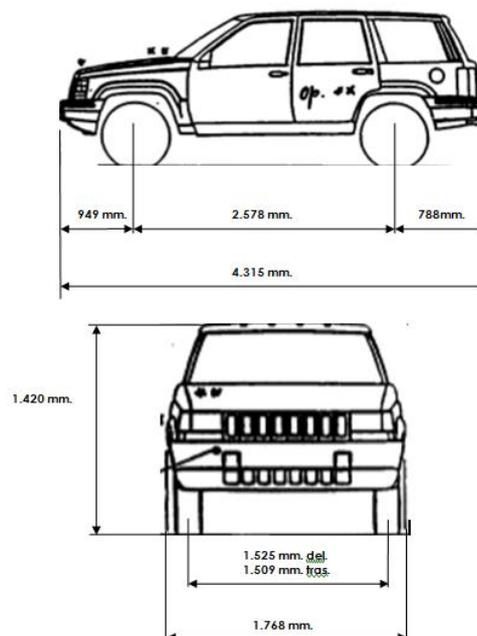


Figura 18. Croquis acotado Seat Leon después reforma

12.3 Detalles de elementos instalados

A continuación se muestran algunas fotografías y detalles de los elementos instalados.

12.3.1 Detalles generales

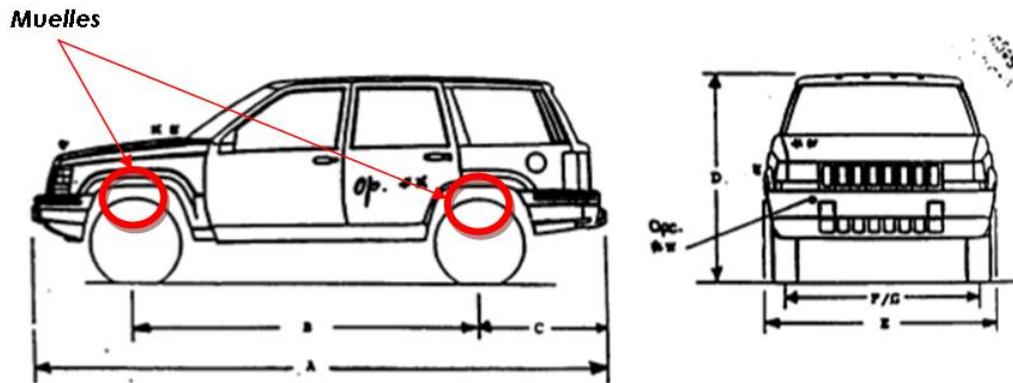


Figura 19. Croquis elementos instalados

12.3.2 Fotografías generales



Fotografía 1. Detalle del vehículo en diagnóstico Pre-I.T.V.



Fotografía 2. Vista frontal de la suspensión (curva a derechas)



Fotografía 3. Vista lateral de la suspensión (curva a izquierdas)



Fotografía 4. Vista trasera de la suspensión (curva a izquierdas)

12.3.3 Fotografías de elementos instalados



Fotografía 5. Detalle del muelle delantero 118501405HA



Fotografía 6. Detalle del muelle trasero 118501405HA

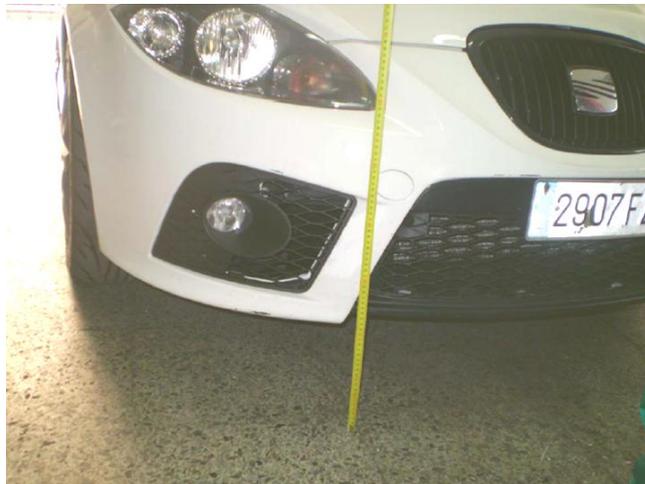
12.3.4 Fotografías de las comprobaciones realizadas



Fotografía 7. Detalle medición altura matrícula



Fotografía 8. Detalle medición altura faros delanteros



Fotografía 9. Detalle medición altura alumbrado delantero



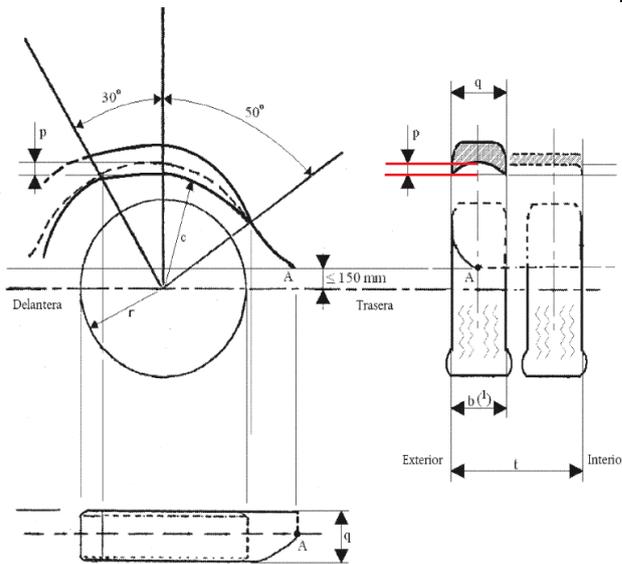
Fotografía 10. Detalle medición altura alumbrado trasero

13 Anexos

13.1 Medición del guardabarros

VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL DIRECTIVA 78/549 RECUBRIMIENTO DE RUEDAS

Marca: SEAT
 Modelo: LEON
 Tipo: 1P
 Variante: AFBWJX01
 N° Bastidor: VSSZZ1PZ8R078551
 Matrícula: 2907 FZW



La profundidad p de la hendidura del guardabarros medida en el punto que pasa por el centro del neumático, en el interior del guardabarros, es de 90mm.

Se cumple que $p = 60\text{mm.} \geq 30\text{mm.}$

El valor de b es de 225mm.
El valor de q es de 275mm.

Entre -30° y 50° , se cumple que $q \geq b$, puesto que $275 \geq 225$

El guardabarros cubre la anchura total del neumático en la zona de la banda de rodadura de 80° (de -30° a 50°) reflejada en la imagen.

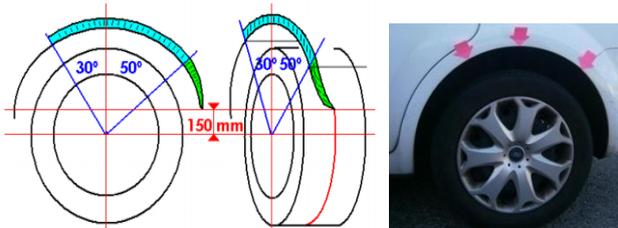
El guardabarros, en su parte posterior, se extiende (zona verde) hasta una altura de 100mm. por encima del plano del centro de las ruedas, es decir, supera la altura mínima exigida de 150mm. (sin invadir el eje de la rueda).

Se cumple que distancia (punto A- eje) = 100mm. $\leq 150\text{mm.}$

(1) La medida está tomada en la parte alta del neumático.

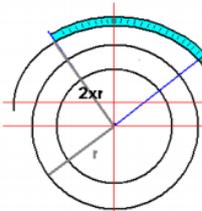
Comprobaciones en tres posiciones:

- 30°, 10mm
- 0°, 0mm.
- +50°, 50mm.



Se cumple que la longitud del cordel (310mm.) queda por debajo del plano de 150mm. sobre el centro de las ruedas.

No contacta con ninguna parte del neumático por encima de este plano (en ninguna de las 3 comprobaciones).



Se cumple que la distancia "C" entre el borde inferior del guardabarros y el centro del neumático es inferior a dos veces el radio estático ($2r = 460\text{mm.}$) del neumático, puesto que

$C = 310\text{mm.} \leq 460\text{mm.}$

Se cumple que la parte trasera del vehículo en vacío (medido a partir de una distancia ≤ 45 cm desde el extremo trasero del mismo) es ≤ 10 cm. de cada lado sobre la anchura del eje trasero.

13.2 Ficha Técnica antes de la Reforma

 SEAT		N° SERIE 40534996^B	MATRICULA _____
SEAT, S. A. Autovía A-2, Km 545 08760 - [Cabrera] (Barcelona)			
Número de identificación: V58ZZZ1PZ8RQ7B351		N° CERTIFICADO 089010540	
Clasificación del vehículo: SEAB1C7C 1 0 0 0 TURISMO			
Marca: SEAT Tipo: 1P Variante: AFBWJX01/59NFM6290210G Denominación comercial: LEON Tara (kg): 1375 MTMA/MMA (Kg): 1945 MTMA/MMA 1ª E (kg): 1047 MTMA/MMA 2ª E (kg): 926 MTMA/MMA 3ª E (kg): - MTMA/MMA 4ª E (kg): - Motor S/F, c/F (kg): 720/1400 Neumáticos: 4-225/40 R18 91W Nº de asientos: 5 Volumen de bodega: -	Clase: - Altura total (mm): 1459 Anchura total (mm): 1768 Via anterior/posterior (mm): 1525/1509 (1) Longitud total (mm): 4315 Voladizo posterior (mm): 788 Distancia eje 1º/2º (mm): 2578 Distancia eje 2º/3º (mm): - Distancia eje 3º/4º (mm): - Distancia 5ª rueda/últ. (mm): - Motor: Marca: AUDI Tipo: (0) BWS Nº Cilindros/Cilindrada (cm³): 4/1984 Potencia fiscal/real (CV/KW): 13,25/177		
Opciones incluidas en la homologación de tipo: (1) 1533/1517 (INVIEKNU: 225/40 R18 92V H+S) TECHO ABRIBLE EN DRI GEN.			
Observaciones: 002=199			
Por las piezas de origen extranjero incorporadas a este vehículo se han satisfecho los correspondientes derechos de Aduanas. El abajo firmante, legalmente autorizado por SEAT, S. A. certifica que el vehículo carrozado cuyas características se reseñan es completamente conforme con el tipo homologado con la contraseña *9*2001/115*0052 , así como con las opciones arriba incluidas. MARTORELL , 01 de FEBRERO de 2008 Firma: 			
SEAT, S.A. Seat Unipersonal - Don. Soc. Autovía A-2 Km 545 - 08760 Martorell Reg. Merc. Barcelona - Tomo 23662 - Folio 1, Hoja 56455 - IVA C.I.F. (ES) A-2044181 Fdo. ANTONIO LANDA PÉREZ			
Reformas autorizadas:			
9/13/00		BLANCO	

Figura 20. Ficha técnica del vehículo


ESPAÑA


TARJETA

INSPECCIÓN TÉCNICA DE VEHÍCULOS

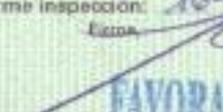
INSPECCIONES TÉCNICAS PERIÓDICAS		MATRICULA:	
Fecha de inspección: 02/02/2012	Valedera hasta/por: 02/02/2014	Fecha de inspección: 07 FEB 2014	Valedera hasta/por: 07 FEB 2016
Nº informe inspección: 109255 (Sello)	Firma: 	Nº informe inspección: (Sello)	Firma: 
Fecha de inspección: 08 FEB 2016	Valedera hasta/por: 08 FEB 2018	Fecha de inspección: 05 02 2018	Valedera hasta/por: 08 02 2019
Nº informe inspección: 109261 (Sello)	Firma: 	Nº informe inspección: 320488 (Sello)	Firma: 
Fecha de inspección:	Valedera hasta/por:	Fecha de inspección:	Valedera hasta/por:
Nº informe inspección: (Sello)	Firma:	Nº informe inspección: (Sello)	Firma:
Fecha de inspección:	Valedera hasta/por:	Fecha de inspección:	Valedera hasta/por:
Nº informe inspección: (Sello)	Firma:	Nº informe inspección: (Sello)	Firma:

Figura 21. Tarjeta ITV

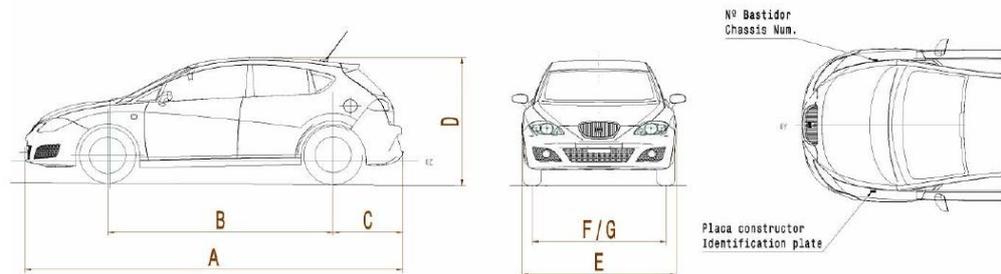
13.3 Ficha reducida de homologación

Centro Técnico de SEAT, S.A. Homologaciones Autovía, A-2, km. 585 08760 Martorell	
--	---

FICHA REDUCIDA DE HOMOLOGACION PARA VEHICULOS DE CATEGORIA M1

MARCA SEAT	DENOMINACIÓN COMERCIAL LEON	CATEGORÍA M1	TIPO CARROCERÍA AF
NOMBRE Y DIRECCIÓN DEL FABRICANTE SEAT S.A. Autovía A-2 km. 585, Martorell; España			
TIPO 1P		PARTE FIJA VIN VSSZZ1PZ	
CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN e9*2001/116*0052*31		FECHA 25/04/2012	

VARIANTE	VERSIÓN	VARIANTE	VERSIÓN
AF CAXC XO 1	SG N FM6????? 7MG	AF CDLA XO 1	SG N FM6????? 7MG
AF CAYB XO 1	SG N FM5????? 7MG	AF CDLD XO 1	SG N FM6????? 7MG
AF CAYC XO 1	SG N FM5????? 7MG	AF CEGA XO 1	AG N FD6????? 7MG
	SG E FM5????? 7MG	AF CFHC XO 1	SG N FM6????? 7MG
	SG S FM5????? 7MG		AG N FD6????? 7MG
AF CBZB XO 1	AG N FD7????? 7MG	AF CFJA XO 1	SG N FM6????? 7MG
	SG N FM6????? 7MG	AF CGGB XO 1	SG N FM5????? 7MG
	SG S FM6????? 7MG	AF CHGA XO 1	SG N FM5????? 7MG
AF CCZB XO 1	SG N FM6????? 7MG	AF CMXA XO 1	SG N FM5????? 7MG
	AG N FD6????? 7MG		
AF CDAA XO 1	SG N FM6????? 7MG		
	AG N FD7????? 7MG		



DIMENSIONES (mm)

A	Longitud	4315
B	Distancia entre ejes	2578
C	Voladizo trasero	788
D	Altura	1459
E	Anchura	1768
F	Via eje anterior	1525 - 1539
G	Via eje posterior	1509 - 1523

MASAS (kg)

VER HOJA 3 DE 9

APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL
DE INDUSTRIA
Con fecha :

Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31

Por SEAT, S.A.
Centro Técnico de SEAT

Fdo.: Antonio Landa Pérez
Homologaciones

Figura 22. Ficha reducida de homologación

Centro Técnico de SEAT, S.A. Homologaciones Autovía, A-2, km. 585 08760 Martorell	
--	---

CONSTITUCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO	Nº de ruedas	Eje motriz
Eje anterior	2	Si
Eje posterior	2	No

NEUMÁTICOS
VER HOJA 4, 5 y 6 DE 9

UNIDAD MOTRIZ
VER HOJA 7 DE 9

EMISIONES
VER HOJA 8 DE 9

CARROCERÍA

Número y disposición de puertas	4; 2 izda. , 2 dcha.
Número de plazas de asiento (incluido el conductor)	5
Dispositivos de visión indirecta distintos de los retrovisores	--
Sistemas de protección delantera	--

SUSPENSIÓN

	Eje anterior	Eje posterior
Tipo	Independiente	Independiente
Amortiguadores	si	Si
Barra estabilizadora	si	opcional

TRANSMISIÓN

Tipo	Mecánica	Caja de cambios	Manual	Nº de relaciones	5 ó 6
Tipo	Mecánica	Caja de cambios	Automática	Nº de relaciones	6 ó 7

FRENADO

Servicio	Freno hidráulico de mando por pedal. Dos circuitos en diagonal.
Estacionamiento	Mecánico sobre las ruedas posteriores.
Socorro	Cada uno de los circuitos del freno de servicio.
Asistencia	Servofreno por depresión.
Dispositivo antibloqueo. ABS	SI

DISPOSITIVOS DE ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN LUMINOSA

Nº Proyectores de luz de día	2 Opc.	Nº Proyectores antiniebla delanteros	2 Opc.
Nº Proyectores de corto alcance	2	Nº Proyectores antiniebla traseros	1
Nº Proyectores de largo alcance	2	Nº Proyectores de pare	3
Nº Proyectores marcha atrás	1		

GANCHO REMOLQUE

Clase	No procede	Contraseña de homologación	No procede
Tipo	No procede	Capacidad de carga vertical (kg)	75

APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA Con fecha :	Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31  Fdo.: Antonio Landa Pérez Homologaciones
--	--

Centro Técnico de SEAT, S.A.
Homologaciones
Autovía, A-2, km. 585
08760 Martorell



OBSERVACIONES/OPCIONES INCLUIDAS EN LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Kit aerodinámico opcional
Kit aerodinámico Línea R opcional

MASAS (kg)

MASAS TÉCNICAS ADMISIBLES/MASAS TÉCNICAS AUTORIZADAS (kg) (MMTA/MMA)

VARIANTE	VERSIÓN	MASA TOTAL	MASA 1º EJE	MASA 2º EJE	MOM	MMR cF/sF	MMC
AF CAXC X0 1	SG N FM6????? 7MG	1819	969	899	1324	1300 / 660	3119
AF CAYB X0 1	SG N FM5????? 7MG	1860	1010	890	1365	1400 / 680	3260
AF CAYC X0 1	SG N FM5????? 7MG	1860	1010	890	1365	1400 / 680	3260
	SG E FM5????? 7MG	1820	1010	890	1325	1400 / 660	3220
	SG S FM5????? 7MG	1820	1010	890	1325	1400 / 660	3220
	AG N FD7????? 7MG	1880	1030	890	1385	1400 / 690	3280
AF CBZB X0 1	SG N FM6????? 7MG	1770	940	890	1275	1200 / 630	2970
	SG S FM6????? 7MG	1775	940	890	1280	1200 / 640	2975
AF CCZB X0 1	SG N FM6????? 7MG	1890	1045	900	1395	1400 / 690	3290
	AG N FD6????? 7MG	1920	1075	900	1425	1400 / 710	3320
AF CDAA X0 1	SG N FM6????? 7MG	1850	1035	898	1355	1400 / 670	3250
	AG N FD7????? 7MG	1865	1035	898	1370	1400 / 680	3265
AF CDLA X0 1	SG N FM6????? 7MG	1945	1050	925	1450	1400 / 720	3345
AF CDLD X0 1	SG N FM6????? 7MG	1945	1047	926	1450	1400 / 720	3345
AF CEGA X0 1	AG N FD6????? 7MG	1915	1075	895	1420	1500 / 710	3415
AF CFHC X0 1	SG N FM6????? 7MG	1875	1045	890	1380	1500 / 690	3375
	AG N FD6????? 7MG	1895	1060	890	1400	1500 / 700	3395
AF CFJA X0 1	SG N FM6????? 7MG	1890	1045	890	1395	1500 / 690	3390
AF CGGB X0 1	SG N FM5????? 7MG	1745	900	895	1250	800 / 620	2545
AF CHGA X0 1	SG N FM5????? 7MG	1836	935	950	1341	1200 / 670	3036
AF CMXA X0 1	SG N FM5????? 7MG	1775	936	890	1280	1200 / 640	2975

APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL
DE INDUSTRIA
Con fecha :

Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31

Por SEAT, S.A.
Centro Técnico de SEAT

Fdo.: Antonio Landa Pérez
Homologaciones

Centro Técnico de SEAT, S.A. Homologaciones Autovía, A-2, km. 585 08760 Martorell	
--	---

NEUMÁTICOS

VARIANTE	VERSION	EJE	DIMENSIONES
AF CAXC XO 1	Todas	1 + 2	195 / 65 R15 91H 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91H 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91H 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91H 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91H 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91H 7 J x 17 ET54
AF CAYB XO 1	Todas	1 + 2	195 / 65 R15 91T 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91T 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91T 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91T 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91T 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91T 7 J x 17 ET54
AF CAYC XO 1	?? E ??? ????????	1 + 2	195 / 65 R15 91U 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91U 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91U 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91U 6J x 16 ET50
AF CAYC XO 1	?? N ??? ????????	1 + 2	195 / 65 R15 91U 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91U 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91U 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91U 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91U 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91U 7 J x 17 ET54
AF CAYC XO 1	?? S ??? ????????	1 + 2	195 / 65 R15 91U 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91U 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91U 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91U 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91U 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91U 7 J x 17 ET54
AF CBZB XO 1	?? N ??? ????????	1 + 2	195 / 65 R15 91U 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91U 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91U 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91U 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91U 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91U 7 J x 17 ET54
AF CBZB XO 1	?? S ??? ????????	1 + 2	195 / 65 R15 91U 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91U 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91U 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91U 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91U 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91U 7 J x 17 ET54
AF CCZB XO 1	Todas	1 + 2	205 / 55 R16 91W 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91W 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91W 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91W 7 J x 17 ET54
AF CDAA XO 1	Todas	1 + 2	195 / 65 R15 91V 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91V 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91V 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91V 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91V 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91V 7 J x 17 ET54
AF CDLA XO 1	Todas	1 + 2	225 / 40 R18 91Y 7,5J x 18 ET51 / ET53 235 / 35 R19 91Y 8J x 19 ET53 225 / 45 R17 91Y 7 J x 17 ET54
AF CDLD XO 1	Todas	1 + 2	225 / 40 R18 91Y 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91Y 7J x 17 ET54

APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL
DE INDUSTRIA
Con fecha :

Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31

Por SEAT, S.A.
Centro Técnico SEAT

Fdo.: Antonio Landa Pérez
Homologaciones

Centro Técnico de SEAT, S.A.
Homologaciones
Autovía, A-2, km. 585
08760 Martorell



AF CEGA XO 1	Todas	1 + 2	205 / 55 R16 91V 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91V 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91V 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91V 7 J x 17 ET54
AF CFHC XO 1	Todas	1 + 2	195 / 65 R15 91V 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91V 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91V 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91V 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91V 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91V 7 J x 17 ET54
AF CFJA XO 1	Todas	1 + 2	205 / 55 R16 91V 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91V 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91V 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91V 7 J x 17 ET54
AF CGGB XO 1	Todas	1 + 2	195 / 65 R15 91 T 6J x 15 ET50 195 / 65 R15 91 T 6,5J x 15 ET50 205 / 55 R16 91 T 6J x 16 ET50 205 / 55 R16 91 T 6,5J x 16 ET50 225 / 40 R18 91 T 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91 T 7J x 17 ET54
AF CHGA XO 1	Todas	1 + 2	195 / 65 R15 91U 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91U 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91U 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91U 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91U 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91U 7 J x 17 ET54
AF CMXA XO 1	Todas	1 + 2	195 / 65 R15 91U 6,5J x 15 ET50 195 / 65 R15 91U 6J x 15 ET47 205 / 55 R16 91U 6,5J x 16 ET50 205 / 55 R16 91U 6J x 16 ET50 225 / 40 R18 91U 7,5J x 18 ET51 / ET53 225 / 45 R17 91U 7 J x 17 ET54
Todas	Todas	1 + 2	T 125 / 70 R 18 99M 3,5J x 18 ET 25,5 T 125 / 70 R 16 90M 3,5J x 16 ET 25,5 (Neumático de emergencia)

<p>APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA Con fecha :</p>	<p>Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31</p> <p>Por SEAT, S. A. Centro Técnico SEAT</p> <p>Fda. Antonio Landa Pérez Homologaciones</p>
---	---

Centro Técnico de SEAT, S.A.
Homologaciones
Autovía, A-2, km. 585
08760 Martorell



UNIDAD MOTRIZ

Fabricante Marca	Código motor siglas/versión		Principio funcionamiento	Tipo Comb.	Nº y disposición de cilindros	Cilindr. (cm³)	Pot. neta máx. (kW) a (min ⁻¹)	Potencia fiscal (CVF)
VW	CAX (*)	C	Explosión	(2)	4, en línea	1390	92 a 5.000	10,70
VW	CAY (*)	B	Compresión	(1)	4, en línea	1598	66 a 4.200	11,64
VW	CAY (*)	C	Compresión	(1)	4, en línea	1598	77 a 4.400	11,64
VW	CBZ	B	Explosión	(2)	4, en línea	1197	77 a 5.000	9,78
VW	CCZ (*)	B	Explosión	(2)	4, en línea	1984	155 a 5.300	13,25
AUDI	CDA (*)	A	Explosión	(2)	4, en línea	1798	118 a 4.500	12,49
AUDI	CDL (*)	A	Explosión	(2)	4, en línea	1984	195 a 6.000	13,25
AUDI	CDL (*)	D	Explosión	(2)	4, en línea	1984	177 a 5.700	13,25
VW	CEG (*)	A	Compresión	(1)	4, en línea	1968	125 a 4.200	13,19
VW	CFH (*)	C	Compresión	(1)	4, en línea	1968	103 a 4.200	13,19
VW	CFJ (*)	A	Compresión	(1)	4, en línea	1968	125 a 4.200	13,19
VW	CGG	B	Explosión	(2)	4, en línea	1390	63 a 5.000	10,70
VW	CHG	A	Explosión	(3)	4, en línea	1595	75 a 5.600	11,62
VW	CMX	A	Explosión	(4)	4, en línea	1595	75 a 5.600	11,62

(1) GASOLEO A

(2) GASOLINA SIN PLOMO

(3) GASOLINA SIN PLOMO / GLP

(4) GASOLINA SIN PLOMO / ETANOL

(*) Motor equipado con sistema de sobrealimentación

APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL
DE INDUSTRIA
Con fecha :

Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31

Por SEAT, S.A.
Centro Técnico de SEAT

Fdo.: Antonio Landa Pérez
Homologaciones

Página 6 de 8

Centro Técnico de SEAT, S.A.
Homologaciones
Autovía, A-2, km. 585
08760 Martorell



EMISIONES/VARIOS

VARIANTE	VERSIÓN	Nivel de Emisiones	CO2 (g/km)	Vel. Máx. (km/h)	Nivel Ruido parado	
					(dB)	(min ⁻¹)
AF CAXC X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	145	197	82	3750
AF CAYB X0 1	SG N FM5????? 7MG	EURO 5	119	174	74	2500
AF CAYC X0 1	SG N FM5????? 7MG	EURO 5	119	185	73	2500
	SG E FM5????? 7MG	EURO 5	99	190	73	2500
	SG S FM5????? 7MG	EURO 5	109	185	73	2500
	AG N FD7????? 7MG	EURO 5	123	185	73	2500
AF CBZB X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	132	187	82	3750
	SG S FM6????? 7MG	EURO 5	124	187	82	3750
AF CCZB X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	170	233	85	3800
	AG N FD6????? 7MG	EURO 5	174	233	85	3800
AF CDAA X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	159	213	80	3700
	AG N FD7????? 7MG	EURO 5	153	213	80	3700
AF CDLA X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	190	250	85	3700
AF CDLD X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	190	247	83	3800
AF CEGA X0 1	AG N FD6????? 7MG	EURO 5	148	214	76	2500
AF CFHC X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	125	205	73	2280
	AG N FD6????? 7MG	EURO 5	139	205	73	2280
AF CFJA X0 1	SG N FM6????? 7MG	EURO 5	134	214	74	3750
AF CGGB X0 1	SG N FM5????? 7MG	EURO 5	147	172	85	3750
AF CHGA X0 1	SG N FM5????? 7MG	EURO 5	153	184	84	3700
AF CMXA X0 1	SG N FM5????? 7MG	EURO 5	159	184	83	3700

APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL
DE INDUSTRIA
Con fecha :

Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31

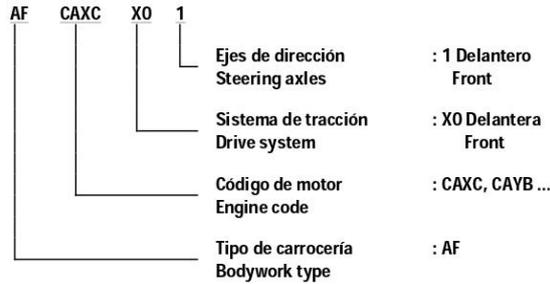
Por SEAT, S.A.
Centro Técnico de SEAT

Fdo.: Antonio Landa Pérez
Homologaciones

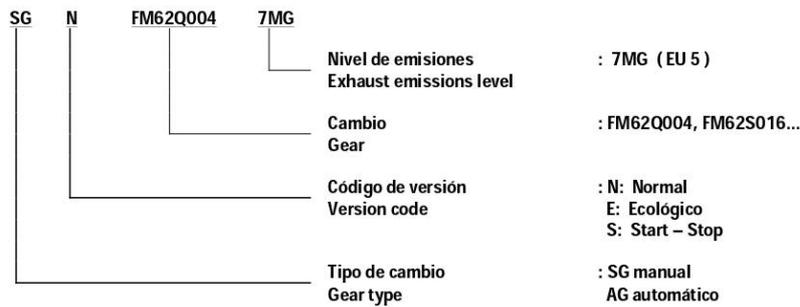
Centro Técnico de SEAT, S.A. Homologaciones Autovía, A-2, km. 585 08760 Martorell	
--	---

ESTRUCTURA DE VARIANTES Y VERSIONES

Estructura de la Variante



Estructura de la Versión



APROBADO POR LA DIRECCION GENERAL
 DE INDUSTRIA
 Con fecha :

Contraseña de homologación : e9*2001/116*0052*31
 Fdo. Antonio Landa Pérez
 Homologaciones

Por SEAT, S.A.
 Centro Técnico SEAT

13.4 Permiso de Circulación

A	2907 FZW	E	VSSZZZ1PZ8R078551
B	-----	F.1	1945
H	-----	F.2	1945
I	08-02-2008	G	1450
(I.1)	08-02-2008	K	E9*2001/116*0052
(I.2)	ZARAGOZA	P.1	1984
C.1.1	CHUECA MORLANES	P.2	177,00
C.1.2	PEDRO JOSE	P.3	GASOLINA
C.1.3	BELCHITE 4 5 C 50013-ZARAGOZA ZARAGOZA	Q	-----
C.4	c	S.1	005
D.1	SEAT	S.2	-----
D.2	1P/AFBWJX01/SGNFM62Q0210G	 * 2 9 0 7 F Z W *	
D.3	LEON	 * V S S Z Z Z 1 P Z 8 R 0 7 8 5 5 1 *	
(D.4)	PARTICULAR	Z	

Figura 23. Permiso de circulación

13.5 Conceptos teóricos básicos sobre SUSPENSIÓN

La suspensión es un elemento de vital importancia en nuestros coches ya que nos mantiene pegados al asfalto absorbiendo las irregularidades del terreno y manteniendo el confort de los ocupantes. Sin olvidarnos de su correcto mantenimiento, decisivo para nuestra seguridad.

La suspensión suele ser valorada como un elemento de confort, pero su función va muchísimo más allá, ya que es la encargada de conseguir que los neumáticos de nuestro coche trabajen en las mejores condiciones posibles de adherencia, corregir y mitigar las posibles transferencias de masas cuando aceleramos, frenamos y giramos, y por supuesto evitar los rebotes y oscilaciones de la carrocería haciendo que nuestro coche no pierda contacto con "la realidad".

Análisis de los componentes básicos de la suspensión y su función

Resorte helicoidal

El primer elemento de trabajo en una suspensión es el elemento elástico.

La gran mayoría de fabricantes utilizan el clásico muelle, pero hay en el mercado otras alternativas, que dependiendo del uso del vehículo pueden ser mejores y conseguir un mejor comportamiento, por ejemplo barras de torsión o ballestas, que aún se siguen empleando en algunos vehículos todoterreno o cuando se necesita robustez para cargar grandes pesos.

Cualquiera de los sistemas anteriores tiene la función de soportar el peso del coche de manera flexible, procurando mantener una distancia constante con el suelo.

Estos elementos elásticos tienen que tener la capacidad de comprimirse y ejercer una fuerza opuesta a la compresión directamente proporcional a ésta.

Los materiales utilizados generalmente son acero, y sus efectos al comprimirse como causa de un bache o un apoyo fuerte en una curva, con empujar la carrocería hacía arriba. Dependiendo del tarado o dureza del muelle, la fuerza que ejerce hacía arriba será mayor o menor.

La fuerza que es capaz de ejercer se mide en kilogramos por centímetro, por ejemplo, un muelle cuya tensión sea de 100kg/cm nos está indicando que por cada 100 kilogramos de peso que tenga que soportar, cederá un centímetro de altura.

Si la tensión del muelle es baja, la suspensión es muy flexible, lo que nos proporciona una alta capacidad de absorción de irregularidades.

Las suspensiones con tensión baja de muelle son utilizadas para aumentar el confort o para vehículos que tengan que absorber grandes irregularidades como los todoterrenos. Como inconveniente nos encontramos la provocación de oscilaciones en la carrocería muy amplias. Incluso en situaciones de carga puede resultar peligroso por llegar a hacer tope de recorrido.

La salud de la suspensión influye en el comportamiento de nuestro coche, y por ende en nuestra seguridad.

En el extremo opuesto nos encontramos con muelles con una tensión elevada. No absorben apenas las irregularidades, son incómodos en zonas bacheadas, limitan el recorrido de la suspensión en sentido vertical y producen efectos negativos en cuestión de rebotes que pueden provocar pérdida de contacto de la rueda con el suelo.

El objetivo del muelle es conseguir el mejor equilibrio posible entre las dos situaciones anteriores.

Amortiguador

Como hemos descrito anteriormente, el muelle trabaja bajo el principio de acción/reacción, oponiéndose a ser comprimido y recuperando su forma y longitud original una vez contrarrestada la energía provocada en su flexión. Si no dispusiéramos de ningún elemento que acabase con ese movimiento pendular, el coche oscilaría de manera constante como un columpio en cada bache. Aquí comienza a trabajar el amortiguador.

La función del amortiguador no es otra que reducir al máximo las oscilaciones, oponiendo resistencia tanto al movimiento de compresión –evitando el efecto rebote- como al de extensión –limitando la velocidad de ascenso del muelle-.

Por hacer una descripción muy básica de este elemento, el amortiguador funciona como una jeringuilla, es decir, un extremo formado por un cuerpo hueco con forma cilíndrica está anclado a la carrocería, mientras el otro extremo está anclado a los brazos de la suspensión y consta de un vástago con un pistón que recorre el cilindro. Un fluido aceitoso llena el cilindro y se opone al movimiento del pistón. Para que no se colapse, una serie de orificios permiten el paso del aceite a través del pistón, resultando su tarado más o menos firme en función del tamaño de esos orificios y de la densidad del aceite.

Como es lógico el muelle y el amortiguador deben ir en sintonía para poder trabajar a la perfección.

Brazos de suspensión

A todos los elementos que conforman las diferentes articulaciones que permiten los movimientos verticales de la rueda se les denomina brazos de suspensión. Su longitud, ejes de articulación y los diferentes anclajes o arquitectura conformarán una geometría que le dará determinado tipo de comportamiento al vehículo.

La mayor o menor efectividad de la suspensión en conjunto está determinada por el correcto funcionamiento de los componentes de toda ella en conjunto. A esto hay que añadir otros factores del coche como el peso total, reparto de pesos y centro de gravedad etc.

Como el resto de los elementos que componen un coche, la suspensión se va desgastando y deteriorando con los kilómetros y el tiempo, haciendo que pierdan eficacia. Es imprescindible estar atentos ya que es un deterioro que se produce de manera lenta y es difícil detectarlo. Como referencia, los fabricantes de amortiguadores establecen que éstos pierden hasta el 50% de su eficacia en agarre y en frenadas a partir de los 80.000km.

Nunca debemos descuidar el mantenimiento de nuestros vehículos, es una cuestión de seguridad.

La suspensión en el eje delantero

Desde hace muchos años la gran mayoría de los vehículos montan suspensiones delanteras independientes. Esto tiene como ventaja un menor peso no suspendido y que las vibraciones que se producen en una rueda no repercuten en otra. Las ventajas son muchas, el nivel de confort y efectividad aumenta de forma considerable respecto a las antiguas suspensiones rígidas.

El elemento elástico más utilizado en las ruedas delanteras es el muelle, aunque en algunas ocasiones se utiliza la barra de torsión. Las disposiciones más utilizadas son:

- Suspensión Mc Pherson.
- Suspensión con doble trapecio.

Suspensión Mc Pherson

Este tipo de suspensiones son las más utilizadas por su sencillez y buen comportamiento. Se trata de un muelle y un amortiguador concéntricos cuyo extremo superior va fijado al chasis y el inferior a la mangueta. El amortiguador suele disponer de un soporte para apoyar el muelle en el extremo inferior y de una copela que lo sujeta al superior. La copela va anclada a la carrocería a través de silentbloc y la parte inferior de la mangueta va sujeta a un trapecio articulado que, a su vez se une al chasis.

Las ventajas son sobre todo a nivel de sencillez y económico, pero en cuanto el nivel de prestaciones supera ciertos límites el sistema no da más de sí y hay que pasar a suspensiones más complejas como el doble trapecio cuando queremos asimilar ciertos niveles de potencia.

Suspensión con doble trapecio

Consiste en situar dos trapecios superpuestos (uno inferior y otro superior) cuyos extremos disponen de una rótula que sujeta la mangueta. El muelle y el amortiguador se montan concéntricos y sus extremos van sujetos, de un lado al trapecio inferior, y de la otra al chasis.

Es un sistema utilizado en la competición y en coches de corte deportivo por su nivel de efectividad ya que ofrece un nivel de rigidez e inclinación superior.

Los dos sistemas pueden ir acompañados de barras estabilizadoras y tirantes de reacción que harán el trabajo de la suspensión más fácil.

La suspensión en el eje trasero

En la suspensión trasera se da más variedad que en la delantera, al existir muchos coches con suspensión independiente, y con suspensiones por eje rígido o semirrígido.

Suspensión independiente

La suspensión independiente es cada día más utilizada en los ejes traseros. En definitiva, se trata de una suspensión en la que un eje no tiene nada que ver con el otro. Tiene grandes ventajas en cuanto a comportamiento y su principal inconveniente son los costes de fabricación. Su disposición más utilizada es:

- Brazos tirados con muelles, barras estabilizadoras y amortiguadores.
- Brazos tirados con barras de torsión, estabilizadoras y amortiguadores.
- Suspensión multibrazo.
- Suspensión Mc Pherson.

FRECUENCIA NATURAL EN LA SUSPENSIÓN

Suspensión sin amortiguador

Las oscilaciones introducidas por los baches tardan mucho en disiparse y pueden perturbar el funcionamiento de la suspensión varios segundos después de haberse producido.

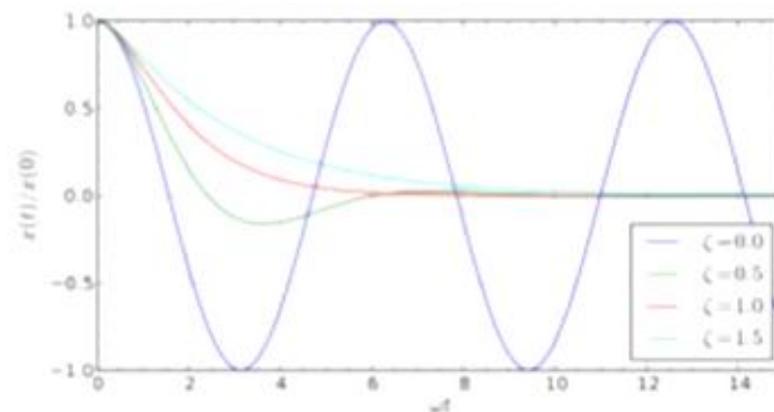


Figura 24. Detalle frecuencia amortiguación

Suspensión con amortiguador

La amortiguación disipa la energía contenida en los muelles de tal manera que esas oscilaciones disminuyan más rápido que la frecuencia natural del sistema.

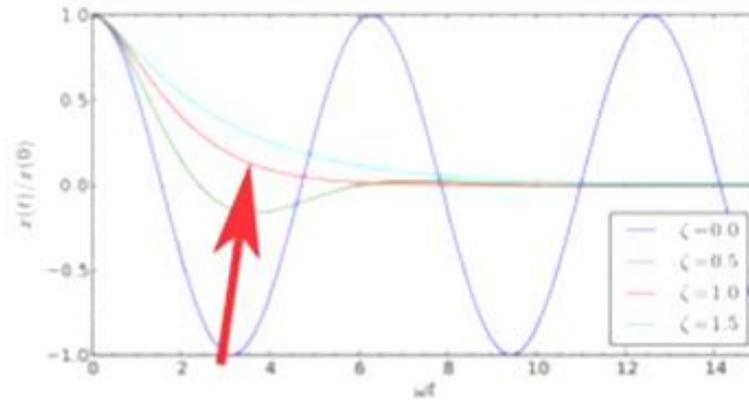


Figura 25. Frecuencia natural

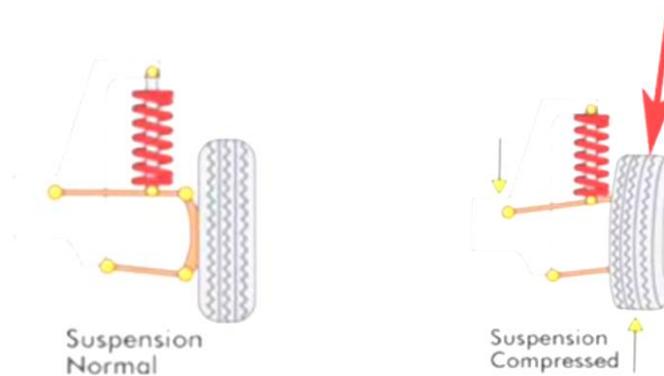


Figura 26. Suspensión sin carga y con carga

ÁNGULO DE CAÍDA

El ángulo de caída (camber) es el ángulo formado por el plano central de la rueda con el plano vertical.

Si una rueda está perfectamente vertical en el suelo tiene un ángulo de caída cero.

Si están inclinadas hacia adentro del vehículo caída negativa.

Si hacia afuera positiva.

Desde el punto de vista de la resistencia a la rodadura y de la capacidad de frenada la teoría nos dice que el mejor ángulo sería de cero grados porque la huella de contacto tiene la forma más eficaz posible para transmitir esa frenada al suelo y la resistencia a la rodadura es la mínima posible porque no introducimos ninguna componente de fuerza asociada a este ángulo de caída que siempre llevan asociadas componentes longitudinales que nos frenan.

A la hora de estudiar el comportamiento en curva tenemos que tener en cuenta:

Primero

Que los neumáticos utilizados en coches son de perfil plano, es decir, de perfil cuadrado, que nos limitan puesto que si inclinamos en exceso perdemos huella de contacto porque el hombro exterior del neumático empieza a levantarse del suelo.



Figura 27. Detalle perfil tipo coche (izda.) y tipo moto (dcha.)

Un coche gira mediante las ruedas delanteras mientras que la motocicleta no gira por la inclinación del manillar sino por la inclinación del neumático.

El empuje que realizan los neumáticos hacia el interior de las curvas, por el hecho de estar inclinados, es lo que se conoce como camber thrust (empuje por caída). Este empuje es muy importante en motos y limitado en coches porque si se inclinan en exceso los neumáticos se pierde huella de contacto porque el hombro exterior del neumático empieza a levantarse.

En todo caso se introduce caída negativa en el neumático porque nos da una componente de fuerza hacia el interior de la curva que nos va ayudar a girar porque nos da más agarre lateral.

Segundo

Que cuando tomamos una curva en un vehículo con suspensiones se produce una transferencia de peso.

Cuando se comprime el muelle variará el ángulo de caída de la rueda.

Generalmente cuando se balancea hacia afuera un coche el ángulo de caída se vuelve positivo porque el muelle se comprime y se introduce una componente de justo en la dirección contraria en la que queremos.

Por todo ello podemos introducir una caída negativa en reposo en línea recta en parado de tal manera que cuando tomemos una curva con la máxima aceleración lateral la rueda se quede vertical en el momento de máximo apoyo, cuando mayor agarre necesitemos.

Este empuje hacia el interior de la curva también tiene efectos indeseados puesto que cuando en recta tomamos un bache con una sola rueda si esta rueda tiene caída ejercerá una fuerza hacia el centro del vehículo notando que el vehículo realiza empujes a derecha e izquierda cuando solo queremos ir rectos.

Por todo ello el control del ángulo de caída está muy presente en el diseño de la suspensión porque nos interesa mantener las cotas de la suspensión en recta y en curva.

PREHUNDIMIENTO DE LA SUSPENSIÓN Y FRECUENCIA NATURAL

La frecuencia natural de la suspensión de un vehículo está relacionada con la dureza de la misma. Si deformamos un muelle, éste se desplazará en función de la fuerza aplicada. El cociente entre el desplazamiento y la fuerza aplicada se conoce como la constante elástica del muelle.

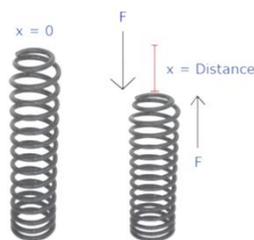


Figura 28. Detalle compresión y desplazamiento muelle

Cuando la fuerza cesa el muelle vuelve a su reposo, súbitamente, porque cuando estaba comprimido acumulaba energía potencial elástica.

El muelle vuelve a reposo pero por inercia se pasa de este estado y vuelve a estirarse más allá del reposo, cesando este movimiento armónico por la existencia de rozamiento. Este movimiento armónico lo podemos definir por 2 magnitudes fundamentales como son:

La frecuencia

Número de veces que se repite este ciclo

La amplitud

Cuantos centímetros se desplaza este muelle

A la hora de la puesta a punto del vehículo la dureza de la suspensión se especifica mediante la frecuencia de esa suspensión, es decir, la frecuencia a la que van a oscilar. La frecuencia depende de:

- La dureza de los muelles
- La masa que soportan

Estas 2 variables se relacionan en el concepto de pre-hundimiento porque existe una relación directa entre el prehundimiento de la suspensión y la frecuencia a la que va a trabajar.

Por todo ello para el diseño de la suspensión tendremos que tener en cuenta:

- El recorrido de la suspensión
- La "dureza" (frecuencia de trabajo y prehundimiento de trabajo)

MOVIMIENTOS DE LA SUSPENSIÓN

La suspensión del vehículo sufre continuos movimientos, es decir, cambia constantemente sus cotas de la dirección. A continuación se presentan los movimientos típicos de una suspensión independiente

Compresión (Bump)

La suspensión se sube, es decir, el muelle se comprime, porque pasa por encima de un obstáculo. Al ser independiente una rueda sube pero las otras no se ven afectadas.

Para utilizar este recorrido de suspensión en compresión tenemos que tener un margen desde la posición de reposo de nuestra suspensión, es decir, nos tiene que quedar cierto recorrido de compresión hasta el tope del amortiguador.

Extensión (Droop)

La suspensión baja, es decir, el muelle se extiende porque una rueda se encuentra un bache/agujero. La rueda busca el fondo del agujero y vuelve a subir sin afectar a las demás puesto que es independiente. Por todo ello necesitamos el prehundimiento porque en reposo esta comprimido.

También es importante en curvas que no se alcance el tope en extensión del amortiguador para que no se levante la rueda interior del suelo; por eso hay que tener un cierto margen de extensión en la suspensión.

Balanceo (Roll)

El balanceo se produce cuando tomamos una curva y se produce una transferencia lateral de cargas, es decir, una fuerza centrífuga que nos desplaza hacia el exterior. Las 2 suspensiones de la parte exterior se van a comprimir y se van a extender las 2 de la parte interior de la curva.

El balanceo es muy importante en la puesta a punto.

En principio no es malo que se balancee hacia el exterior aunque con este balanceo los anclajes de la suspensión se desplazarán con el chasis por lo que las cotas de la dirección varían y es importante tenerlo en cuenta a la hora de diseñar el sistema de suspensión.

Centro de balanceo

La carrocería se balancea alrededor del centro de balanceo.

Determinación del centro de balanceo.

Siendo A y B son los centros instantáneos de rotación de las ruedas, unimos estos centros con los centros de la huella de los neumáticos y el punto donde se cortan es el centro de balanceo.

Este centro de balanceo es la bisagra alrededor de la cual se balancea la masa suspendida del vehículo en las curvas.

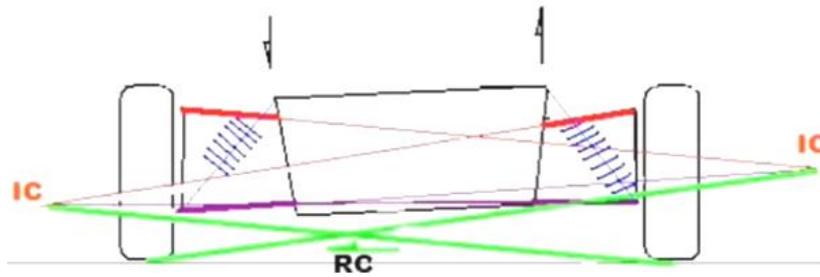


Figura 29. Detalle centro de balanceo

La transferencia lateral de pesos depende de la altura del centro de gravedad, independientemente de que lleve suspensión o no.

La altura del centro de balanceo es la que determina que parte de esa transferencia lateral de cargas se va a producir balanceándose el chasis (comprimiéndose los muelles de las ruedas exteriores) y que parte de esa transferencia se va a transportar a través de las articulaciones, de los miembros rígidos (trapecios y rótulas).

Cuanto más alto está el cdg más fácil es balancear hacia el exterior el vehículo porque más palanca hace la fuerza centrífuga.

Cuanto más alto está el centro de balanceo más corto será el brazo de palanca entre el cdg y el centro de balanceo.

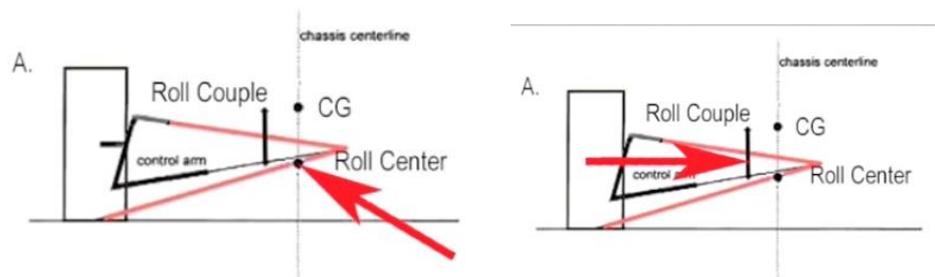


Figura 30. Detalle brazo balanceo-brazo palanca

Si el centro de balanceo está muy alto el chasis se balanceará muy poco hacia el interior y hacia el exterior y el resto de transferencia lateral de cargas se producirá a través de los trapecios y de las rótulas.

Si el centro de balanceo está muy bajo (muy cerca del suelo) la distancia entre el centro de gravedad y el de balanceo será grande, se hará mucho brazo de

palanca. La carrocería para la misma fuerza centrífuga, para la misma aceleración lateral se balanceará mucho más y se producirá poca transferencia a través de los trapecios.

Cabeceo (Pitch)

El cabeceo se produce cuando se comprimen las 2 suspensiones delanteras o las 2 traseras y las contrarias se extienden. Esto se produce en un badén en línea recta. La suspensión delantera se comprime y un instante después la suspensión trasera.

Para evitar el cabeceo es habitual utilizar una frecuencia natural un poquito más reducida en la parte delantera (más blanda) que para la suspensión trasera (más dura) que va más rápida trabaja a la vez que la delantera y no cabecea tanto.

Aplastamiento (Heave)

Las 4 se comprimen a la vez, generalmente por cargas aerodinámicas (alerones, efecto suelo, formula 1 a grandes velocidades)

Retorcimiento (Wrap)

Se comprimen las suspensiones de esquinas opuestas, es decir la delantera derecha y la trasera izquierda se comprimen y las otras se extienden. Es poco habitual porque se produce cuando la rigidez del chasis no es elevada (no es nuestro caso) y se puede producir retorcimiento.

MECANISMO

Brazo articulado que sujeta la rueda.

Mangueta

Mangueta para eje delantero derecho (Diámetro 50mm.).



Figura 31. Detalle mangueta

Brazo de suspensión

Brazo de suspensión para eje delantero derecho.

Longitud total 370mm.

Diámetro 10mm.

Ancho 66mm.



Figura 32. Detalle del brazo de suspensión

13.6 Modelos documentación necesaria para la legalización de la reforma

13.6.1 Modelo de Proyecto Técnico de Reforma

El modelo de Proyecto Técnico de Reforma no procede puesto que es similar al trabajo fin de grado que se redacta.

13.6.2 Modelo de Certificado de Taller

CERTIFICADO DE TALLER

D. _____, expresamente autorizado por la Empresa **TALLERES** _____, domiciliada en polígono Malpica, calle _____, nave _____, 50.016-Zaragoza, provincia de **ZARAGOZA**, teléfono **976** _____, dedicada a la actividad de **REPARACIÓN DE VEHÍCULOS**, con n.º de registro industrial **50-2** _____ y n.º de registro especial (1),

CERTIFICA

Que la mencionada empresa ha realizado la/s reforma/s y asume la responsabilidad de la ejecución, sobre el vehículo marca SEAT, tipo 1P, variante AFBWJX01, denominación comercial SEAT LEON, matrícula 2907 FZW y n.º de bastidor VSSZZZ1PZ8R078551 de acuerdo con:

- La normativa vigente en materia de reformas de vehículos.
- Las normas del fabricante del vehículo aplicables a la/s reforma/s llevadas a cabo en dicho vehículo.

Código de Reforma: **5.1 "Modificación de las características del sistema de suspensión o de alguno de sus componentes elásticos".**

Se va a modificar la suspensión de serie del vehículo mediante la incorporación de muelles helicoidales aptos, para este modelo SEAT LEÓN

Reforma: **Sustitución de los muelles helicoidales de serie por unos nuevos marca EIBACH., de menor recorrido, conservando los amortiguadores originales.**

La referencia de identificación es la que se muestra:

- **Muelles delanteros:** 111500703VA
- **Muelles traseros:** 118501405HA

Se ajusta asiento muelle-amortiguador.

La altura del vehículo se disminuirá en 39mm. (De 1.459 mm a 1.420 mm.)

OBSERVACIONES

Se garantiza que se cumple lo previsto en el artículo 6 del Reglamento General de vehículos y, además de lo indicado en el artículo 9 del Real Decreto 1457/1986, de 10 de enero, por el que se regula la actividad industrial en talleres de vehículos automóviles, de equipos y sus componentes, modificado por 455/2010, de 16 de abril.

A continuación se identifican los equipos o sistemas modificados:

- ✓ Instalación de resortes helicoidales en sistema de suspensión (ejes delantero y trasero)

A la hora de realizar la reforma se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ El vehículo está dotado de sistema ABS.

Zaragoza, a _____ de noviembre de 2021

Fdo.:

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

13.6.3 Modelo de Informe de Conformidad

Ver. 04-01-08-16

F-7.4.2.01



SERVICIO TÉCNICO DE REFORMAS DE AUTOMÓVILES DE VALENCIA
ASOCIACIÓN IDF (SECTOR AUTOMOCIÓN)

Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI), camino de Vera, s/n
Edificio 8E bajo - 46022 - Valencia - Tef. 96 387 76 25 Fax 96 387 99 43
Email: labauto@idf.upv.es



Informe de Conformidad n°:

Revisión 00

El abajo firmante expresamente autorizado por:

LA ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN DISEÑO Y FABRICACIÓN (UPV)

INFORMA

Que el vehículo marca **SEAT**, tipo **1P**, variante **AFBWJX01**, denominación comercial **LEON**, matrícula **2907FZW**, contraseña de homologación **e9*2001/116*0052**, con número de bastidor **VSSZZZ1PZ8R078551**, es técnicamente apto para ser sometido a la reforma consistente en:

- **Modificación de sistema de suspensión con instalación de muelles, marca EIBACH, con ref. 111500703VA EJE DELANTERO // ref. 118501405HA EJE TRASERO. La modificación del sistema de suspensión mantiene las cotas de dirección inalteradas para el vehículo.**

Esta modificación implica las siguientes variaciones en los datos que aparecen en la ficha técnica:

	Después de la reforma
Altura:	1420mm

Reformas realizadas según Proyecto Técnico ref. 1 firmado el :
por el Ingeniero . colegiado el Colegio Oficial de Peritos e
Ingenieros Técnicos Industriales de León.

Tipificada/s en el Real Decreto 866/2010 de 2 de Julio con el/los número/s **5.1**

Especificaciones técnicas o reglamentarias:

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

5.1. Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos		
Reglamentación aplicable		Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	No afectado. Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Frenado	71/320/CEE	Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Guardabarros	78/549/CEE	Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Protección de los peatones	2003/102/CE	No afectado. Referencia :

Ver. 04-01-08-16

F-7.4.2.01



SERVICIO TÉCNICO DE REFORMAS DE AUTOMÓVILES DE VALENCIA
ASOCIACIÓN IDF (SECTOR AUTOMOCIÓN)

Ciudad Politécnica de la Innovación (CPI), camino de Vera, s/n
Edificio 8E bajo - 46022 – Valencia - Tef. 96 387 76 25 Fax 96 387 99 43
Email: labauto@idf.upv.es



Informe de Conformidad n°:

Sistemas de protección delantera	2005/66/CE	No afectado. Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE	No afectado. Referencia al informe interno ITSV 10GRRN/18

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

Y para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente en Valencia a 30 de Octubre de 2018.

Puede descargar el documento original en la página web:
<http://app.setrav.com/itv.html>

Puede validar la firma digital del documento en la página web:
<https://valide.redsara.es/valide>



SETRAV

13.6.4 **Modelo de Certificado final de Obra**

MDG Ingeniería

LEGALIZACION DE REFORMAS

REF: 8551101801



CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE OBRA

PROYECTO TÉCNICO

REFORMAS DE IMPORTANCIA EN
VEHÍCULO SEAT LEON

PETICIONARIO:

D. Alberto Chueca Herrer

DNI: 29135481R

VEHICULO:

Marca: SEAT

Denominación comercial: LEON

NºBastidor: VSSZZZ1PZ8R078551

AUTOR DEL PROYECTO:

Diego

D.N.I: 71

Ingeniero Técnico Industrial Colegiado 2171

MDG Ingeniería LEGALIZACION DE REFORMAS REF: 8551101801



Diego Número de colegiado LE-217
redactor y director técnico de los siguientes documentos:

TÍTULO: "PROYECTO TÉCNICO DE REFORMAS DE IMPORTANCIA EN VEHÍCULO SEAT LEON" con REF: 8551101800. Fecha firma: 30/10/2

PETICIONARIO: D. Alberto Chueca Herrer. DNI: 29135481R

MARCA Y DENOMINACION COMERCIAL	SEAT LEON
TIPO	1P
VARIANTE / VERSIÓN	AFBWJX01 / SGNFM62Q0210G
Nº DE BASTIDOR	VSSZZZ1PZ8R078551
MATRÍCULA	2907 - FZW

CERTIFICA:

Que la ejecución material de la obra mencionada ha sido realizada bajo la inspección y control del técnico que suscribe, **adaptándose la misma al proyecto arriba citado, que sirvió de base para su ejecución.**

Reformas afectadas:

REF. Nº 5.1- Modificación del sistema de suspensión o de alguno de sus componentes elásticos.

Sustitución de los muelles traseros y delanteros originales por otros específicos para este modelo de vehículo. Marca EIBACH.

Identificación:

- Muelles delanteros: 111500703VA
- Muelles traseros: 118501405HA

SE MANTIENEN ANCLAJES ORIGINALES

NO SE MODIFICAN LAS COTAS DE DIRECCIÓN CON EL MONTAJE DE LA NUEVA SUSPENSIÓN.

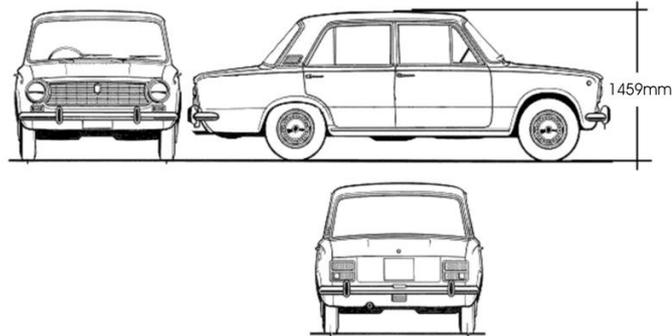
EL VEHÍCULO CUENTA CON ABS DE ORIGEN.

SE ASEGURA NO EXISTEN INTERFERENCIAS ENTRE LAS RUEDAS Y OTRAS PARTES DEL VEHÍCULO UNA VEZ REALIZADA LA REFORMA

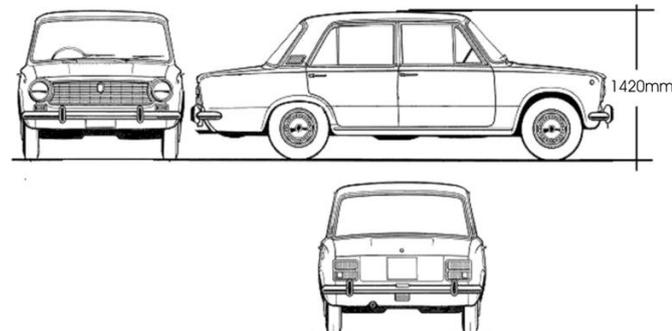


FOTOGRAFÍAS DEL VEHÍCULO

Esquema del vehículo antes de la reforma



Esquema del vehículo después de la reforma





13.7 Abreviaturas y siglas utilizadas

A.R.	Acto reglamentario
C.E.	Comunidad Económica
C.E.E.	Comunidad Económica Europea
c.d.g.	Centro de gravedad
C.F.O.	Certificado Final de Obra
cm ³	Centímetro cúbico
C.R.	Códigos de Reforma
C.T.	Certificado de Taller
Dcha.	Derecha
I.C.	Informe de Conformidad del Laboratorio Acreditado
I.T.V.	Inspección Técnica de Vehículos
Izda.	Izquierda
http	Protocolo de internet
M.O.M.	Masa en orden de marcha
M.M.A.	Masa máxima autorizada
M.M.R.	Masa máxima remolcable
M.M.T.A.	Masa máxima técnicamente admisible
O.D.S.	Objetivos de Desarrollo sostenible
pág.	Página
P.T.R.	Proyecto Técnico de Reforma
T.F.G.	Trabajo Fin de Grado
U.E.	Unión Europea
V _{susp}	Programa de simulación "virtual suspensión"

13.8 Relación de fotografías

<i>Fotografía 1.</i>	<i>Detalle del vehículo en diagnosis Pre-I.T.V.</i>
<i>Fotografía 2.</i>	<i>Vista frontal de la suspensión (curva a derechas)</i>
<i>Fotografía 3.</i>	<i>Vista lateral de la suspensión (curva a izquierdas)</i>
<i>Fotografía 4.</i>	<i>Vista trasera de la suspensión (curva a izquierdas)</i>
<i>Fotografía 5.</i>	<i>Detalle del muelle delantero 118501405HA</i>
<i>Fotografía 6.</i>	<i>Detalle del muelle trasero 118501405HA</i>
<i>Fotografía 7.</i>	<i>Detalle medición altura matrícula</i>
<i>Fotografía 8.</i>	<i>Detalle medición altura faros delanteros</i>
<i>Fotografía 9.</i>	<i>Detalle medición altura alumbrado delantero</i>
<i>Fotografía 10.</i>	<i>Detalle medición altura alumbrado trasero</i>

13.9 Relación de figuras

- Figura 1. Esquema del vehículo
- Figura 2. Sistema resorte-masa-amortiguador de 1 grado de libertad
- Figura 3. Modelo simplificado equivalente SEAT LEON
- Figura 4. Modelo simplificado descompuesto
- Figura 5. Sistema 2
- Figura 6. Descomposición sistema 2
- Figura 7. Sistema 3
- Figura 8. Descomposición sistema 3
- Figura 9. Sistema 4
- Figura 10. Descomposición sistema 4
- Figura 11. Modelo de muelle
- Figura 12. Modelo simplificado equivalente de dos grados de libertad
- Figura 13. Herramienta de simulación Vsusp "posición de reposo (pre-hundimiento)"
- Figura 14. Herramienta de simulación Vsusp "movimiento de compresión"
- Figura 15. Herramienta de simulación Vsusp "movimiento de extensión"
- Figura 16. Herramienta de simulación Vsusp "movimiento de balanceo"
- Figura 17. Croquis acotado Seat Leon antes reforma
- Figura 18. Croquis acotado Seat Leon después reforma
- Figura 19. Croquis elementos instalados
- Figura 20. Ficha técnica vehículo
- Figura 21. Tarjeta ITV
- Figura 22. Ficha reducida de homologación
- Figura 23. Permiso de circulación
- Figura 24. Detalle frecuencia amortiguación
- Figura 25. Frecuencia natural
- Figura 26. Suspensión sin carga y con carga
- Figura 27. Detalle perfil tipo coche (izda.) y tipo moto (dcha.)
- Figura 28. Detalle desplazamiento muelle
- Figura 29. Detalle centro de balanceo
- Figura 30. Detalle brazo balanceo-brazo palanca
- Figura 31. Detalle mangueta
- Figura 32. Detalle del brazo de suspensión

14 Bibliografía / webgrafía

Bibliografía

Título	Autor/es	Editorial	Edición
Manual de automóviles	Arias Paz, Manuel	Dossat	50
Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley	Budynas, Nisbett y otros	McGraw-Hill	8
Ayudante de reparación de vehículos	Águeda Casado, Eduardo García Jiménez, José Luis Gonzalo Gracia, Joaquín Gómez Morales, Tomás Navarro, José Martín	Thomson-Paraninfo	1
Tecnología del automóvil	Orovio Astudillo, Manuel	Paraninfo	
Tecnología Automoción 5	Sanz González, Ángel	Edebé	-

Webgrafía

Dirección	Materia
https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn129.html	Cálculo de muelles helicoidales
https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn73.html	Sistema de suspensión en los vehículos
https://industria.serviciosmin.gob.es/GIAVEH/	Consulta de fichas reducidas
https://vsusp.com/	Simulación de vehículo en movimiento mediante V_{susp} (virtual suspensión)
http://laimuz.unizar.es/contenidos/legislacion.html	Documentación pública relativa a vehículos (actualizada 19 abril 2021)
https://www.applusiteuve.com/es-es/la-itv/reformas-y-homologaciones-en-la-itv/	Reformas y homologaciones en la ITV
https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/vehiculos/Paginas/index.aspx	Vehículos
www.boe.es/biblioteca_juridica/	Reglamentación de vehículos
	Edición actualizada a 22 de julio de 2021

