

Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: MODIFICACIÓ I HOMOLOGACIÓ D'UN VEHICLE PER
COMPETICIÓ APTE PER L'ÚS A LA VIA PÚBLICA

Document: I. MEMÒRIA I ANNEXES

Alumne: JORDI FERRÉS PERRAMÓN

Tutor: JORDI RENART CANALIES

Departament: ENGINYERIA MECÀNICA I DE LA CONSTRUCCIÓ
INDUSTRIAL

Àrea: MECÀNICA DE MEDIS CONTINUS I TEORIA DE LES ESTRUCTURES

Convocatòria (mes/any): JUNY, 2022

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ	4
1.1	Antecedents.....	4
1.2	Objecte	4
1.3	Especificacions i abast	4
	Especificacions.....	4
	Abast	5
2	ESTUDI PRELIMINAR DEL VEHICLE.....	6
2.1	Vehicle a modificar	6
2.2	Comparativa de prestacions	7
2.3	Mancances del vehicle	7
3	MODIFICACIONS QUE AFECTEN A LA UNITAT MOTORA.....	8
3.1	Substitució del motor per un de 325i.....	8
3.2	Millora del sistema de refrigeració del motor.....	12
3.3	Protector de càrter	14
4	MODIFICACIONS QUE AFECTEN ALS EIXOS DEL VEHICLE	16
4.1	Augment de l'amplada màxima de vies.....	16
4.2	Millora de frens	18
4.3	Modificació sistema de suspensió.....	20
4.4	Canvi de llantes i pneumàtics	22
4.5	Canvi de barres estabilitzadores.....	26
4.6	Direcció curt recorregut	28
5	MODIFICACIONS QUE AFECTEN AL INTERIOR I SEGURETAT PASSIVA DEL VEHICLE	30
5.1	Canvi de volant.....	30
5.2	Talla corrent i canvi emplaçament bateria.....	31
5.3	Arc de seguretat	34
5.4	Seients amb més subjecció	36
5.5	Simplificació de la instal·lació elèctrica	38
5.6	Reducció de pes, i instal·lació d'elements al interior del vehicle	39
6	RESUM DEL PRESSUPOST.....	42
7	PROJECTE TÈCNIC PER LA HOMOLOGACIÓ.....	44
8	FOTOS DESPRÉS DE LA REFORMA	45

8.1	Aspecte exterior.....	45
8.2	Aspecte interior.....	46
8.3	Aspecte de la mecànica.....	47
9	VALIDACIÓ DEL VEHICLE MODIFICAT	48
9.1	Proves a realitzar.....	48
9.2	Conclusions del funcionament del vehicle	48
9.3	Possibles modificacions futures	51
10	CONCLUSIONS.....	52
11	RELACIÓ DE DOCUMENTS.....	53
ANNEX 1:	Peritatge del vehicle objecte de reforma	55
ANNEX 2:	Anàlisi preliminar del vehicle.....	60
ANNEX 3:	Anàlisi d'opcions per les modificacions	72
ANNEX 4:	Càlculs per les modificacions.....	88
ANNEX 5:	Proves per la validació del vehicle	100
ANNEX 6:	Projecte tècnic per l'homologació de reformes d'importància.....	107

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

El peticionari del projecte vol modificar un vehicle clàssic per competir a rallis de regularitat i tandes de circuit, però vol que sigui legal per la via pública per tal que es pugui desplaçar fins als esdeveniments com qualsevol vehicle de carrer i si vol, usar el vehicle a diari.

Es vol un vehicle amb un manteniment simple i barat de mantenir.

1.2 Objecte

En aquest treball es realitzarà el projecte de preparació BMW E30 316i del 1992 matricula GI-3145-AK.

Primerament es realitzarà un anàlisi teòric i pràctic per localitzar els punts febles del vehicle

A continuació es buscaran solucions per millorar els punts dèbils que s'han trobat anteriorment i s'analitzarà la seva viabilitat.

S'escolliran les solucions més adequades i que permetin continuar essent legal el vehicle per la via pública però que també es pugui utilitzar per competicions.

Finalment, després de la fabricació del vehicle, es validarà el funcionament del vehicle mitjançant proves practiques.

1.3 Especificacions i abast

Especificacions

El vehicle haurà de poder passar les ITV com qualsevol altre vehicle i circular sense permisos especials per la via pública, però també haurà de poder passar les verificacions tècniques de competició	Obligat compliment
No s'imposa cap límit en quant a modificacions mecàniques mentre aquestes no alterin l'estètica original del vehicle	Obligat compliment
Es volen obtenir unes especificacions de motor iguals o superior que les del 325i però una lleugeresa del vehicle com les d'origen del 316i.	Obligat compliment
S'imposa un límit econòmic de 15.000€ per la modificació	Obligat compliment
En aquest projecte es prioritzarà que el vehicle mantingui un aspecte extern el més original possible.	Desitjable
Es prioritzarà l'ús de material original de BMW per la facilitat de trobar recanvis en cas d'averia. Aquest material pot ser provinent d'altres models de BMW i que sigui compatible ajudi a millorar el funcionament	Desitjable

Figura 1.1 Taula de les especificacions del projecte

Abast

En el projecte es realitzarà un anàlisi del vehicle d'origen per trobar els punts febles, per tal de millorar-los posteriorment. Això implica proves de circuit.

Per portar a terme les modificacions s'escollirà material que permeti legalitzar les reformes del vehicle.

Es realitzarà un projecte tècnic per la homologació de les reformes d'importància dirigit a les autoritats competents per legalitzar el vehicle.

Després de la fabricació del vehicle es farà una validació del projecte a partir de proves.

2 ESTUDI PRELIMINAR DEL VEHICLE

Per saber cap on cal enfocar la modificació del vehicle, es valora l'estat inicial del vehicle objecte de reforma, s'analitzen les prestacions originals del vehicle i les prestacions del model que es vol un rendiment similar. D'aquesta manera es sabrà quins són els elements que cal modificar del vehicle objecte de reforma.

2.1 Vehicle a modificar

El vehicle que es vol modificar es un BMW 316i matricula GI-3145-AK matriculat al any 1992.

Originalment el vehicle estava equipat amb un motor de 1600 cm³ de 100 cv amb injecció electrònica. Veure el Annex 2, apartat 1 per conèixer totes les prestacions originals.

El vehicle en qüestió es trobava fora de servei des de 2014. El vehicle estava sense motor ni transmissió, només amb la instal·lació elèctrica, alguns elements de carrosseria i el sistema de suspensió i direcció d'origen

Fotos del vehicle:



Fig.2.1 Vehicle objecte de reforma, abans de la reforma

Veure Annex 1, per conèixer més a fons l'estat del vehicle

2.2 Comparativa de prestacions

Per tal de conèixer les mancances del vehicle a modificar, 316i, i les del vehicle que es vol acabar obtenint un rendiment semblant, 325i, cal realitzar un estudi preliminar.

En aquest estudi, a partir de les prestacions del 316i (vehicle a modificar) i del 325i (vehicle del que es volen unes prestacions similars de motor) es localitzaran els punts febles de les dues versions de E30 per més endavant solucionar-los modificant els components del vehicle.

Veure Annex 2 per la veure com s'han trobat les mancances del vehicle.

2.3 Mancances del vehicle

Després de realitzar l'anàlisi descrit en l'apartat anterior es resumeixen els principals punts dèbils en els següents:

- Falta de potencia i par motor
- Refrigeració del motor poc preparada per conducció esportiva
- Massa sobreviratge degut a molta altura a la suspensió i un perfil de roda massa gran
- Molt de balanceig a la carrosseria i molt subviratge sobretot amb el terra humit, degut a rodes amb perfil de pneumàtic massa gran i suspensions massa toves i altes
- Direcció mecànica va molt dura i cal girar molt el volant
- Frens poc efectius
- Seients amb molt poca subjecció

A partir d'aquests creiem que els elements que ens caldrà modificar els següents elements:

- Instal·lació d'un motor més potent amb el seu conjunt d'elements necessaris
- Millora de refrigeració de motor
- Augment de l'amplada de vies
- Rodes amb un perfil més baix i més amples
- Canviar suspensions per unes més rígides i baixes
- Millorar els frens
- Direcció assistida i més àgil
- Seients que ofereixin major subjecció als ocupants.

Aquestes seran les millores essencials que es realitzaran, però per adaptar el vehicle a la competició i a una conducció més esportiva s'afegiran les següents:

- Protector de carter
- Canvi de barres estabilitzadores
- Reposicionament de la bateria i instal·lació d'un tallacorrent
- Arc de seguretat
- Simplificació de d'instal·lació elèctrica
- Reducció de pes

3 MODIFICACIONS QUE AFECTEN A LA UNITAT MOTORA

Les modificacions que afectaran a la unitat motora seran les següents:

3.1 Substitució del motor per un de 325i

Motius de la millora

Donat que es vol mantenir un vehicle mecànicament fiable, i amb un bon rendiment, i mantenint el màxim de l'originalitat del vehicle i amb unes prestacions similars a les de un 325i. Es decideix instal·lar un motor de un 325i E30 de 171cv.

D'aquesta manera s'obtidran unes prestacions de motor iguals a les del model requereixen.

Com fer la millora?

Per fer la millora caldrà substituir els elements relacionats amb el motor i la seva gestió. Aquests seran els següents:

- Motor complet
- Centralita
- Caixa de canvis i embragatge
- Caixa d'admissió d'aire
- Sistema d'escapament
- Radiador
- Transmissió central
- Coding plug quadro instruments

En aquest vehicle, el canvi de motor que es realitzarà es relativament fàcil ja que no implica modificacions del xassís, ni instal·lació elèctrica.

Estudi del marc legal

Per comprovar la legalitat de les modificacions que es volen aplicar al vehicle, es comprova que es necessari perquè el vehicle continuï complint el reglament d'importància en els vehicles. Es repassarà a continuació de forma breu que implicarà aquesta reforma i com es pot aplicar perquè sigui legal.

Aquesta modificació implica molts elements que caldrà legalitzar ja que no solament es substitueix la unitat motora, sinó que també implica els elements que permeten el motor funcionar, és a dir: centralita, admissió, escapament.

Per fer aquesta modificació caldrà un vehicle donant del qual es traspassarà tota la seva mecànica a el vehicle objecte de reforma. Caldrà canviar tots elements que impliquen el funcionament del motor, és a dir centralita, admissió, escapament, instal·lació elèctrica del motor, perquè aquesta compleixi tal com feia en el vehicle donant.

Per comprovar que el nivell d'emissions sigui igual o més restrictiu, es comprova que la data d'homologació del vehicle donant del motor sigui posterior a la data d'homologació de tipus, del vehicle objecte de reforma (s'adjunten fitxes d'homologació al "projecte tècnic per la homologació de reformes d'importància")

En el cas que ens ocupa, la data d'homologació del vehicle donant es del setembre del 1989, posterior a la data d'homologació del vehicle reformat, del setembre del 1988. Per comprovar aquestes dades s'han consultat les contrasenyes de homologació a un laboratori homologat que ha proporcionat les fitxes d'homologació. En aquest cas el vehicle objecte de reforma té la contrasenya B-1297 i el donant del motor B-1381.

Si la potencia que s'augmenta en aquest canvi de motor és igual o superior a un 20% de la original del vehicle, caldrà modificar el sistema de frens del vehicle. S'adopta aquest criteri seguint les indicacions del laboratori. En el vehicle objecte de reforma l'augment serà del 70% per tant caldrà modificar els frens..

La frenada es modificarà de tal manera que sigui equivalent o superior a la del vehicle donant del motor. Aquesta reforma també caldrà incorporar-la al projecte tècnic, i un cop efectuada la modificació caldrà verificar que el vehicle reformat frena correctament, s'haurà de realitzar una prova de frenada, se'n parlarà més endavant.

Cal tenir en compte que al reformar el vehicle, el pes del vehicle ja reformat no superi més de un 15% el pes del vehicle donant del motor, ja que sinó es sobrepassaria el límit permisible de l'augment de les emissions, ja que influiria al funcionament del motor.

En aquest cas és necessari substituir la caixa de canvis per la del donant ja que varien els seus ancoratges amb el motor. Però en el cas que fossin iguals, també és molt recomanable substituir-la per la del donant per garantir que aguantarà el parell motor i que la relació de transmissió original del donant es manté.

Elements de la modificació

Per fer la modificació es compraran tots els elements d'ocasió i es substituiran tots els elements de desgast i manteniment.

El motor que es muntarà serà de l'última sèrie de 325i, el codi motor 25-6k-1, el vehicle donant tindrà la contrasenya d'homologació B-1381 (és la referencia que dona la unió europea al conjunt de vehicles del mateix model amb la mateixa motorització) La unitat motora es reconstruirà per complet seguint els paràmetres de fabrica i es mantindran d'origen tots els elements interns i externs del motor, és a dir la admissió, escapament, injecció, gestió motor. Degut a que el motor és provinent de un sèrie 3 e30 no caldran modificacions de les subjeccions del motor i collaran sobre els punts de ancoratge originals del vehicle.

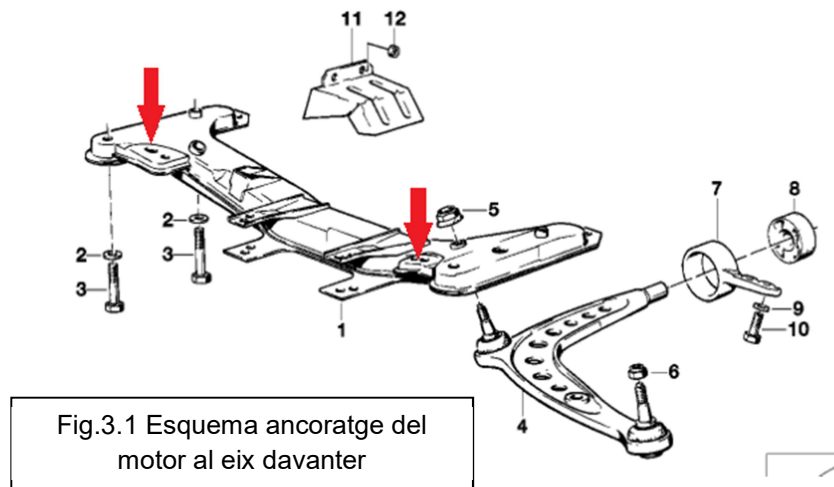


Fig.3.1 Esquema ancoratge del motor al eix davanter

El vehicle donant del motor no equipa catalitzador, ja que la normativa no ho exigia, per tant no en caldrà posar-ne.

La centraleta també serà l'original del vehicle donant, per complir amb les emissions corresponents, aquesta tindrà la referencia 12141735364.

La caixa de canvis també es mantindrà d'origen, aquesta és una de 5 velocitats + marxa enrere, amb referencia 23001221567.

Degut a que el conjunt caixa de canvis + motor és més llarg que el de 316i, caldrà canviar la transmissió central per la del donant, es a dir la de 325i, referencia 26101226733.

Pel que fa el radiador, caldrà canviar-lo per un que porti el vas del refrigerant a part ja que el 316i el porta conjuntament amb el radiador. Aquests aspectes es tractaran més a fons al apartat "millora de refrigeració".

Al instal·lar un motor més potent que el d'origen, caldrà comprovar si la bomba original de combustible serà capaç de complir amb les necessitats del nou motor. Però, després de creuar les referencies de la bomba del 325i i del 316i són iguals.

Caldrà modificar la posició del filtre de combustible, ja que els motors 4 cilindres el porten instal·lat dins el cofre motor, en canvi, en els motors més grans, per falta d'espai i per millorar la qualitat del combustible (obtenir una temperatura d'injecció més baixa), el porten instal·lat just al costat del dipòsit de combustible, a la part posterior del vehicle.

També caldrà canviar la Coding Plug, per que el quadre d'instruments marqui les revolucions correctament. La nova referencia serà la 65811385941.

Comparativa característiques

	ORIGINAL	DONANT
Potència (cv)	100	171
Parell motor (Nm)	143	226
Cilindrada (cm ³)	1598	2494
Nombre cilindres	4	6
Nombre de vàlvules	8	12

Figura 3.2 Taula resumida de la comparativa de les especificacions de motor

Com es pot comprovar, les prestacions del motor que s'instal·larà són molt superiors als del motor d'origen.

3.2 Millora del sistema de refrigeració del motor

Que es?

Quan es condueix esportivament el vehicle durant molta estona s'augmenta l'exigència dels diferents components mecànics del vehicle, i la temperatura d'aquests pot augmentar dràsticament i produir danys. Per evitar incidents deguts és important augmentar la refrigeració als punts més problemàtics.

En el vehicle en qüestió els punts més dèbils que podem trobar en quan refrigeració és en el líquid refrigerant del motor, el qual té un radiador de molt petites dimensions i l'oli del motor que no disposa de refrigeració.

Com es pot millorar? Opcions?

Degut al canvi de motor a 325i, cal basar-se en 325i original per fer les modificacions, aquestes seran les següents:

Líquid refrigerant del motor

Per augmentar la refrigeració del 325i, caldrà augmentar la superfície de refrigeració del radiador i també el caudal d'aire que passa a través d'aquest. Per aconseguir-ho les opcions són les següents:

- Instal·lar un radiador més gran
- Instal·lar un radiador amb millor rendiment tèrmic
- Instal·lar ventiladors més potents
- Líquid refrigerant amb unes prestacions diferents.
- Termòstat amb la temperatura d'obertura més baixa.
- Donar més obertura a les entrades d'aire

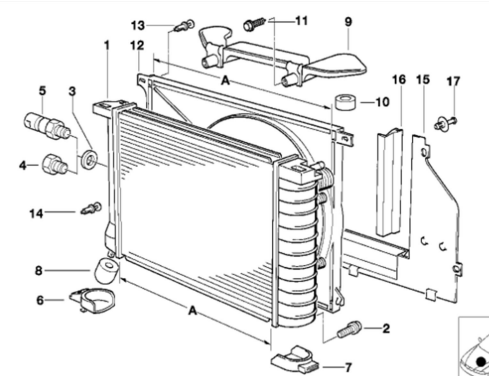


Fig.3.2 Radiador líquid refrigerant

Oli de motor

Per baixar la temperatura del oli de motor ens cal instal·lar algun tipus de refrigeració. El sistema més habitual i efectiu és instal·lar un radiador per l'oli de motor.

L'oli de motor és canalitzat arribar el radiador on es refrigera i torna dins el motor.

Per aconseguir ho existeixen diferents sistemes:

- Intercanviador de oli-aigua
- Radiador original de BMW Sport
- Radiador de fora marca
- Estudi del marc legal i decisió final

Veure annex per l'anàlisi de les opcions.

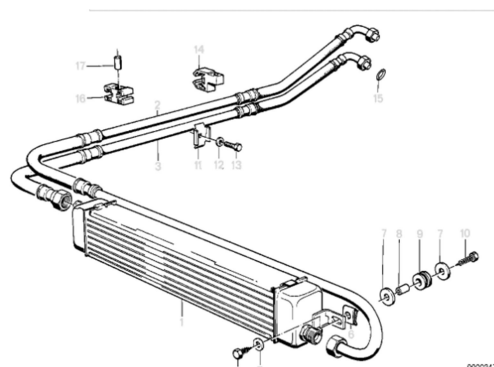


Fig.3.3 Radiador oli motor original
BMW

Estudi del marc legal i decisió final

Degut a que no estem modificant cap element exterior del vehicle ni tampoc estem modificant el rendiment o funcionament del vehicle, no caldrà homologar cap canvi fet.

Primerament caldrà instal·lar el suport per el vas d'expansió del refrigerant, ja que en el model 316i el vas va incorporat en el propi radiador, en canvi en els models de 6 cilindres va a part. Es soldaran els suports específics per poder utilitzar la botella original del 6 cilindres a la posició que aniria originalment.

Pel que fa el radiador, del motor, es decideix posar el radiador tipus origen però el més gran possible i es mantindran les tuberes originals que li correspondrien al radiador. D'aquesta manera ja millorarem la refrigeració respecte el sistema original però d'una manera molt més econòmica que l'altre sistema.

Per altre banda es muntarà la graella frontal per el clima càlid, la qual té més obertura i ajudarà a que entri més aire.

També s'acoblarà un ventilador elèctric al fontal del radiador per augmentar el cabal d'entrada d'aire. Combinarem el sistema original de ventilador viscos que s'engegarà automàticament al pujar la temperatura, amb un ventilador elèctric que es podrà activar manualment amb un interruptor.

També es posarà un refrigerant de més prestacions que el que portava originalment, es posarà un refrigerant orgànic del 50%, un IADA GLYCOGEL amb un punt d'ebullició de 146°C, aquest protegirà les peces metàl·liques del motor evitant l'oxidació.

Pel que fa el radiador d'oli es muntarà el sistema original de BMW Sport ja que és més fàcil d'acoblar, està dissenyat específicament per aquest vehicle i al portar termòstat regularà la temperatura del oli.

Comparativa característiques

	325 i Original	325i Modificat
Mides radiador	440x325x33	550x451x34
Temperatura obertura termòstat	88	83
Temperatura ebullició anticongelant	135	146
Ventilació radiador	Ventilador viscos	Ventilador viscos + electroventilador auxiliar
Refrigeració del oli	No	Radiador amb termòstat

Fig.3.4 Taula comparativa característiques de refrigeració del vehicle

3.3 Protector de càrter

Que es?

El protector de càrter, és un element addicional que no es obligatori però que aportarà protecció a les parts més vulnerables del motor. Aquest va instal·lat sota el motor i té la funció de protegir el motor dels cops rebuts per la part inferior.

Donat que es baixarà l'altura de suspensió, aquest serà un element indispensable.

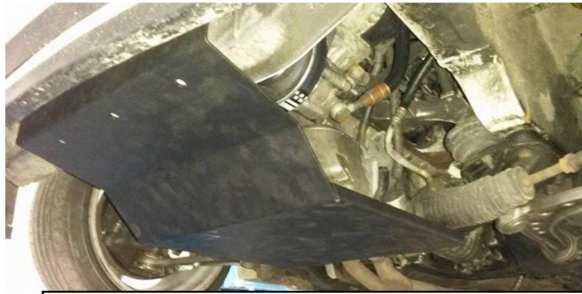


Fig.3.4 Protector de baixos en un E30

Com es pot aplicar? Opcions?

Després de comprovar els protectors que es comercialitzen, cap és adient per el vehicle, ja que protegeixen molt poc i els punts de subjecció són molt dèbils. Així que es dissenyarà un protector més adequat.

Es vol un protector que vagi subjectat per el subxassís davanter, protegeixi el càrter i s'acollí directament en els llarguers del xassís, el material pot ser alumini d'alta resistència o bé xapa d'acer.

Estudi del marc legal i decisió final

Degut a què aquest element modifica la massa del vehicle i forma part del exterior del vehicle, serà necessari que estigui al projecte tècnic.

Caldrà que realitzem un càlcul de les fixacions al vehicle per comprovar que aquests ancoratges aguantaran. Es tindrà en compte una força a tallant de la magnitud de la massa màxima autoritzada del vehicle.

També s'haurà de comprovar que la massa del vehicle no augmenti més d'un 15% per no afectar a les emissions contaminants amb les que ha estat homologat.

Degut a que es un element situat als baixos del vehicle, és a dir al exterior, cal que les arestes tinguin un radi mínim de curvatura de 2.5 mm tal com especifica el Manual de Reformes.

Es dissenya el següent protector:

Es fabricarà en xapa d'acer s355 de 3mm i protegeix el carter i la caixa de direcció.

Aquest va ancorat mitjançant quatre cargols m10 8.8, dos als llarguers davanters amb dues femelles rematxades als llarguers i dos al subxassís davanter.

Consultar els plànols del protector al document de plànols i els càlculs de les fixacions a "l'Annex 4 Càlculs per les modificacions".

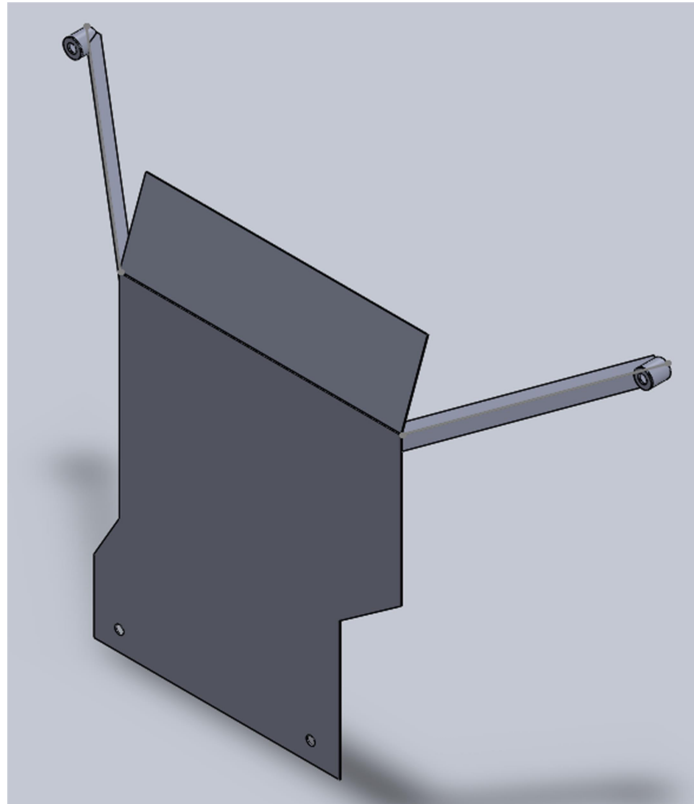


Fig.3.5 Protector de baixos dissenyat específicament per aquest vehicle

4 MODIFICACIONS QUE AFECTEN ALS EIXOS DEL VEHICLE

4.1 Augment de l'amplada màxima de vies.

Que es?

Augmentar l'amplada de vies significa fer més gran la distància entre els punts de recolzament d'un mateix eix. Aquesta millora es fa per millorar el pas en corba, per evitar que el cotxe derrapi o bolqui. Com més amplada d'eixos, més ràpid es podran traçar els revolts.

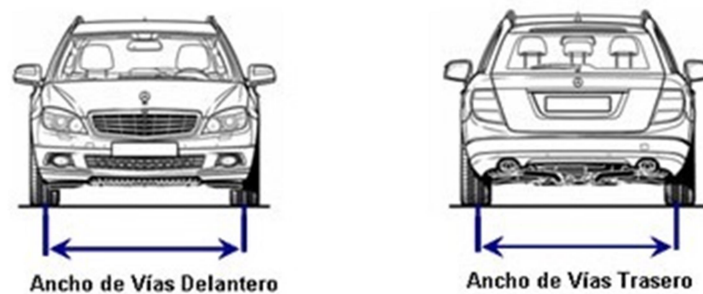


Fig.4.1.1 Diagrama dels eixos del vehicle

Com es mostra al esquema anterior, la amplada de vies es la distància entre els dos punts mitjos de les rodes, és a dir, la amplada entre les parts exteriors de la roda menys la amplada de un dels pneumàtics.

En el vehicle a reformar, donat a que no es vol modificar l'estètica exterior del vehicle, les rodes que s'instal·laran no poden sortir més que el pas de roda del vehicle, per tant el que interessarà és augmentar tant com permeti el vehicle la amplada màxima de vies des del exterior del pneumàtic al de l'altre banda, i també augmentar la superfície de contacte del pneumàtic. D'aquesta manera es millorarà la estabilitat i la tracció sense haver de modificar els passos de roda del vehicle.

Motius de la modificació

Tal com s'ha vist a les proves dels diferents vehicles, apartat 2.2, un dels principals problemes que té el e30 es una falta d'estabilitat tant del eix davanter com posterior. Al eix posterior no es preocupant perquè un cert deslliçament lateral, en un vehicle de tracció posterior ajuda a traçar alguns revolts i dona més sensació d'agilitat del vehicle al conductor. Però el subviratge del eix davanter dificulta la conducció del vehicle.

Es preveu que amb la instal·lació del motor 6 cilindres, al augmentar la massa del frontal del vehicle, empitjorarà el comportament respecte un 316i, per tant per millorar aquest comportament es decideix el següent.

Com es pot millorar? Opcions?

Es plantegen 3 opcions per modificar l'amplada d'eixos.

- Instal·lació de separadors de roda
- Noves llantes a mida
- Modificació dels eixos

Per veure l'anàlisi de les opcions veure Annex 2

Estudi de la legalitat i decisió final

Totes les opcions que vistes anteriorment, és necessari homologar-les, ja que es consideren reformes d'importància segons el manual de reformes. Quan es realitzen aquest tipus de reforma s'afecta a la direcció, suspensió, frens i fins i tot carrosseria, per tant canviaran les característiques del vehicle i caldrà comprovar que segueix essent segur.

En tots els casos caldrà comprovar que la roda queda perfectament coberta per el pas de roda, dintre de 30 graus cap endavant i 50 graus cap enrere, als dos eixos. Per evitar projeccions als altres vehicles, en el cas que sobresortissin caldria modificar els passos de roda per evitar projeccions i incompliríem el que imposa el client

Després d'analitzar les diferents opcions, es decideix que la millor és la 3, modificant els eixos del vehicle. És la més complicada, però realitzant-la correctament millorarà molt el comportament del vehicle, i el farà molt més estable i segur.

Per comprovar que aquest nou material que s'instal·larà aguanta la massa del vehicle, es comprova que el vehicle donant dels braços i boixes té una massa superior a la del vehicle objecte de reforma. Donat que el donant d'aquest material es un e36 318ti amb una massa de 1138 kg i el e30 325i pesa 1125kg el material serà compatible ja que els pesos són pràcticament iguals i el sistema de suspensió treballarà de manera igual a la del donant.

A aquest nou eix, si calgués encara més amplada de vies, sempre s'hi podran acoblar separadors o unes llantes d'altres dimensions per obtenir encara més amplada.

Comparativa de característiques

Donat que la amplada màxima de vies la donaran les rodes que s'instal·lin, per el moment es donarà la distancia entre les superfícies on van acollades les llantes.

	ORIGINAL	MODIFICAT
Via davantera: Distancia entre centres de disc (mm)	1400	1425
Via posterior: Distancia entre centres de disc (mm)	1395	1425

Fig.4.1.2 Taula comparativa amplada de vies, mesurada disc a disc

Per tant l'amplada de eixos variarà 2.5 cm respecte l'original al eix davanter i 30 cm al eix posterior

4.2 Millora de frens

4.2.1.1 *Que es?*

Donat que els frens d'origen estan pensats per una conducció moderada sense masses exigències, caldrà modificar els frens per uns amb més capacitats, ja que durant la conducció, quan augmenti la seva temperatura disminuiran les seves prestacions.

Normalment en els vehicles que porten tambor de fre, es canvia per un sistema de discs, ja que dissipen molt millor l'escalfor, tenen un coeficient de fricció a temperatura molt alt, són fàcils de mantenir i de modificar

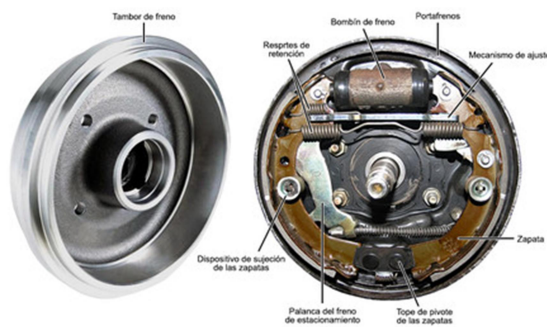


Fig.4.2.1. Frens de tambor



Fig.4.2.2 Frens de disc Brembo flotants amb pinça de 4 pistons

Quan es modifiquen els frens de disc de origen, normalment es sol augmentar la mida del disc i pinça de fre, per augmentar la zona de fricció de la pastilla. També al augmentar el diàmetre del disc, aquest no tindrà una velocitat lineal tant gran, per tant al entrar en contacte amb les pastilles no friccionaran a una velocitat tant elevada i no s'escalfarà tant el conjunt. D'aquesta manera no es perdrà la frenada tant ràpidament

4.2.1.2 *Com es pot millorar?*

Tal com s'ha comprovat els frens del cotxe en qüestió són un dels seus punts febles. Sobretot els frens posteriors que són de tambor, però també els davanters que són sòlids i són sobre els que recaurà la major part de la frenada (un 70%)

Per millorar-lo existeixen varies opcions, però al haver canviat els eixos per els de e36 ja involucra modificar els frens de manera obligatòria, perquè el nombre d'ancoratges de la roda sobre la caixa és diferent i els ancoratges de la pinça són completament diferents. Amb la mida original de frens del e36 ja es millorarà àmpliament les mides respecte els d'origen.

Tal com s'ha dit a l'apartat de la modificació de motor, amb l'augment de potencia era molt recomanable la millora de frens ja que l'augment de potencia es superior al 20%. El donant del motor, el 325i originalment instal·lava discs de 260x22 mm al eix davanter i de 258x10 mm al eix posterior, per tant caldran frens de una mida igual o superior a aquesta

4.2.1.3 Estudi de la legalitat i decisió final

Quan es modifica el sistema de frens cal homologar, ja que és una reforma d'importància que afecta a la seguretat del vehicle i caldrà comprovar que els frens funcionen de manera correcta. S'elaborarà un projecte tècnic de la reforma, on es descriurà el material s'ha muntat i quin portava d'origen el vehicle i fer els càlculs de la potencia de frenada dels discs.

Aquest càlcul es farà amb els discs del eix davanter ja que es considera que el 70% de la frenada recau al eix davanter i el 30% restant al eix posterior. Veure annex càlculs per veure càlculs de comprovació potencia de frenada.

Després de fer la reforma al vehicle, es farà una prova de frenada seguint el reglament 13-H. En aquesta prova es frenarà sense arribar a bloquejar les rodes i es comprovaran els següents punts

- Que la distancia de frenada a 80km/h sigui semblant a la original del vehicle objecte de reforma (segons el reglament s'hauria de fer al 80% de la velocitat màxima del vehicle, donat que aquesta pot ser molt alta i seria difícil de realitzar els assajos, el ministeri va canviar-ho a 80 km/h)
- Estabilitat a la frenada, és a dir que totes les pinces de frenin homogèniament i no es produeixin desplaçaments laterals durant la frenada.
- La desacceleració mitjana i que aquesta sigui constant i no es produeixi cap mal funcionament

Consultar annex 4 per veure els càlculs del parell de frenada

4.2.1.4 Comparativa de característiques

Característica frens	DAVANT		DARRERA	
	Origen(316i)	Modificats	Origen(316i)	Modificats
Tipus de fre	Disc	Disc	Tambor	Disc
Diàmetre exterior	260	286	230	272
Diàmetre interior	160	176	-	230
Gruix	12	22		10
Ventilats	No	Si	No	No
Numero pistons	1	1	-	1

Diàmetre pistons	48	54	-	34
Força Pistó	9048	11451	-	-
Parell de frenada	193	269	-	-

Fig.4.2.3 Taula comparativa de les característiques dels frens originals i modificats

Com es pot veure a la comparativa anterior els frens modificats són àmpliament superiors als d'origen i que als originals de e30 325i. Amb el augment del diàmetre de disc s'aconseguirà un parell de frenada molt superior, per tant el vehicle desaccelerará més, a més a més, al portar disc ventilat davant es refrigeraran molt millor que els d'origen.

4.3 Modificació sistema de suspensió

Que es?

Les suspensions són un dels elements més importants del vehicle ja que absorbeix les irregularitats del asfalt i que garanteix la transmissió de parell al asfalt, és a dir adhereix el vehicle a la carretera.

En els vehicles de carreres es canvien les suspensions originals per unes que ofereixin unes prestacions millors, es busca reduir el balanceig, tenir una millor adherència, transmetre el màxim de tracció a la carretera i també rebaixar el centre de gravetat.



Fig.4.3.1 Suspensió d'un vehicle de competició

Motius de la millora

Tal com s'ha vist a les proves, el E30 té una suspensió pensada per ser còmode pels ocupants, funciona correctament amb una conducció normal, però és molt tova i quan s'exigeix més al vehicle no funciona massa bé, és lenta en rebot i poc dura i per tant el cotxe balanceja molt i no ens permet transmetre la força del motor a l'asfalt correctament. Degut a la gran altura de les molles, el centre de gravetat del vehicle queda molt alt, i causa molt de balanceig a la carrosseria. En condicions d'ús normal, aquesta serà correcte però per una conducció més agressiva, causa molt de subviratge per falta de contacte amb l'asfalt.

Com que s'instal·larà un motor de 6 cilindres a el vehicle, aquest serà més pesant que el 4 cilindres, sobre 70kg, per tant caldrà endurir i rebaixar molt la suspensió per aconseguir un bon aplom del vehicle

Com es pot millorar? Opcions?

El mercat d'amortidors regulables és molt variat i és troben moltes opcions de molts preus diferents que oscil·len entre els 200 i els 6000€ Donat que el peticionari té un

pressupost limitat i no es volen unes suspensions amb regulacions de pre carrega ni rebot, ja que encara no se sap com funcionarà el cotxe. Així que es busquen unes suspensions que simplement siguin més dures que les d'origen i que permetin una regulació en altura per poder baixar el centre de gravetat. més endavant, quan s'hagi comprovat el comportament del vehicle ja es buscaran unes suspensions d'una categoria superior que ens permetin més regulacions per aconseguir les prestacions necessàries.

Si es deixes l'eix de davant original d'e30 i es volgués modificar la suspensió davantera, caldria tallar i soldar el nou amortidor a la caixa, però com que es farà la modificació d'eixos tal com s'ha descrit anteriorment, caldrà muntar amortidors pensats pel donant del eix davanter, es a dir el e36. Donat a que els dos vehicles són del mateix fabricant i munten el mateix sistema de suspensió no farà falta adaptar cap element.

Després d'investigar les diferents opcions de mercat l'opció més simple i barata és instal·lar uns amortidors de cos roscat a l'eix davanter, i a l'eix posterior només canviar la molla per una més curta que la d'origen.

Per fer regulables en altura els amortidors posteriors s'haurien d'instal·lar uns amortidors que incorporessin la molla, però per adaptar aquest sistema caldria reforçar els braços posteriors i el xassís ja que canviaria la zona de recolzament de la molla. Per tant no es farà

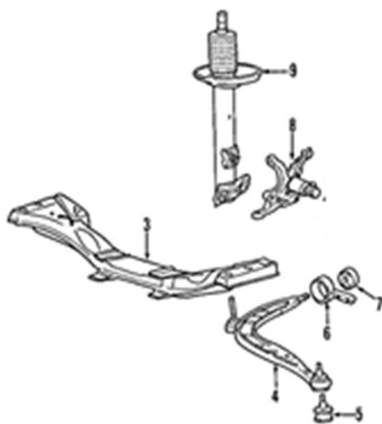


Fig.4.3.2 Esquema del sistema de suspensió d'un BMW E36

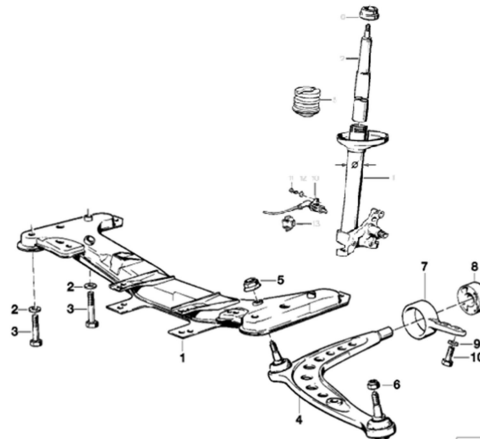


Fig.4.3.3 Esquema del sistema de suspensió d'un BMW E30

4.3.1.1 Estudi del marc legal i decisió final

Modificar la suspensió es considera reforma d'importància i està dins el manual de reformes tècniques, així que cal incloure-ho dins el projecte tècnic del vehicle i fer els càlcul estàtic de la molla, càlcul a fatiga i càlcul de la freqüència i el repartiment de pesos del vehicle. Aquests càlculs seran necessaris encara que aquest material que s'instal·li hagi estat calculat específicament per aquest vehicle i tingui tots els certificats necessaris.

Com que es buscava una opció de baix pressupost per poder provar el vehicle i veure quins punts cal millorar, es decideix instal·lar els amortidors regulables en altura més barats que es troben, uns amortidors de cos roscat i molles de marca JOM. Amb el cos roscat es varia la precarrega de la molla, d'aquesta manera s'augmenta o redueix l'altura del vehicle, permet baixar fins a 6 cm l'altura, a l'eix posterior les molles seran simples i són 3 cm més baixes que les d'origen.

Consultar Annex 4 de càlculs per veure l'estudi del comportament de la molla

4.4 Canvi de llantes i pneumàtics

Que es?

El vehicle objecte de reforma, originalment equipava unes llantes de ferro amb poca amplada i poc lleugeres. Aquestes degut al seu diàmetre necessiten un perfil de pneumàtic molt alt, que ofereix poca tracció i molt de balanceig de carrosseria

A més a més, donat que les boixes de e36 que s'instal·laran per modificar els eixos porten uns ancoratges de llanta diferents als originals, caldrà canviar les llantes per unes compatibles. Tal com s'ha dit abans, es vol escollir una llanta que mantingui l'originalitat del vehicle i que la amplada màxima de les de vies no superi l'amplada màxima del pas de roda.

S'escolliran unes noves llantes tenint en compte els següents:

Pes de la llanta, s'intenten posar llantes de aliatges d'alumini per reduir el pes del conjunt llanta pneumàtic i d'aquesta manera millorar en el conjunt de pes total del vehicle i també al reduir la inèrcia als eixos, d'aquesta manera el vehicle serà capaç d'accelerar més ràpidament, i també aturar-se més ràpidament.

Forma de la llanta: cal tenir molt en compte la forma que tenen aquesta determinarà la quantitat d'aire que entrarà a refrigerar els frens. Es a dir, amb una llanta amb forma de turbina o que sigui bastant oberta, s'aconseguirà millor refrigeració dels frens que amb una llanta completament tapada.

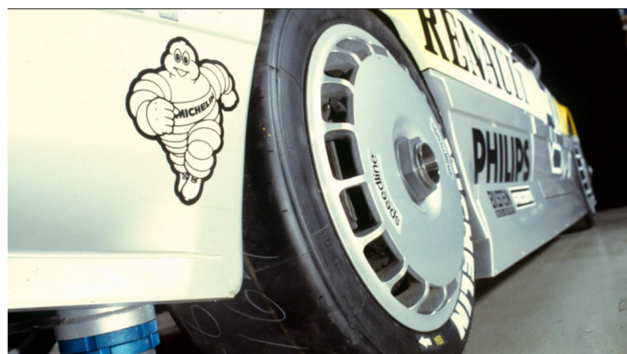


Fig.4.4.1 Llantes en forma de turbina d'un Renault de DTM

Mida: Les mides d'una llanta són molt importants ja que marcaran el comportament del vehicle. Cal tenir en compte les dimensions dels passos de rodes, les caigudes que portaran les rodes, l'amplada de pneumàtic i l'ús que es donarà al vehicle.

El perfil que portarà el pneumàtic marcarà l'adherència del vehicle sobre l'asfalt, ja que el pneumàtic ha d'adaptar-se a l'asfalt i ser capaç de deformar-se el suficient per absorbir les irregularitats del terreny. Sempre caldrà trobar un punt entremig entre poc i molt perfil, per tal d'optimitzar l'adherència, ja que a partir d'una certa altura del perfil començaran a augmentar les pèrdues per deformació del pneumàtic i per tant no es transmetrà correctament la tracció. Per tant caldrà trobar una mida del conjunt llanta-pneumàtic que millori la conducció.



Fig.4.4.2 Pneumàtics slicks

Per un ús exclusiu de competició es munten els pneumàtics tipus "slicks", aquests estan dissenyats especialment pel seu ús a circuit, per obtenir la màxima adherència sobre el asfalt, aquests no estan pensats per un ús en carretera ja que necessiten una temperatura elevada de funcionament i no tenen dibuix per tant no expulsaran l'aigua. Estan fets d'un tipus de goma molt més adhesiva amb l'asfalt a altes temperatures, i els contorns són més durs per reduir la deformació.

Com es pot millorar? Opcions?

Amb unes llantes que compleixin les condicions anteriors es millorarà el comportament del vehicle. Muntant unes llantes, que siguin més lleugeres, amb una mida superior que la d'origen (14") i que tinguin una major entrada d'aire, i uns pneumàtics més amples i amb un perfil més baix.

Després d'analitzar les diferents opcions (veure annex 3 apartat 2) es decideix muntar llantes de 16", amb uns pneumàtics de mida equivalent a la d'origen i amb una amplada de 205 mm, és a dir la amplada que originalment equipaven els 325i. Un cop comprovada la equivalència amb els pneumàtics originals, els 195/60/14, s'escullen els 205/45/16 amb una diferència de diàmetre respecte originals de un 0.22%, per tant la diferència es menyspreable.

El pneumàtic adient per l'ús que es vol donar al vehicle serà un semislick, que ofereix una adherència a temperatura similar a la de un slick però porta un dibuix que li permet expulsar l'aigua i està homologat per l'ús a la via pública



Fig.4.4.3 Llantes BBS que es muntaran al vehicle

Estudi del marc legal

Quan es modifica el diàmetre exterior de la roda, si la diferència de diàmetre supera el 3% respecte el diàmetre original caldrà ser homologat. També sempre que es muntin

unes llantes de diferents característiques caldrà comprovar que la llanta sigui compatible amb el pneumàtic, es a dir que no sigui la llanta molt més estreta que el pneumàtic o al revés. Per comprovar ho caldrà consultar les taules de compatibilitats(Consultar annex, modificació rodes per veure taules). També caldrà comprovar que la roda no sobresurti per els passos de roda, que estigui coberta 30 graus endavant i 50 enrere en els dos eixos, per evitar projeccions per fora el pas de roda.

Analitzant les diferents llantes que existeixen al mercat es decideix optar per unes BBS originals de BMW e46. Aquest model de llantes són molt lleugeres i resistents, a més a més tenen una bona obertura. Les mides són 7Jx16H2 ET46. Per tant tindran una amplada de 7”(177.8 mm) i un diàmetre de 16” i un ET de 46mm negatiu. Aquestes mides seran perfectes per augmentar al màxim la amplada de vies del vehicle.

El pneumàtic escollit serà un semislick FEDERAL NSR-2 PRO de 205/45/16 83W amb compost Mitjà, aquest té una temperatura de funcionament elevada, això garanteix que el pneumàtic a mesura s’augmenta la carrega, cada vegada s’adherirà més al asfalt. L’avantatge d’aquest pneumàtic és que és legal per la carretera com qualsevol altre però ofereix millor adherència en sec que un convencional, els laterals del pneumàtic són més durs, per tant disminueixen el balanceig i tenen un dibuix que permet expulsar l’aigua en condicions de pluja.



Fig.4.4.4 Dibuix del pneumàtic que es muntarà al vehicle.

Donat a que el diàmetre de la llanta i pneumàtic té una diferència del 1% respecte la llanta original i aquesta no sobresurt del vehicle no seria necessari homologar aquesta modificació. En aquest cas no ha calgut comprovar el codi de velocitat i de carrega del pneumàtic que es munta ja que originalment el vehicle objecte de reforma no incloïa aquesta informació a la seva fitxa tècnica. Tot hi així, el pneumàtic instal·lat donat a que es un 83W, el 83 ens indica que té una carrega màxima per roda de 487kg que complirà i la W indica la velocitat màxima de 270 km/h la qual també complirà.

Comparativa amplada màxima de vies

Donat que les llantes que s’escullen eixamplaran les vies, el conjunt llanta pneumàtic marcarà la amplada màxima que s’ha aconseguit a cada una de les vies, és a dir la distància entre l’exterior i exterior de pneumàtic. Després de la modificació s’obtindran els següents valors:

	ORIGINAL	MODIFICAT
Amplada màxima via davantera (mm)	1500	1610
Amplada màxima via posterior (mm)	1495	1610

Fig.4.4.5 Comparativa amplada de vies amb les noves llantes i pneumàtics

Per tant, amb aquesta modificació s'aconseguirà un augment de vies de 11 cm al eix davanter i 11.5 cm al eix posterior, per tant l'estabilitat del vehicle variarà en gran mesura.

4.5 Canvi de barres estabilitzadores

Que es?

La funció de les barres estabilitzadores és mantenir el vehicle el menys inclinat possible, aquestes equilibren la carrega a les dues rodes del mateix eix, d'aquesta manera les suspensions del vehicle tenen la carrega millor repartida i evita que el cotxe pugui arribar a perdre la tracció d'alguna de les rodes per falta de carrega, es a dir que alguna roda perdi el contacte amb l'asfalt.

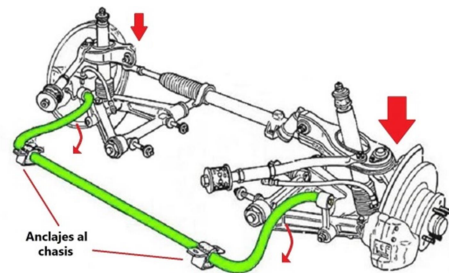


Fig.4.11 Esquema d'una barra estabilitzadora

Quan es modifica un vehicle per circuit, per evitar la flexió del eix, s'instal·len estabilitzadores de major diàmetre per millorar les prestacions. Això ocasionarà una pèrdua de comoditat a canvi de un augment de estabilitat i disminució del balanceig.

Motius de la millora

Per el que s'ha vist el e30 té un balanceig de carrosseria massa gran i per millorar les prestacions caldrà modificar les barres estabilitzadores.

El e30 316i d'origen no porta barra estabilitzadora al eix posterior, cosa que justifica la falta de tracció quan hi ha balanceig de carrosseria. L'eix davanter en canvi pel que fa a balancejos treballa bastant bé. Donat que es canviaran pneumàtics, llantes i suspensions, el balanceig que tindrà després de les modificacions. Per tant no es sap si caldrà canviar la barra estabilitzadora davantera.

Com es pot millorar? Opcions?

Al eix davanter, d'origen, el vehicle, el 316i, instal·la una estabilitzadora de 18mm i al eix posterior no en porta ja que era un extra. En canvi els models més potents com el 325i si que en portaven.

Es plantegen dues opcions:

- Buscar unes estabilitzadores d'origen de major diàmetre. Les del 325i que la davantera es de 20mm i la posterior de 14.5mm
- Kit d'estabilitzadores marca H&R, davantera de 22mm i posterior de 18mm

Per trobar més informació de les barres consultar annex 3 apartat 4

S'elabora un anàlisi de la torsió de les barres per decidir quina serà més adient, consultar Annex 4, de càlculs.

Estudi de la legalitat i decisió final

Aquesta reforma es considera d'importància, per tant cal que sigui homologada, ja que s'està modificant la rigidesa de la suspensió del vehicle. Per homologar aquests components únicament caldrà comprovar que les barres estabilitzadores s'han fixat

sobre els suports originals del vehicle i que el fabricant sigui reconegut per garantir que compliran amb les exigències mínimes.

Degut a la diferència de preu que existia entre una estabilitzadora nova original i la de fora marca i com que no es sap el comportament que tindrà el vehicle després de la reforma s'opta per mantenir l'estabilitzadora davantera d'origen de 18mm, la que ja portava el vehicle d'origen, i al eix posterior s'instal·larà una de 14.5mm original BMW. Un cop provat el vehicle si cal es realitzaran els canvis que siguin oportuns.

Per adaptar les estabilitzadores a la nova altura de la suspensió s'instal·laran uns tirants més curts que els originals per fer que treballin verticalment.

4.6 Direcció curt recorregut

Que es?

En els cotxes de competició i també en els més esportius es troben direccions amb el recorregut més curt per reduir el nombre de girs de volant. D'aquesta manera es pot entrar més ràpid a la corba, perquè no cal girar tant el volant per efectuar la maniobra i es poden realitzar maniobres més arriscades amb girs més sobtats.

Quan es redueix el nombre de voltes del volant, habitualment s'obté més tacte sobre l'eix davanter ja que la transmissió de la força al volant és més directe, però al mateix temps es perd una mica de comoditat perquè la direcció dura, però es guanya molta precisió, es notaran més les imperfeccions del asfalt però transmetrà molt millor el comportament del vehicle al volant.

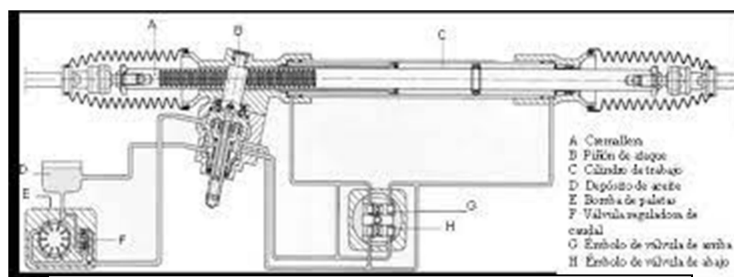


Fig.4.6.1 Esquema d'una cremallera de direcció

Motius de la millora

La direcció original del e30 es coneguda per tenir un recorregut molt llarg, i entre el topall esquerra i dret hi ha 4.1 voltes de volant. Això es tradueix en una direcció molt dolenta quan es vol conduir ràpid.

Un altre punt negatiu és que la direcció no és assistida, per tant va molt dura i dificulta les maniobres. Per altre banda, el motor de 325i que s'ha instal·lat ja incorpora tots els elements excepte la cremallera, per muntar la direcció assistida. Es a dir: la bomba, els tubs, corretges, suports i vas d'expansió

Com es pot millorar? Opcions?

Per millorar la direcció original del vehicle es plantegen 2 opcions:

- Instal·lar un multiplicador de gir i una direcció assistida
- Canviar la caixa de direcció per una més ràpida amb assistència

Veure anàlisi de les opcions al Annex 3 apartat 5.

Estudi del marc legal i decisió final

Al canviar el sistema de direcció original del vehicle es considera una reforma d'importància i caldrà incloure la modificació al projecte tècnic i posteriorment passar una prova de direcció per confirmar que el sistema funciona correctament.

La prova de direcció la realitzarà un laboratori homologat seguint el reglament 79 de la UE. En aquesta prova es comprovarà el correcte funcionament de la direcció i que el

conductor del vehicle no hagi de d'efectuar una força molt elevada durant el funcionament del vehicle.

En aquesta reforma es canviarà la caixa de direcció mecànica per una assistida provinent d'un vehicle diferent. Per tant ens caldrà homologar la modificació.

La millor opció es instal·lar la caixa de direcció de Z3, ja que es el sistema més segur dels dos, ja que no s'incorporen més elements entre el volant i la direcció i es millora la comoditat al tenir assistència hidràulica. Aquesta direcció reduirà el gir del volant de 4.1 voltes a 2.7. Això es degut a que la relació de transmissió entre el pinyó i la cremallera del volant es més llarga que la original del vehicle.

5 MODIFICACIONS QUE AFECTEN AL INTERIOR I SEGURETAT PASSIVA DEL VEHICLE

5.1 Canvi de volant

Que es?

Normalment, en els cotxes que van a circuit o que participen a competicions, és un element al que se li fa especial atenció. S'instal·len volants més petits que els d'origen per reduir els moviments dels braços per girar. Aquests volants solen estar recoberts d'un material antilliscant que evita el suor a les mans

Motius de la millora

D'origen, el 316i porta un volant de grans dimensions, (el portaven gran perquè molts dels e30 no portaven direcció assistida, per tant calia fer més parell per girar-lo i amb un diàmetre més gran era més fàcil), (380mm) això enlenteix molt els moviments. A més a més, el volant original està fet de plàstic i fa suar les mans per tant poden patinar al volant.



Fig.5.1.1 Volant i interior d'un vehicle de competició

Com es pot millorar? Opcions?

Si es canvia el volant per un de menor diàmetre, la direcció serà més àgil ja que es reduirà el temps de maniobra i es tindrà millor control del vehicle. Es plantegen 2 opcions possibles més viables.

- Instal·lació del volant Sport original
- Volant de competició

Estudi del marc legal i decisió final

Quan es modifica la posició original del volant, o es canvia el volant original del vehicle caldrà homologar. Abans de canviar el volant caldrà comprovar si el vehicle d'origen portava air-bag, en el cas que en portes, caldria canviar-lo per un altre que en porti per continuar essent legal per carrer. També cal comprovar el diàmetre del volant original del volant, ja que si el diàmetre varia menys de un 10% no cal homologar, si varia entre un 10 a un 15% cal homologar i si varia més del 15% cal una prova de direcció per part d'un laboratori per comprovar que la força que s'ha de efectuar per girar la direcció no superi els límits admissibles.

En aquest cas, com que el vehicle està destinat a competicions on importa el temps que es fa a cada volta ens cal una bona agilitat del volant i una bona adherència per les maniobres més precises. Es decideix que el més adient és el Sparco R353. Ens caldrà instal·lar el adaptador corresponent de E30 i un botó a part al volant per continuar tenint clàxon. La mida del nou volant serà de 335mm, per tant la diferencia serà del 12% per tant caldrà homologar-lo, conjuntament amb el adaptador.

Per veure la diferencia moment que caldrà aplicar al volant per girar, consultar annex 4 càlculs.

5.2 Talla corrent i canvi emplaçament bateria

Que es?

Normalment en tots els vehicles de competició s'instal·la un talla corrent que el que fa és desconnectar tots els elements elèctrics del vehicle i parar el motor en cas d'accident.

Aquest talla corrent o desconnectador, s'instal·la dins el vehicle en un lloc fàcilment accessible tant pel pilot com per el copilot i es posa un tirador al exterior del vehicle, al costat del conductor, per parar el cotxe des del exterior en cas d'accident. No és obligatori en totes les categories de ralli però és molt recomanable per tots els usos.

Pel que fa el canvi d'emplaçament de la bateria, significa reubicar la bateria de la seva posició original. Es sol fer per dos motius habitualment: pel repartiment de pesos i/o per alliberar espai del cofre motor.

Canviar la posició de la bateria ajuda molt al repartiment de pesos, ja que habitualment aquesta està muntada a la part frontal del vehicle, propera al motor(en els cotxes amb motor davanter), ara bé, quan es fa una reducció de pes no es sol modificar gaire la massa del eix davanter(en la majoria de casos), però al buidar el interior es baixa molt el pes de la part posterior, tot hi que queda bastant compensat amb el arc de seguretat, continua quedant desproporcionat el pes del vehicle, per compensar els pesos es passa la bateria al maleter. D'aquesta manera s'allibera espai del cofre motor i al mateix temps baixa la temperatura de la bateria.

Tot hi que les bateries ja estan preparades per aguantar la temperatura del motor, aquesta, a mesura que s'escalfa baixa el seu rendiment i s'envelleix més ràpidament. L'altre avantatge, es que al retirar la bateria de dins el cofre motor es guanya espai i fa de més bon treballar a les reparacions del motor..

Com es pot aplicar?

Per repartir els pesos del vehicle es desplaçarà la bateria al maleter. Com que alguns E30 portaven la bateria al maleter, els xassis ja ve preparat per instal·lar-la.

Per evitar vessaments de líquids i fer més segura la bateria i evitar que toquin els contactes a la carrosseria és molt recomanable instal·lar la bateria dins una caixa estanca.

Si en comptes de muntar la bateria al maleter (que en aquest cas queda aïllat del interior del vehicle), es munta la bateria dins l'habitacle, seria molt recomanable muntar una bateria de AGM o de Gel per evitar vessaments d'àcid en cas d'accident, ja que les bateries convencionals contenen àcid sulfúric que si s'allibera pot provocar danys als ocupants. Això es fa perquè encara que la caixa sigui estanca es pot produir algun vessament

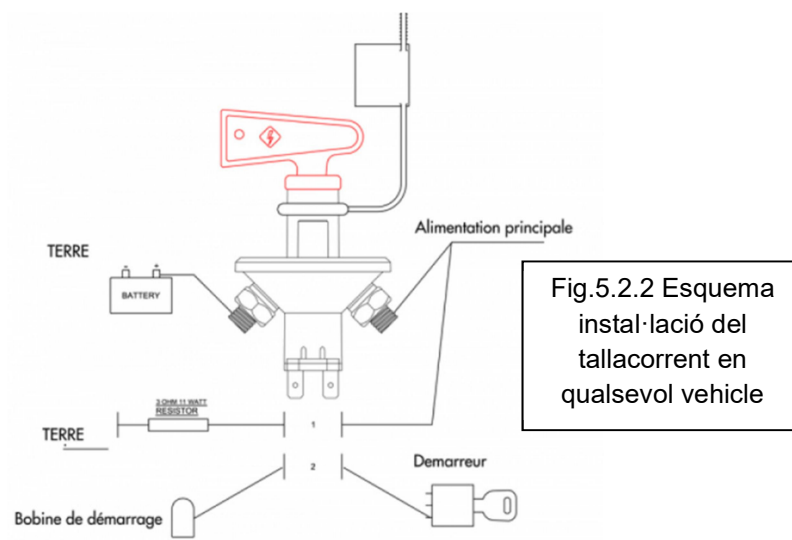


Fig.5.2.1 Caixa per bateria estanca.

Quan es desplaça la bateria també cal allargar el cablejat. Normalment s'aprofita per intercalar un talla corrent i un fusible. És molt important recobrir el cable amb algun aïllant que el protegeixi contra friccions amb la xapa del vehicle per evitar curtcircuits.

Donat que cal dimensionar el cablejat que porta el pol positiu al motor d'engegada, es fan els càlculs del diàmetre del cable i el fusible necessari per la instal·lació, veure l'annex 4 de càlculs.

El talla corrent, s'instal·larà segons l'esquema de la figura 5.3, amb el cable de corrent principal intercalat amb el tallacorrent, al igual que el cable de la bobina per parar completament el motor

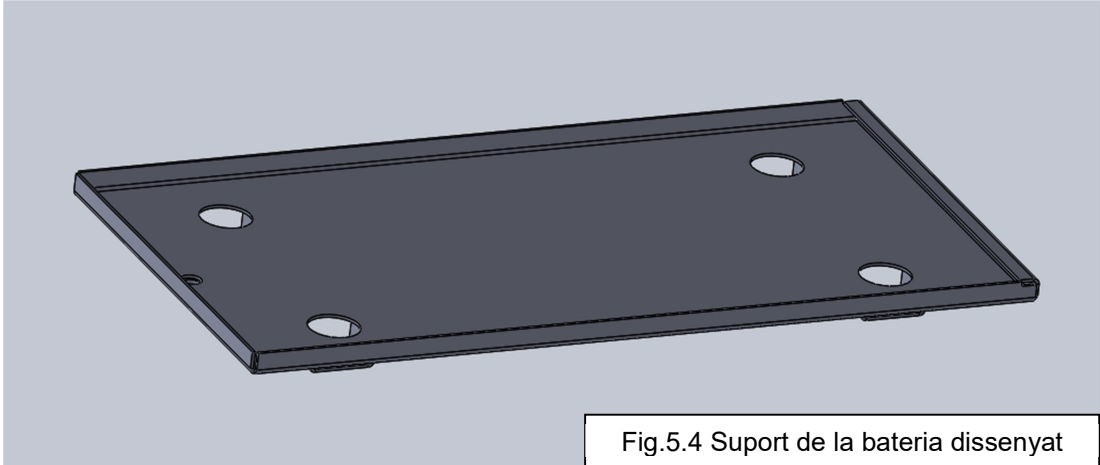


Estudi del marc legal i decisió final

Quan es produeix un canvi d'emplaçament de la bateria, si aquesta es reubica dins l'habitacle del vehicle, cal fer un projecte tècnic per certificar que les subjeccions aguantaran. En tots casos, caldrà comprovar que els cables que es passen per el vehicle estan correctament aïllats i subjectats a la carrosseria de tal manera que no puguin afectar a la seguretat dels ocupants o dels altres vehicles.

En aquest BMW com que té l'espai específic al maleter, s'instal·larà allà. D'aquesta manera s'eviten riscos de vessament. Tot hi així la bateria anirà dins una caixa estanca i es fabricarà uns suport per poder-la unir al xassís. A la sortida de la bateria, al born positiu, s'instal·larà un fusible, el cable anirà recobert amb tubo corrugat i subjectat amb brides metàl·liques i s'ubicarà el desconnectador/talla-corrent al taulell de control.

Es dissenya el suport de la bateria següent:



Fabricat en planxa de 1.5mm d'acer S255 galvanitzat, amb les cantonades i subjeccions soldades. Aquest anirà ancorat al xassís del vehicle amb 4 M6 8.8 i la bateria subjectada contra el suport amb un M8 8.8.

Veure annex 4 del càlcul de les modificacions per consultar els càlculs de les fixacions de la bateria al suport i veure document plànols per consultar més detalls del suport de bateria

5.3 Arc de seguretat

Que es?

L'arc o gàbia de seguretat, es un element de seguretat passiva que s'afegeix als cotxes per protegir en cas de bolcada.

Aquest element habitualment s'instal·la posterior a la fabricació del cotxe i ajuda a reforçar l'estructura original del vehicle.

Els vehicles que competeixen a partir d'unes certes categories de ralli estan obligats a portar una gàbia de seguretat (a partir de regularitat sport i també per velocitat i pujada en costa). Aquest sistema és molt efectiu per reforçar l'estructura del vehicle, es un aspecte molt important en els cotxes de competició, salva moltes vides, ja que el xassís del vehicle no està preparat per suportar accidents a velocitats molt elevades. Aquest element busca minimitzar la deformació del xassís per tal de protegir els ocupants.



Fig.5.3.1 Arc de seguretat de 4 punts.

Com es pot aplicar? Opcions?

Al preparar un vehicle per circuit, amb el que s'anirà a velocitats elevades es molt important instal·lar una protecció addicional.

Existeixen diferents varietats d'arcs de seguretat interiors. Cada un d'ells ofereix major protecció davant accidents.

- Posterior de 4 punts
- Complet de 6 punts
- Complet amb protecció lateral
- Complet fins a les torretes i al diferencial

Per veure una comparativa entre arcs consultar Annex 3, anàlisi d'opcions per les modificacions.

Estudi del marc legal

Els arcs de seguretat, estan considerats una reforma d'importància ja que afecten a la seguretat passiva del vehicle i també a l'habitacle interior. La normativa no és molt estricta en aquest tema ja que es reforça l'estructura original la qual ja està dissenyada perquè aguanti. En els vehicles de carrer, la instal·lació d'un arc posterior es considera gairebé com una reforma estètica ja que no es modifica la estructura del vehicle.

El codi de reformes indica que si s'instal·la un arc a les places posteriors cal eliminar-les i deixar el cotxe només amb les places davanteres del vehicle.

Quan les barres arriben fins els pilars davanters, aquestes han de quedar a una distància mínima de 90 cm de radi respecte on s'assenten els ocupants del vehicle. Això és per evitar que el cap impacti amb alguna de les barres en cas de desacceleració forçada. Aquesta condició és difícil de complir en turismes ja que l'habitacle sol ser bastant petit.

Els vehicles que portin arcs de seguretat complets i no compleixin la condició anterior, caldrà homologar-los com a vehicle de competició. Aquesta categoria permet que els vehicles només surtin quan estan inscrits a algun esdeveniment i obliga a el conductor a tenir llicència de pilot, a més a més, per poder competir el vehicle haurà de complir amb la normativa de la FIA.

Per ser aprovades les barres caldrà que compleixin amb el annex J de la FIA (federació internacional d'automobilisme). Aquest organisme regula la forma, els materials i el procediment de muntatge que s'ha de seguir per fabricar-les.

Les barres no es necessari que tinguin certificat d'homologació acreditat per un fabricant, sinó que si es compleixen les condicions necessàries ja es poden homologar.

Com que en aquest turisme hi ha poc espai dins el habitacle, i es vol que es pugui utilitzar el vehicle diàriament sense necessitat de portar casc o elements de seguretat addicionals, però volen poder competir en categories de regularitat de ralli, però amb més seguretat, per tant s'instal·larà un arc de 4 punts.

El arc de seguretat instal·lat serà un AST Rear Cage V1, el qual ja haurà estat calculat prèviament per el fabricant, per tant no es realitzarà cap càlcul de l'estructura, solament es calcularan les fixacions del arc de seguretat a la carrosseria.

Quan el fabricant realitza els assajos de resistència del arc, es fixa sobre unes bancades molt rígides. Donat que en el vehicle s'ha de fixar sobre la planxa, les unions serien molt més dèbils i no aguantaria els valors calculats. Per solucionar aquest problema les barres venen amb uns reforços per soldar a la carrosseria que reforcen els punts d'ancoratge al xassís.

Per la seva homologació caldrà realitzar un càlcul de les fixacions a la carrosseria, per consultar-los veure l'annex 4 dels càlculs de les modificacions.

Un cop instal·lat l'arc caldrà comprovar que aquest no afecta a les subjeccions dels cinturons de seguretat ni de altres elements de seguretat del vehicle.

5.4 Seients amb més subjecció

Que es?

Els cotxes destinats a una conducció més esportiva habitualment s'instal·len seients que ofereixen una millor subjecció dels ocupants. Això es fa per evitar moviments indesitjats deguts a les inèrcies. Aquests moviments, en el conductor poden afectar bastant ja que varien la seva conducció de posició i li poden fer perdre el control en certs moments

Per altra banda, aquests moviments indesitjats afecten també al conjunt d'inèrcies del vehicle i es poden percebre durant la conducció del vehicle.

En els cotxes més orientats per competició, es munten els seients denominats tipus "baket", aquests minimitzen tots els moviments involuntaris dels ocupants i milloren la seguretat dels ocupants en cas d'accident.



Fig 5.4.1 Seients bakets
Sparco Sprint

Com es pot millorar? Opcions?

Els seients d'origen del E30 subjecten molt poc dels ocupants, ja que estan més destinats a una conducció suau, pensant més en la comoditat que no pas en la esportivitat. Però pel tipus de vehicle que es vol aconseguir, cal instal·lar un tipus de seients que ofereixin una subjecció superior

Per millorar el vehicle es plantegen 3 opcions possibles

- Seients Sport originals, Recaro semibakets
- Semibakets
- Bakets

Per veure l'anàlisi de les opcions veure annex 3 on s'estudien la viabilitat de les opcions

Estudi del marc legal i decisió final

El canvi de seients és una reforma d'importància del vehicle, ja que s'afecta a la seguretat dels ocupants. No tots els seients es poden muntar en un vehicle.

Els nous seients han de tenir igual o més seguretat que els original, és a dir, si el vehicle porta airbags laterals en els seients o tensor de cinturons al tancament, caldrà que els nous seients també en portin.

En un vehicle amb places posteriors i no tingui portes posteriors, caldrà que els seients siguin abatibles, igual que els originals. Ara bé, si es volen muntar seients fixes caldrà fer una altre reforma d'importància i eliminar les places posteriors.

Per l'ús que se li vol donar al vehicle, i sabent que es muntaran barres i s'eliminaran les places posteriors, la primera opció es muntar seients bakets. Ara bé, el problema

es que gairebé tots els bakets no tenen els certificats per ser legalitzats per ús de carrer. Els pocs que són homologables tenen uns preus realment prohibitius. Així que es decideix que el vehicle tindrà 2 configuracions possibles, per tant caldrà adaptar el vehicle, en funció de les circumstancies. Quan es vulgui donar un ús de carrer es deixaran els seients originals, i quan el cotxe tingui competicions, es muntaran els bakets.

Els bakets que es muntaran són els Sparco Sprint, aquests estan fabricats amb un xassís tubular i compleixen amb la normativa FIA.

Per muntar aquests seients caldran unes bases específiques per BMW E30 i unes guies per poder regular la posició del pilot. Donat a que les fixacions s'acollen sobre els ancoratges originals del vehicle i que tot el material ha estat homologat per la FIA per aquest vehicle, no es necessari fer el càlcul de les fixacions.



Fig 5.4.2 i 5.4.3 Guies i bases d'adaptació pels seients bakets

5.5 Simplificació de la instal·lació elèctrica

Que es?

En els cotxes de competició, per tal de evitar averies ocasionades per accessoris del vehicle, es simplifiquen les instal·lacions elèctriques, d'aquesta manera es redueix la probabilitat de tenir averies ocasionades per elements que no se'ls hi dona ús i així també es redueix la massa del vehicle. En alguns vehicles exclusivament de circuit s'elimina absolutament tot exceptuant els elements que li permeten fer funcionar el motor.

Com es pot aplicar?

El vehicle en qüestió, com que es vol destinar a competició però també a ús per carretera, molts dels elements del interior no caldran. Per evitar problemes amb aquests cablejats s'eliminaran i només es deixaran els elements per la seguretat i el funcionament com són els llums i la gestió del motor. La resta s'eliminaran completament fins dins la caixa de fusibles. Això simplificarà molt la reparació d'averies i n'evitarà d'altres.

Els elements a eliminar seran: sistema de so, llums de cortesia interiors, sistema de climatització, puja vidres elèctrics, retrovisors elèctrics, panys centralitzats i avis de pastilles de fre baixes

Estudi del marc legal i decisió final

El reglament no empara aquest tipus de reforma, per tant si no es toquen els elements vitals per la senyalització, funcionament i ús del vehicle, és a dir no afectin les característiques del vehicle, no caldrà fer cap homologació.

Com que en aquest vehicle els únics elements que es volen eliminar són els accessoris del interior del vehicle no caldrà homologar res.

Per fer aquesta modificació primerament caldrà desmuntar tots els elements que es volen eliminar del vehicle, comprovar els esquemes elèctrics, seguint les instal·lacions de cada element i finalment anar eliminant un per un els cables elèctrics que surten de la caixa de fusibles.

Com que el vehicle objecte de reforma ja es completament buit del interior, no caldrà retirar els elements, simplement comprovar els cables a quin element pertanyen i eliminar els cablejats.

5.6 Reducció de pes, i instal·lació d'elements al interior del vehicle

Que es?

Per tal de fer més àgil el vehicle es vol eliminar del vehicle tots els elements que no són estrictament necessaris per el funcionament del vehicle. En alguns casos extrems de vehicles estrictament de competició que ja porten gàbies de seguretat completes, s'alleugereix fins i tot el xassís eliminant reforços sobre els que ja no recau carrega.

Com es pot aplicar?

En aquest vehicle, tal com s'ha dit a l'apartat de simplificació de la instal·lació elèctrica, s'eliminen tots els accessoris del cotxe que no fan falta, amb això es reduirà lleugerament el pes. Al eliminar tots els entapissats interiors del vehicle, les moquetes, consola central, panells de porta, envellidors, seients posteriors, insonoritzants i aïllants s'aconseguirà una reducció de pes important.

Quan s'elimina el sistema de climatització, es deixa lliure part del panell d'instruments, en el qual s'hi muntaran uns suports especials per la instal·lació del tallacorrent, el botó dels 4 intermitents i el sistema elèctric dels accessoris (llums de llarg abast, electroventilador, cronòmetre, accessoris pel control del motor...)

Els panells de porta originals també es substituiran per uns altres més lleugers i adaptats a les noves necessitats del vehicle.

Donat que s'han eliminat els entapissats del vehicle, s'instal·laran uns panells de protecció al terra que evitaran que els peus del conductor s'enganxin a les irregularitats del bastidor, i oferiran un millor recolzament pels peus del copilot.

Estudi del marc legal i decisió final

Quan s'eliminen places del vehicle cal homologar la reforma al vehicle, ja que cal comprovar que s'han eliminat de forma correcte i no han quedat elements lliures que puguin produir danys als ocupants o que es puguin tornar a instal·lar els seients sense prèviament fer una altra reforma. Al projecte d'homologació caldrà calcular el nou repartiment de pesos que té el vehicle després de la reforma.

Veure "Annex 4: Càlculs per les modificacions" per veure la reducció de pes aproximada.

També, caldrà homologar els accessoris que s'instal·lin per davant de la primera fila de seients, per tal d'assegurar que aquests accessoris muntats no dificulten la conducció del vehicle ni que poden causar danys als ocupants del vehicle en cas de accident. Per complir aquesta normativa, serà necessari que tots els elements que estiguin a 90 cm de la intersecció de la base del seient amb el respall, mesurat des del centre del seient, siguin deformables. Per tant aquests elements hauran d'estar fabricats amb materials dúctils i evitar les arestes tallants. Aquesta es una mesura de seguretat per evitar danys i per tal que aquests elements absorbeixin energia en cas d'accident.

Material dissenyat

Els nous **panells de porta** estaran fabricats en DM de 3 mm tallat a CNC i aniran subjectats amb cargols M5X15 DIN 603.

Aquests tindran una massa de uns 3kg cada un, això suposa una reducció de 4 kg respecte els originals. Els panells dissenyats són els següents:

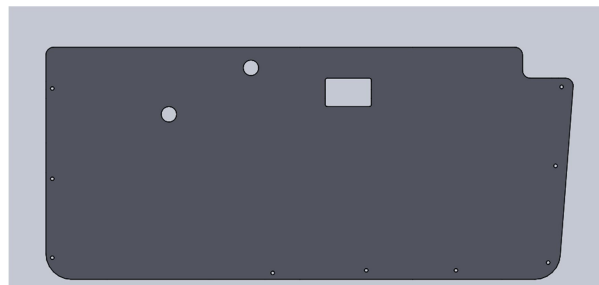


Fig 5.6.1 Panells de porta dissenyats específics pel vehicle.

Aquests nous panells hauran de mantenir la obertura i la maneta original del pujavidres manual per ser homologats.

Veure plànols per consultar els plànols i obtenir més informació.

En **panell d'instruments** es substituiran les tapes originals de plàstic on anaven els elements relacionats amb la climatització per uns panells fabricats en alumini de 1.5 mm tallats per CNC i subjectats per cargols M5X15 DIN 603.

En aquests panells s'emplaçaran els rellotges pels paràmetres del motor, el tallacorrent, un endoll de corrent per accessoris, una caixa de fusibles per els accessoris i tots els interruptors per els elements que s'han afegit o es volen afegir més endavant (electroventilador, llums de llarga distancia, cronometres...)

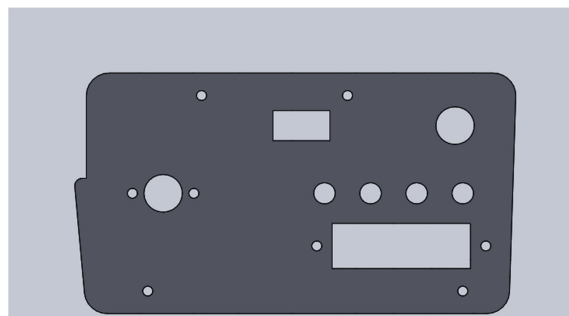


Fig 5.6.2 Quadre instruments dissenyat.

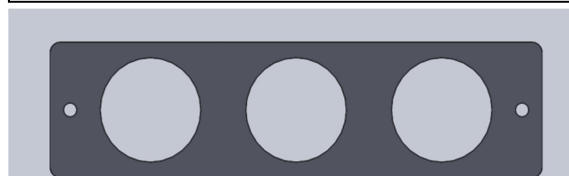


Fig 5.6.3 Suport per rellotges dissenyat

Al eliminar les moquetes i aïllants del terra del vehicle, els peus del pilot notarien les irregularitats que presenten els doblats de la xapa i no tindria una bona posició de conducció, i el copilot al no poder recolzar els peus en cap zona aquests es mourien d'un costat al altre, és per això que es dissenyen els següents reposapeus en alumini de 3mm.

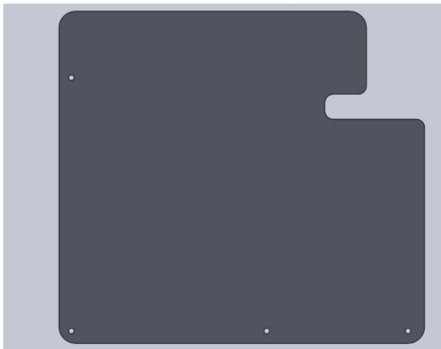


Fig 5.6.4 Protector terres conductor

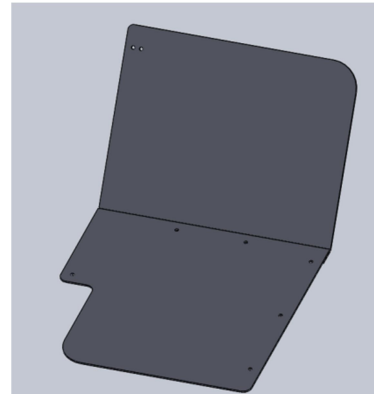


Fig 5.6.5 Reposapeus acompanyant

En el vehicle també s'instal·laran dos elements més que faran pujar el pes però que són molt necessaris per la seguretat dels ocupants i del vehicle i que també són obligatoris en algunes competicions. S'instal·larà un extintor de 2kg a la zona dels peus del copilot i unes piquetes, per trencar els vidres i tallar els cinturons en cas d'accident, a una zona fàcilment accessible en cas d'accident, es decideix que es col·locaran a collats als panells de porta.



Fig 5.6.6 Talla arnesos i extintor de ma de 2kg

6 RESUM DEL PRESSUPOST

Aquest document es un resum del document de pressupost i es dona el cost previst per la materialització de cada una de les modificacions. S'elabora a partir de l'estat d'amidaments. Aquest pressupost està dividit en el cost de les diferents modificacions que s'han previst realitzar en aquest projecte, es té en compte el cost dels diferents materials utilitzats i el cost de la ma d'obra, tenint en compte un preu de 35 €/h.

Modificació	Cost de la modificació (€)
Substitució del motor per un de 325i	1925
Millora del sistema de refrigeració	1331
Protector de càrter	406.04
Augment de l'amplada màxima de vies	1050
Modificació sistema de suspensió	487.5
Millora de frens	477.5
Canvi de llantes i pneumàtics	865
Direcció de curt recorregut	505
Canvi de barres estabilitzadores	370
Canvi de volant	355
Arc de seguretat	1028.5
Talla corrent i canvi d'emplaçament de la bateria	381.8
Canvi de seients	1412.6
Reducció de pes, i instal·lació d'elements al interior del vehicle	1016,25
TOTAL PREPARACIÓ	11411,55

Fig 6.1 Taula resum del pressupost

Cal tenir en compte que algunes de les reformes impliquen la realització d'altres ja que no està previst en aquest el projecte la desvinculació d'aquestes.

Per veure el pressupost complet desglossat, consultar document "V. PRESSUPOST".

7 PROJECTE TÈCNIC PER LA HOMOLOGACIÓ

Per tal que el vehicle sigui legal per la via pública, es realitza un projecte tècnic per la homologació de reformes d'importància.

L'objectiu d'aquest document és informar el organisme en matèria competent de les reformes realitzades al vehicle, així mateix estudiar la viabilitat tècnica de les reformes amb la fi d'assegurar que es segueixen complint les condicions de seguretat del vehicle per poder circular per les vies públiques. Donat que el document pot anar referit a organismes fora de Catalunya, aquest s'elaborarà en Castella per la seva correcte comprensió.

Es a dir, en aquest document es descriuran els aspectes tècnics de les reformes a realitzar i del vehicle, s'adjuntaran els càlculs, documentació i fotos necessaris per la seva legalització per la via pública, i aquest document anirà adreçat a la Inspecció Tècnica de Vehicles (ITV) i al laboratori encarregat de les proves de frenada i direcció.

Per veure el document, consultar "Annex 6, Projecte tècnic per la homologació de reformes d'importància"

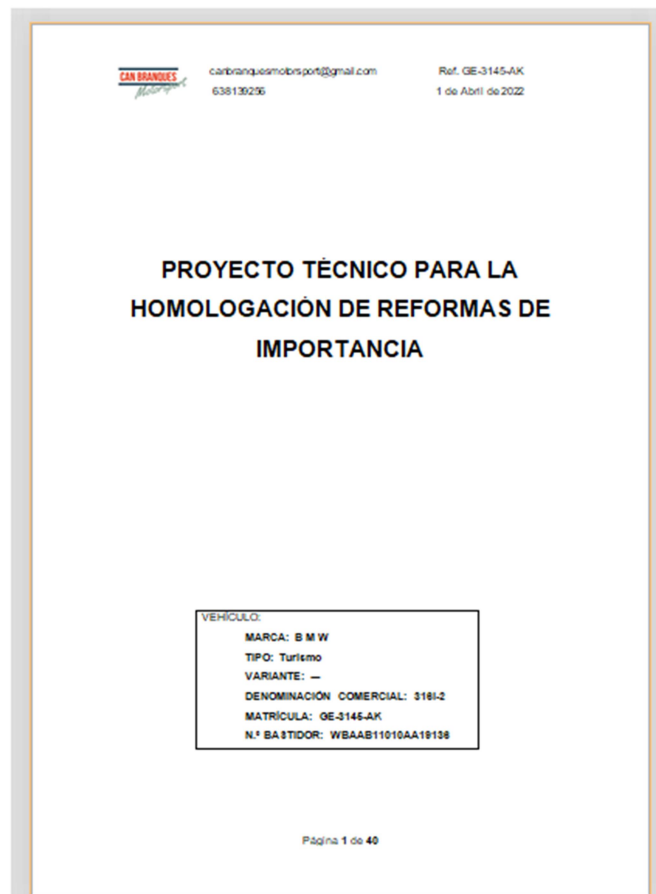


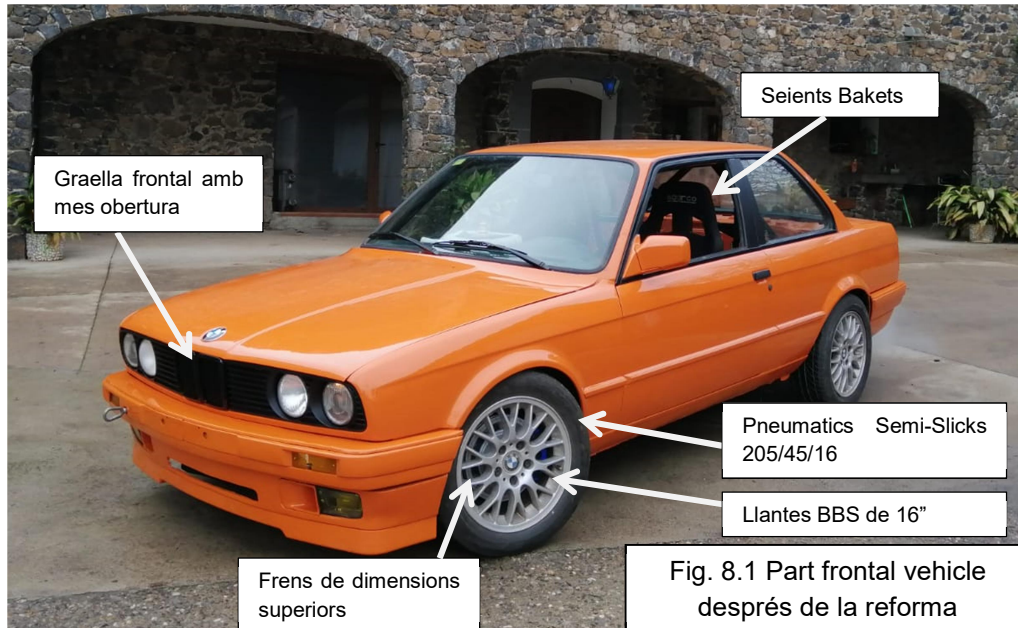
Fig 7.1 Portada projecte tècnic per l'homologació de reformes d'importància

8 FOTOS DESPRÉS DE LA REFORMA

Un aprovat el projecte es procedeix a la fabricació del vehicle. El vehicle amb les modificacions aplicades es el se les següents figures:

8.1 Aspecte exterior

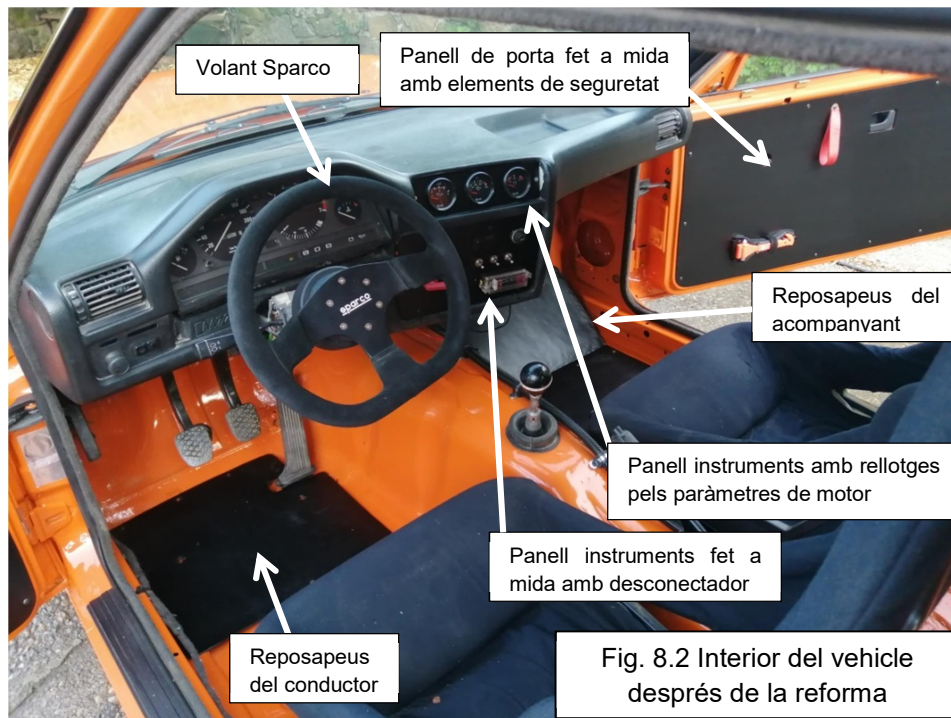
En aquestes imatges es pot veure el vehicle com ha quedat després de la reforma on es poden veure els canvis de l'altura de la suspensió respecte un vehicle d'origen, i les llantes i pneumàtics instal·lats



8.2 Aspecte interior

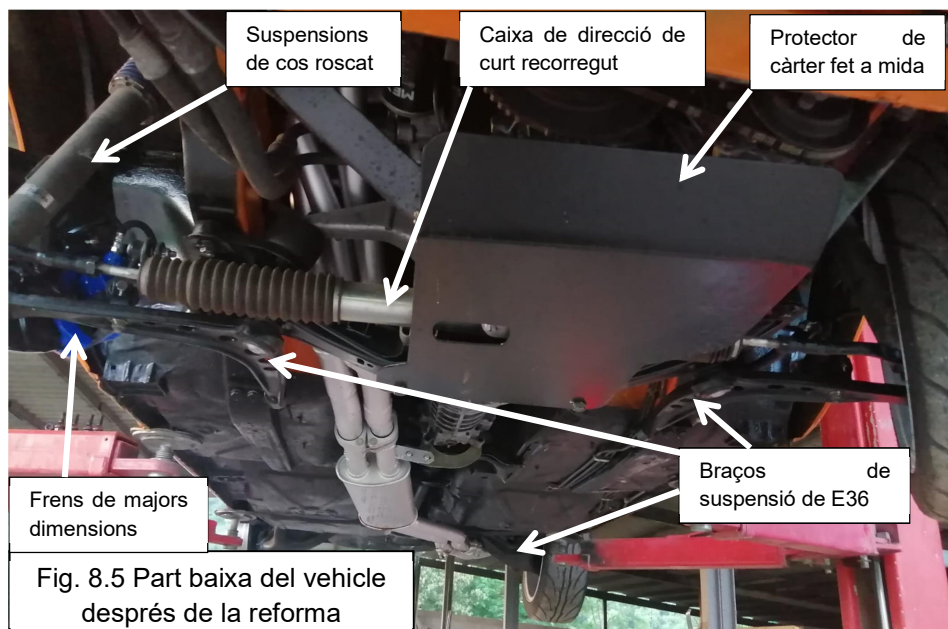
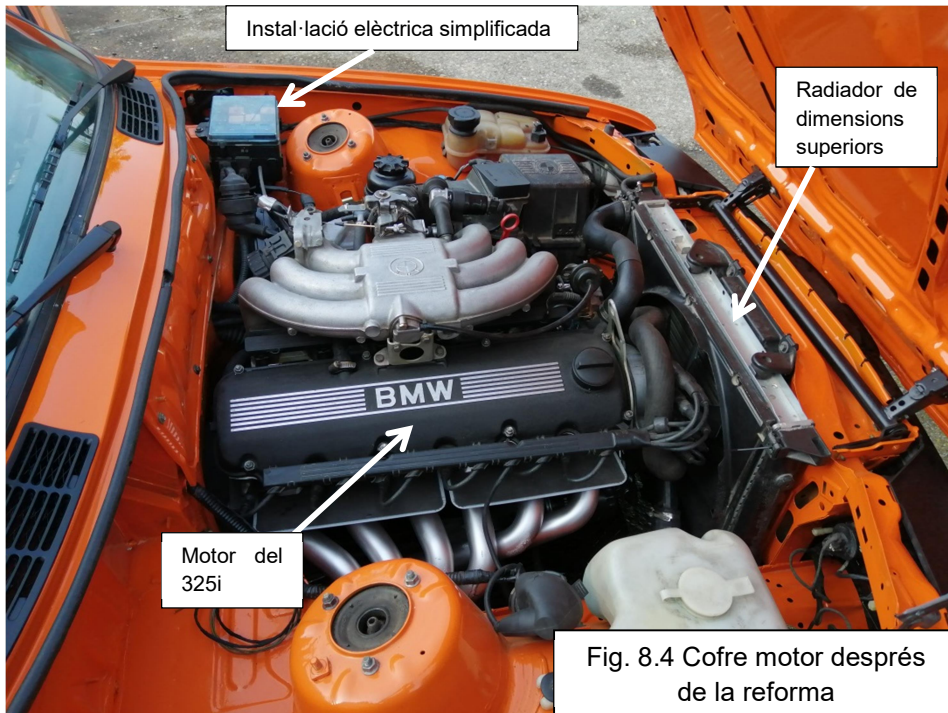
En les següents imatges es pot veure l'aspecte que ha quedat l'interior després de la reforma on es poden apreciar els següents elements: arc de seguretat, panells de porta, elements de seguretat instal·lats, volant, modificacions al panell d'instruments, seients buckets, tallacorrent i cable bateria.

Per més detalls veure annex 8, fotos vehicle reformat.



8.3 Aspecte de la mecànica

Després de portar a terme la reforma es pot veure el aspecte que ha quedat la mecànica del vehicle, on es pot apreciar a les següents imatges: el motor de 325i, el radiador de majors dimensions, la instal·lació elèctrica simplificada, el protector de carter, les noves suspensions davanteres, els braços de suspensió davanters



Per veure imatges amb més detall de la reforma, consultar “Annex 6: Projecte tècnic per l’homologació de reformes d’importancia”

9 VALIDACIÓ DEL VEHICLE MODIFICAT

Un cop modificat el vehicle i funcionant correctament cal comprovar la millora respecte els vehicles de sèrie.

Es realitzaran diferents proves, per tal de comprovar el seu funcionament i veure com ha canviat el comportament respecte un E30 d'origen.

9.1 Proves a realitzar

Per a la validació del vehicle, es realitzaran les següents proves per a la comprovació del correcte funcionament del vehicle i per comprovar si les millores proposades han funcionat realment.

- Prova de circuit
- Prova de frenada
- Prova d'acceleració
- Prova de direcció
 - o Prova direcció laboratori
 - o Prova direcció, maniobra esquiva

Degut a que en un vehicle es una maquina tant complexa i que mai treballa de la mateixa manera, sigui per la pista on corre, per el pilot, condicions atmosfèriques o del propi vehicle en si, és impossible conèixer del cert el seu funcionament sense fer proves si els canvis efectuats beneficien o empitjoraran la conducció del vehicle.

Per conèixer les proves que s'han realitzat, metodologia i resultats que s'ha seguit consultar Annex 5, "Proves de validació del vehicle"

9.2 **Conclusions del funcionament del vehicle**

Tot hi que no s'han pogut realitzar totes les proves, tal i com s'explica al annex 6, s'obtenen les conclusions sobre el comportament del vehicle les quals es classifiquen en tres grups:

Modificacions de motor

El funcionament del motor es nota molt correcte en aquesta carrosseria, es nota un vehicle molt equilibrat pes/potencia, molt fàcil de conduir. El motor es molt capaç i té una entrega de potencia molt lineal per tant facilita molt el control del vehicle.

La refrigeració de l'oli de motor funciona de manera molt correcte ja que la temperatura del oli en cap moment ha superat els 120°C, però en canvi la temperatura del líquid refrigerant ha augmentat lleugerament quan s'exigia un alt rendiment del vehicle, això es relaciona amb una falta de canalització del aire dins el radiador que caldria modificar més endavant.

Degut a que el calibratge de l'altura de la suspensió no era del tot correcte, s'ha pogut comprovar l'efectivitat del protector de carter ja que en un parell de ocasions ha tocat amb l'asfalt i no s'han produït deformacions ni trencaments.

Modificacions als eixos

El vehicle té un comportament molt predictable, el cotxe traça molt bé les corbes i es recolza molt bé sense produir lliscaments indesitjats de la part frontal, només en els revolts més tancats i amb peralt negatiu es produeix subviratge. Però en totes les traçades es nota un molt bon funcionament del vehicle, molt millorat respecte els dos e30 d'origen provats. Es nota molt la diferencia en la direcció, és molt més ràpida i precisa, es pot fer el contravolant de manera molt ràpida i traçar els revolts amb poc gir del volant.

La part posterior del vehicle es controla realment bé, es nota que és tracció posterior ja que quan el motor rendeix el par màxim té tendència a sobreviratge. Però el vehicle avisa molt abans de produir el desllissament i a la que s'aixeca el peu del accelerador s'adreça sol.

Quan es produeix sobreviratge i cal fer contravolant es nota certa falta de rigidesa al eix davanter, sobretot quan les suspensions porten certa fatiga i la temperatura del gas del seu interior és bastant alta. També es nota una pèrdua de velocitat quan apareix el sobreviratge si l'asfalt no es completament planer.

També s'ha notat que en alguns revolts on el vehicle té tendència a baixar molt el frontal, el deflector inferior del paracops ha rascat lleugerament amb l'asfalt.



Fig.9.1 Imatge on es pot veure el vehicle objecte de reforma entrant a un revolt, i es pot apreciar com bascula degut a la falta de rigidesa de la estabilizadora davantera

Tot hi portar el eix davanter eixamplat i la suspensió tant baixa, sense haver modificat cap element de carrosseria, els pneumàtics no toquen amb cap element del pas de roda per tant vol dir que es van calcular correctament les mides de la roda.

Els frens funcionen d'una manera molt correcta ja que permeten aturar el vehicle ràpidament de manera molt controlada i no es produeixen bloquejos de les rodes fàcilment.

Confluïm que les modificacions als eixos han estat molt satisfactoris ja que s'ha millorat molt l'estabilitat del vehicle, s'ha augmentat la velocitat del pas per corba, el vehicle és molt més previsible i completament controlable. L'únic aspecte que es podria millorar és en les suspensions, que tal com s'havia dit en l'apartat de modificació de les suspensions, ara que el vehicle funciona i es poden comprovar les mancances del sistema de suspensió caldrà configurar unes suspensions específicament pel comportament d'aquest vehicle.

Modificacions del interior i seguretat passiva.

Tot hi que no tots els elements es pot comprovar la seva efectivitat, ja que només és coneixerà a partir d'un assaig destructiu o d'un càlcul analític, els elements que s'han pogut comprovar que funcionaven de manera correcte.

Gracies a la reducció de la mida del volant i també del material que està fabricat, s'ha tingut un molt bon control de la direcció en tot moment, la subjecció del volant era molt bona, no s'han produït lliscaments de les mans i es transmetien molt bé les sensacions del vehicle.

Els seients ha estat potser la millor millora en aquest vehicle, ja ha canviat completament la subjecció dels ocupants i no es produïa cap moviment indesitjat dels ocupants del vehicle. També ha estat molt útil en aquest aspecte el reposapeus que es va fabricar per el copilot.

Tot hi que no s'ha hagut d'utilitzar el tallacorrent del vehicle, tots els elements del panell de control del vehicle eren molt fàcilment accessibles i es podia activar i desactivar el electroventilador o consultar el funcionament del motor a partir dels rellotges molt fàcilment sense haver 'd'apartar la vista de la carretera..

També s'ha de dir que la reducció de pes del vehicle ha ajudat molt a compensar l'augment de pes del vehicle degut al motor, i altres elements afegits, es nota una bona distribució de pesos que fa molt manejable el vehicle.



Fig.9.2 Vehicle objecte de reforma traçant el revolt n°2 de baixada

9.3 Possibles modificacions futures

A partir dels resultats obtinguts, s'han definit unes possibles modificacions futures per fer encara millor el vehicle i corregir els defectes trobats a les proves. Aquestes serien:

Tot hi haver reduït enormement el subviratge del eix davanter, es podria reduir encara més donant una caiguda més negativa de les rodes i canviant la barra estabilitzadora davantera per una més rígida.

Per millorar la tracció del eix posterior en els sobreviratge caldria instal·lar un diferencial autoblocant. D'aquesta manera perdria molta menys velocitat quan es produeix aquest fenomen.

El líquid de direcció després de moltes voltes s'escalfa i s'endureix la direcció, segurament posant un radiador d'oli de direcció quedaria solucionat el problema.

Quan el canvi de marxes s'escalfa molt supura valvulina per la vàlvula de sortida de gasos, caldria refrigerar d'alguna manera l'oli del canvi o bé instal·lar un recuperador de gasos que tornes els gasos líquuats dins el canvi novament.

Per prevenir ruptures als suports del amortidor al xassís, seria convenient instal·lar unes barres de torretes que evitin una part de les flexions al xassís. Segurament també augmentarien la rigidesa al xassís i per tant augmentaria el control en els sobreviratges.

Per millorar la traçada als revolts més tancats seria necessari un fre de ma hidràulic

En moments de molta carrega del motor i poca velocitat la temperatura del motor ha pujat lleugerament. S'atribueix aquest fet a una mala canalització del aire. Per millorar en aquest aspecte caldria instal·lar uns deflectors d'aire que forcessin més l'entrada d'aire al radiador i fer més obertures al frontal per permetre l'entrada de més cabal d'aire.

Quan el dipòsit de combustible era bastant baix en alguns revolts a dretes, la inèrcia tendia a desplaçar la gasolina al costat contrari de la bomba de combustible i com que baixava el cabal de gasolina que succionava la bomba, el motor fallava. Instal·lant un dipòsit de 1 o 2 litres i una bomba externa, entre la sortida de la bomba del dipòsit i el motor s'evitaria aquest problema.

Per reduir al màxim el sobreviratge del eix posterior, es podria augmentar les caigudes de les rodes, és a dir fer-les més negatives. Això es podria aconseguir modificant els suports dels braços posteriors i instal·lar-hi algun sistema excèntric que permeti la regulació de la posició dels braços.

10 CONCLUSIONS

Com s'ha pogut comprovar a les proves de validació del vehicle, les modificacions que s'han aplicat al vehicle han estat molt satisfactòries ja que s'ha obtingut un comportament excel·lent del vehicle, que tot hi haver estat limitat per el baix pressupost i les restrictives condicions del peticionari. El rendiment del vehicle es el esperat per el peticionari, amb un comportament molt superior al 325i, amb la agilitat de un 316i i la potencia de un 325i.

S'ha complert el pressupost estipulat per el peticionari i fins i tot s'ha aconseguit el resultat per un cost inferior al imposat.

Tot hi que s'han trobat punts a millorar després de les proves realitzades, el resultat es satisfactori i ha complert amb les expectatives del client.

11 RELACIÓ DE DOCUMENTS

DOC. 1: MEMÒRIA I ANNEXES

ANNEX 1: Peritatge del vehicle objecte de reforma

ANNEX 2: Anàlisi preliminar del vehicle

ANNEX 3: Anàlisi d'opcions per les modificacions

ANNEX 4: Càlculs per les modificacions

ANNEX 5: Proves per la validació del vehicle

ANNEX 6: Projecte tècnic per la homologació de reformes d'importància

DOC.2: PLÀNOLS

DOC.3: PLEC DE CONDICIONS

DOC.4: ESTAT D'AMIDAMENTS

DOC.5: PRESSUPOST

DOC.6: RESUM DEL PROJECTE

ANNEXES

ANNEX 1: Peritatge del vehicle objecte de reforma

Peritatge del vehicle objecte de reforma

Per valorar l'estat BMW 316i abans d'iniciar el projecte, es va realitzar una avaluació dels danys que presentava el vehicle per saber que faria falta per la seva preparació i restauració.

Defectes trobats:

La llista dels defectes que presentava aquest són els següents:

Carrosseria:

- Antigues bases per un arc de seguretat mal col·locades i mal fetes, cal eliminar-les i reparar els terres del cotxe
- Sostre del cotxe abonyegat, reparar.
- Aletes davanteres en molt mal estat, substituir.
- Capó doblegat i abonyegat, Reparar o substituir
- Túnel de la caixa de canvis tallat, reparar
- Cop a la part posterior del vehicle mal reparat, substituir aleta esquerra, reparar aleta dreta, adreçar part posterior i adreçar fons del maleter
- Pilot posterior dret trencat, substituir
- Falten llums de davant
- Falta para cops de davant
- Para cops posterior trencat, arreglar
- Porta posterior en mal estat ple de forats, substituir o reparar
- Porta dreta en molt mal estat, substituir
- Planxa podrida sota el vidre davanter costat dret, reparar
- Vidres dels retrovisors trencats, substituir
- Parabrises posterior trencat, substituir
- Falten totes les motlures laterals
- Forats varies parts de la carrosseria, reparar
- Podrits sota emplaçament bateria, reparar
- Pintura en molt mal estat interior i exterior, pintar per complet

Mecànica

- Braços i suspensions en molt mal estat
- Llantes cada una diferent
- Diferencial soldat
- Caixa de direcció amb pèrdues de oli
- Falta motor, canvi, transmissió...

Electricitat

- Cables tallats en múltiples parts
- Falta tot el cablejat del interior
- Cal canviar la caixa de fusibles
- Falten els llums de boira davanterers

Interior

- Completament buit, sense res

Imatges:



Figura A.1.1: Lateral - davant dret, del vehicle objecte de reforma, abans de la modificació.



Figura A.1.2: Part posterior - lateral esquerra, del vehicle objecte de reforma, abans de la modificació



Figura A.1.3: Posterior - lateral dret, del vehicle objecte de reforma, abans de la modificació



Figura A.1.4: Frontal - lateral esquerra i cofre motor, del vehicle objecte de reforma, abans de la modificació



Figura A.1.5: Interiors, del vehicle objecte de reforma, abans de la modificació

Valoració general:

Tot hi el mal estat de conservació d'aquest vehicle i sabent que solament en restauració caldran moltes hores i recanvis. Els BMW E30 són uns vehicles molt cotitzats i per el tipus de modificació que es vol realitzar serà un punt de partida correcte ja que tots els elements que falten són els que igualment es volen modificar.

A més aquest conte molts elements que si s'han de comprar per separat sortirien molt més cars que el vehicle (portes, vidres, capó, sub-xassís davanter, eix posterior) a més a més té la documentació vigent al dia, per tant es podrà homologar un cop feta la transformació

ANNEX 2: Anàlisi preliminar del vehicle

1- Comparativa prestacions del vehicle d'origen/316i) i del vehicle que es vol assimilar (325i)

	316i	325i
Motor	Davanter longitudinal de 4 cilindres en línia de 1596 cm ³ de 8 vàlvules, injecció multipunt	Davanter longitudinal de 6 cilindres en línia 2494 cm ³ 12 vàlvules injecció multipunt
Potència màxima:	100cv (74 KW) a 5500 rpm, (màxim 6300 rpm)	171cv (126 kw) a 5800 rpm (màxima a 6350 rpm)
Par màxim:	143 Nm a 4250 rpm	226 Nm a 4000 rpm
Caixa de canvis	manual de 5 velocitats + marxa enrere	manual de 5 velocitats + marxa enrere
Relació Diferencial:	4.27	3.64
Pneumàtics	195/65/14	195/65/14
Frens dav:	Discs sòlids de 259mm	Discs ventilats de 260 mm
Frens derr:	Tambor 229mm	Discs sòlids de 258mm
Dimensions:	4325 x 1645 x 1380 mm	4325 x 1645 x 1380 mm
Pes anunciat:	1065 kg(DIN), 1140 kg (UE)	1125 kg(DIN), 1200 Kg(UE)
Pes en buit UE:	1240 kg (el més pesat verificat)	1335 kg (el més pesat verificat)
Relació pes/potencia:	12.4 kg/CV	7.8 kg/cv
Relació Par/Pes:	115Nm/T	169 Nm/T
Velocitat màxima declarada:	182 km/h	217 km/h
Velocitat màxima real:	185km/h	216 km/h
Acceleracions:	0 – 40 km/h → 2.6s 0 – 60 km/h → 4.8s 0 - 80 km/h → 7.5s	0 – 40 km/h → 2.2s 0 – 60 km/h → 3.8s 0 - 80 km/h → 5.5s

	0 – 100 km/h → 11.2 0 – 120 km/h → 16.2s 0 – 140 km/h → 22.1s 0 - 160 km/h → 35.3s	0 – 100 km/h → 8.1 0 – 120 km/h → 10.9s 0 – 140 km/h → 14.9s 0 - 160 km/h → 20.8s
Recuperacions	40 a 140 → 19.9s 80 a 120 → 7.9s 80 a 180 → 57.1s	40 a 140 → 12.7s 80 a 120 → 4.8s 80 a 180 → 20.8s
Frenades	60 a 0 → 17.2m 100 a 0 → 46.0m 120 a 0 → 68.7m	60 a 0 → 15.6m 100 a 0 → 39.0m 120 a 0 → 507m

Figura A.2.1 Comparativa característiques 316i i 325i

2- Anàlisi experimental

Per comprovar les capacitats dels diferents models de E30, es decideix realitzar de manera experimental una prova amb dos BMW E30 de diferents característiques. D'aquesta manera es pretén extreure els diferents punts dèbils que a partir dels valors de l'apartat anterior no es poden trobar.

Vehicles a provar

Per extreure els valors es duen a terme les proves amb un e30 318i i un e30 320i. S'escullen aquests dos vehicles perquè són els que es poden tenir a la disposició per fer els testos i els dos són molt semblants als dos vehicles que estem analitzant, el 316i i el 325i.

- El 318i es una versió de 4 cilindres on l'únic que varia respecte el 316i es la cilindrada del motor que té 200 cm³ i per tant rendeix 15cv més. Els pesos, el xassís, els frens, la direcció i la resta d'elements mecànics seran exactament iguals que els del 316i
Al ser tant semblant al 16i es podrà comprovar quins elements són els que necessiten més canvis en aquest vehicle.
- El 320i és un vehicle equipat amb un motor 6 cilindres, de 2000 cm³ pràcticament igual al del 325i, només varia la cilindrada i per tant el dimensionament de la resta d'elements. El funcionament de la gestió motor i la resta de components mecànics són exactament iguals. Aquest tindrà 129cv però el pes, el xassís, els frens, la direcció i la resta d'elements mecànics seran exactament iguals que els del 325i.

Proves a realitzar

Per avaluar el funcionament dels cotxes, el procediment que es seguirà serà el següent.

No es realitzaran proves cronometrades en cap moment, sinó que aprofitant un dia de tandes al circuit que s'esculli, es provarà el funcionament general del vehicle. Es comprovarà el comportament del vehicle en cada un dels diferents punts del circuit, velocitat màxima en cada un dels trams, velocitat de passada a corba, estabilitat del vehicle, funcionament dels elements del vehicle.

S'omplirà una taula amb els diferents trams del circuit numerats, d'on a cada tram es registrarà la velocitat màxima a la que s'ha pogut fer aquella traçada i el funcionament que ha tingut el vehicle en aquell punt.

Totes les proves les realitzarà el mateix conductor per assegurar que l'estil de conducció és el mateix i s'enregistrarà el dia i hora. la temperatura ambient, el temps que fa i la humitat al moment de les proves.

Lloc de proves

Per comprovar el funcionament d'aquests vehicles s'han realitzat les proves al Circuit de Can Padró, situat al poble Castellbell i el Vilar (Província de Barcelona). Aquest circuit és molt útil per el tipus de comprovacions que es volien fer ja que imita un tram de corbes i les condicions climàtiques són similars a les de la província de Girona, que es on acabarà circulant el cotxe.

En aquest circuit es combinen revolts que necessiten traçades molt diferents i una recta on es podrà exprimir gran part del rendiment del motor. Aquesta combinació de es perfecte per comprovar tots els elements dels vehicles.

Metodologia assaig

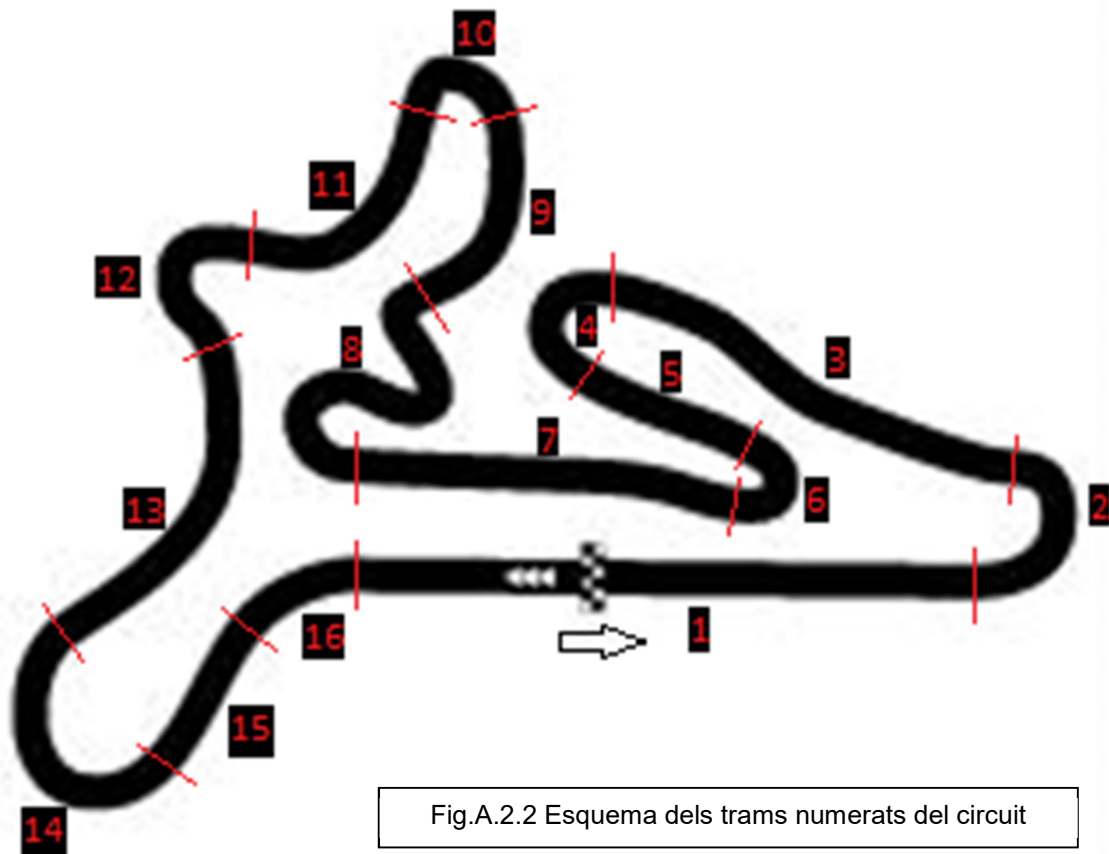
Abans de recopilar resultats es farà mitja hora de reconeixement del vehicle i pista per part del pilot.

Posteriorment es conduirà el vehicle de manera esportiva seguint la traçada que indica a "Traçada a realitzar" i es prendran els valors de velocitat màxima del pas per corba i el comportament que té el vehicle. No es prendran valors de temps ja que el nombre de vehicles a pista es molt elevat, i per factors externs es faria difícil de prendre valors fiables.



Traçada a realitzar

Seguint l'esquema següent les proves es realitzaran en sentit antihorari i es defineixen els següents punts indicats



Descripció de la traçada del circuit:

1. Tram de recta de 500m sense desnivell, sense límit de velocitat.
2. Revolt a esquerres de 180° molt obert amb bona visibilitat, pujada del 4%, s'enllaça després de la recta a màxima velocitat amb el vehicle. Té un peralt que ajuda a que el vehicle no ajudi a sortir de pista a partir de mig revolt. Fins a mig revolt hi ha bona adherència i a la segona part és fàcil perdre la tracció.
3. Tram de 250m que comença amb pujada de un 2% i acaba planer. Fa una petita desviació a dretes que ajuda a entrar millor al revolt 4.
4. Revolt a esquerres de 160° en baixada, amb bona visibilitat, sense peralt. Tram amb bona tracció.
5. Tram recte de 100m, amb poc temps de acceleració sortint de la corba 4 i a punt de entrar a la 5, desnivell negatiu del 0.5%.
6. Revolt a dretes molt tancat, de 170° en baixada, entrada a poca velocitat, la entrada del revolt té un peralt gairebé menyspreable i acaba completament planer amb el tram 7 on tendeix a tirar el vehicle fora de pista.

7. Tram recte de 200m on es pot accelerar bastant, desnivell menyspreable, cal començar a obrir-se per entrar al revolt del tram 8
8. Tram de revolts en S en pujada de un 3%, trams planers entre revolt i revolt. El primer revolt tipus paella a dretes de 200°, amb peralt cap al exterior de la pista, els vehicles tendeixen a seguir rectes si no es porta una bona traçada, segon revolt a esquerres de 160°, amb peralt que ajuda a traçar la corba, seguit de 20 m de recte abans de un últim revolt de 90° molt tancat. Revolts difícils de fer a velocitat elevada sobretot als dos primers revolts.
9. Tram de 150m de pujada d'un 4%. Seguint trajectòria a esquerres, cal apurar la marxa abans d'arribar al revolt 10 i anar prenent la trajectòria pel revolt. Els vehicles més potents podran pujar agafar bastanta velocitat abans d'entrar al revolt.
10. Revolt molt tancat que comença com un revolt obert i es va tancant, està en planer, els vehicles tracció posterior tendeixen a perdre bastant la tracció quan es tanca el revolt.
11. Tram de baixada que comença amb un 1% i acaba amb un 2.5% de desnivell abans d'entrada en corba, cal obrir-se abans d'entrar a la corba 12.
12. Revolt a esquerres de 160° en baixada del 2% que enllaça amb un revolt molt obert de 80° a dretes. És un revolt que es pot traçar molt ràpid i que es produeixen poques pèrdues de tracció
13. Baixada amb lleugera desviació a dretes, comença amb un 2% de desnivell i es va aplanant fins a entrar al revolt 14 gairebé planer.
14. Revolt més gran del circuit a esquerres, molt obert, de uns 170°, sense peralt. Cal no anar molt ràpid per no sortir de pista
15. Tram recte amb baixada del 1.5%, llargada de 50m. Just abans d'enllaçar el últim revolt abans de la recta final. Es pot acabar be la traçada del revolt 14 i preparar-se per entrar al 16 a gran velocitat.
16. Revolt molt obert de 30°, molt lleuger, que es pot entrar a la mateixa velocitat que s'ha agafat al tram 15 per acabar agafant la recta sense baixar la velocitat del tram 15.



Recull de dades de la prova:

Les proves es van realitzar el dia 1 de maig del 2022 entre les 9:30 i les 14:00h a una temperatura mitjana de 17°C, temps assolellat amb una humitat relativa del 35%.

Després de fer unes passades de reconeixement del circuit i d'habituar-se al vehicle es van anar prenent resultats de les velocitats màximes a cada un dels trams.

TRAM		318i	320i
1	V. max.	140	145
	Comportament	Tot correcte	Tot correcte
2	V. max	45	45
	Comportament	Sobreviratge al final de la corba si entres a una velocitat raonable i si entres molt fort a l'entrada tenim subviratge	A part del sobreviratge de la part posterior, es produeix molt de subviratge a tota la traçada i costa controlar el vehicle
3	V. max	90	100
	Comportament	A la pujada falta molta potencia	Li falta bastanta potencia a la pujada
4	V. max	40	35
	Comportament	Cal obrir-se bastant per no tenir problemes de subviratge	Cal reduir bastant la velocitat i fer una traçada molt oberta per tenir poc subviratge
5	V. max	60	65
	Comportament	A final de recte es nota que els frens estan calents i han perdut efectivitat	Tot correcte
6	V. max	40	35
	Comportament	Molt de subviratge costa traçar el revolt, en varies ocasions ha quedat girat el vehicle	Molt de subviratge cal entrar a poc a poc per poder traçar el revolt
7	V. max	100	100

	Comportament	Tot correcte	Tot correcte
8	V. max	40	35
	Comportament	Molt de subviratge al primer revolt, si s'entra ajudat pel sobreviratge es poden traçar els 3 revolts entravessat però costa bastant de controlar hi ha masses balancejos	Molt de subviratge al primer revolt, si s'entra ajudat pel sobreviratge es poden traçar els 3 revolts amb el vehicle subvirant però costa bastant de controlar hi ha masses balancejos i al enllaç dels dos revolts el vehicle té tendència a subviratge i ha quedat girat més de un cop
9	V. max	70	75
	Comportament	Molta falta de potencia	Potencia correcte a baixes revolucions però el motor no s'allarga suficient
10	V. max	50	45
	Comportament	Si s'entra gaire ràpid es fàcil quedar girat degut a un excés de sobreviratge i masses balancejos	A la sortida del revolt es difícil no tenir subviratge, es desvia massa de la trajectòria
11	V. max	90	100
	Comportament	Funcionament correcte però al traçar la trajectòria a dretes es nota massa la inclinació que pren el cotxe	Cal afluixar bastant a l'última part del revolt per no tenir subviratge anant a velocitat elevada
12	V. max	55	50
	Comportament	Bastant de sobreviratge a la sortida del revolt	Bastant subviratge i sobreviratge a la sortida del revolt, costa controlar. Al moment d'adreçar el vehicle es noten molt les inèrcies i el vehicle tendeix a quedar girat
13	V. max	120	120

	Comportament	Correcte però moltes inèrcies, a l'entrada del revolt 14 cal disminuir progressivament sinó es bloquegen els frens davanters ja que els posteriors no actuen amb prou potencia	Es noten molt les inèrcies
14	V. max	65	60
	Comportament	Durant la traçada cal anar lent perquè no apareixi subviratge ni sobreviratge, i a la sortida del revolt faltaria acceleració	Si es fa la traçada gaire ràpid apareix molt de subviratge i el cotxe s'ha girat sortint de pista i s'ha punxat una roda
15	V. max	80	80
	Comportament	Falta de acceleració sortint de corba	Falta d'acceleració sortint de corba
16	V. max	80	75
	Comportament	Es pot entrar al revolt sense deixar el accelerador	Cal aixecar una mica al accelerador ja que al final algun cop ha aparegut subviratge

Fig.A.2.4 Taula comparativa resultats circuit 318i i 320i

3- Anàlisi de les prestacions i dels resultats experimentals

- Anàlisi dels E30 equipats amb el motor 4 cilindres 8 vàlvules, 316i i 318i.

Després de veure les prestacions i els resultats obtinguts experimentalment salta a la vista que la diferència de pes entre el 4 cilindres i el 6 cilindres és notable.

Tot hi que també es produeix subviratge el vehicle es molt més controlable que els que els 6 cilindres. El sobreviratge és molt present, però és molt predictable. Ara bé, quan el vehicle està perdent tracció degut a aquest fenomen, perd molta velocitat.

Es nota una falta d'aplom de les rodes i un balanceig excessiu de la carrosseria sobretot a la part posterior

Aquests vehicles al estar equipats amb direcció mecànica sense assistència i tenir un recorregut tant llarg del volant, cal girar molt el volant per fer les traçades i cansa molt els braços. Per altre banda al no portar assistència, es millora la precisió notòriament

En alguns moments on es sol·licitaven més els frens, la seva efectivitat ha baixat bastant degut a alguna sobreescalfada i es bloquejaven els frens davanters amb facilitat.

Es nota una gran falta de potencia en els motors i quan s'espren al màxim el seu rendiment la temperatura puja lleument.

Els seients d'origen del vehicle ofereixen molt poca subjecció als ocupants.

- **Anàlisi dels E30 equipats amb el motor 6 cilindres 12 vàlvules, 320i i 325i**

L'augment de pes causat per el motor 6 cilindres es notori sobretot a les entrades dels revolts, el vehicle tendeix molt al subviratge i cal causar-li sobreviratge per fer bones trajectòries.

Igualment que en el 18i es nota un excés de balanceig de la carrosseria.

En el cas del 320i, es nota una falta de potencia a altes revolucions, però un parell correcte a baixes revolucions, es fa difícil enllaçar amb agilitat algunes corbes en pujada.

La direcció es nota poc precisa i el volant amb massa recorregut i massa gran.

El vehicle ofereix una bona frenada, molt estable i controlada i els frens aguanten bastant la carrega sense arribar a perdre la frenada en cap moment

Els seients són còmodes per una conducció normal, però els hi falta molta subjecció als ocupants.

4- Resum dels punts febles

A partir del anàlisi fet anteriorment, es poden determinar els punts febles principals de cada una de les motoritzacions i es proposen aspectes a millorar.

Del 316i-318i:

- Els hi falta potencia de frenada i també un sistema que no s'escalfin tant els frens
 - o Augmentar lleugerament la frenada davantera i millorar la refrigeració dels frens
 - o Substituir els tambors per uns frens de disc per augmentar la frenada i augmentar el seu comportament a altes temperatures.
- Es nota una falta de tracció quan alguna de les rodes posteriors s'aixeca una mica, amb una barra estabilitzadora al pont posterior segurament milloraria molt.

- El volant és molt gran i cal girar molt el volant per fer les traçades i sobretot per fer el contravolant, a part la direcció va molt dura ja que és mecànica. Amb un volant més petit i una direcció més curta i assistida es conduiria millor
- Si s'exigeix molt rendiment al vehicle, la temperatura puja lleugerament. El radiador es molt petit així que caldria un radiador més gran o millorar el cabal d'aire que entra al radiador amb algun altre sistema de ventiladors
- La carrosseria barqueja molt, es noten les suspensions molt toves, un rebot massa lent i l'altura respecte el terra massa gran. Canviant les suspensions per unes millorades i amb estabilitzadores diferents el comportament seria molt millor i es reduiria el subviratge i el sobreviratge seria més controlable
- Degut a la poca amplada del eix davanter i l'altura de les suspensions, el cotxe tendeix a marxar molt del frontal.
- Una part de la falta d'adherència és causada per la mida de les rodes ja que són molt estretes i el perfil del pneumàtic és molt alt, això afavoreix la pèrdua d'adherència i augmenta el balanceig de la carrosseria. Caldrien uns pneumàtics més amples amb un perfil més baix.
- Els seients sense recolzament lateral fan molt incòmode la conducció, cal canviar-los per uns que ofereixin més subjecció.
- Li falta potencia al motor sobretot a les pujades i sortides de revolts

Del 320i i del 325i

- El sistema de direcció assistida que porta es massa suau i el volant es massa gran, això dona poca seguretat a la conducció. Caldria un volant més petit i una caixa de direcció més curta i dura.
- En cas de fallar el ventilador viscos, no porta cap ventilador electric auxiliar, per tant pot comportar problemes.
- Igualment que en el 316i les suspensions no són suficients a no ser que porti el pack sport amb els amortidors més durs i les suspensions més baixes
- Tot hi portar estabilitzadora davant i darrera de més diàmetre que el 16i, degut a la suspensió, el alt perfil de les rodes de 14" i el pes més elevat que en les versions de 4 cilindres, el frontal del cotxe tendeix molt al subviratge.
- La relació de transmissió del diferencial és molt llarga i pensada per una conducció més de carretera, caldria un diferencial més curt per tenir millor acceleració a la sortida de corba ja que faria el motor més nerviós
- Porta els mateixos seients que el 316i que ofereixen poca subjecció
- La frenada és millor que la del 16i però amb una potència de frenada superior aportaria més seguretat
- La versió 320i es nota poc potent i li falta potència, tot hi que té un par bastant elevat.

Veient les diferències respecte les versions de 4 cilindres i 6 cilindres, i veient els punts febles que tenen cada un dels vehicles ja se sap quins punts cal millorar per fer més ràpid i estable aquest vehicle.

ANNEX 3: Anàlisi d'opcions per les modificacions

1. Augment d'amplada d'eixos

Les diferents opcions que s'analitzen en aquesta modificació són les següents:

- Opció 1: **Separadors de roda:**

És un sistema molt habitual, on simplement s'afegeix un gruix metàl·lic darrera de la llanta on s'acolla amb la caixa. És una modificació fàcilment reversible, fàcil d'instal·lar i que es poden afegir o treure gruixos en funció de les necessitats.

Aquest sistema és molt usat però pot arribar a portar problemes ja que al augmentar la distancia des del coixinet a el punt on rep la força la roda, canvia de posició de treball del coixinet. Si aquest treballa fora del rang en que ha estat pensat comportarà que aquests coixinets duraran molt menys temps del que ha estat previst (normalment 160 mil km).

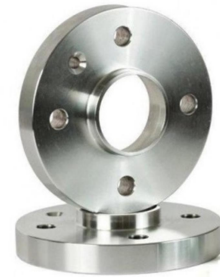


Fig.A.3.1.1 Separadors de roda

A part d'això, si els separadors no són d'una qualitat suficient o bé no s'instal·len correctament, poden produir vibracions degudes a una excentricitat o simplement per un mal recolzament amb la caixa.

Quan s'instal·len separadors, és col·loquen uns cargols de roda més llargs, però per altre banda no s'augmenta el diàmetre dels cargols. Els cargols d'origen estan pensats per treballar a una tensió màxima, calculada a partir del pes i ús del vehicle, ara bé, sí s'augmenta la separació de la llanta respecte la caixa, vol dir que s'augmenta el moment flector que reben aquests cargols, i sí afegim que aquests cargols són més llargs del habitual, és fàcil que es produeixi una deformació o el trencament d'algun dels cargols, causant conseqüències molt greus

- Opció 2: **Llantes a mida**

Amb unes llantes amb unes especificacions diferents, és a dir amb major amplada i amb un ET més negatiu, s'aconseguirà que la llanta surti més enfora del vehicle, i augmenta l'amplada d'eixos.

Es cert que amb aquesta modificació es pot modificar molt fàcilment la amplada d'eixos, però si el material no es de qualitat, es poden tenir exactament els mateixos problemes que amb els separadors de roda

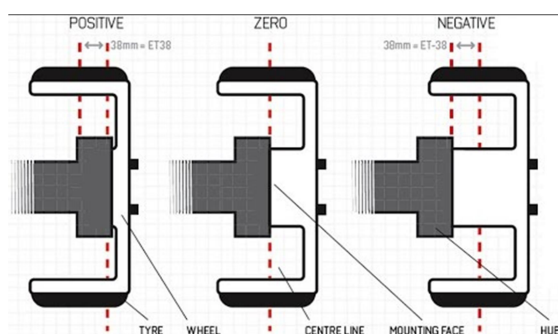


Fig.A.3.1.2 Esquema ET llanta

- Opció 3: **Modificació del eix davanter**

Aquest mètode és difícilment reversible ja que es modifiquen les característiques originals del vehicle amb les que ha estat dissenyat.

Com que el que es vol portar les rodes més enfora del vehicle, cal modificar els punts on s'acollen les rodes originalment, per tant implica modificar la suspensió, direcció, frens, carrosseria, llantes i fins i tot tracció

Investigant es troba un mètode relativament fàcil per modificar l'amplada d'eixos. Cal canviar pràcticament tots els elements dels eixos per els d'un bmw e36. Al eix davanter implica canviar els amortidors, molles, boixa i braç de suspensió. Al eix posterior cal canviar tot el conjunt del braç de suspensió que ja incorpora la boixa. Tots aquests elements són bastant fàcils d'intercanviar d'un model a l'altre sense haver d'adaptar ni fabricar peces a mida ja que el e30 i el e36 compact són molt semblants (el e36 compact l'evolució del e30 i la majoria d'elements tenen certa semblança i en molts casos s'adapten d'un model al altre. Al utilitzar peces d'un model posterior tant semblant, s'assegura que les peces han estat redissenyades corregint les falles que s'havien donat en els e30)



Fig.A.3.1.3 Boixa de E30 dav.



Fig.A.3.1.4 Boixa de E36 dav.

La primera diferència que s'aprecia en les peces d'un model respecte l'altre es el ancoratge de la llanta a la boixa, tant el eix davanter com posterior. En el e30 s'utilitza un ancoratge de 4 cargols a 100 mil·límetres, de M12X1.5 i en el e36 s'utilitzen 5 cargols a 120mm, de M14X1.25. Per tant aquest canvi implica canviar les llantes per unes d'un model més modern amb aquest tipus d'ancoratge.

En el e30, l'eix davanter, porta com una sola unitat l'amortidor, molla i boixa, es a dir, quan es vol canviar l'amortidor, cal desmuntar tot el conjunt boixa i suspensió, ja que el amortidor va soldat amb la boixa. En canvi en el e36 la molla i el amortidor són una

unitat i la caixa una altre separada, i van units entre si amb cargols. Per tant també caldrà canviar les boixes, suspensions de davant i els braços de suspensió

Al canviar els braços i boixes es modifica la posició de la roda, el paràmetre que més afecta es el avanç de la roda. El triangle que forma el braç de suspensió té unes geometries diferents al original del e30. A simple vista es podria apreciar que la roda està descentrada dins el pas de roda, degut a que la roda queda molt més endavant, i per tant canviaria la posició amb els tirants de la direcció, aquesta, es podria tornar molt més sensible i inestable, per tant de mal controlar. Per evitar problemes cal corregir la posició de la roda. S'estudien 3 possibles alternatives



Fig.A.3.1.5 Braç de suspensió de E36

- **Silentblocks excèntrics** originals de bmw M3 E30. Degut a que fent aquesta modificació s'obtenen les mateixes geometries que els M3, aquests silentblocks corregiran la geometria. Amb aquesta manera es mantindria la comoditat d'origen del vehicle



Fig.A.3.1.6 Silentblocks excèntrics M3

- **Suport regulable amb uniball**, és un sistema que permet ajustar la geometria a partir d'un cargol, es substitueix el silentblock de goma per una ròtula metàl·lica. Aquesta seria l'opció més adequada per un cotxe de circuit ja que es pot ajustar la geometria de la suspensió en funció de les necessitats, a més a més, al eliminar els elements deformables, s'obtindria un aplom millor a les corbes, ara bé, aquesta opció es la que més manteniment requereix ja que cal greixar els coixinets cada cert temps perquè no facin soroll i també és la més cara. El vehicle es tornarà més rígid i per tant menys còmode



Fig.A.3.1.6 Suports regulables amb uniball

- **Suport fixe:** crear un suport fixe metàl·lic, que doni la geometria correcte i fer que el braç giri dins un material que no es deformi sota carrega. Aquesta opció té unes característiques entre mitges entre les dues opcions anteriors, ja que es pot considerar negligible la deformació que presenta el semi coixinet de Nylon i no requereix manteniment, però per altre banda, no ens permet regular l'avanç, sinó simplement corregir-lo.



Fig.A.3.1.7 Suports fixes

Al canviar les boixes davanteres i el nombre de forats de roda, implica el sistema de frens. Els frens del model donant, el e36, segueixen el mateix sistema que el original

del e30 però s'utilitza un disc de diàmetre major i per tant una pinça i unes pastilles adients a la seva mida.

Pel que fa l'eix posterior, no caldria modificar-lo d'amplada, però, per poder portar 4 llantes amb el mateix tipus d'ancoratge també es modificarà.

Tal com s'ha dit abans, el cotxe originalment es un 316i, i porta un sistema de frens de tambor, aquest ja es volia modificar i posar uns frens de disc. Analitzant el cas del eix davanter, s'ha vist que l'eix posterior del e36 compact és exactament igual que el original del e30, amb l'única diferència que ens varia el sistema de frens. Aquest ja porta discs de fre. Per tant només caldrà intercanviar els braços originals per els de e36 compact.

D'aquestes modificacions dels frens se'n parlarà més endavant al apartat de "Millora de frens" a la memòria.

2. Elecció de llantes i pneumàtics

Donat a que s'augmenta la potència del vehicle es volen uns pneumàtics més amples per transmetre millor la potència i també per fer més estable el vehicle sobre l'asfalt.

Originalment tant el vehicle a reformar com el vehicle donant del motor tenien les següents mides de pneumàtic homologades, 175/70/14, 195/60/14, 205/55/15. Per aquestes mides tindrem uns diàmetres de roda de 601, 590 i 607 mm respectivament. Donat a que el vehicle d'origen venia equipat amb les 195/60/14, es basarà la diferencia del diàmetre de les rodes a partir de aquesta mida.

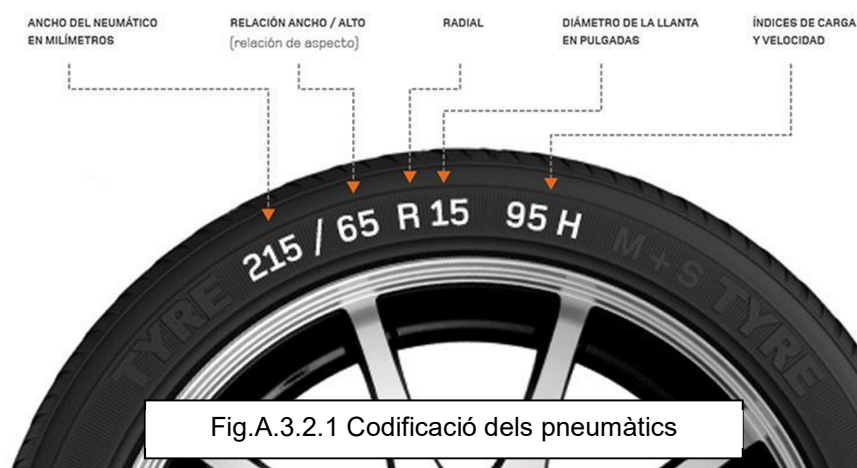


Fig.A.3.2.1 Codificació dels pneumàtics

Com que es vol disminuir el balanceig causat per el perfil del pneumàtic i degut a que s'augmentarà el diàmetre del disc de fre, caldrà augmentar el diàmetre de la llanta per una que el disc i càpiga dins.

S'analitzen les mides diferents de llantes que es poden muntar:

- **15"**, originalment el vehicle en algunes versions esportives equipava les llantes de 15" amb un pneumàtic de 205 mm d'amplada i un 55% de l'amplada d'altura. Això deixa una altura del perfil de 113 mm respecte els 117mm que deixava la 195/60/14 amb la que s'havia provat el vehicle a circuit. Degut a que aquesta diferencia de perfil és tant baixa, es considera que encara es produiria un balanceig de carrosseria molt elevat.
- **16"**, amb aquesta mida de llanta, s'augmentaria la refrigeració dels frens ja que quedaria més espai entre disc i llanta. Si es busca un pneumàtic equivalent al que muntava d'origen el vehicle amb la amplada de 205mm es troba el 205/45/16, amb un perfil de 92mm. Aquesta disminució de 2 cm de perfil milloraria notablement els balancejos causats pel pneumàtic sacrificant en certa part la comoditat de la suspensió però no la adherència d'aquest i la diferencia del marcador serà de un 0.22% per tant menyspreable.
- **17"**, aquesta mida de llanta si es vol mantenir la amplada de 205mm caldria un pneumàtic de 205/40/17, amb un perfil de 82 mm, amb una diferencia respecte el original de un 1%. Aquest conjunt minimitzaria el balanceig de carrosseria però es perdria molta tracció degut al perfil tant baix.

Després d'analitzar les opcions es decideix que el més adequat és la llanta de 16" amb el pneumàtic de 205/45/16. Aquesta mida de pneumàtic, és molt comuna en molts de pneumàtics de competició i serà fàcil de trobar al mercat i es podrà escollir entre més opcions.

Tabla de equivalència de Neumàtics según el Ancho de la Llanta			
Ancho de la llanta	Ancho mínimo del neumático	Ancho ideal del neumático	Ancho máximo del neumático
5,0 Pulgadas	155 mm	165 o 175 mm	185 mm
5,5 Pulgadas	165 mm	175 o 185 mm	195 mm
6,0 Pulgadas	175 mm	185 o 195 mm	205 mm
6,5 Pulgadas	185 mm	195 o 205 mm	215 mm
7,0 Pulgadas	195 mm	205 o 215 mm	225 mm
7,5 Pulgadas	205 mm	215 o 225 mm	235 mm
8,0 Pulgadas	215 mm	225 o 235 mm	245 mm
8,5 Pulgadas	225 mm	235 o 245 mm	255 mm
9,0 Pulgadas	235 mm	245 o 255 mm	265 mm
9,5 Pulgadas	245 mm	255 o 265 mm	275 mm
10,0 Pulgadas	255 mm	265 o 275 mm	285 mm
10,5 Pulgadas	265 mm	275 o 285 mm	295 mm
11,0 Pulgadas	275 mm	285 o 295 mm	305 mm
11,5 Pulgadas	285 mm	295 o 305 mm	315 mm
12,0 Pulgadas	295 mm	305 o 315 mm	325 mm
12,5 Pulgadas	305 mm	315 o 325 mm	335 mm

Fig.A.3.2.2 Compatibilitat llanta-pneumàtics

Per aquest tipus de pneumàtic cal escollir una llanta adequada de per aquestes mides. Si es mira la taula de compatibilitat de pneumàtics es veurà que la amplada de la llanta recomanada es de 6,5 o 7”.

S’escull la de 7” ja que aquesta té una amplada més propera a la del pneumàtic i d’aquesta manera s’aconseguirà que les forces de les cantonades del pneumàtic es transmetin de manera més radial a la llanta, es a dir que aquestes cantonades no faran tant de molla. Amb tot això s’aconseguirà que el pneumàtic pràcticament no faci balanceig.

3. Barres estabilitzadores

En condicions normals, és a dir, amb la suspensió d’origen i sense anar a circuit les dues faran exactament la mateixa funció si treballen al seu rang correcte, l’únic que les H&R seran molt més rígides que les d’origen ja que la davantera té un diàmetre molt més gran que la de orige. L’avantatge d’aquestes és que són regulables, és a dir es pot ajustar la duresa de les barres en funció de les necessitats, en 3 posicions diferents.



Fig.A.3.3.1 Kit barres estabilitzadores
H&R



Fig.A.3.3.2 Regulacions de les barres H&R

Tal com es pot veure a la figura Fig.A.3.3.2, les barres davanteres disposen de 3 forats i les posteriors de 2 forats, on es pot collar el tirant de la suspensió, per poder augmentar o disminuir la rigidesa de la barra, augmentant o disminuint el braç de palanca, d’aquesta manera es varia la torsió creada a la secció de la barra.

Per altre banda per adaptar les barres a l’altura de la suspensió, tant en les originals com en les de fora marca, caldrà canviar el tirant de suspensió que uneix el braç amb la barra estabilitzadora.

Per veure les torsió que es produeix en cada una de les opcions consultar “Annex 4 Càlculs per les modificacions”

4. Direcció ràpida

Per aconseguir una direcció més ràpida que amb el sistema original es proposen 2 mètodes diferents, a continuació s'analitzen:

El primer mètode és instal·lar un **multiplicador de gir** a la canya de direcció i posar una caixa de direcció assistida.

El que fa aquest element multiplicar la rotació del volant, a partir d'uns engranatges, amb la fi de reduir el nombre de voltes del volant per aconseguir el mateix gir. Normalment aquests multiplicadors són de relació 2:1, per tant es redueix el nombre de voltes a dues, per tant just la meitat

Per instal·lar aquest element, l'únic que cal fer és tallar la canya de direcció i intercalar el multiplicador.



Fig.A.3.5.1 Multiplicador de gir instal·lat en un E30 de competició

Ara bé, la direcció original del vehicle d'origen ja va molt dura, ja que aquesta és mecànica i no té assistència de cap tipus, per tant si es redueix el nombre de voltes del volant, al reduir la relació de transmissió, la direcció encara anirà més dura, i caldrà instal·lar una caixa de direcció assistida d'E30.

La segona opció, és instal·lar una **caixa de direcció més curta**. Per exemple la d'un BMW Z3. Investigant es comprova que és perfectament adaptable al E30. Aquesta té un recorregut de 2.7 voltes, es reduiria de 4.1 voltes a 2.7 voltes el nombre de girs del volant i ja porta acoblada la assistència hidràulica.

Es comprova la compatibilitat de la caixa entre els dos models i es veu que caldrà fabricar es un gruix per ajustar el gruix del ancoratge de la caixa de z3 al ancoratge del e30. Per tant, exteriorment, aquesta caixa serà exactament igual que la de e30 assistida, però amb els ancoratges més primers que els originals

Per fer que funcioni la assistència, caldrà connectar els tubs de hidràulic a la bomba de direcció assistida del motor 325i.

Aquesta caixa té l'avantatge que al haver estat pensada originalment amb aquest recorregut curt no va tant dura com si s'instal·lés un multiplicador de gir a la de e30, sinó que simplement serà lleugerament més dura que la de un cotxe utilitari per tenir més precisió a altes velocitats.

5. Volant

Tal com s'ha dit es valoren 2 opcions diferents respecte el volant. Aquestes són les següents.

El **volant Sport**, és lleugerament més petit, i segurament si es vol donar un ús més de carrer al vehicle, serà la millor opció. Està recobert amb cuir que evita el lliscament de les mans.



Fig.A.3.6.1 Volant m-Tech1

Volant de competició: Si es vol donar un ús més de competició al vehicle, serà més interessant un volant de fora marca pensat expressament per vehicles de competició. Aquests són de diàmetre més petit i recoberts de material antilliscant.

Per instal·lar aquest tipus de volants cal col·locar un adaptador universal, aquest encaixarà amb la canya a la posició original del volant.

La forma del volant va a preferència del pilot i se sol escollir el que s'hi sent més còmode el pilot.



Fig.A.3.6.2 Sparco R353

En algunes modalitats com el Drift es busquen volants que siguin completament rodons i amb profunditat, ja que els hi va millor per maniobrar.

En canvi, en els vehicles de modalitats que es va contratemps, es busca un diàmetre més petit i amb un material amb bona adherència. La forma no és tant important. El SPARCO R353 és una bona opció ja que es el que utilitzen molts professionals, per tant és un volant molt provat.



Fig.A.3.6.3 Adaptador específic per E30

Veure annex 4 càlculs de les modificacions per veure la diferencia de parell aplicat al volant entre el original i el de Sparco.

6. Arc de Seguretat

Es plantegen 4 tipus d'arc diferents que s'analitzen a continuació

Els 3 primers tipus solen anar simplement collats a la carrosseria sense necessitat de soldar cap element exceptuant les platines d'adaptació. En alguns casos es solden per augmentar més rigidesa del xassís

El primer tipus, el de **4 punts** és el més senzill, només afecta a les places posteriors i normalment s'instal·la tot d'una sola peça ja que en cas que es volgués desmuntar passaria per les portes del cotxe. Aquest tipus d'arc només protegirà de bolcades lleus ja que només reforça la zona que queda per sobre el cap dels ocupants del vehicle.



* FOTO GENÈRICA

Fig.A.3.7.1 Figura genèrica de l'estructura d'un arc de 4 punts

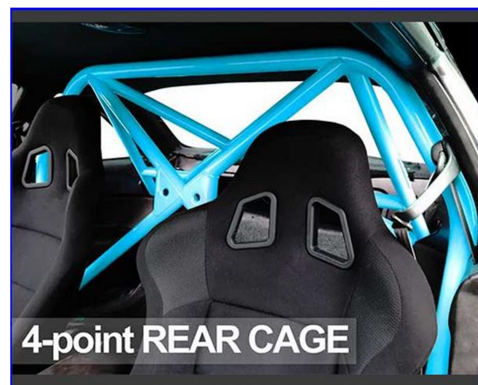


Fig.A.3.7.2 Imatge de la posició típica d'un arc de 4 punts

El de **6 punts** arriba fins a la part davantera del vehicle, aquest ofereix una protecció major sobre els ocupants ja que té dues barres que baixen darrera dels pilars davanters. Quan es porten instal·lades aquest tipus de barres, si tenen zones que queden properes al cap, és necessari protegir-les i portar casc per evitar lesions.

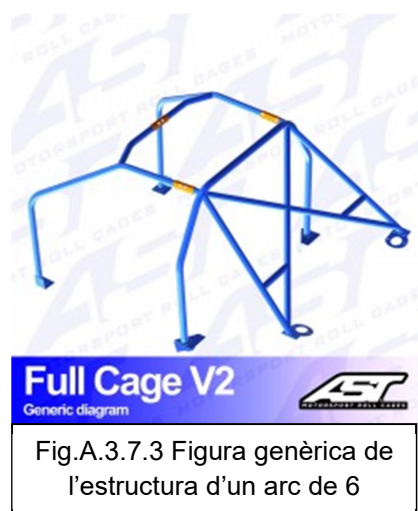


Fig.A.3.7.3 Figura genèrica de l'estructura d'un arc de 6

6 punts **amb protecció lateral**: A les barres anteriors s'incorpora una barra diagonal o bé unes barres col·locades en forma de X a les portes davanteres. Aquestes ajuden encara més a protegir en el cas de col·lisió lateral, i també per evitar que en el cas d'un xoc frontal es deformi l'espai de les places davanteres. Tot hi que aquestes barres ofereixen un alt nivell de protecció, dificulten molt la sortida dels ocupants del vehicle



Fig.A.3.7.4 Diagrama arc de 6 punts desmuntable amb protecció lateral

L'últim tipus de barres, està connectat el xassís de tal manera que les **barres treballen conjuntament amb el xassís del vehicle**. El que es fa és connectar els punts de recolzament de les suspensions i de el diferencial a les pròpies barres. Amb això s'aconseguirà que el vehicle tingui un xassís molt més rígid que el original, ja que es reforcen els punts de recolzament del xassís. Aquestes estan pensades per vehicles d'alta competició.



Fig.A.3.7.5 Gàbia de seguretat completa fins el diferencial posterior i fins a les torretes de suspensió



Fig.A.3.7.6 Vehicle amb un arc de seguretat complet.

Depenent del ús que es vulgui donar al vehicle es convenient instal·lar un tipus o altre de barres. està clar que per un vehicle que estigui destinat a anar sempre al màxim de velocitat possible, el risc d'accident és molt alt, i com més protecció millor. A més a més en el cas d'instal·lar l'últim tipus de barres el comportament del vehicle millorarà àmpliament.

7. Seients

Es plantegen 3 tipus de seients diferents per aquest vehicle. S'analitzen les seves prestacions a continuació.

- **Seients Sport originals:**

Aquests seients són els que portava el model amb el pack esportiu i també el M3. Les diferències respecte els normals, és que tenen unes espumes laterals a la base i al respall que et mantenen més ferm dins el seient ja que inclouen un reforç metàl·lic al interior. Segueixen essent igual de còmodes que els normals, milloren l'estètica interior seguint la línia original i el més important milloren la subjecció.

Aquests, per una conducció esportiva, si que són útils, ara bé, per un ús més intensiu com el que se li vol donar, no oferirien suficient subjecció al conductor, per altre banda aquests també pesen bastant i a més a més són molt difícils de trobar i a uns preus molt elevats (rondant els 1500€ d'ocasió)



Fig.A.3.8.1 Imatge seients Sport

- **Seients bakets:**

Aquest tipus de seients ofereixen una subjecció total del cos, eviten qualsevol moviment del conductor. Ara bé, aquest tipus de seients són poc còmodes per un ús quotidià del vehicle, ja que dificulten bastant l'entrada i sortida de dins el vehicle, i no són regulables ni en altura ni de la inclinació de les lumbar.

Aquests seients són universals i cal muntar unes bases específiques per adaptar-les a cada vehicle. La posició de conducció d'aquests seients es sempre la idònia per una conducció esportiva.

Un dels avantatges d'aquests seients, és que pesen molt poc, ara bé, per portar instal·lats aquests seients és molt recomanable portar arc de seguretat. Sense l'arc, en cas de bolcada, si el sostre es deforma molt, els ocupants podrien quedar encallats els ocupants del vehicle.



Fig.A.3.8.2 Bakets Sparco Sprint

També hi ha un altre problema, és que aquests tenen data de caducitat FIA, que es el certificat que es demana per les proves puntuables, per tant cada 5 anys cal canviar-los en el cas de voler competir.

D'aquest tipus de seients, n'existeixen una gran varietat de marques, models i preus.

- **Seients semibakets**

Son una combinació entre un seient d'origen i un seient baket, al igual que els seients Sport, té unes espumes que recolzen a la base i al respatllet, són més durs que els d'origen, són abatibles, ara be, no protegeixen ni tenen una subjecció tant alta com els seients bakets i també pesen més. Per altre banda, no fa falta portar barres i tampoc es caduquen.



Fig.A.3.7.2 Semibaket Sparco Torino

8. Refrigeració del motor

Tal com s'ha dit existeixen varies opcions per millorar la refrigeració del motor d'aquest vehicle.

La primera opció és adaptar el **radiador més gran** de la gama sèrie 3 e30. Aquesta és una opció barata, fàcil d'adaptar i que es poden trobar recanvis a qualsevol botiga de recanvis.

Cal comprovar el model que portava el radiador més gran en els e30, aquest era el motor 324td, al ser un motor dièsel, la temperatura d'explosió és més elevada i per tant necessita més refrigeració i al portar turbocompressor encara augmenta més la temperatura del motor. Dins aquest mateix model, existien diferents mides de radiador, i la més gran de totes es la que portava la versió africana amb aire condicionat i canvi de marxes automàtic.



Fig.A.3.9.1 Radiador original de E30 324td climes càlids

El panell de cel·les de refrigeració d'aquest radiador serà de 550x451x34mm (el radiador original del 316i era de 380x322x34mm) Per adaptar aquest radiador al xassís només ens caldrà canviar els suports inferiors del radiador per els seus específics del model d'origen.

La segona opció però més costosa (600€), seria buscar un **radiador d'alt rendiment** específic per 325i. Aquests estan fets de forma artesanal i són més gruixuts que els d'origen. Els costats del radiador també estan fabricats en alumini i normalment s'aprofita més la superfície del radiador. S'intenta que aquest radiador tingui més capacitat d'aigua, més superfície de refrigeració i deixi passar més cabal d'aigua pel seu interior. Una altra característica d'aquests radiadors, és que no es rebenten tant fàcilment com els d'origen en el cas de pujada de temperatura del refrigerant. Si s'escull un model específic pel E30 no caldrà fer suports a mida sinó que es podran utilitzar els originals



Fig.A.3.9.2 Radiador alt rendiment específic per E30

En el cas de muntar aquest tipus de radiador, és molt recomanable muntar tuberes de silicona (400€ aprox) ja que tenen menys dilatació per la temperatura i resisteixen més pressió al interior igual que el radiador d'alt rendiment



Fig.A.3.9.3 Tubs liquid refrigerant de silicona específics per 325i

Per augmentar el cabal d'aire una petita modificació que es pot fer es canviar les **reixes davanteres** per unes **amb més obertura**. Amb les calandres originals pensades per els països càlids permetran més entrada d'aire dins radiador, Aquestes a diferencia de les pensades per els països europeus, és que tenen menys restricció, permeten més pas d'aire.



Fig.A.3.9.4 Reixa davantera països càlids



Fig.A.3.9.5 Reixa davantera països freds.

Per altre banda, es pot canviar el **ventilador viscos** original, per uns **electroventiladors** que donin més cabal d'aire que el ventilador original. Aquest sistema ofereix l'avantatge que si col·loquem un sensor de temperatura i un interruptor, es podran engegar els ventiladors manualment o bé s'engegarien automàticament quan puja la temperatura. Aquest sistema es més ràpid i precís que el ventilador viscos.



Fig.A.3.9.6 Electro ventilador Spal

Tot hi les modificacions que es puguin fer a nivell de radiadors, sempre pujarà una mica més la temperatura que conduint en condicions normals. Per evitar problemes deguts a que el refrigerant bulli, es pot substituir el refrigerant per un amb la temperatura d'ebullició més alta.

Un sistema que ajuda a baixar lleugerament la temperatura de funcionament del motor, és col·locar un termòstat amb la temperatura d'obertura del aigua més baixa. Aquest sistema en condicions de baixa velocitat no treballarà, ja que estarà sempre obert, ara bé, quan el clima és més fred o bé es va a velocitats molt altes, el termòstat s'obrirà a una temperatura lleugerament més baixa que a la que hauria d'obrir, així s'aconseguirà tenir un marge més ampli fins a que el motor arribi a una temperatura massa elevada de funcionament.

Per refrigerar l'oli de motor es plantegen varies opcions:

Si s'instal·la un **intercanviador d'oli-aigua** el que farà és igualar la temperatura de l'oli amb la de l'aigua. Aquest sistema funciona correctament si el cotxe no se li exigeix molt rendiment, però per l'ús que se li donarà a aquest vehicle pot no ser suficient. Per instal·lar aquest sistema es requereix una modificació important al sistema de refrigeració d'aigua per fer passar aigua per el intercanviador. A part, aquest sistema pot ser perillós si es rebenta el intercanviador, ja que pot passar aigua dins el motor i ocasionar greus problemes.



Fig.A.3.9.7 Intercanviador
oli - aigua

La segona opció és instal·lar el **sistema original** de un bmw e30 325i Sport: aquest cotxe portava radiador d'oli d'origen. Aquest radiador va col·locat al frontal del vehicle. Tots els E30 ja venen preparats amb una tapa a l'entrada d'aire i el xassís està preparat per els suports. Per instal·lar-lo només cal intercalar un Sandwich al filtre d'oli. Aquest té una vàlvula al seu interior que en funció de la temperatura del oli permetrà el pas del oli cap al radiador o simplement farà el bypas directe com si no hi hagués la vàlvula.

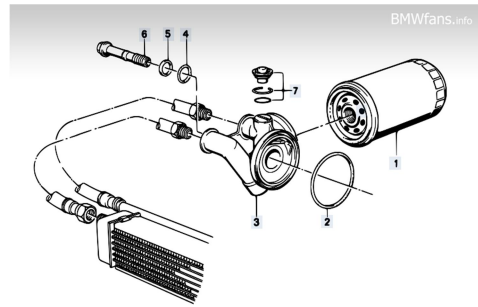


Fig.A.3.9.8 Sistema refrigeració original BMW

Un dels avantatges d'aquest sistema és que no passa tota la pressió del oli dins el radiador. Aquest sistema l'únic inconvenient que té es que els tubs passen molt baixos per sota el frontal del cotxe i el radiador també, així que depèn de la conducció pot ser una mica perillós per xafar-los.

La tercera opció es un sistema de radiador molt semblant al anterior, amb la diferència que no es fa amb elements originals de BMW. Aquest funciona de la mateixa manera que el sistema original però no porta vàlvula de temperatura dins el Sandwich, per tant el radiador sempre tindrà pas de oli i encara que l'oli estigui fred aquest seguirà fent circuit. També pot comportar pèrdues de pressió d'oli dins el circuit, ja que tot l'oli que surt de la bomba es desvia dins el radiador. L'avantatge d'aquest sistema es que es podran passar les tuberes i el radiador per on sigui més convenient.

ANNEX 4: Càlculs per les modificacions

1. Càlcul de les fixacions del protector de carter

Per assegurar que el protector de càrter està correctament subjectat amb la carrosseria del vehicle i per que el vehicle continuï essent segur per la via pública es realitza un càlcul simple on s'analitza la força més desfavorable que pot rebre aquest element.

Intentant simular una situació real de funcionament d'aquest element situat als baixos del vehicle, es calcularà la força màxima que poden rebre els cargols que el subjecten i es compararà amb la força màxima que pot rebre, la qual sabem que és de la magnitud de la seva pròpia massa màxima autoritzada a tallant.

Sabent que la massa màxima autoritzada del vehicle es 1525kg segons especifica la fitxa tècnica, el protector està subjectat per 4 cargols M10 8.8 i que la el suport contra el que es collen es indeformable. Calculem el següent.

Força màxima més desfavorable que pot rebre el protector de carter

$$F_{max} = MMA \cdot g = 1525 \cdot 9.81 = 14960.25N \quad (\text{Eq.1})$$

Força màxima admissible pels ancoratges:

Extraiem les dades pròpies del cargol de les taules de característiques dels cargols de rosca mètrica

$$Ar = 58mm^2, \quad \gamma = 1.3, f_{ut} = 800N/mm^2,$$

$$F_v = \frac{0.6 \cdot f_{ut} \cdot Ar \cdot n}{\gamma} = \frac{0.6 \cdot 800 \cdot 58 \cdot 4}{1.3} = 85661.53N \quad (\text{Eq.2})$$

Es comprova que la força màxima que poden aguantar els ancoratges és molt superior a la força màxima a la que es pot sotmetre l'element.

2. Càlcul efectivitat dels frens:

Per comparar l'efectivitat dels frens originals i els nous que s'instal·len es realitzarà el càlcul del moment de frenada simulant una pressió dins el circuit de líquid de frens de 5 bar, per comparar el moment de frenada que realitzaven els originals, enfront els que s'instal·laran.

Donat a que el repartiment de la frenada del vehicle es coneix que es del 70% de la frenada al eix davanter i un 30% a l'eix posterior, i que al eix posterior, originalment el vehicle portava instal·lats frens de tambor, els quals la seva fricció a temperatures elevades com les que es produeixen en una conducció esportiva és pràcticament nul·la, només es realitzaran els càlculs dels frens davanters

Per els discs de fre calcularem amb les següents expressions

$$F = P \cdot A \quad (\text{Eq.3})$$

On F serà la força que efectuarà el pistó sobre el disc, P serà la pressió dins el circuit de frens i A serà on el líquid exercirà pressió sobre el pistó

Posteriorment es calcularà el parell de frenada, tenint en compte l'expressió de pressió uniforme, sense tenir en compte l'efecte de la pastilla i donat a que les pinces de fre utilitzades són d'un sol pistó, es repartirà la força exercida sobre el disc en les dues pastilles una situada a cada banda del disc, per tant només es tindrà en compte aquest parell una sola vegada. L'expressió és la següent:

$$T = \mu \cdot \frac{F}{3} \cdot \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right) \quad (\text{Eq.4})$$

On D serà el diàmetre exterior de la zona de fricció del disc, d el diàmetre interior de la zona de fricció del disc, F la força que efectua el pistó sobre el disc i μ el coeficient de fricció del disc.

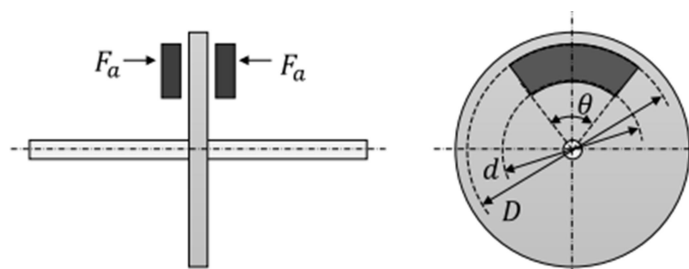


Fig.A.4.2 Diagrama frens de disc

Frens davanters

	ORIGINALS	MODIFICATS
Pressió de càlcul (bar)	5	5
Coefficient de fricció pel càlcul	0.2	0.2
Diàmetre del pistó (mm)	48	54
Diàmetre exterior de la zona de fricció del disc (mm)	260	286
Diàmetre interior de la zona de fricció del disc (mm)	160	176
Àrea de pressió(mm ²)	1809	2290
Força del pistó (N)	9048	11451
Parell de frenada(N·m)	193	269

Fig.A.4.3 Taula comparativa característiques dels frens

Tal com es pot comprovar el parell de frenada del vehicle augmentarà en un 40% en l'eix davanter

3. Estudi dels ressorts helicoidals

Per analitzar el comportament que tindran les molles que s'instal·laran en aquest vehicle es calcularà la seva tensió en condicions estàtiques més desfavorables i es compararà amb la tensió màxima del material, es calcularà el seu comportament sota fatiga i es trobarà la freqüència crítica de funcionament.

Càlcul estàtic

Per trobar el comportament d'aquesta molla s'utilitzaran les següents expressions.

Primerament es calcularà la constant elàstica de les molles a partir de:

$$K = \frac{d^4 \cdot G}{8 \cdot D^3 \cdot N} \quad (\text{Eq.5})$$

On K serà la constant de la molla a compressió, D serà el diàmetre mitjà de la molla, d el diàmetre dels fils de la molla, N el nombre d'espores actives i G es el mòdul a tallant del material

La tensió màxima a la molla es calcularà amb:

$$\tau_r = \tau_T + \tau_{max}; \quad \tau_{max} = \frac{F}{\pi \cdot d^2} \cdot \left(4 + \frac{8 \cdot D}{d}\right); \quad \tau_T = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \quad (\text{Eq.6})$$

On F serà la força màxima que s'aplicarà sobre la molla, τ_r serà la tensió resultant a la secció del ressort, τ_{max} seran les tensions tangencials màximes degudes al tallant, τ_T les tensions tangencials degudes al moment torçor. Les dades i els resultats son els següents:

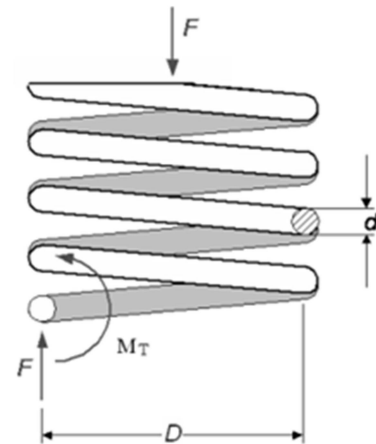


Fig.A.4.3 Diagrama ressort helicoidal a compressió

	Eix davanter	Eix posterior
d diàmetre del fil (mm)	11	13
D diàmetre mitja del ressort (mm)	76	107
N nombre d'espores	5	4
G (GPa)	81	81
F=1.3·MMTA(eix)·9.81 (N)	10075	10985
K constant del ressort (N/m)	67.53	57,01
τ_T (MPa)	1570.96	1445.13

τ_{max} (MPa)	1464.74	1362.37
τ_r (MPa)	3035.90	2807.49

Fig.A.4.4 Taula resultats càlcul estàtic dels ressorts helicoïdals

Càlcul a fatiga

Per calcular la resistència a fatiga del ressort helicoïdal es farà a partir de la formula de vida limitada següent:

$$T = \left[\frac{4c-1}{4c-4} \right] \cdot \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \quad (\text{Eq.7})$$

Amb els valors utilitzats en el càlcul, i amb la c que es la relació entre el diàmetre mitja de la molla i el diàmetre de la fil

$$c = \frac{D}{d} \quad (\text{Eq.8})$$

Els resultats obtinguts són els següents

	Eix davanter	Eix posterior
τ (MPa)	1781.23	1605.49

Fig.A.4.5 Taula resultats càlcul a fatiga dels ressorts helicoïdals

Càlcul de la freqüència crítica

Per realitzar l'anàlisi de la freqüència de ressonància de la molla a partir de la qual el seu comportament serà inestable. Es calcularà aquesta freqüència a partir de la següent formula:

$$f = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{k \cdot g}{W}} \quad (\text{Eq. 9})$$

La W es calcularà de la següent manera:

$$W = \frac{\pi^2 d^2 \cdot D \cdot N \cdot \rho}{4} \cdot g \quad (\text{Eq. 10})$$

On ρ serà la densitat del material amb la que està fabricada la molla, al ser acer serà 7.85 kg/cm^3

	Eix davanter	Eix posterior
f (Hz)	4.35	3.19

Fig.A.4.6 Taula resultats freqüència crítica

Conclusions

Després de calcular les tensions de la molla es pot assegurar que no es sobre passen els valors límit de tensió dins la secció ni en els casos estàtics ni a fatiga, per tant les molles son adequades per el vehicle i aguantaran el pes i les forces del vehicle.

I també que la freqüència es suficientment alta com perquè no es produeix el factor de ressonància a la molla.

4. Càlcul de les barres estabilitzadores

Donat que es plantegen varies opcions per les barres estabilitzadores es realitza un càlcul de torsió de cada una de elles per comparar les tensions que es produeixen en funció de la geometria del la seva secció, sense tenir en compte la geometria de la barra.

Es simplificarà com una barra recte la geometria de les barres ja que es compararan barres amb la mateixa forma i nomes amb variació del diàmetre exterior.

Per calcular la tensió $\tau(T)$ de la barra es farà el següent càlcul.

$$\tau(T) = \frac{T \cdot r}{I_T} \quad (\text{Eq. 11})$$

on T serà el moment torçor que rebrà la barra, r serà el radi exterior de la barra i I_T la inèrcia a torsió de la barra. Aquesta última es calcularà amb la següent formula.

$$I_T = \frac{\pi \cdot (\phi_{ext}^2 - \phi_{int}^2)}{32} \quad (\text{Eq. 12})$$

En tots els casos s'analitzarà la tensió que es crea a la secció quan s'aplica una força de 10 kg sobre un dels extrems.

S'analitzen les següents barres:

- Original davantera de 18x2 mm amb un braç de 150mm
- H&R davantera de 22x2mm amb 3 configuracions disponibles de braç, 125, 150, 175 mm.
- Original posterior de 14.5 mm massissa amb un braç de 200 mm
- H&R posterior de 18x1.5 mm amb 2 configuracions disponibles de braç, 200 o 225mm.

Totes elles fabricades d'acer 51CrV4.

Els resultats obtinguts són els següents:

Barra a analitzar	Força (N)	Braç (mm)	Moment torçor (N mm)	Inèrcia torsió (mm ⁴)	Tensió (MPa)
Original dav. 18mm	10	150	1500	6534	2.07
H&R dav. pos. 1	10	125	1250	12692	1.08
H&R dav. pos. 2	10	150	1500	12692	1.30
H&R dav. pos. 3	10	175	1750	12692	1.51
Original post. 14.5mm	10	200	2000	4339	3.34
H&R post. pos. 1	10	200	2000	5335	3.37
H&R post. pos. 2	10	225	2250	5335	3.79

Fig.A.4.6 Taula comparativa de tensions a les barres estabilitzadores

Veient els resultats obtinguts de torsió de les barres estabilitzadores, es pot confirmar que la barra estabilitzadora original permetrà balancejar molt més el vehicle que la H&R en qualsevol de les posicions de regulació possibles.

En canvi si ens fixem en les barres estabilitzadores posteriors, la torsió que es produeix tant en les originals com en les fora marca, serà molt similar i segurament es notarà poc la diferència.

Per tant podríem concloure el més adient seria escollir les barres H&R per assegurar una bona rigidesa dels eixos, sobretot del davanter que serà el més sol·licitat i ajustar-les segons les necessitats.

5. Càlcul força aplicada al volant

Per a veure de forma numèrica la diferència que provocarà el canvi de volant en quan a les forces que ens calen aplicar sobre el volant per girar la direcció, es realitzarà un simple càlcul del moment que es crea sobre la canya de direcció.

El volant original del vehicle té un diàmetre exterior de 380mm, el volant Sparco que es decideix instal·lar té un diàmetre de 335mm, això crea una diferència de un 11.8% de diàmetre, que està dins el marge legal de



Fig.A.3.5 Diagrama aplicació força al volant

diferencia per ser homologat sense prova de direcció.

Per veure la diferencia del moment que es transmet als engranatges en funció de la força que s'aplica veiem el següent:

Es comprova el parell causat al aplica runa força de 1 kg, es a dir 10 N aproximadament, amb una sola ma al la part més externa del aro del volant. El moment variarà de la següent manera

$$M_{original} = 10 \cdot \frac{380}{2} = 1863.9 \text{ Nmm} \quad (\text{Eq. 13})$$

$$M_{Sparco} = 10 \cdot \frac{335}{2} = 1643.2 \text{ Nmm} \quad (\text{Eq. 14})$$

Es pot veure que hi ha una diferencia de 200 N mm, amb aquesta diferencia, la duresa de la direcció pot canviar notablement. Es per això que s'instal·la la direcció assistida ja que amb la direcció sense assistència seria extremadament dura.

6. Càlcul cable bateria

Després de comprovar-ho amb un tester es calcula que el motor elèctric d'engegada del motor de combustió té un consum de 1400W, a 12V de corrent continu. Per desplaçar la bateria al maleter caldran 4 metres de cable i es vol una caiguda de tensió màxima del 3% a la línia. La resistivitat del coure es 56. A partir dels següents càlculs es determina la secció del cable.

$$P_{engegada} = 1400 \text{ W}$$

$$P = V \cdot I; 1400 = 12 \cdot I; I = 117A \quad (\text{Eq. 15})$$

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot \Delta V} = \frac{2 \cdot 117 \cdot 4}{56 \cdot (0.03 \cdot 12)} = 46.43 \text{ mm}^2 \quad (\text{Eq. 16})$$

Donat que aquesta secció no és normalitzada, s'escull la següent superior, és a dir la de 50 mm² que complirà de sobres

Per protegir de curtcircuits en el sistema elèctric del vehicle, s'instal·larà un maxifusible a la sortida de la bateria. Aquest tipus de fusibles estan calculats per instal·lacions de corrent continu de 32V, però també serveixen per 12v si es fan els càlculs pertinents per la seva aplicació.

$$P = 32 \cdot 150 = 4800W$$

S'aplica factor d'arrencada del motor d'engegada del 50% per preveure la sobre tensió ocasionada i es determina la intensitat amb una regla de 3.

$$4800W \rightarrow 150A$$

$$1400 \cdot 1.5 \rightarrow X$$

$$X = 65.63A$$

Com que el fusible més proper de la gama de maxi-fussibles es el de 100A s'escull aquest.

7. Càlcul fixacions suport bateria

Per tal de comprovar que les fixacions del suport que s'ha dissenyat aguantaran correctament es realitza una comprovació de les tensions màximes als ancoratges.

Sabent que la força més desfavorable que pot rebre un cargol es a tallant i que aquesta serà de la magnitud de la seva pròpia massa, es calcula el següent:

Massa màxima de la bateria 25kg

4 cargols M6 8.8 que acolla la base a la carrosseria i 1 cargol M8 8.8 que acolla la bateria a la seva base.

$$f_{ut}=800 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 1.3$$

$$F_{max} = 25 \cdot 9.81 = 245.25 \text{ N} \quad (\text{Eq. 17})$$

Cargols base a carrosseria M6

$$F_v = \frac{0.6 \cdot 800 \cdot 28.27 \cdot 4}{1.3} = 41759 \text{ N} \quad (\text{Eq. 18})$$

Cargol bateria a base M8

$$F_v = \frac{0.6 \cdot 800 \cdot 43.1}{1.3} = 15876 \text{ N} \quad (\text{Eq. 19})$$

Es pot concloure que el suport amb les seves fixacions complirà perfectament la seva funció

8. Càlcul fixacions arc de seguretat

Donat a que l'arc de seguretat ha estat calculat prèviament per el fabricant per complir amb els requisits mínims per la seva aplicació en els vehicles. Considerant que l'estructura autoportant del vehicle ha estat calculada i assajada i ha passat les proves de seguretat a bolcada, l'estructura que s'instal·larà actua simplement com a reforç de l'estructura original del vehicle i aporta més seguretat als ocupants. Per tal que aquesta estructura en cas de bolcada i extrema deformació de els pilars de la carrosseria, es calculen les tensions de les fixacions del arc amb la carrosseria.

Totes les unions de la carrosseria amb l'arc es realitzaran amb cargols M8 de resistència 8.8. Estarà subjectat a la carrosseria per 4 punts diferents, 2 dels quals estan fixats per 3 cargols i els dos punts restants per 4 cargols. Aquests punts de subjecció estan reforçats per una planxa de 2 mm per tal de d'evitar l'esquinçament de la planxa del vehicle. Per tant es considera indeformable el punt d'ancoratge del cargol

Per a simular un impacte lateral on tota la força recaigués sobre un sol dels punts de subjecció es calcula aquesta unió. La força que aplicarem serà la igual a la MMA del vehicle, és a dir 1525 kg.

$$F_{max} = 1525 \cdot 9.81 = 14960 \text{ N} \quad (\text{Eq. 20})$$

Força màxima que pot aguantar l'ancoratge més desfavorable.

$$F_v = \frac{0.6 \cdot 800 \cdot 43 \cdot 3}{1.3} = 47630 \text{ N} \quad (\text{Eq. 21})$$

Es pot assegurar que en cas d'impacte les unions de la carrosseria amb l'arc de seguretat aguantaran.

9. Càlcul per l'aproximació de la variació del pes

Es vol estimar aproximadament quina serà la reducció de pes que se li farà al vehicle un cop eliminats els elements innecessaris i un cop instal·lades totes les modificacions.

Les modificacions com el canvi d'eixos, canvi d'emplaçament de la bateria, modificació dels frens, canvi de volant, canvi de rodes, estabilitzadores, suspensions, es considerem menyspreable la variació que es pugui produir en el canvi de pes.

Es consideren importants en la variació del pes les següents: reducció de pes, canvi de seients, eliminació places posteriors, instal·lació del arc de seguretat, canvi de motor, reducció de instal·lació elèctrica, substitució panells de porta, instal·lació elements de seguretat.

Càlcul aproximat:

MODIFICACIÓ	VARIACIÓ PES
Eliminació climatització	-30 Kg
Eliminació aïllants i moquetes	-25 kg
Substitució seients per bakets	-20 kg
Eliminació places posteriors	-15 kg
Instal·lació arc de seguretat	+25 kg
Substitució panells de porta	-4 kg
Eliminació plàstics ornamentals i entapissats	-10 Kg
Substitució del motor	+60 kg
Instal·lació protector carter i elements seguretat	+20 kg
Simplificació instal·lació elèctrica	-7 kg
TOTAL	-6 Kg

Fig.A.4.6 Taula càlcul massa aproximada del vehicle

Com es veu la reducció de pes és insignificant respecte el total de massa del vehicle que és superior als 1000 kg, ara bé, si es té en compte els elements que s'instal·laran, l'augment de seguretat del vehicle, el canvi de motor i la resta de modificacions, s'obté un vehicle molt superior al de sèrie i s'obtindran unes prestacions superiors als de un 325i amb el pes de un 316i. Això era justament el que es buscava en aquest treball, es volia tenir el comportament de un 316i amb la potencia de un 325i

ANNEX 5: Proves per la validació del vehicle

1. Prova de circuit

Es realitzarà una prova a circuit tancat per veure el funcionament general del vehicle.

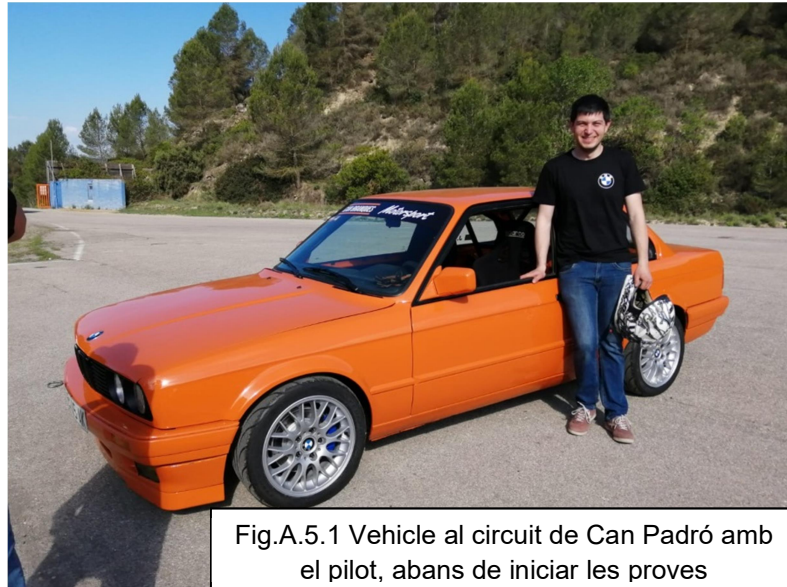


Fig.A.5.1 Vehicle al circuit de Can Padró amb el pilot, abans de iniciar les proves

Metodologia de la prova

Per a fer aquesta prova es seguirà exactament el mateix procediment que a la prova es va realitzar als dos e30 prèviament a la preparació del vehicle. Veure pagina Annex 2, Anàlisi preliminar del vehicle.

En aquest cas com que molts dels elements del vehicle són nous cal donar-los un temps de adaptació i comprovar que tots han estat muntats correctament. Així que abans de iniciar la prova es portarà a terme una part de rodatge i ajustatge del vehicle i també de reconeixement del vehicle i pista per part del pilot durant la primera hora de pista.

Resultats obtinguts

Les proves del 325i Proto, es van realitzar el dia 8 de maig del 2022, entre les 9:30 i les 14:00h, a una temperatura mitjana de 16°C, temps assolellat amb algun núvol i una humitat relativa del 40%, temps molt semblant a les proves amb els altres dos vehicles

Després de fer unes passades de reconeixement del circuit i d'habituar-se al vehicle es van anar prenent resultats de les velocitats màximes a cada un dels trams.



Fig.A.5.2 Vehicle objecte de reforma traçant el revolt nº2 de pujada

TRAM	Resultats vehicle reformat	
1	V. max	160
	Comportament	Tot correcte
2	V. max	60
	Comportament	Traçada a la corba molt ràpida, no es produeixen pèrdues de tracció si es segueix una bona trajectòria, el vehicle va molt aplomat de davant
3	V. max	110
	Comportament	El vehicle té molta més potencia que els altres dos models provats, no es el més ràpid del circuit però corre bastant.
4	V. max	40
	Comportament	No es produeix gens de subviratge, només un lleuger sobreviratge a la sortida de la corba
5	V. max	70
	Comportament	Tot correcte
6	V. max	40
	Comportament	Es produeix un lleuger subviratge a la meitat del revolt però si es traça be el revolt i es força a sobrevirar el vehicle, s'aconsegueix una traçada molt bona.
7	V. max	120
	Comportament	Tot correcte, es nota molt bona acceleració.
8	V. max	40
	Comportament	Si s'agafa el revolt molt tancat es produeix un lleuger subviratge, però si s'agafa més obert, és a dir de la manera correcte, es produeix sobreviratge molt controlat que ajuda a la traçada d'aquests revolts tant tancats.
9	V. max	80
	Comportament	Tot correcte, molt bon parell motor.

10	V. max	55
	Comportament	Tot hi ser un revolt complicat la traçada es molt bona i es produeix un lleuger sobreviratge de molt bon corregir
11	V. max	110
	Comportament	Funcionament correcte
12	V. max	60
	Comportament	Tot hi ser un revolt on es ve amb moltes inèrcies i en baixada, gairebé no es produeix sobreviratge
13	V. max	125
	Comportament	Funciona molt correctament, es pot apurar molt la frenada, entrant al revolt 14.
14	V. max	75
	Comportament	Tot hi la tendència que té aquest revolt a escopir el vehicle cap al exterior, es nota un petit sobreviratge pràcticament menyspreable.
15	V. max	95
	Comportament	Tot correcte
16	V. max	95
	Comportament	Es pot entrar al revolt sense deixar el accelerador

Fig.A.5.3 Taula resultats de les proves de validació

2. Prova d'acceleració

Per comprovar la millora de prestacions del vehicle i veure si les prestacions en acceleració són superiors a un 325i caldria realitzar un assaig de acceleració.

Aquesta prova no es podrà realitzar per diferents factors:

- Per realitzar aquesta prova cal anar a una carretera oberta amb poc trànsit i mesurar el temps que tarda fins a prendre les diferents velocitats. Ara bé, per fer aquesta prova cal que el vehicle estigui amb tota la documentació i assegurança al dia, ara mateix com que es troba en procés d'homologació no es possible realitzar-la

- Per altre banda per realitzar aquesta prova es necessari un localitzador GPS d'alta precisió que registri velocitats i temps d'acceleració però no es poden disposar per el moment
- Aquesta prova es podria realitzar en circuit tancat però no es disposa de temps físic per realitzar-la. Es va voler realitzar el dia en que es va fer les proves a circuit però no va estar autoritzat per la organització del esdeveniment.

Tot hi que aquest prova no es podrà realitzar el procediment seria el següent:

Metodologia d'assaig

S'instal·laria l'aparell de mesura dins el vehicle i es definirien les velocitats a les que es vol prendre la mesura, es portaria el vehicle fins a una autopista amb el límit a 120km/h.

Es registrarien les condicions climàtiques i del lloc d'assaig.

Engegant els aparells de mesura, es sortiria d'una incorporació de l'autopista des de parat i s'acceleraria el vehicle des de 0 fins a 120 km/h. Després de cada passada es registrarien els temps obtinguts a els diferents intervals definits.

Es repetiria aquest procediment un mínim de 10 vegades.

Posteriorment un cop passada la informació al registre es farien les mitjanes dels temps a cada un dels intervals, obtenint els diferents temps.

Els intervals de velocitat que es registrarien serien els següents: 0 - 40 km/h, 0 - 60 km/h, 0 - 80 km/h, 0 - 100 km/h i 0 - 120 km/h

3. Prova de frenada

Per comprovar la millora de prestacions del vehicle i veure si les prestacions en frenada són superiors a un 325i caldria realitzar un assaig de frenada.

Per realitzar aquesta prova cal anar a una carretera tancada i mesurar les distàncies que tarda a aturar-se el vehicle completament.

En aquest mateix assaig, s'aprofitaria per realitzar les proves per part del laboratori que comprovarien el correcte funcionament dels frens del vehicle seguint el reglament 13-H

Aquesta prova de moment no es podrà realitzar per la falta de temps. Es va demanar per realitzar-la el dia en que es va fer les proves a circuit però no va estar autoritzat per la organització del esdeveniment.

Tot hi que aquest prova no es podrà realitzar el procediment seria el següent:

Metodologia d'assaig

S'instal·laria l'aparell de mesura dins el vehicle que indicaria la velocitat real mitjançant un GPS d'alta precisió. Es posaria un con a un punt concret de la carretera on dones suficient espai al vehicle per accelerar-se fins a la velocitat definida.

Es registrarien les condicions climàtiques i del lloc d'assaig.

S'acceleraria el vehicle fins a les següents velocitats: 80, 100, 120 i 140 km/h abans d'arribar al con i un cop passat el con es frenaria de cop sense bloquejar les rodes (recordar que el vehicle no porta ABS) i es mesuraria la distància que tarda el vehicle a aturar-se. Es registrarien les distàncies per a cada un dels casos.

Es repetiria aquest procediment un mínim de 10 vegades per a cada velocitat, deixant un temps perquè es refrigerin els frens.

Posteriorment un cop passada la informació al registre es farien les mitjanes de les distàncies obtingudes a cada un dels intervals

Amb aquests resultats obtinguts també s'obtidria suficient informació per les proves del laboratori ja que en les proves de laboratori es comprova que el vehicle tingui una desacceleració constant, que la frenada sigui estable i segueixi en línia recte i també la distància de frenada a 80 km/h.

4. Proves de direcció

Prova pel laboratori

Per comprovar el correcte funcionament dels elements modificats al sistema de direcció, es a dir la nova caixa de direcció i la conversió a direcció assistida cal realitzar uns assajos de laboratori on es comprova el correcte funcionament dels sistema de direcció.

Aquests assajos es realitzarien seguint el reglament 79 de la Unió Europea.

En aquest assaig es comprova la força que li cal aplicar al volant al conductor per fer una traçada

Donat a que no es disposa de suficient temps els assajos es realitzaran més endavant.

Proves per resultats

Tot hi que no es disposa de totes de les prestacions que oferien els e30 d'origen a la maniobra d'esquiva, el Moose test seria interessant comprovar la velocitat màxima a la que es capaç d'esquivar un objecte el vehicle modificat.

Aquesta prova no es podrà realitzar per diferents factors:

- Per realitzar aquesta prova cal un espai tancat on poder accelerar el vehicle i realitzar les passades a les diferents velocitats sense risc. Però no disposem d'aquest espai. Es va voler realitzar el dia en que es va fer les proves a circuit però no va estar autoritzat per la organització del esdeveniment.
- Per altre banda per realitzar aquesta prova es necessari un localitzador GPS d'alta precisió que ens indiqui la velocitat a la que es realitza la passada, però no es pot disposar d'aquest instrument per el moment
- Es podria realitzar aquesta prova en un altre circuit tancat però no es disposa de temps físic per realitzar-la.

Tot hi que aquest prova no es podrà realitzar el procediment seria el següent:

Primerament es disposarien els conus de la manera que indica la figura a continuació. En un punt del circuit/carretera on el vehicle pogués accelerar fins a uns 100 km/h sense problema.

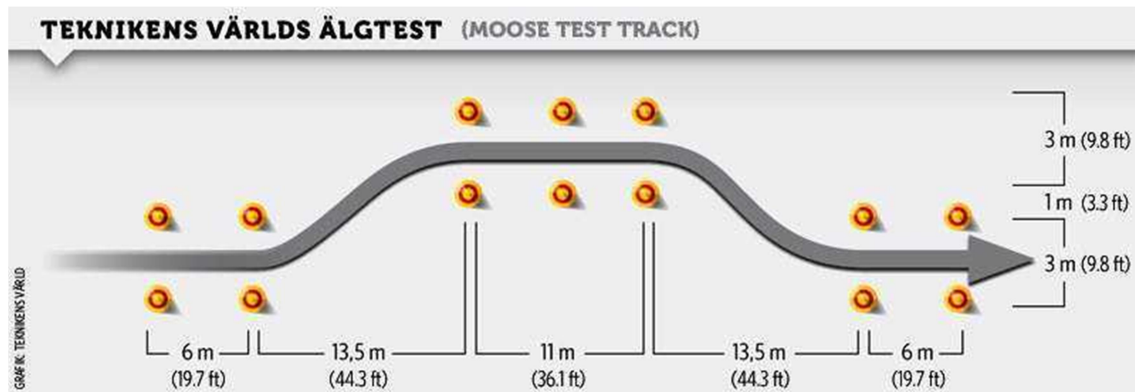


Fig.A.5.4 Esquema Moose test

A continuació es començarien a realitzar passades entremig dels conus, començant per una velocitat baixa de uns 30 km/h i s'aniria augmentant la velocitat progressivament en cada una de les passades, fins a trobar una velocitat en que el vehicle toqui algun dels conus, es continuaria augmentant molt progressivament fins a trobar la velocitat a la que el vehicle perdi el control completament.

Registrant aquestes velocitats s'acabaria obtenint la velocitat màxima a la que el vehicle podria esquivar un objecte.

ANNEX 6: Projecte tècnic per l'homologació de reformes d'importància

PROYECTO TÉCNICO PARA LA HOMOLOGACIÓN DE REFORMAS DE IMPORTANCIA

VEHÍCULO:

MARCA: B M W

TIPO: Turismo

VARIANTE: ---

DENOMINACIÓN COMERCIAL: 316I-2

MATRÍCULA: GE-3145-AK

N.º BASTIDOR: WBAAB11010AA19136

ÍNDICE

1. Memoria	3
1.1. Objetivo	3
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Características del vehículo antes y después de la reforma	14
1.4. Descripción de la reforma	15
1.4.1.Desmontajes realizados.....	15
1.4.2.Variaciones y sustituciones.....	15
1.4.3. Materiales empleados	17
1.4.4. Montajes realizados	19
2. Cálculos justificativos.....	22
3. Pliego de condiciones.....	28
3.1. Calidad de los materiales empleados	28
3.2. Normas de ejecución	28
3.3. Certificados y autorizaciones	31
4. Fotografías después de la reforma	32
4.1. Esquema y características antes de la reforma	43
4.2. Esquema y características después de la reforma.....	44
5. Anexos	45
5.1. Documentación del vehículo: ficha técnica y permiso de circulación	45
5.2. Ficha de homologación del vehículo objeto de reforma y del vehículo donante de motor.....	46

1. Memoria

1.1. Objetivo

Este documento tiene como objeto informar al organismo en materia competente de las reformas realizadas al vehículo, así como estudiar la viabilidad técnica de dichas reformas con el fin de asegurar que se siguen cumpliendo las condiciones de seguridad del vehículo para poder circular por las vías públicas.

El responsable del presente documento es JORDI FERRÉS PERRAMÓN con DNI 07264433K ingeniero mecánico colegiado en el Colegio de Ingenieros Industriales de Catalunya con nº _____. El vehículo objeto de reforma en el presente documento es el siguiente:

MARCA: BMW

TIPO: TURISMO

VARIANTE: ---

DENOMINACIÓN COMERCIAL: 316I-2

MATRÍCULA: GE-3145-AK

N.º BASTIDOR: WBAAB11010AA19136

CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN: B-1292

Las reformas siguientes:

1. Sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburente
2. Sustitución de la unidad motriz
3. Sustitución de las características del sistema de escape
4. Sustitución de la centralita del motor
5. Sustitución del sistema de transmisión (caja de cambios y transmisión central)
6. Sustitución del sistema de frenado delantero
7. Sustitución del sistema de frenado trasero de tambor por un sistema de discos y pinzas
8. Instalación de una piña en el volante
9. Sustitución de volante
10. Desinstalación de los asientos y cinturones de seguridad de la 2na fila
11. Instalación de un arco de seguridad interior en la zona de la segunda fila

12. Sustitución amortiguadores y muelles en ambos ejes
13. Sustitución de llantas y neumáticos por otros de distintas características
14. Instalación de relojes interiores
15. Instalación de protector de cárter del motor

1.2. Antecedentes

En este apartado se pretende identificar los códigos de reforma y la normativa aplicable en relación con los AR que pueden verse afectados por las reformas, de acuerdo con el RD 866/2010 de 2 de Julio, que regula la tramitación de las Reformas de los Vehículos, y el Manual de Reformas de Vehículos elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Reformas autorizadas:

Código 2.1. - Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburente

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

Código 2.6. – Modificación o sustitución de las características del sistema de escape: disposición, volumen total, silenciadores, catalizador, tramo de salida

Código 2.9. - Modificación de sistemas o de la programación de los mismos que puedan variar la potencia máxima

Código 3.3. – Modificación de la caja de cambios o sustitución por otra de distintas características

Código 4.1. - Sustitución del eje por otro de distintas características o modificación de las características del mismo

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

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

Código 6.1. - Modificación del sistema de dirección

Código 6.2. – Cambio de emplazamiento de volante (Instalación de una piña en el volante)

Código 6.3. – Sustitución del volante por otro

Código 7.1. – Modificación de las características del sistema de frenado o de alguno de sus componentes

Código 8.1. – Reducción de plazas de asiento

Código 8.20.- Instalación o desinstalación de elementos permanentes en la zona frontal del interior del habitáculo del vehículo

Código 8.33. – Instalación arco de seguridad interior contra vuelco

Código 8.52.- Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo

2.1.- Modificación de las características o sustitución de los elementos del sistema de admisión del comburento		
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	2
Emisiones	70/220/CEE	2
Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento (CE) N° 715/2007	2
Humos diésel	72/306/CEE	2
Salientes exteriores	74/483/CEE	2
Campo de visión delantera	77/649/CEE	2

2.3.- Modificación o sustitución de la unidad motriz por otra de distintas características		
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	2
Emisiones	70/220/CEE	2
Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento (CE) N° 715/2007	2
Depósitos de combustible	70/221/CEE	1
Frenado	71/320/CEE	2
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	2
Neumáticos	92/23/CEE	1
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1
Equipos especiales para GLP	Reglamento CEPE/ONU 67R	2
Equipos especiales para GNC	Reglamento CEPE/ONU 110R	2
Sistemas especiales de adaptación al GLP o GNC	Reglamento CEPE/ONU 115R	2
Sistemas para retro adaptación de motores a Combustible Dual	Reglamento CEPE/ONU 143R	1

2.6.- Modificación o sustitución de las características del sistema de escape: disposición, volumen total, silenciadores, catalizador, tramo de salida		
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	2
Emisiones	70/220/CEE	2
Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento (CE) N° 715/2007	2
Salientes exteriores	74/483/CEE	2
Silenciosos de recambio	96/20/CE	2
Catalizadores para recambio	98/77/CE	2

2.9.- Modificación de sistemas o de la programación de los mismos que puedan variar la potencia máxima		
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	2
Emisiones	70/220/CEE	2
Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento (CE) N° 715/2007	2
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	2
Humos diesel	72/306/CEE	2
Potencia del motor	80/1269/CEE	2

3.3.- Modificación de la caja de cambios o sustitución por otra de distintas características		
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	2
Emisiones	70/220/CEE	2
Emisiones (Euro 5 y 6), vehículos ligeros/acceso a la información	Reglamento(CE) N° 715/2007	2
Frenado	71/320/CEE	2
Velocímetro y marcha atrás	75/443/CEE	2
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1
Neumáticos	92/23/CEE	1

4.1.- Sustitución del eje por otro de distintas características o modificación de las características del mismo		
Nivel sonoro admisible	70/157/CEE	2
Depósitos de combustible	70/221/CEE	1
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	2
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	2
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	1
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	2
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	2
Frenado	71/320/CEE	1
Velocímetro y marcha atrás	75/443/CEE	2
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	2
Guardabarros	78/549/CEE	1
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1
Neumáticos	92/23/CEE	1

4.4.- Modificaciones o sustituciones en ruedas o instalación/desinstalación de separadores de ruedas que impliquen modificación del ancho de vía		
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	2
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	1
Guardabarros	78/549/CEE	1
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1
Neumáticos	92/23/CEE	1

5.1.- Modificación de las características del sistema de suspensión o de algunos de sus componentes elásticos		
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	2
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CEE	2
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	2
Frenado	71/320/CEE	1
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	2
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	2
Guardabarros	78/549/CEE	1
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1
Dispositivos de acoplamiento	94/20/CE	2

6.1.- Modificación del sistema de dirección		
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	1
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	2

6.2.- Cambio de emplazamiento, adición o desinstalación de volante		
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	2
Dispositivos de visión indirecta	2003/97/CE	2
Antirrobo e inmovilizador	74/61/CEE	2
Comportamiento del dispositivo de conducción en caso de colisión	74/297/CEE	2
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización	76/756/CEE	2
Campo de visión delantera	77/649/CEE	2
Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	78/316/CEE	2
Dispositivos anti hielo y anti vaho	78/317/CEE	2
Lava/limpiaparabrisas	78/318/CEE	2

6.3.- Sustitución del volante por otro		
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	2
Comportamiento del dispositivo de conducción en caso de colisión	74/297/CEE	2
Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	78/316/CEE	2

7.1.- Modificación de las características del sistema de frenado o de alguno de sus componentes		
Mecanismos de dirección	70/311/CEE	1
Frenado	71/320/CEE	1
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	2
Acondicionamiento interior	74/60/CEE	2

8.1.- Reducción de plazas de asiento.		
Resistencia de los asientos	74/408/CEE	2
Anclajes de los cinturones de seguridad	76/115/CEE	2
Cinturones de seguridad y sistemas de retención	77/541/CEE	2
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1

8.20.- Instalación o desinstalación de elementos permanentes en la zona frontal del interior del habitáculo del vehículo		
Acondicionamiento interior	74/60/CEE	2
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	2
Identificación de los mandos, luces testigo e indicadores	78/316/CEE	1
Campo de visión delantera	77/649/CEE	2
Dispositivos de visión indirecta	2003/97CE	2

8.33.- Instalación o desinstalación arco de seguridad interior contra vuelco		
Acondicionamiento interior	74/60/CEE	2
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1

8.52.- Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo		
Dispositivos de protección trasera	70/221/CEE	2
Emplazamiento de la placa de matrícula posterior	70/222/CE	2
Cerraduras y bisagras de las puertas	70/387/CEE	2
Salientes exteriores	74/483/CEE	2
Parásitos radioeléctricos (compatibilidad electromagnética)	72/245/CEE	2
Instalación de los dispositivos de alumbrado y señalización luminosa	76/756/CEE	2
Dispositivos de remolcado	77/389/CEE	2
Campo de visión delantera	77/649/CEE	2
Lava/limpiaparabrisas	78/318/CEE	2
Guardabarros	78/549/CEE	2
Masas y dimensiones (automóviles)	92/21/CEE	1
Cristales de seguridad	92/22/CEE	2
Colisión frontal	96/79/CE	2
Colisión lateral	96/27/CE	2
Dispositivo de visión indirecta	2003/97/CE	2
Sistemas de protección delantera	2005/66/CE	2
Protección de los peatones	2003/102/CE	2

1.3. Características del vehículo antes y después de la reforma

DENOMINACIÓN	ANTES DE LA REFORMA	DESPUÉS DE LA REFORMA
Matrícula	GE-3145-AK	GE-3145-AK
Número de bastidor	WBAAB11010AA19136	WBAAB11010AA19136
Nº de plazas de asiento	4/5	2
Neumáticos	205/55 R15	205/45 R16 83W
Vía anterior [mm]	1425	1405
Vía posterior [mm]	1413	1405
Altura total [mm]	1380	1320
Fabricante motor	BMW	BMW
Código motor	16-4E-1	25-6K-1
Principio de funcionamiento	Explosión por encendido	Explosión por encendido
Nº i disposición de cilindros	4 en línea	6 en línea
Cilindrada [cm ³]	1596	2494
Tipo de combustible	Gasolina	Gasolina
Potencia [KW]	74	126

Figura 1.1 Tabla características vehículo antes y después de la reforma

1.4. Descripción de la reforma

1.4.1. Desmontajes realizados

Se procede a la desinstalación de los asientos y cinturones de la 2na fila, unidad motora, admisión de comburente, centralita de motor, caja de caja de cambios, llantas y neumáticos originales, suspensiones delanteras y traseras, ejes delantero y trasero y frenos delanteros y traseros

1.4.2. Variaciones y sustituciones

Las variaciones y sustituciones realizadas en el vehículo de la presente memoria, son las siguientes:

- a) Desinstalación de los asientos y cinturones de la 2na fila.
- b) Sustitución del sistema de admisión de comburente por el correspondiente a la nueva unidad motora
- c) Sustitución de la unidad motora por una de mayor cilindrada y potencia
- d) Sustitución del sistema de escape por el correspondiente a la nueva unidad motora
- e) Sustitución de la unidad de control del motor por la correspondiente a la nueva unidad motora
- f) Sustitución de la caja de cambios por la correspondiente a la nueva unidad motora
- g) Sustitución de los brazos de suspensión y manguetas delanteras por las de otro vehículo
- h) Sustitución de los brazos de suspensión traseros por los de otro vehículo
- i) Sustitución de las suspensiones delanteras por unos amortiguadores de cuerpo roscado y unos nuevos muelles
- j) Sustitución de las suspensiones traseras por unos nuevos muelles y amortiguadores
- k) Instalación de una barra estabilizadora posterior
- l) Sustitución de los frenos delanteros de disco por unos de mayor tamaño
- m) Sustitución de los frenos traseros de tambor por unos de disco y pinza

- n) Sustitución de las llantas por unas de mayor tamaño
- o) Sustitución de los neumáticos por otros de medida equivalente
- p) Instalación de una piña en el volante
- q) Sustitución del volante
- r) Sustitución de la cremallera de dirección
- s) Modificación de los elementos del salpicadero
- t) Sustitución de los paneles de puerta
- u) Instalación de reposapiés para los ocupantes
- v) Instalación de un arco de seguridad interior detrás de la primera fila de asientos

1.4.3. Materiales empleados

- Herramientas básicas
- Gafas y material de seguridad
- Unidad motriz, sistema de admisión, caja de cambios y sistema de escape procedentes de un vehículo marca BMW, tipo Turismo, denominación comercial 325I-2 y contraseña de homologación de tipo B-1381.
Código motor 25 6k 1, número de serie 24884635, con 6 cilindros, 2494 cm³, 126 KW
 - o Motor: Marca: BMW
 - o Tipo: 25 6k 1
 - o N° cilindros/ cilindrada(cm³): 6/2494
 - o Potencia fiscal/real (C.V.F./KW): 17,885/ 171
 - o Combustible: Gasolina sin plomo
 - o Nueva tara: 1100 kg
- Caja de cambios marca BMW ref. 23001221567, de 5 velocidades más reversa
- Caja admisión de comburente ref. 13711726965
- Unidad de control de motor ref. 12141735364
- Silenciadores equivalentes a referencia original: primer silenciador 18101719220, silenciador final 18301707048
- Llantas marca BMW ref. 36111095058 medidas : 7Jx16 ET:46
- Neumáticos de medidas 205/45 R16 83W en ambos ejes.
- Amortiguadores delanteros marca JOM de cuerpo roscado ref. 76106 con muelles marca JOM ref: 720008 y 720001 en serie, en ambas ruedas
- Muelles traseros de suspensión traseros marca JOM con ref. 720809 2713 en ambas ruedas.
- Barra estabilizadora posterior marca BMW ref. 33551129194
- Sustitución frenos delanteros por unos de mayor tamaño y sustitución de los componentes implicados del eje delantero. Material necesario:
 - o Brazos delanteros marca BMW, ref. 31122339996(derecha), 31122339997(izquierda)
 - o Bujes delanteros marca BMW, ref. 31211092079(izq.), 31211092080(der.)

- Discos de freno delanteros marca BMW, ref: 34116864060, ventilados y lisos, de 286 mm de diámetro exterior y 22 mm de espesor
- Pinzas de freno delanteras marca BMW, 34116758113(izq.) y ref. 34116758114 (der.), de 1 pistón de empuje de 54 mm de diámetro
- Sustitución frenos traseros de tambor por unos de disco y pinza y sustitución de los componentes implicados del eje posterior. Material necesario:
 - Discos de freno traseros marca BMW, ref. 34216758553, macizos y lisos, de 272 mm de diámetro exterior y 10 mm de espesor
 - Pinzas de freno traseras marca BMW, ref. 34211162437(izq.) y ref. 34211162438(der), de 1 pistón de empuje de 34 mm de diámetro
 - Brazos posteriores marca BMW, ref. 33321091151(izq.), 33321091152(der.)
 - Cables de freno de mano marca BMW ref. 34411158421
- Sustitución de la caja de dirección
 - Caja de dirección por marca BMW ref. 32131093885
- Sustitución del volante:
 - Piña de volante marca GT2i de 45mm de espesor
 - Volante marca Sparco de 335mm de diámetro exterior
- Arco de seguridad AST contra vuelco interior en la parte posterior de los asientos de la primera fila.
- Elementos del salpicadero adaptados para la instalación de desconector de batería, caja de fusibles, interruptores y relojes.
- Reposapiés artesanales
- Paneles de puerta artesanales
- Protector de cárter artesanal
- Tornillería necesaria suministrada específicamente por el fabricante.

1.4.4. Montajes realizados

Se comprueba la compatibilidad de los nuevos elementos y se procede a la instalación de:

- Se instala la nueva unidad motriz tipo motor 25 6k 1, con 6 cilindros, 2494 cm³, 126 KW, montando línea de escape del donante, sistema de admisión de aire de combustión del donante y transmisión del donante de tipo mecánica con 5 velocidades más reversa.
 - Motor, Marca: BMW
 - Tipo: 25 6k 1
 - Nº cilindros/ cilindrada(cm³): 6/2494
 - Potencia fiscal/real (C.V.F./KW): 17,885/ 171
 - Nueva tara: 1100 kg

Se usa la tornillería original proporcionada por el fabricante

Para el cumplimiento de la normativa 71/320/CEE, se realizan ensayos de frenada.

- Se procede a la instalación de las piezas del eje delantero y discos de freno delanteros. Todo anclado a los puntos de anclaje originales del vehículo.
 - Brazos delanteros marca BMW
 - Bujes delanteros marca BMW
 - Discos de freno delanteros marca BMW de 286 mm de diámetro exterior y 22 mm de espesor
 - Pinzas de freno delanteras marca BMW de 1 pistón de empuje de 54 mm de diámetro

Se usa la tornillería original proporcionada por el fabricante

Para el cumplimiento de la normativa 71/320/CEE, se realizan ensayos de frenada.

- Se procede a la instalación de las piezas del eje posterior y discos de freno posteriores. Todo anclado a los puntos de anclaje originales del vehículo.
 - Brazos traseros marca BMW
 - Cables de freno de mano marca BMW
 - Discos de freno traseros marca BMW, macizos y lisos, de 272 mm de diámetro exterior y 10 mm de espesor
 - Pinzas de freno traseras marca BMW, de 1 pistón de empuje de 34 mm de diámetro

Se usa la tornillería original proporcionada por el fabricante

Para el cumplimiento de la normativa 71/320/CEE, se realizan ensayos de frenada.

- Se procede a la sustitución de los muelles en el eje posterior por los muelles marca JOM y los muelles y amortiguadores marca JOM en el eje anterior

Se usa la tornillería original proporcionada por el fabricante.

Se ajusta la altura de los faros delanteros a la nueva altura y se comprueba que los faros estén a la altura correcta

- Se procede a la instalación de la barra estabilizadora posterior marca BMW

Se usa la tornillería original proporcionada por el fabricante.

- Se procede a la sustitución del conjunto llanta y neumático originales por otras:
 - Llantas marca BMW de medidas 7Jx16 ET:46
 - Neumáticos por otros de medida 205/45 R16 83W en ambos ejes

Se asegura la compatibilidad entre la llanta y el neumático, debido a que la medida es equivalente al neumático original no es necesario ajustar el velocímetro.

- Se procede a la reducción del número de plazas de asiento, mediante la desinstalación de los asientos de la 2na fila, quedando el vehículo homologado a 2 plazas.
- Se procede a la instalación del arco de seguridad contra vuelco en el espacio de las plazas traseras, se aseguran los anclajes con tornillería 8.8 M8.
- Se sustituye la caja de dirección original por otro de marca BMW, con sus respectivos casquillos de adaptación y se usa la tornillería original del vehículo.
- Se procede a la sustitución del volante por otro marca SPARCO, de 335 mm de diámetro exterior y a la instalación de un piña en el volante marca GT2i , de 45 mm de espesor. Se comprueba que el volante original no disponga de airbag.

	ORIGINAL [mm]	MODIFICADA [mm]	DIFERENCIA
Ø Volante	380	335	11.8 - %

Debido a que no se supera el 15% de diferencia de diámetro, no se requiere prueba de dirección para esta reforma.

- Se sustituye la caja de dirección original por la otra de marca BMW.

Se usa la tornillería original proporcionada por el fabricante

Para el cumplimiento de la normativa 71/320/CEE, se realizan ensayos de dirección.

- Se procede a la instalación del cubre cárter artesanal en los puntos de anclaje originales del vehículo.

Se usa tornillería M10 8.8 para asegurar las fijaciones a la carrocería

- Se procede a la instalación de los nuevos paneles de puerta, reposapiés y elementos del salpicadero, se aseguran las fijaciones con tornillería M5 8.8 y se comprueba que los elementos queden integrados en el vehículo y sin aristas cortantes

2. Cálculos justificativos

Debido a los elementos instalados y/o sustituidos, el repartimiento de pesos original del vehículo se ve afectado, de modo que se pretende realizar una serie de cálculos para demostrar que el repartimiento de pesos tras las reformas, continúa siendo válido. Así pues, considerando únicamente cargas axiales:

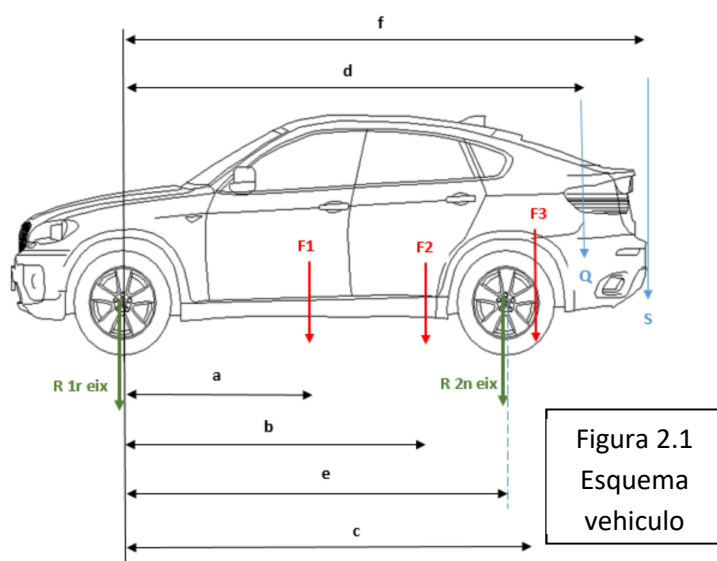


Figura 2.1
Esquema
vehículo

MMA	1525	kg
MMA 1r eje	775	Kg
MMA 2n eje	845	Kg
TARA 1r eje	650	Kg
TARA 2n eje	450	Kg
Nº OCUPANTES 1r fila	2	Personas
Nº OCUPANTES 2a fila	-	Personas
Nº OCUPANTES 3a fila	-	Personas
DEE(e)	2570	mm
Distancia 1ra fila al 1r eje (a)	1450	mm
Distancia 2na fila al 1r eje (b)	-	mm
Distancia 3ra fila al 1r eje (c)	-	mm
Distancia CDG carga al 1r eje (d)	3068	mm
Carga vertical enganche (S)	-	Kg
Distancia CDG carga enganche al 1r eje (f)	-	mm

Figura 2.2 Características de carga del vehículo reformado

Seguendo lo dispuesto en el Reglamento UE 12/30/2012 la distribución de masas debe cumplir con los siguientes requisitos:

- 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.

Se obtiene el siguiente resultado de la distribución de cargas al vehículo.

	1r EJE	2n EJE	TOTAL
TARA	650 kg	450 kg	1100 kg
PASAJEROS 1r FILA (F1)	65.4	84.5 kg	150 kg
PASAJEROS 2r FILA (F2)	-	-	-
PASAJEROS 3r FILA (F3)	-	-	-
CARGA (Q)	53.3	221.7	275
ENGANCHE (S)	-	-	-
REACCION TOTAL	769	756	1535
MMA	775	845	1525

Figura 2.3 Distribución de cargas vehículo

El resultado obtenido se considera válido debido que no se sobrepasan los valores máximos de MMA total y sobre los ejes

1. Cálculo fijaciones del arco de seguridad

Se comprueba que las fijaciones del arco de Seguridad aguantaran una fuerza igual a la MMA del vehículo.

MMA=1525kg

$$F_{max} = 1525 \cdot 9.81 = 14960 \text{ N}$$

Dado que las uniones del arco con la carrocería del vehículo son M8 8.8 y la unión más desfavorable es de 3 tornillos, se simula el impacto lateral donde el caso más desfavorable sería si toda la fuerza recae sobre dicha fijación a cortante.

Se extraen los datos propios del tornillo de las tablas de características de los tornillos métricos.

$$Ar = 43\text{mm}^2, \quad \gamma = 1.3, \quad f_{ut} = 800\text{N/mm}^2,$$

$$Fv = \frac{0.6 \cdot f_{ut} \cdot Ar \cdot n}{\gamma} = \frac{0.6 \cdot 800 \cdot 43 \cdot 3}{1.3} = 47630 \text{ N}$$

Mediante este cálculo se garantiza que las fijaciones del arco aguantaran en caso de accidente.

2. Calculo fijaciones protector de cárter del motor

Para asegurar que las fijaciones del protector de cárter aguantaran en caso de accidente se calcula la fuerza máxima que recaerá sobre las fijaciones simulado un impacto de la magnitud de la MMA del vehículo, donde recae esta fuerza a cortante sobre los tornillos.

$$F_{max} = MMA \cdot g = 1525 \cdot 9.81 = 14960.25\text{N}$$

La se une el protector de cárter a la carrocería mediante 4 tornillos de M10 8.8.

Se extraen los datos propios del tornillo de las tablas de características de los tornillos métricos.

$$Ar = 58\text{mm}^2, \quad \gamma = 1.3, \quad f_{ut} = 800\text{N/mm}^2,$$

$$Fv = \frac{0.6 \cdot f_{ut} \cdot Ar \cdot n}{\gamma} = \frac{0.6 \cdot 800 \cdot 58 \cdot 4}{1.3} = 85661.53\text{N}$$

Mediante este cálculo se asegura que las uniones aguantaran en caso de accidente.

3. Calculo de los resortes helicoidales

Para asegurar que los muelles que se instalaran en este vehículo son adecuados y que no se superara la tensión máxima del material, se calcula la tensión en condiciones estáticas, a fatiga i la frecuencia critica

Calculo estático

En primer lugar se calculará la constante elástica de los muelles a partir de

$$K = \frac{d^4 \cdot G}{8 \cdot D^3 \cdot N}$$

Donde K será la constante del muelle a compresión, D será el diámetro medio del muelle, el diámetro de los hilos del muelle, N el nombre de espiras activas y G es el módulo a cortante del material

La tensión máxima en el muelle se calculará con:

$$\tau_r = \tau_T + \tau_{max}; \quad \tau_{max} = \frac{F}{\pi \cdot d^2} \cdot \left(4 + \frac{8 \cdot D}{d}\right); \quad \tau_T = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

Donde F será la fuerza máxima que se aplicará sobre el muelle, τ_r será la tensión resultante en la sección del resorte, τ_{max} serán las tensiones tangenciales máximas debidas al cortante, τ_T las tensiones tangenciales debidas al momento torsor. Los datos y los resultados son los siguientes:

	Eje delantero	Eje posterior
d diámetro de los hilos (mm)	11	13
D diámetro medio de la espira (mm)	76	107
N número de espiras	5	4
G (GPa)	81	81
F=1.3·MMTA(eje)·9.81 (N)	10075	10985
K constante del resorte (N/m)	67.53	57,01
τ_T (MPa)	1570.96	1445.13
τ_{max} (MPa)	1464.74	1362.37

τ_r (MPa)	3035.90	2807.49
----------------	---------	---------

Figura 2.4 Tabla características resortes y resultados análisis estático

Cálculo en fatiga

Para calcular la resistencia a fatiga del resorte helicoidal se hará a partir de la siguiente formula de vida limitada:

$$T = \left[\frac{4c - 1}{4c - 4} \right] \cdot \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

Con los valores utilizados en el cálculo, y con la que es la relación entre el diámetro medio del muelle y el diámetro de la hilo

$$c = \frac{D}{d}$$

Los resultados obtenidos son los siguientes

	Eje delantero	Eje posterior
τ (MPa)	1781.23	1605.49

Figura 2.5 Resultados análisis fatiga.

Cálculo de la frecuencia crítica

Para realizar el análisis de la frecuencia de resonancia del muelle a partir de la cual su comportamiento será inestable. Se calculará esta frecuencia a partir de la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{k \cdot g}{W}}$$

La W se calculará de la siguiente forma:

$$W = \frac{\pi^2 d^2 \cdot D \cdot N \cdot \rho}{4} \cdot g$$

Donde ρ será la densidad del material con la que está fabricado el muelle, al ser acero será 7.85 kg/cm³

	Eje delantero	Eje posterior
f (Hz)	4.35	3.19

Figura 2.6 Resultados análisis frecuencia critica

Conclusiones

Mediante los cálculos anteriores se puede asegurar que no se sobrepasaran los valores límite i que los muelles serán adecuados para el vehículo.

3. Pliego de condiciones

3.1. Calidad de los materiales empleados

En el caso de la tornillería, se utilizarán elementos de calidad mínima ISO 8.8, tornillos de cabeza hexagonal, tuercas autoblocantes cuando la situación lo requiera y arandelas planas, todo ello según norma DIN. Las dimensiones de la tornillería empleados variaran según la aplicación.

3.2. Normas de ejecución

- a) El montaje se realizará por un taller autorizado según registro industrial.
- b) Sustitución de los elementos del vehículo que por un mal estado o por desgaste presenten riesgos para la seguridad del vehículo.
- c) Los elementos montados son totalmente intercambiables con los elementos originales, por lo tanto, NO se modifican ni los anclajes ni los puntos de apoyo al bastidor.
- d) Una vez realizado el montaje, se procede a la verificación exhaustiva de la inexistencia de interferencias de las nuevas piezas con los demás elementos de motor, transmisiones, frenos, dirección, etc.
- e) Las modificaciones efectuadas se circunscriben única y exclusivamente a la sustitución de los elementos citados.
- f) La forma exterior de los elementos sustituidos o modificados es redondeada, careciendo en su totalidad de salientes, cantos o aristas vivas que puedan producir daños.
- g) No se disminuye la visibilidad del conductor en ninguna circunstancia.
- h) No se disminuye el campo de visión de los retrovisores.
- i) No se disminuye el volumen de aire para refrigeración de los distintos elementos mecánicos (radiador de líquido refrigerante, frenos delanteros y traseros, aireación del habitáculo, etc.)
- j) No se modifican los parámetros de iluminación y señalización homologados en origen.

k) No se modifican los dispositivos de remolcado de emergencia tanto delantero como trasero. Los dispositivos originales siguen siendo totalmente accesibles una vez efectuada la reforma.

l) En caso de ser necesario se procede a la re calibración del velocímetro por un servicio oficial.

Conexiones eléctricas

m) Las mangueras, tubos, cables y otros elementos, a la medida de los posible, se alejarán de las zonas de calor y de elementos que pueden producirles cortaduras.

n) Se fijarán, cuantas veces sean necesarias, mangueras cables y otros elementos, para evitar que las vibraciones producidas por la circulación y las condiciones del terreno, provoquen que se descuelguen.

o) En el caso de unión de cables eléctricos se emplearán sistemas de protección para evitar el contacto indeseado con otros cables.

Uniones atornilladas

Como norma general no se deberá soldar elemento alguno al bastidor del vehículo. Cualquier elemento que necesite ser unido al bastidor se realizará a base de uniones atornilladas. Ello es así, porque los bastidores de los vehículos suelen estar sometidos a continuas vibraciones debida al movimiento del vehículo y las irregularidades del terreno, que terminarían agotando por fatiga cualquier unión soldada.

Asimismo, cuando se necesiten realizar nuevos taladros en el bastidor del vehículo para alojar tornillos de anclaje, estos taladros NO se realizarán en las alas de los largueros del bastidor, sino que siempre se realizarán en el alma del perfil del bastidor del vehículo. Tampoco se realizarán en posiciones del bastidor cerca de los soportes de la suspensión del vehículo. En todo caso, a ser posible, siempre se tratará de utilizar los taladros que ya vienen hechos de fábrica a lo largo del chasis del vehículo.

Como norma general, no se deben realizar más de dos perforaciones en la misma vertical del perfil que forma el bastidor ni sobrepasar el diámetro máximo de 17mm por taladrado, siguiéndose las recomendaciones que se muestran en las figuras siguientes:

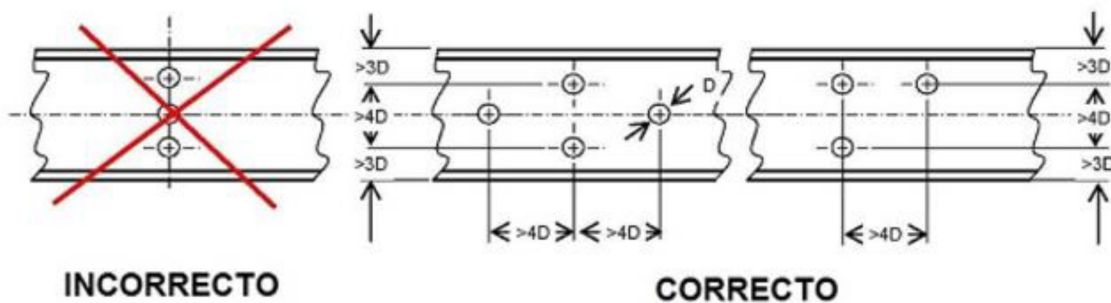


Figura 3.1 Esquema distribución de taladros

Se ha de tener presente que realizar un taladro en el bastidor resta resistencia a éste, y por lo tanto se ha de extremar la precaución. Por tanto, si se han de hacer nuevos taladros, que siempre sean en el alma de los largueros, y además se deberá asegurar que se realizan en zonas del larguero donde no se alcancen los esfuerzos más elevados.

3.3. Certificados y autorizaciones

En el caso de ser necesarios y haber, se deberán presentar todos los documentos de certificación CE. Así mismo, si las reformas lo requieren se realizarán los ensayos correspondientes para el cumplimiento de los AR, mediante un organismo acreditado.

El cliente de este proyecto deberá presentar junto a este proyecto, el certificado final de obra, el certificado de taller, el informe del laboratorio y obviamente la documentación del vehículo en cuestión.

4. Fotografías después de la reforma



Figura 4.1 Vista exterior frontal del vehículo reformado



Figura 4.2 Vista exterior trasera del vehículo reformado



Figura 4.3 Cofre motor con la nueva unidad motora y con el conjunto de elementos del donante.



Figura 4.4 Código del motor



Figura 4.5 Radiador con electro ventilador para refrigeración de la nueva unidad motora



Figura 4.6 Reubicación del filtro de combustible para la instalación de la nueva unidad motora



Figura 4.7 Radiador de aceite para la nueva unidad motora



Figura 4.8 Especificaciones y referencia las llantas



Figura 4.9 Especificaciones de los neumáticos



Figura 4.10 Vista interior lado piloto



Figura 4.11 Vista interior hacia atrás



Figura 4.12 Cuadro instrumentos modificado.



Figura 4.13 Reposapiés lado acompañante



Figura 4.14 Reposapiés lado conductor



Figura 4.15 Reemplazamiento de la batería



Figura 4.16 Arco de seguridad interior contra vuelco



Figura 4.17 i 4.18 Anclajes arco, parte delantera

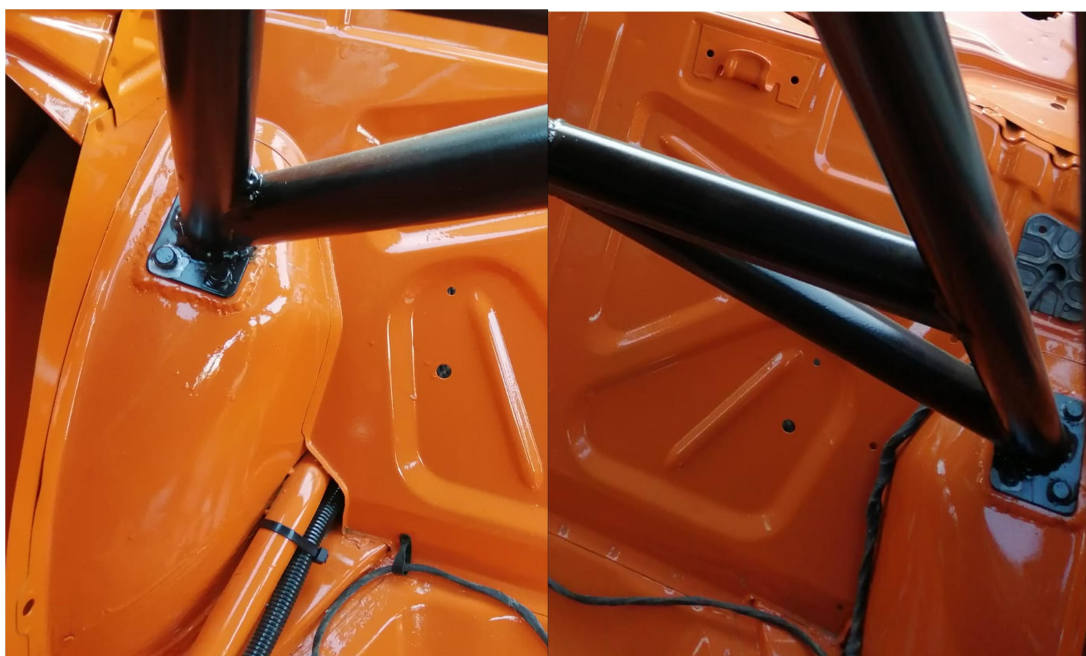


Figura 4.19 i 4.20 Anclajes arco, parte trasera, paso de rueda



Figura 4.21 Sistema suspensió i frenos delanteros



Figura 4.22 Sistema suspensió i frenos traseros



Figura 4.23 Conjunto mangueta delantera, con brazo y amortiguador



Figura 4.24 Bajos vehículo

4.1. Esquema y características antes de la reforma

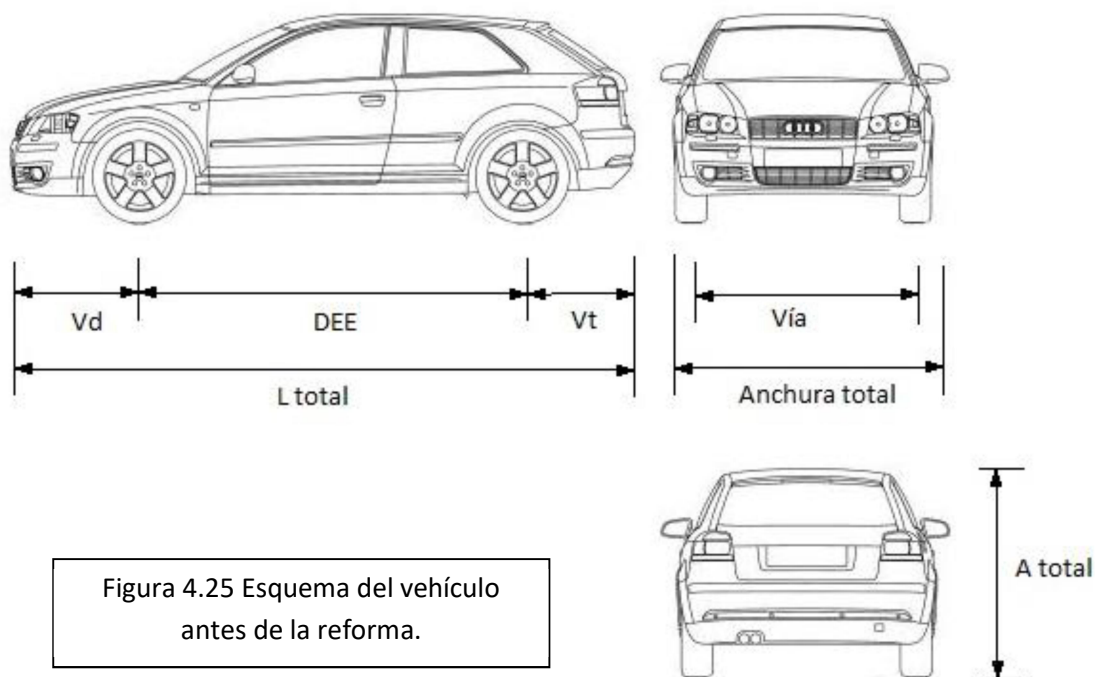
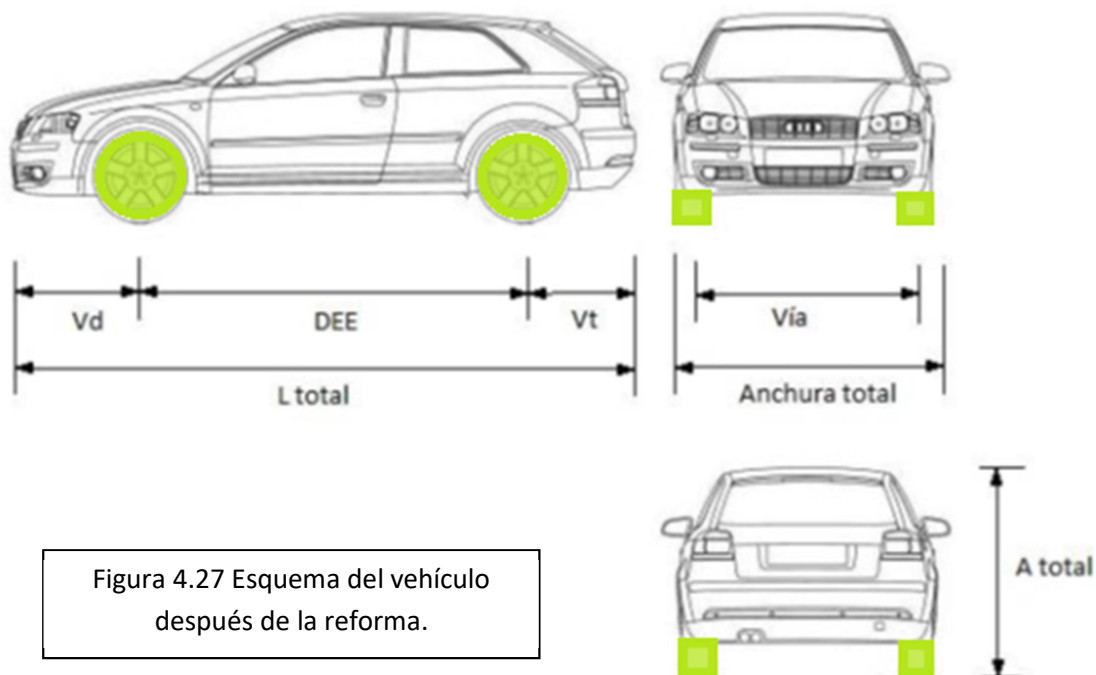


Figura 4.25 Esquema del vehículo antes de la reforma.

Matrícula	GE-3145-AK		Anchura total	1645	mm
Número de bastidor	WBAAB11010AA19136		Altura total	1380	mm
MMA	1505/1525	Kg	Nº plazas asiento	4/5	
MMA 1r eje	775	Kg	Neumáticos	195/65 R14	
MMA 2n eje	835/845	Kg	Fabricante motor	BMW	
Tara	1165	Kg	Principio de funcionamiento	Explosión por encendido	
Vt	996	mm	Código motor	16-4E-1	
DEE	2570	mm	Nº i disposición de cilindros	4 en línea	
L total	4325	mm	Cilindrada	1596	cm ³
Vía 1r eje	1425	mm	Tipo de combustible	Gasolina	
Vía 2n eje	1413	mm	Potencia	74	KW

Figura 4.26 Características del vehículo antes de la reforma

4.2. Esquema y características después de la reforma



Matrícula	GE-3145-AK		Anchura total	1645	mm
Número de bastidor	WBAAB11010AA19136		Altura total	1320	mm
MMA	1505/1525	Kg	Nº plazas asiento	2	
MMA 1r eje	775	Kg	Neumáticos	205/45 R16	
MMA 2n eje	835/845	Kg	Fabricante motor	BMW	
Tara	1165	Kg	Principio de funcionamiento	Explosión por encendido	
Vt	996	mm	Código motor	25-6k-1	
DEE	2570	mm	Nº i disposición de cilindros	6 en línea	
L total	4325	mm	Cilindrada	2494	cm ³
Vía 1r eje	1405	mm	Tipo de combustible	Gasolina	
Vía 2n eje	1405	mm	Potencia	126	KW

Figura 4.28 Características del vehículo después de la reforma

5. Anexos

5.1. Documentación del vehículo: ficha técnica y permiso de circulación



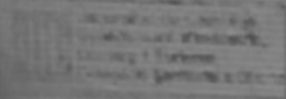
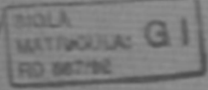
 BMW Ibérica S. A. Calle de la Castellana, 148 28046 MADRID		GE-3145-AK DESTINO	
Número de identificación: WBAAB11010AA19136		N.º CERTIFICADO 9421276	
Clasificación del vehículo:  Turismo			
Marca: B M W Tipo: Turismo Versión: --- Designación comercial: 316i-2 Tara (kg): 1.165/ PTRA/PNA 1.ª E (kg): 1.505/1.525 PTRA/PNA 2.ª E (kg): 775/ PTRA/PNA 3.ª E (kg): 835/ 845 PTRA/PNA 4.ª E (kg): --- PNE 1.ª, C17 (kg): 500/1.200 R.º y dim. neumáticos: 4X175/70 HR14 R.º de avance: 4/5 Velocidad máxima: ---	Clase según E. 28: Altura total (mm): 1.360 Ancho total (mm): 1.645 Via anterior/posterior (mm): 1.425/1.413 Longitud total (mm): 4.325 Voladizo posterior (mm): 996 Distancia eje 1.º/2.º (mm): 2.570 Distancia eje 2.º/3.º (mm): --- Distancia eje 3.º/4.º (mm): --- Distancia 5.ª cda. (mm): --- Motor: Marca B M W Tipo G/16-4E-1 R.º Cilindros/Cilindrada (cm³): 4/ 1596 Potencia fiscal (CV) (kW): 11,63/		
Opciones incluidas en la denominación de tipo: HR14 200/60 HR390 205/55 HR15			
Declaración: VEHICULO IMPORTADO CON DUA N 08219015516 DE FECHA 25/10/89 DE LA ADUANA DE BARCELONA-DEPOSITO FRANCO			
Por las piezas de origen extranjero incorporadas a este vehículo se han satisfecho los correspondientes derechos de Aduana. El absc. firmante, legalmente autorizado por BMW Ibérica S. A. , certifica que el vehículo con grado de homologación B=1292 se ajusta al completamente conforme con el tipo homologado con la contraseña MADRID, 27 de Mayo de 1989 . Firma del Fabricante Nacional/Importador: <i>[Firma]</i>			
Sociedad inscrita en el Reg. Merc. de Madrid, T. 4000 número 0132 de Base 3.ª del L. de Sociedades 7. 107. N. 60.806. Inscri. 1.ª. fecha 24-89. Reformas autorizadas:			
			

Figura 5.1 Ficha técnica del vehículo reformado

Permiso de circulación no disponible debido que aún está a la DGT por alta de la baja temporal que se encontraba el vehículo.

5.2. Ficha de homologación del vehículo objeto de reforma y del vehículo donante de motor.

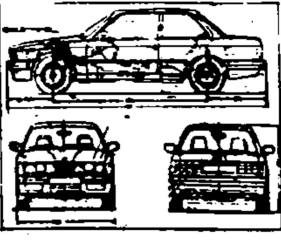
Ficha del vehículo objeto de reforma

FICHA REDUCIDA PARA LOS VEHICULOS DE LA CATEGORIA " M 1 " SEGUN B.O.E. 320/18-12-85

MARCA : B M W CONTRASEÑA DE HOMOLOGACION : B-1292

T I P O	VARIANTES	DEN .COMERC	PARTE FLJA V I N	OBSERVACIONES
316 i/E-30	316iA/E-30	316i 316i 316iA 316iA	WBAAB11 WBAAC11 WBAAB21 WBAAC21	Manual 2 puertas Manual 4 puertas Autom. 2 puertas Autom. 4 puertas

DIMENSIONES PAR 2 y 4 PUERTAS

ESQUEMA Y DIMENSIONES			
	LONG. TOTAL	A	4325 mm
	DIST. EJES	B	2570 mm
	VOLAD. POST	C	996 mm
	ALTURA TOTAL	D	1360-1400 mm
	ANCHO TOTAL	E	1645 mm
	VIA ANTERIOR	F	1403-1425 mm
	VIA POSTERIOR	G	1391-1413 mm
	INTA CERTIFICACION DE TIPO DE VEHICULOS AUTOMOVILES CTVA 054488		

EMPLAZAMIENTO PLACA CONSTRUCTOR : SOBRE EL PASO DE RUEDA DERECHO DELANTERO.
EMPLAZAMIENTO NUMERO BASTIDOR : SOBRE EL PASO DE RUEDA DERECHO O NERVIJO CENTRAL DEL HABITAC.

	MAN-2P	MAN-4 P	AUT.-2P	AUT.-4P
PESOS TECNICOS MAXIMOS ADMISIBLES				
TOTAL	a- 1525	1545	1545	1565
	b- 1505	1525	1525	1545
1 EJE	a- 775	775	780	780
	b- 775	780	775	780
2 EJE	a- 845	865	845	865
	b- 835	835	835	835
TARA	a= 1165	1185	1185	1205
	b= 1165	1185	1185	1205
PMR CF	1200	1200	1200	1200
PMR SF	500	500	500	500

NOTA ACLARATORIA: A= Bastidor Normal B= Bastidor M-Technic

Figura 5.2 Ficha homologación 316i parte 1

BASTIDOR

TIPO ESTRUCTURA AUTO-PORTANTE

SUSPENSION

DELANTERA ... BRAZOS OSC. C/MUELLES HELICOID.

TRASERA ... INDEPEND. C/MUELLES HELICOID.

AMORTIGUADORES

DELANTEROS ... HIDRAULICOS TELESCOPICOS.....

TRASEROS ... HIDRAULICOS TELESCOPICOS.....

BARRA ESTABILIZADORA DEL... X.....TRASERA... OPC.

TRANSMISION

TIPO MANUAL O AUTOMATICA.....

M O T O R

MARCA O FABRICANTE BMW.....

TIPO (SIGLAS) 16-4E-1.....

POTENCIA EFECTICA 74 KW 5500 CV

POTENCIA FISCAL 11,63 CVF Efect. = 74 CW

COMBUSTIBLE GASOLINA.....

Nº CILINDROS 4 Ø 84 mm.....

EMBRAGUE

TIPO MANUAL O CONVERJ. DE PARABLOK

CAJA DE CAMBIO

TIPO ... MANUAL-GETRAG 6 ZF. AUTOMATIZADA...

MANDO ... POR PALANCA.....

Nº DE RELACIONES 5 MA 6 4 + MA.....

DISPOSITIVO DE ALUMBRADO Y SERIALIZACION

Nº PROYECTORES CORTO ALCANCE 2.....

Nº PROYECTORES LARGO ALCANCE 2.....

Nº PROYECTORES MARCHA ATRAS 2.....

Nº PROYEC. ANTINEBLAS DEL. 2 OPC.....

Nº Projec. ANTINEBLAS TRAS. 1 ó 2 OPC.....

DIRECCION

DIAMETRO DEL VOLANTE .. 300-400 MM OPC.....

NEUMATICOS

NUMERO .. 4 más uno de repuesto.....

DIMENSIONES .. 175/70 HR-14-195/65 HR-14 OPC.....

OPCIONALES .. 200/60 HR-365-205/55 HR-5.....

DISPOSITIVO DE FRENO

SERVICIO .. Hidráulico a las 4 ruedas.....

ESTACIONAMIENTO Mecánica posterior.....

SOCORRO Independ. Disposición en doble T.....

ASISTENCIA SI .. X .. NO.....

INSTALACION ELECTRICA

TENSION A 12 VOLTIOS

BATERIA 44-90 A/H VOLT. 12..

ALTERNADOR 210 1230 W 14 Voltios.....

SISTEMA DE REFRIGERACION

TIPO ... AGUA-BOMBA CENTR-RAY.PASS..

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

CAPACIDAD DEPOSITO 55-63 LITROS

EQUIPAMIENTOS

ESPEJOS RETROVISORES

EXTERIORES Uno o opcional 2.....

INTERIORES .. Una sujeta al techo o parabrisas

ASIENTOS

Nº DE PLAZAS S.P. 4-5 plazas

P U E R T A S 2 ó 4 - Detrás/Delante

RUIDO A VEHICULO PARADO 85 dB

REFEREN. SILENC. DELANT. 1719497.....

SILENCIOSO INTERMEDIO 1719404.....

SILENCIOSO POSTERIOR

INTA
CERTIFICACION DE TIPO DE
VEHICULOS AUTOMOVILES
CTVA 054169

FECHA	REVISION	ANULA A LA DE FECHA

Figura 5.3 Ficha homologación 316i parte 2



Ficha del vehículo donante de motor

FICHA REDUCIDA PARA LOS VEHICULOS DE LA CATEGORIA " M 1 " SEGUN B.O.E. 320/18-12-85

MARCA : B M W

CONTRASEÑA DE HOMOLOGACION : B-1381

T I P O	VARIANTES	DEN .COMERC	PARTE FIJA V I N	OBSERVACIONES
325i/E-30-2		325i	*WBAAA11*	Man 2 P c/s CAT.
	325i /E-30-2	325i	*WBAAD11*	Man 4 P c/s CAT
	325iA/E-30-2	325iA	*WBAAA21*	AUT 2 P c/s CAT
	325iA/E-30-2	325iA	*WBAAD21*	AUT 4 P c/s CAT
	325i /E-30-2 C	325i CAB	*WBABB11*	Man 2 P c/s CAT
	325iA/E-30-2 C	325iA CAB	*WBABB21*	AUT 2 P c/s CAT

ESQUEMAS	2 PUERTAS	4 PUERTAS	Y CABRIOLET
	LONG. TOTAL	A	4325
	DIST. EJES	B	2570
	VOLAD. POST	C	996
	ALTURA TOTAL	D	1360 - 1400
	ANCHO TOTAL	E	1645
	VIA ANTERIOR	F	1403 - 1425
	VIA POSTERIOR	G	1391 - 1413

INTA
CERTIFICACION DE TIPO DE
VEHICULOS AUTOMOVILES
CTVA 051389

EMPLAZAMIENTO PLACA CONSTRUCTOR : SOBRE EL PASO DE RUEDA DERECHO DELANTERO. SOBRE EL FARO
EMPLAZAMIENTO NUMERO BASTIDOR : SOBRE EL PASO DE RUEDA DERECHO O NERVIJO CENTRAL DEL HABITAC.

	MAN 2 P	MAN 4 P	AUT 2 P	AUT 4 P	MAN CAB	AUT CAB	MAN 5 P	AUT 5 P
PESOS TECNICOS MAXIMOS ADMISIBLES CON BASTIDOR NORMAL Y ESPECIAL								
TOTAL	A	1640	1680	1660	1700	1710	1730	
	B	1620	1660	1640	1680	1690	1710	
1 EJE	A	820	825	820	825	865	865	
	B	820	825	820	825	865	865	
2 EJE	A	905	925	905	925	935	935	
	B	880	880	880	880	880	880	
TARA	A	1280	1320	1300	1340	1410	1430	
	B	1280	1320	1300	1340	1410	1430	
PMR CF		1200	1200	1200	1200	1200	1200	
PMR SF		500	500	500	500	500	500	

A= Pesos con bastidor NORMAL B= Pesos con bastidor SPORT

Figura 5.4 Ficha homologación 325i parte 1

BASTIDOR

TIPO ESTRUCTURA AUTO-PORTANTE

SUSPENSION

DELANTERA BRAZOS OSCILANTES C/MUELLES HEL.
TRASERA INDEP. C/ MUELLES HELICOIDALES

AMORTIGUADORES

DELANTEROS HIDRAULICOS TELESCOPICOS
TRASEROS HIDRAULICOS TELESCOPICOS
BARRA ESTABILIZADORA DEL. SI TRASERA OPC

TRANSMISION

TIPO MECANICA A LAS RUEDAS TRASERAS

MOTOR

MARKA O FABRICANTE BMW
TIPO (SIGLAS) 25-6K-1 2494 c.c
POTENCIA EFECTICA 125 KW
POTENCIA FISCAL 17,88 CVP
COMBUSTIBLE GASOLINA CON O SIN PLOMO
NO CILINDROS 6 EN LINEA Ø 84 mm

EMBRAGUE

TIPO MANUAL O CONVERTIDOR DE PAR TRILOK

CAJA DE CAMBIO

TIPO MAN-GETRAG 6. SP AUTOM= SP
MANDO POR PALANCA
NO DE RELACIONES 5 + MA ó 4 + MA

DISPOSITIVO DE ALIMBRADO Y SEÑALIZACION

NO PROYECTORES CORTO ALCANCE 2
NO PROYECTORES LARGO ALCANCE 2
NO PROYECTORES MARCHA XTRAS 2
NO PROYEC. ANTINEBLAS DEL. 2 opc
NO Proyec. ANTINEBLAS TRAS. 1 ó 2 opc

DIRECCION

DIAMETRO DEL VOLANTE 380 - 400 mm opc

NEUMATICOS

NUMERO 4 MAS UNO DE REPUESTO
DIMENSIONES 195/65 VR ó ER-14
OPCIONALES 200/60 R-14 ó 205/55 R-14
DISPOSITIVO DE FRENO 195/65 R-14 M+S

SERVICIO HIDRAULICO A LAS 4 RUEDAS
ESTACIONAMIENTO MECANICO POSTERIOR
SOCORRO INDEP DISPOS. EN DOBLE I
ASISTENCIA SI X NO

INSTALACION ELECTRICA

TENSION A 12 VOLTIOS
BATERIA 44 - 90 A/h VOLT. 12
ALTERNADOR 910 - 1120 W 14 VOLT

SISTEMA DE REFRIGERACION

TIPO AGUA BOMBA CENTR. BAY-PASS

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

CAPACIDAD DEPOSITO 55 - 63 LITROS

EQUIPAMIENTO

ESPEJOS RETROVISORES
EXTERIORES UNO OPC DOS
INTERIORES UNO SUJETO AL TECHO/PANOR

ASIENTOS

NO DE PLAZAS S.P. 4 - 5 PLAZAS
PUERTAS 2 y 4 PUERTAS
RUIDO A VEHICULO PARADO 86 db(A)
REFEREN. SILENC. DELANT. 1 712 187
CATALIZADOR 1 711 838/848
SILENCIOSO POSTERIOR 1 712 085

FECHA	REVISION	ANULA A LA DE FECHA
Septiembre '89		

INTA
CERTIFICACION DE TIPO DE
VEHICULOS AUTOMOVILES
CTVA-05/389

Figura 5.5 Ficha homologación 325i parte 2