



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Modificación de un automóvil estándar para el circuito de  
Yahuarcocha**

**José Eduardo Villagómez Espinoza**

**Gonzalo Tayupanta, MSc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito

para la obtención del título de Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, julio 2014

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Modificación de un automóvil estándar para el circuito de  
Yahuarcocha**

**José Eduardo Villagómez Espinoza**

Gonzalo Tayupanta, MSc .....

Director de Tesis

Eddy Villalobos, MSc .....

Miembro del comité de Tesis

José Martínez, MSc .....

Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D. ....

Decana Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, Julio 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: José Eduardo Villagómez Espinoza

C. I.: 1716891070

Fecha: Quito, julio 2014

## **DEDICATORIA**

Esta Tesis está dedicada a todas las personas que son apasionados por los autos que hacen que cada vez el deporte tuerca crezca y tome el campo que se merece en nuestro país. Para la gente que sabe el esfuerzo y dedicación, aparte del talento y perseverancia que son indispensables para poder sobresalir entre la gente dentro de este deporte. Por último está dedicada a mis familiares que me han brindado su apoyo y los que han inculcado en mí mi interés por los autos.

## **AGRADECIMIENTO**

Para la realización de esta tesis, quiero dar un especial agradecimiento a mis padres Loly Espinoza y Fernando Villagómez, que sin ellos el nivel al que se ha realizado la modificación del proyecto no hubiese sido posible, además de haberme dado la oportunidad de pertenecer a una prestigiosa universidad y hacer posible mi nivel de educación superior en Electromecánica Automotriz. Quiero hacer un especial nombramiento a mis principales profesores que han sido parte de mi formación académica:

- Christian Constante
- Pablo Nuñez
- Gonzalo Tayupanta
- José Martinez
- Eddy Villalobos
- Jaime Ocampo
- Felipe Vacas

## RESUMEN

En este documento se encuentra la información principal a tomar en cuenta al momento de pensar en la preparación de un auto de calle en uno para carreras, es por eso que se llama “Modificación de un automóvil estándar para el circuito de Yahuarcocha”. Claramente está enfocado a personas que tengan intención de realizar alguna modificación a su auto sin tener mucho conocimiento sobre el cual poder estar seguros de que el cambio que se realizará sea acertado y saber que el dinero invertido está bien aprovechado sin tener que incurrir a gastos excesivos. Es claro que mientras mayor se requiera que sea el rendimiento de un auto cada modificación más alta nos ayudará menos y será más costosa. Es por esto que se ha empezado realizando una pequeña explicación sobre lo que busca un auto estándar y sus limitaciones para buscar el confort el cual será sacrificado por cada modificación realizada. En el primer capítulo, se puede encontrar información sobre potenciación de motor y algunos consejos de trabajos muy simples que pueden contribuir al rendimiento del auto empezando por componentes externos del motor que pueden ser modificados hasta los componentes internos dividiendo el motor entre Culata y Bloque de motor. El segundo capítulo se centra en cajas de cambios, sus componentes y las opciones que se pueden realizar y aspectos a tomar en cuenta al momento de realizar los cambios y los beneficios de cada uno de estos. El tercer capítulo consiste en la modificación de suspensiones y neumáticos además de aspectos a tomar en cuenta al momento de ajustar la suspensión. En el cuarto capítulo muestra procedimientos sobre la realización del proyecto y aplicación del marco teórico de esta tesis. En el quinto capítulo se encuentran los resultados del proyecto en la pista de Yahuarcocha, por medio de los cuales se ha llegado a

la conclusión de que las mejores modificaciones en un auto están en la caja de cambios y la suspensión, además de no realizar muchos cambios al mismo tiempo.

## **ABSTRACT**

In this document, we can find the principal information about performing a standard car into a race car that's why this document is called "Modifications of a standard car for Yahuarcocha track". Clearly, this is focused to people who have some intention to modify their cars without the knowledge necessary to be sure about the use of any change and if the cash paid is a good investment for the car performance. Every change made in the car any time it would be more expensive and useless. For this reason, in this document, we started explaining about the comfortability that a standard car reach being the reason why the total power of the car is restricted. In the first chapter, we can find information about performing an engine and some advices of very easy changes that help the perform of the car. This changes, are separated in extern components and intern components that could be modified explaining every part of the cylinder block and the cylinder head. The second chapter is about everything of gearbox, the parts, the changes and the benefits of each one. The third chapter is about the suspension and tires of the car, also it explains some aspects to consider when we set the suspension. At fourth chapter is showed the project step by step about all changes maded in the car and how to do them. Finally, the fifth chapter shows the results at Yahuarcocha race track, explaining the reasons why we can make a conclusion that the best changes that we could make in a car are in the suspension and the gearbox. Also now we know that make a lot of changes at the same time is not a good idea.

## Índice

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 7  |
| ABSTRACT .....  | 9  |
| Índice .....  | 10 |
| Lista de Tablas .....   | 12 |
| Lista de Gráficos .....   | 12 |
| Introducción: .....   | 15 |
| Capítulo 1 .....  | 17 |
| 1. Potenciación de un motor .....                               | 17 |
| 1.1 Tipos de motor .....  | 17 |
| 1.2 Componentes externos: .....                                 | 17 |
| 1.2.1 Tuberías de escape para motores de aspirado natural ..... | 17 |
| 1.2.1.1 Múltiple de escape: .....                               | 17 |
| 1.2.1.2 Tuberías de Escape .....                                | 19 |
| 1.2.1.3 Catalizadores de alto flujo .....                       | 21 |
| 1.2.1.4 Pre-silenciadores .....                                 | 22 |
| 1.2.1.5 Silenciadores .....                                     | 23 |
| Silenciador normal .....  | 23 |
| Silenciador de alto Flujo .....                                 | 24 |
| Notas de particularidades de algunos autos: .....               | 24 |
| 1.2.2 Tuberías de escape para turbo: .....                      | 25 |
| 1.2.3 Admisión: .....   | 25 |
| 1.2.3.1 Motores de Aspirado natural .....                       | 25 |
| 1.2.3.2 Turbo: .....  | 26 |
| 1.2.4 Aligeramiento de piezas motrices .....                    | 26 |
| 1.2.5 Eliminación de calor en la admisión. ....                 | 28 |
| 1.3 Componentes internos .....                                  | 30 |
| 1.3.1 Culata: .....   | 30 |
| 1.3.1.1 Pulir Toberas .....                                     | 32 |
| 1.3.1.2 Válvulas, resortes y retenedores .....                  | 33 |
| 1.3.1.3 Árboles de levas: .....                                 | 34 |
| Sincronismo de Válvulas .....                                   | 34 |
| Geometría de Lóbulos de Levas .....                             | 35 |
| Modificación de Levas .....                                     | 35 |
| 1.3.1.4 Poleas de árbol de levas .....                          | 36 |
| 1.3.1.5 Junta de la culata: .....                               | 36 |
| 1.3.2 Bloque de motor: .....                                    | 37 |
| 1.3.2.1 Bloque de cilindros: .....                              | 37 |
| 1.3.2.2 Camisas endurecidas: .....                              | 38 |
| 1.3.2.3 Guarda Block (Block guard): .....                       | 38 |
| 1.3.2.4 Pistones: .....   | 39 |
| 1.3.2.4 Bielas: .....   | 42 |
| 1.3.2.5 Cigüeñal: .....   | 43 |
| Capítulo 2 .....  | 45 |
| 2. Preparación de una caja de cambios. ....                     | 45 |
| 2.1 La caja de cambios: .....                                   | 45 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.2 Cono y corona: .....   | 46  |
| 2.3 Piñones: .....   | 47  |
| 2.4 Diferencial .....  | 48  |
| 2.4.1 Autoblocante: .....  | 49  |
| 2.4.2 Diferencial viscoso o Ferguson: .....                            | 50  |
| 2.4.3 Diferencial Torsen .....   | 52  |
| 2.4.4 Diferencial autoblocante por discos de fricción: .....           | 54  |
| Capítulo 3 .....   | 59  |
| 3. Suspensiones y llantas .....  | 59  |
| 3.1 Suspensión: .....  | 59  |
| 3.1.1 Espirales .....  | 60  |
| 3.1.2 Amortiguadores .....   | 60  |
| 3.1.3 Bujes .....  | 60  |
| 3.1.4 Brazos oblicuos de suspensión regulables ó mesas regulables..... | 61  |
| 3.2 La Alineación: .....   | 62  |
| 3.2.1 Convergencia: .....  | 62  |
| 3.2.2 Cámbor .....   | 63  |
| 3.2.3 Cáster .....   | 64  |
| 3.3 Los Neumáticos .....   | 65  |
| 3.3.1 Medidas .....  | 65  |
| 3.3.2 Otras especificaciones: .....                                    | 65  |
| Capítulo 4 .....   | 67  |
| 4. Proyecto: .....   | 67  |
| 4.1 Cambio de motor .....  | 68  |
| 4.2 Modificaciones de motor .....                                      | 70  |
| 4.2.1 Cambio de pistones.....  | 70  |
| 4.2.2 Aumento de cilindraje .....                                      | 70  |
| 4.2.3 Culata de distribución variable.....                             | 71  |
| 4.2.4 Pulir toberas.....   | 79  |
| 4.3 Modificaciones de caja de cambios .....                            | 80  |
| 4.4 Modificaciones de suspensión .....                                 | 84  |
| 4.5 Modificaciones de frenos.....                                      | 88  |
| 4.6 Otras modificaciones .....   | 93  |
| 4.6.1 Reducción de peso en piezas motrices. ....                       | 93  |
| 4.6.2 Modificación sistema eléctrico.....                              | 95  |
| 4.7 Modificación de computadora (ECU) .....                            | 99  |
| Capítulo 5 .....   | 103 |
| 5. Pruebas realizadas: .....   | 103 |
| 5.1 Primera Prueba .....   | 104 |
| 5.2 Segunda Prueba .....   | 105 |
| 5.3 Tercera prueba .....   | 106 |
| 5.4 Cuarta prueba.....   | 107 |
| 5.5 Quinta Prueba .....  | 108 |
| 5.6 Sexta prueba .....   | 111 |
| 6. Conclusiones.....   | 113 |
| Recomendaciones .....  | 115 |
| Glosario: .....  | 116 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| Bibliografía:..... | 119 |
|--------------------|-----|

### Lista de Tablas

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1 Diámetro para tubos de Múltiples de escape.....                        | 18  |
| Tabla 2 Diámetro para tubo de escape libre .....                               | 20  |
| Tabla 3 Relación caja Integra LS .....   | 80  |
| Tabla 4 Relación caja integra 4.4 cono y corona.....                           | 81  |
| Tabla 5 Relación caja Integra GSR .....  | 82  |
| Tabla 6 Caja de cambios final .....  | 84  |
| Tabla 7 Alineación Final .....   | 88  |
| Tabla 8 Parciales D15B8 stock.....   | 104 |
| Tabla 9 Parciales B18B3 stock.....   | 105 |
| Tabla 10 Parciales B18B3 Stock Coil Overs 10kg/mm 8Kg/mm .....                 | 106 |
| Tabla 11 Tabla piñones LS y piñones GSR.....                                   | 107 |
| Tabla 12 Tabla parciales B18B3 Piñones GSR 4.40 Coil Overs 10kg/mm 8Kg/mm..... | 108 |
| Tabla 13 Tabla cambios de caja finales.....                                    | 109 |
| Tabla 14 Prueba 5 .....  | 110 |
| Tabla 15 Prueba 6.....   | 111 |

### Lista de Gráficos

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 Diseño 4 -2 -1 .....                   | 19 |
| Gráfico 2 Diseño 4 – 4 – 1.....                  | 19 |
| Gráfico 3 Tuberías de Escape.....                | 20 |
| Gráfico 4 Tubería de escape colocada.....        | 21 |
| Gráfico 5 Catalizadores de alto flujo.....       | 22 |
| Gráfico 6 Pre-silenciadores .....                | 22 |
| Gráfico 7 Silenciador normal .....               | 23 |
| Gráfico 8 Silenciador de alto flujo .....        | 24 |
| Gráfico 9 Muffler.....                           | 24 |
| Gráfico 10 Admisión libre.....                   | 26 |
| Gráfico 11 Aligeramiento polea de cigüeñal ..... | 28 |
| Gráfico 12 Culata.....                           | 30 |
| Gráfico 13 Válvula .....                         | 33 |
| Gráfico 14 Geometría de Lóbulos de Levas .....   | 35 |
| Gráfico 15 Modificación de levas .....           | 36 |
| Gráfico 16 Guarda Block.....                     | 38 |
| Gráfico 17 Pistón.....                           | 39 |
| Gráfico 18 Cabeza de Pistón .....                | 40 |
| Gráfico 19 Medidas de Anillos de Pistón.....     | 41 |
| Gráfico 20 Bielas .....                          | 42 |
| Gráfico 21 Cigüeñal.....                         | 43 |
| Gráfico 22 Bomba de Aceite .....                 | 44 |
| Gráfico 23 Partes de una Caja de Cambios .....   | 45 |

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 24 Cono y Corona Normal .....  | 46 |
| Gráfico 25 Cono y corona de dientes rectos .....   | 47 |
| Gráfico 26 Diferencial - Autoblocante .....  | 49 |
| Gráfico 27 Diferencial Viscoso o Ferguson .....  | 50 |
| Gráfico 28 Posición del viscoacoplador en la transmisión.....                            | 52 |
| Gráfico 29 Engranajes internos del Torsen .....  | 53 |
| Gráfico 30 Diferencial Torsen para eje delantero o trasero.....                          | 54 |
| Gráfico 31 Diferencial Autoblocante por discos de Fricción.....                          | 55 |
| Gráfico 32 Estructura interna de un diferencial autoblocante por discos de fricción..... | 56 |
| Gráfico 33 Desplazamiento del diferencial autoblocante .....                             | 57 |
| Gráfico 34 Convergencia.....   | 62 |
| Gráfico 35 Cámbier .....   | 63 |
| Gráfico 36 Caster.....   | 64 |
| Gráfico 37 Auto de Prueba (Villagómez, 2010) .....                                       | 68 |
| Gráfico 38 Cambio de motor B18B3.....  | 69 |
| Gráfico 39 Pistones PR4 y PR3 (Villagómez, 2013).....                                    | 70 |
| Gráfico 40 Vista de motor culata DOHC .....  | 71 |
| Gráfico 41 Culata DOCH VTEC.....   | 71 |
| Gráfico 42 Vista de Block desmontada la culata.....                                      | 72 |
| Gráfico 43 Perno Original DOCH VTEC y Espárrago DOCH .....                               | 72 |
| Gráfico 44 Instalación espárragos .....  | 73 |
| Gráfico 45 Secuencia línea de aceite VTEC .....  | 73 |
| Gráfico 46 Suspensión de paso de aceite culata DOHC VTEC .....                           | 74 |
| Gráfico 47 Colocación acople línea de aceite .....                                       | 74 |
| Gráfico 48 Guías de doble medida .....   | 75 |
| Gráfico 49 Colocación de la línea de aceite .....  | 75 |
| Gráfico 50 Modificaciones en la distribución para DOCH VTEC.....                         | 76 |
| Gráfico 51 Ensamblaje culata VTEC .....  | 76 |
| Gráfico 52 Vista de motor Culata VTEC .....  | 77 |
| Gráfico 53 Radiador de aceite .....  | 78 |
| Gráfico 54 Secuencia radiador de aceite enfriado por agua .....                          | 79 |
| Gráfico 55 Bomba de agua eléctrica.....  | 79 |
| Gráfico 56 Pulir toberas.....  | 80 |
| Gráfico 57 Caja serie B .....  | 81 |
| Gráfico 58 Cambio 3ra,4ta y 5ta .....  | 82 |
| Gráfico 59 Amortiguador Koni Espiral Skunk2.....   | 85 |
| Gráfico 60 Suspensión D2.....  | 85 |
| Gráfico 61 Reemplazo espirales regulables por suspensión D2.....                         | 86 |
| Gráfico 62 Mesas inferiores traseras .....   | 87 |
| Gráfico 63 Mesas Regulables .....  | 87 |
| Gráfico 64 Bomba y servo de frenos .....   | 88 |
| Gráfico 65 Frenos de disco traseros .....  | 89 |
| Gráfico 66 Sistema de frenos delanteros Civic Integra .....                              | 90 |
| Gráfico 67 Frenos delanteros Integra CRV .....   | 90 |
| Gráfico 68 Adaptación discos 4 huecos .....  | 91 |
| Gráfico 69 Bocín disco de freno.....   | 92 |
| Gráfico 70 Adaptación mordazas CRV .....   | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 71 Diámetro discos de freno Integra CRV .....           | 93  |
| Gráfico 72 Diámetro pistón mordaza CRV .....                    | 93  |
| Gráfico 73 Volantes de inercia .....                            | 94  |
| Gráfico 74 Secuencia fotos polea banda de servicios.....        | 94  |
| Gráfico 75 Cableado de motor original .....                     | 95  |
| Gráfico 76 Ramal desarmado para re direccionar cables .....     | 96  |
| Gráfico 77 Armado de cableado .....                             | 96  |
| Gráfico 78 Direccionamiento de cableado .....                   | 97  |
| Gráfico 79 Ramal direccionado a un solo lugar .....             | 97  |
| Gráfico 80 Orificios de cableado original suspendidos.....      | 98  |
| Gráfico 81 Re-direccionamiento de ramal de cables interior..... | 98  |
| Gráfico 82 Cableado ECU re-direccionamiento.....                | 99  |
| Gráfico 83 Montaje de motor con nuevo cableado.....             | 99  |
| Gráfico 84 Vista SManager .....                                 | 100 |
| Gráfico 85 SManager tables .....                                | 101 |
| Gráfico 86 Trazado Yahuarcocha con parciales 1 .....            | 103 |

## **Introducción:**

En la actualidad el acceso a tener un automóvil es cada vez más fácil, por lo que cada vez existen más grupos de jóvenes y adultos que se interesan por personalizar un poco su auto con propósitos diferentes como: que se vea diferente, que sea un poco más rápido, etc. Muchas veces es posible que por cuestiones de dinero, mal asesoramiento o ignorancia en el tema, se tomen malas decisiones en cuanto a realizar cambios en un automóvil. Estas acciones pueden traer como resultado peligro para las personas que manejan sus autos y por ende para toda la gente que maneja en las vías, además de un mal gasto de dinero porque muchas veces la gente vende cosas que no sirven por negocio y a la final cuando ya se enteran de que es lo que en verdad sirve hay que incurrir en lo que sería un doble gasto.

Por estas y muchas más razones han sido motivo para desarrollar esta tesis donde el objetivo está en demostrar en cuanto puede mejorar cada cambio en un auto y de esta manera poder crear una guía para principiantes sobre los cambios que se pueden realizar en los autos y como puede ser bien aprovechado cada uno de estos cambios. Para tener en que basar las conclusiones se desarrollará un proyecto en el cual se probará toda la teoría explicada en la tesis donde se comprobará los resultados. Como hipótesis se dirá que mientras más potencia tenga un motor, el auto deberá tener compensaciones y ser balanceado nuevamente.

El diseño de los autos a través de los tiempos se ha ido desarrollando conforme los diseñadores han ido viendo lo de más agrado para la gente y como ha ido cambiando el estado de la humanidad, es decir la situación del mundo como por ejemplo, la escasez del petróleo o el cuidado del medio ambiente. Para esto cada vez se trata de optimizar el funcionamiento y el diseño de los mismos en base a los avances tecnológicos en general, ya

que cada uno de estos ha sido incorporado de alguna manera a los autos desde un celular hasta tecnología para aviones. Son tres ámbitos en general en los que se piensa al momento de diseñar un auto: Confort, ahorro y seguridad.

El confort en un auto estándar viene dado por muchos factores desde la aerodinámica hasta el diseño del asiento. Cada uno de los componentes en un automóvil juega un papel crucial en la ergonomía del mismo y a su vez en la seguridad, es por esto que se lo debe ver como un conjunto y no por partes separadas. Algunos ejemplos pueden ser, la suspensión del auto que debe ser pensada para la seguridad al momento de conducir en diferentes circunstancias como seco o mojado, además del tipo y tamaño de las llantas y la alineación. Esto es solo un ejemplo de todo en lo que en realidad se debe pensar al momento de diseñar un auto. Es necesario mencionar que la dificultad de producción de los autos de los fabricantes radica en las limitaciones que tienen al tener que cumplir con ciertas normas de seguridad y confort. Es por esto que un auto de fábrica no muestra un verdadero potencial ya que tiene restricciones de mercado como por ejemplo emisiones de gases, consumo de combustible, aire acondicionado, ruidos, etc. Es por esto que en los próximos capítulos veremos modificaciones que se pueden hacer para un mejor aprovechamiento y rendimiento en general de un auto. No está por demás mencionar que en cada uno de los cambios que se realizarán a un auto estándar se sacrificará mucho del confort.

## Capítulo 1

### 1. Potenciación de un motor

Cuando se quiere potenciar un auto en lo primero que usualmente se piensa es en aumentar la potencia del motor, por lo que este capítulo servirá como una guía sobre las posibles opciones que se pueden tomar en cuenta al momento de empezar a preparar un auto y tener un cierto enfoque desde el principio hacia futuro sobre cómo se quiere continuar con la preparación, esto es importante ya que es bueno evitar un doble gasto o gastos vanos.

#### 1.1 Tipos de motor

En un principio en lo que fundamentalmente es necesario estar claro en el tipo de preparación que se quiere seguir, es decir si se quiere hacer un motor Turbo o un N/A (Aspirado natural). La preparación entre el uno y el otro es totalmente distinta en cuanto a las piezas y diseño del motor así como también como componentes externos que contribuyen al desempeño del mismo.

#### 1.2 Componentes externos:

Existen algunos componentes que se puede empezar a cambiar en un auto para aumentar la potencia sin realizar modificaciones internas en el motor, es decir los componentes externos que también contribuyen al buen desarrollo del motor.

##### 1.2.1 Tuberías de escape para motores de aspirado natural

###### 1.2.1.1 Múltiple de escape:

Es muy importante en un auto de aspiración natural, ya que lo que se trata de hacer con este es repartir la salida de los gases de escape de tal manera que no se choquen entre sí, es decir

entre los gases producto de la combustión de cada cilindro. De esta manera se consigue un mejor desfogue de los gases evitando que el motor tenga que ocupar mucha de su fuerza inercial para empujar con el pistón estos gases de escape.

Existen algunos diseños de Múltiples de escape pero principalmente son dos los que son llamados 4-2-1 y 4-4-1, por su diseño suponiendo que se está trabajando en un motor de 4 cilindros. Hay que tomar en cuenta también el ancho de los tubos y que el largo de cada uno de estos sea igual a los demás. El ancho de los tubos se puede decir que está predefinido en la siguiente tabla para los distintos rangos de cilindrajes suponiendo que son motores que funcionarán a un régimen máximo de 7000RPM en la sierra sobre los 1000m sobre el nivel del mar.

| <b>Diámetro para tubos de Múltiples de escape</b> |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Cilindraje</b>                                 | <b>Diámetro tubo (pulgadas)</b> |
| 1000cc  | 1/2 Pulgada                     |
| 1050cc - 1300cc                                   | 1 pulgada                       |
| 1400cc - 16050cc                                  | 1.25 pulgadas                   |
| 1700cc - 2000cc                                   | 1.5 pulgadas                    |
| 2000cc - 2500cc                                   | 1.75 pulgadas                   |

(El Autor)

**Tabla 1 Diámetro para tubos de Múltiples de escape**

Gráfico 1 Diseño 4 -2 -1



Fuente: <http://honda-tech.com/showthread.php?t=2052395>

Gráfico 2 Diseño 4 - 4 - 1



Fuente: <http://www.redline360.com/garage/4-1-vs-4-2-1-headers-what-is-the-difference-what-makes-more-power>

### 1.2.1.2 Tuberías de Escape

Para complementar el funcionamiento del Múltiple de escape es necesario aumentar el flujo de la tubería de escape donde habrá que reemplazar los pre-silenciadores, catalizadores y silenciadores por unos de alto flujo, además del ancho del tubo del que está hecha la tubería. Se aconseja hacer la tubería guiándose mediante la siguiente tabla ya que si se la

hace de mucho diámetro el motor del auto se descomprime y en lugar de ganar se pierde fuerza. La siguiente tabla es pensada en una altura de sobre los 1000m del mar.

| <b>Diametro para tubo de escape libre</b> |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Cilindraje</b>                         | <b>Diametro tubo (pulgadas)</b> |
| 1000cc                                    | 1 Pulgada                       |
| 1050cc - 1300cc                           | 1.5 pulgadas                    |
| 1400cc - 16050cc                          | 1.75 pulgadas                   |
| 1700cc - 2000cc                           | 2 pulgadas                      |
| 2000cc - 2500cc                           | 2.25 pulgadas                   |

**Tabla 2 Diámetro para tubo de escape libre**  
(El Autor)



**Gráfico 3 Tuberías de Escape**

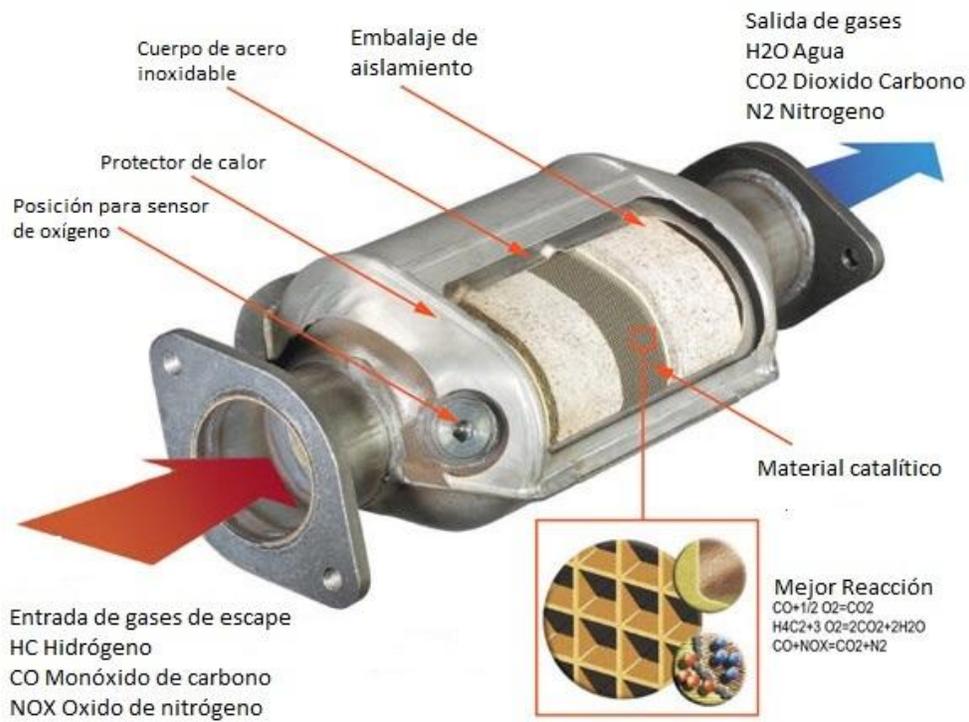
(Villagómez, 2009)

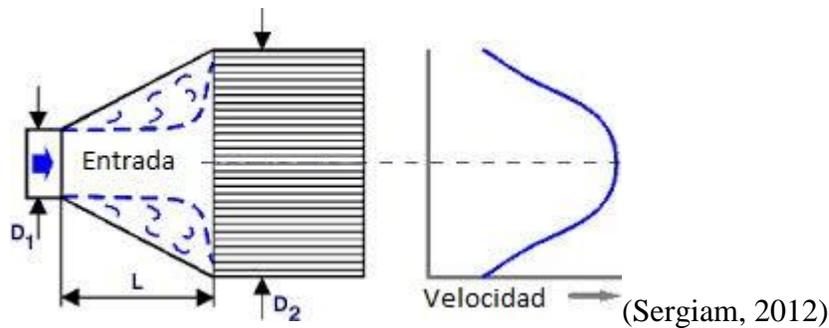


Gráfico 4 Tubería de escape colocada

(Villagómez, 2009)

### 1.2.1.3 Catalizadores de alto flujo





**Gráfico 5 Catalizadores de alto flujo**

Como se puede ver en la figura el catalizador de alto flujo trata de no frenar los gases a momento de pasar por él. Si nos fijamos  $D_1$  es el diámetro del tubo que viene desde el Header, la distancia  $L$  es muy importante ya que depende de esta que los gases mantengan su velocidad hasta llegar a  $D_2$ , que es el diámetro de el catalizador. La sección de  $D_2$  debe depender del ancho de tubo que se está usando en la tubería, es decir debe ser proporcional. Se lo llama silenciador de alto flujo ya que después de pasar  $D_2$  el momento que se encoje la sección los gases recuperan velocidad y son desfogados rápidamente.

#### 1.2.1.4 Pre-silenciadores

Los pre-silenciadores son como su nombre lo indica silenciadores antes del silenciador principal. Los pre-silenciadores deben tener un diámetro de tubo interno igual al de la tubería y entre el tubo interno y el externo debe llevar abundante lana de vidrio. El ancho del tubo externo que se quiera poner depende del espacio que se dispone y de cuanto se requiera reducir los decibeles (Db) del sonido del escape.



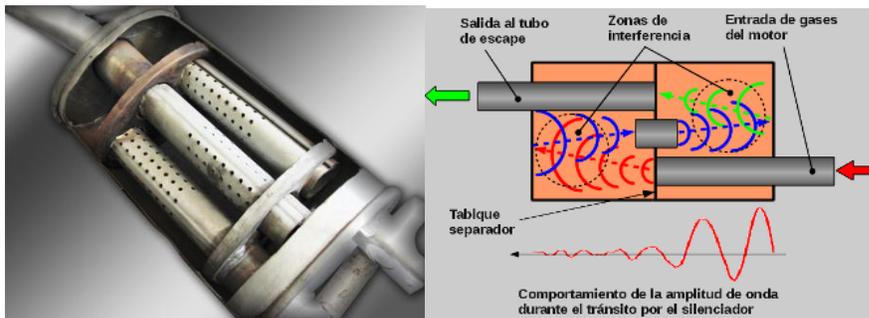
(Villagómez, 2010)

**Gráfico 6 Pre-silenciadores**

### 1.2.1.5 Silenciadores

Los silenciadores que son de equipo original son los encargados de eliminar por completo el ruido al final del escape, pero para esto los gases deben pasar de cierta forma por las perforaciones internas de los tubos que limitan la velocidad de salida de los gases de escape y generan turbulencias por lo que hay una gran pérdida de potencia allí.

#### Silenciador normal



Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisescape.html>

#### Gráfico 7 Silenciador normal

Este debe ser reemplazado por algo que no genere tantas turbulencias y que ayude a desfogar rápidamente los gases de escape para esto existen dos opciones los silenciadores de alto flujo que eliminan en gran manera el ruido sin afectar en gran medida la potencia y los Mufflers o también conocidos como Resonadores que son algo muy parecido a un pre-silenciador solo que un poco más anchos para eliminar un poco más el ruido y con un acabado de vista agradable para mejorar la vista del auto.

## Silenciador de alto Flujo



Gráfico 8 Silenciador de alto flujo

(Villagómez, 2009)

La parte interna del silenciador de alto flujo es muy similar a la de un pre-silenciador con la particularidad de que en la parte de adentro de la caja del silenciador tiene una curva agujereada como se muestra en la figura anterior. Increíblemente es demasiado el cambio en el sonido entre el que tenga la curva y no la tenga sin embargo la disminución de la potencia es mínima.

## Muffler



Resonador de alto flujo (Villagómez, 2013)

Gráfico 9 Muffler

## Notas de particularidades de algunos autos:

En la actualidad los autos vienen muy bien equipados con sensores de gases de escape para regular de gran manera las emisiones. Por lo general primero tienen un sensor de oxígeno de banda ancha para detectar la mezcla según el voltaje que este emita, pero después de este viene un catalizador de fábrica, y después del catalizador otro sensor que es más sensible

llamado sensor planar, es muy posible que al reemplazar la tubería se tenga problemas con el testigo de “chequeo de motor”, para esto se debe poner el sensor de banda ancha y el sensor planar separados por un presilenciador y el sensor planar se lo debe poner en una extensión de tubo de 2 cm aproximadamente, es decir no debe ir directamente a la tubería sino con cierta separación.

### **1.2.2 Tuberías de escape para turbo:**

Las tuberías de escape en los autos turbo lo mejor es que estén lo más libre posible. La salida de esta depende del tamaño de turbo que tenga el auto, en este caso no vamos a profundizar los cambios en un turbo ya que hemos tratado de enfocarnos en los autos N/A, pero como guía hay que tener cuidado con el turbo que se pone en el lado de escape ya que el LAG (retardo de carga del turbo) puede llegar a ser muy grande y no cargar nada, o por el contrario cargar muy antes y no poder desfogar los gases producidos por la combustión.

### **1.2.3 Admisión:**

#### **1.2.3.1 Motores de Aspirado natural**

Mucha gente piensa que una mayor entrada de aire es algo bueno para el motor por eso muchas veces se pone Intake (tubo de admisión de aluminio) y filtro cónico, lo cierto que es gran parte de las veces si funciona pero existen casos en los que no y es mejor conservar el original. Con lo que hay que tener cuidado al momento de instalar estos ya que el tubo debe ser de un diámetro parecido o muy poco más grande que la aleta de aceleración del motor en caso de tener un sensor MAP(sensor de presión de aire). En el caso de tener MAF(sensor de flujo de aire) es importante mantener el diámetro del MAF o del tubo original ya que caso contrario es seguro que empiezan a presentarse problemas con el auto.

Admisión (Intake)  
N/A



(Villagómez, 2007)

Gráfico 10 Admisión libre

### 1.2.3.2 Turbo:

En el caso del turbo es similar al N/A con la particularidad del “Intercooler” (que sirve para enfriar los gases de admisión), por lo general mientras más grande sea este es mejor pero no hay que olvidarse que el tamaño del tubo puede ser del que dependa el LAG mencionado anteriormente y es necesario no olvidar el retorno desde la válvula de alivio de presión a un lugar después del MAF en el caso de que el tipo de inyección lo posea.

### 1.2.4 Aligeramiento de piezas motrices

Al referirnos a aligerar piezas motrices, nos referimos alivianar o suspender accesorios que tiene que mover el motor mientras más lo logremos hacer es mejor. Existen algunas cosas por las que podemos empezar sin que sea tan complicada su realización y con lo cual se puede obtener un mejor desempeño del auto.

- Aligeramiento del volante de inercia: El volante de inercia por lo general es fabricado de acero lo que lo hace muy duro y es muy pesado, al ir éste conectado

directamente al cigüeñal del auto al motor le cuesta mucho moverlo por lo que en algunos casos este puede ser rectificado a su reverso hacia las partes externas del volante. Es decir se debe rebajar el material con criterio sin bajar la resistencia del volante demasiado y teniendo cuidado que no quede tan fino porque la cinta del volante también se puede salir causando daños. También se venden volantes de inercia de aluminio con el espejo de acero para el funcionamiento del embrague.

- Eliminación de peso en la polea del cigüeñal: Los accesorios que van conectados por bandas a la polea del cigüeñal generan peso para el motor por lo que es factible eliminar la mayor cantidad de este que se pueda, un buen ejemplo es suspender el aire acondicionado. También es factible eliminar la dirección hidráulica en el caso de que no sea necesaria, en el caso de que en la polea haya surcos que no se estén usando se podría tornearla para eliminar los canales y por ende peso hasta que queden solo los que si se van a usar como el del alternador por ejemplo.



(Villagómez, 2013)

Gráfico 11 Aligeramiento polea de cigüeñal

### 1.2.5 Eliminación de calor en la admisión.

Esto es algo muy simple que se puede hacer sin sacrificar nada, originalmente los autos de fábrica vienen pensados para una baja emisión de gases al ambiente y para trabajar en diferentes climas por lo que sus gases generados en la parte interna del motor vuelven a entrar a la admisión para ser combustiónados. Como se puede ver en la figura hay que identificar en los autos cuales son estos respiraderos del motor, por lo general tienen una válvula llamada PCV que evita que el aceite de motor pase y solo pasen los gases de motor. Estas entradas a la admisión hay que suspenderlas y a las salidas de gases de motor redireccionarlas hacia una parte libre.

Los autos originalmente vienen con un paso de refrigerante por el cuerpo de aceleración, con el cual su función es que en climas muy fríos el cuerpo de aceleración no se llegue a congelar y no se trabe el acelerador. Es por esto que a menos que el auto vaya a trabajar en temperaturas bajo 0°C se debe eliminar este paso. Es importante estar seguro que solo sea un paso por el cuerpo de aceleración ya que algunas veces ese mismo paso también pasa por la válvula IAC (Control de ralenti) y por esta válvula si es mejor si hay un paso de refrigeración.

Lo que se logra con estos cambios es que la admisión este lo más fría posible para que las moléculas de su aire de entrada no estén tan expandidas y quepan más en la misma área para que el llenado del cilindro sea mejor y por ende haya una mejor combustión y un aumento de potencia.

Por último, los autos actuales vienen con una válvula de recirculación de gases de escape llamada EGR, la cual hace reingresar una parte de los gases de escape a la admisión para que estos sean combustionados nuevamente. Esto reduce la velocidad del encendido en la cámara de combustión y por lo tanto reduce la temperatura en la misma haciendo que los gases NOx se reduzcan y disminuya la contaminación. Pero esto también provoca que el múltiple de admisión aumente su temperatura por lo que en lo posible es bueno suspenderla empezando desde el escape y la entrada al múltiple de admisión.

Nota: En el caso de suspender la EGR y no tener computadora programable se recomienda desconectar el vacío y dejar conectado el socket en el actuador para que no se prenda el testigo de "Check Engine".

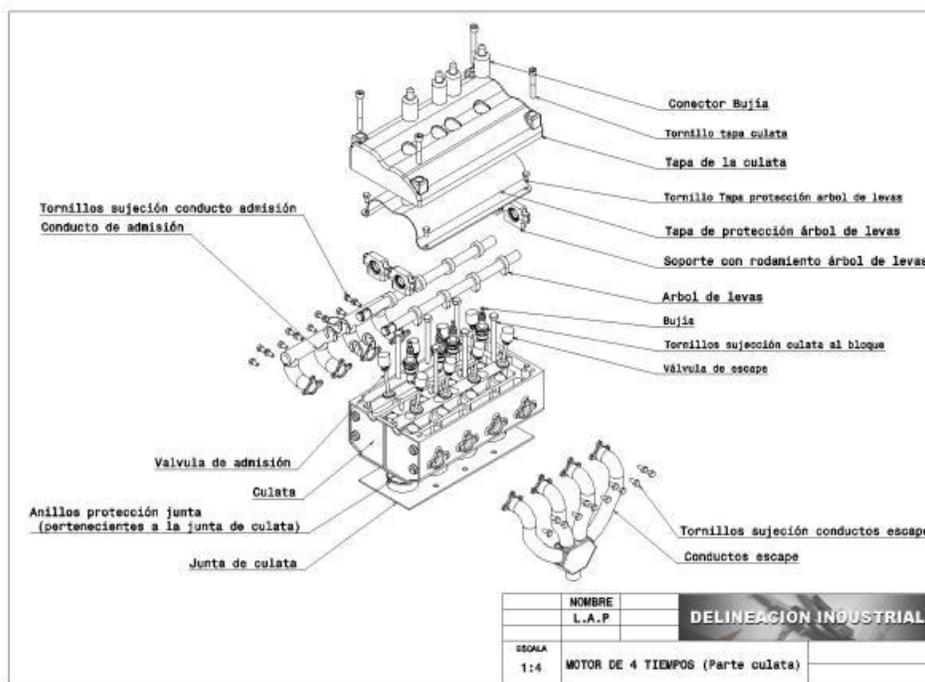
### 1.3 Componentes internos

Un motor normal de 4 tiempos de ciclo de Otto, se compone de 3 partes fundamentalmente. La culata, el Block de cilindros y el cárter. Cada uno de estos puede ser modificado para aumentar la potencia del motor pero existe un orden de por dónde empezar para ganar lo mayor posible en un principio y después hacer lo que no te va a dar tanta potencia pero en algo ayudará.

#### 1.3.1 Culata:

La Culata es la parte de donde más potencia se puede sacar a un motor de 4 tiempos ya que es la encargada de suministrar los gases de admisión y desfogar los gases de escape.

Componentes de la culata:



Fuente: <http://delineacionindustrial.wordpress.com/2011/11/14/disenio-de-un-motor-de-4-tiempos-y-2700-c-c-parte-i/>

Gráfico 12 Culata

Para potenciar una culata existen muchas partes que se pueden modificar, para esto es importante si el motor va a ser turbo o N/A. Las partes que se pueden modificar son:

- Toberas de admisión y escape.
- Válvulas
- Resortes y retenedores de válvulas
- Árboles de levas
- Poleas de árbol de levas
- Junta de la culata

Para entender de una mejor manera profundizaremos en cada una de estas partes independientemente sobre cada uno de los cambios que se pueden hacer y para que sirven y como realizarlos.

Para empezar a realizar los cambios en la culata primero es aconsejable estar seguro de que con esa culata va a ir el motor hasta el final de la preparación ya que sino, es una pérdida de dinero. Es una buena idea buscar entre modelos parecidos del auto y otros autos que tengan el mismo motor o sean de alguna producción similar una culata DOCH (Doble árbol de levas) que calce en el mismo block, para esto es necesario comparar la junta de la culata y sus orificios en la culata DOCH que se busca. Es mejor incluso si se encuentra una culata con distribución variable, es decir con sistemas como: V-TEC, C-VVT, VVT-I, VANOS, MIVEC, etc.

**Nota:** En el caso de que anteriormente un motor haya sido SOHC (un árbol de levas) y se haya conseguido una culata DOCH hay que tener cuidado con conseguir y cambiar también el piñón de distribución del cigüeñal ya que la relación de giro entre este y las poleas de los árboles de levas es diferente.

### 1.3.1.1 Pulir Toberas

Para pulir toberas se necesitan varias herramientas como:

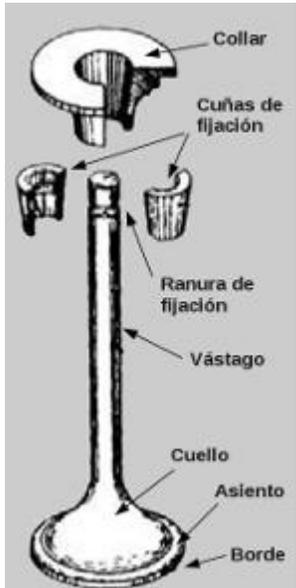
- Dremel
- Una lima rotativa
- Gratas o ligas rotativas #80
- Un penetrante (WD-40)

Dependiendo el motor es recomendable tomar en cuenta varios aspectos de la culata y del motor como los siguientes:

- Para motores N/A es recomendable no abrir (agrandar) las toberas solo pulirlas y más aún si el motor va a trabajar en un lugar con baja presión atmosférica ya que la velocidad de entrada del aire se puede ver reducida y esto puede perjudicar el llenado del cilindro.
- Para motores turbo si se recomienda abrir lo máximo posible las toberas además de pulirlas como acabado. Es importante fijarse en el tipo de culata que se rebaja y en su diseño ya que en ciertas culatas las cámaras de refrigeración y los asientos de los balancines están muy próximos a las toberas por lo que hay que tener cuidado en dejar cierta tolerancia para que no se vaya a romper.
- Es importante tratar de no perder la forma de las toberas originales.
- Tratar de eliminar las gradas existentes entre el asiento de la válvula y la tobera.
- Para dar acabado se debe usar el mototool a muy altas revoluciones poniendo penetrante (WD-40 por ejemplo) en la lija rotativa.

### 1.3.1.2 Válvulas, resortes y retenedores

Para comprender los cambios que se pueden realizar en las válvulas, primero veamos cuales son sus partes.



Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/acionvalvulas.html>

Gráfico 13 Válvula

Principalmente existen 3 cambios que se pueden hacer a las válvulas para mejorar el desempeño del motor entre estos están:

- Válvulas a sobre medida: Este cambio consiste en agrandar el diámetro del platillo de la válvula, esto quiere decir que hay que buscar válvulas con el platillo más grande y hacer asientos de válvulas en la culata que acoplen con estas.
- La unión entre el vástago y el platillo de la válvula debe ser lo más redondeado y más pegado hacia el platillo posible para que esto mejore el flujo de entrada y salida de gases.
- Aumento de compresión: La cara del platillo de la válvula que va hacia la cámara de combustión debe ser plana, esto reducirá el tamaño de la cámara y por ende subirá la compresión.

**Nota:** Al instalar las válvulas es muy importante fijarse que los grados del asiento de la válvula y la superficie en la que asienta sea la correcta debido a la nueva fabricación de asientos de válvula en la culata.

Los resortes de válvulas deberán ser cambiados en el caso de poner válvulas o sobremedida o querer levantar más RPM's para evitar una falla llamada flote de válvulas. Este es el nombre que se le da cuando la válvula no cierra pronto cuando la leva ya deja de accionarla. Por eso es necesario poner resortes dobles o de un K (índice elástico del espiral) mayor para que esta cierre rápidamente. En el caso de ser este K mayor es bueno tomar en cuenta la resistencia de los retenedores ya que hay que evitar que estos se rompan por la fuerza. Hay que tomar en cuenta que este K no debe ser tan grande tampoco ya que esto puede aumentar significativamente el desgaste en los balancines y las levas de la culata.

### **1.3.1.3 Árboles de levas:**

Los árboles de levas juegan un papel crucial en el desempeño de un motor ya que estos se encargan del suministro de los gases de admisión y de escape lo que puede aumentar la potencia si son bien sincronizados y tienen los cambios necesarios.

### **Sincronismo de Válvulas**

“El eje de levas es responsable en gran parte del rendimiento de un motor. Determina el número de revoluciones que se requieren para obtener la mejor respiración (rendimiento volumétrico).

La creación de un buen eje de levas obliga a mucho conocimiento de geometría, cálculo matemático y de mecánica de los gases. A la vez requiere de pruebas prácticas sofisticadas. En motores de carrera el eje de levas es pieza central de una buena preparación.

## Geometría de Lóbulos de Levas

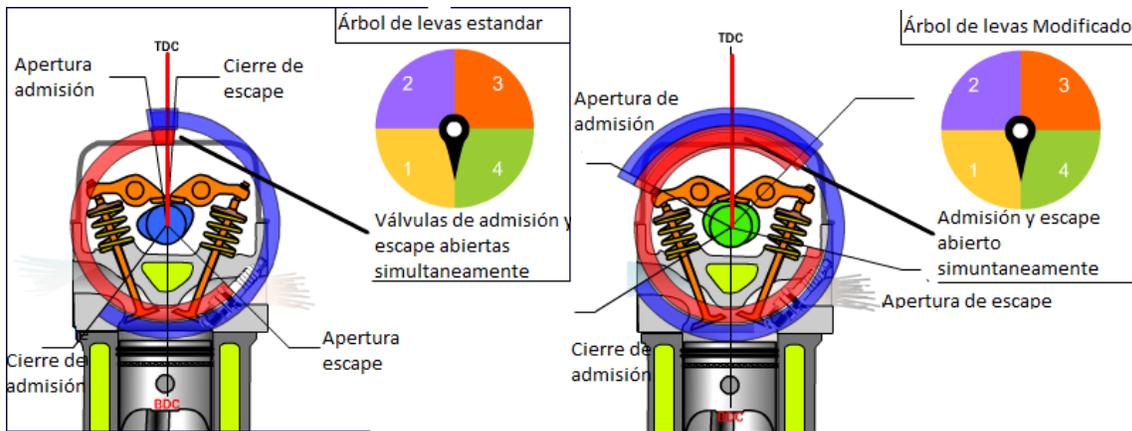


Gráfico 14 Geometría de Lóbulos de Levas

- **Tipo Circular:** las válvulas abren y cierran a velocidad moderada.
- **Tipo Tangencial:** las válvulas abren con mayor aceleración.
- **Tipo Aceleración Constante:** las válvulas se abren y cierran acelerando uniformemente” (Croswell, 2004)

## Modificación de Levas

Cuando la alzada de los camones del eje de levas aumentan se consigue una apertura de válvulas mayor y con ello una disminución de la resistencia al flujo de los gases. Sin embargo el aumento de alzada trae consigo la generación de vibraciones en el tren de mando de las válvulas que altera el sincronismo del motor. Para contrarrestar este problema, el eje de levas se diseña de manera que las válvulas abran y cierren lo más lentamente posible. Para ello se requiere extender al máximo la permanencia de apertura. El cruce de válvulas permite extender el tiempo de apertura por algunos grados más de giro, disminuyendo así la velocidad angular con que el propulsor se desliza sobre la superficie de la leva. (Croswell, 2004)



Autor: [www.howstuffwork.com](http://www.howstuffwork.com)

#### Gráfico 15 Modificación de levas

En definitiva lo que trata de hacer un eje de levas de competencia es mantener el mayor tiempo posible abiertas las válvulas aprovechando la inercia de los gases de escape para absorber los de admisión y la inercia de los gases de admisión para tener un mejor llenado del cilindro.

#### 1.3.1.4 Poleas de árbol de levas

La particularidad de estas poleas es que tienen regulación, es decir se puede mover muy pocos grados los árboles de levas sin mover la posición del cigüeñal. Esto nos sirve para como vimos anteriormente en los árboles de levas aumentar o disminuir el cruce de válvulas y ajustar bien el tiempo de encendido.

#### 1.3.1.5 Junta de la culata:

La junta de la culata en lo que la podemos variar es en su espesor, principalmente vienen de dos materiales distintos. Existen juntas metálicas que no permiten casi ni una sola irregularidad en las superficies del Block o la Culata, y también hay juntas de fibra que permiten un poco de irregularidad y sellan con más facilidad. El cambio de espesor en estas obviamente influye directamente en el tamaño volumétrico de la cámara de

combustión variando así la compresión del motor. Estas deben ser usadas dependiendo lo que se necesite, por ejemplo si se necesita reducir la compresión es necesario poner una junta más ancha y viceversa.

**Nota:** En caso de utilizar empaque de fibra se debe tomar en cuenta que al ser instalado su espesor va a variar ya que este se va a aplanar y obviamente va a ser más delgado que su espesor de nuevo.

### **1.3.2 Bloque de motor:**

Para comprender de mejor manera los cambios que podríamos realizar en el Bloque de motor primero familiaricémonos con sus partes que son:

- Bloque de cilindros
- Cigüeñal
- Bielas
- Pistones
- Bomba de aceite

#### **1.3.2.1 Bloque de cilindros:**

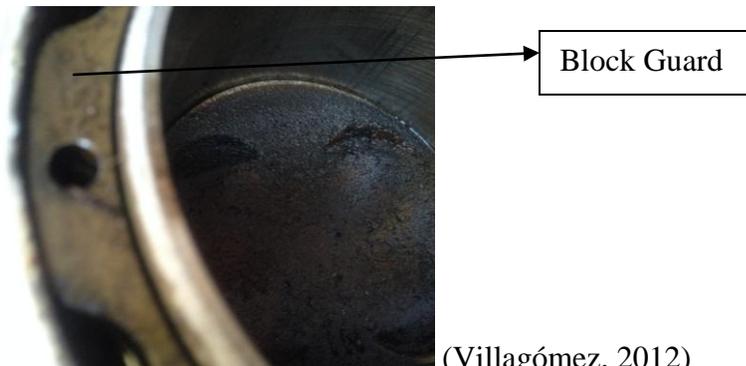
Por lo general lo primero que se modifica en un bloque de cilindros es el diámetro de los cilindros y el diámetro del pistón aumentándolo lo más posible para aumentar el cilindraje del motor, ya que obviamente más cilindraje significará más mezcla en la cámara y por ende una mayor combustión aumentando así la potencia del motor. Al realizar este cambio, es muy importante tomar en cuenta varios aspectos para hacer fiable el motor ya que al estar tan al límite puede ser susceptible de romperse para prevenir esto es necesario realizar lo siguiente:

### 1.3.2.2 Camisas endurecidas:

Primero si la parte de acero de los cilindros (Camisas) queda muy delgada con el diámetro de pistón que se va a usar es recomendable extraer toda la camisa original o devastarla hasta llegar a la parte de aluminio del block y conseguir camisas endurecidas utilizadas por lo general para motores Diésel. Se debe tomar en cuenta la medida de la parte externa de la camisa y la parte externa. Al meter a presión las camisas en la parte inferior, es decir en el asiento de la camisa debe existir una grada o tope, que haga contacto con la camisa en la parte inferior externa que no le permita bajar nada más de ahí. Después se debe cepillar el block para dejar las camisas al raz de la superficie. Y por último se debe abrir la parte interna al diámetro deseado.

### 1.3.2.3 Guarda Block (Block guard):

En el caso de tener camisas húmedas, la parte superior de las camisas es un poco susceptible a moverse debido a las vibraciones de la combustión y el pistoneo, es aquí donde puede funcionar el “Block Guard” ya que su función es sujetar la parte superior de las camisas evitando que la junta de la culata se averíe.



(Villagómez, 2012)

Gráfico 16 Guarda Block

### 1.3.2.4 Pistones:

Los pistones o émbolos, son una parte que juegan un papel fundamental en el bloque de cilindros ya que pueden ser modificados en muchas maneras y su diseño varía mucho el desempeño del motor. Para esto primero se muestra que partes tiene el pistón y como modificar cada una de ellas.



Autor: [www.automecanico.com](http://www.automecanico.com)

Gráfico 17 Pistón

#### 1.3.2.3.1 Partes del Pistón

##### Cabeza de pistón:

Esta es una parte muy importante del pistón ya que hay que tener muchas cosas en cuenta al momento de modificarla. Entre las cosas que hay que tomar en cuenta son: Orificios para las válvulas, altura de la cabeza y proporción que sobresale del block.

Si es necesario rebajar la cabeza del pistón se puede rebajar la superficie, pero tener cuidado que no quede muy delgada la cabeza.



Autor: [www.theoldone.com](http://www.theoldone.com)

#### Gráfico 18 Cabeza de Pistón

##### Falda:

La falda es la parte inferior del pistón, esta es la parte que se apoya en los costados del cilindro cuando el motor gira. Son dos las principales razones por las que se las modifica: Para reducir peso del pistón y por ende el peso total de giro del motor y porque al cambiar de pistones o adaptar pistones es posible que la falda tope con las contrapesas del cigüeñal al estar en el PMI (punto muerto inferior). Para cualquiera de estas razones se debe de recortar las faltas y reducirlas.

##### Anillos de pistón:

En los anillos de pistón lo principal que se debe ver es el galge de los anillos, es decir la distancia entre puntas del anillo colocado en el cilindro. Esta distancia depende el número de rin y puede variar un poco siendo un poco más abierto

mientras más diámetro tenga el rin. Una buena referencia como inicio puede ser la siguiente:

Para 75mm de diámetro se puede tomar como base las siguientes medidas:

**Galgaje entre las puntas del pistón: Excepto B16A:**

**Anillo superior  
Standard (Nuevo): 0,15 - 0,30 mm.**

**Límite de servicio: 0,60 mm.**

**Anillo segundo  
Standard (Nuevo): 0,30 - 0,45 mm.**

**Límite de servicio: 0,70 mm.**

**Anillo del aceite  
Standard (Nuevo): 0,2 - 0,7 mm.**

**Límite de servicio: 0,80 mm.**

**Galgaje entre las puntas del pistón: B16A:**

**Anillo superior  
Standard (Nuevo): 0,20 - 0,35 mm.**

**Límite de servicio: 0,6 mm.**

**Anillo segundo  
Standard (Nuevo): 0,40 - 0,55 mm.**

**Límite de servicio: 0,7 mm.**

**Anillo del aceite  
Standard (Nuevo): 0,20 - 0,45 mm.**

Gráfico 19 Medidas de Anillos de Pistón

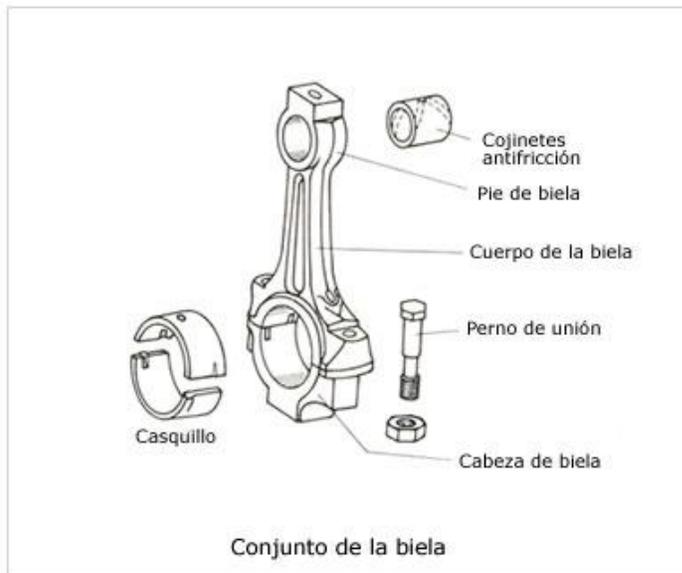
**Otras adecuaciones posibles:**

Si la distancia entre la cabeza y el anillo #1 es grande, se puede hacer un surco delgado no muy profundo con el fin de que algo del aceite presente en la camisa del cilindro se mantenga allí y mejorar la lubricación. Otro cambio que se puede hacer tres orificios en cada falda de doble medida, esto quiere decir de un diámetro más grande en la parte exterior hacia uno más pequeño hacia la parte interna del pistón.

**Nota:** Cuando se vaya a adecuar un pistón es necesario fijarse en ciertos aspectos al original para estar seguros de que su adaptación es viable como: la distancia entre la cabeza del pistón y el bulón de pistón, el diámetro del bulón y hay que tomar en cuenta que al

aumentar el diámetro también se afecta la relación de compresión, por lo que si se aumenta el diámetro y se quiere mantener la compresión anterior es necesario que la cabeza del pistón sea un poco más baja.

#### 1.3.2.4 Bielas:



Autor: [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)

#### Gráfico 20 Bielas

Las bielas al igual que los demás componentes internos del motor pueden ser modificadas siendo alivianadas y cambiando su resistencia dependiendo la preparación del motor. En el caso de usar las bielas originales del motor se pueden modificar dos cosas, primero se puede pulir toda la cara lateral de la biela para así mejorar la lubricación y mejorar el acabado alisándolo para aminorar la probabilidad de que se pueda iniciar algún agrietamiento en la biela y así se puede alivianar un poco y hay que tratar de que todas las bielas queden en exactamente el mismo peso. Segundo, se puede cambiar los pernos de

biela por unos de mayor diámetro del mismo material endurecido y el mismo paso de rosca para que así resistan más revoluciones sin deformarse el pie de biela.

En el caso de usar bielas forjadas o preparadas de alguna fábrica de piezas de competencia, pueden venir de dos maneras: con estructura en “H” (para autos turbo), y con estructura en “I” (para motores N/A). Al momento de instalarlas hay que tener en cuenta dos cosas: el torque de armado va a ser mayor al original y diferente, y el paso del bulón de pistón no es a presión por lo que es necesario hacer surcos en el pistón para instalar el bulón con cimbras como seguros.

### 1.3.2.5 Cigüeñal:



Autor: [www.fazermotos.com.ar](http://www.fazermotos.com.ar)

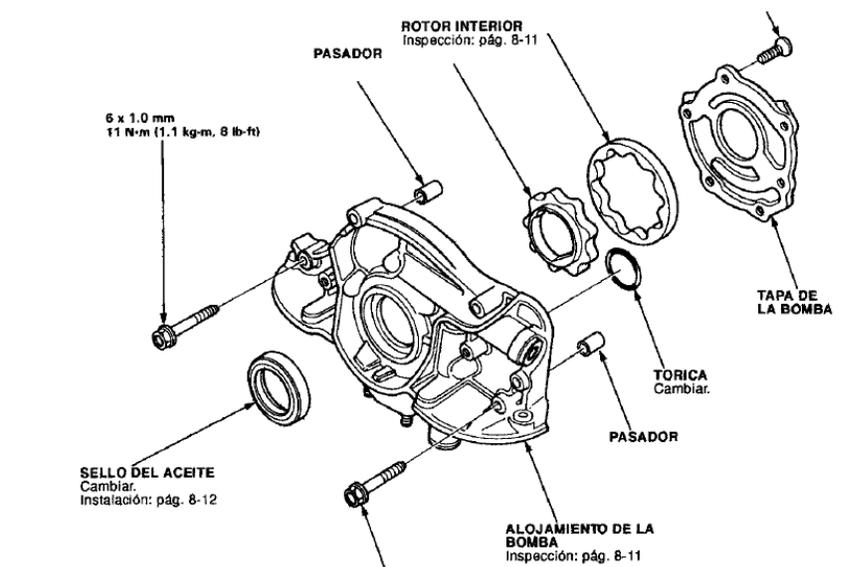
#### Gráfico 21 Cigüeñal

El cigüeñal no puede ser modificado en su gran mayoría, o al menos no se recomienda toparlo a menos que se tenga buena maquinaria necesaria para balancearlo nuevamente. Como recomendación es mejor si se trata de mantener su medida estándar. En el caso de tener una balanceadora se recomienda balancearlo poniendo el volante de motor y la polea

del cigüeñal para que así esté balanceado con los aditamentos que van conectados al mismo.

### 1.3.2.6 Bomba de aceite:

Es la encargada de suministrar presión de aceite al motor para su lubricación. Por esto es recomendable que si el motor va a ser utilizado a alto régimen aumentarla un poco estaría bien en el sentido de proteger un poco más el motor. Para esto se recomienda realizar dos cosas: primero agrandar un poco el orificio de entrada del aceite de la coladera a la bomba, e igualar el orificio de salida de aceite con el de entrada al block. Segundo se debe colocar una o dos rodela frente al resorte de la válvula de alivio para así dar un poco de pretensión al espiral y hacer que esta válvula se abra a un poco más de presión. Normalmente se abren alrededor de los 70 PSI y se recomienda aumentarla máximo hasta 100 PSI (las dos medidas tomadas en altas revoluciones) ya que si es superior otros componentes del motor se pueden ver afectados.



Autor: Manual de servicio Honda

Gráfico 22 Bomba de Aceite

## Capítulo 2

### 2. Preparación de una caja de cambios.

#### 2.1 La caja de cambios:

Muchas de las veces al potenciar un auto, se piensa que en lo que se debe concentrar la atención a realizar cambios es en el motor. Este es un concepto muy erróneo ya que la caja de cambios juega un papel fundamental en el desempeño de un automóvil. En la mayoría de los casos las cajas de cambios vienen diseñadas de fábrica para el confort y la economía del vehículo. Se puede sacrificar mucho del confort que presta por un mejor performance del auto. Para entender de mejor manera los cambios que podríamos realizar es necesario familiarizarnos con las partes de una caja de cambios:



**Fuente:** Manual de servicio Honda

**Gráfico 23** Partes de una Caja de Cambios

## 2.2 Cono y corona:



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 24 Cono y Corona Normal**

Estas son dos piezas que juegan un papel fundamental en el funcionamiento de la caja de cambios. Se los denomina por medio de una relación como 4,26:1, esta relación lo que quiere decir es que cada 4,26 vueltas del cono la corona da una vuelta completa. Entonces, cuando el giro del motor entra a través del eje motriz o principal de la caja se conecta al cono por medio de los piñones de la marcha que este seleccionada, esto da el giro al cono y el cono a su vez se conecta con la corona, donde la corona al estar conectada al diferencial este transfiere el giro a los ejes dando así la tracción al automóvil. Es por esto que podemos decir que el cono y la corona son un multiplicador de fuerza en la caja de cambios y por eso afecta directamente a la velocidad final de cada cambio por igual. Esto quiere decir que si el número de la relación es más alto la velocidad final en cada cambio se verá reducida y viceversa. Pero al ser reducida se llega a la máxima velocidad más rápido, y si es aumentada se llega a la misma velocidad más lento pero se puede llegar a más velocidad en cada cambio. En fin si se quiere verlo de una manera más fácil de entender, aumentar la relación es como usar una llanta más pequeña en el auto y viceversa.

La relación de este cono y corona se la debe calcular contando los dientes del cono y la corona y dividir el número de dientes de la corona para el número de dientes del cono. Se pueden utilizar conos y coronas de dientes rectos, los cuales ayudan a aprovechar mucho la potencia ya que se desperdicia menos potencia en la fricción entre dientes que si existe en los dientes helicoidales que para lo único que sirve es para hacer silenciosa a la caja de cambios. La diferencia de la forma de los dientes se puede notar entre la foto anterior de un (Cono y corona normal) y la siguiente de (Cono y corona de dientes rectos)



(Villagómez,2013)

Gráfico 25 Cono y corona de dientes rectos

### 2.3 Piñones:

Los piñones siempre son dos por cada cambio de velocidad. Cuando una relación de un cambio es modificada, se debe tener mucho cuidado en el cambio que se realiza ya que la configuración de la caja se puede ver afectada en gran manera. Por eso es necesario comprender la lógica de la relación de los cambios entre sí para realizar un cambio que necesitemos en la caja de cambios.

La relación de los cambios viene dada por la cantidad de vueltas que da el piñón que está en el eje motriz por cada giro completo del piñón del eje secundario o cono. Esto quiere decir

que la calcularemos contando los dientes del piñón del eje secundario para los del piñón del eje primario. Un ejemplo de cómo pueden venir dadas las relaciones es:

| 1era  | 2da   | 3ra   | 4ta   | 5ta   | Retro | Final |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3.230 | 1.900 | 1.269 | 0.966 | 0.714 | 3.000 | 4.266 |

Fuente: El Autor

Entonces, por ejemplo, en el caso de 1era significaría que el piñón del eje secundario tiene 42 dientes y el del eje motriz tiene 13 dientes por lo que  $42/13=3,23$ .

Al modificar las relaciones de los cambios lo que se debe buscar es que las revoluciones del motor no caigan tanto entre cambio y cambio para mantener el motor en altas revoluciones y tener todo el tiempo la mayor cantidad de Hp's posibles a la máxima producción de torque del motor. Si a un cambio se lo hace muy fuerte, es decir se sube mucho su relación, es posible que del cambio anterior a ese el motor no caiga mucho de revoluciones, pero al momento de subir de cambio las revoluciones caerán demasiado desmayando el motor. Es por eso que hay que tener en cuenta cada cambio que ocurrirá con los cambios que estén cerca de los cambios que lo rodean. Es decir si se cambia la relación de 3ra hay que analizar qué pasará al momento de cambiar de 2da a 3ra y de 3ra a 4ta.

## 2.4 Diferencial

El diferencial es el encargado de transmitir la tracción a las ruedas por medio de los ejes, su principal función es descontar la diferencia de giro de las ruedas cuando el auto está curvando a algún lado, ya que la rueda externa a la curva girara más veces que la rueda que va en la parte interna de la curva. El diferencial normal tiene las siguientes partes:

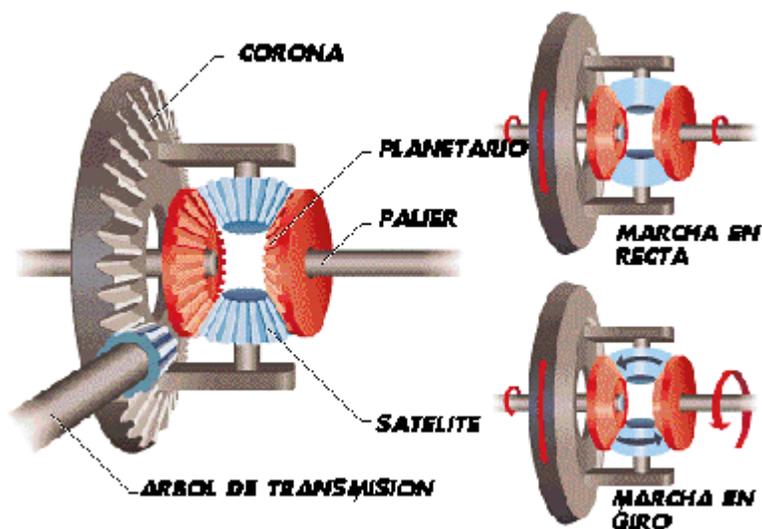


Gráfico 26 Diferencial - Autoblocante

El problema de este tipo de diferencial es que si en algún momento una de las ruedas deja de topar el piso o pierde adherencia toda la aceleración será transmitida solo a esa rueda, y la rueda que si tiene agarre se quedaría sin tracción. Es decir si llega el 100% de torque al diferencial y una rueda pierde adherencia todo el torque será transmitido a esa rueda haciendo así que el auto pierda tracción.

#### 2.4.1 Autoblocante:

Los autoblocantes sustituyen al diferencial original, la principal función de estos es hacer que el vehículo no pierda adherencia cuando un neumático pierde adherencia o se queda en el aire al momento de tomar una curva, este se encarga de transmitir un mayor torque a la rueda que gira más lento. Esto quiere decir que se encarga de entregar más torque a la rueda que si tiene adherencia.

Principalmente existen 3 tipos de autoblocantes los cuales son:

- Diferenciales de deslizamiento limitado (viscoso o ferguson y autoblocantes mecánicos)

- Diferenciales Torsen
- Diferenciales de deslizamiento controlado (embragues multidisco)<sup>1</sup>

El funcionamiento de cada uno de estos es muy complejo y difícil de entender por lo que aquí tenemos una cita de la explicación más acertada que se pudo encontrar.

#### 2.4.2 Diferencial viscoso o Ferguson:

“Este diferencial autoblocante suele utilizarse como diferencial central en vehículos con tracción a las 4 ruedas. Está constituido por una carcasa solidaria al árbol de transmisión que encierra unos discos, de los cuales, unos están unidos a la carcasa y otros al portadiscos solidario al eje de salida, los discos de ambas series van intercalados y con hendiduras y taladros, a través de los cuales puede pasar el aceite silicona mezclado con un 20% de aire, que llena todo el conjunto.

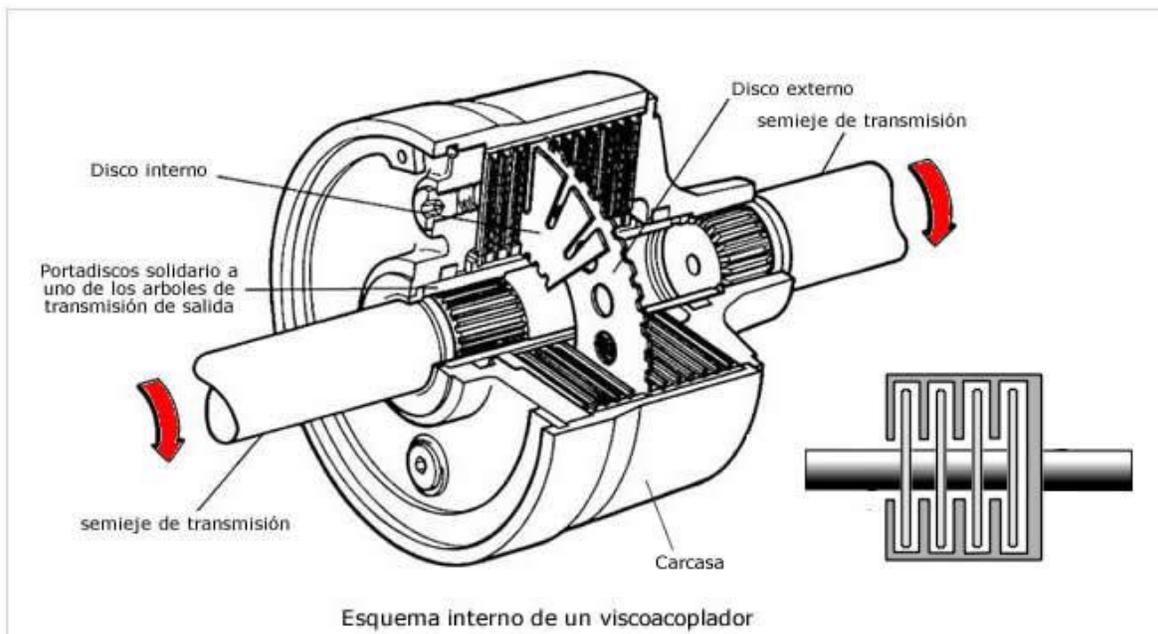


Gráfico 27 Diferencial Viscoso o Ferguson

<sup>1</sup> <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

Una parte del conjunto es solidaria a las ruedas de un eje y la otra a las ruedas de otro eje. En marcha recta las ruedas traseras se ven arrastradas por las del tren que recibe la tracción a través de su contacto con el suelo, generándose una pequeña aportación de par a través del aceite silicona.

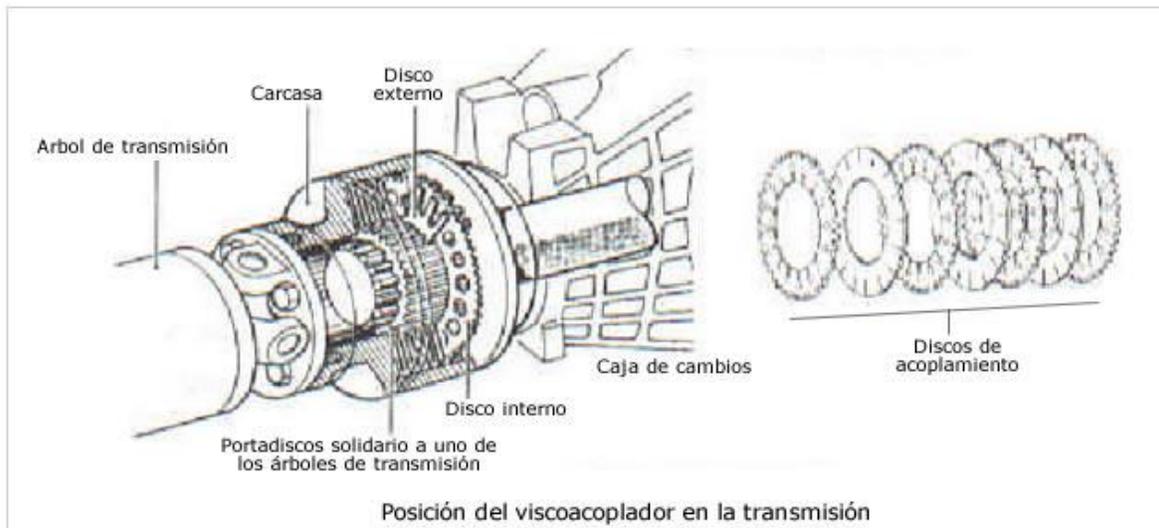
Cuando uno de los ejes pierde tracción el deslizamiento que se genera entre los discos alternos hace aumentar la temperatura y presión en el aceite silicona que los envuelve, aumentando las fuerzas de cizalladura, arrastrando los discos conductores a los conducidos, consiguiéndose un giro solidario entre ambos.

El momento de actuación lo determina el número de discos, los taladros y el aire que tengan mezclado, no recibiendo en funcionamiento normal nada más que una pequeña parte del par a través de él, apenas un 10%. Este diferencial es el más usado cuando a un vehículo de tracción delantera se le añade la trasera como complemento ante una pérdida de tracción del tren delantero, momento en el que el bloqueo del mismo genera el desvío de par al otro tren.

El problema que se presenta con este diferencial es que la tracción a las 4 ruedas no es permanente y hay un cierto retraso desde que empieza a perder tracción uno de los ejes del vehículo y el acoplador viscoso empieza a transmitir el par de tracción al otro eje. Puesto que el líquido viscoso que hay dentro del viscoacoplador no es un medio fijo de transmisión (depende de la temperatura y de la diferencia de velocidad entre discos) la tracción a las 4 ruedas no es fija ni constante.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

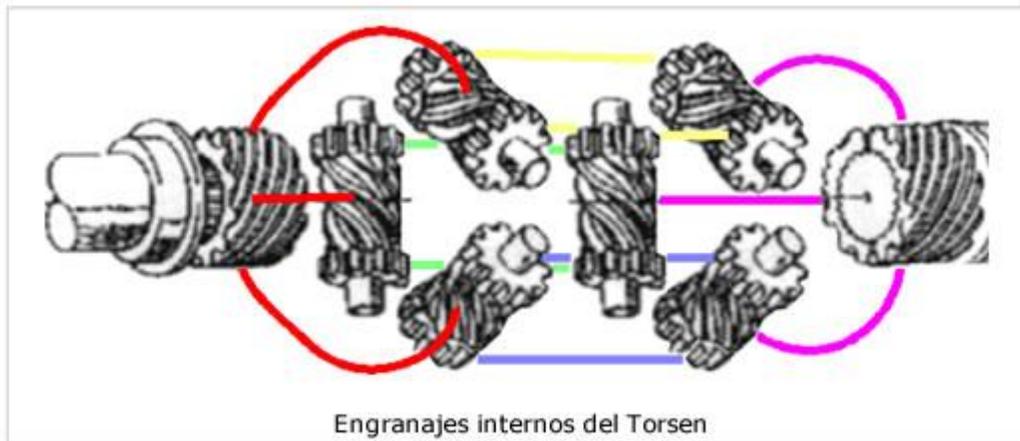


**Gráfico 28 Posición del viscoacoplador en la transmisión**

### **2.4.3 Diferencial Torsen**

Basa su funcionamiento en la combinación de una serie de engranajes convencionales y helicoidales. En concreto, se utilizan tres pares de ruedas helicoidales que engranan a través de dientes rectos situados en sus extremos. La retención o el aumento de la fricción se produce porque las ruedas helicoidales funcionan como un mecanismo de tornillo sinfín: el punto de contacto entre los dientes se desplaza sobre una línea recta a lo largo del propio diente, lo que supone unir al movimiento de giro de las ruedas un movimiento de deslizamiento que supone fricción. El tarado o grado de resistencia se determina precisamente por el ángulo de la hélice de estas ruedas helicoidales.

Si lo comparamos con un diferencial convencional, en un Torsen se sustituyen los satélites convencionales por tres pares de engranajes helicoidales, engranados dos a dos por piñones de dientes rectos en sus extremos. Los planetarios en este caso son tornillos sin fin, con los cuales engrana cada uno de los engranajes helicoidales.

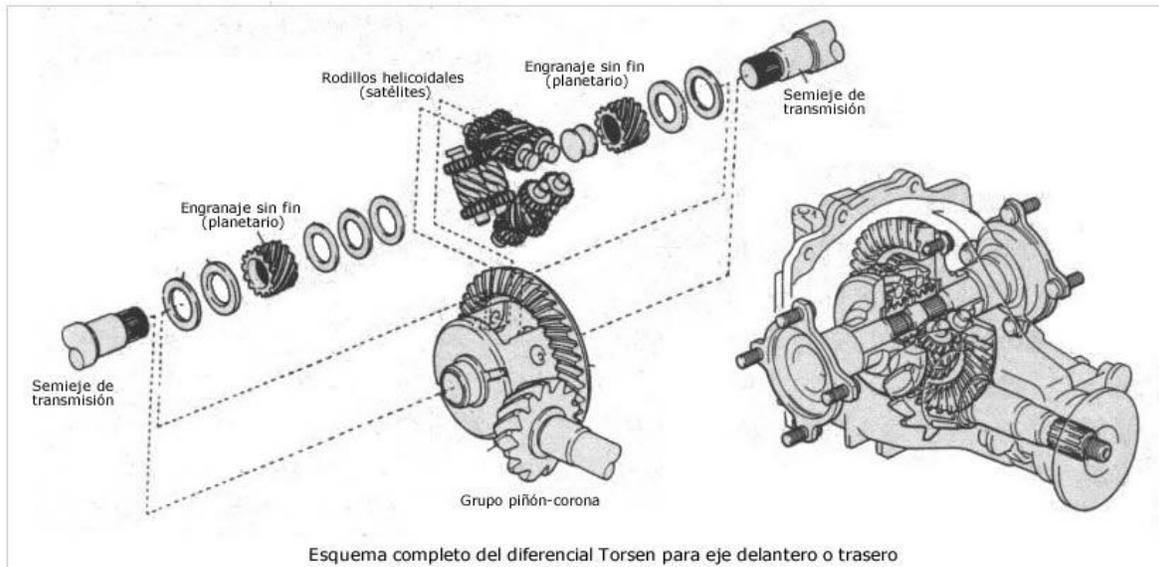


**Gráfico 29** Engranajes internos del Torsen

En curva los satélites giran sobre sus ejes acelerándose uno y frenándose otro para permitir la diferente velocidad de cada rueda. Si se genera el deslizamiento de una rueda los satélites helicoidales no pueden hacer girar más rápido al planetario, dada la disposición de tornillo sin fin. Como los satélites forman parejas, la reacción de uno frente al otro impide el giro del planetario cuando hay deslizamiento.

El tarado a partir de cual manda el par a la rueda que tiene mejor agarre se determina con el ángulo de la hélice helicoidal.

Esto nos permite, disponer siempre del máximo par en la rueda que más agarre tiene, sin tener que llegar al deslizamiento en la rueda de menor agarre, y que este propicie el bloqueo del diferencial, esto redundará en un mejor comportamiento sin pérdidas de tracción en ninguna rueda, mientras hay capacidad de transmitir, lo que favorece las aceleraciones y evita derivas que tengan que ser controladas.



**Gráfico 30 Diferencial Torsen para eje delantero o trasero**

Los diferenciales traseros autoblocantes tipo Torsen y similares no solo actúan en aceleración sino que también lo hacen en retención. En este caso ocurre lo mismo que en aceleración, el diferencial aporta más par de frenado (de retención) a la rueda izquierda o derecha dependiendo de cuál tenga más agarre. Es una característica inherente al diferencial Torsen. Por cierto decir que estos diferenciales se ajustan de forma que cuando el reparto de par a uno u otro lado llega a un cierto límite el diferencial se bloquea por completo... y dicho porcentaje de bloqueo (lo que habitualmente se denomina "tarado" del diferencial) suele ser distinto para aceleración y para retención<sup>3</sup>.

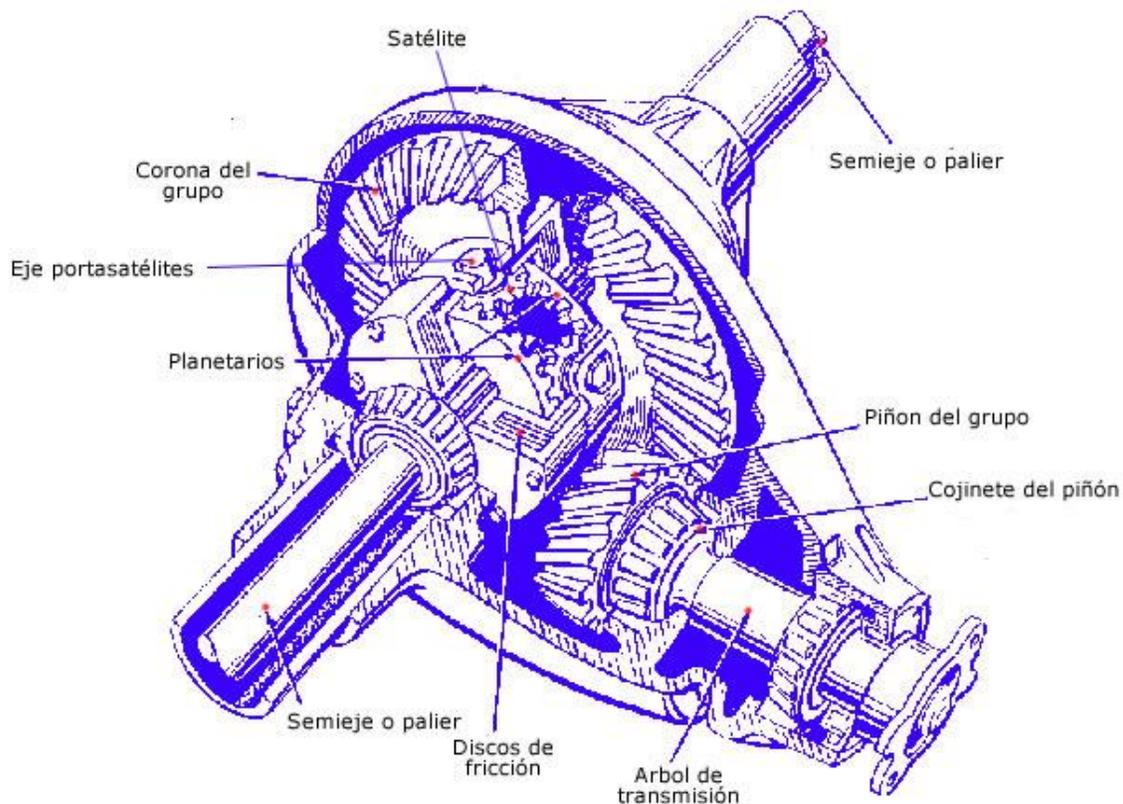
#### **2.4.4 Diferencial autoblocante por discos de fricción:**

Con estos diferenciales se consiguen mejorar las siguientes condiciones de marcha del vehículo:

- Se evita, en gran parte, que una rueda patine al arrancar o durante la marcha con mala adherencia de la calzada.

<sup>3</sup> <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

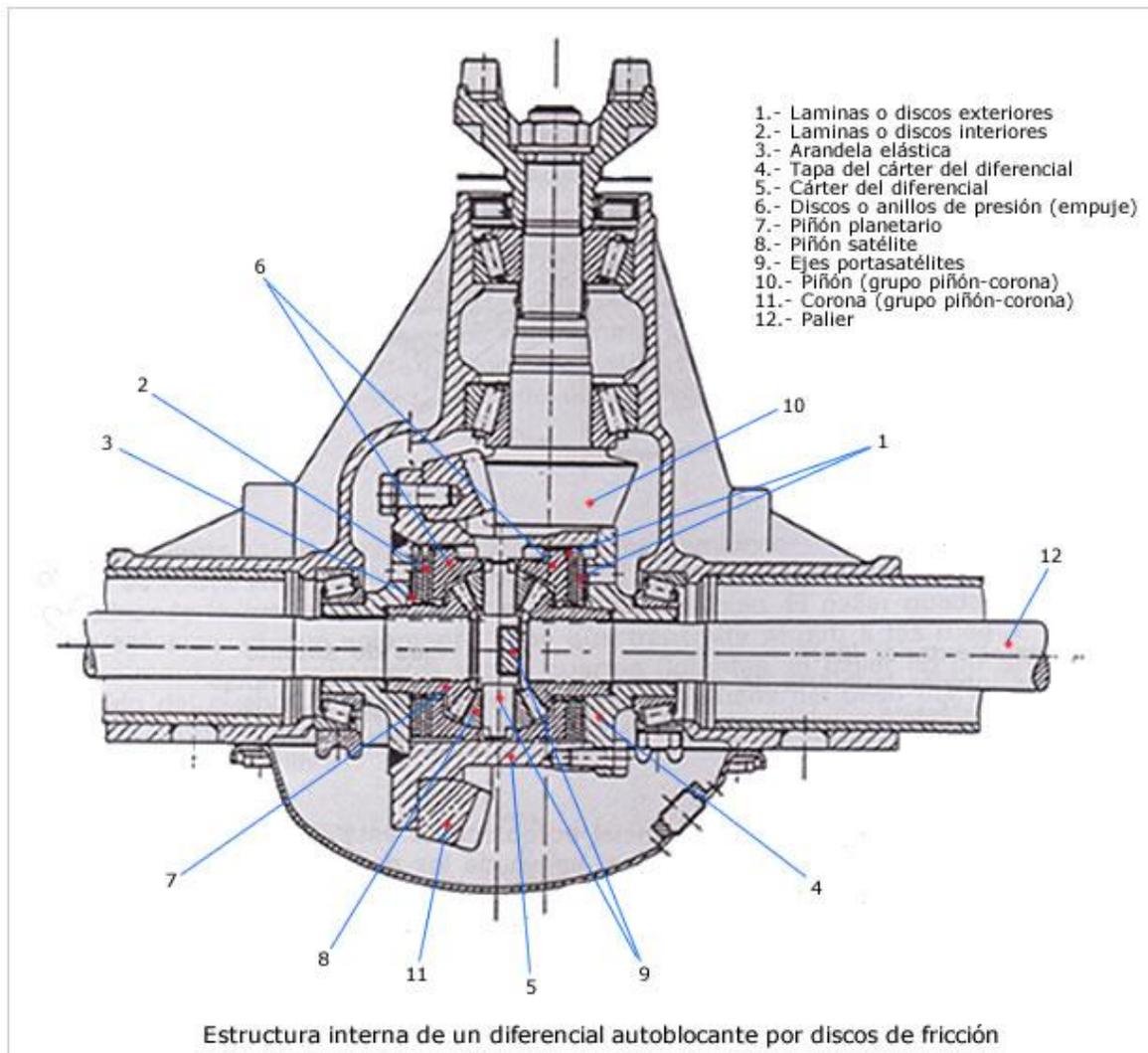
- Se evita igualmente que una rueda patine al saltar por encima de desigualdades de la calzada.
- Se elimina el peligro de patinar al conducir a altas velocidades con una adherencia a la calzada distinta en las ruedas motrices, lo que vale, principalmente para vehículos de gran potencia.
- Se mejoran las características de marcha invernal (nieve, hielo, etc.).
- El diferencial autoblocante de láminas funciona de modo automático, sin intervención alguna del conductor.



**Gráfico 31 Diferencial Autoblocante por discos de Fricción**

Estos diferenciales tienen un valor de bloqueo, según el tipo de vehículo, entre aprox. 25% y 75%. El efecto de bloqueo se refiere a la fricción interna de los dos paquetes de discos dispuestos en el cárter del diferencial, en régimen de dependencia del par de apriete. El par

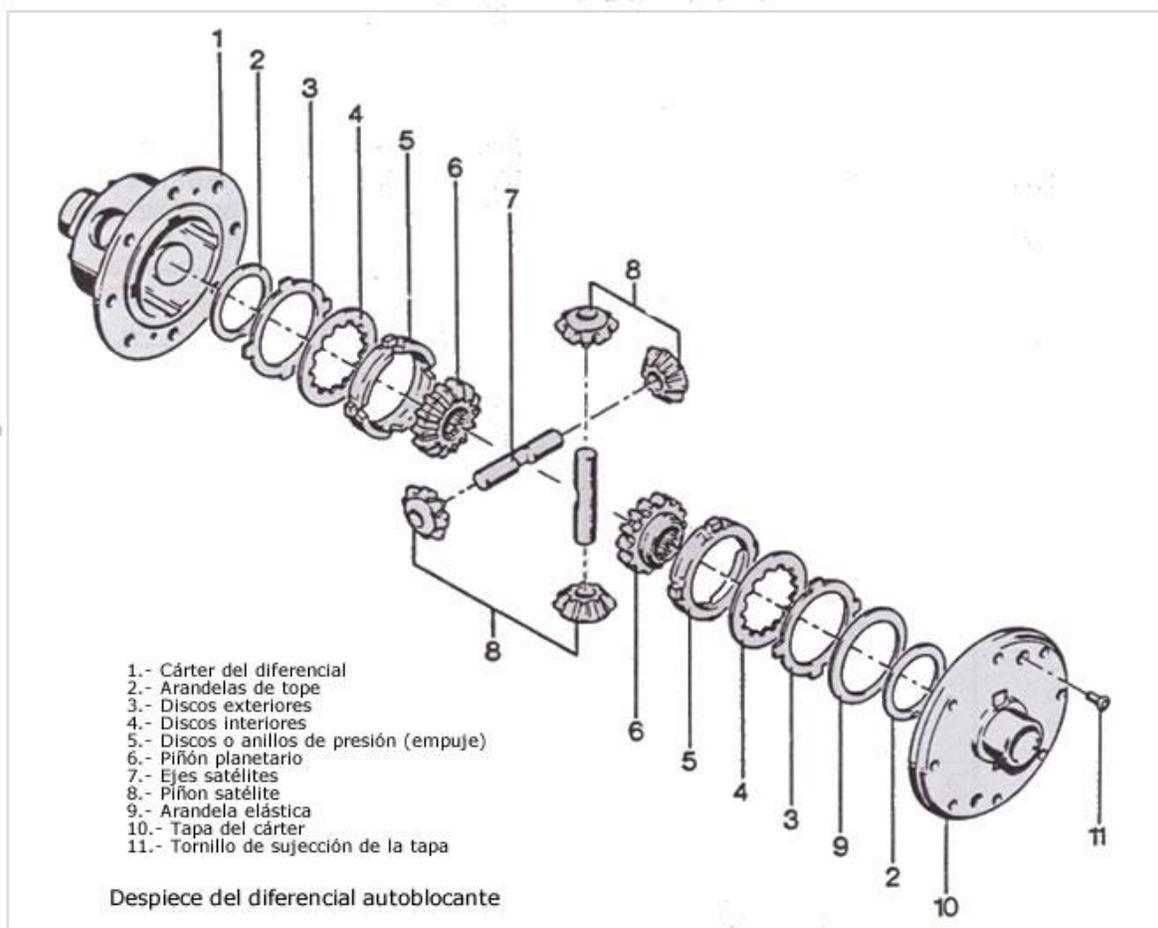
pasa de piñón cónico de ataque a la corona (grupo piñón-corona), y de ahí al cárter del diferencial autoblocante, a través de los dos discos de empuje (presión) a los dos ejes portasatélites, de estos a los satélites, pasando a los piñones planetarios y de aquí a los palieres (semiejes).



**Gráfico 32 Estructura interna de un diferencial autoblocante por discos de fricción**

El efecto de bloqueo se produce porque el par que pasa al diferencial no va directamente al eje portasatélites (7) y satélites (8), como en un diferencial normal, sino a través de dos discos de empuje (5) que se encuentran en el cárter del diferencial, apretados de manera que no puedan girar pero sí desplazarse en dirección axial.

Puesto que los discos exteriores (3) están unidos, sin poder girar, con el cárter del diferencial (por las ranuras longitudinales) y las láminas interiores con los piñones planetarios (6) o de ataque, se dificulta el giro relativo en dirección al diferencial. Las fuerzas de expansión producen en los acoplamientos de discos de fricción (discos interiores y exteriores) un par de bloqueo dependiente de la carga, que está siempre en relación con el par de impulsión. El efecto de bloqueo se adapta siempre al par motor cambiante y también el aumento de par en las distintas marchas.



**Gráfico 33 Despiece del diferencial autoblocante**

Los diferenciales autoblocantes disponen de una o dos arandelas elásticas (9), mediante las cuales se forma un par de bloqueo constante con una antecarga axial de los discos. Estas

arandelas elásticas ejercen, en condiciones extremadamente difíciles, un efecto de bloqueo inmediato, que representa una gran ventaja con estado de la calzada extremadamente deficiente y una mala adherencia entre rueda suelo

Los diferenciales autoblocantes montados como equipo opcional, o de serie en los vehículos, disponen de un valor de bloqueo de de aprox. 40% hasta el 75%. Constituyen una excepción los diferenciales autoblocantes en vehículos con tracción delantera, en los que el valor de bloqueo es de aprox. 25%.

Estos diferenciales no necesitan mantenimiento alguno, aunque en los vehículos que se conducen en condiciones de servicio superiores (policía, taxis, etc.) se recomienda un cambio de aceite del eje trasero cada 30.000 km.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>

## Capítulo 3

### 3. Suspensiones y llantas

En cuanto a mejorar el performance de un auto, las cosas más importantes que nos pueden hacer sentir su potencial al máximo a cualquiera de los niveles que este esté, son la suspensión y las llantas, ya que de estos depende la adherencia y firmeza del auto al suelo y por medio de estos es como se puede sentir todo el performance del auto. Es necesario mencionar que dentro del tema suspensión también incluye la alineación de las ruedas que se puede usar, ya que de estas depende mucho también el comportamiento del auto.

#### 3.1 Suspensión:

La suspensión de un vehículo es muy importante ya que es la encargada de absorber las irregularidades del piso y mantener el contacto del auto con el piso. También es la que brinda mucho del confort como lo podemos ver en el capítulo 1, es por esto que cuando se quiere mejorar el performance de un auto esta debe ser modificada perdiendo mucho del confort. Dependiendo el propósito de preparación del auto las modificaciones pueden variar, pero en este caso pensamos en un auto para la calle es decir para asfalto y pista. Pueden ser algunos los componentes que se pueden modificar como:

- Espirales
- Amortiguadores
- Bujes
- Brazos Oblicuos de suspensión ó mesas regulables.
- Barras estabilizadoras.
- Barras de rigidez

### **3.1.1 Espirales**

Por lo general lo que se debe hacer es probar unos espirales más duros, es decir será más dura la suspensión pero esto ayudará a que la transferencia de pesos en el auto al momento de tomar curvas, frenar y acelerar sea menor por lo que se adherirá mejor al piso teniendo siempre más peso sobre todas las ruedas y no estando tan cargado en una sola. Los espirales se los cambia según el índice de dureza del espiral, lo que en física se podría llamar al “k” del espiral, la manera más común en la que este puede venir es en Kg/mm como 12 Kg/mm por ejemplo. Esto quiere decir que por cada 12 Kg, el espiral se contrae un milímetro. Se debe tomar en cuenta los neumáticos que se va a utilizar ya que mientras más agarre de estos se tenga se debe utilizar unos espirales más duros para aprovechar totalmente el agarre.

### **3.1.2 Amortiguadores**

Esta es una parte muy importante de la suspensión ya que influye mucho en el comportamiento del auto ya que son los encargados de regular la compresión y el rebote del espiral. La variación en los amortiguadores depende en que si es más duro o suave el que entre y salga el vástago de la botella del amortiguador. Esta dureza se ve regulada por el valving del amortiguador. Es decir es regulado por la válvula de paso de aceite hidráulico o de gas que va en el embolo y deja pasar el aceite o gas de la parte superior de la botella a la parte inferior y viceversa.

### **3.1.3 Bujes**

Estos son una parte muy importante en el confort de un auto, pero llevándolos a situaciones extremas como el tomar una curva muy rápido o con mucha adherencia estos al ser de caucho tienden a deformarse causando que por momentos el auto pierda la alineación que

se puso en un principio. Es por esto que deben ser reemplazados por bujes de mayor dureza como los de poliuretano o protano que son un compuesto parecido al caucho pero con más dureza y durabilidad.

#### **3.1.4 Brazos oblicuos de suspensión regulables ó mesas regulables**

Dependiendo del modelo de auto puede que no traigan regulaciones de alineación de fábrica. Por lo general todos los autos tienen regulación de convergencia pero también se necesita regulación de Camber y de Caster los cuales revisaremos más adelante en alineación.

Barras estabilizadoras: Son Las encargadas de evitar que un auto al momento de una curva se incline mucho hacia el lado externo de la curva, haciendo que si la suspensión de un lado es accionada esta acciona la del otro lado también para mantener el auto en posición horizontal. Existen de varias durezas y estas hacen que el comportamiento del auto cambie mucho según la que este puesta, esto lo explicaremos más adelante en Alineación.

Barras de rigidez: Estas barras pueden ser colocadas entre las torretas de los amortiguadores en la parte superior de la suspensión, o sino en la parte inferior de la suspensión entre los brazos oblicuos de suspensión. Estas barras incrementan la rigidez del chasis ayudando a los compactos del auto transfiriendo parte de los esfuerzos ejercidos por el agarre de los neumáticos sobre el chasis entre los dos lados del chasis.

### 3.2 La Alineación:

La alineación consiste en la posición de las ruedas con respecto al piso, es decir es la forma en la que el auto pisa la carretera. Para la alineación existen principalmente los siguientes 3 ángulos mostrados continuación:

#### 3.2.1 Convergencia:

Es la alineación de las ruedas una con respecto de la otra, es decir si tienen una alineación de  $0^\circ$  quiere decir que las ruedas de los dos lados están completamente paralelas. Si la medida es positiva quiere decir que están convergentes y si es negativa quiere decir que están divergentes. Por lo general el que las ruedas estén un poco más convergentes en lugar de estar en  $0^\circ$  nos puede dar un poco más de agarre al momento de una curva, pero hay que tomar en cuenta que en una recta se pierde un poco por la resistencia de la alineación. Una alineación divergente se puede usar más en ruedas traseras cuando se quiere que la parte trasera del auto se suelte un poco más al momento de tomar curvas.

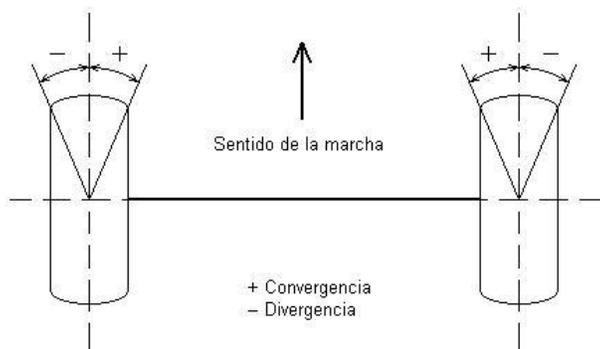


Gráfico 34 Convergencia

### 3.2.2 Cámbor

Esta es la alineación de las ruedas con respecto al suelo, es decir son los grados de inclinación de las ruedas en referencia al suelo. Si el cámbor es negativo significa que la rueda está inclinada hacia la parte interna del auto y si es positiva hacia la parte externa de auto. Por lo general siempre se usa más cámbor negativo. Originalmente entre  $-0.5^\circ$  y  $-1.5^\circ$  las razones por las que este se usa es para igualar el desgaste de los neumáticos, pero lo ideal para lo que es utilizado es para que al momento de tomar una curva la rueda donde se recarga el peso del auto forme un ángulo de  $90^\circ$  con el pavimento. De esta manera se aprovecha toda la superficie de agarre del neumático con el suelo, se evita un mal desgaste y recalentamiento de los mismos. Esto se puede configurar con un dispositivo llamado pirómetro con el cual después usar el auto se debe medir la temperatura de los neumáticos dividiendo los en 3 partes interior centro y exterior lo que se debe tratar es que todos estén a la misma temperatura. Para esto es necesario tomar en cuenta la presión de aire de los neumáticos.

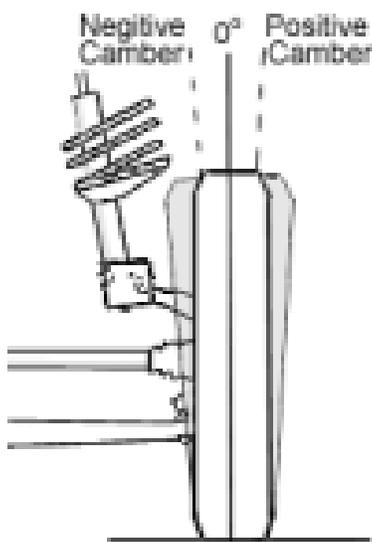


Gráfico 35 Cámbor

### 3.2.3 Cáster

“Cuando usted gira el volante, las ruedas frontales responden girando sobre un pivote unido al sistema de suspensión, éste es el ángulo de dirección o eje de giro. El caster es el ángulo de este eje de dirección, medido en grados, cuando se mira el vehículo lateralmente. Si la parte superior del pivote apunta a la parte trasera del carro, entonces el caster es positivo, en caso contrario es negativo. El caster es calculado por la relación de cambio de camber en un giro preestablecido por las ruedas delanteras.

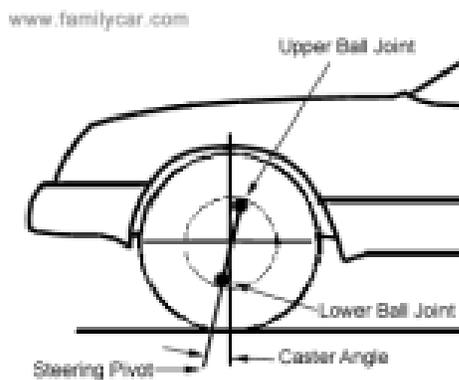


Gráfico 36 Caster

Su función es proporcionar estabilidad direccional y facilitar la dirección. El caster es positivo, al proyectar hacia adelante el eje geométrico de giro y establecer el punto de carga adelante del punto de contacto de la rueda sobre el pavimento, imparte a las ruedas la tendencia a mantenerse orientadas con la fuerza direccional del vehículo, aproximadamente hacia adelante.

Si el caster está fuera de especificaciones puede causar problemas de estabilidad en línea recta. Si el caster es desigual de lado a lado, el vehículo tirará al lado donde tenga menos

caster positivo.”<sup>5</sup> Por lo general siempre se prefiere que el pivote de giro inferior este más adelante del pivote de giro superior, esto haría que el auto tome mejor las curvas y tenga más sensibilidad la dirección al volante.

### **3.3 Los Neumáticos**

#### **3.3.1 Medidas**

Los neumáticos vienen dados por medidas por ejemplo 205/60/R16 estas medidas especifican cada parte del neumático. En este caso el primer número especifica en milímetros el ancho del neumático, el segundo especifica en porcentaje del ancho el alto del neumático, en este caso el 60 significa que el 60% de 205 es el alto de la cámara del neumático. La última medida es únicamente el rin interno de la llanta y está dado en pulgadas en este caso el R16 significa entonces que es para un aro de 16 pulgadas de diámetro.

#### **3.3.2 Otras especificaciones:**

DOT: Una de las paredes del neumático se puede encontrar una palabra que dice DOT a un lado de esta en la mayoría de los neumáticos existen 4 números por ejemplo 2311 lo que significa que la llanta fue elaborada la semana 23 del año 2011. Al comprar un neumático es necesario fijarse en esta fecha ya que no es recomendable utilizar un neumático que tenga más de 3 años de fabricado ya que sus componentes con el pasar del tiempo pierden propiedades.

---

<sup>5</sup> <http://german7644dotcom.wordpress.com/alineacion-del-vehiculo/>

### **3.3.2.1 Treadwear**

"El Treadwear es un grado comparativo asignado por el fabricante basado en el índice de desgaste de un neumático cuando está probado bajo condiciones controladas. Por ejemplo, un neumático con treadwear de 150 tendrá una duración 1,5 veces más que uno calificado con treadwear 100, bajo condiciones de prueba controladas. El desgaste del neumático depende de las condiciones reales de uso y puede salir perceptiblemente de la norma debido a variaciones en factores incluyendo el mantenimiento del neumático, hábitos de conducción, servicio, condiciones de la vía, y clima."<sup>6</sup>

Tracción: en los neumáticos esta viene calificada con AA, A, B y C siendo AA lo mejor. Esta calificación la da el fabricante dependiendo las pruebas de frenado en diferentes superficies y condiciones climáticas.

### **3.3.2.2 Temperatura**

De igual manera el fabricante la califica con AA, A, B, C siendo AA la mejor. Esta calificación se asigna después de realizar pruebas a alta velocidad y ver qué tan rápido disipa el calor y cuanto afecta este a las propiedades de sus compuestos.

**Nota:** Existen otras especificaciones y advertencias de seguridad del fabricante también en las cuales no enfatizaremos.

---

<sup>6</sup> <http://www.bfvz.com.ve/productos/documentos/20/informacion-de-la-pared-del-neumatico>

## Capítulo 4

### 4. Proyecto:

Para realizar las respectivas pruebas se decidió tomar como base para empezar un Honda Civic hatchback 95, también conocido como EG3 es la versión más básica de este modelo el cual salió al mercado con las siguientes características de fábrica:

- “1992–1995 Honda Civic CX (modelo americano) Serie de motor D15B8
  - Cilindraje : 1,493 cc (91.1 cu in)
  - Diámetro de pistón y biela : 75 mm × 84.5 mm (3.0 in × 3.33 in)
  - Compresión : 9.1:1
  - Potencia : 70 hp (52.2 kW, 71.0 PS) at 4,500 rpm
  - Torque : 83 lb·ft (11.5 kg/m, 113 Nm) at 2,800 rpm
  - Límite de revoluciones: 5,800 rpm
  - Tipo de culata: SOHC ocho válvulas (dos válvulas por cilindro)
  - Tipo de inyección: OBD-1 MPFI<sup>7</sup>

**Fuente:** Ficha técnica proporcionada por Honda

---

<sup>7</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Honda\\_D\\_engine#D15B8](http://en.wikipedia.org/wiki/Honda_D_engine#D15B8)



**Gráfico 37 Auto de Prueba**



**(Villagómez, 2010)**

#### **4.1 Cambio de motor**

El Civic EG3 viene de fábrica con el motor D15B8 especificado anteriormente, se ha decidido como primer cambio colocar un motor B18B3 que es de la misma casa de Honda pero de diferente serie y características.

##### **Motor SerieB18B3**

- Cilindraje: 1,834 cc (111.9 cu in)
- Compresión: 9.2:1
- Diámetro de pistón: 81 mm (3.2 in)
- Largo de Biela: 89 mm (3.5 in)
- Potencia: 142 bhp (106 kW) @ 6300 rpm & 127 lb·ft (172 N·m) @ 5200 rpm
- Línea roja del tacómetro: 6800 rpm (7200 rpm version japonesa)
- Límite de revoluciones: 6800 rpm
- Transmisión: Y80/S80

**Fuente:** Ficha técnica proporcionada por Honda.



**Gráfico 38 Cambio de motor B18B3**

Para la adaptación de este motor es necesario recalcar que se debió conseguir también la caja del motor de serie B ya que la de serie D no acoplaba debido a un diferente embrague, volante de inercia y distancia de huecos de coraza por lo que se optó por esa opción ya que había la posibilidad de conseguirla y facilitar un poco la adaptación.

Para la instalación de este motor se requirió implementar ciertas piezas diferentes en la cuna del motor las cuales fueron:

- Bases de motor
- Varillaje de caja

## 4.2 Modificaciones de motor

### 4.2.1 Cambio de pistones

Una vez instalado el motor B18B3 se realizaron varios cambios en el mismo. Para empezar se colocaron unos pistones de mayor compresión. La serie original de los pistones de este motor es PR4 y se le colocó los PR3 que son lo que vienen originalmente en el Honda Civic 1600 DOCH VTEC. Se tomó en cuenta todos los puntos mencionados en la sección (1.3.2.3 Pistones)



Gráfico 39 Pistones PR4 y PR3

(Villagómez, 2013)

En este cambio se vio un aumento de la compresión, lo que con los pistones PR4 la relación era de 9.4:1, con los PR3 ahora es de 11:1 y en PSI su aumento fue de 150 PR4 a 175 PR3.

### 4.2.2 Aumento de cilindraje

Para aumentar el cilindraje del motor lo que se hizo fue poner pistones de mayor diámetro se aumentó de 81mm a 85mm aumentando de 1834cc a 2045cc lo que obviamente nos dará un aumento de torque en el motor. Para poder realizar este trabajo se tuvo que cambiar de camisas del motor tal y como dice en la sección (1.3.2.1 Camisas endurecidas) además de poner un blockguard lo que esta explicado en la sección (1.3.2.2).

### 4.2.3 Culata de distribución variable.

Para colocar una culata de distribución variable, en este caso se ha elegido una Honda DOCH VTEC, para colocarla se debió realizar ciertas adaptaciones e implementar ciertos aditamentos para su correcto funcionamiento. A continuación se detallara el procedimiento de la modificación.



(Villagómez, 2011)

#### Gráfico 40 Vista de motor culata DOHC

En el gráfico 36 podemos ver como se ve el motor con la culata original la cual la vamos a desmontar para proceder a la instalación de la nueva.



(Villagómez, 2013)

#### Gráfico 41 Culata DOCH VTEC



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 42 Vista de Block desmontada la culata**

Una vez desmontada la culata, tenemos algo como el gráfico 38. Si nos fijamos en este caso los espárragos colocados en el block son para la culata DOCH normal es por eso que tiene los dos espárragos del centro son más largos pero para la culata DOCH VTEC son diferentes como podemos ver a continuación.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 43 Perno Original DOCH VTEC y Espárrago DOCH**

Para esto se reemplazo los espárragos por otros con las medidas apropiadas de marca “ARP”



(Villagómez, 2013)

#### Gráfico 44 Instalación espárragos

Una vez instalados los espárragos apropiados, se debe realizar una adaptación en la parte del filtro de aceite, donde se colocara con aditamento para sacar una línea de aceite necesaria para la nueva culata y el funcionamiento de la distribución variable.



(Villagómez, 2013)

#### Gráfico 45 Secuencia línea de aceite VTEC

Como se puede ver en la secuencia de fotos del gráfico 41 es así como se debe colocar el aditamento para tener una línea de aceite para la culata, pero también se deben hacer ciertas

adecuaciones a la culata como el suspender un hueco de aceite con suelda de aluminio y después dejarlo al ras de toda la superficie de la culata.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 46 Suspensión de paso de aceite culata DOHC VTEC**

Una vez realizado esto es necesario poner el acople de entrada de aceite a la culata y la fabricación de guías para la junta de la culata de doble medida ya que vienen en una diferente posición a la culata anterior.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 47 Colocación acople línea de aceite**



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 48 Guías de doble medida**

Una vez realizado todo esto se puede proceder a colocar la culata.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 49 Colocación de la línea de aceite**

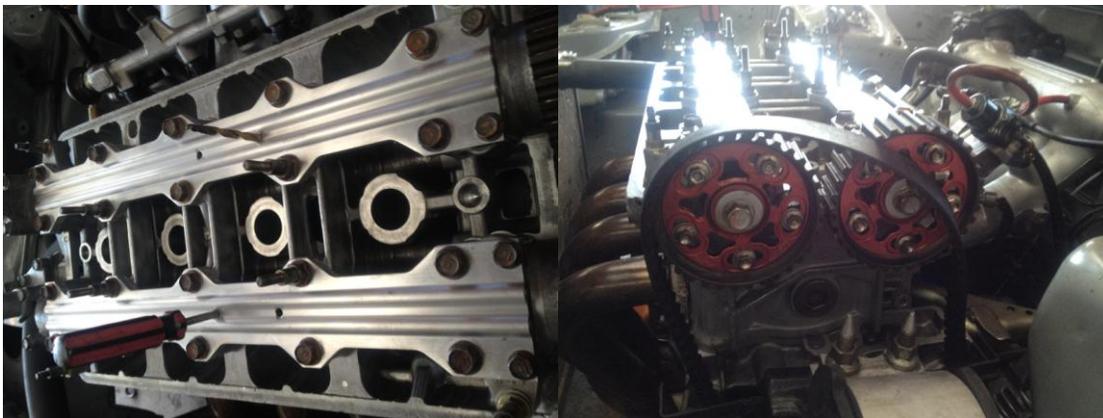
Una vez colocada la culata, se puede seguir reemplazando la bomba de agua ya que la que va con el cabezote DOCH es de 19 dientes y la del DOCH VTEC es de 22 dientes y esto se lo debe hacer ya que la banda de distribución de 125 dientes no calza con la nueva culata y la de 126 en cambio es demasiado grande y el templador no logra cumplir su función.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 50 Modificaciones en la distribución para DOCH VTEC**

Una vez cambiado esto se puede proseguir con el ensamblaje de todo el conjunto.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 51 Ensamblaje culata VTEC**



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 52 Vista de motor Culata VTEC**

Nota: Es necesario mencionar que los cables de bujías también no son los mismos y la computadora debe ser modificada para el funcionamiento que ya se verá más adelante los cambios necesarios.

#### ***4.2.3.1 Problemas de lubricación culata DOCH VTEC***

Al colocar la culata DOCH VTEC y conducir el auto por la calle normalmente no se presentó ningún problema. Sin embargo cuando se lo llevo a la pista para realizar las respectivas pruebas mostradas más adelante, después de la 4ta vuelta la presión de aceite disminuyó a 40PSI cuando debería mantenerse en mínimo 60 PSI sobre las 4000RPM, por lo que se llegó a la conclusión que el problema era un sobrecalentamiento del aceite y que este debía ser refrigerado. Para esto se decidió probar primero poniendo un adaptador en la base del filtro del aceite que tenga tres salidas de aceite de las cuales dos eran para el radiador de aceite que sería colocado en la parte delantera del auto y la tercera sería la línea de aceite saliente a la culata para el funcionamiento del VTEC.



(Villagómez, 2014)

### Gráfico 53 Radiador de aceite

El recorrido del aceite como se puede ver en las fotografías era muy extenso y el caudal necesitado era demasiado por lo que el ralentí la presión llegó a disminuir hasta 0PSI y a más de 4000RPM disminuyó hasta 40PSI nuevamente. Por esta razón se decidió hacer un sistema diferente de enfriamiento para el aceite, el cual consiste en transformar el radiador de aceite en uno de agua pero solo de agua que refrigerará el aceite por medio de otro radiador colocado en la base del filtro de aceite como se puede ver en la siguiente secuencia de fotos.



(Villagómez, 2014)

**Gráfico 54** Secuencia radiador de aceite enfriado por agua

(Villagómez, 2014)

**Gráfico 55** Bomba de agua eléctrica

El circuito del agua se complementa con el radiador de aceite colocado en la parte frontal del auto, una bomba de agua eléctrica y manguera de 5/8 de pulgada de diámetro. Con este cambio se logró mantener la presión de aceite a 55PSI lo cual ya es un poco más aceptable.

#### 4.2.4 Pulir toberas

El segundo cambio realizado en el motor fue el de pulir toberas, esto se lo realizó con una lima rotatoria y gratas de lija del número 80 y 120. Durante el uso de la lijas se usó WD-40

(Lubricante) Para lograr un mejor acabado. Se siguió el procedimiento indicado en el punto (1.3.1.1 Pulir Toberas)



(Villagómez, 2011)

Gráfico 56 Pulir toberas

### 4.3 Modificaciones de caja de cambios

Esta modificación tuvo su proceso ya que se probaron varias mezclas de relaciones de piñones en la caja de cambios. La relaciones de marcha se obtuvieron como se explica en los puntos (2.2 y 2.3). La base con la que se empezó fue:

Tabla 3 Relación caja Integra LS

| Marcha         | Relación a 1     |
|----------------|------------------|
| 1era:          | 3.23             |
| 2da:           | 1.9              |
| 3era:          | 1.269            |
| 4ta:           | 0.966            |
| 5ta:           | 0.714            |
| Retro:         | 3.00             |
| Cono y corona: | 4.26             |
| Diferencial:   | sin autoblocante |

El primero cambio que se realizó fue el de poner un cono y corona de relación más corta.



(Villagómez, 2010)

**Gráfico 57 Caja serie B**

Una vez abierta la caja se procedió a sacar el cono y la corona. Se debe tener cuidado con los pernos que sujetan la corona al diferencial ya que en este caso son de rosca contraria, es decir se aflojan los pernos en sentido horario del reloj y anti horario se ajustan. Al desarmar el cono se tiene unos retenedores de aceite en la marcha primera y segunda con los que se debe tener mucho cuidado de su posición al momento del ensamblaje. Se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 4 Relación caja integra 4.4 cono y corona**

| Marcha         | Relación a 1     |
|----------------|------------------|
| 1era:          | 3.23             |
| 2da:           | 1.9              |
| 3era:          | 1.269            |
| 4ta:           | 0.966            |
| 5ta:           | 0.714            |
| Retro:         | 3.00             |
| Cono y corona: | 4.4              |
| Diferencial:   | Sin Autoblocante |

(Villagómez, 2014)

Después se decidió cambiar la relación de las marchas 3ra, 4ta y 5ta por unas un poco más cortas donde nos encontramos con una dificultad la cual es que para esta 3era y 4ta marcha los anillos sincronizados eran más grandes por lo tanto todo el cuerpo del sincronizado es diferente y la horquilla también como se puede ver a continuación.



Horquilla LS reemplazada más pequeña



Horquilla necesaria para el cambio de piñones



Piñones reemplazados

(Villagómez, 2012)

Gráfico 58 Cambio 3ra,4ta y 5ta

Después de estos cambios se obtuvo lo siguiente:

Tabla 5 Relación caja Integra GSR

| Marcha         | Relación a 1     |
|----------------|------------------|
| 1era:          | 3.23             |
| 2da:           | 1.9              |
| 3era:          | 1.36             |
| 4ta:           | 1.034            |
| 5ta:           | 0.787            |
| Retro:         | 3.00             |
| Cono y corona: | 4.4              |
| Diferencial:   | Sin Autoblocante |

(Villagómez, 2013)

Al ver que si se tuvo una mejora, pensando en el circuito de Yahuarcocha se decidió realizar otros cambios Entre los cuales fueron un autoblocante “Torsen” el cual es como se explica en el punto (2.4.3). Además de esto se decidió poner una 1era de una relación más larga para que en el cambio a 2da no se desactive VTEC y una 3ra, 4ta y 5ta de mayor relación y cercanía entre cambios como se explica en el punto (2.3). También se puso un cono y corona de relación 4.78 alivianado como se puede ver en las fotos a continuación.



Cono 4.78



Corona 4.78 alivianada

(Villagómez, 2012)

La configuración de caja que se obtuvo después de estos cambios finales fue la siguiente:

**Tabla 6 Caja de cambios final**

| Marcha         | Relación a 1     |
|----------------|------------------|
| 1era:          | 3.07             |
| 2da:           | 1.9              |
| 3era:          | 1.458            |
| 4ta:           | 1.107            |
| 5ta:           | 0.848            |
| Retro:         | 3.00             |
| Cono y corona: | 4.78             |
| Diferencial:   | Con Autoblocante |

(Villagómez, 2013)

Nota: Para los cambios de 3ra, 4ta y 5ta se cambiaron los dos piñones por marcha pero en el caso de la 1era marcha se debe solo cambiar el piñón que va en el eje secundario (o cono) ya que el otro va integrado al eje primario. El que va en el eje secundario varía de 42 dientes el original a 40 dientes el piñón proporcionado por la marca “MFactory”. Para obtener a relación de esta marcha se divide el número de dientes antes mencionado para 13 dientes pertenecientes al piñón del eje primario.

#### **4.4 Modificaciones de suspensión**

En cuanto a las modificaciones de suspensión primero se optó por unos amortiguadores de marca “Koni” con regulación de rebote para la parte delantera y espirales “SKUNK2” de 10Kg/mm de dureza.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 59 Amortiguador Koni Espiral Skunk2**

Esta suspensión tiene características como unos espirales más duros que los originales y los amortiguadores tienen una regulación de rebote ya que tienen que soportar la dureza del espiral. La particularidades de los cambios realizados se explican mejor a lo largo de la sección (3.1).

Después se realizó otro cambio optando por una suspensión más completa proveniente de la casa de marca “D2” la cual la podemos ver en la gráfico 53.



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 60 Suspensión D2**



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 61 Reemplazo espirales regulables por suspensión D2**

El cambio de la suspensión no es nada complicado ya que es una suspensión hecha para esta carrocería, el único cambio que se tuvo que hacer fue el reemplazar las mesas inferiores traseras ya que como podemos ver en el (Gráfico 54) la parte inferior de los amortiguadores es diferente. Se debe colocar las mesas del Civic EG 92-95 versión americana ya que los de la versión japonesa son como las que se sacó iguales a los del Honda Integra DC2 japonés. No se debe olvidar que la suspensión se la debe regular tanto el espiral, como la altura y su rebote. Para realizar esto se debe expandir totalmente el amortiguador y subir e espiral hasta que llegue al tope superior, después se debe regular la altura con el tornillo inferior del amortiguador dejando los dos amortiguadores delanteros iguales el uno con el otro y los dos traseros iguales el uno con el otro. Una vez instalado las partes obtenemos algo como lo siguiente:



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 62 Mesas inferiores traseras**

El siguiente cambio en la suspensión fueron las mesas regulables de camber, estas cumplen la función especificada en el punto (3.1.4)



(Villagómez, 2013)

**Gráfico 63 Mesas Regulables**

En la sección (3.2) se explica claramente la forma de utilizar estos componentes ya que influyen en la alineación del vehículo. En el caso de este Honda Civic en el que se está realizando las pruebas se ha probado varias alineaciones hasta la que mejor resultados ha dado consiste en las siguientes medidas tomando en cuenta que es un auto con el motor en la parte delantera y la tracción también:

**Tabla 7 Alineación Final**

| Alineación          | Delantero | Trasero |
|---------------------|-----------|---------|
| <b>Camber</b>       | -1.8°     | -3.00°  |
| <b>Caster</b>       | 2.8°      |         |
| <b>Convergencia</b> | 0.02°     | 0.00°   |

(Villagómez, 2013)

**Nota:** La alineación se la debe regular después de regular correctamente las alturas de la suspensión.

#### 4.5 Modificaciones de frenos

Para la modificación de frenos antes que nada se procedió a reemplazar el servo de freno por uno más grande para que el vacío generado por el motor pueda ser mejor aprovechado en el frenado. También se colocó una bomba de freno con un diámetro de pistón más grande pasando de diámetro 13/16 pulgadas a 1 Pulgada.



**Gráfico 64 Bomba y servo de frenos**

(Villagómez, 2010)

Se reemplazó los frenos traseros de campana por unos de disco ya que su frenado es mejor y no necesita regulación.



(Villagómez, 2010)

#### **Gráfico 65 Frenos de disco traseros**

Para la instalación de estos frenos se consiguió todo el sistema completo del Honda Integra año 1994, en el cual se tiene que incluir los cables del freno de mano y la cañería de freno para que su instalación no requiera ningún tipo de adaptación.

En cuanto a los frenos delanteros primero se sustituyó todo el sistema incluyendo los brazos oblicuos de suspensión por los del Honda Integra 1994, esto era necesario y que en este sistema el estriado de la manzana es diferente y es el indicado para los ejes del nuevo motor y la Mangueta es diferente ya que tiene los orificios para el soporte de la mordaza en un diferente posición que nos permite tener un disco un poco más grande. Además la mordaza tiene una pastilla de freno más grande por lo cual la superficie de fricción es mayor y el diámetro del pistón de la mordaza de 48mm a 52mm lo cual mejorará el frenado significativamente.



(Villaómez, 2010)

**Gráfico 66 Sistema de frenos delanteros Civic Integra**

Para mejorar aún más los frenos delanteros, se consiguió los frenos delanteros del Honda CRV año 1998.

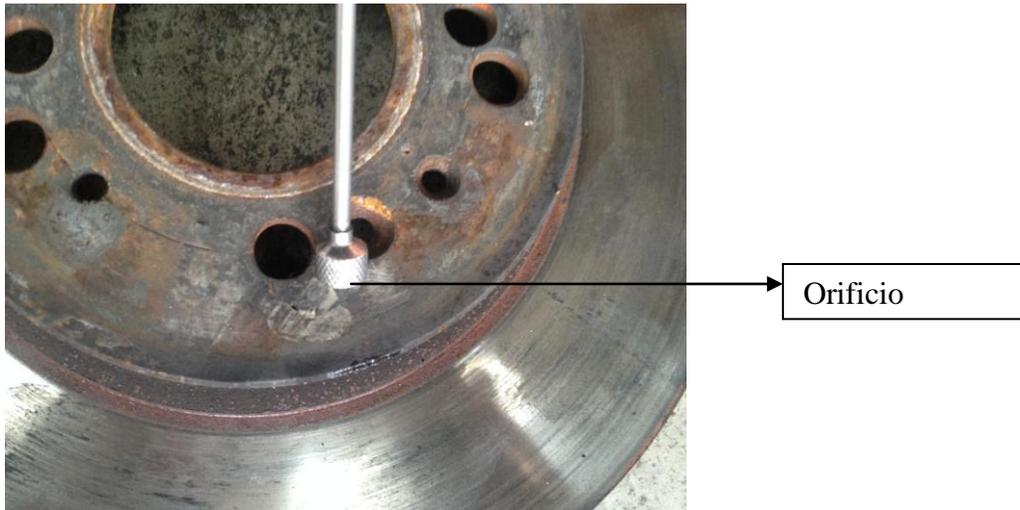


(Villagómez, 2012)

**Gráfico 67 Frenos delanteros Integra CRV**

Para la instalación se debe realizar varias modificaciones ya que se debe empezar usando la Mangueta del Honda Integra por lo tanto lo único que se va a utilizar del Honda CRV es la mordaza y el disco de freno. Lo primero que se debe hacer es colocar el disco de freno de Integra frente al de CRV y proceder a perforar cuatro orificios en el disco de CRV ya que este originalmente es de 5 orificios ya que la manzana es diferente, un orificio va a

coincidir con uno de los 5 anteriores y va a quedar en forma de ovalo. Si es posible es mejor tratar de rellenar ese hueco y hacer que el hueco quede circular caso contrario no es mucho problema.



(Villagómez, 2012)

#### Gráfico 68 Adaptación discos 4 huecos

La siguiente adaptación que se debe realizar es el colocar un bocín en el centro del disco de freno para reducir el diámetro que es originalmente de 70mm a 58mm este debe ser soldado al disco de freno como se puede ver en el gráfico 63.



(Villagómez, 2012)

#### Gráfico 69 Bocín disco de freno

En cuanto a lo que es la mordaza, se debe tomar únicamente en anclaje de esta para realizar una modificación. Esta consiste en reducir la superficie que haría contacto con la mangueta alrededor de 3mm. Para esto se debe utilizar una fresadora ya que el trabajo debe ser muy preciso y quedar totalmente plano como se puede apreciar en la siguiente figura.



(Villagómez, 2012)

#### Gráfico 70 Adaptación mordazas CRV

La mejora en el freno es notable ya que se tiene varias mejoras como más diámetro de disco de freno pasando de 260mm a 282mm de diámetro lo que nos permite hacer mejor palanca para un frenado más fuerte. Además la pastilla de freno es más grande aún que la anterior por lo que se tiene más superficie de frenado el diámetro de el pistón de la mordaza paso de 52mm a 58mm.



(Villagómez, 2012)

**Gráfico 71 Diámetro discos de freno Integra CRV**



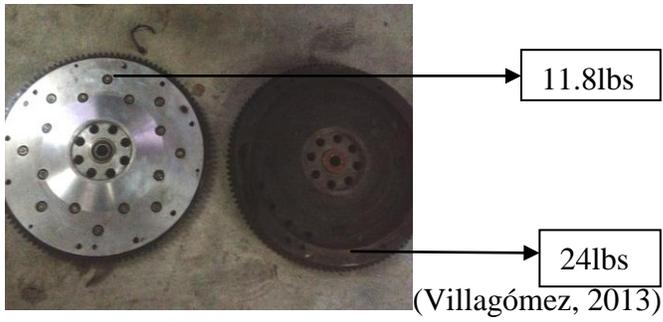
(Villagómez, 2012)

**Gráfico 72 Diámetro pistón mordaza CRV**

## **4.6 Otras modificaciones**

### **4.6.1 Reducción de peso en piezas motrices.**

Esto consiste en quitar la mayor cantidad de peso que tenga que mover el motor para que así la fuerza sea mejor aprovechada y haya una mayor entrega de caballos de fuerza a la rueda. En este caso se aliviano el volante de inercia y la polea de las bandas de servicios ya que este auto no tiene dirección hidráulica y el aire acondicionado ha sido removido. El volante de inercia original fue reemplazado con un volante de inercia de aluminio marca “Fidanza”, paso de pesar 24lbs a pesar 11.8lbs.



**Gráfico 73 Volantes de inercia**

La polea de las bandas de servicios bajo su peso de 13lbs a 10lbs. Para esto se la colocó en un torno y se eliminaron los surcos que no eran necesarios.



**Gráfico 74 Secuencia fotos polea banda de servicios**

#### 4.6.2 Modificación sistema eléctrico.

La idea de modificar el sistema eléctrico de un auto fue la de simplificar y dar más espacio al momento de querer realizar mecánica en el auto. También mejoró mucho la apariencia del auto y se ganó un poco de mejora en la repartición de peso al colocar la batería en la parte posterior del auto. Lo que se trata principalmente es de rehacer todo el ramal de cables de la inyección del motor y hacerla que paso todo por un solo sitio para que sea más sencillo desconectarlo y volverlo a conectar. Sin que estorben los cables al trabajar en la mecánica del vehículo.



(Villagómez, 2012)

**Gráfico 75 Cableado de motor original**



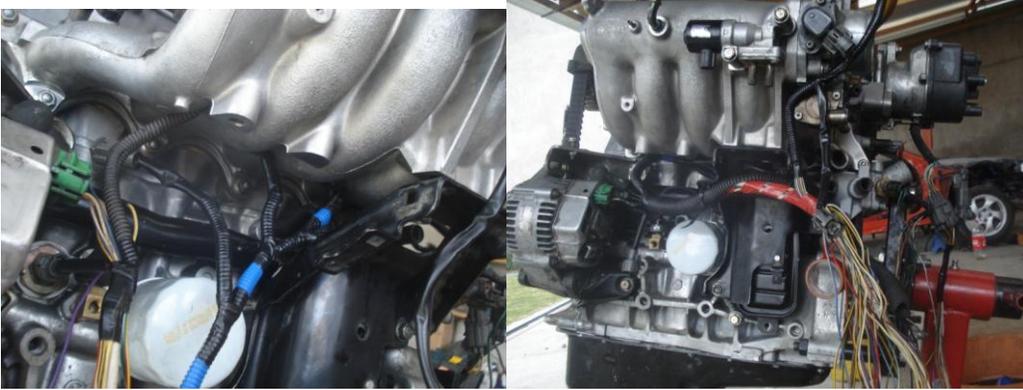
(Villagómez, 2012)

**Gráfico 76 Ramal desarmado para re direccionar cables**



(Villagómez, 2012)

**Gráfico 77 Armado de cableado**



(Villagómez, 2012)

**Gráfico 78** Direccionamiento de cableado



(Villagómez, 2012)

**Gráfico 79** Ramal direccionado a un solo lugar

Después de realizar este ramal y direccionar todo hacia un solo lugar, se prosiguió realizando el ramal de cables del interior del vehículo re direccionando todo de tal manera que sea compatible con el ramal del motor y las conexiones de luces, pito, ventiladores y limpiaparabrisas que no estorben y que no se vean. Se suspendieron los huecos originales por donde pasaba el ramal de cables y se hizo uno solo, además la caja de fusibles de motor se la paso al interior del vehículo a la parte trasera del tablero.



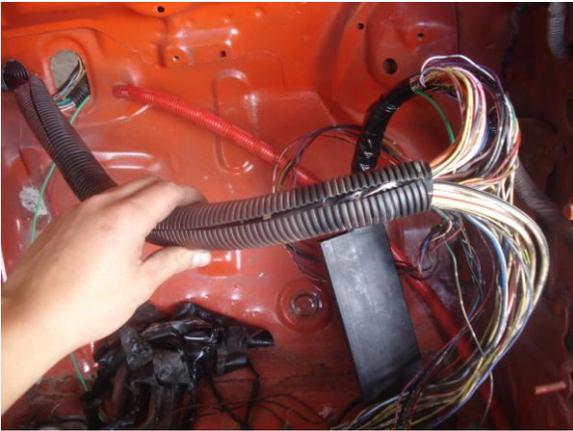
(Villagomez, 2012)

**Gráfico 80 Orificios de cableado original suspendidos**



(Villagómez, 2012)

**Gráfico 81 Re-direccionamiento de ramal de cables interior**



(Villagómez, 2012)

**Gráfico 82 Cableado ECU re-direccionamiento**



Orificio por donde pasará todo el ramal de cables de la Inyección

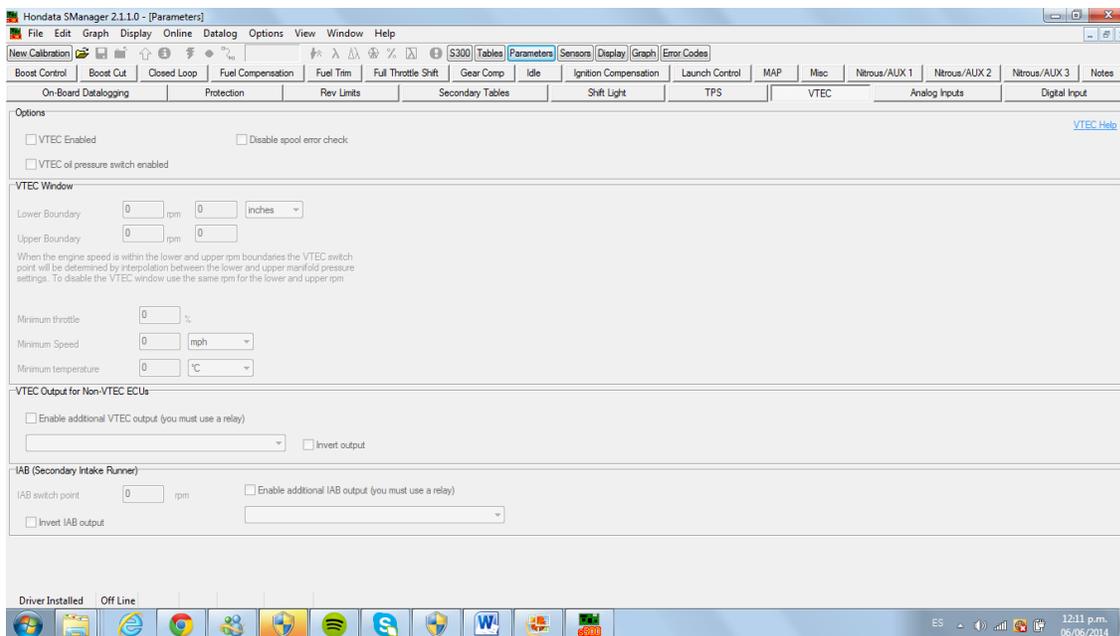
(Villagómez, 2012)

**Gráfico 83 Montaje de motor con nuevo cableado**

#### **4.7 Modificación de computadora (ECU)**

Para poder manejar todos los cambios realizados en el auto adecuadamente, se decidió adquirir una computadora totalmente programable diseñada para la marca Honda específicamente. La computadora que se adquirió es una “Hondata” modelo S300 instalada en una computadora de serie P28 equipo original de la marca Honda. Esta nos ha permitido manejar los parámetros según todas las modificaciones a nuestro gusto. Una vez instalada la tarjeta de programación en la computadora original del auto, lo que hay que hacer

únicamente es conectarla al auto. Después es necesario descargar el programa para manejar la computadora desde la Laptop el cual se llama “SManager”. Una vez hecho esto es simple el manejo y la programación del auto una buena guía es la ayuda que brinda el mismo programa para aprender a calibrar la computadora. Hay que tomar en cuenta que será necesario colocar en el auto un accesorio llamado “Wide Band” el cual nos indica la relación de mezcla aire combustible del motor. Una vez abierto el programa tendremos algo así:

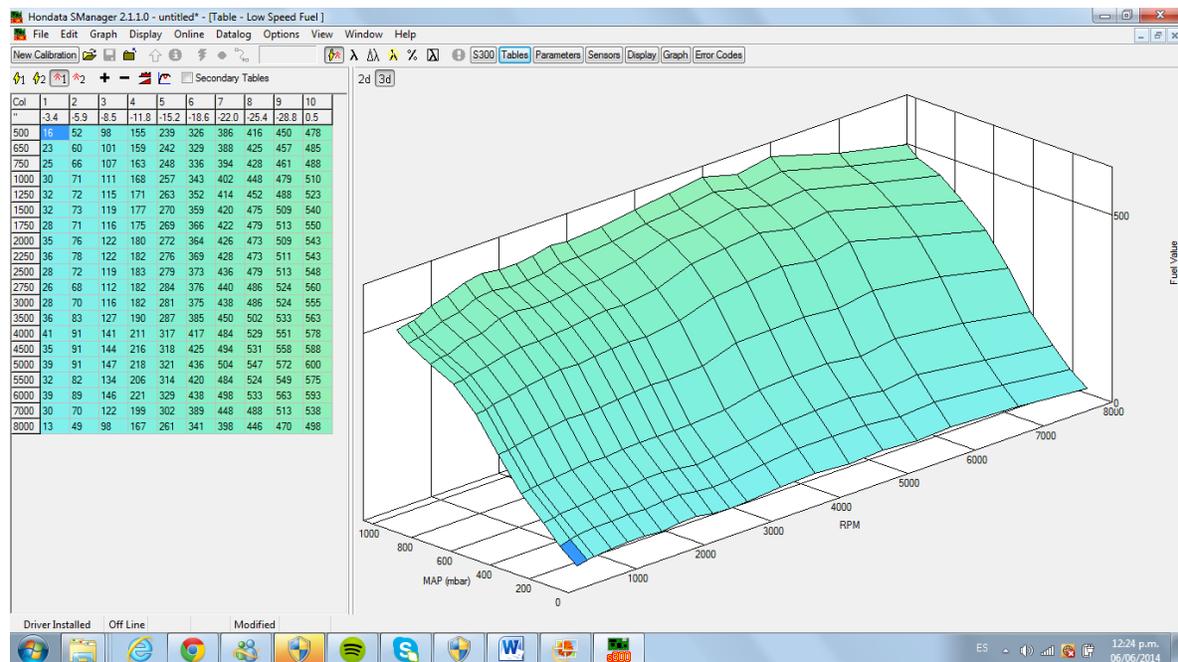


#### Gráfico 84 Vista SManager

Una vez aquí para comenzar nos dirigimos al botón de nueva calibración, allí elegimos una programación preestablecida por Hondadata de características similares a nuestro motor. Después en la pestaña parámetros, es necesario calibrar la pestaña TPS, VTEC, Gear comp, Rev limits y Protection. En TPS lo que se debe hacer es una vez puesto contacto en el auto hacer click en el rayo y proseguimos a dar otro click en el botón de load a mínima aceleración y a máxima aceleración para calibrar el acelerador. En VTEC programamos las

revoluciones a las que este quieres que se active y a cuanto acelerador. En Gear comp se debe poner la relación de cambios de tu caja de cambios. En Rev limits se debe colocar el corte de revoluciones del motor dependiendo que piezas está utilizando. En Protection se coloca la temperatura máxima de funcionamiento del motor y si esta sobrepasa a cuantas revoluciones hacer que la computadora deje subir al motor máximo como medida para que no se vaya a dañar el motor.

Una vez hecho esto, Nos dirigimos a la pestaña Tables y obtendremos algo así:



Cada cambio que se realice se debe actualizar a la computadora con el botón que indica una flecha para arriba. Según a la altura atmosférica y cantidad de acelerador que se encuentre, en la tabla leerá la columna y las revoluciones son las filas. Se debe programar con sentido común pero mis recomendaciones es no tener más 32° de encendido en las columnas 7 en adelante disminuyendo cada vez más a revoluciones cerca del corte y mantener la mezcla siempre inferior a 12.8:1 en autos de aspirado natural.

## Capítulo 5

### 5. Pruebas realizadas:

Para realizar las pruebas de los cambios ejercidos en el proyecto todas las pruebas se realizaron en el circuito de “Yahuarcocha”, la cual es una pista de 3.7Km, esta se ha dividido en 3 parciales para realizar las comparaciones de los cambios. El primero es un parcial de recta, el segundo es un parcial del trabado lento de la pista y el tercer parcial es del trabado rápido de la pista. En la siguiente gráfica están marcados los inicios de los parciales.

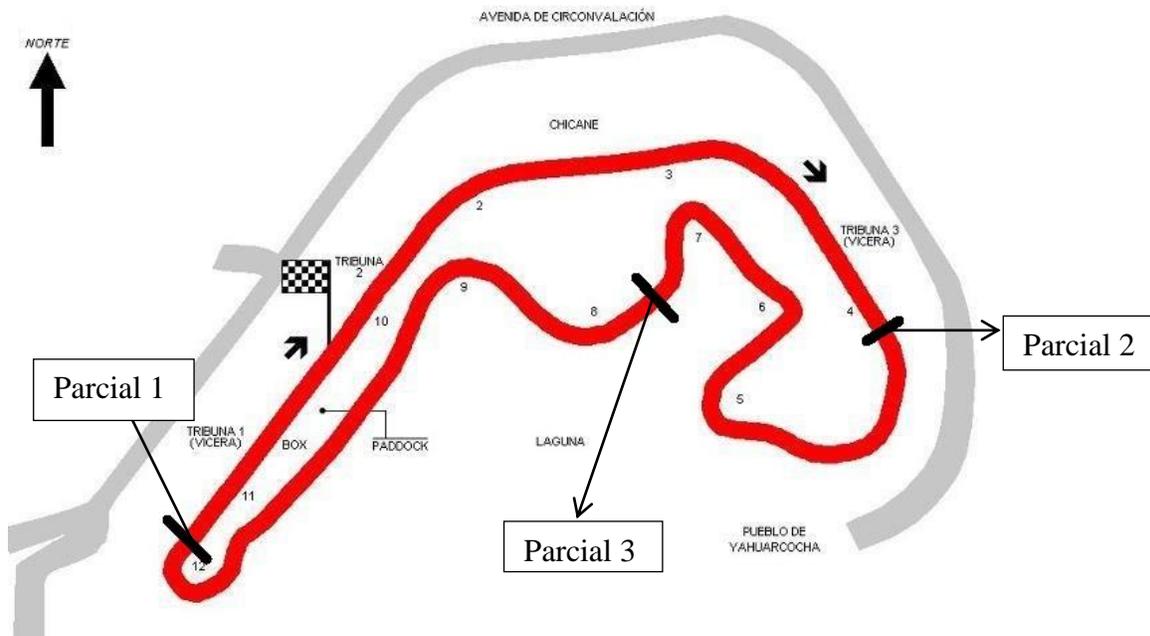


Gráfico 86 Trazado Yahuarcocha con parciales 1

## 5.1 Primera Prueba

Para comenzar, se llevó al auto completamente estándar a la pista es decir tal como se lo compró, lo único que se hizo fue poner su alineación de convergencia en  $0^\circ$ . Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

| <b>Prueba Honda Civic</b>                    | <b>D15B8 Stock</b> |          |          |          |          |
|--|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Vuelta número:</b>                        | <b>1</b>           | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Parcial 1:</b>                            | 46.8s              | 46.9s    | 46.5s    | 46.8s    | 46.6S    |
| <b>Parcial 2:</b>                            | 49.2s              | 49.5s    | 49.3s    | 49.6s    | 49.4S    |
| <b>Parcial 3:</b>                            | 42.1s              | 42.4s    | 42.4s    | 42.3S    | 42.3S    |
| <b>Tiempo total de vuelta:<br/>(minutos)</b> | 02:18.1s           | 02:18.8s | 02:18.2s | 02:18.7s | 02:18.3s |

**Tabla 8 Parciales D15B8 stock**

Como se puede ver en la tabla anterior se han realizado 5 vueltas de prueba, de las cuales se obtuvieron los 3 parciales señalados en el gráfico anterior de “Trazado Yahuarcocha con parciales”. De aquí en adelante mantendremos el mismo sistema para enseñar el progreso obtenido según los cambios realizados en el vehículo. Como se puede ver en la tabla 8 el mejor tiempo para el primer parcial fue en la tercera vuelta con 46.5 segundos. Para el segundo parcial fue en la primera vuelta con 49.2 segundos y para el tercer parcial fue en la primera vuelta con 42.1 segundos. Si sumamos estos tres mejores resultados de cada parcial podremos obtener el mejor tiempo de vuelta en cada prueba, el cual en este caso sería 2 minutos con 17.8 segundos.

## 5.2 Segunda Prueba

Para esta prueba se decidió realizar cambios drásticos en el auto para tener una buena base en cual empezar a realizar más cambios. Para esto se decidió poner un motor B18B3 de un Honda Integra LS 94, esta serie de motor al ser más utilizada para modificaciones en el exterior se puede realizar más cambios para realizar las pruebas. Las especificaciones del motor colocado se especifican el punto (4.1)

Para esto también se hizo un cambio de servo y bomba de freno, se colocó morzadas de Honda Integra delanteros y se sustituyó las campanas traseras por calipers y discos como se explica en el punto (4.5).

Los tiempos para esta prueba fueron los siguientes:

| <b>Prueba Honda Civic</b>                    | <b>B18B3 Stock</b> |          |          |          |          |
|--|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Vuelta número:</b>                        | <b>1</b>           | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Parcial 1:</b>                            | 40.5s              | 40.3s    | 40.2s    | 40.3s    | 40.4s    |
| <b>Parcial 2:</b>                            | 44.3s              | 44.1s    | 44.3s    | 44.4s    | 44.2s    |
| <b>Parcial 3:</b>                            | 38.7s              | 39s      | 38.6s    | 38.9s    | 38.8s    |
| <b>Tiempo total de vuelta:<br/>(minutos)</b> | 02:03.5s           | 02:03.4s | 02:03.1s | 02:03.6s | 02:03.4s |

**Tabla 9 Parciales B18B3 stock**

Para esta prueba como podemos ver en la tabla 9, el mejor primer parcial fue en la vuelta tres con 40.2 segundos. Para el segundo parcial el mejor tiempo fue en la segunda vuelta con 44.1 y el mejor tercer parcial fue en la tercera vuelta con 38.6 segundos con lo que nuestra vuelta ideal sería de un tiempo de 2 minutos 2.9 segundos, lo que quiere decir que ha mejorado disminuyendo el tiempo de la primera prueba a la segunda prueba 14.9 segundos.

Al comparar estos parciales con los de la primera prueba mostrados en la tabla “Parciales D15B8” se puede ver que el parcial de recta, es decir el primer parcial, ha disminuido en gran manera ya que el motor es de mejores especificaciones. Los parciales 2 y 3 también han disminuido ya que la potencia de la primera prueba era muy pobre incluso en curvas por lo que esta nueva potencia nos ayuda a mejorar la aceleración entre curva y curva y además los frenos también ayudan a mejorar los tiempos de frenado.

### 5.3 Tercera prueba

Para la tercera prueba se decidió solo cambiar la dureza de los espirales de suspensión, esto quiere decir que de los originales se colocó unos espirales con regulación de altura con una dureza de 10Kg/mm adelante y 10Kg/mm atrás y se obtuvieron los siguientes resultados:

| <b>Prueba Honda Civic</b>                    | <b>B18B3 Stock Coil Overs 10kg/mm 8Kg/mm</b> |          |          |          |          |
|--|--|----------|----------|----------|----------|
| <b>Vuelta número:</b>                        | <b>1</b>                                     | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Parcial 1:</b>                            | 39.7s  | 39.6s    | 39.8s    | 39.7s    | 39.8s    |
| <b>Parcial 2:</b>                            | 43.4s  | 43.4s    | 43.6s    | 43.6s    | 43.5s    |
| <b>Parcial 3:</b>                            | 36.5s  | 36.4s    | 36.4s    | 36.3s    | 36.5s    |
| <b>Tiempo total de vuelta:<br/>(minutos)</b> | 01:59.6s                                     | 01:59.4s | 01:59.8s | 01:59.6s | 01:59.8s |

**Tabla 10 Parciales B18B3 Stock Coil Overs 10kg/mm 8Kg/mm**

Para esta prueba el mejor primer parcial fue en la segunda vuelta con 39.6 segundos, para el segundo parcial el mejor parcial fue de 43.4 segundos en la primera y segunda vuelta, y para el tercer parcial el mejor tiempo fue de 36.3 segundos en la cuarta vuelta lo que nos indica que el tiempo ideal de la prueba sería de 1 minuto 59.3 segundos. Esto quiere decir que se mejoró el tiempo en relación a la segunda prueba en 3.6 segundos la vuelta.

En la tabla 10 podemos ver que los tiempos de vuelta han mejorado significativamente y si nos fijamos en los parciales los primeros parciales no han variado tanto en relación a los anteriores pero el parcial dos especialmente ha disminuido mucho y es debido a que la suspensión más dura y un punto más bajo de centro de gravedad del auto ayudan mucho en la transferencia de pesos en el sector de más curvas en la pista lo que está, mejor explicado en el punto (4.4).

#### 5.4 Cuarta prueba

Para esta prueba se decidió cambiar la configuración de la caja y hacerla un poco más corta a continuación mostramos las relaciones de cajas que se tenía anteriormente y la que se puso para realizar esta prueba en la siguiente tabla.

|                                |          |       |         |       |       |       |       |       |       |       |                   |
|--------------------------------|----------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 94-2001 Integra<br>LS/RS/GS/SE | USDm     | Hydro | S80     | 3.230 | 1.900 | 1.269 | 0.966 | 0.714 | 3.000 | 4.266 | No<br>LSD         |
| 94-2001 Integra<br>GSR/SR -G   | USDm/JDM | Hydro | S80/Y80 | 3.230 | 1.900 | 1.360 | 1.034 | 0.787 | 3.000 | 4.400 | JDM<br>Opt<br>LSD |

**Tabla 11** Tabla piñones LS y piñones GSR

Como se puede ver en la tabla las relaciones del integra LS son las relaciones que se utilizaron para realizar la pruebas pasadas, y las relaciones por las que fueron reemplazadas son las correspondientes al Integra GSR. Hay que notar que la última relación de la derecha es correspondiente al cono y corona. Los cambios efectuados en caja de cambios fueron varios y su lógica está explicada a lo largo de todo el capítulo 2 y las relaciones usadas en esta prueba son las que se muestran en la tabla 11.

Después de realizar los cambios los resultados fueron:

| <b>Prueba Honda Civic</b>                    | <b>B18B3 Piñones GSR 4.40 Coil Overs 10kg/mm</b> |          |          |          |          |
|--|--|----------|----------|----------|----------|
| <b>Vuelta número:</b>                        | <b>1</b>   | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Parcial 1:</b>                            | 37.5s  | 37.7s    | 37.5s    | 37.6s    | 37.5s    |
| <b>Parcial 2:</b>                            | 43s  | 42.9s    | 43.1s    | 43.1s    | 42.9s    |
| <b>Parcial 3:</b>                            | 35s  | 35.2s    | 35s      | 34.9s    | 35s      |
| <b>Tiempo total de vuelta:<br/>(minutos)</b> | 01:55.5s   | 01:55.8s | 01:55.6s | 01:55.6s | 01:55.4s |

**Tabla 12 Tabla parciales B18B3 Piñones GSR 4.40 Coil Overs 10kg/mm 8Kg/mm**

Para esta cuarta prueba podemos ver que el mejor primer parcial fue de 37.5 segundos en la primera, tercera y quinta vuelta, para el segundo parcial el mejor tiempo fue de 42.9 segundos en la segunda y quinta vuelta, y el mejor tercer parcial fue en la cuarta vuelta con 34.9 segundos lo que nos da un resultado de mejor tiempo de vuelta en 1 minuto 55.3 segundos. Esto nos indica que se ha mejorado el tiempo de vuelta en 4 segundos en relación a la tercera prueba.

Como podemos ver el parcial 1 y 3 disminuyeron bastante ya que con la ayuda de esta configuración de caja de cambios el desplazamiento y aceleración del auto es mayor por lo que tiene mejores tiempos donde se puede aprovechar mucho la aceleración.

### **5.5 Quinta Prueba**

Para esta prueba en principio se decidió aumentar el cilindraje del auto de 1800cc a 2000cc logrando las siguientes especificaciones en el motor:

- Cilindraje: 2,040 cc
- Potencia: 149 hp @ 6200 rpm

- Torque: 133 lb·ft (180 N·m) @ 5600 rpm
- Compresión: 9.6:1
- Diámetro de pistón: 85mm
- Largo de Biela: 89mm
- Corte de revoluciones: 7,000 rpm

El cambio en pista no fue tan significativo como se esperó ya que disminuyó el tiempo de vuelta aproximadamente en 0.5 segundos mejorando 0.3 segundos en el parcial 1 y 0.2 segundos en el parcial 3. Por lo que se hizo los siguientes cambios en la caja de cambios mostrados en la siguiente tabla.

| <b>Cambio</b>  | <b>1era</b> | <b>2da</b> | <b>3ra</b> | <b>4ta</b> | <b>5ta</b> | <b>Final</b> |
|----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| <b>INTEGRA</b> |             |            |            |            |            |              |
| <b>GSR</b>     | 3.23        | 1.9        | 1.36       | 1.034      | 0.787      | 4.4          |
| <b>Prueba</b>  | 3.23        | 1.9        | 1.458      | 1.101      | 0.848      | 4.78         |

**Tabla 13** Tabla cambios de caja finales

Como se puede ver en la tabla se decidió dejar los cambios de 1era y 2da ya que creo que para pista es mejor mantener una segunda larga. Pero 3era 4ta y 5ta se puede ver que se las acortaron haciendo que cada una quede más cerca de la otra haciendo así que la caída de revoluciones entre cambio y cambio sea menor especialmente de 2da a 3era. También se colocó un cono y corona de relación 4.78 es decir más corto que el 4.40 anterior logrando una velocidad final máxima de 200Km/h, lo cual es lo ideal para el circuito de Yahuarcocha ya que en las pruebas se obtuvo en la recta más larga una máxima velocidad de 190 Km/h. Adicionalmente a esto se reemplazó el diferencial por un autoblocante Torsen lo que ayudó mucho para disminuir el parcial 2 de la pista en esta prueba. Más información se puede

obtener en el capítulo 2 y sobre los cambios efectuados en el punto (4.3). En cuanto a suspensión se colocó las mesas regulables como se explica en el punto 4.4 y se lo puede ver en el gráfico 60. Los resultados de la prueba fueron los siguientes:

| <b>Prueba Honda Civic</b>                | B20 Piñones B16A 4.78 Coil Overs 10kg/mm |          |          |          |          |
|--|--|----------|----------|----------|----------|
| <b>Vuelta número:</b>                    | <b>1</b>                                 | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Parcial 1:</b>                        | 36.9s                                    | 36.7s    | 36.7s    | 36.6s    | 36.9s    |
| <b>Parcial 2:</b>                        | 42.2s                                    | 42.1s    | 42.3s    | 42.5s    | 42.1s    |
| <b>Parcial 3:</b>                        | 34s                                      | 33.8s    | 33.9s    | 33.7s    | 33.6s    |
| <b>Tiempo total de vuelta: (minutos)</b> | 01:53.1s                                 | 01:52.6s | 01:52.9s | 01:52.8s | 01:52.6s |

Tabla 14 Prueba 5

Para esta quinta prueba, el mejor primer parcial se presenta en la cuarta vuelta con 36.6 segundos, para el segundo parcial el mejor tiempo es de 42.1 segundos en la segunda y quinta vuelta y para el tercer parcial 33.6 segundos en la quinta vuelta. Lo que nos da como resultado un tiempo de vuelta de 1 minuto 52.3 segundos dando como mejora un tiempo de vuelta 3 segundos inferior al de la cuarta prueba.

Como se puede apreciar en la tabla, los tiempos de vuelta disminuyeron significativamente debido a una mejor aceleración del auto lo que ha disminuido mucho el tiempo en los parciales 1 y 3. La mejora en el parcial dos puede que se deba a la instalación del autoblocante y la mejora de la alineación que han permitido tomar de mejor manera las curvas.

### 5.6 Sexta prueba

Para esta prueba que sería la prueba final, se colocó una culata de distribución variable como se muestra en el punto (4.2.3). También se colocó una suspensión D2 con espirales de 10Kg/mm adelante y 5Kg/mm atrás. Es necesario mencionar que se colocó en la caja una 1era más larga es decir paso de 3.23:1 a 3.07:1 lo cual fue únicamente para evitar que por la caída de revoluciones se apague el VTEC y que este cambio sería totalmente irrelevante en esta prueba. Es necesario mencionar que para esta prueba ya se implementaron los frenos de CRV como se explica en el punto (4.5). Los resultados de esta prueba fueron los siguientes:

| <b>Prueba Honda Civic</b>                | <b>B20 VTEC Piñones B16A 4.78 D2</b> |          |          |          |          |
|--|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Vuelta número:</b>                    | <b>1</b>                             | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Parcial 1:</b>                        | 36.4s                                | 36.3s    | 36.3s    | 36.4s    | 36.2s    |
| <b>Parcial 2:</b>                        | 42s                                  | 42.1s    | 42.1s    | 42s      | 42s      |
| <b>Parcial 3:</b>                        | 33.5s                                | 33.6s    | 33.5s    | 33.4s    | 33.5s    |
| <b>Tiempo total de vuelta: (minutos)</b> | 01:51.9s                             | 01:52.0s | 01:51.9s | 01:51.8s | 01:51.7s |

Tabla 15 Prueba 6

Para esta prueba final, el mejor primer parcial ha sido de 36.2 segundos en la quinta vuelta, el mejor segundo parcial fue de 42 segundos en la primera, cuarta y quinta vuelta, y para el mejor tercer parcial fue de 33.4 segundos en la cuarta vuelta dándonos como resultado un tiempo de vuelta ideal de 1 minuto 51.6 segundos. Esto quiere decir que la mejora desde la

quinta prueba a esta es solo de 7 décimas de segundo lo cual no es mucho en comparación a las pruebas pasadas.

El cambio no ha sido tan drástico a pesar de la gran inversión que fue realizar los cambios mostrados en la Prueba 6, lo que nos indica que probablemente sería mejor empezar a mejorar ya otros aspectos del auto como llantas, aerodinámica, etc.

## 6. Conclusiones

Después de haber realizado todas las modificaciones expuestas en el documento, detalladas a lo largo del capítulo 4 y comprobadas en el proyecto del capítulo 5 basando nos en la teoría de los capítulos 1, 2 y 3 del documento, podemos llegar a ciertas conclusiones tales como:

- Según los cambios realizados en las diferentes partes del vehículo, mejoran cada parcial de vuelta independientemente. De esta manera podemos saber cuan beneficioso ha sido el cambio realizado.
- En principio ha sido de gran beneficio el cambio de motor lo cual sería un resultado obvio, pero lo que hay que tomar en cuenta son los cambios realizados a partir de este. A fin de cuentas los cambios más significativos estuvieron el caja de cambios y suspensión, ya que con la caja de cambios variaba mucho el resultado del primer parcial, lo que nos indicaría que la velocidad de recta se incrementaba significativamente. También se puede ver que mejoraba mucho el tiempo de los parciales 2 y 3 ya que aceleración del auto incrementaba de tal manera que el auto en las curvas del circuito tenía mayor desempeño al poder mantener el motor a más altas revoluciones cada vez mejorando su tiempo de respuesta al acelerador.
- El uso de una suspensión más dura y reducir la altura del auto también mejoró mucho su desempeño en los parciales 2 y 3 siendo complementada por las mesas regulables haciendo posible una mejor alineación del auto.
- El cambio por una mejor suspensión, los Coil Overs como se especifica en el punto (4.4) por una D2, los resultados de cambio en los parciales 2 y 3 como se puede ver

en la sexta prueba (5.6) no es mucho como se esperaba a los tiempos mostrados en la quinta prueba, sin embargo el comportamiento del auto si es mejor ya que es menos nervioso lo que lo hace más manejable y evita que se cometa errores muy fácilmente.

- Las mejoras que menos resultado dieron fueron las puestas en el motor, ya que en todos los cambios que se le realizó al motor B18B3 se mejoró alrededor de 3 segundos como máximo.
- Después del cambio de Culata como se especifica en el punto (4.2.3) se obtuvo problemas de lubricación (4.2.3.1) lo que no es bueno, ya que el auto no puede mantener constantes los tiempos después de la 4ta vuelta.
- Los cambios más beneficiosos son los de caja de cambios, suspensión y llantas, si se tiene un buen motor es mejor dejarlo normal cambiando solo sus componentes externos ya que los cambios en este serían necesarios cuando se necesite las últimas décimas para alcanzar los tiempos deseados.

## Recomendaciones

- Para estar más seguros de los resultados obtenidos con cada cambio, tratar de realizar un cambio a la vez en lugar de varios para cada prueba.
- Para pista, en el caso de Honda tratar de trabajar con un motor originalmente VTEC de fábrica.
- Trabajar más a fondo en una buena refrigeración de aceite podría hacer que la presión de aceite suba permitiendo obtener los tiempos esperados en la sexta prueba.
- Mantener un cono y corona normal, es decir, largo, y apegar más cada relación de cambio entre sí puede que nos entregue un mejor resultado, sería una buena prueba.
- Los cambios en el motor tienen que ser los últimos a realizarse, pero quizá los primeros en pensarse ya que el diseño del resto de cosas tendría que ser en base a eso para no tener que realizar las modificaciones dos veces.

## Glosario:

**Admisión libre:** Se refiere a un tubo generalmente de aluminio, el cual es colocado en lugar de la manguera de admisión original de los autos.

**Catalizador:** Este es un convertidor de gases de escape, transforma gases como el hidrógeno, monóxido de carbono y el óxido de nitrógeno en gases menos contaminantes como agua, dióxido de carbono y nitrógeno.

**Chequeo de motor:** Es una luz por lo general amarilla que se enciende en el tablero indicando nos alguna falla en el motor o algún sensor defectuoso.

**Cinta de volante de inercia:** Se refiere al dentado que tiene el volante en su parte externa para que de allí el motor de arranque pueda girar el motor.

**C-VVT:** Sistema de distribución variable fabricado por las marcas coreanas como Hyundai y Kia. Este sistema consiste en dar una mejor repartición de torque al motor adelantando y atrasando los árboles de levas según las revoluciones a las que se encuentre el motor.

**Decibeles:** Es una medida de sonido con la cual se puede saber que tan fuerte es el sonido emitido por un auto.

**Descomprimir:** Se refiere a que los gases de escape queden muy sueltos, es decir que no haya presión de los gases de escape en la tubería.

**Espejo de volante de inercia:** Se refiere a la superficie donde asienta el disco de embrague.

**Filtro Cónico:** Se refiere a un filtro de aire en forma de cono que permite un mejor flujo del paso del aire.

**LAG:** Se refiere al retardo de carga del turbo.

**MAF:** Sensor de flujo de aire

**MAP:** Sensor de presión de aire

**MIVEC:** Sistema de distribución variable fabricado por la marca Mitsubishi. Su funcionamiento es similar al VTEC de Honda.

**N/A:** Motores de aspirado natural.

**Pre-silenciador:** Se refiere a un silenciador de sonido de gases de escape previo al silenciador final. Este ayuda a la disminución del ruido sin obstruir la salida de los gases de escape.

**Rendimiento Volumétrico:** Se refiere al punto de mejor llenado del cilindro al momento de realizar la admisión de mezcla aire-combustible.

**Silenciador:** Es algo similar al pre-silenciador pero este si obstruye la salida de los gases de escape debido a su diseño para eliminar totalmente el ruido del escape.

**Válvula de alivio de presión del turbo:** Es una válvula que va colocada en la admisión y funciona cuando en los autos a gasolina dejan de acelerar y la admisión se cierra y la carga del turbo se mantiene en los ductos de admisión.

**VANOS:** Sistema de distribución variable fabricado por la marca BMW. Su funcionamiento es similar al C-VVT.

**V-TEC:** Sistema de distribución variable fabricado por la marca Honda y lanzado al mercado de autos de calle en el año 1988. Este consiste en la utilización de una tercera leva en la culata incrementando así la potencia del motor.

**VVT-I:** Sistema de distribución variable fabricado por la marca Toyota. Su funcionamiento es similar al C-VVT.

## **Bibliografía:**

Automecánico, Partes del motor con explosión provocada, Extraído el 15 de diciembre del 2013, desde:

<http://motor4t.wikispaces.com/PARTES+DEL+MOTOR+CON+EXPLOSI%C3%93N+PROVOCADA>

CROXSWELL, Lóbulos de leva, Extraído el 12 de diciembre del 2014 desde:

[http://todomotores.cl/competicion/leva\\_carrera\\_1.htm](http://todomotores.cl/competicion/leva_carrera_1.htm)

SERGIAM, Catalizador Core-Shell, Extraído el 24 de Octubre del 2013 desde:

<http://www.motorzoom.es/mundo-auto/articulo/catalizador-core-shell-los-vehiculos-del-futuro-podrian-llevarlo/43005/>

Sin Autor, Diseño de un motor, Extraído el 15 de noviembre del 2013 desde:

<http://delineacionindustrial.wordpress.com/2011/11/14/disenio-de-un-motor-de-4-tiempos-y-2700-c-c-parte-i/>

Sin Autor, Mecanismo de apertura y cierre de válvulas de un motor. Extraído el 15 de noviembre del 2013 desde: <http://www.sabelotodo.org/automovil/acionvalvulas.html>

Sin Autor, Sistema de Escape del Automóvil, Extraído el 12 de noviembre del 2013 desde:

<http://www.sabelotodo.org/automovil/sisescape.html>