



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: PULIDO DE LOS CONDUCTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE
PARA DISMINUIR EL TIEMPO Y LA FRICCIÓN DEL FLUJO DE
GASES AL INGRESAR Y SALIR DE LA CULATA DE UN
VEHÍCULO CHERY COWIN.**

AUTOR: GAVILANES GUANOTOA LEONARDO XAVIER

DIRECTOR: ING. VÉLEZ SALAZAR JONATHAN SAMUEL

LATACUNGA

2018



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“PULIDO DE LOS CONDUCTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE PARA DISMINUIR EL TIEMPO Y LA FRICCIÓN DEL FLUJO DE GASES AL INGRESAR Y SALIR DE LA CULATA DE UN VEHÍCULO CHERY COWIN”** realizado por el señor **LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 21 de Febrero del 2018

SAMUEL JONATHAN VÉLEZ SALAZAR
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA**, con cédula de identidad N°172662442-0, declaro que este trabajo de titulación **“PULIDO DE LOS CONDUCTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE PARA DISMINUIR EL TIEMPO Y LA FRICCIÓN DEL FLUJO DE GASES AL INGRESAR Y SALIR DE LA CULATA DE UN VEHÍCULO CHERY COWIN”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 21 de Febrero del 2018

LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA

C.C: 172662442-0



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Yo, **LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**PULIDO DE LOS CONDUCTOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE PARA DISMINUIR EL TIEMPO Y LA FRICCIÓN DEL FLUJO DE GASES AL INGRESAR Y SALIR DE LA CULATA DE UN VEHÍCULO CHERY COWIN**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 21 de Febrero del 2018

LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA

C.C: 172662442-0

DEDICATORIA

Al culminar ya mi carrera universitaria quiero dedicar este triunfo a mis padres Patricia Guanotoa y José Gavilanes quienes con mucho empeño y sacrificio supieron guiarme para lograr mi cometido inculcándome valores morales y forjando cada día mi carácter

LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a las personas que día a día me dieron apoyo moral entre ellos incluyo a mis profesores los cuales me llenaron de conocimiento el cual me es muy útil para poder desempeñarme en mi vida profesional

LEONARDO XAVIER GAVILANES GUANOTOA

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	Antecedentes.....	1
1.2.	Planteamiento del problema	1
1.3.	Justificación.....	2
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Motor.....	4
2.1.2	Funcionamiento	4
2.1.3	Ciclo de funcionamiento	5
2.2	Culata	6
2.3	Colector de admisión	10
2.4	Colector de escape	11
2.5	Trucaje de la culata	12

2.5.1	Aumento del diámetro para el paso del flujo de gases.....	13
2.5.2	Aumento de la relación de compresión.....	15
2.5.3	Aligerando el peso del tren alternativo	16
2.5.4	Modificación del árbol de levas.....	19
2.6	Porteado.....	20
2.7	Pulido	21
2.8	Intake y filtro cónico.....	22
2.9	Header´s	25
2.10	Dinamómetro de rodillos.....	26

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1	Inspección del vehículo antes de empezar con el proyecto técnico.....	28
3.2	Pruebas de potencia antes de empezar el proyecto	29
3.3	Inicio del proyecto	30
3.3.1	Retiro de la culata	31
3.3.2	Retiro del árbol de levas.....	32
3.3.3	Retiro de válvulas	32
3.3.4	Porteado.....	33
3.3.5	Pulido	34
3.3.6	Ensamblaje de la culata.....	35
3.3.7	Colocar la culata en el block	36
3.3.8	Tiempo del motor.....	38
3.3.9	Intake.....	39
3.3.10	Filtro cónico.....	39
3.3.11	Header	40
3.4	Pruebas de eficiencia después del proyecto técnico	45
3.5	Análisis de resultados.....	47

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	Conclusiones.....	49
------	-------------------	----

4.2.	Recomendaciones	50
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	51
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Motor de combustión interna.....	4
Figura 2.	Ciclo de admisión.....	5
Figura 3.	Ciclo de compresión.....	5
Figura 4.	Ciclo de expansión o escape.....	6
Figura 5.	Ciclo de escape.....	6
Figura 6.	Culata o cabezote del motor.....	8
Figura 7.	Cámara cilíndrica.....	9
Figura 8.	Cámara de bañera y cuña.....	9
Figura 9.	Cámara hemisférica.....	10
Figura 10.	Sistema de admisión.....	11
Figura 11.	Colector de escape.....	12
Figura 12.	Asientos de válvulas.....	13
Figura 13.	Llenado del cilindro.....	14
Figura 14.	Vaciado del cilindro.....	15
Figura 15.	Pistones forjados.....	17
Figura 16.	Biela forjada.....	17
Figura 17.	Cigüeñal modificado en los filos de sus contrapesos.....	18
Figura 18.	Volante de inercia modificado en el exterior del centro de giro.....	19
Figura 19.	Tipos de levas.....	19
Figura 20.	Asiento de válvula.....	20
Figura 21.	Zonas a retocar.....	21
Figura 22.	Ductos pulidos.....	22
Figura 23.	Sistema de alto flujo SRI.....	22
Figura 24.	Sistema de alto flujo CAI.....	23
Figura 25.	Filtro de reemplazo.....	24
Figura 26.	Filtros incorporados sistemas de inducción.....	24
Figura 27.	Intake y filtro cónico.....	25
Figura 28.	Múltiples header´s.....	26
Figura 29.	Dinamómetro de rodillos.....	26
Figura 30.	Inspección del vehículo.....	28

Figura 31.	Pruebas dinamómetro	29
Figura 32.	Curvas de potencia y torque	29
Figura 33.	Tabla de valores	30
Figura 34.	Desmontaje del motor	31
Figura 35.	Retiro de la culata	31
Figura 36.	Retiro árbol de levas.....	32
Figura 37.	Retiro de válvulas.....	33
Figura 38.	Proceso de porteado	34
Figura 39.	Proceso de pulido	34
Figura 40.	Retenedor de árbol de levas	35
Figura 41.	Ensamblaje de válvulas de admisión y escape	35
Figura 42.	Ensamblaje de árbol de levas y tren de balancines	36
Figura 43.	Empaque de la culata.....	36
Figura 44.	Apriete de pernos de la culata.....	38
Figura 45.	Colocación del tapa válvulas	38
Figura 46.	Colocación del tiempo del motor.....	39
Figura 47.	Colocación de intake	39
Figura 48.	Colocación de filtro cónico.....	40
Figura 49.	Estándar (4-2-1)	41
Figura 50.	Corto (4-2-1).....	41
Figura 51.	Largo (4-2-1).....	42
Figura 52.	(4-1).....	43
Figura 53.	Curvas (4-2-1 estándar), (4-2-1 corto), (4-2-1 largo), (4,1)	44
Figura 54.	Instalación de header 4-1	44
Figura 55.	Convertidores catalíticos retirados.....	45
Figura 56.	Curvas de potencia y torque	46
Figura 57.	Tabla de valores	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tamaños de rosca métrica	37
Tabla 2.	Tamaño de rosca (in)	37
Tabla 3.	Tamaño de hilos (U.S)	37

RESUMEN

El presente proyecto tuvo resultados de eficiencia del motor al efectuar el pulido de los ductos de admisión y escape para mejorar el flujo de gases y así el rendimiento del motor compensando la falta de oxígeno en la altura de la serranía. Para garantizar que el flujo de gases sea adecuado, se instaló un header el cual nos ayuda para que los gases de escape fluyan adecuadamente y a su vez un intake con filtro cónico el cual nos permite una mayor entrada de aire a la cámara de combustión del motor.

El header utilizado en la realización de este proyecto es un 4-1 el cual nos proporciona una mayor eficiencia en altas revoluciones y el intake utilizado fue un short ram intake, el cual no ayuda en bajas revoluciones y así poder tener una equidad entre altas y bajas rpm.

Para poder tener pruebas sobre este proyecto se realizaron pruebas en un dinamómetro, el cual nos proporcionó datos sobre el antes de realizar este proyecto y el después de realizarlo, lo cual nos generó pruebas de eficiencia al realizar este proyecto.

Los datos marcados por las pruebas realizadas en el dinamómetro demostraron que el aumento de potencia y torque son notables, lo cual nos indica la fiabilidad de realizar este tipo de modificaciones que no son muy costosas.

Palabras claves

Admisión

Escape

Header

Intake

Pulido

ABSTRACT

The present project had results of efficiency of the engine when polishing the intake and exhaust ducts to improve the flow of gases and the performance of the engine compensating the lack of oxygen in the mountainous areas of the country. To ensure that the flow of gases is adequate, a header which helps us to ensure that the exhaust gases flow properly, was installed in the vehicle and at the same time an intake with conical filter which allows a greater air intake to the combustion chamber of the engine was installed as well.

The header used in the execution of this project is a 4-1 which provides greater efficiency in high revolutions and the intake used was a short ram intake, which helps in low revolutions and to be able to have equality between high and low rpm.

In order to have proof of this project, tests were performed on a dynamometer, which provided us with real data about the project, before and after it, which generated evidence of the effectiveness of this project.

The data collected by the tests performed on the dynamometer, showed that the increase in power and torque are remarkable, which indicates the reliability of making these types of modifications that are not very expensive.

Keywords

Admission

Exhaust pipe

Header

Intake

Polish

CHECK BY
LCDO. FLAVIO HURTADO
DOCENTE UGT

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Alcanzar un mejor rendimiento de los motores de combustión interna es un objetivo trazado que mantienen todos los involucrados con la mecánica automotriz, en este sentido lo que se pretende es realizar un mecanizado, el cual está orientado a incrementar el flujo de los gases tanto en la entrada como en la salida, al reducir las restricciones, como parámetro esencial es no comprometer la resistencia mecánica del cabezote, por lo que las modificaciones tienen que ser bien fundamentadas en función de las condiciones de operación del motor. En la línea de lo planteado se han realizado varios proyectos que se relacionan con este estudio como, por ejemplo

“Comparación de las características de eficiencia de un motor Suzuki Forsa G10 SOHC al variar secuencialmente elementos posibles de trucaje para competición a través de un banco de pruebas” (Samaniego Flor, 2006)

En esta tesis se plantea que el vehículo en la etapa final se incrementó la Potencia del motor en 9 Hp (34 %) con la tendencia a seguir aumentado, considerando las limitaciones del banco de Pruebas (5000 RPM max). (Samaniego Flor, 2006).

Es importante mencionar que se deberán realizar pruebas antes y después del proceso de pulido para determinar los cambios obtenidos.

1.2. Planteamiento del problema

Tomando en cuenta que, en la culata sus superficies internas no son uniformes y presentan porosidades, esto hace que en su interior se generen pequeñas turbulencias afectando al flujo de los gases, esta situación que en los primeros modelos de vehículos no se tomaba en cuenta, restringe el rendimiento del vehículo y por lo tanto su efecto

es nocivo para el planeta, ya que el consumo de combustible aumenta y las emisiones de gases hacia la atmosfera son más dañinas.

El pulido sirve para disminuir el tiempo y la fricción de los gases a salir de la culata, también aumenta el flujo de los gases, entonces, esto aumenta la potencia del motor, ya que tiene más libertad para aspirar el aire con la mezcla y para evacuar los gases al escape Con la modificación que se pretende realizar se espera mejora unos 10 a 20 HP dependiendo de las condiciones finales y en proporción al tamaño del motor.

1.3. Justificación

La realización de este presente proyecto técnico es fundamental para compensar condiciones geográficas, ya que permitirá un mejor flujo de gases y el aumento de potencia en vehículos standard.

Tomando en cuenta que en la altura de la serranía no provee el aire necesario para que los vehículos funcionen adecuadamente este proceso logrará que entre el aire requerido para el óptimo funcionamiento del vehículo en el cual se va a realizar la parte práctica

Además, con el estudio comparativo del antes y después se tendrá evidencia necesaria para justificar los resultados y servir como prototipo base para la realización de próximos trucajes a nivel profesional.

ALCANCE

El presente proyecto tiene como objeto realizar el trucaje de la culata específicamente en los ductos de admisión y escape en un vehículo Chery Cowin, a realizarse en la ciudad de Quito en un taller de mantenimiento y reparación automotriz.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Pulir los conductos de admisión y escape para disminuir el tiempo y la fricción del flujo de gases al ingresar y salir de la culata de un vehículo Chery Cowin

1.4.2. Objetivos específicos

- Investigar sobre los beneficios que se producirán en el vehículo al realizar el pulido de los ductos de admisión y escape de la culata.
- Determinar el procedimiento óptimo para maximizar el rendimiento del pulido en los ductos de admisión y escape
- Comparar los resultados obtenidos y corroborar los beneficios de realizar esta tarea

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se detallarán los contenidos teóricos que fundamentan la investigación con el fin de tener una comprensión del mismo.

2.1 Motor

2.1.2 Funcionamiento

El motor de combustión interna quema la mezcla de aire y combustible dentro de una cámara cerrada generando así la potencia necesaria para mover los pistones, los cuales se encuentran en los cilindros cuyas paredes hacen que su movimiento sea vertical, entre el PMS (punto muerto superior) y el PMI (punto muerto inferior) cuyo desplazamiento es denominado carrera del pistón. Este movimiento es transmitido por medio de la biela al cigüeñal, el cual se transfiere a la caja de velocidades, los ejes, el diferencial y finalmente a las ruedas.

Mediante un proceso de combustión el cual es originado por la mezcla aire combustible, la energía química de la gasolina se transforma en calor y una pequeña parte es la que se utiliza para mover los pistones, la demás energía se pierde por el sistema de refrigeración, el sistema de escape y en pérdidas por fricción.

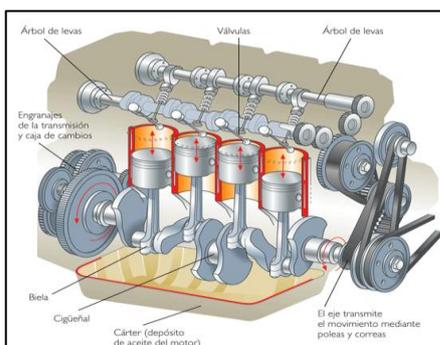


Figura 1 Motor de combustión interna

Fuente: (Piqueras, 2016)

2.1.3 Ciclo de funcionamiento

- **Admisión;** en esta fase la válvula de admisión se abre y el pistón va desde la PMS al PMI absorbiendo la mezcla de aire combustible.

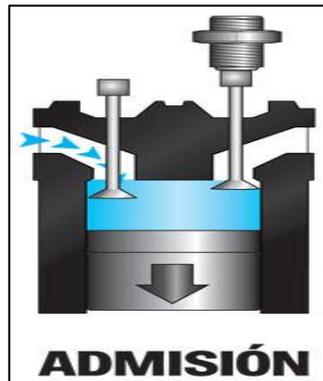


Figura 2 Ciclo de admisión

Fuente: (motoycasco, 2014)

- **Compresión;** en esta fase se cierra la válvula de admisión y el pistón pasa del PMI al PMS comprimiendo la mezcla.

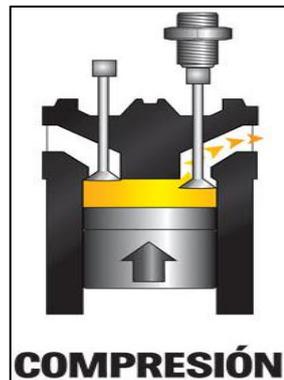


Figura 3 Ciclo de compresión

Fuente: (motoycasco, 2014)

- **Expansión o Explosión;** esta fase se produce un salto de chispa por parte de la bujía, lo cual ocasiona una fuerte explosión de la mezcla enviando con fuerza al pistón del PMS al PMI, este es el único ciclo en cual el motor genera trabajo.

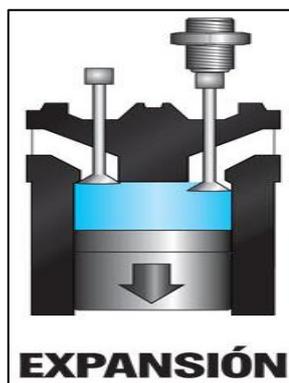


Figura 4 Ciclo de expansión o escape

Fuente: (motoycasco, 2014)

- **Escape;** en esta fase se abre la válvula de escape y el pistón vuelve una vez más a subir desde el PMI al PMS enviado los gases combustionados al sistema de escape enviándolos a la atmosfera.

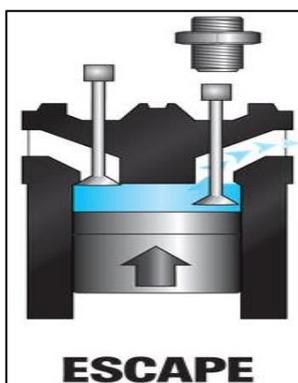


Figura 5 Ciclo de escape

Fuente: (motoycasco, 2014)

2.2 Culata

La culata o cabezote es una de las partes más esenciales del motor ya que en ella se encuentran alojadas muchas partes fundamentales que influyen directamente en el funcionamiento del motor. Se encuentra ubicado en la parte superior del motor que lo separa una junta la cual es flexible y resistente, en la actualidad las juntas tienen caras de cobre, lo cual garantiza una muy buena hermeticidad y resistencia.

En cuanto a su fabricación y diseño es una pieza completa, por poseer una elevada resistencia a pesar de su forma irregular y por contener una gran cantidad de ductos y orificios.

En ella se conforman los ductos de admisión y escape, las cámaras de combustión y los conductos para el líquido de refrigeración.

Las partes que encontramos en la culata son el árbol de levas, válvulas, balancines o propulsores, bujías, camisas de refrigeración y ductos por los cuales pasan el aceite hacia el cárter. También es el lugar en donde se encuentra la cámara de combustión, por lo cual debe ser muy resistente y disipar de manera efectiva el calor que se genera por la combustión del combustible en su interior.

“El bloque, por su parte superior, que como dijimos es plana, recibe una especie de tapadera llamada culata, que se representa en la figura 5.8. En ella puede verse que dicha culata lleva practicados por el lado de unión al bloque unos huecos B, que forman la cámara de compresión, que es donde quedan encerrados los gases en el momento de la compresión, puesto que el pistón sube hasta el ras del cilindro. La superficie de la unión de la culata al bloque esta mecanizada y es completamente plana y sujeta a él por medio de tornillos y con interposición de una junta, que suele ser de amianto forrado de cobre por sus dos caras.” (PEREZ, 1996)

Cada una de las culatas son fabricadas de acuerdo a las especificaciones del fabricante la cual esta nos garantiza la calidad y el rendimiento del producto final, no todas las culatas son iguales tienen diversas formas, pero la función que cumple cada una de ellas es similar y en muchos de los casos encontramos en ella la cámara de combustión.

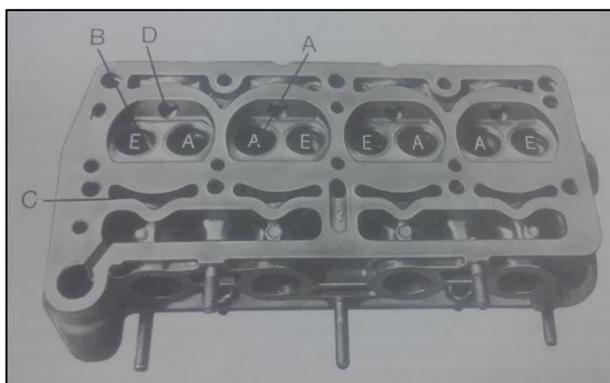


Figura 6 Culata o cabezote del motor

Fuente: (PEREZ, 1996)

Ya que al momento en que el pistón sube por el cilindro los gases quedan atrapados generando así altas presiones y temperaturas elevadas por lo cual es una de las partes más complicadas de fabricar ya que en su estructura vienen muchos agujeros que también desempeñan una función y esos deben ser hecho con mucha precaución ya que la culata podría partirse.

En la actualidad este componente esencial del motor se lo realiza con aleaciones de aluminio lo cual garantiza una mejor disipación de calor mejorando su refrigeración y disminuyendo el peso en el motor.

Entre las culatas podemos encontrar diversas formas de la cámara de combustión entre ellas tenemos a las siguientes:

- **Cilíndrica;** “Entre las cámaras de combustión es la más común por ofrecer una buena relación entre coste de fabricación y prestaciones. Técnicamente, la cámara es una prolongación del propio cilindro por lo que las válvulas se sitúan de forma paralela entre ellas y el eje del cilindro, además, la bujía puede ir colocada lateralmente o paralela, también, a las válvulas. En este tipo de cámara la bujía se sitúa en contacto directo con la mezcla combustible-aire haciendo que su chispa la inflame de forma inmediata”. (Martínez, 2017)



Figura 7 Cámara cilíndrica.

Fuente: (Martínez, 2017)

Bañera o cuña; “Es el segundo tipo que podemos encontrar. En ella, la cavidad que da forma a la cámara cuenta con una angulación en uno o dos de sus lados, donde a su vez se sitúa la bujía, dispuesta lateralmente. En ella, las válvulas se sitúan en la culata para de esta forma eliminar la turbulencia que se genera en la explosión de la mezcla. Una de sus ventajas es que las bielas sufren menor esfuerzo y por tanto se incrementa su durabilidad”. (Martínez, 2017)



Figura 8 Cámara de bañera y cuña

Fuente: (Martínez, 2017)

- **Hemisféricas;** “En ellas las válvulas se sitúan en los laterales y la bujía en la cúspide. Gracias a esta forma, el llenado del cilindro es más eficiente ya que permite emplear válvulas de mayor tamaño. Además, en ella el recorrido de la chispa (desde la bujía hasta la cabeza del pistón) es menor por lo que el nivel

de la llama es mayor, permitiendo una potencia superior que en otros tipos de cámaras de combustión”. (Martínez, 2017)

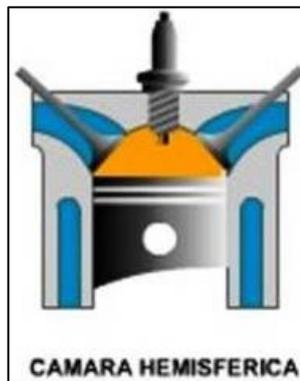


Figura 9 Cámara hemisférica

Fuente: (Martínez, 2017)

2.3 Colector de admisión

El colector de admisión es un elemento fundamental ya que por sus ductos fluye el aire que es transportado hacia los conductos de la culata y esta a su vez al cilindro, por ello debe cumplir las siguientes condiciones.

- Mantener la mezcla homogénea y estable durante el trayecto.
- En los motores que tienes muchos cilindros, se debe alimentarlos de igual manera a todos.

En la mayoría de casos también es donde se realiza la mezcla de aire-combustible y dicha mezcla es llevada hacia el cilindro para su combustión.

Su fabricación se realiza de aleaciones de aluminio o también se puede encontrar de plástico abaratando su costo.

“La presencia del colector de admisión es sumamente importante pues de él depende que nuestro coche no de tirones durante la marcha, que los consumos no sean excesivos y que no percibamos una disminución de la potencia”. (GRANELL, 2014).

El colector de admisión está diseñado de acuerdo a las necesidades del motor y garantiza el paso de aire o la mezcla para el funcionamiento adecuado y como su diseño es muy complejo garantiza que el flujo de aire sea correcto y no se ocasione algún tipo de atasco de los gases de admisión.

Como vemos es uno de los elementos más influyentes para el consumo de combustible y la potencia del vehículo.

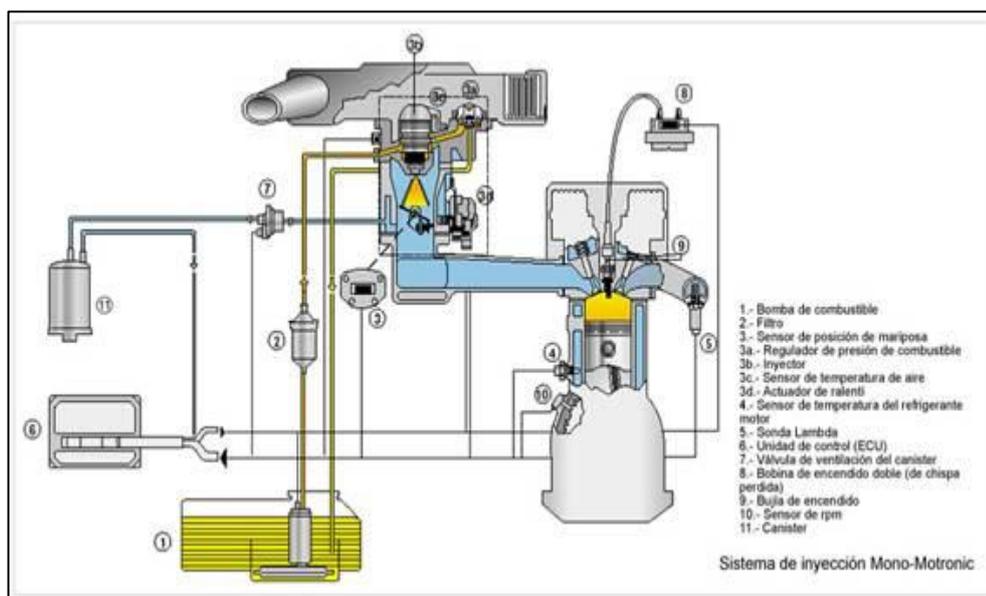


Figura 10 Sistema de admisión

Fuente: (GRANELL, 2014)

2.4 Colector de escape

El colector de escape es muy importante para el rendimiento del motor ya que es el elemento encargado de evacuar los gases de la combustión. Esta unida a la culata mediante una junta la cual debe ser muy resistente a altas temperaturas al igual que el colector de escape. Este elemento se fabrica de materiales resistentes como es el hierro que soporta todo el calor generado por los gases combustionados.

“Los gases de escape salen a través de los cilindros y el colector de escape va unido a ellos por medio de varios tubos con el mismo largo y diámetro. Se compone de tantos tubos como cilindros posea el motor y en el otro extremo van unidos entre sí. Desde ahí los gases son canalizados hacia el catalizador, que actuará como filtro y luego los deslizará por el tubo de escape y el silenciador antes de que lleguen de nuevo a nuestra atmósfera”.
(JIMENEZ)

El colector de escape es un elemento fundamental ya que es el encargado de enviar los gases combustiónados a la atmosfera y cuenta con el convertidor catalítico el cual sirve para purificar los gases y no contaminen el medio ambiente.

Como sabemos el colector de escape cuenta con un catalizar el cual disminuye el daño ambiental que se genera por la quema de combustibles fósiles



Figura 11 Colector de escape

Fuente: (JIMENEZ)

2.5 Trucaje de la culata

El trucaje de la culata consiste en la modificación de los elementos que lo conforma para generar un aumento de potencia.

Para facilitar el paso de la mezcla, se deben contar con los ductos que llevan la mezcla desde el múltiple en el caso de ser inyección indirecta, por otro lado, también tenemos los motores de inyección directa en ese caso solo transportaría aire. Se debe tomar en cuenta a los conductos tanto interiores como exteriores. Para que el gas pase

libremente por los conductos se debe ofrecer la menor cantidad de obstáculos y las paredes lisas para reducir la fricción, ya que a mezcla o el aire el susceptibles a generar torbellinos que producen contracorrientes frente a las irregularidades de las superficies por las cuales se deslizan.

Entre las modificaciones que se debe realizar se encuentra.

2.5.1 Aumento del diámetro para el paso del flujo de gases.

El lugar en donde se dificulta el paso de gases es una holgura generada entre el platillo de la válvula de admisión y su correspondiente asiento, ya que esta es la zona más estrecha.

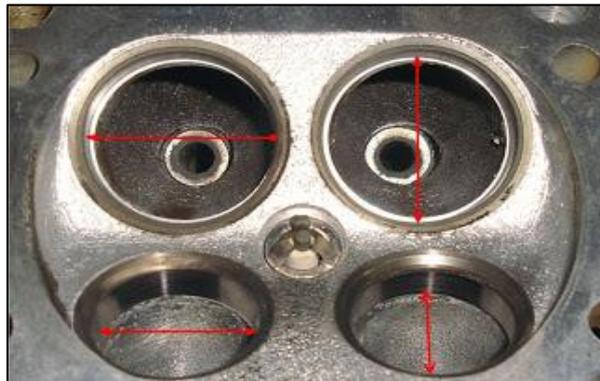


Figura 12 Asientos de válvulas

Fuente: (Culatas, 2010)

El aumento del diámetro, incrementara al mismo tiempo la cantidad de cm^3 de mezcla, con lo que al realizar esto mejoraremos el llenado del cilindro.

Con el paso del tiempo se ha pensado que al agrandar los conductos y colocar válvulas más grandes se consigue un mayor rendimiento, pero no tiene que ser siempre así. El paso del aire y la velocidad se encuentran en un rango estrecho para generar el máximo rendimiento del motor y si se sobredimensionara se produciría que la velocidad del aire disminuya provocando un déficit en el motor ya que para alcanzar

el mayor rendimiento del mismo se tendría que sobrepasar las limitaciones mecánica del motor.

La inercia generada por el aire al moverse más rápido es óptimo para el llenado del cilindro a altas revoluciones, pero existe una velocidad para el paso de aire en la que el flujo deja de aumentar y se estanca, que el aire llegue a esa velocidad a más o menos revoluciones depende de la velocidad del pistón y de la superficie que quede entre la válvula y el asiento para el paso del aire, a menor superficie más rápido debe fluir, pero intentar calcular la velocidad del aire por los conductos y válvulas mediante la depresión creada por el pistón al descender es muy difícil, la velocidad del pistón no es constante en su carrera, en la primera mitad de la carrera el pistón acelera muy rápido creando más depresión que en la segunda mitad, el aire intentará entrar al cilindro siguiendo la depresión creada por el pistón pasando por la superficie que deja abierta la válvula y su velocidad de paso por los conductos y válvulas aumenta muy rápido desde PMS hasta la máxima velocidad del pistón, después disminuirá hasta PMI.

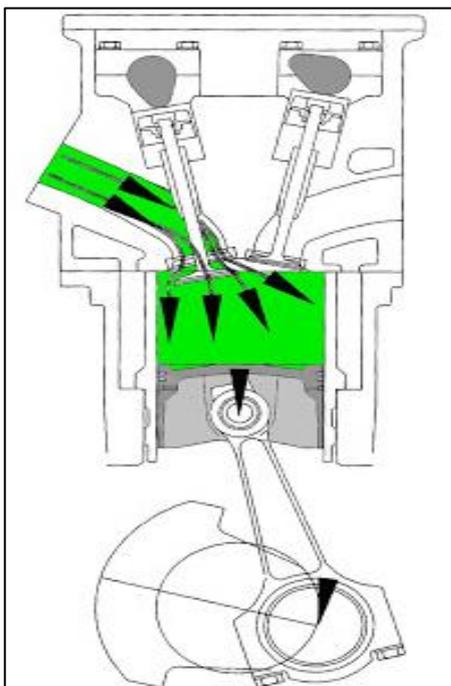


Figura 13 Llenado del cilindro

Fuente: (Culatas, 2010)

Al realizar esto en los ductos de admisión también tendremos que realizarlo en los ductos de escape para mejorar el vaciado ya que obtuvimos más cm³ tendremos que vaciar esa cantidad para volver a llenar el cilindro.

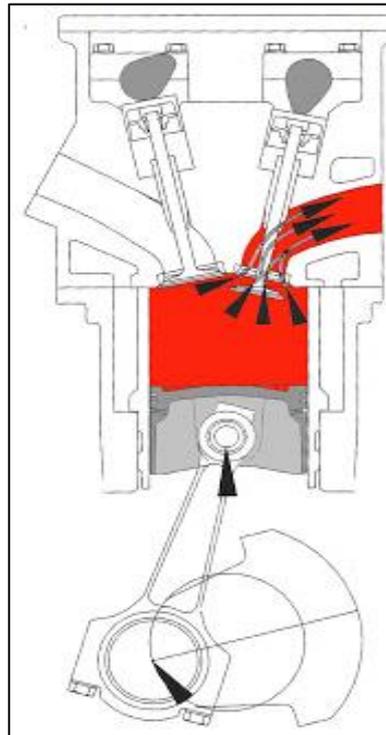


Figura 14 Vaciado del cilindro

Fuente: (Culatas, 2010)

2.5.2 Aumento de la relación de compresión

Esto se logra con el rectificado de la parte plana reduciendo el espesor de la culata y disminuyendo el tamaño de la cámara de combustión, generando una mayor presión sobre los pistones, provocando una mayor fuerza de empuje y aumentando el par motor. Esto también se lo puede lograr colocando pistones más altos o como se los conoce pistones de alta compresión.

Para calcular el aumento de la relación de compresión se lo debe realizar con la siguiente fórmula.

$$Rc = \frac{V + Vc}{Vc}$$

Dónde:

Rc: relación de compresión

V: volumen del cilindro unitario (cm³)

Vc: volumen de la cámara de combustión (cm³)

2.5.3 Aligerando el peso del tren alternativo

Esto se lo realiza con el fin de reducir la inercia y así lograr alcanzar un mayor número de revoluciones por minuto.

Este proceso se lleva a cabo en los siguientes elementos:

a) Pistones

Los pistones son indispensables para la combustión interna de un motor, ya que es el que genera la compresión y soporta la combustión para poder transmitir esa fuerza por la biela hacia el cigüeñal.

Su aligeramiento es importante para evitar inercias y facilitar el aumento de revoluciones del motor sin afectar la fiabilidad.

Se recomienda utilizar marcas que nos proporcionan pistones forjados ya que tienen muchas ventajas como es su diseño y son fabricados con maquinaria, tecnología e ingenieros que proporcionan la mayor calidad posible.

Si la idea es aligerar los pistones originales se debe tomar en cuenta que eliminar material del pistón como por ejemplo de las faldas puede ser contraproducente ya que se pierde conductividad térmica hacia la camisa, además que crea más fricción y desbalance del motor.



Figura 15 Pistones forjados

Fuente: (Hergett, 2015)

b) Bielas

Las bielas son también unos de los componentes que influyen en las inercias. Si queremos reducir una biela original se debe trabajar en la cabeza y en sus laterales. Una manera fácil de aligerar peso es puliéndola, así como también modificando las curvaturas de sus bordes ya que esto también quita material.

Se debe tener mucho cuidado de no debilitarlas en exceso ya que es un componente que soporta las presiones y cargas a las que están sometidas el motor.



Figura 16 Biela forjada

Fuente: (Hergett, 2015)

c) Cigüeñal

El cigüeñal es el elemento más impórtate. Su modificación puede hacerse de muchas maneras una de ellas sería haciéndole pequeños orificios en sus contrapesos para conseguir eliminar parte de su material. La manera más recomendable y que es

muy fiable es haciendo que los contrapesos sean más estrechos y afilados ya que además de reducir peso y material se reduce el rozamiento con el aceite que se encuentra en el cárter y esto ofrece una menor resistencia debido a su forma afilada”. (Hergett, 2015)

Si se aligera de manera irregular y descontrolada obtendremos un mal funcionamiento del motor.

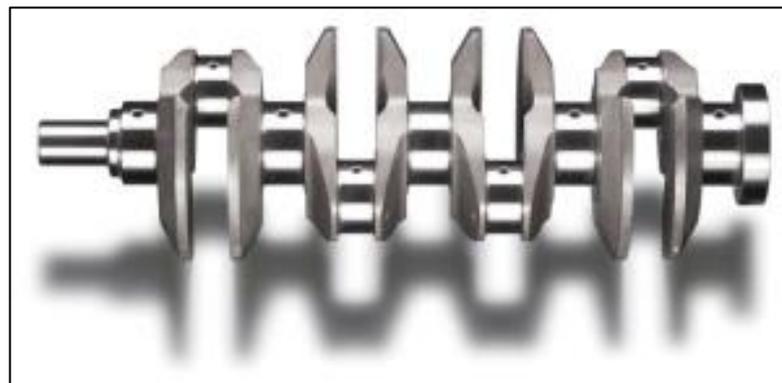


Figura 17 Cigüeñal modificado en los filos de sus contrapesos

Fuente: (Hergett, 2015)

d) Volante de inercia

“Este es el elemento encargado de recibir la energía provocada por la explosión absorbiendo esta energía frenando así al pistón y en los de más tiempos del motor cede esa energía almacenada para que exista un equilibrio”. (Hergett, 2015)

El aligeramiento se lo realiza en la parte más exterior del centro de giro para disminuir las inercias que provoca el movimiento de rotación. Si se excede el retiro de material el motor tendrá suficiente fuerza para el momento de compresión y provocará vibraciones.



Figura 18 Volante de inercia modificado en el exterior del centro de giro.

Fuente: (Hergett, 2015)

2.5.4 Modificación del árbol de levas

En este caso lo que se hace es aligerar el peso del mismo y modificar sus levas y al hacer esto se puede lograr que las levas se abran más o permanezcan más tiempo abiertas este tipo de modificación se lo realiza dependiendo para que se quiera ocupar el vehículo.

En la siguiente imagen podemos observar diferentes tipos de levas y sus modificaciones.

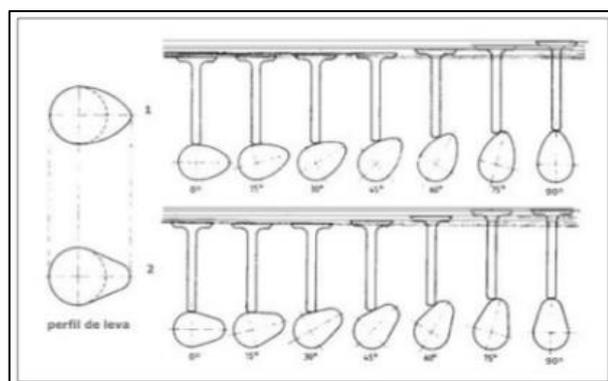


Figura 19 Tipos de levas

Fuente: (Gonzalez, 2012)

En la figura 11.1 muestra unas levas de uso muy común ya que es la que se integran en la gran mayoría de vehículos que se comercializan, además se puede observar el momento en el cual la válvula comienza abrirse.

Mientras tanto en la figura 11.2 se observa unas levas utilizadas en motores de competición, en esta imagen podemos también comprar como la diferencias entre sus levas abre un poco más antes la válvula es decir que la mantiene durante más tiempo abierta. Lo que indica una mayor entrada de mezcla.

2.6 Porteadado

El porteadado no es nada más que el agrandamiento del diámetro de los ductos de admisión y de escape que ese encuentra en la culata para ganar más flujo de aire. Esto por lo general se realiza en los asientos de las válvulas ya que es la zona más estrecha del ducto de admisión.



Figura 20 Asiento de válvula

Fuente: (Culatas, 2010)

Por lo general los lugares donde se deben realizar retoques por la facilidad, sencillez y porque en esos lugares se obtiene mayores resultados son los siguientes.

Los lugares a retocar son los siguientes:

- En la parte superior del ducto.
- En la parte intermedia inferior del ducto
- En la guía de válvula

En la siguiente imagen podemos observar los lugares en donde se debe retocar, estos lugares están marcados con un punto de color rojo.

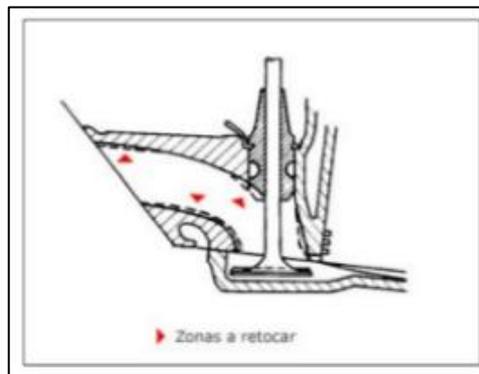


Figura 21 Zonas a retocar

Fuente: (Gonzalez, 2012)

2.7 Pulido

El pulido de los ductos de la culata se realiza para mejorar el flujo de gases ya sea a la entrada o salida de gases, esto se hace para mejorar el llenado y vaciado de la cámara de combustión pero mediante una investigación se llegó a la conclusión de que el pulido en los ductos de admisión no es muy recomendable hacerla ya que en ese lugar se necesita un turbulencia para lograr que el aire se mezcle con la gasolina de manera efectiva, ya que si no se lo hiciera se tendría un efecto contrario al que buscamos que en este caso sería mejorar la eficiencia del motor pero esto sería en casos en donde la inyección de combustible sea indirecta ya que en motor de combustión directa sería muy recomendable ya que el llenado de la cámara sería mayor al que realiza normalmente. En el caso de los ductos de escape sería muy recomendable ya que se obtendría un mejor vaciado de los gases ya combustionado lo que llevaría a un llenado



Figura 22 Ductos pulidos

Fuente: (Culatas, 2010)

2.8 Intake y filtro cónico

INTAKE: Este es un elemento el cual facilita y aumenta la velocidad y disminuye la turbulencia del flujo de aire mejorando el llenado del cilindro. Entre los sistemas de inducción de alto flujo podemos encontrar los siguientes.

SRI (Short Ram Intake); “Es un sistema corto de aluminio o plástico que sale desde el cuerpo de aceleración hacia un filtro de alto flujo. Entre sus ventajas funcionan en bajas revoluciones, al tener un menor recorrido lo cual lleva el aire más rápido a la admisión otorgando una mejor salida y su precio es muy barato y fácil de instalar. Entre sus desventajas podemos decir que por su pequeño tamaño captará más aire caliente lo cual no es bueno para el motor”. (Zavala, 2013)



Figura 23 Sistema de alto flujo SRI

Fuente: (Zavala, 2013)

CAI (Cold Air Intake); la diferencia entre el sistema SRI es que este sistema consta de una tubería más larga, lo cual su función es alejar el filtro del calor del motor. Entre sus ventajas otorgadas esta que otorga una mayor potencia en altas revoluciones recibiendo una mayor cantidad de aire frío. Entre sus desventajas son filtro que se encuentran expuestos lo cual son propensos a recibir agua y su costo también es elevado además que su instalación es un tanto dificultosa.



Figura 24 Sistema de alto flujo CAI

Fuente: (Zavala, 2013)

FILTRO DE ALTO FLUJO: “Este es un elemento el cual permite el paso de un mayor flujo de aire debido a su diseño y al elemento filtrante que contiene dejando así pasar una mayor cantidad de aire. Al estar unido con el intake ambos proporcionan un mayor flujo de aire lo cual se ganaría aumentar un mínimo de potencia”. (Zavala, 2013)

Existen diferentes modelos y tamaños, pero la función va hacer la misma, entre los que podemos encontrar son los siguientes.

- **Filtros de reemplazo;** Son fabricados de manera similar al original donde solo cambia el material de su fabricación.



Figura 25 Filtro de reemplazo

Fuente: (Zavala, 2013)

- **Filtros incorporados a sistemas de inducción;** “Estos son filtros diseñados y fabricados para optimizar y aprovechar al máximo su área de filtrado. Generalmente son de forma cilíndrica o semi-cónica y suplantán o se añaden al sistema e inducción original del auto”. (Zavala, 2013)

Cada uno de estos elementos son fundamentales para el aumento del rendimiento del motor, pero antes utilizar unos de estos componentes se debe tener en cuenta que al dejar pasar más flujo de aire puede existe el riesgo de dejar pasar partículas más grandes y estas ingresen al motor y a la larga provoquen algún daño considerable.



Figura 26 Filtros incorporados sistemas de inducción.

Fuente: (Zavala, 2013)

Esto no es muy recomendable usar ya que a pesar de aumentar el paso de aire también deja pasar partículas dañinas para el motor lo cual con lleva a un daño prematuro de las piezas del motor.



Figura 27 Intake y filtro cónico

Fuente: (Shavershian, 2016)

2.9 Header's

Este elemento vendría a ser un colector de escape ya que cumple la misma función, con la única diferencia de que este elemento no permite que los gases se choquen al momento de salir generando turbulencias e impidiendo el correcto llenado del cilindro, ya que viene un tubo por cada cilindro teniendo un mismo diámetro y longitud que se unen para bifurcarse en una, en un motor de 4 cilindros esta configuración de header's vendría hacer una 4-1, también existe otra configuración como es la 4-2-1 que vendría hacer 4 salidas de escape que se unen a 2 y luego a una unica salida de escape. Todas estas configuraciones dependen mucho del fabricante o de la persona que quiera implementar este elemento ya que con cada diferente configuración el precio va variando.

Este elemento a su vez también disminuye el esfuerzo en el pistón al momento de evacuar los gases, ya que al presentar rugosidades en sus paredes la fricción de los gases es mínima y los gases salen de una manera suave y sin oponerse demasiado al pistón al momento de subir para evacuar los gases ya combustionado.

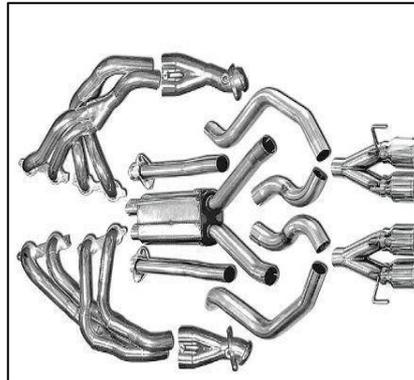


Figura 28 Múltiples header's

Fuente: (Shavershian, 2016)

2.10 Dinamómetro de rodillos

El dinamómetro de rodillos se utiliza para poder obtener datos sobre la potencia, par de torsión y consumo específico de combustible de un motor de un vehículo de combustión interna, así como también se lo utiliza para comprobar el comportamiento de los parámetros de su funcionamiento.

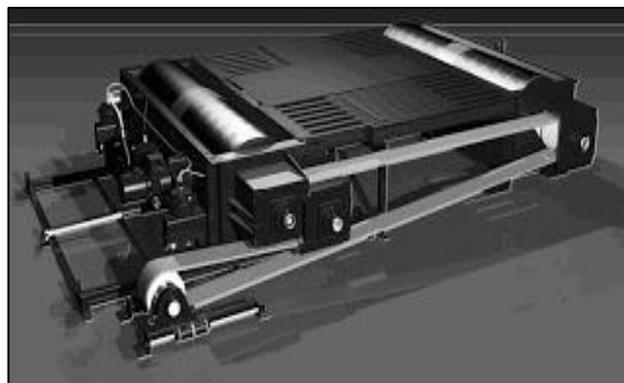


Figura 29 Dinamómetro de rodillos

Fuente: (Javier, 2010)

Para el uso de este instrumento de medición de potencia, se debe colocar las ruedas motrices sobre los rodillos ya que este al poseer una alta inercia y volumen recibirá la potencia de las ruedas motrices, seguidamente se debe anclar al vehículo con los instrumentos necesario para garantizar que este permanezca inmóvil durante el proceso. Una vez hecho esto se arranca el motor y comienza el ensayo, esto se

desarrolla en una marcha determinada que por lo general suele ser en 3^{ra} o 4^{ta} marcha. Se debe partir en un bajo régimen de rpm y se acelera a fondo hasta lograr llegar al número máximo de rpm deseado una vez que llega se suelta el acelerador y el vehículo ira retornando al régimen de rpm de inicio.

Un sistema computarizado recibe la información y lo muestra en la pantalla de una computadora los resultados en forma de tablas y gráficos.

“Con un banco de rodillos, se puede determinar si el motor de un vehículo cumple con las especificaciones señaladas por el fabricante, así como también, evaluar la influencia de modificaciones mecánicas o electrónicas, sobre el rendimiento del motor, sin tener que desmontarlo”. (Javier, 2010)

Este es un componente necesario en el mundo de las carreras ya que los vehículos que participan en diversas competiciones buscan el mayor rendimiento y para garantizar que las modificaciones realizadas en los autos sean las mejores se utiliza este instrumento para verificar las nuevas prestaciones del motor en autos modificados.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En el presente capítulo se detallada el proceso realizado paso a paso para garantizar la veracidad del proyecto a realizarse.

Con la realización de este proyecto se espera que el motor trabaje de una manera más eficiente ya que en la altura de la serranía ecuatoriana la obtención de oxígeno para vehículo es dificultosa y con este tema planteado se espera que el vehículo recupere la potencia perdida, se dice potencia ya que con el tiempo y el uso del vehículo las partes internas de motor se van desgastando provocando una pérdida mínima de potencia lo cual se siente al momento de la conducción ya que en el algunos tramos el carro no se comporta como solía comportarse.

Con esto también se espera que el vehículo gane un poco más de potencia y mejore su rendimiento del aspirado y de la evacuación de gases.

3.1 Inspección del vehículo antes de empezar con el proyecto técnico

Se empieza con la inspección del vehículo para conocer el estado en el que se encuentra, conforme a avanzado el tiempo las piezas del vehículo han comenzado a deteriorarse con lo cual ha llevado a una pérdida de potencia un poco significativa.



Figura 30. Inspección del vehículo

3.2 Pruebas de potencia antes de empezar el proyecto

Antes de iniciar el proyecto debemos comprobar la potencia del vehículo, para obtener datos del mejoramiento que se va a realizar en el motor.

Esta prueba se realizó en un dinamo con la finalidad de proporcionar datos exactos en el proyecto y demostrar su veracidad.



Figura 31. Pruebas dinamómetro

En la siguiente imagen podemos observar las tablas con los valores que marco el vehículo antes de realizar el proyecto.

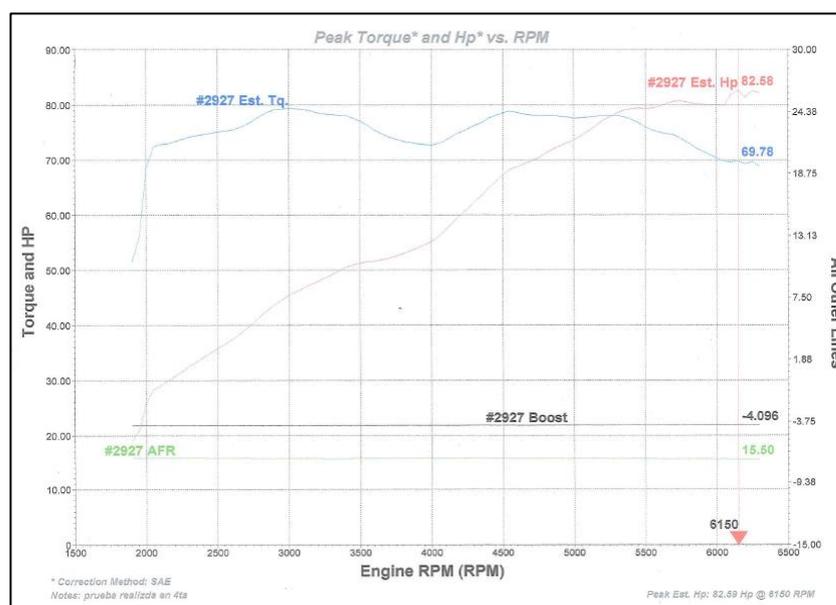


Figura 32. Curvas de potencia y torque

Correction Method: [SAE](#)
 Notes: [prueba realizada en 4ta](#)

RPM (RPM)	Est. Hp (Hp)	AFR (A/F)	Est. Tq. (ft-lb)	Boost (PSI)
1900	19.09	15.80	51.59	-4.095
2000	26.01	15.78	68.50	-4.095
2100	29.11	15.77	72.80	-4.095
2200	30.73	15.80	73.35	-4.095
2300	32.49	15.79	74.17	-4.096
2400	34.10	15.76	74.61	-4.096
2500	35.76	15.73	75.11	-4.096
2600	37.35	15.74	75.44	-4.096
2700	39.28	15.73	76.39	-4.096
2800	41.57	15.70	77.97	-4.096
2900	43.68	15.68	79.11	-4.096
3000	45.33	15.69	79.34	-4.096
3100	46.71	15.69	79.15	-4.096
3200	47.86	15.68	78.54	-4.096
3300	49.13	15.67	78.20	-4.095
3400	50.49	15.67	78.01	-4.095
3500	51.27	15.68	77.00	-4.096
3600	51.62	15.69	75.42	-4.096
3700	52.13	15.69	74.16	-4.096
3800	52.97	15.70	73.41	-4.096
3900	54.00	15.71	72.93	-4.096
4000	55.19	15.70	72.68	-4.096
4100	57.27	15.70	73.58	-4.096
4200	59.84	15.72	75.01	-4.096
4300	62.28	15.73	76.23	-4.096
4400	64.83	15.72	77.53	-4.096
4500	67.21	15.68	78.56	-4.096
4600	68.75	15.66	78.62	-4.096
4700	69.81	15.67	78.16	-4.095
4800	71.23	15.67	78.10	-4.095
4900	72.50	15.65	77.88	-4.095
5000	73.63	15.65	77.53	-4.095
5100	75.27	15.65	77.70	-4.096
5200	77.09	15.64	78.04	-4.096
5300	78.54	15.64	78.02	-4.095
5400	79.28	15.63	77.32	-4.096
5500	79.31	15.63	75.98	-4.096
5600	79.74	15.61	75.05	-4.096
5700	80.60	15.59	74.56	-4.096
5800	80.41	15.60	73.12	-4.096
5900	80.08	15.58	71.62	-4.096
6000	79.98	15.56	70.36	-4.096
6100	81.70	15.53	69.57	-4.096
6200	81.31	15.52	69.25	-4.096
6300	82.07	15.49	68.79	-4.096

Figura 33. Tabla de valores

Los datos arrojados por el dinamo muestran una potencia de 82.58 hp / de torque 69.57 ft-lb / una mezcla de 15.63:1 que es demasiado pobre y una presión atmosférica de -4.096 psi, todo esto en un rango de 6100 rpm

3.3 Inicio del proyecto

Para proceder con el proyecto se inició con retirar todo tipo de mangueras o cables lo cual nos impidan retirar la culata.

Durante este proceso debe tener mucho cuidado ya que al sacar alguna manguera o cable con demasiada fuerza ya que puede salir de golpe y provocar algún daño físico o a su vez dañar uno que otro componente del vehículo.



Figura 34. Desmontaje del motor

3.3.1 Retiro de la culata

Se inició con retirar el tapa válvulas para poder aflojar los pernos de la culata. En muchos de los casos los pernos suelen estar ajustados demasiado lo cual es muy recomendable usar una palanca de fuerza para lograr aflojar los pernos, en el ámbito técnico los pernos deben ser aflojados de afuera hacia adentro. Una vez hecho este proceso se retira la culata con mucho cuidado ya que suele haber válvulas abiertas y si están se golpean pueden doblarse lo cual conllevaría a cambiar la válvula torcida, lo que es muy recomendable para evitar algún tipo de daño es pedir la ayuda de una persona para retirarla sin ningún problema.



Figura 35. Retiro de la culata

3.3.2 Retiro del árbol de levas

Una vez desmontada la culata se procede a retirar el tren de balancines y el árbol de levas para poder desinstalar las válvulas de admisión y de escape.

En primer lugar, se debe retirar el tren de balancines para poder quitar el árbol de levas.

El árbol de levas se logra retirar aflojando los pernos de las bancadas que lo sostiene teniendo en cuenta que dichas bancadas tienen una posición y lado, lo que se podría hacer en el caso de que no cuenten con una numeración o flecha es marcarlo con corrector para evitar algún tipo de inconveniente al momento de armarlo.



Figura 36. Retiro árbol de levas

3.3.3 Retiro de válvulas

Para poder retirar las válvulas sin ningún problema se comienza comprimiendo los muelles de las válvulas y retirando las chavetas, una vez hecho eso se procede a retirar la válvula, esto se debe hacer con cada una de las válvulas de admisión y de escape. Todo esto se debe realizar con la herramienta adecuada, que en este caso vendría hacer un prensa válvulas el cual comprime el muelle y se puede retirar las chavetas ubicadas en el pie de la válvula, esto proceso se realiza en cada una de las válvulas ya sea de admisión o escape.



Figura 37. Retiro de válvulas

3.3.4 Porteado

Para realizar este procedimiento se empezó a escoger el tipo de herramientas que nos serán útiles. Se escogió una fresa la cual nos va a facilitar el trabajo.

Ya que esta fresa no entraba por completo en los ductos se tuvo que soldar un acople para hacerla más larga y pueda ingresar hasta el fondo.

Con la ayuda de un taladro se procedió a realizar el desbaste de los ductos de admisión y de escape.

Se debe tener mucho cuidado con desbastar demasiado material ya que se podría debilitar las paredes de la culata y se podrían romper los ductos por donde pasa el aceite o el líquido refrigerante.

También se tiene que tener mucho cuidado con el asiento de válvula ya que si se lo toca el vehículo puede sufrir una descompresión por ese lugar.

Este proceso se lo realizo con mucho cuidado y midiendo que la apertura del ducto sea de 1mm esto se lo realizo con un calibrador pie de rey, esto se lo hizo ya que al abrir demasiado se corre el peligro de debilitar los ductos de paso del aceite y refrigerante lo cual llegaría a inutilizar a la culata.



Figura 38. Proceso de porteoado

3.3.5 Pulido

Luego de realizar el porteoado se procedió a realizar el pulido el cual se lo hizo con una piedra de pulir para facilitar el trabajo.

Una vez hecho este procedimiento en cada uno de los ductos se pasa una lija fina para darle un acabado de espejo en los ductos de escape, para una mayor eficiencia en la evacuación de ductos.

En los ductos de admisión no se pasó la lija fina ya que al ingresar la mezcla aire combustible a la cámara de combustión tiene que entrar con un poco de turbulencia para que la mezcla de combustible se mucho mejor.

Esto se hizo en los ductos de admisión debido a que el vehículo posee inyección indirecta.



Figura 39. Proceso de pulido

3.3.6 Ensamblaje de la culata

Una vez terminado el procedimiento se debe dejar todo como estaba.

Se procede con armar la culata siguiendo los mismos pasos con los cuales se desarmo, pero en sentido contrario.

Se realizó el cambio del retenedor del árbol de levas antes de proceder a montarlo



Figura 40. Retenedor de árbol de levas

Se procede con armar las válvulas de admisión y escape, utilizando nuevamente la prensa válvulas para facilitar la colocación de las chavetas en el pie de la válvula.



Figura 41. Ensamblaje de válvulas de admisión y escape

Luego de realizar este procedimiento se procedió con el ensamblaje de los árboles de levas y el tren de balancines. Ya colocado el árbol de levas se debe recordar que sus

bancadas tienen lado y una posición determinada una vez colocadas estos elementos se instala el tren de balancines de igual manera se lo debe hacer con cuidado y procurando que los pernos entren rectos y no chuecos ya que de ser este el caso provocaría daños en la rosca y dificultaría aún más su instalada.



Figura 42. Ensamblaje de árbol de levas y tren de balancines

3.3.7 Colocar la culata en el block

Antes de colocar la culata en el block se procede a colocar shelack en el empaque por seguridad, una vez hecho esto se coloca el empaque en el block y luego se procede a colocar la culata.



Figura 43. Empaque de la culata

Una vez colocada la culata se realiza el apriete de los pernos el cual se lo realiza de adentro hacia afuera, los pernos se los debe apretar con torqui metro para evitar

algún daño en la culata. Estos pernos se los aprietan con fuerza de 45nm, este valor se pudo determinar mediante una tabla la cual nos indica el valor de apriete de los pernos según la medida del perno, en este caso el perno de la culata en la cual se realizó un proyecto era un perno M-10 de rosca corta. Se eligió esta medida ya que es un valor intermedio ya que existen diferentes rangos de torque de cada perno y se lo hizo con el fin de no dejarlo ni muy ajustado o demasiado flojo.

En la siguiente tabla observaremos las medidas y los rangos de torque.

Tabla 1.

Tamaños de rosca métrica

Metric thread sizes	Ft-Lbs	Nm
M-6	6 to 9	9 to 12
M-8	14 to 21	19 to 28
M-10	28 to 40	38 to 54
M-12	50 to 71	60 to 96
M-14	80 to 140	109 to 154

En esta tabla podemos apreciar los valores métricos de las roscas y la equivalencia de torque en Ft-lbs y Nm lo cual es muy útil ya que no es necesario realizar algún tipo de conversión para elegir la medida adecuada en el torquímetro

Tabla 2.

Tamaño de rosca (in)

1/8	5 to 8	7 to 10
1/4	12 to 18	17 to 24
3/8	22 to 33	30 to 44
1/2	25 to 35	34 to 47

En esta tabla podemos apreciar el tamaño de la rosca en pulgadas.

Tabla 3.

Tamaño de hilos (U.S)

1/4 – 20	6 to 9	9 to 12
5/16 – 18	12 to 18	17 to 24
5/16 – 24	14 to 20	19 to 27
3/8 – 16	22 to 32	30 to 43
3/8 – 24	27 to 38	37 to 51
7/16 – 14	40 to 55	55 to 74
7/16 – 20	40 to 60	55 to 81
1/2 – 13	55 to 80	75 to 108

En esta tabla podemos ver las equivalencias en pulgadas y milímetros al igual que las demás tablas tienen las equivalencias en Ft-lbs y Nm.

Toda esta información plasmada en estas tablas fue impartida en el aula de clase.



Figura 44. Apriete de pernos de la culata

Ya hecho esto se procede a colocar el tapa válvulas, todos los cables y mangueras que se desconectaron para sacar dicho elemento se debe ser muy cuidadoso para evitar algún daño de los cables o mangueras.



Figura 45. Colocación del tapa válvulas

3.3.8 Tiempo del motor

Se debe ubicar las bandas de distribución y de accesorios, se debe colocar la banda de distribución cogiendo el tiempo del motor para su correcto funcionamiento, esto se

lo hace con las marcas en la polea del arbole de levas y el motor y entre la marca de la polea del cigüeñal y motor. Dichas marcas pueden variar dependiendo el fabricante.



Figura 46. Colocación del tiempo del motor

3.3.9 Intake

Se coloca este elemento ya que facilita el flujo de aire y en comparación con los ductos de aire estándar. Esto lo hace debido a que su tamaño corto hace que el recorrido del aire es menor para llegar al múltiple de admisión y porque su diámetro es un poco mayor al ducto que viene en un auto convencional. Una de las razones por las que se escogió este intake es porque con largo se corre el riesgo de que se filtre agua.



Figura 47. Colocación de intake

3.3.10 Filtro cónico

Este elemento facilita la entrada de aire ya que su tamaño y el lugar donde se encuentra permite que ingrese más aire al motor.



Figura 48. Colocación de filtro cónico

3.3.11 Header

En las siguientes pruebas realizadas podremos apreciar los tipos de header que podemos encontrar en el mercado y basándonos en esta prueba deduciremos cual es la mejor opción a utilizar.

Para seleccionar un tipo de header que nos proporcione un mayor rendimiento vamos a tomar en cuenta las pruebas realizadas a un vehículo honda civic de 1994 con un motor D16A9.

Esta prueba se realizó en un escape estándar, dos configuraciones 4-2-1 y 4-1, mediante una prueba en dinamómetro observamos las diferentes curvas de hp y torque proporcionadas por la computadora que genera estos datos.

- Estándar; el cual fue fabricado en una disposición 4-2-1, uniendo los cilindros 1-4 y 2-3 con primarias muy cortas y diámetro fino.

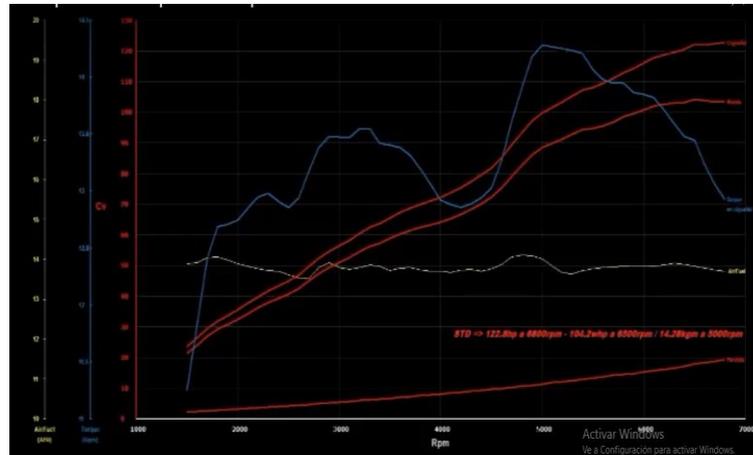


Figura 49. Estándar (4-2-1)

Fuente (Dyno, 2014)

Como podemos observar los resultados utilizando un sistema de escape estándar nos marca lo siguiente 122 hp a 6500 rpm – 104.7 whp a 6500 rpm / 14.28 kgm a 5000 rpm.

- 4-2-1 corto; de primarias cortos, pero de mayor diámetro y también con una unión 1-4 y 2-3.

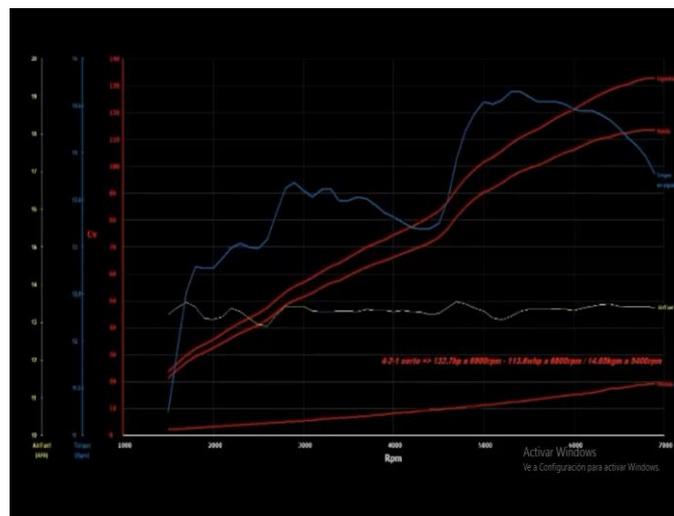


Figura 50. Corto (4-2-1)

Fuente (Dyno, 2014)

Como podemos observar los resultados utilizando un sistema de escape 4-2-1 corto nos marca lo siguiente 132.7 hp a 6800 rpm – 113.6 whp a 6800 rpm / 14.65 kgm a 5400 rpm

- 4-2-1 largo; él se dispone de primarias largas y también con una unión 1-4 y 2-3.

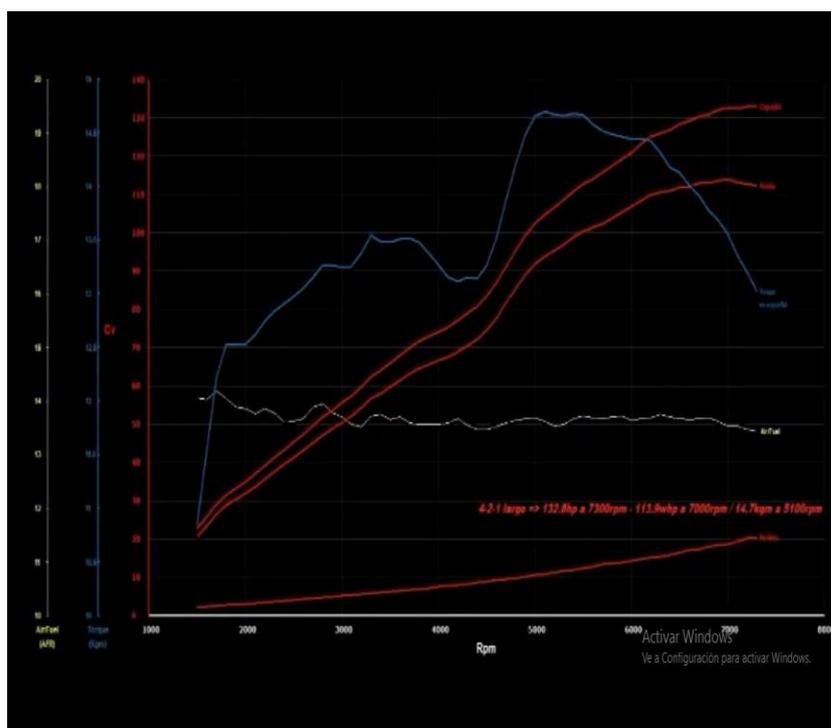


Figura 51. Largo (4-2-1)

Fuente (Dyno, 2014)

Como podemos observar los resultados utilizando un sistema de escape 4-2-1 largo nos marca lo siguiente 132.8 hp a 7300 rpm – 113.9 whp a 7000 rpm / 14.7 kgm a 5100 rpm. Lo que demuestra que con esto múltiples se obtienen las mayores ganancias de potencia en el rango medio de RPM.

- 4-1; esta configuración se la debe realizar lo más largo que se pueda ya que ahí se muestra la mayor eficiencia ya que si se lo realiza de manera corta el rendimiento no será el mismo.

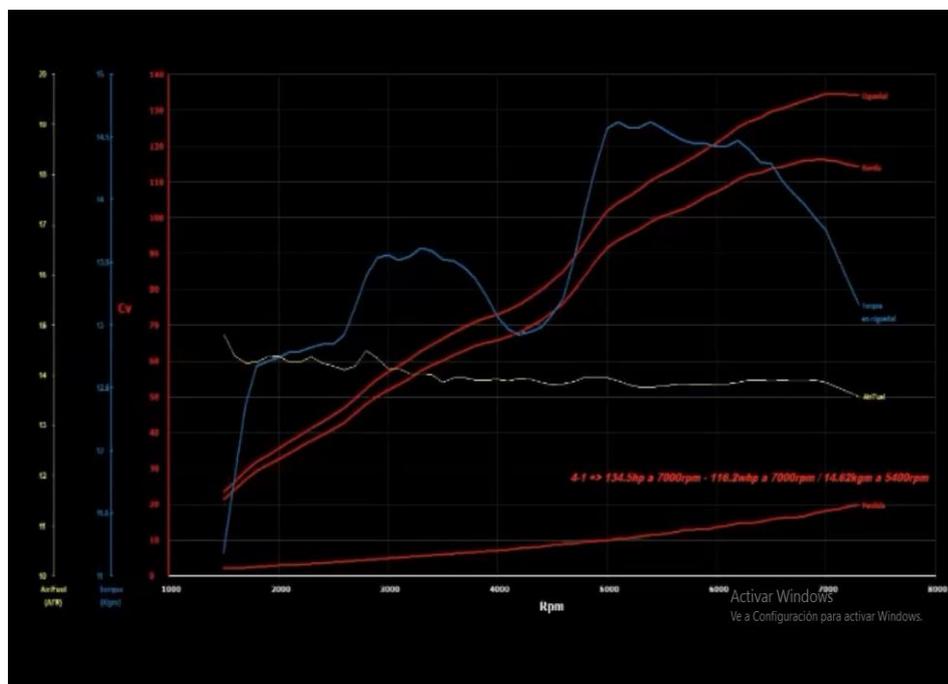


Figura 52. (4-1)

Fuente (Dyno, 2014)

Como podemos observar los resultados utilizando un sistema de escape 4-2-1 corto nos marca lo siguiente 134.5 hp a 7000 rpm – 116.2 whp a 7000 rpm / 14.62 kJ a 5400 rpm. Este tipo de múltiple genera un vacío detrás de las válvulas de escape ayudando así al barrido de los gases dentro de la cámara de combustión favoreciendo el aumento de potencia y torque.

- En la siguiente imagen podremos visualizar a las 4 configuraciones del sistema de escape y los porcentajes proporcionados en cada una de ellas.

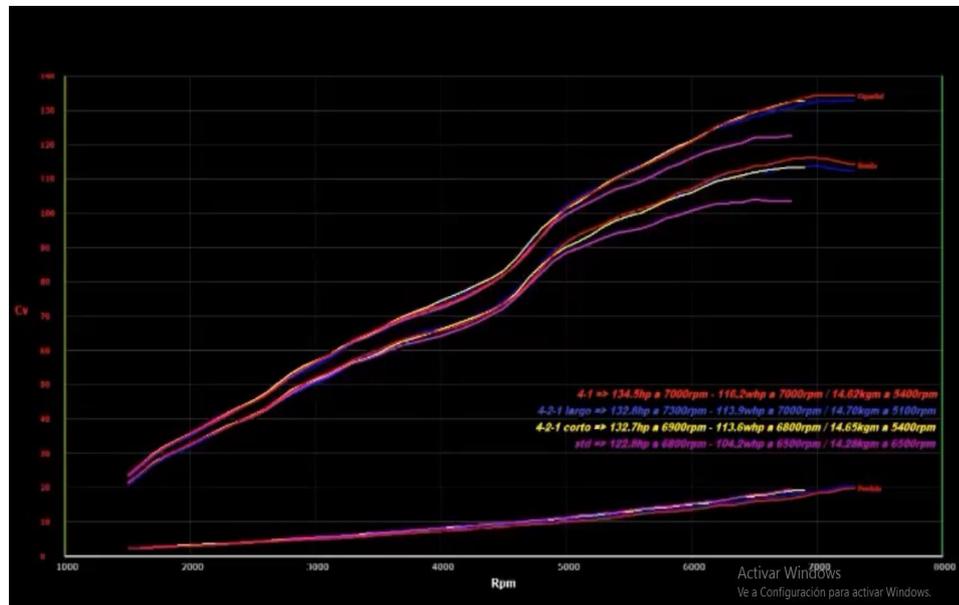


Figura 53. Curvas (4-2-1 estándar), (4-2-1 corto), (4-2-1 largo), (4,1)

Fuente (Dyno, 2014)

Este elemento se lo coloca para facilitar la evacuación de gases, se instaló un header 4 a 1 lo que significa que de las 4 salidas de escape se unen a un solo ducto.

Se escogió esta modelo ya que mediante la investigación realizada se vio que cuando los gases son arrojados fuera del motor, en el sistema de escape se genera un vacío lo cual ayuda a aumentar el barrido de los gases dentro de la cámara de combustión favoreciendo el aumento de torque y potencia del motor.



Figura 54. Instalación de header 4-1

También desmontamos el catalizador, en el caso de este vehículo contaba con dos catalizadores y los dos fueron removidos para no aumentar el flujo de gases por todo el sistema de escape y no se atasquen en los elementos retirados.



Figura 55. Convertidores catalíticos retirados

En esta imagen podemos apreciar ambos convertidores catalíticos el uno que se encuentra luego del múltiple de admisión y el otro que se encuentra antes de la bala (este elemento es uno de los reductores de sonido aparte del silenciador del sistema de escape).

3.4 Pruebas de eficiencia después del proyecto técnico

Ya que no se cuenta con un banco para medir el flujo de los gases se tomará en cuenta la experiencia de mecánicos que hacen este tipo de modificaciones y la de personas que realizaron este tipo de modificación. Al terminar ya con todo lo dispuesto en el proyecto se procede a realizar nuevamente las pruebas en un dinamómetro para verificar si el proyecto tuvo éxito.

En la siguiente imagen podemos ver las curvas de potencia-torque y la tabla con valores numéricos de las pruebas realizadas.

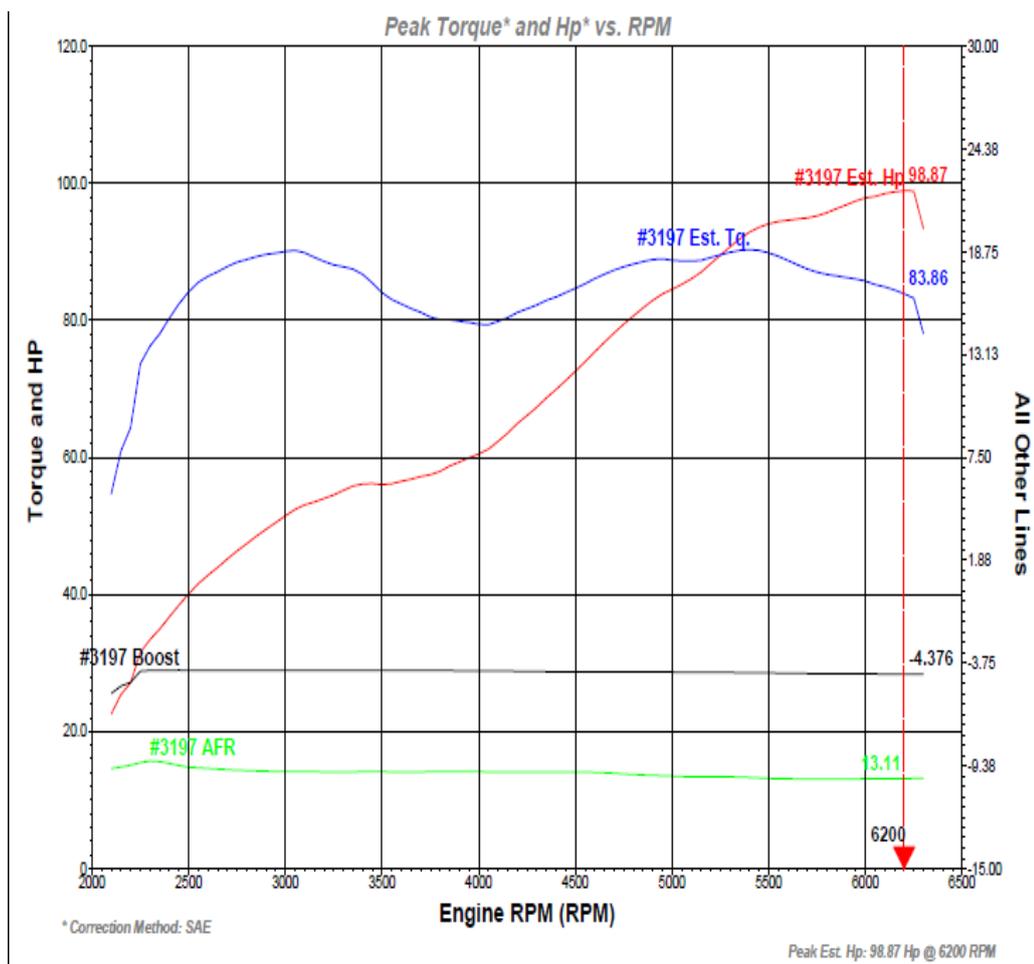


Figura 56. Curvas de potencia y torque

RPM (RPM)	Est. Hp (Hp)	AFR (A/F)	Est. Tq. (ft-lb)	Boost (PSI)
2100	22.47	14.53	54.62	-5.437
2200	27.07	15.06	64.31	-4.820
2300	33.38	15.65	76.22	-4.163
2400	36.67	15.30	80.25	-4.160
2500	40.03	14.78	84.10	-4.159
2600	42.76	14.57	86.39	-4.163
2700	45.14	14.40	87.80	-4.166
2800	47.37	14.26	88.84	-4.164
2900	49.46	14.16	89.59	-4.163
3000	51.42	14.10	90.01	-4.165
3100	53.02	14.09	89.83	-4.165
3200	53.96	14.08	88.55	-4.165
3300	55.15	14.07	87.77	-4.165
3400	56.10	14.09	86.66	-4.165
3500	55.99	14.09	84.01	-4.165
3600	56.45	14.06	82.36	-4.168
3700	57.17	14.08	81.14	-4.173
3800	57.91	14.10	80.05	-4.179
3900	59.29	14.10	79.83	-4.184
4000	60.45	14.10	79.38	-4.191
4100	62.31	14.07	79.81	-4.199
4200	64.88	14.07	81.13	-4.212
4300	67.29	14.07	82.18	-4.230
4400	69.87	14.06	83.39	-4.248
4500	72.51	14.05	84.63	-4.258
4600	75.36	14.00	86.04	-4.258
4700	78.11	13.87	87.29	-4.255
4800	80.59	13.70	88.18	-4.255
4900	82.88	13.56	88.84	-4.259
5000	84.48	13.45	88.73	-4.264
5100	86.03	13.38	88.60	-4.271
5200	88.24	13.37	89.13	-4.277
5300	90.72	13.34	89.89	-4.286
5400	92.82	13.24	90.27	-4.298
5500	94.06	13.14	89.80	-4.309
5600	94.58	13.05	88.70	-4.321
5700	94.89	13.02	87.42	-4.336
5800	95.66	13.01	86.64	-4.346
5900	96.82	13.02	86.23	-4.354
6000	97.84	13.05	85.69	-4.362
6100	98.46	13.08	84.86	-4.371
6200	98.87	13.11	83.86	-4.376
6300	93.30	13.12	77.98	-4.374

Figura 57. Tabla de valores

Los datos arrojados por el dinamómetro muestran una potencia de 98.87 hp / de torque 83.86 ft-lb / una mezcla de 13.11:1 y una presión atmosférica de -4.376 psi, todo esto en un rango de 6200 rpm

3.5 Análisis de resultados

Como se puede apreciar en ambas tablas los resultados muestran un aumento de potencia y torque. Con la comparación de los 82.58 hp de la primera prueba y la actual que es de 98.87 hp se pudo comprobar que se pudo recuperar 16.29 hp. Al igual que

el torque notamos un cambio comparando con la primera prueba que tuvo un torque de 69.57 ft-lb y la segunda que es de 83.86 ft-lb se comprobó que recupero 14.29 ft-lb.

Lo que demuestra que el vehículo mejoro notablemente y que las expectativas del proyecto fueron las deseadas.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante el proyecto realizado se obtuvo que los valores de potencia, torque y mezcla estequiometria a 6100 rpm fueron 84.70 caballos de fuerza, 62.3 pies-libras de torque y 15.2 A/F, respectivamente, mientras en la configuración 4-1 estos valores fueron que a 6200 rpm incrementa a 98.3 caballos de fuerza, 85.3 pies-libras de torque y 14.3 A/F, concluyendo así que el header con la configuración 4-1 incrementa y mejora el rendimiento del motor
- Se utilizó el header 4-1 ya que es el único que nos proporciona un efecto de barrido eficaz en cada uno de los conductos, lo cual no indica su mayor eficacia se genera en altas revoluciones.
- Ya que con la información recolectada se pudo conocer acerca de los beneficios que dicho proyecto va a generar en el automóvil, toda lo que se pudo averiguar nos fue de gran ayuda ya que este tipo de procesos, si se los realiza de una manera incorrecta puede generar consecuencias graves que pueden terminar dañando el motor, pero en este caso se lo realizo de la mejor manera posible y obteniendo bueno resultados.
- Mediante un procedimiento muy cuidadoso se pudo mejor el rendimiento del motor, siguiendo paso a paso cada uno de los procedimientos aprendidos en clase y poniéndoles en práctica ganando así experiencia en este tipo de modificaciones
- Mediante una comparación de resultados se pudo corroborar la eficacia del proyecto realizado, siendo así una manera no tan costosa de mejorar un motor.

4.2. Recomendaciones

- Se debe buscar mucha información para que el resultado sea óptimo y para no cometer errores debido a que estos procesos son muy delicados de realizar y si es posible buscar asesoría para un mayor entendimiento del tema de modificaciones se cual sea el componente del motor que se desee trucar.
- Se debe tener mucho cuidado con el uso de herramientas eléctricas ya que en estos procesos también se utiliza productos inflamables los cuales tener algún contacto con alguna chispa por un cable pelado o en mal estado podría desencadenar incendios o accidentes no deseables que podrían poner en riesgo nuestra integridad física.
- Cuidar y realizar los mantenimientos adecuados al vehículo si se quiere que la vida útil del mismo sea larga y duradera.
- Tratar de no perder ninguna pieza esto se logra siendo ordenados al momento de cualquier tipo de desmontaje y colocando cada pieza en algún tipo de recipiente etiquetándolo o a su vez buscar alguna manera para no perder algo necesario para el ensamblaje

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Alcanzar:** llegar a disfrutar o poseer algo que se desea.
- **Catalizador:** elemento de los automóviles que reduce las emisiones tóxicas que libera el motor.
- **Flujo:** movimiento de un fluido.
- **Fricción:** rozamiento entre dos elementos en contacto, uno de los cuales se encuentra inmóvil.
- **Hermeticidad:** cualidad que tienen las cosas para cerrarse perfectamente de modo que no deja pasar el aire ni el líquido.
- **HP (horse power):** es un término de potencia que equivale a levantar un peso de 75kg a la altura de 1m en un 1s.
- **Porosidad:** propiedad de los organismos y los cuerpos sólidos a tener orificios imperceptibles a simple vista.
- **Proyecto:** plan y disposición detallado para la ejecución de un propósito o pensamiento de hacer una cosa.
- **Potencia:** capacidad de crear o generar.
- **Relación de compresión:** es el cociente entre el volumen existente en el cilindro cuando el pistón se encuentra en el punto muerto inferior, midiendo la cilindrada unitaria más el volumen de la cámara de combustión, y en el punto muerto superior, midiendo el volumen de la cámara de combustión.
- **PMI:** punto muerto inferior.
- **PMS:** punto muerto superior.
- **Torbellinos:** remolino de viento.
- **Trucar:** realizar cambios en el motor de un vehículo para darle mayor potencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Culatas, D. (10 de junio de 2010). *blogspot*. Obtenido de blogspot:
<https://tecnicadelmotor.blogspot.com/2010/06/como-preparar-una-culata.html>
- Dyno, E. (28 de noviembre de 2014). *youtube*. Obtenido de youtube:
<https://www.youtube.com/watch?v=iVPU0XQn3kM>
- Gonzalez, W. (26 de octubre de 2012). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:
<https://es.slideshare.net/WilliamGonzales3/trucaje-demotores>
- GRANELL, A. (14 de NOVIEMBRE de 2014). *RO-DES Red Operativa de Desguaces Españoles*. Obtenido de RO-DES Red Operativa de Desguaces Españoles:
<https://www.ro-des.com/mecanica/que-es-el-colector-de-admision-y-sus-caracteristicas/>
- Hergett, E. (10 de noviembre de 2015). *euro vag golf*. Obtenido de euro vag golf:
<https://volksgolf.wordpress.com/2015/11/10/aligeramiento-de-piezas-internas/>
- Javier. (18 de febrero de 2010). *laboratorio automotriz blogspot*. Obtenido de laboratorio automotriz blogspot:
<http://laboratorioautomotriz.blogspot.com/2010/02/dinamometro-de-rodillos.html>
- JIMENEZ, J. (s.f.). *RO-DES Red Operativa de Desguaces Españoles* . Obtenido de RO-DES Red Operativa de Desguaces Españoles : <https://www.ro-des.com/mecanica/que-es-colector-de-escape-para-que-sirve/>
- Martínez, J. A. (1 de septiembre de 2017). *Actualidad motor*. Obtenido de Actualidad motor: <https://www.actualidadmotor.com/tipos-de-camaras-de-combustion/>
- motoycasco. (6 de noviembre de 2014). *motoycasco*. Obtenido de motoycasco:
<https://motoycasco.com/como-funciona-motor-cuatro-tiempos>
- PEREZ, J. A. (1996). *MECANICA del automóvil* . madrid: EDITORIAL PARANINFO. S.A.
- Piqueras, V. Y. (12 de diciembre de 2016). *blogs upv*. Obtenido de blogs upv:
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/12/12/motores-endotermicos-o-de-combustion-interna/>

Samaniego Flor, G. F. (AGOSTO de 2006). *repositorio ESPE*. Obtenido de repositorio ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3420>

Shavershian, H. (11 de agosto de 2016). *antilag*. Obtenido de antilag: <https://antilag.wordpress.com/2016/08/11/como-potenciar-tu-motor-atmosferico-2-1/>

Zavala, M. N. (18 de septiembre de 2013). *Cultura tuning*. Obtenido de Cultura tuning: <http://culturatuning.blogspot.com/2013/09/accesorios-tuning-filtro-de-alto-flujo.html>

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Leonardo Xavier
APELLIDOS: Gavilanes Guanotoa
NACIONALIDAD: ecuatoriana
FECHA DE NACIMIENTO: 31 de mayo de 1995
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1726624420
TELÉFONOS: 0995433113
CORREO ELECTRÓNICO: lxxgavilanes@espe.edu.ec
DIRECCIÓN: Quito-Ecuador



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Particular Mixta “Tarqui” (Quito 2000-2007)
SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior “Sucre” (Quito, 2007-2014)
SUPERIOR: Universidad de las Fuerzas Armadas (Latacunga, 2014-2018)

TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller Técnico Industrial Electromecánica Automotriz

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

- Practicas Pre profesionales: JIM MOTORS, Servicio Técnico, mantenimiento vehicular preventivo y correctivo.
- Prácticas Pre-profesionales: SIAV Servicio de Ingeniería Automotriz Vélez, mantenimiento vehicular preventivo y correctivo.

CURSOS Y SEMINARIOS

- Suficiencia en el Idioma Inglés (UFA-ESPEL)
- Curso de Reparador de Aire Acondicionado.
- Jornadas Tecnológicas Internacionales de Electromecánica.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

**GAVILANES GUANOTOA LEONARDO XAVIER
EGRESADO AUTOMOTRIZ**

**ING. JONATHAN VÉLEZ
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ING. JONATHAN VÉLEZ
DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA
EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Latacunga, agosto del 2018