

**CONVERSIÓN A GAS NATURAL VEHICULAR DE QUINTA GENERACIÓN
(GNV) DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA (MOTOR AVEO FAMILY 1600
LAB. INYECCION)**

**YONATAN DARIO RODRIGUEZ
HANS FEDERICO KUNKEL SILVA**

**DIRECTOR:
Msc. –Ing. JIMMY BARCO BURGOS**

TECNOLOGIA MECANICA AUTOMOTRIZ

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA
BOGOTÁ- COLOMBIA
2018**

AGRADECIMIENTOS:

Primeramente le agradezco a DIOS por permitirnos hacer este proyecto realidad.

A nuestras familias que siempre nos han apoyado y nos alientan en todas nuestras iniciativas y han estado con nosotros en todo momento.

A nuestro director de tesis, Ingeniero Jimmy Barco Burgos, quien con sus conocimientos y su apoyo incondicional nos es posible decir que este proyecto se hizo realidad.

A la universidad ECCI por permitirnos desarrollar este proyecto.

Muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

TITULO DEL PROYECTO

1. RESUMEN DEL PROYECTO

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 PLANTIAMIENTO DE LA PREGUNTA O PROBLEMA DE INVESTIGACION

3. JUSTIFICACION

4. EI CONTEXTO TEÓRICO

4.1. LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL AVANCE PÚBLICO NACIONAL Y MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN Y DEL CONOCIMIENTO ACTUAL

5. MARCO TEORICO

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

7. LAS HIPOTESIS

8. COMPONENTES GNV Y PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

8.1 COMPONENTES GNV

8.2 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

8.3 MONTAJE EXPERIMENTAL

8.4 CONTROLES Y VERÍFICAS DE FIN INSTALACIÓN

8.5 OPERACIÓN

8.6 FUNCIONAMIENTO

8.7 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

9. DESARROLLO DE PRUEBA EXPERIMENTAL

10. ANÁLISIS DE DATOS

11. CONCLUSIONES

12. RECOMENDACIONES

13. REFERENCIAS

14. ANEXOS

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

TÍTULO DEL PROYECTO

“GNV 5TA GENERACION COMPARADO CON EL SISTEMA DE INYECCION SECUENCIAL GASOLINA”

1. RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto de investigación de tipo documental y experimental denominado “Conversión a gas natural vehicular de quinta generación (GNV) de motor de combustión interna “busca evidenciar las ventajas que brinda el gas natural vehicular combustible en cuanto a rendimiento en combustible y economía para sus usuarios, favoreciendo el medio ambiente.

Un motor Chevrolet- Daewoo modelo 2007 de consumo a gasolina, es convertido a gas natural vehicular (GNV) de quinta generación, se busca demostrar y comparar su rendimiento en diferentes condiciones de velocidad angular y la disminución de emisiones de gases contaminantes al medioambiente, demostrando así él porque a muchos conductores y propietarios en Colombia han decidido convertir sus vehículos de carga o transporte de pasajeros a este tipo de combustible.

El gas natural vehicular es un combustible amigable con el ambiente, mas adelante en este escrito se revisarán los diversos estudios y publicaciones que hablan sobre los vectores de contaminación del aire, los gases emitidos por los automotores de combustión a gasolina o diesel, son los causantes de las enfermedades respiratorias en los habitantes de las grandes ciudades como Bogotá, lo cual incrementa el gasto que en el sector salud debe hacer el estado, razón por la cual el gobierno en aras de mejorar, propone campañas y establece normatividad que incentiva el uso del GNV.

Como resultado del proceso de investigación documental experimental, se diseña para uso de la Universidad ECCI un manual práctico de instalación, operación y mantenimiento de sistema de GNV de quinta generación en motores de combustión interna, además de un equipo donde los estudiantes de la institución puedan verificar y realizar las practicas, brindando así la oportunidad de realizar otros tipos de investigación en el uso de combustibles amigables con el medio ambiente.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA O PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los mayores problemas que debemos enfrentar en la actualidad es el calentamiento global. El incremento en la concentración de gases contaminantes en la atmósfera es una de las principales razones [1]. Dentro de las actividades humanas los automóviles son la mayor fuente de gases contaminantes emitidos a la atmósfera, debido a que usan la energía disponible en los combustibles fósiles como fuente para su funcionamiento [2][3].

El actual suministro energético primario en el mundo, está conformado por el 31 % en petróleo, 29 % en carbón, 21 % en gas natural y 5 % en energía nuclear, evidencia la actual dependencia en fuentes no renovables limitadas por las reservas disponibles. De igual modo la limitada disponibilidad en combustibles renovables ha resultado en un aumento en uso y precio de las fuentes no renovables las cuales son mayoritariamente usadas para el funcionamiento del sector transporte e industrial [4].

El transporte es una de las problemáticas más importantes en las zonas urbanas alrededor del mundo [5]. El aumento del costo de combustible, la contaminación ambiental y la congestión en carreteras son algunas de las preocupaciones que han llevado a la necesidad de considerar formas alternativas de transporte y la búsqueda de tecnologías alternas que permitan disminuir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de los motores de combustión interna. Esta problemática ha motivado a investigadores a buscar soluciones que no requieran drásticas modificaciones en el diseño de los motores y que no generen impacto negativo en el rendimiento y los costos de manufactura [6].

El gas natural vehicular (GNV) es una de las estrategias claves para la promoción del uso de combustibles alternativos menos contaminantes como un método para lograr la transición a sistemas energéticos renovables. Las importantes reservas, infraestructura de distribución instalada y ventajas comparativas en precios frente a un combustible tradicional como la gasolina, hacen al GNV una opción factible y atractiva para usar como combustible complementario para su uso en motores de combustión interna [7].

Por lo tanto, el presente proyecto tiene como objetivo realizar la Conversión a gas natural vehicular (GNV) de él motor Chevrolet- Daewoo modelo 2007 con el fin de poder evaluar los beneficios técnicos, ambientales y económicos que se obtendrían al operar un motor con GNV.

3. JUSTIFICACIÓN

El incremento en la concentración de gases contaminantes emitidos por los automóviles, la limitada disponibilidad de fuentes no renovables y el uso masivo de motores de combustión interna como fuente de potencia mecánica para la generación de electricidad y movilidad ha motivado a la comunidad científica a trabajar en alternativas que permitan mejorar la eficiencia de los motores de combustión interna [8].

Aumentar la eficacia de los motores de combustión interna es uno de los enfoques a corto plazo más prometedores y rentables para aumentar la economía en combustibles de los vehículos de carreteras. Las actividades de investigación y desarrollo se han centrado en la fabricación de motores de combustión interna de muy alta eficiencia con el fin de reducir el consumo de combustible lo que permita una mayor seguridad económica, ambiental y energética. Las estrategias avanzadas de combustión, recuperación de la energía calórica residual del motor y el desarrollo de tecnologías híbridas que reduzcan el consumo de combustible y las emisiones de gases sin la necesidad de realizar cambios drásticos en el diseño del vehículo han sido los focos de trabajo [9].

Los combustibles alternativos usados en motores de combustión interna incluyen alcoholes como etanol, gas natural, gas licuado de petróleo, biodiesel, gas de síntesis e hidrógeno. La importancia de usar combustibles alternativos se atribuye a la necesidad de garantizar sostenibilidad energética a través del uso de combustibles alternativos derivados de fuentes de energía renovable, mejorar la eficiencia y emisiones del motor y aliviar el uso desequilibrado de combustibles fósiles convencionales basados en petróleo [8].

El Gas Natural es un combustible con poder calorífico superior de 39 Mj/m^3 que se encuentra en grandes cantidades en yacimientos subterráneos, formados hace millones de años por descomposición de materia orgánica. Está compuesto principalmente por un 82% de metano y otro 19% por etano, nitrógeno, propano, dióxido de carbono butano y pentano [10]. El Gas Natural tiene aplicaciones en múltiples sectores, por ejemplo: residencial, comercial, industrial, petroquímico, termoeléctrico y transporte (GNV) [11].

La Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, estima que la demanda de Gas Natural en el sector vehicular crecerá un 3,2% en 2029 [12]. De acuerdo con los escenarios de demanda estimados por la UPME y de oferta resultante, se estima que, en un escenario de baja oferta y demanda media habrá un equilibrio entre ambas variables hasta enero de 2023 [12][13].

En la actualidad cuatro (4) son las tecnologías disponibles en el mercado para el

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

uso de gas combustible: Vehículos dedicados, son vehículos con motores fabricados para ser alimentados por un solo tipo de combustible. Los motores duales conformado por un motor que trabaja con dos combustibles de forma simultánea. Los vehículos transformados son aquellos donde se modifica el motor para cambiar su funcionamiento de un combustible a otro, sin poder operar nuevamente con el combustible que tenía inicialmente y por último los vehículos biocombustibles que integran sistemas auxiliares que suministran combustible adicional al existente y el motor puede trabajar con cualquiera de los dos sistemas de forma independiente[11][12][14].

En el mercado se encuentran únicamente sistemas de conversión de motores dedicados a gasolina a motores biocombustibles gasolina- GLP y gasolina-gas natural, debido a que esta es una tecnología madura ampliamente utilizada en el país principalmente en transporte de pasajeros (taxis e intermunicipales), flotas de distribución y vehículos particulares se justifica la necesidad de conversión a gas natural vehicular (GNV) de motor de combustión interna con el fin de poder evaluar los beneficios técnicos, ambientales y económicos que se obtendrían al operar un motor de combustión interna con GNV.

4. EI CONTEXTO TEÓRICO

4.1. LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL AVANCE PÚBLICO NACIONAL Y MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN Y DEL CONOCIMIENTO ACTUAL

El uso del GNV está cobrando un significativo protagonismo en el mundo como combustible alternativo. Según datos de la Asociación internacional de vehículos a gas natural (INGVA) existen aproximadamente 20 millones de vehículos convertidos a GNV en el mundo[15]. El desarrollo de esta tecnología no obedece a un patrón homogéneo y tienen que ver con factores como, disponibilidad de recursos naturales, la preocupación local por la contaminación ambiental, los precios de los combustibles y las políticas públicas desarrolladas para promover el uso del GNV[16].

Para el 2012 la distribución del consumo de GNV para categoría vehicular en Colombia fue 36% de taxis, 22% buses, 13% microbús, 11% camiones, 7% busetas, 6% automóviles, 3% camperos y 2% camionetas [12]. La UPME reporta más de 500 mil vehículos convertidos en Colombia y con el funcionamiento de más de 700 estaciones de GNV, este combustible ha sido el de mayor crecimiento en el sector transporte del país en los últimos 10 años, reflejando los amplios beneficios que se logran con su uso, para el usuario y para el estado [12][15].

Dentro de los beneficios para el usuario final se puede mencionar ahorros superiores al 30 % en el consumo de combustible cuando se compara con el uso

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

de diesel, exclusión de IVA en la adquisición de vehículos dedicados a GNV y deducción de hasta el 100% de las inversiones en vehículos a GNV de la base gravable del impuesto de renta. Asimismo para el estado se garantiza el mejoramiento de la calidad del aire por la reducción de emisiones contaminantes, sustitución de la flota de camiones diesel en Colombia, eliminando la emisión de 3 millones de Ton de CO₂ reduciendo enfermedades respiratorias en la población con su consecuente menor costo fiscal [11][12][15].

5. MARCO TEÓRICO

Los motores térmicos obtienen la energía del combustible aportado, efectuándose una transformación de su energía química, dada por el calor específico del combustible empleado, en energía calorífica. Esta es aprovechada para incrementar la presión, transformándose por tanto en energía de presión. A partir de esta última, se genera una fuerza resultante, con la que se transforma en energía mecánica, dotando a los componentes móviles del motor de energía cinética. Son, con diferencia, los motores más utilizados en todo tipo de vehículos, tanto terrestres, como marítimos o aéreos [3][8][17].

El gas natural como combustible se adapta muy bien a los motores de combustión interna, presentando buena resistencia a la detonación, permite una mezcla homogénea con el aire y mejora la combustión completa, libre de hollín y con menos producción de gases contaminantes (CO, HC, y CO₂). El gas natural tiene una temperatura de encendido de aproximadamente 650 °C un 50% mayor a la temperatura de inflamación de la gasolina. Presenta una velocidad de llama de 2,2 pies por segundo un 21% más lenta que la velocidad de llama de la gasolina, una relación estequiométrica de aire/combustible de 16,4:1 y un índice de octano entre 115-130 y una pérdida de potencia entre 10 y el 15%[7][17].

Una instalación de GNV es el nombre que recibe el conjunto de procedimientos y equipos que se instalan al interior de un vehículo para que pueda funcionar adecuadamente utilizando gas natural vehicular como combustible. El proceso de instalación de GNV consta de 8 pasos: (1) Recepción del vehículo en el taller-lista de chequeo; (2) preinstalación del sistema, diagnóstico del sistema mecánico, prueba de compresión del motor, electricidad, refrigeración, alimentación de combustible y lubricación; (3) Ingreso de información a la plataforma GNV, recolección y firma de documentos; (4) aprobación de incentivo y/o financiación; (5) Instalación de sistema a gas; (6) Certificación por organismo acreditado, con previo tanqueo de gas; (7) Entrega de vehículo certificado al cliente e instrucciones de manejo del combustible; (8) Suministro de gas en la amplia red de estaciones de servicio de gas natural [7][18][19].

Existen dos tecnologías usadas en las instalaciones de GNV, tecnología

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

convencional de lazo abierto y lazo cerrado y tecnología de quinta generación, la tecnología de lazo abierto se aplica a vehículos con motores alimentados a carburador o con control electrónico de combustible sin sensor de oxígeno. La dosificación del gas se realiza a través de una válvula de potencia que es graduada por parte del técnico que realiza la instalación. La tecnología de lazo cerrado es usada en motores alimentados por control electrónico de combustible que tiene sensor de oxígeno. La dosificación del gas se realiza a través de un motor paso a paso que está controlado electrónicamente por un PLC. La tecnología de quinta generación se aplica a vehículos con motores alimentados por inyección electrónica, donde se instala un equipo que entrega el combustible en cada cilindro por un inyector independiente, simulando la operación que se hace al utilizar gasolina [7][19]

Un vehículo bi-combustible puede funcionar con GNV o con gasolina. Su diseño permite que el cambio de un combustible al otro se realice de manera manual o automática cuando se detecte que el gas en el cilindro de almacenamiento está próximo a agotarse. En la Figura 1 se muestra un sistema típico de montaje en un vehículo, el componente de un kit de conversión a gas natural cuenta con: válvula de llenado (1), Cilindro de almacenamiento (2), Válvula de cilindro (3), Tubería de alta presión (4), Regulador (5), Conmutador gas-gasolina (6), Mezclador (7), Manómetro (8), Sistema de baja presión (9), Electroválvula de gasolina (10) y Sistema de calefacción (11)[20].

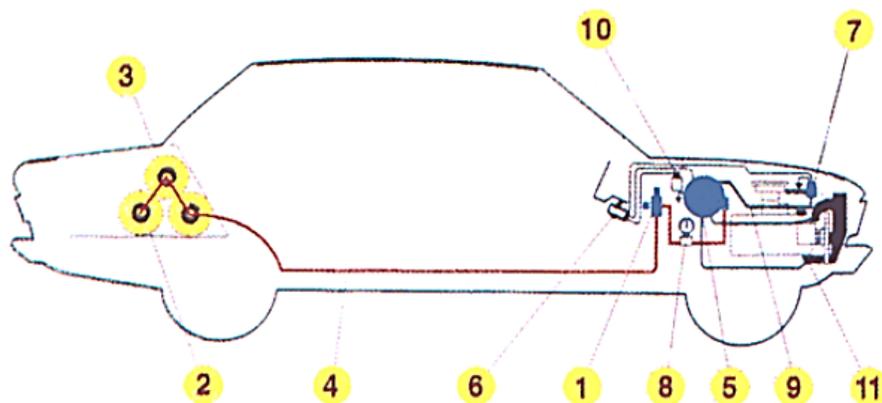


Figura 1: Sistema de montaje en vehículo[18][19].

El proceso de instalación de un sistema de gas natural vehicular incluye la pre-conversión, conversión y verificación de fallas en el análisis de gases.

Pre-conversión es el primer paso que se realiza antes de instalar un equipo de GNV, se realiza un diagnóstico especializado de cada uno de los sistemas principales del vehículo (sistema de distribución, lubricación, alimentación, enfriamiento, y encendido) previo a la conversión, donde indique su estado y se indiquen los respectivos arreglos previos para efectuar una exitosa conversión GNV.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

En el proceso de conversión o instalación de equipos de GNV se incluye la inspección de cada elemento que integra el kit de conversión, este procedimiento está compuesto por revisión, pruebas de funcionalidad, herramientas a usar y descripción de condición de buen funcionamiento en: Cilindro contenedor de GNV, tuberías de alta presión, válvula de llenado, regulador, electroválvulas de gas, conmutadores, sistema de inyección y computadora.

La prueba de gases permite analizar el funcionamiento en el motor e indica los correctivos que deben implementarse con el fin de reducir consumo de gasolina y emisiones contaminantes. Los casos de fallas en el análisis de gases permite identificar los principales problemas que existen en el sistema cuando se analiza las emisiones de CO, CO₂, HC, O₂ y NO_x. En la Tabla 1 se muestran los nueve casos posibles que se analizan en la casa de fallas.

Tabla 1: Casos de falla en el análisis de gases[21]

| | CO | CO ₂ | HC | O ₂ | NO _x | Posible problema |
|---------------|------|-----------------|----------|----------------|-----------------|--|
| CASO 1 | alto | Bajo | alto | Alto | | Mezcla rica con pérdida de chispa: Exceso de combustible por fallo en sensor de oxígeno acompañado de desgaste de bujías o cables de alta defectuosos. |
| CASO 2 | alto | Bajo | alto | Bajo | | Falla en el termostato o en el ECT: Exceso de combustible por fallo en los cálculos de inyección por temperatura |
| CASO 3 | bajo | Bajo | bajo | Alto | | Perdida de gases en el exhosto: puede ser exhosto roto, o empaquetadura de este en mal estado. |
| CASO 4 | bajo | Alto | bajo | Alto | | Convertidor trabajando o inyector defectuoso (o no inyecta): inyector de gasolina en corto o por pérdida de señal de este. |
| CASO 5 | alto | Bajo | med/alto | Bajo | | Mezcla rica: exceso de combustible por falla en sensor de oxígeno o retorno de gasolina en mal estado. |
| CASO 6 | alto | Alto | alto | Alto | | Falla de inyector abierto, convertidor no trabaja (catalizador), pérdida de vacío con mezcla rica |
| CASO 7 | bajo | Bajo | alto | Alto | | Pérdida de chispa: condición de pobreza, pérdida de aire entre el maf y el cuerpo de mariposa |
| CASO 8 | bajo | Alto | bajo | Bajo | | Buena combustión y convertidor trabajando (catalizador). |
| CASO 9 | bajo | Alto | bajo | Medio | | Todos los sistemas trabajando en una lectura normal de operación |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

- Convertir a gas natural vehicular de quinta generación (GNV) motor de combustión interna.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Puesta a punto y sincronización de motor de combustión interna.
- Instalación de GNV en motor de combustión interna, sistema de inyección a GNV de quinta generación.
- Prueba de rendimiento GNV- Gasolina.
- Redacción de procedimiento de instalación, operación y mantenimiento de sistema de GNV de quinta generación.

7. LAS HIPÓTESIS

Mediante este proyecto se plantea la conversión a gas natural vehicular (GNV) de motor de combustión interna, con el fin de evaluar los beneficios técnicos, ambientales y económicos que se obtendrán al operar un motor de combustión interna con GNV, asimismo integrar este nuevo sistema al conjunto de combustibles (hidrógeno y gasolina) pondrá a manejar este motor de combustión interna con miras a reducir el consumo de combustible y emisiones contaminantes.

8. SELECCION DEL MOTOR, COMPONENTES GNV Y PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

8.1. SELECCION DEL MOTOR

Para la selección del motor, tuvimos en cuenta 2 factores que fueron; vehículo más vendido y de mayor consumo. Esto nos llevo a la elección de él motor de un Chevrolet-Daewoo utilizado en el vehículo Chevrolet Aveo en Colombia, ya que este vehículo fue uno de los más vendidos del 2012 al 2014 y con un consumo bastante alto.

| - MOTOR - | |
|--|---------------------------------------|
| <u>MOTOR</u> | |
| cc | 1598 |
| Litros | 1.6 |
| diámetro | 79.0 |
| carrera | 81.5 |
| relacion de compresión | 10.8 |
| cilindros | 4 |
| configuración | en línea |
| distribución | doble árbol de levas en cabeza (DOHC) |
| distribución variable | sí |
| válvulas por cilindro | 4 |
| código motor | F16D4 |
| <u>NORMA DE EMISIONES</u> | |
| Normativa | EU5 |
| nivel CO2 - g/km (combinado) | 141 |
| <u>ETIQUETA EFICIENCIA ENERGÉTICA</u> | |
| etiqueta de eficiencia | B |

Figura 2 (Ficha técnica motor Chevrolet-Daewoo "Aveo Family")

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

Para proceder a la instalación del equipo de quinta generación de GNV, al motor se le realizaron unas pruebas estipuladas por la resolución 0957 del 2012 (formato de pre-conversión vehículos a GNV).
(Ver anexo 6)

8.1.1 Pre-conversión

Para realizar la pre-conversión vamos a utilizar una serie de herramientas las cuales son:

| ITEM | NOMBRE | FUNCION | FOTO |
|------|-------------------|---|---|
| 1 | Escáner Hanatech | La función principal es la de leer los códigos de error (check engine), además puede darnos la información de los sensores del vehículo en tiempo real. |  |
| 2 | Multímetro Summit | La función del multímetro es medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales. |  |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

| | | | |
|---|------------------------------|--|--|
| 3 | Analizador de gases Hanatech | Su función es medir, generalmente en porcentaje, determinados compuestos químicos contenidos en la masa de los productos, gaseosos o no, emitidos por el escape de un motor de combustión interna. |  |
| 4 | Compresímetro OTC | Su función es medir la relación de compresión, cociente entre el volumen contenido en el cilindro cuando el pistón se encuentra en su punto más bajo y el que existe cuando se encuentra en su punto más alto. |  |
| 5 | Vacuómetro OTC | Su función es medir la cantidad de vacío (succión) del motor. |  |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

8.1.2 Procedimiento para la pre-conversión

1. Se realiza la recepción del vehículo, donde se toman datos del vehículo y datos del propietario.
2. Se realiza una inspección visual del Chasis, Pisos del vehículo carrocería y si los componentes del GNV se pueden instalar en lugares accesibles.
3. Verificación del estado de carga del sistema eléctrico, control y estabilidad.

En este paso nosotros realizaremos solo las pruebas de voltaje.

A) Se revisa carga de la batería con el vehículo apagado, usando el multímetro colocando las puntas en el borne positivo y negativo de esta.

B) Se revisa carga de la batería con el vehículo dando, usando el multímetro colocando las puntas en el borne positivo y negativo de esta.

C) Se revisa carga de la batería con el vehículo encendido, usando el multímetro colocando las puntas en el borne positivo y negativo de esta.

D) Se revisa carga de la batería con el vehículo con cargas "luces, aire acondicionado", usando el multímetro colocando las puntas en el borne positivo y negativo de esta.

E) Se revisa carga de la batería con el vehículo a 2500 rpm, usando el multímetro colocando las puntas en el borne positivo y negativo de esta.

F) Medimos masa motor y masa chasis en Mv(mili voltios)

4. Estado de la batería

Esta es una inspección visual de:

A) Se revisa estado de los bornes

B) Se revisa el anclaje de la batería

C) Se revisa nivel de electrolito, con un densímetro pero como a nuestro motor no tiene una batería asignada por la universidad no lo tendremos en cuenta.

D) Se revisa el estado de motor de arranque

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

E) Se revisa el alternador midiendo la carga de salida (voltios) , usando el multímetro colocando las puntas en el borne de salida del alternador y negativo a masa de a batería.

F) Se revisa estado de las correas del alternador

5. Inspección del sistema de encendido(tipo de encendido, conexiones eléctricas, alimentación).

A) Verificación de que el sistema de encendido sea el original del vehículo

B) Tipo de encendido tiene el vehículo (Platinos, electrónico, dis "paquete de bobinas", cop "bobina por pistón")

C) Se revisa estado de las conexiones eléctricas, que no tengan uniones o enmendaduras.

D) Se revisa el estado de la carcasa de la bobina, que no esté rota.

E) Se mide la resistencia de la bobina en el primario, usando el multímetro colocando las puntas en el conector entre la alimentación de la bobina y la señal de la bobina.

F) Se mide la resistencia de la bobina en secundario, poste de salida de la bobina y la otra punta en el conector de la bobina.

G) Se mide el voltaje de alimentación de la bobina, usando el multímetro usando las puntas en el conector de alimentación de la bobina y la otra punta a masa.

H) Se mide ángulo dwell en los sistemas de distribución, usando el osciloscopio del escáner Hanatech en la opción de ignición.

I) Se mide el tiempo de saturación de la bobina, usando el osciloscopio del escáner Hanatech en la opción de ignición.

J) Se mide el voltaje del primario de la bobina(carga en el primario de la bobina) , usando el osciloscopio del escáner Hanatech en la opción de ignición.

K) Se mide el kilo voltaje promedio(voltaje de salida de la chispa del secundario) , usando el osciloscopio del escáner Hanatech en la opción de ignición.

L) Se mide el tiempo de quemado (tiempo en que salta la chispa) , usando el osciloscopio del escáner Hanatech en la opción de ignición.

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

M) Revisión del distribuidor (tapa, rotor y eje), para nuestro motor este no aplica.

N) Revisión de los cables de alta.

1. Longitud en cm

2. Resistencia del cable (ohmios) , se toma la resistencia de cada uno de los cables de la instalación de alta con el multímetro

3. Resistencia de las bujías, se toma la resistencia a cada una de las bujías de la con el multímetro.

4. Tipo de bujías

Ñ) Se revisa ángulo de avance, este no lo da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

1. En ralentí o marcha mínima

2. Vacio a 2500 rpm

3. Centrifugo 2500 rpm (en caso de distribuidor)

6. Verificación del estado y funcionamiento del sistema de control en marcha mínima,(sistema carburado e inyectado).

1. Sistema carburado

A) Verificación del ajuste y estado del carburador (chicleros, bujes, empaquetadura)

B) Verificación de inexistencias de fugas de combustible (empaquetadura)

C) Verificación de la carcasa del filtro del aire(que no esté rota)

D) Verificación del filtro del aire (que el filtro este limpio)

2. Sistemas inyectados

A) Verificación de estado y ajuste de la mariposa y cuerpo de aceleración (se revisa q la mariposa no tenga juego y q el cuerpo de aceleración no tenga ninguna rebaba, y que los empaques estén en optimas condiciones)

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

B) Verificación del circuito alternativo de marcha mínima (verificación de conexión iac), esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

C) Verificación del funcionamiento de la EGR(válvula recirculación de los gases de escape), esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

D) Verificación del funcionamiento de la IAC (válvula de iac o motor paso a paso o actuador de ralentí), esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

E) Verificación de la PCV (Sistema de Ventilación Positiva del Cárter)

F) Verificación de la carcasa del filtro del aire(que no esté rota)

G) Verificación del filtro del aire (que el filtro este limpio)

H) Verificar que no hallan códigos de falla del sistema, esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

I) Identificar si tiene sensor de temperatura de aire, inspección visual.

J) Verificar estado del ckp sensor del cigüeñal, esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

K) Verificar estado del cmp sensor de posición árbol de levas, esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

L) Medición de voltaje del map, maf o vaf(MAP: sensor de Presión Absoluta de la admisión, MAF sensor de masa de flujo de aire, VAF: sensor de masa de flujo de aire por paleta), esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

M) Medición del TPS (sensor de Posición de aceleración) esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

N) Medición de O2 S1B1(medición del sensor de oxigeno antes del catalizador en el banco uno lectura mínima y máxima), esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

Ñ) Medición de O₂ S1B2(medición del sensor de oxígeno antes del catalizador en el banco dos lectura mínima y máxima), esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

O) Impedancia de los inyectores(se mide la resistencia del inyector en Ohm), se toma la medida con el multímetro entre la alimentación y señal del inyector.

P) Pulso de los inyectores (medida en (ms "milisegundos") lectura mínima y máxima), esta información nos la da el escáner Hanatech en visualización de datos de la ecu.

6. Verificación del estado mecánico del motor,(prueba de vacío, prueba de compresión y prueba de fugas de cilindros).

1. Prueba de vacío

A) Comportamiento de vacío en marcha mínima (se mide con el vacuo metro en marcha mínima en inHG)

B) Comportamiento de vacío en marcha alta 2500 RPM(se mide con el vacuo metro en marcha mínima en inHG)

C) Comportamiento de vacío con cargas eléctricas(se mide con el vacuo metro en marcha mínima en inHG)

2.Prueba de compresión

A) Se toma la referencia de relación compresión del vehículo según el fabricante ejemplo 10 a 1

B) Si hay una diferencia entre el 10 y 20% entre los cilindros se realizara la prueba de fugaz de cilindros

C) Se realiza la prueba de compresión tomando los datos entre el salto inicial de la aguja y el tercer salto

D) En caso de hacer la prueba de fugaz de cilindro se toma el porcentaje de perdida que da el equipo si es mayor al 20 % de la perdida se rechaza el vehículo

7.Analisis de gases

1. Se revisa el estado del exhosto

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

2. Se realiza la prueba de análisis de gases usando el procedimiento NTC4983 #3.2 y 3.3

A) Se toma lectura de los gases (CO, Monóxido de carbono, CO₂ Dióxido de carbono, Hc Ppm (hidrocarburos Partículas por millón) O₂ (oxígeno) en marcha mínima

B) Se toma lectura de los gases (CO, Monóxido de carbono, CO₂ Dióxido de carbono, Hc Ppm (hidrocarburos Partículas por millón) O₂ (oxígeno) en marcha alta 2500 RPM

8. Revisión del sistema de refrigeración

1. Se revisa el termostato: que el termostato este abriendo a la temperatura de trabajo permitiendo el paso del refrigerante

2. Se revisa la tapa del radiador: se revisa los empaques para que tenga un buen sellado y que su función de válvula funcione esto se revisa con el bombín

3. Funcionamiento de los ventiladores: que los ventiladores activen cuando el refrigerante pase la temperatura de trabajo se prueba desconectando la pera de temperatura del motor

4. Mangueras de refrigeración(inspección visual que no estén rotas)

5. Hermeticidad del sistema (este se mira con el bombín)

6. Indicador de temperatura en el tablero(se revisa abriendo el switch de encendido)

9. Revisión del sistema de Lubricación.

1. Se revisa fugas por medio de retenedores y sellos del motor (inspección visual)

2. Se revisa fugas por el empaque del Carter(inspección visual)

3. Se revisa fugas por el empaque de la tapa válvulas(inspección visual)

4. Se revisa el testigo de aceite en el tablero (se abre el switch de encendido)

10. Estructura del chasis

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

Este paso no es necesario ya que la estructura es nueva y no es la original del fabricante.

1. Condiciones del chasis(que no presente corrosión o este rota)
2. Estado físico de la carrocería (que no tenga corrosión)
3. Condición del piso(que no tenga corrosión y no esté roto)
4. Dictamen de si se necesita refuerzo

11. Suspensión

Se revisa que los amortiguadores estén en optimas condiciones(que no estén estallados, que no tengan sus espirales rotas y que tengan sus guardapolvos en excelente estado).

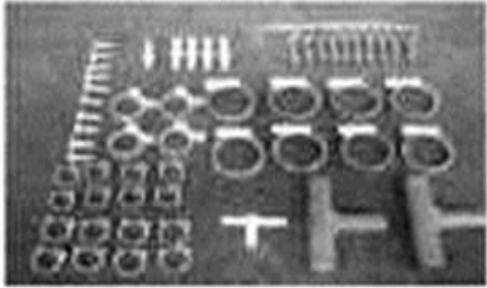
Esta prueba de pre-conversión (*Ver anexo 7*) fue realizada el 17 de octubre del 2017 y se encuentran fallas en el sistema de encendido, la cual es por el cableado original de la computadora de gasolina; aparte vemos que la resistencia de las bujías y cables de alta están muy altos, por lo cual se sugiere el cambio de estos. Y por ultimo vemos que tiene 3 códigos de falla pertenecientes al TPS que vemos en la pre-conversión que el sensor no eta trabajando ya que su voltaje es constante, aparece el fallo en sistema de encendido, que el cual ya sabemos que es por el cableado de la computadora y además tenemos fallo por iac por lo cual se solicita el cambio de estos sensores y revisión del cableado a la universidad para realizar el montaje.

El 15 de marzo del 2018 se realizaron todas las correcciones cambiando el sensor TPS, IAC, se cambio la bobina y se arreglo todo el cableado de la computadora de gasolina para poder realizar la segunda prueba de pre-conversión. Se realiza otra vez la prueba de pre- conversión(*Ver anexo 8*) ya con las respectivas correcciones y vemos una gran mejora en la parte de emisiones de gases y del funcionamiento del sistema de encendido. Por lo cual el motor Chevrolet- Daewoo es optimo para la instalación de él equipo de GNV quinta generación.

8.2 COMPONENTES GNV

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | FUNCION | FOTO |
|------|---|--|--|
| 1 | CNG REGULADOR MOTORES HASTA 250 HP TOMASETTO PARA | Su función es disminuir la presión que viene desde el cilindro que es alrededor de 200 bares a 1.9 bares. |  |
| 2 | RIEL DE 4 CILINDROS | Su función es dosificar el gas hacia el motor. |  |
| 3 | ECU INCLUYE LOS SIGUIENTES COMPONENTES - CNG COMPACT ECU - SWITCH CNG-GASOLINA - CABLEADO UNIVERSAL - SENSOR DE TEMPERATURA REGULADOR - SENSOR MAP | Su función es procesar todas las señales de la computadora de gasolina. para calcular los pulsos de inyección del GNV para no generar conflictos con la computadora de gasolina. |  |
| 4 | CNG TUBERÍA DE ACERO RECUBIERTA DE | Su función es conducir el gas de alta presión | |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

| | | | |
|---|--|---|--|
| | PVC DIAM 4x6 mm ROLLO 6m ISO 15,500 | desde el cilindro hasta el regulador. |  |
| 5 | BOLSA DE ACCESORIOS KIT CNG SECUENCIAL | Está compuesto por racores, Bi-cono o Virola para tubería, abrazaderas metálicas y amarres plásticos los cuales estarán instalados en las mangueras del sistema. |  |
| 6 | CNG VÁLVULA DE CARGA TRES VIAS, CON PICO DE CARGA 98/2B/ NGV-1 INCLUYE EL SOPORTE | Su función es recibir el GNV desde el surtidor de la estación de servicio para llenar el cilindro de GNV, además esta válvula tiene un sistema de cierre manual para bloquear el paso del GNV en caso |  |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

| | | | |
|---|--|---|---|
| | | de alguna fuga. | |
| 7 | CNG VÁLVULA DE CILINDRO 198/1 CON EXCESO DE FLUJO Y CON PASTILLA | Esta válvula va instalada en el cuello del cilindro y su función es bloquear el GNV por medio de sus 3 sistemas de seguridad. |  |
| 8 | CILINDRO ACERO AL CROMO MOLIPDENO | Su función es almacenar el GNV en nuestro vehículo. |  |
| 9 | Caudalimetro | Su función es medir la cantidad de gas entregado hacia los inyectores |  |

8.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

El equipo de quinta generación COMPAQ es un sistema de conversión a gas, a inyección secuencial, proyectada para alimentar los vehículos con GNC. Puede ser

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

utilizado tanto por sistemas “full group” como por sistemas “semi-secuenciales”. El mando electro inyectores, sea éste simple o múltiple, es detectado automáticamente por la computadora COMPAQ, durante la fase de regulación. EL equipo COMPAQ de quinta generación es de lo más moderno y tecnológicamente avanzado que el mercado hoy pueda ofrecer. Fácil de instalar, sin violaciones o interferencias con los sistemas de diagnóstico originales que se hallan en los vehículos de nueva generación, permite una fácil calibración gracias a un sencillo y intuitivo software de regulación, que guía al operador punto por punto a medida que se arregla el sistema.

1). Instalación del regulador: Nunca asegure el regulador al motor, pero siempre a las partes rígidas de la carrocería. Los soportes largos se pueden utilizar considerando el peso modesto y las dimensiones totales de la aplicación. Si fuera asegurada al motor, las operaciones correctas serían impedidas por las vibraciones. No coloque cerca del múltiple de escape, del catalizador o de otras fuentes de calor. No coloque cerca de partes eléctricas tales como bobinas, enchufes u otras piezas de la energía. No instale el reductor en una posición más arriba que el radiador.

2). Instalación del riel de inyectores: son una parte fundamental del sistema, siendo los más delicados y tensionado en términos de las velocidades de funcionamiento y de los materiales (resistencia a las impurezas sólidas). El Riel de inyectores se puede instalar directamente en el múltiple de la admisión en la vecindad inmediata de los cilindros (posición recomendada) por medio de una platina. El riel de inyectores se podía instalar en la posición horizontal y vertical. **GUÁRDESE:** ¡Nunca instálelo en la posición vertical con la bobina respecto al fondo!! La velocidad que lo trabaja debe ser no buena.

3). Instalación de manómetro: el manómetro puede ser fijado en el regulador de **GNV** o en la válvula de llenado si tiene este acople.

4). Instalación de la ecu: Fije la unidad electrónica al cuerpo dentro habitáculo preferiblemente

- Será fijado al cuerpo y no al motor.
- Ser colocado lejos del múltiple del extractor o de la fuente de calor excesiva
- Ser colocado protegido contra colisiones e impactos accidentales
- Estar en una posición donde el mantenimiento y las inspecciones pueden ser realizadas fácilmente y la conexión de las herramientas de diagnóstico y de disposición es accesible
- Estará en una posición protegida contra impacto directo del agua.

(Ver anexo 5)

5). Instalación válvula de cilindro: Chequee visualmente el estado de las válvulas, cilindros y de los oring-s si lo tienen

- Verifique que las roscas iniciales de la válvula y el cilindro se encuentren en perfectas condiciones, para evitar el enterroscado.
- Asegúrese de que la rosca de la válvula y el cilindro se encuentren limpias.
- Remueva completamente cualquier residuo de algún material sellante anterior para que evitar que caiga dentro del cilindro.
- Se recomienda usar cinta de teflón como sellante de la rosca. Puede usar productos alternativos como trabarrosca siempre y cuando sus componentes sean compatibles con el CNG.
- La cinta debe envolverse desde el cono menor, del vástago de la válvula, en sentido horario y avanzando hacia el cono base del mismo.
- El extremo de la cinta debe comenzar más arriba de la primera rosca, entre 1 y 3 mm, envuelva la válvula con la cinta alrededor de unas 10 vueltas (con cinta de 0.075mm de espesor x 12 de ancho), asegurándose de que el espesor de la envoltura sea uniforme. Tenga cuidado de no tensar demasiado la cinta. Inserte la cinta cuidadosamente en la rosca de la válvula para asegurarse de una buena adherencia.
- Utilice grasa de litio si necesita mayor lubricación.
- Antes de apretar la válvula insértela manualmente en el cilindro hasta donde sea posible enroscarla, luego instale la copa para valvular y utilice el torquímetro previamente ajustado al valor recomendado, para darle apriete.
- Para verificar el torque de apriete debe realizar la acción de desenroscar la válvula, este valor debe superar el mínimo recomendado. En caso de que haya usado un sellante endurecedor (p. ej. trabarrosca), esta verificación se debe hacer antes de que éste se haya endurecido.

5.1). PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE LAS CONECCIONES DE SALIDA

- Enrosque el racor a mano hasta donde sea posible, luego utilice una herramienta adecuada para el ajuste.
- Utilice el torquímetro para ajustar los conectores de acuerdo con la siguiente tabla.

| Tamaño del conector | Torque N.m | |
|---------------------|------------|-----|
| | Min | Máx |
| M12 x 1 | 20 | 30 |
| M14 x 1 | 25 | 35 |
| 1/4" NPT | 30 | 40 |
| G 1/4" | 25 | 35 |
| G 1/2" | 20 | 30 |

Tabla 2 ajuste de conectores según medida

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

- Para verificar el torque de apriete debe realizar la acción de desenroscar la válvula, este valor debe superar el mínimo recomendado. En caso de que haya usado un sellante endurecedor (p. ej. trabarrosca), esta verificación se debe hacer antes de que éste se haya endurecido.

6). Instalación de cilindro: Estos deben ser instalados de forma permanente y con herrajes adecuados para evitar su desplazamiento, resbalamiento o rotación y lograr que no se presenten esfuerzos sobre éste ni sobre los accesorios vinculados a él.

La superficie del cilindro debe estar limpia, seca y libre de aceite, grasa o cualquier otro contaminante. Utilice un desengrasante industrial, eliminándolo finalmente con agua.

Debe removerse cualquier capa de óxido o escoria de soldadura que existe sobre la superficie del mismo.

Antes de la instalación de los cilindros se debe hacer un estudio al vehículo para evitar debilitamiento en su estructura cuando se realice el montaje.

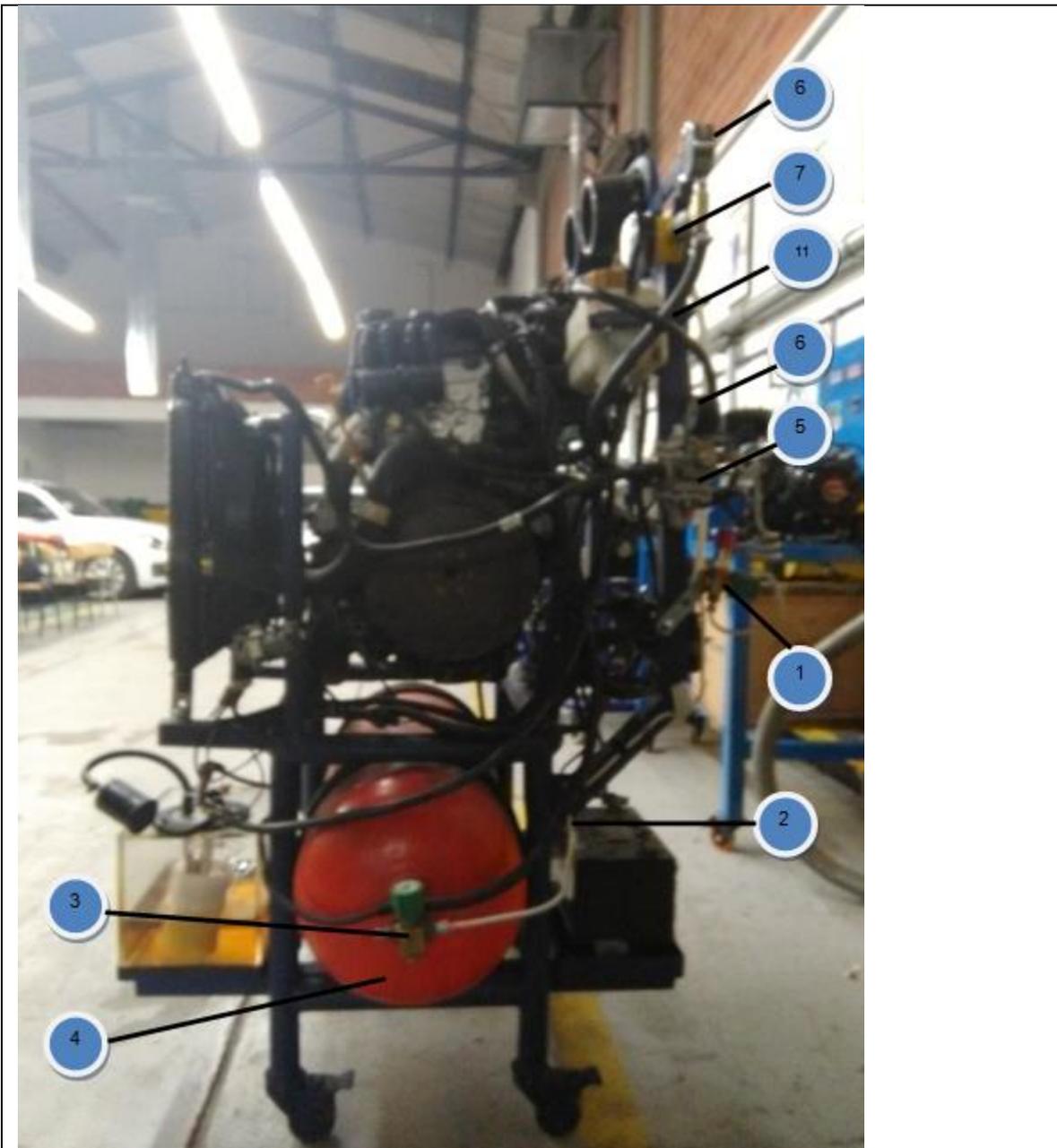
Todo cilindro antes de ser instalado debe ser protegido con un sistema de pintura, que evite la acción del medio ambiente corrosivo sobre la pared externa del cilindro.

7). Instalación válvula de carga

- Salvo en casos especiales se debe instalar en el compartimiento donde va ubicado el motor. Se debe utilizar la platina que se adjunta en el kit.
- Ubíquela cerca del regulador de presión a una distancia máxima recomendada de 600 mm y evitando la cercanía con el múltiple de escape o la batería.
- Es recomendable que se encuentre en la posición más alta posible.
- La ubicación del sistema de carga debe quedar libre de obstáculos, debe permitir operarlo (maniobra de apertura y cierre) sin dificultad. De ahí la recomendación que la válvula debe quedar en la parte más alta posible.
- Las tuberías de alta presión que se conecta a la válvula deben contar con su “rulo anti vibratorio” o amortiguador, con un diámetro mínimo de 70 mm y que en caso de choque del vehículo permita su estiramiento.

Después de terminar la instalación se realiza la prueba de Post-conversión (*ver anexo 9*), para corroborar de que el sistema quedo bien instalado y que no esta afectando la computadora de gasolina.

8.4. MONTAJE EXPERIMENTAL



| | |
|------------------------|--------------------|
| 1). Válvula de carga | 5). Regulador GNV |
| 2). Tubería GNV | 6). Manómetro GNV |
| 3).Válvula de cilindro | 7). Caudalímetro |
| 4).Cilindro | 11). Mangueras GNV |

Vista lateral izquierda

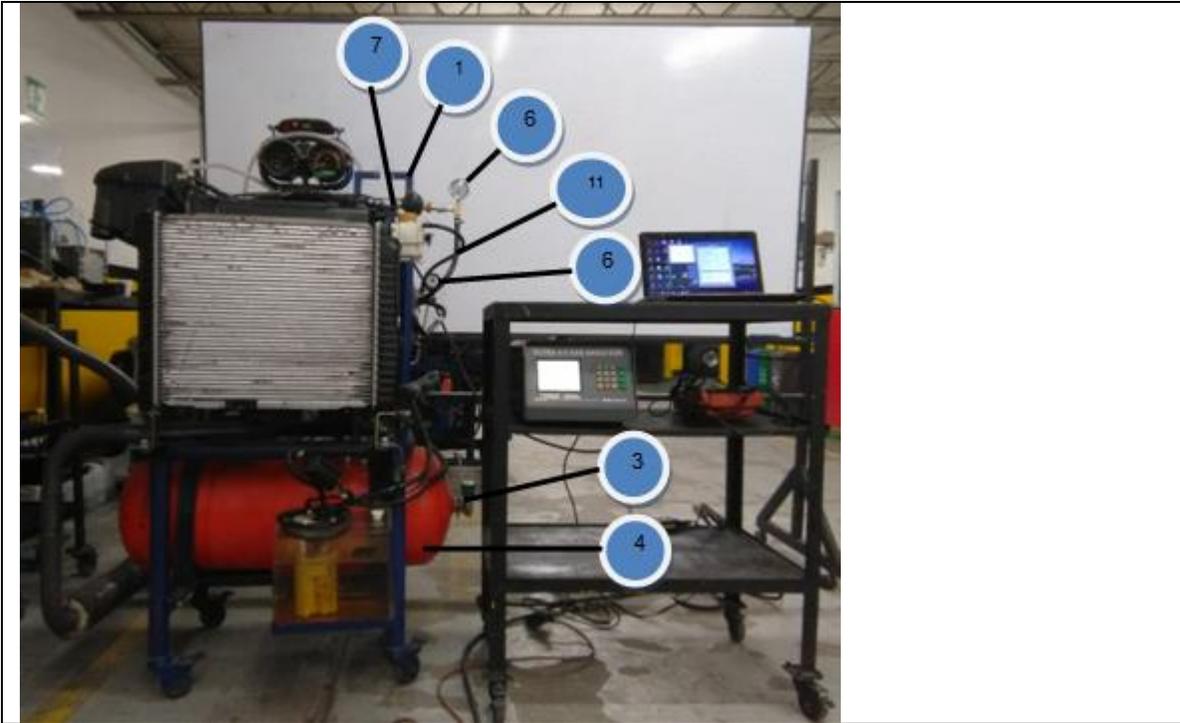
Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.



| | |
|---------------------|--------------|
| 1).Válvula de carga | 4). Cilindro |
| 9). Computadora GNV | |

Vista lateral derecha

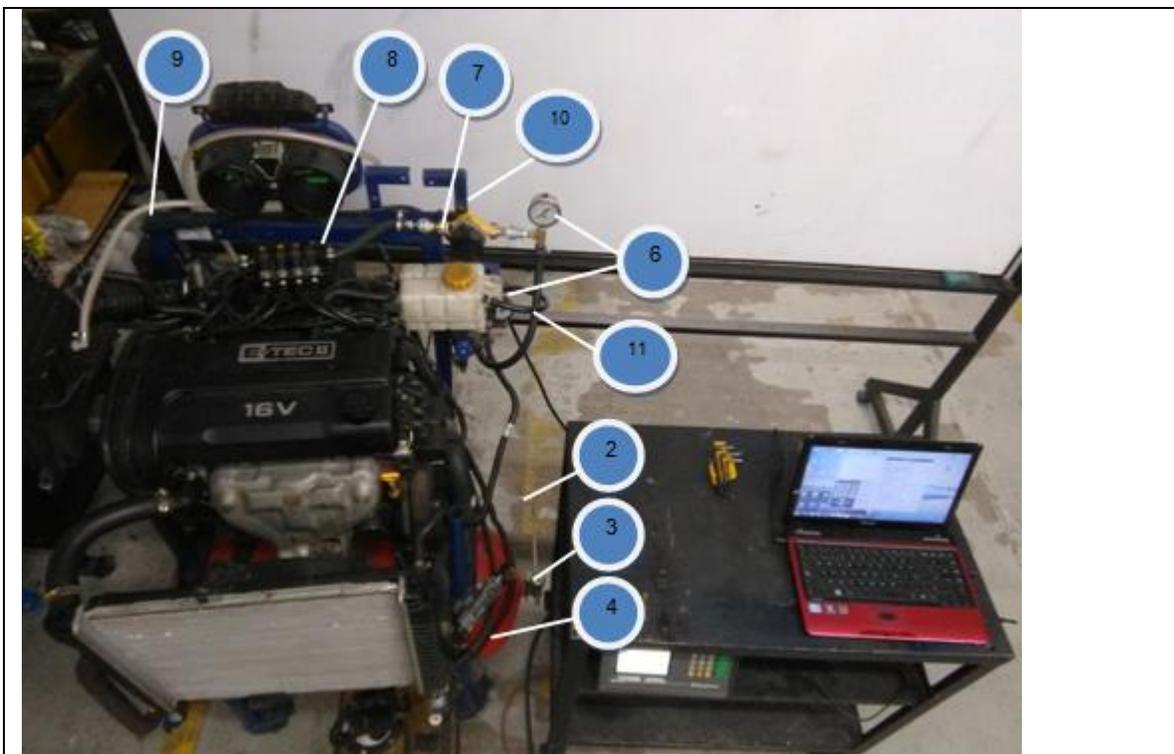
Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.



| | |
|------------------------|--------------------|
| 1). Válvula de carga | 6). Manómetro GNV |
| 3).Válvula de cilindro | 7). Caudalimetro |
| 4).Cilindro | 11). Mangueras GNV |

Vista frontal

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.



| | |
|------------------------|------------------------|
| 1). Válvula de carga | 7). Caudalimetro |
| 2). Tubería GNV | 8). Inyectores GNV |
| 3).Válvula de cilindro | 9). Computadora GNV |
| 4).Cilindro | 10). Llave conmutadora |
| 6). Manómetro GNV | 11). Mangueras GNV |

Vista superior

8.5. CONTROLES Y VERÍFICAS DE FIN INSTALACIÓN

Una vez concluida la instalación de los varios componentes:

- Alimentar el circuito con GNC, controlar con agua jabón o detector de gas que no hay pérdidas de gas en correspondencia de los componentes del equipo: verificar sobre todo el mantenimiento de todas las conexiones del gas en la línea de alimentación.
- Arrancar el motor.
- Llenar si necesario, el tanque del líquido de refrigerante.
- Controlar que no hay pérdidas de agua por los racores de entrada y salida del agua del regulador. Proceder a la calibración de la centralita COMPAQ siguiendo las instrucciones contenidas en el manual de la centralita COMPAQ).

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

8.6. OPERACIÓN

El sistema de quinta generación es un sistema de INYECCIÓN SECUENCIAL DE GAS, que consiste en alimentar un motor con gas natural, mediante un inyector de gas, lo más cerca posible al inyector de gasolina. Los inyectores de gas son controlados por la computadora de gas que toma la información directamente de la computadora principal del vehículo, con esto se asegura que el desempeño del vehículo a gas sea muy similar y en algunos casos igual al que se obtiene con el uso de la gasolina.

8.7. FUNCIONAMIENTO

La computadora del auto sigue haciendo todas las funciones, midiendo y censando todo y manejando a los inyectores para que inyecten gasolina. El equipo de quinta generación GNV cuando empieza operaciones a gas en el motor cuando se les dé la orden mediante un impulso eléctrico. Parte electrónica: se instala una computadora para el gas, dicha computadora realiza lo siguiente:

Primero se interrumpe uno de los cables que alimenta los inyectores de gasolina (el negativo O señal), y esa señal va hacia la computadora del gas. Desde la computadora del gas sale un cable que vuelve a los inyectores de gasolina. Dentro de ella (computadora) pasan dos cosas: por un lado, la computadora del gas deja pasar dicha señal para cuando se quiere andar a gasolina, por lo que cuando se coloca en gasolina el auto sigue todo original, y ni se da cuenta que hay GNV.

Por otro lado, al modo gas natural, entra en juego la computadora (GNV), lo que hace primero es cortar los pulsos a los inyectores de gasolina, corta inyección de gasolina al motor. Luego, al recibir el pulso eléctrico que la computadora del auto le manda al inyector de gasolina, mide el tiempo de apertura (o cantidad de gasolina que ese inyector debería inyectar). En base a eso le indica a cada inyector de gas que introduzca la cantidad de gas que corresponde, "reemplazando" la cantidad de gasolina para ese momento. Esta sería la forma de trabajo del equipo, sencilla y lo que hace una respuesta más pareja en todo régimen, sin fallas ni cascabeleo. La computadora del auto sigue manejando e indicando todo: revoluciones de ralentí, cuando se prende el aire, cuando el motor esta frío, cuando prende el moto-ventilador, etc.

Este sistema, toma la señal del sensor de oxígeno ubicado en el múltiple de escape para ayudar a los cálculos de inyección de GNV sin generar códigos de falla a la computadora del vehículo

BOTÓN AG

Presione este botón para escoger el combustible deseado con el que se va operar el Automóvil.



Figura 3: Botón equipo GNV

OPERACIÓN A GASOLINA

LED NARANJA (parte superior izquierda) prendido permanentemente.



Figura 4: Botón equipo GNV en operación en gasolina

CONMUTACIÓN EN A GAS EN PROCESO

LED ROJO + 4 LEDs VERDES (parte inferior): parpadean lentamente cuando inicia el proceso de conmutación y el sistema aún no ha alcanzado las condiciones para trabajar a gas; si parpadean más rápidamente, indican que el sistema está a la espera de que el usuario acelere el vehículo para que empiece a funcionar a gas.



Figura 5: Botón de equipo GNV conmutación en a gas en proceso

FUNCIONAMIENTO A GAS

LED ROJO +4 LEDs VERDES (parte inferior): dejan de parpadear. En este caso los LEDs indican:



Figura 6: Botón de equipo GNV funcionamiento a gas

- 4 LEDs verdes encendidos: Cilindro lleno
- 3 LEDs verdes encendidos: Tres cuartos de gas
- 2 LEDs verdes encendidos: Medio cilindro lleno
- 1 LED verde encendido: Un cuarto de gas
- LED ROJO encendido: Reserva

RETORNO AUTOMÁTICO A GASOLINA

Cuando la presión del gas está por debajo de un valor mínimo (2 bares), la

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

computadora automáticamente hace la conmutación a gasolina para proteger al motor de una mezcla pobre de combustible, en este caso, los LEDs se iluminarán uno tras otro de izquierda a derecha y estarán acompañados de una señal acústica que se detiene únicamente cuando el usuario pulse el botón AG.

FALLOS EN EL SISTEMA DE GAS O MANTENIMIENTO DEL SISTEMA REQUERIDO

LED NARANJA (parte superior derecha) permanentemente encendido, y en algunas ocasiones acompañada de una señal acústica, indica que existe un fallo en alguno de los componentes del sistema GNV, en este caso el sistema retorna automáticamente a gasolina. Si se enciende permanentemente después de cada conmutación a gas, indica que se ha cumplido el tiempo necesario para realizar el mantenimiento del sistema.

ARRANQUE DIRECTO A GAS (SOLO PARA EMERGENCIA)

Cuando por alguna circunstancia el sistema de gasolina deja de funcionar se puede realizar el siguiente procedimiento de emergencia para el arranque directo a gas:

- Mantenga pulsado el botón del conmutador con el switch en off.
- Ponga switch en ON sin dejar de presionar el botón y espere hasta que los LEDs inferiores dejen de titilar.
- Encienda el vehículo.

8.8. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Los tiempos de mantenimiento de un vehículo convertido a gas siguen siendo los mismos que recomienda el manual del usuario suministrado por el fabricante del vehículo.

Los vehículos convertidos a GNCV pasan en la mayoría de los casos a utilizar gas natural como su combustible principal, esto hace que el sistema de almacenamiento y alimentación de gasolina (tanque, tubería, bomba, inyectores) sea usado muy poco, causando el taponamiento de sus conductos o el daño del combustible almacenado. Se recomienda, para evitar este tipo de daños, hacer un recorrido diario de 10 minutos con el vehículo funcionando a gasolina.

En los vehículos que poseen bomba eléctrica, para evitar el recalentamiento y quemado de la misma, se debe mantener mínimo un cuarto del tanque lleno de

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

gasolina.

Para el caso del mantenimiento de los componentes del sistema de gas se debe utilizar el siguiente cronograma:

| RUTINA | KILÓMETROS RECORRIDOS | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 15.000 | 30.000 | 45.000 | 60.000 | 75.000 | 90.000 | 105.000 | 120.000 | 135.000 | 150.000 |
| Inspección general del sistema. | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 |
| Cambio de empaquetadura regulador. | | | | 🔧 | | | | 🔧 | | |
| Revisión y/o reemplazo de filtro de GNC. | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 |
| Revisión o cambio de filtro de aire. | | 🔧 | | 🔧 | | 🔧 | | 🔧 | | 🔧 |
| Mantenimiento riel de inyectores de gas. | | 🔧 | | 🔧 | | 🔧 | | 🔧 | | 🔧 |
| Control de la presión del regulador. | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 |
| Recalibración del sistema. | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 | 🔧 |

Figura 7: Rutina de inspección Vs Kilómetros recorridos

8.9. REVISIONES OBLIGATORIAS

8.9.1. Anual

Al sistema de GNCV se le efectuara una revisión Técnica Anual Obligatoria, contada a partir de la fecha de instalación en el vehículo, esto, con el fin de verificar los requisitos técnicos mínimos para su limpio, seguro y adecuado funcionamiento. Esta revisión no se debe confundir con el mantenimiento preventivo que debe hacer el cliente periódicamente.

8.9.2. Revisión quinquenal de cilindros

A los cilindros de GNCV se les efectuara una revisión técnica obligatoria cada (5) años, siendo la primera a partir de los cinco años de la fecha de fabricación del cilindro. Algunos cilindros especiales, según recomendaciones de los fabricantes, debes ser sometidos a estas pruebas cada cuatro (4) igualmente a partir de su fecha de producción. Los procedimientos que se incluyen en esta revisión, son

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

entre otros la prueba hidrostática, la verificación de que el cilindro no posea grietas ni abolladuras y que la válvula de cilindro haga su sello perfectamente. Para esta operación, se hace necesario el desmonte total de los cilindros instalados en el vehículo, para ser enviados a un laboratorio acreditado para realizar pruebas a cilindros para gas de alta presión. Esta entidad será la encargada de dictaminar si el cilindro puede ser usado por otros cinco años más.

9. DESARROLLO DE PRUEBA EXPERIMENTAL

Lo primero que se debe realizar antes de comenzar toda prueba es poner el banco del prueba en un sitio seguro en el cual sea posible la utilización del extractor de gases para así reducir el riesgo de inhalar gases tóxicos y nocivos para la salud los cuales son emitidos por el escape del motor, una vez realizado este procedimiento se le puede dar arranque al motor para que al momento de realizar las pruebas el motor se encuentre en la temperatura de trabajo, la cual corresponde a 92°C en el ECT Sensor.(Sensor de temperatura del refrigerante del motor).

Una vez realizado el procedimiento se deben realizar pruebas para comprobar que el sistema de adquisición de datos esté funcionando adecuadamente; si no se evidencia ningún problema ya se está listo para realizar la prueba y así adquirir datos, es importante verificar que el motor se encuentre en la temperatura de trabajo. Para el desarrollo de la prueba experimental es necesario tener en cuenta las condiciones con las cuales se va realizar la prueba pues las condiciones de cada prueba son diferentes dado que siempre varía el combustible y la velocidad del motor (rpm). Una vez controladas las condiciones se prueba a realizar para que todas las variables se estabilicen; luego de esos dos (2) minutos se pone en marcha el cronometro y se procede a realizar lo descrito en la Tabla 3.

Tabla 3: Descripción de pruebas experimentales

| MINUTO | DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTO |
|--------|--|
| 0:00 | Inicio de cronometro, puesta en marcha programas de balanza y escáner. |
| 1:00 | Se toma dato de la temperatura del múltiple de escape, se reinicia el analizador de gases y se limpia sonda. |
| 1:59 | Se introduce la sonda del analizador de gases al escape del motor. |
| 2:00 | Se toma dato de la temperatura del múltiple de escape se pone en marcha el analizador de gases. |
| 3:00 | Se toma dato de la temperatura del múltiple de escape y se retira la sonda del escape. |
| 4:00 | Se toma dato de la temperatura del múltiple de escape, se reinicia el analizador de gases y se limpia sonda. |
| 4:59 | Se introduce la sonda del analizador de gases al escape del motor. |
| 5:00 | Se toma dato de la temperatura del múltiple de escape se pone en marcha el analizador de gases. |
| 6:00 | Se toma dato de la temperatura del múltiple de escape, y se retira la sonda del escape y se guardan los datos adquiridos por los programas de la balanza y del |

Las pruebas realizadas se hicieron a diferentes condiciones de RPM (1500, 2000,2500 y 3000) se evaluaron consumo de combustible (GNV), emisiones contaminantes (dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarburos pesados, oxígeno y relación Aire/Combustible Lambda)

10. ANÁLISIS DE DATOS

En la Figura 8 se evidencia el consumo de las pruebas realizadas a 1500, 2000,2500 y 3000 RPM con GNV, realizando cada prueba durante 6 minutos y dando un tiempo de estabilización de 2 minutos y una condición de temperatura del cárter del motor de 92°C. El consumo a 1500 RPM fue de 7,15 cm³/min, a 2000 RPM 17,51 cm³/min, a 2500 RPM 15,15 cm³/min y a 3000 RPM 28,15 cm³/min

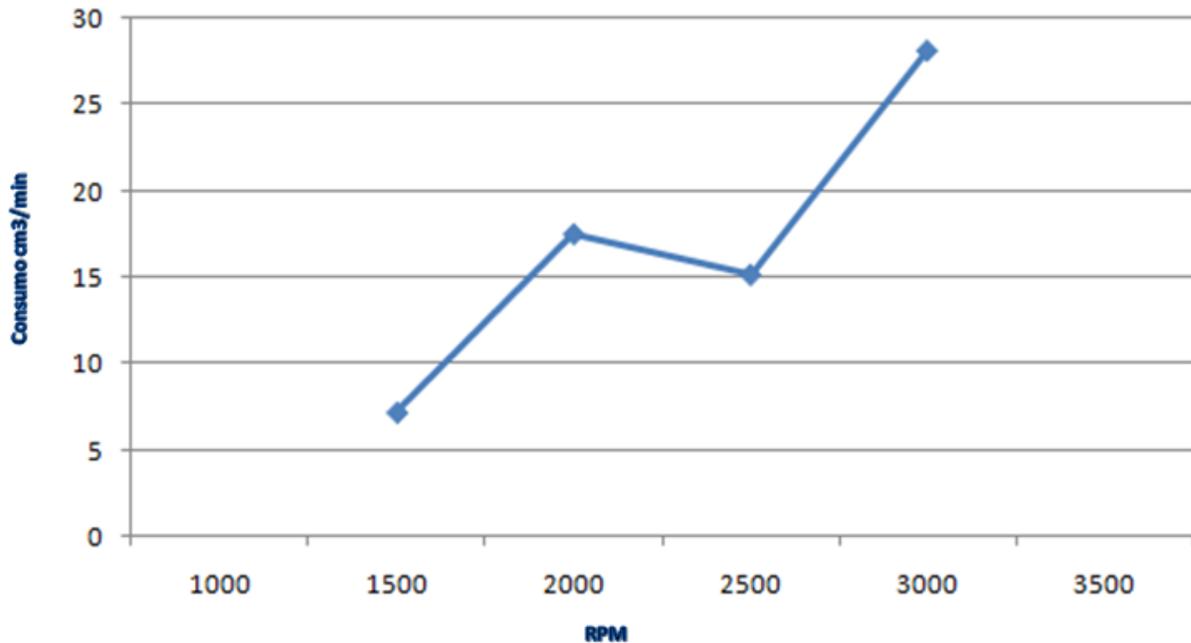


Figura 8: Consumo de gas natural vehicular a diferentes condiciones de RPM

Con el fin de poder comparar las ventajas medioambientales del uso de gas natural vehicular de quinta generación con el uso convencional a gasolina, en las Figuras 3,4 y 5 se muestran las emisiones en %vol. De dióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno.

En la Figura 9, para CO₂ la reducción a 1500 RPM fue de 18%, a 2000 RPM fue de 18,3%, a 2500 RPM fue de 25% a 3000 RPM fue de 20% cuando se compara el funcionamiento de GNV con su funcionamiento convencional a gasolina.

Para CO la reducción a 1500 RPM fue de 51%, a 2000 RPM fue de 40%, a 2500 RPM fue de 100% a 3000 RPM fue de 100% cuando se compara el funcionamiento de GNV con su funcionamiento convencional a gasolina.

Para O₂ el aumento a 1500 RPM fue de 8,4 %, a 2000 RPM una reducción de 2,8%, a 2500 RPM un aumento de 50% a 3000 RPM un aumento de 50,6% cuando se compara el funcionamiento de GNV con su funcionamiento convencional a gasolina

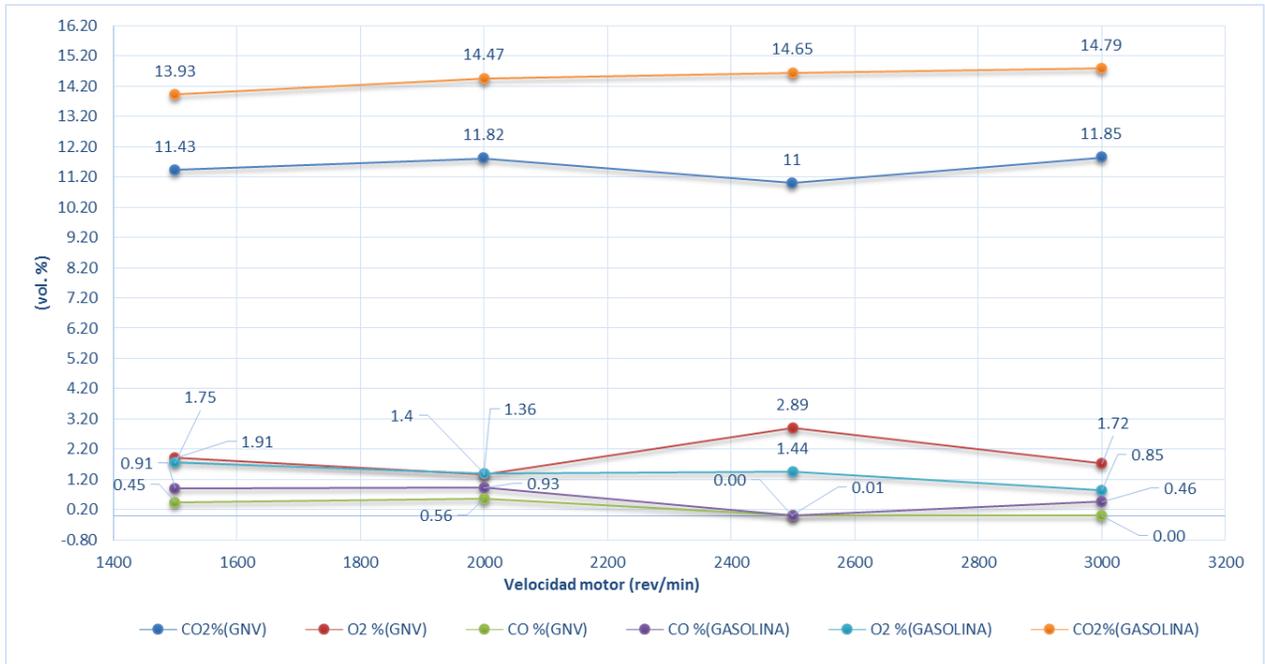


Figura 9: Análisis de emisiones (monóxido de carbono, dióxido de carbono y oxígeno) con GNV

En la Figura 10, la relación aire combustible (Lambda) el aumento a 1500 RPM fue de 3,6 %, a 2000 RPM el aumento fue de 2,8 %, a 2500 RPM el aumento fue de 9,4 % a 3000 RPM el aumento fue de 6,4 % cuando se compara el funcionamiento de GNV con su funcionamiento convencional a gasolina.

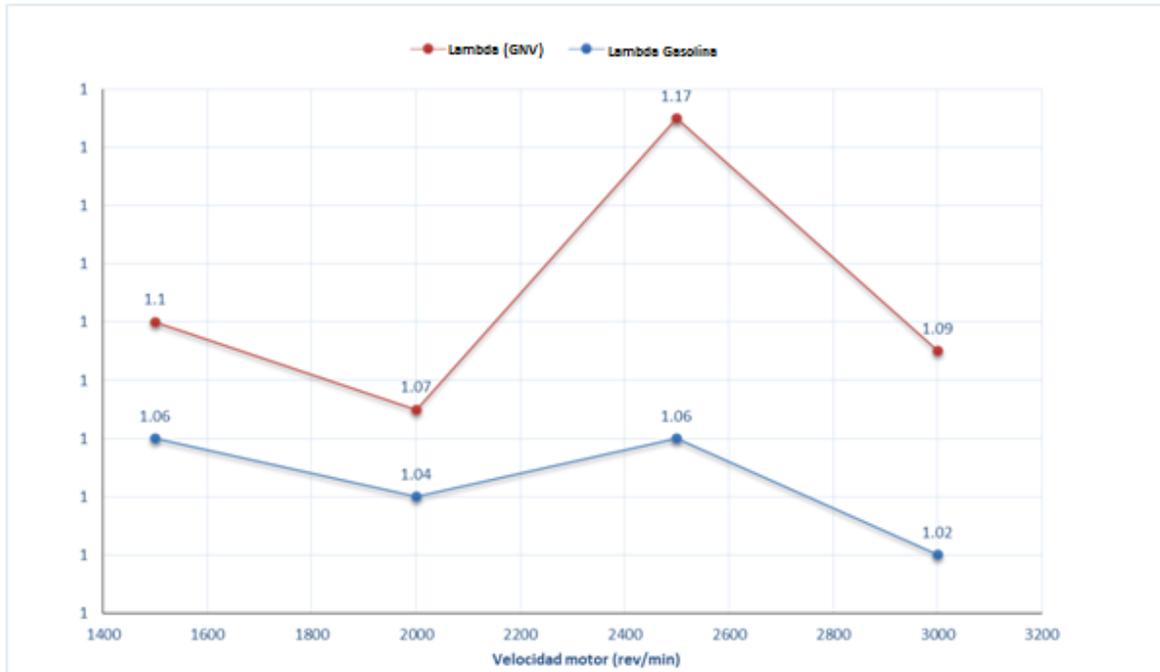


Figura 10: Análisis de Lambda GNV y Gasolina

En la Figura 11, para los HC el aumento a 1500 RPM fue de 0.9 %, a 2000 RPM el aumento fue de 23,4 %, a 2500 RPM el aumento fue de 46,6 % a 3000 RPM la reducción fue de 26,2 % cuando se compara el funcionamiento de GNV con su funcionamiento convencional a gasolina.

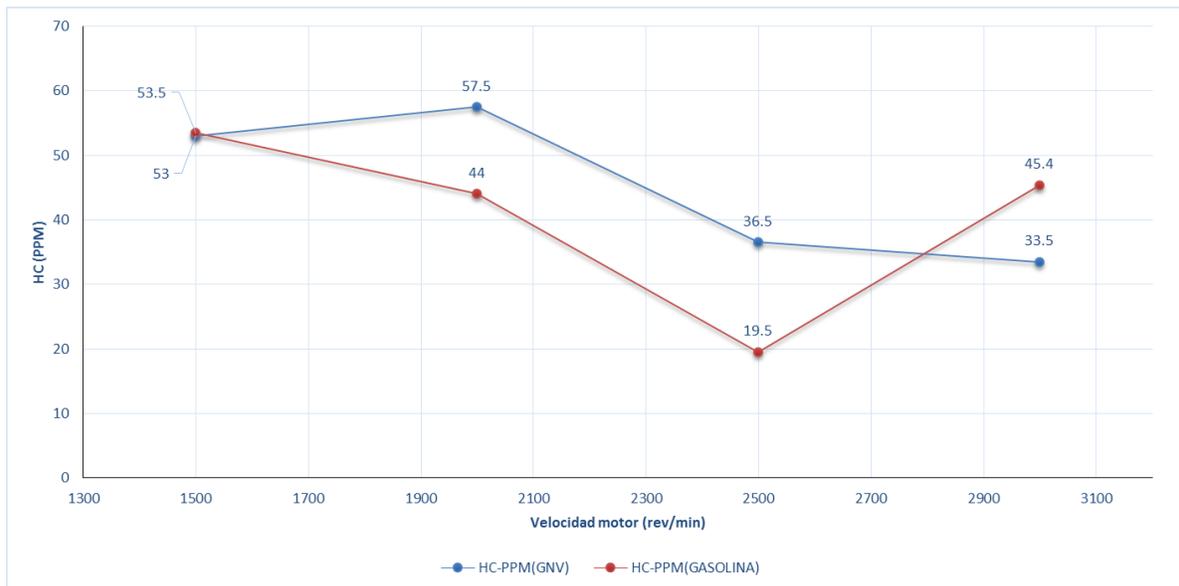


Figura 11: Análisis de hidrocarburos pesados (HC) para GNV y Gasolina

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

11. CONCLUSIONES

- Se realiza la puesta a punto del motor Chevrolet- Daewoo dejándolo en optimas condiciones para el funcionamiento Gas- Gasolina.
- Redacción de procedimiento de instalación, operación y mantenimiento de sistema de GNV de quinta generación.
- Se realiza la instalación del equipo de quinta generación en el motor Chevrolet- Daewoo sin afectar el funcionamiento en gasolina.
- Se realizaron las pruebas con GNV y se obtuvieron reducciones en un 40% en la concentración de emisiones de monóxido de carbono a bajas revoluciones y de un 100% a velocidad crucero, también se obtuvieron aumento en un 1 % en la concentración de emisiones de hidrocarburos pesados a bajas revoluciones, del 46,6% a velocidad crucero y una reducción de un 26,2 % a altas revoluciones.

12. RECOMENDACIONES

1. Cambio filtro de GNV cada 70.000 km
2. Revisión sistema de encendido cada 40.00 km
3. No lavar motor ni piezas de sistema GNV
4. No manipular componentes de presión sin ser supervisados por responsables
5. Hacer mantenimiento predictivo a sistema GNV cada 70.000km o 600 horas de trabajo
6. Revisión de seguridad anual a partir de la fecha de instalación
7. Cambio filtro de aire cada 3000 km
8. No dejar de operar el sistema de inyección a gasolina

Nunca encienda el motor si hay un olor a gas en el ambiente, se recomienda apagar el motor si se encuentra en marcha, cerrar la válvula de cilindro y la de llenado, esperar a que el gas que se haya dispersado, encender el motor a gasolina y llamar al técnico encargado para corregir la fuga. Para este tipo de emergencias es necesario mantener operativo el sistema de alimentación de gasolina y reserva de $\frac{1}{4}$ de tanque de este combustible. Revise periódicamente su funcionamiento.

13. ANEXOS

ANEXO 1

MANEJO E INSTALACIÓN DE CILINDROS

BTIC , HEBEI



■ TIPOS DE CILINDROS

Dentro de los cuatro tipos de cilindros que se pueden fabricar bajo la norma ISO 11439, comercializadora G&M distribuye los dos primeros tipos que son:

Cilindros de acero (Tipo I)

Son fabricados totalmente en acero 34 Cr Mo. Este tipo de cilindro es el más pesado con relación a su capacidad de almacenamiento, aunque aún sigue siendo el tipo más usado en el mercado colombiano.

Cilindro ultraliviano o composite (Tipo II)

Se diferencian de los cilindros convencionales o tipo I en que para la misma capacidad de almacenamiento tienen un peso 40% menor. Esto se logra rebajando la pared de acero del cilindro y aumentando su resistencia en dirección axial mediante una envoltura con materiales denominados composite (resina epóxica con hilos de fibra de vidrio, aramida o carbono).

■ COMPATIBILIDAD DE LA ROSCA

Los cilindros de las marcas HEBEI y BTIC que comercializadora G&M suministra, utilizan el estándar de rosca PZ27.8 que se encuentra marcado en cada una de las válvulas SANAN. Si va a utilizar otra marca de válvula, debe asegurarse que el estándar de rosca sea el W28.8 conocido comúnmente como rosca cónica o tipo argentina.

■ MANEJO DE CILINDROS

Los cilindros deben ser almacenados en estantes metálicos que no estén a la intemperie, que eviten su movimiento en cualquier dirección. Asegúrese de mantener tapada la rosca con tapones plásticos o de caucho.

Los cilindros deben trasladarse en carretillas o "zorras" debidamente protegidas para evitar el contacto metal-metal y así proteger la pintura de estos.

NUNCA pinte los cilindros composite para evitar el deterioro de la resina.

Los cilindros deben manipularse siempre vacíos teniendo el cuidado de evitar rayones, peladuras o golpes, hay que tener especial cuidado

NUNCA moldee los herrajes utilizando el cilindro como base o cualquier otro factor que afecte el recubrimiento de los mismos.

El cilindro debe levantarse con la ayuda de un elemento mecánico o hidráulico para alinearlos con el herraje y luego desplazarlo en forma axial o frontal hasta ubicarlos dentro de los herrajes.

■ MONTAJE

Estos deben ser instalados de forma permanente y con herrajes adecuados para evitar su desplazamiento, resbalamiento o rotación y lograr que no se presenten esfuerzos sobre éste ni sobre los accesorios vinculados a él.

La superficie del cilindro debe estar limpia, seca y libre de aceite, grasa o cualquier otro contaminante. Utilice un desengrasante industrial, eliminándolo finalmente con agua.

Debe removerse cualquier capa de óxido o escoria de soldadura que existe sobre la superficie del mismo.

Antes de la instalación de los cilindros se debe hacer un estudio al vehículo para evitar debilitamiento en su estructura cuando se realice el montaje.

Todo cilindro antes de ser instalado debe ser protegido con un sistema de pintura, que evite la acción del medio ambiente corrosivo sobre la pared externa del cilindro.



Bogotá 300 452 9454
Calle 6A # 32A - 33 300 452 8923

www.comercializadorigm.com

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 2

MANUAL DE INSTALACIÓN

INYECTOR HANA H2000.



ESPECIFICACIONES

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| Material cuerpo del inyector | 100% Acero Inoxidable |
| Ruido | 45dBA |
| Voltaje de alimentación | 12VDC |
| Tiempo de apertura | 2.0 ms |
| Tiempo de cierre | 1.2 ms |
| Presión máxima | 4 Bar |
| Presión de trabajo | 1.8 Bar |
| Flujo estático | 130 |
| Resistencia del inyector | Ver página siguiente |
| Flujo estático | Ver página siguiente |
| Durabilidad | 360 MLN ciclos |
| Voltaje de alimentación | 12VDC |

Tabla Aplicación Rieles Hana

| TIPO | COLOR | FLUJO SLPM | APLICA VEHICULO |
|------|-------|------------|-------------------------|
| AA | azul | 130 | 4 cilindros sup. 2800 |
| A | verde | 115 | 4 cilindros sup. a 2000 |
| B | rojo | 90 | 4 cilindros hasta 2000 |
| C | negro | 75 | 4 cilindros hasta 1200 |

Para identificar el tipo del inyector observe el color de las palabras "LPG/CNG Injector", para este caso el color del inyector es verde.

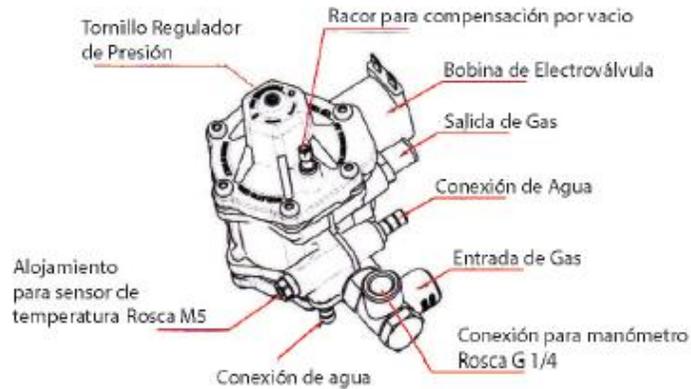
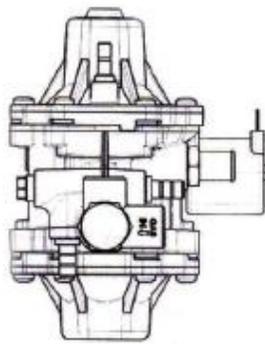


Bogotá 300 452 9454
Calle 6A # 32A - 33 300 452 8923

www.comercializadorigm.com

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 3



CALIBRACIÓN

El regulador es el primer componente del kit de conversión para ajustar. El siguiente procedimiento es adecuado tanto para los motores con sistemas de inyección secuencial de gas.

ATENCIÓN: No se acerque al vehículo con cigarrillos prendidos, llamas o aparatos que puedan producir chispas. No pruebe la batería haciendo corto entre sus dos bordes.

1. Arranque el motor en gasolina y déjelo calentar hasta alcanzar la temperatura normal de trabajo
2. Conmute a gas.
3. Verifique con el software de calibración del equipo de inyección secuencial de gas, la presión de gas. Este valor debe estar ser de 1,8 Bar +/- 2 bar.
4. Identifique el tornillo de regulación, este debe ser girado con una llave hexagonal (llamada también allen) de 4 mm.
5. Para aumentar la presión del regulador gire el tornillo en sentido anti horario, si necesita reducir la presión gire este tornillo en sentido horario.

MANTENIMIENTO

Por lo menos una vez al año, o cada 20.000 kilómetros, (lo que ocurra primero) se sugiere para drenar el aceite depositado en el reductor, extrayendo el tornillo de drenaje (fig. 3, # 3). La operación se realiza cuando el motor está caliente.

El mantenimiento completo del regulador se recomienda en las siguientes situaciones:

- Después de 80.000 Km de uso.
- En vehículos que no han sido usados por un largo tiempo (un año)
- En el caso de que existan impurezas o aceite contenido en el gas, que causen un mal funcionamiento del reductor.

El mantenimiento se llevará a cabo sólo con piezas de originales (kit de reparación).



Bogotá 300 452 9454
Calle 6A # 32A - 33 300 452 8923

www.comercializadorgm.com

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 4

MANUAL DE INSTALACIÓN

VÁLVULA DE CARGA SANAN

Ref. QF-T1H/6

ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN



Válvula de carga manual tipo NGV1 homologada bajo el estándar ISO 15500

| | |
|---|-----------|
| Material | Latón |
| Presión de trabajo | 20 MPa |
| Presión de prueba | 27.5 MPa |
| Angulo de apertura y cierre de válvula manual | 90° |
| Conexión | Rosca M12 |

INSTALACIÓN

1. Salvo en casos especiales se debe instalar en el compartimento donde va ubicado el motor. Se debe utilizar la platina que se adjunta en el kit.
2. Ubíquela cerca del regulador de presión a una distancia máxima recomendada de 600 mm y evitando la cercanía con el múltiple de escape o la batería.
3. Es recomendable que se encuentre en la posición más alta posible.
4. La ubicación del sistema de carga debe quedar libre de obstáculos, debe permitir operarlo (maniobra de apertura y cierre) sin dificultad. De ahí la recomendación que la válvula debe quedar en la parte más alta posible.
5. Las tuberías de alta presión que se conecta a la válvula deben contar con su "rulo antivibratorio" o amortiguador, con un diámetro mínimo de 70 mm y que en caso de choque del vehículo permita su estiramiento.



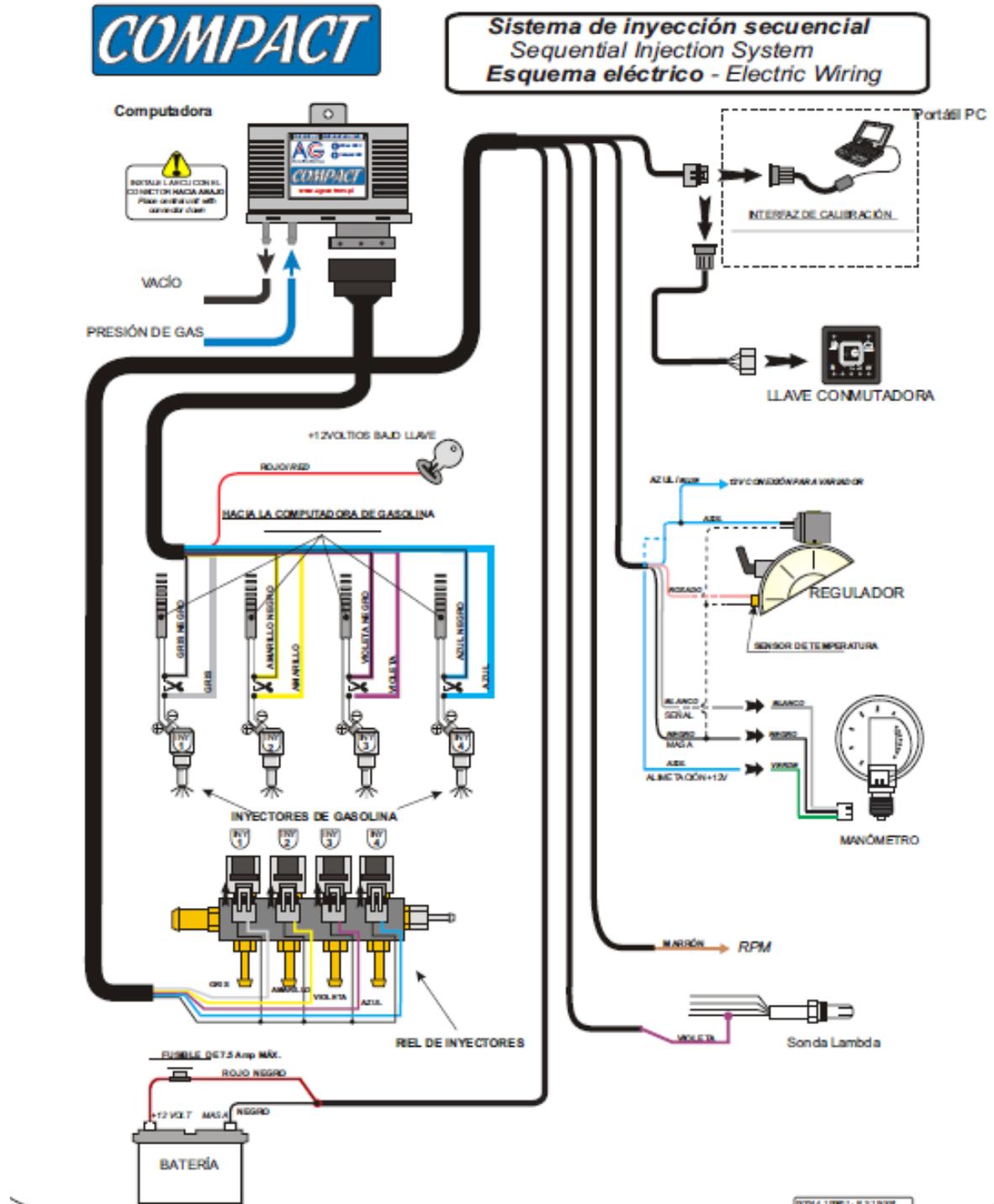
Bogotá 300 452 9454
Calle 6A # 32A - 33 300 452 8923

www.comercializadoragm.com

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 5 Diagrama de instalación eléctrica

Este esquema también se encuentra disponible en **"Varios" > "Instrucciones" > "Esquema Eléctrico"**



Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 7

| FORMATO PRECONVERSIÓN | | | | | | | | | | FGCD01/13 | |
|--|--|--------------------|--|--|-----------|--|--|------------------|--|--|--|
| INFORMACION DEL CLIENTE | | | | | | | | | | | |
| Nombre | | | | | CC / NIT | | | Fecha | | 17/10/17 | |
| Persona Natural/Jurídica | | | | | Dirección | | | Teléfono | | | |
| INFORMACION DEL VEHICULO | | | | | | | | | | | |
| Placa o VIN | | Modelo (año) | | 2007 | | Marca | | Chevrolet-Daewoo | | | |
| Carburado | | Inyectado | | Modificaciones del vehículo (repotenciación u otros) | | si | | no | | Catalizado | |
| Gasolina | | Diesel | | Cilindrada | | 1600 | | Kilometraje | | | |
| INSPECCIONES VISUALES (si alguna de las preguntas es N.C o no, se finaliza el proceso en este punto) | | | | | | | | | | | |
| Estado del chasis | | C | | N.C | | Pisos vehículo | | N.C | | Carrocería | |
| | | | | | | | | | | Los componentes del sistema GNCV pueden ser instalados en lugares accesibles y seguros | |
| | | | | | | | | | | si | |
| | | | | | | | | | | no | |
| PRUEBAS DE PRECONVERSIÓN | | | | | | | | | | | |
| Las pruebas de preconversión deben ser efectuadas después que se alcance la temperatura de funcionamiento del motor y son las siguientes | | | | | | | | | | | |
| Verificación de estado y carga del sistema eléctrico y Verificación del control y estabilidad del sistema de carga | | | | | | | | | | | |
| Batería | | V. | | A. | | C | | N.C. | | Observaciones | |
| Apagado | | 12.89 | | | | | | | | Estado de la Batería | |
| Arranque | | 11.10 | | | | | | | | Bornes de Batería | |
| Encendido | | 13.90 | | | | | | | | Anclaje Batería | |
| Accesorios | | 13.60 | | | | | | | | Nivel de electrolito | |
| 2 500 RPM | | 14.10 | | | | | | | | Estado del Motor Arranque | |
| Masa (mV) | | | | | | | | | | Estado del sistema de carga | |
| Motor | | 0.006 | | | | | | | | Alternador | |
| Chasis | | 0.001 | | | | | | | | Correas alternador | |
| VERIFICACION DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO | | | | | | | | | | | |
| Tiene el sistema de encendido original del vehículo | | | | | si | | | | | no | |
| Tiene sistema de encendido adaptado de otro vehículo | | | | | si | | | | | no | |
| Tipo de sistema de encendido: | | Platinos | | Electronico | | DIS | | CDP | | | |
| Estado de conexiones eléctricas de la bobina | | si | | N.C | | Aislamiento a carcasa de la bobina | | si | | N.C | |
| Resistencia primaria | | OHMMIOS | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | | | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
| | | | | | | | | | | Resistencia secundaria | |
| | | | | | | | | | | OHMMIOS | |
| | | | | | | | | | | 1 | |
| | | | | | | | | | | 2 | |
| | | | | | | | | | | 3 | |
| | | | | | | | | | | 4 | |
| | | | | | | | | | | 5 | |
| | | | | | | | | | | 6 | |
| | | | | | | | | | | 7 | |
| | | | | | | | | | | 8 | |
| Voltaje de alimentación a la(s) bobina | | V | | 13.2 | | N.C | | Angulo DWELL | | 32 | |
| | | | | | | | | | | C | |
| | | | | | | | | | | N.C | |
| | | | | | | | | | | Tiempo de saturación (ms) | |
| | | | | | | | | | | 1.1 | |
| | | | | | | | | | | C | |
| | | | | | | | | | | N.C | |
| Voltaje de Primario | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | | 140 | | 141 | | 143 | | 150 | | | |
| Kilovoltaje Promedio | | 11 | | 11 | | 10 | | 9 | | | |
| Tiempo de Quemado | | 1.1 | | 1.2 | | 1.1 | | 1.1 | | | |
| Distribuidor | | C | | N.C | | Cables Alta | | 1 | | 2 | |
| | | | | | | | | 3 | | 4 | |
| | | | | | | | | 5 | | 6 | |
| | | | | | | | | 7 | | 8 | |
| | | | | | | | | C | | N.C | |
| Condiciones Router | | Longitud (cm.) | | 25 | | 38 | | 50 | | 65 | |
| Condiciones Tap | | Resistencia | | 1.2 | | 1.2 | | 1.0 | | 1.9 | |
| Condiciones Eje | | Resistencia Bujías | | 2.1 | | 1.4 | | 4.3 | | 2.1 | |
| Observaciones | | Tipo bujías | | NGK BKR5EY | | cambio cables y bujías de alta | | | | | |
| No aplica | | | | | | | | | | | |
| ÁNGULO DE AVANCE (°) | | | | | | | | | | | |
| Inicial (Ralenti) | | 1 | | N.C | | VERIFICACION DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL EN MARCHA MÍNIMA | | | | | |
| Vacio (2 500 RPM) | | 32 | | | | Sistema carburado | | C | | N.C | |
| Centrífugo (2 500 RPM) | | | | | | Verificación del estado y ajuste de la(s) mariposa(s) del carburador | | | | | |
| Observaciones | | | | | | Verificación de inexistencia de fugas de combustible del carburador | | | | | |
| | | | | | | Verificación del estado de la carcasa del filtro de aire | | | | | |
| | | | | | | Verificación del estado del filtro de aire | | | | | |
| | | | | | | Observaciones | | | | | |
| | | | | | | No aplica | | | | | |
| Sistemas inyectados | | | | | | | | | | | |
| Verificación del estado y ajuste de la(s) mariposa(s) del cuerpo de aceleración | | C | | N.C | | Códigos de Falla Sistema | | Valores | | C | |
| | | | | | | | | | | N.C | |
| Verificación del circuito alterno de marcha mínima | | | | | | Sensor de temperatura de aire | | | | | |
| Verificación del funcionamiento correcto de la EGR | | | | | | Sensor de posición de cigüeñal | | | | | |
| Verificación del funcionamiento correcto de la IAC | | | | | | Sensor de posición de eje de levas | | | | | |
| Verificación del funcionamiento correcto de la PCV | | | | | | Voltaje MAF, MAP ó VAF (min./máx.) | | V. 2.8 | | 4.7 | |
| Verificación del estado de la carcasa del filtro de aire | | | | | | Voltaje TPS (min./máx.) | | V. 3 | | 3 | |
| Verificación del estado del filtro de aire | | | | | | Voltaje O2 S1B1 (min./máx.) | | mV 0.100 | | 200 | |
| | | | | | | Voltaje O2 S1B2 (min./máx.) | | | | | |
| | | | | | | Impedancia o resistencia de los inyectores | | 1.2 | | - | |
| | | | | | | Pulso de inyectores (min./máx.) | | Ms 2.1 | | 7.2 | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | |
| codigo P0358, P0122, P0505 | | | | | | | | | | | |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

| VERIFICACIÓN DEL ESTADO MECÁNICO DEL MOTOR | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----|-----|---|-----------------|------|--------------------------------|--|-----|---------------------------------------|------|
| Pruebas de vacío dinámico | | | | Valor in Hg | C | N.C. | Observaciones | | | | |
| Comportamiento de vacío en marcha mínima | | | | 13 | - | | | | | | |
| Comportamiento de vacío en marcha alta | | | | 15 | - | | | | | | |
| Comportamiento de vacío con carga eléctrica (dispositivos en ON) | | | | 12 | - | | | | | | |
| Prueba de compresión comparada | | | | | | | | | | | |
| Valores de compresión: | Relación de compresión | | | 10/i | Prueba de fugas | | | 10 % Entre cilindros 20% Fabricantes, esta prueba se realizará si existe duda con la medición de la compresión | | | |
| Cilindro Nº | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | C | N.C. | |
| Inicial | 60 | 60 | 60 | 60 | / | / | / | / | | | |
| Tercer Salto | 120 | 120 | 120 | 120 | / | / | / | / | | | |
| Prueba Fuga | 0% | 1% | 1% | 0% | / | / | / | / | | | |
| ANÁLISIS DE GASES | | | | | | | | | | | |
| Estado del conducto de escape | | | | Usar procedimiento NTC 4983 # 3.2 y 3.3 | | | | REVISIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN | | | |
| N.C. | | | | N.C. | | | | Funcionamiento del termostato | | | |
| Gasolina | | | | CO | CO2 | HC | O2 | NOX | AFR | Funcionamiento tapa Radiador (Bombeo) | |
| 2500/3000 | | | | 0.15 | 13.80 | 135 | 0.70 | | | Funcionamiento del ventilador(es) | |
| Ralentí | | | | 0.30 | 12.80 | 187 | 0.40 | | | Mangueras de refrigeración | |
| Observaciones | | | | | | | | Hermeticidad del sistema (Bombeo) | | | |
| | | | | | | | | Indicador del tablero para temperatura | | | |
| | | | | | | | | Observaciones | | | |
| VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN: | | | | | | | | | | | |
| Fugas de aceite por retenedores o sellos | | si | no | Empaque del carter | | C | N.C. | Empaque tapa válvulas | | C | N.C. |
| | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA CHASIS | | | | | | | | | | | |
| Condiciones Chasis | | | | C | N.C. | | | SUSPENSIÓN | | | |
| Estado Físico Carrocería | | | | / | | | | Amortigu. Dere. Dela. | | | |
| Condiciones piso | | | | / | | | | Amortigu. Izqu. Dela. | | | |
| Nota: observar Fracturas, soldaduras, oxidación o pérdidas de material | | | | / | | | | Amortigu. Dere. Trase. | | | |
| Se requiere Refuerzo | | | | SI | NO | | | Amortigu. Izqu. Trase. | | | |
| Observaciones | | | | no es la estructura original | | | Observaciones | | | | |
| | | | | | | | No posee sistema de suspensión | | | | |
| OBSERVACIONES GENERALES | | | | | | | | | | | |
| EL VEHICULO PUEDE TENER PERDIDA DE POTENCIA | | | | | | | | | | | |
| Presenta código de fallas en sensor TPS, IAC, y fallo en primario de encendido eléctrico, se sugiere cambio de sensores y revisión de cableado ecu, cambio de cables de alta y bujías | | | | | | | | | | | |
| De acuerdo con las condiciones descritas anteriormente se autoriza la conversión del vehículo a gas natural | | | | | | | | | | | |
| Si <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | |
| Recomendaciones: se recomienda realizar las correcciones descritas anteriormente. | | | | | | | | | | | |
| Firma del cliente | | | | Realizado por técnico con competencias laborales: | | | | | | | |
| | | | | Nombre: Federico Kunkel | | | | | | | |
| Nombre Cliente: | | | | C.C. 1.015.425.518 Firma: Federico Kunkel | | | | | | | |
| C.C.: | | | | Revisado por: Nombre: | | | | | | | |
| | | | | Firma: | | | | | | | |

C: Conforme

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 8

| FORMATO PRECONVERSIÓN | | | | | | | | | | | | FGC001/13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|--|--|--|-------------|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|---------------|--|------|--|---|--|-----|--|---|--|------|--|-----|--|--|--|--|--|
| INFORMACIÓN DEL CLIENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre | | | | CC / NIT | | | | Fecha | | 15/03/18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Persona Natural/Jurídica | | | | Dirección | | | | Telefono | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORMACIÓN DEL VEHICULO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Placa o VIN | | Modelo (año) | | 2007 | | Marca | | Chevrolet-Daewoo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carburado | | Inyectado | | Modificaciones del vehículo (repotenciación u otros) | | | | no | | Catalizado | | no | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gasolina | | Diesel | | Cilindrada | | 1600 | | Kilometraje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INSPECCIONES VISUALES (si alguna de las preguntas es N.C o no, se finaliza el proceso en este punto) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estado del chasis | | N.C | | Pisos vehículo | | N.C | | Carrocería | | N.C | | Los componentes del sistema GNCV pueden ser instalados en lugares accesibles y seguros | | si / no | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRUEBAS DE PRECONVERSIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Las pruebas de preconversión deben ser efectuadas después que se alcance la temperatura de funcionamiento del motor y son las siguientes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación de estado y carga del sistema eléctrico y Verificación del control y estabilidad del sistema de carga | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Batería | | V. | | A. | | C | | N.C. | | C | | N.C. | | Observaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apagado | | 12.40 | | | | | | | | Estado de la Batería | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arranque | | 10.70 | | | | | | | | Bornes de Batería | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Encendido | | 13.90 | | | | | | | | Anclaje Batería | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accesorios | | 13.82 | | | | | | | | Nivel de electrolito | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 500 RPM | | 14.12 | | | | | | | | Estado del Motor Arranque | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Masa (mV) | | | | | | C | | N.C. | | Estado del sistema de carga | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Motor | | 0.006 | | | | | | | | Alternador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chasis | | 0.001 | | | | | | | | Correas alternador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VERIFICACIÓN DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiene el sistema de encendido original del vehículo | | | | si / no | | | | Tiene sistema de encendido adaptado de otro vehículo | | | | si / no | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de sistema de encendido: | | | | Platinos | | | | Electrónico | | | | DIS | | | | CDP | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estado de conexiones eléctricas de la bobina | | | | N.C | | | | Aislamiento a carcasa de la bobina | | | | C | | | | N.C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resistencia primario | | OHMIOS | | | | | | | | Resistencia secundario | | OHMIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | | | N.C | | | | | | | | | | | |
| 2.13/1.3 | | | | | | | | | | K32 | | 14.1/14.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltaje de alimentación a la(s) bobina | | | | 13.8 | | | | Angulo DWELL | | | | 32 | | | | C | | | | N.C | | | | | | | | | | | |
| Tiempo de saturación (ms) | | 1.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | N.C | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltaje de Primario | | 310 | | 315 | | 310 | | 310 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kilovoltaje Promedio | | 11 | | 12 | | 11 | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo de Quemado | | 1.1 | | 1.1 | | 0.9 | | 0.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distribuidor | | C | | N.C | | Cables Alta | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | C | | N.C | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones Rotor | | | | Longitud (cm.) | | 28 | | 40 | | 55 | | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones Tapa | | | | Resistencia | | 1.1 | | 1.1 | | 1.4 | | 1.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones Eje | | | | Resistencia Bujías | | 2.3 | | 4.1 | | 4.3 | | 4.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | Tipo bujías | | NGK | | BKR5Y | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁNGULO DE AVANCE (°) | | | | | | | | | | | | | | C | | N.C | | VERIFICACIÓN DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL EN MARCHA MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | |
| Inicial (Ralenti) | | | | 0 | | | | Sistema carburado | | | | C | | | | N.C | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vacío (2 500 RPM) | | | | 32 | | | | Verificación del estado y ajuste de la(s) mariposa(s) del carburador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centrifugo (2 500 RPM) | | | | | | | | Verificación de inexistencia de fugas de combustible del carburador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | Verificación del estado de la carcasa del filtro de aire | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Verificación del estado del filtro de aire | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Observaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sistemas inyectados | | | | | | | | | | | | | | C | | N.C. | | Valores | | | | C | | N.C. | | | | | | | |
| Verificación del estado y ajuste de la(s) mariposa(s) del cuerpo de aceleración | | | | | | | | Códigos de Falla Sistema | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación del circuito alterno de marcha mínima | | | | | | | | Sensor de temperatura de aire | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación del funcionamiento correcto de la EGR | | | | | | | | Sensor de posición de cigüeñal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación del funcionamiento correcto de la IAC | | | | | | | | Sensor de posición de eje de levas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación del funcionamiento correcto de la PCV | | | | | | | | Voltaje MAF, MAP ó VAF (min./máx.) | | | | V | | 2.8/4.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación del estado de la carcasa del filtro de aire | | | | | | | | Voltaje TPS (min./máx.) | | | | V | | 0.9/4.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación del estado del filtro de aire | | | | | | | | Voltaje O2 S1B1 (min./máx.) | | | | V | | 0.81/0.95 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | Voltaje O2 S1B2 (min./máx.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Impedancia o resistencia de los inyectores | | | | | | 1.2R | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Pulso de inyectores (min./máx.) | | | | M/S | | 1.2/8.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

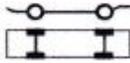
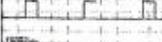
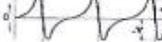
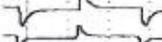
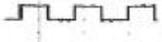
Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

| VERIFICACIÓN DEL ESTADO MECÁNICO DEL MOTOR | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------------------------|------|---|-----------------|--|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|---|------|
| Pruebas de vacío dinámico | | | | Valor In Hg | C | N.C. | Observaciones | | | | | |
| Comportamiento de vacío en marcha mínima | | | | 13 | / | | | | | | | |
| Comportamiento de vacío en marcha alta | | | | 15 | / | | | | | | | |
| Comportamiento de vacío con carga eléctricas (dispositivos en ON) | | | | 12 | / | | | | | | | |
| Prueba de compresión comparada | | | | | | | | | | | | |
| Valores de compresión | | Relación de compresión | | | Prueba de fugas | | | 10% Entre cilindros 20% Fabricantes, esta prueba se realizara si existe duda con la medicion de la compresion | | | | |
| Cilindro Nº | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | C | N.C. | | |
| Inicial | 60 | 60 | 60 | 60 | | / | / | / | / | / | | |
| Tercer Salto | 120 | 120 | 120 | 120 | | / | / | / | / | / | | |
| Prueba Fuga | 0% | 1% | 1% | 0% | | / | / | / | / | / | | |
| ANÁLISIS DE GASES | | | | | | REVISIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN | | | | | | |
| Estado del conducto de escape | | C | N.C. | Usar procedimiento NTC 4983 # 3.2 y 3.3 | | | C | N.C. | Funcionamiento del termostato | | / | N.C. |
| Gasolina | CO | CO2 | HC | O2 | NOX | AFR | Funcionamiento tapa Radiador (Bombean) | | / | | | |
| 2500/3000 | 0.05 | 14.65 | 19. | 0.85. | | | Funcionamiento del ventilador(es) | | / | | | |
| Ralentí | 0.43 | 13.87 | 0.44 | 0.91 | | | Mangueras de refrigeración | | / | | | |
| Observaciones | | | | | | Hermeticidad del sistema (Bombean) | | / | | | | |
| | | | | | | Indicador del tablero para temperatura | | / | | | | |
| | | | | | | Observaciones | | | | | | |
| VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| Fugas de aceite por retenedores o sellos | | si | no | Empaque del carter | / | N.C. | Empaque tapa válvulas | / | N.C. | Indicador del tablero para aceite | / | N.C. |
| Observaciones | | | | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA CHASIS | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones Chasis | | | | C | N.C. | SUSPENSION | | | | | | |
| Estado Físico Carrocería | | | | / | | Amortigu. Dere. Dela. | | C | N.C. | | | |
| Condiciones piso | | | | / | | Amortigu. Izqu. Dela. | | / | | | | |
| Nota: observar Fracturas, soldaduras, oxidación o pérdidas de material | | | | | | Amortigu. Dere. Trase. | | / | | | | |
| Se requiere Refuerzo | | | | S/ | NO | Amortigu. Izqu. Trase. | | / | | | | |
| Observaciones | | | | | | Observaciones | | | | | | |
| OBSERVACIONES GENERALES | | | | | | | | | | | | |
| EL VEHICULO PUEDE TENER PERDIDA DE POTENCIA | | | | | | | | | | | | |
| De acuerdo con las condiciones descritas anteriormente se autoriza la conversión del vehículo a gas natural | | | | | | | | | | | | |
| SI | | / | | | NO | | | | | | | |
| Recomendaciones: | | | | | | | | | | | | |
| Firma del cliente | | | | Realizado por tecnico con competencias laborales: | | | | si | no | | | |
| | | | | Nombre: Federico Kunkel | | | | | | | | |
| Nombre Cliente: | | | | C.C. 1.015.429.518 | | | | Firma: Federico Kunkel | | | | |
| C.C. | | | | Revisado por: Nombre: | | | | | | | | |
| | | | | Firma: | | | | | | | | |

C: Conforme

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 9

| FORMATO POSTCONVERSIÓN PLACA VEHICULO | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|--|--|--|--|--|--|--|---|--|---|--|--|--|--|
| Propietario | | | | Marca <u>Cherwell</u> | | | | Año <u>2007</u> | | Kilómetros | | | | | |
| Tipo de tecnología de conversión a GNCV | | | | Lazo abierto | | Lazo cerrado | | Inyección a gas <u>5ta Generación</u> | | | | | | | |
| El vehículo tiene preconversión aprobada | | | | si | | no | | | | | | | | | |
| VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE CONVERSIÓN (INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE COMPONENTES) | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDROS | | | | | | | VÁLVULA DE CILINDRO | | | | | Observaciones y ubicación | | | |
| Marca | Serie | Capacidad | Fecha fabricación | Altura piso | Diagonal | Ubicación Interior-Exterior | Marca | Sello de la Válvula cilindro | Funciona exceso flujo | | | | | | |
| <u>99+</u> | <u>6SL</u> | <u>351038</u> | <u>10/17</u> | cm | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | <u>TA</u> | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> |  | | | | |
| Sistema de venteo con 2 mangueras, bolsa y ductos escape | | | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Protección de Válvula de cilindro si está fuera de cabina del vehículo | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Cilindro a 5cm del Sistema de gases de escape | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Válvula de cil. a 20 cm del sis de gases de escape | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | |
| TUBERÍA | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sujeta cada 60cm | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Distancia con tubo escape 5 cm | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Pasa por Guardabarro | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Está protegida contra contacto metal carrocería y calor | | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | |
| VÁLVULA DE LLENADO DE GNCV (PICO DE LLENADO) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fácil acceso | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | 20 cm de la Batería | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | 20 cm ignición | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | 20 cm escape | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Manómetro de presión (0 200 Bar) conectado | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | |
| REGULADOR DE PRESIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad | | <u>1</u> | Seriales | | <u>AT 2713</u> | | 20cm batería | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | 20 cm ignición | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | soporte metálico de 3mm de espesor | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> |
| ENTREGA DE GAS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mezclador máximo 50cm de acelerador | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | diámetro Venturi | | Distancia válvula de potencia % total manguera | | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Motorino posición vertical | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | | |
| Inyectores gas cerca gasolina | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Longitud manguera inyector boquilla >20cm | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Diámetro Boquillas | | <u>1.1mm</u> | | Inyectores aislados de fuentes de calor | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | |
| Ubicación centralita 50cm batería | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Ubicación centralita 20 cm del sistema de ignición | | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Cableado a 50cm de la ignición y soldado y recubierto con coraza térmica | | | | | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | |
| VARIADOR DE AVANCE | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aplica | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Baja tensión | | Alta tensión | | Clase de Variador | | 50cm de S. ignición | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | | |
| 50 cm de la batería | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Está alejado de humedad | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | 20 cm fuentes calor | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Cableado a 50 cm de la ignición y fuentes de calor | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Cableado está recubierto con coraza térmica | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | |
| Variador alta tensión (utilizar pistola de avance) | | | | | | | Variador Baja Tensión (utilizar osciloscopio) | | | | | | | | |
| Avance Gasolina | | <u>0</u> | Centrifugo o computerizado | | Vacio | | Tipo de onda | |  | | | | | | |
| Avance Gas | | <u>0</u> | | | | | Avance Gasolina | |  | | | | | | |
| Avance con carga eléctrica | | <u>1</u> | | | | | Avance Gasolina | |  | | | | | | |
| | | | | | | | Avance Gas | |  | | | | | | |
| Insertado mínima | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | Insertado desaceleración | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | en Gas | |  | | | | | | | |
| Insertado en mínima | | | | | | | | | | si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> | | | | | |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

| VÁLVULA DE CORTE DE GASOLINA | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------|-----|---|-------------------|---------------|---------------------|------|-----|
| 50 cm batería | si | no | Ubicada entre filtro y carburador | si | no | 50cm de ignición | si | no | 50 cm fuente calor | si | no |
| Cableado alejado del sis. ignición y 50cm fuentes de calor | | | | si | no | Cableado está recubierto con coraza térmica | | | | si | no |
| EMULADOR DE INYECTORES | | | | | | | | | | | |
| Se corto cables inyectores y se realizó soldadura | si | no | 50cm de S. ignición | si | no | 50 cm batería | si | no | 50 cm fuentes calor | si | no |
| Cableado alejado 50cm de s. ignición y fuentes de calor | | | | si | no | Cableado está recubierto con coraza térmica | | | | si | no |
| LLAVE CONMUTADORA | | | | | | | | | | | |
| Cambio Gasolina - gas | si | no | Cambio gas-Gasolina | si | no | Ubicada visiblemente | si | no | RPM de cambio | 1300 | |
| Temperatura Cambio de combustible 5 gen. | | | 40°C | | | Llave conmutadora señala de manera adecuada el nivel de gas | | | si | no | |
| ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DEL VEHICULO CON GNCV | | | | | | | | | | | |
| Verificación de la velocidad de marcha mínima | | | | | | | | | | | |
| Estabilidad en marcha mínima | | | | si | no | Estabilidad bajo máxima carga eléctrica y aire acondicionado | | | | si | no |
| Verificación del comportamiento en aceleración en vacío | | | | | | | | | | | |
| Estabilidad en aceleración sin carga a motor | | | | si | no | Estabilidad de aceleración con máxima carga eléctrica al motor y aire acondicionado | | | | si | no |
| Verificación del funcionamiento del sistema secundario de encendido | | | | | | | | | | | |
| | Kilovoltaje de chispa | | | Kilovoltaje en bujías | | | tiempo de quemado | | | c | nc |
| RPM mínima | | | | | | | | | | | |
| Velocidad crucero | | | | | | | | | | | |
| Verificación de fugas | | | | | | | | | | | |
| Ausencia de fugas en las mangueras de calefacción del regulador y purga correcta del sistema | | | | | | | | | si | no | |
| Flujo y normal calentamiento del regulador | | | | si | no | Fugas en el sistema de gasolina | | | | si | no |
| Ausencia de fugas de gas en todos los componentes sometidos a presión del equipo de GNCV | | | | | | | | | si | no | |
| Vehículos Inyectados | | | | | | | | | | | |
| Señal de sensores de flujo de aire | MAP | | V | min | | max | | Observaciones | | | |
| Sensor de posición mariposa acelerador | | | V | 2.8 | 4.7 | | | | | | |
| Sensor de temperatura de carga de aire | | | | 0.9 | 4.5 | | | | | | |
| Los cruces del sensor de oxígeno (cuando sea aplicable) | | | | | | | | | | | |
| Corte de inyectores (cuando sea aplicable) | | | | si | no | | | | | | |
| Corte de bomba de combustible (cuando sea aplicable) | | | | si | no | | | | | | |
| Existen códigos de fallas (si existen, revisión y corrección) | | | | si | no | | | | | | |
| MEDICION DE GASES | | | | | | | | | | | |
| Valores Gasolina | CO | CO2 | HC | O2 | AFR | Valores Gas | CO | CO2 | HC | O2 | AFR |
| 2500 RPM | 0.15 | 13.82 | 19 | 0.81 | | 2500 RPM | 0.03 | 11.40 | 35 | 2.89 | |
| RPM Mínima | 0.33 | 12.91 | 53 | 0.97 | | RPM Mínima | 0.00 | 11.10 | 53 | 1.75 | |
| Los valores tomados cumplen con la resolución 910 del Ministerio del Medio Ambiente | | | | | | | | | | si | no |
| Observaciones generales: EL VEHICULO PUEDE TENER PERDIDA DE POTENCIA | | | | | | | | | | | |

Federico Kunkel.
Firma Responsable Técnico del taller

Firma cliente

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

ANEXO 10

PRESUPUESTO

FORMATO DE PRESUPUESTO GLOBAL DE LA PROPUESTA POR FUENTES DE FINANCIACIÓN (en miles de pesos).

| RUBROS | FUENTES | | | |
|--------------------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| | ECCI* | Contrapartida 1** | Contrapartida 2** | Total |
| PERSONAL | \$ 2.800.000 | | | \$ 2.800.000 |
| EQUIPOS | \$ 8.125.000 | \$ 3.150.000 | | \$ 11.275.000 |
| SOFTWARE | \$ 280.000 | | | \$ 280.000 |
| MATERIALES Y SUMINISTROS | \$500.000 | | | \$ 500.000 |
| SALIDAS DE CAMPO | | | | |
| SERVICIOS TÉCNICOS | | | | |
| VIAJES | | | | |
| BIBLIOGRAFÍA | | | | |
| TOTAL | | | | \$ 14.855.000 |

DESCRIPCIÓN DE GASTOS DE PERSONAL (en miles de pesos)

Profesores de Tiempo Completo y Medio Tiempo.

| Nombre del investigador | Formación Académica | Función dentro del Proyecto | Dedicación Horas/Semana | Total Semanas | Total Horas | Valor |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------|
| Jimmy Barco Burgos | Msc. Ingeniería Mecánica | Director | 2 | 52 | 104 | \$2.800.000 |
| | | | Total | 52 | 104 | \$2.800.000 |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

Descripción y cuantificación de los equipos de uso propio (en miles de pesos)

| Materiales | Justificación | Fuentes | | | Total |
|--|---------------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| | | ECCI | Contrapartida 1 | Contra partid a 2 | |
| Reductor/ Analizador de Gases | | \$7.900.000 | \$400.000 | | \$8.300.000 |
| Riel de inyectores/ Lexus 2230300 | | \$180.000 | \$ 580.000 | | \$ 760.000 |
| Tubería/ Pistola Térmica | | \$49.900 | \$110.000 | | \$ 159.900 |
| Computadora/ Pinzas amperimétricas | | \$88.000 | \$ 550.000 | | \$ 638.000 |
| Arnés/ PWM | | \$30.000 | \$200.000 | | \$ 230.000 |
| Cilindro | | | \$700.000 | | \$ 700.000 |
| Accesorios | | | \$ 60.000 | | \$ 60.000 |
| Válvula Cilindro | | | \$140.000 | | \$ 140.000 |
| Válvula de Carga | | | \$140.000 | | \$140.000 |
| Sensor de temperatura | | | \$80.000 | | \$ 80.000 |
| Sensor de presión | | | \$70.000 | | \$ 70.000 |
| Gasolina Insumos | | \$ 500.000 | | | \$ 500.000 |
| Llave conmutadora | | | \$120.000 | | \$120.000 |
| Total | | \$ 8.747.900 | \$3.150.000 | | \$ 11.897.900 |

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

14. REFERENCIA

- [1] A. C. Yilmaz, E. Uludamar, and K. Aydin, "Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 35, no. 20, pp. 11366–11372, 2010.
- [2] M. K. Baltacioglu, H. T. Arat, M. Özcanli, and K. Aydin, "Experimental comparison of pure hydrogen and HHO (hydroxy) enriched biodiesel (B10) fuel in a commercial diesel engine," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 1, pp. 3–9, 2015.
- [3] S. A. Musmar and A. A. Al-Rousan, "Effect of HHO gas on combustion emissions in gasoline engines," *Fuel*, vol. 90, no. 10, pp. 3066–3070, 2011.
- [4] I. E. Agency, "Technology Roadmap Bioenergy for Heat and Power."
- [5] M. M. El-Kassaby, Y. A. Eldrainy, M. E. Khidr, and K. I. Khidr, "Effect of hydroxy (HHO) gas addition on gasoline engine performance and emissions," *Alexandria Eng. J.*, vol. 55, no. 1, pp. 243–251, 2016.
- [6] P. Chaiwongsa, N. Pornsuwancharoen, and P. P. Yupapin, "Effective hydrogen generator testing for on-site small engine," *Phys. Procedia*, vol. 2, no. 1, pp. 93–100, 2009.
- [7] M. del Medio Ambiente de Colombia, "EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE CONVERSIÓN A GNV DE VEHÍCULOS DE LA FLOTA DE EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLÍN," 2001.
- [8] C. Bae and J. Kim, "Alternative fuels for internal combustion engines," *Proc. Combust. Inst.*, vol. 0, pp. 1–25, 2016.
- [9] Energy.Gov, "Vehicle Technologies Office: Advanced Combustion Engines | Department of Energy." [Online]. Available: <http://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office-advanced-combustion-engines>.
- [10] International Energy Agency (IEA), *Scenarios & Strategies to 2050*.
- [11] Grupo Bancolombia, "Gas Natural Vehicular: presente y futuro." [Online]. Available: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/gas-natural-vehicular-presente-futuro>. [Accessed: 15-Oct-2017].
- [12] Ministerio de Minas y Energía and UPME, "Proyección de la demanda de combustibles en el sector transporte en Colombia," p. 53, 2015.
- [13] Portafolio, "Demanda de gas natural vehicular descende en Colombia | Economía | Portafolio." [Online]. Available: <http://www.portafolio.co/economia/demanda-de-gas-natural-vehicular-desciende-en-colombia-504750>. [Accessed: 15-Oct-2017].
- [14] El Espectador, "Más de 500.000 vehículos operan con gas natural en Colombia | ELESPECTADOR.COM." [Online]. Available: <https://www.elespectador.com/noticias/economia/mas-de-500000-vehiculos-operan-gas-natural-colombia-articulo-591737>. [Accessed: 15-Oct-2017].
- [15] Naturgas, "Gas Natural vehicular es e energético de mayor crecimiento en el transporte." [Online]. Available:

Es documento está adaptado de acuerdo con la guía de Colciencias para la presentación de proyectos de investigación científica y tecnológica, modalidad de financiación: recuperación contingente.

- <https://www.naturgas.com.co/noticias/noticia0910>. [Accessed: 15-Oct-2017].
- [16] A. S. 21, "El GNC en el mundo - Agas21: El gas natural comprimido como combustible en automoción."
- [17] T. Rajasekaran, K. Duraiswamy, M. Bharathiraja, and S. Poovaragavan, "Characteristics of engine at various speed conditions by mixing of HHO with gasoline and LPG," *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 46–51, 2015.
- [18] M. Baquero and O. Avila, "Automatización y diseño del sistema mezclador de combustible en vehículos con equipos de conversión a gas natural," p. 148, 2008.
- [19] gasNatural fenosa, "Proceso de instalación GNV — Gas Natural Fenosa." [Online]. Available: <http://www.gasnaturalfenosa.com.co/co/gas+natural+vehicular+-+gnv/instala+gas+natural+vehicular+/1297278295105/proceso+de+instalacion+gnv.html>. [Accessed: 16-Oct-2017].
- [20] "Instrumentación y control para la conversión de un motor de combustión interna a bi - combustible .," 2014.
- [21] A. J. Martyr, M. A. Plint, A. J. Martyr, and M. A. Plint, "16 – Exhaust emissions," *Engine Test.*, pp. 324–353, 2007.