

# *EQUIPOS G.L.P. EN EL AUTOMÓVIL*



TECNOLOGÍA DEL AUTOMÓVIL. EQUIPO 1. IES MIGUEL DE CERVANTES.  
CJTA 2014. COMFORP

Alumnos:  
Saúl Cano Martínez.  
Manuel Jesús Rubio Padilla.

Profesor/Tutor:  
Vicente Carcelén Martínez

REF: 2407



# Índice de Contenidos.

- 1. INTRODUCCIÓN.
- 2. CARÁCTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE G.L.P.
- 3. EQUIPOS G.L.P. PARA MOTORES GASOLINA.
- 4. EQUIPOS GL.P PARA MOTORES DIÉSEL.
- 5. INSTALACIÓN DE UN EQUIPO G.L.P.
- 6. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO G.L.P.
- 7. MANTENIMIENTO Y HOMOLOGACIÓN DEL EQUIPO.
- 8. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL MOTOR FUNCIONANDO A G.L.P.
- 9. BIBLIOGRAFÍA Y AGRADECIMIENTOS.

# 1. Introducción.

En el siguiente documento, se desarrolla un estudio detallado de los motores de combustión interna con combustible G.L.P, en el que se detallaran las principales características del combustible, componentes, funcionamiento e instalación del sistema, calibraciones, procesos de mantenimiento, homologación de los equipos. Todo ello desde un punto de vista técnico e imparcial que ayude al lector a conocer este innovador sistema.

El G.L.P, también denominado autogás, son las siglas de Gas Licuado de Petróleo. Los G.L.P. son hidrocarburos combustibles que se encuentran en estado gaseoso a presión atmosférica y 20°C, pero en el automóvil se almacenan en el depósito en estado líquido bajo presión para aprovechar el volumen del mismo.

Existen diversos tipos de G.L.P. pero el empleado en automoción es el que posee una mezcla de 70% de propano y 30% de butano aproximadamente y es el que tiene objeto de estudio en este proyecto.

Las características del G.L.P. permiten su uso en motores Otto; sus más de 100 octanos, menos sustancias tóxicas, no contiene aditivos químicos como el plomo y aromáticos, por lo tanto ayuda a reducir la contaminación y produce combustiones mucho más limpias.

El combustible G.L.P. es un 50% más barato que el gasóleo o la gasolina. Cuando el motor funciona usando G.L.P. consume en torno a 15-20% más. Aún así, según un estudio que realizó el RACE con respecto al diesel ahorraríamos en 40.000 kilómetros 698 euros, y si lo comparamos con un gasolina, 1.604 euros. Véase la siguiente tabla: Fuente, "Motor Pasión".

Ahorro del Autogas frente a:	1 km	40.000 km	100.000 km	300.000 km
Diesel	0,0175 €	698 €	1.745 €	5.236 €
Gasolina	0,0401 €	1.604 €	4.010 €	12.031 €

Podemos señalar una serie de ventajas e inconvenientes de este combustible, a modo de introducción:

## **Ventajas:**

- La contaminación y el coste del G.L.P. es menor comparada con otros combustibles como diésel y gasolina.

- Técnicamente la misma potencia (se pierde de un 5 a un 10%) que cuando funciona con gasolina, no obstante el equipo GLP se puede calibrar para realizar aporte extra de gasolina en altas rpm y cubrir esa pérdida de potencia.
- Funcionamiento suave, buenas aceleraciones, motor más elástico, no hay picado ni autoencendido en cargas bajas debido al alto octanaje del GLP
- Los aceites lubricantes del motor se mantienen limpios más tiempo debido a la ausencia de depósitos carbonosos y combustiones altamente limpias, así como catalizadores y válvulas EGR
- El coste de mantenimiento es muy bajo, simplemente cambiar el filtro cada 30.000 o 60.000 km (dependiendo del fabricante).

### **Inconvenientes.**

- Actualmente el suministro es algo limitado en la actualidad en España. Se prevé que para 2015 el 80% de las gasolineras contarán con suministro de G.L.P.
- El espacio que ocupan los depósitos supone eliminar la rueda de repuesto u ocupar un espacio importante en el maletero.
- Actualmente no existen demasiados talleres especializados en la instalación y diagnóstico de sistemas G.L.P; por tanto, en caso de averías existe un déficit significativo de mano de obra especializada para su reparación.
- La inversión inicial para adquirir el equipo es alta: entre 1500€ y 3000€ dependiendo del tipo de vehículo.

### **Conceptos de vehículos “Bí-Fuel” y “Mono-Fuel”.**

- Vehículos “Bi-Fuel”: es el término empleado para vehículos que pueden utilizar dos combustibles diferentes y de forma alternativa para su funcionamiento. En este caso se aplica a vehículos de gasolina con equipo G.L.P, ya que puede funcionar bien con gasolina o bien con G.L.P.
- Vehículos “Mono-Fuel”: es el término empleado para vehículos que utilizan uno o más combustibles para su funcionamiento pero de forma simultánea y en proporción. Por ejemplo, este término se aplica a motores diésel que utilizan G.L.P, ya que emplean ambos combustibles al mismo tiempo en una proporción media de 30% GLP y 70% diésel.

Como conclusiones generales se puede decir, que el GLP es menos contaminante, más económico, compatible con los motores actuales y una alternativa energética en Europa debido al creciente precio de otros combustibles.

## 2. Características del combustible G.L.P.

A la hora de comparar el G.L.P. con la gasolina, por ejemplo, se observa que el G.L.P. tiene un poder calorífico ligeramente superior que la gasolina (10.000Kcal/kg), sin embargo, la combustión es menos eficiente a la hora de obtener potencia y par similares a los de la gasolina debido al alto volumen de aire que requiere para quemarse en condiciones altamente detonantes; esto hace que se enriquezca mucho la mezcla de G.L.P. para conseguir resultados similares a los de la gasolina, aún así se observan pérdidas de potencia de entre el 5 y el 10% y un aumento del consumo de entre el 15% y el 20% usando G.L.P. No obstante, como se ha mencionado en las ventajas, los equipos se calibran para añadir aporte extra de gasolina en altas rpm y así paliar la pérdida de potencia.

Los fabricantes de vehículos que ofrecen en su catálogo la categoría o modelos “vehículos Bi-Fuel” con gasolina y GLP modifican los colectores de admisión y refuerzan la cámara de combustión para hacer más eficiente la combustión con GLP y así proteger al motor del incremento de temperatura en la combustión con G.L.P, aumentando así su rendimiento volumétrico.

Algunos fabricantes recomiendan que cuando se instala un equipo G.L.P. no se use a altas revoluciones debido al incremento de temperatura y al alto número de ciclos/ minuto a los que trabaja el motor, no obstante el G.L.P. incorpora un aditivo lubricante y generalmente todos los equipos se calibran para realizar pequeños aportes de gasolina a altas rpm que palien este posible inconveniente, además de poder instalar un aditivo específico para ello.

En la siguiente tabla observamos las principales características empleadas en el autogas.

<b>Composición del autogás</b>	<b>70-75%Propano 30-25% Butano</b>
<b>Densidad en estado líquido</b>	0.53kg/l
<b>Densidad en estado gaseoso respecto al aire (1)</b>	1.73
<b>Poder calorífico</b>	12000kcal/kg aproximadamente
<b>Relación ideal aire/glp para combustión</b>	26,72/1
<b>Punto de Ebullición a 1 Atm</b>	-25°C

### En resumen, podemos señalar las siguientes características del G.L.P.

- El G.L.P. no es corrosivo excepto con las grasas y el caucho natural; con el acero, aluminio, aleaciones de éstos y el caucho sintético no es corrosivo.
- En sí no poseen un olor característico y por tanto se añade un odorizante de alta intensidad que además actúa como lubricante a través del cual podemos detectar su presencia.
- No es un gas tóxico, pero produce lesiones fisiológicas graves en ausencia del oxígeno e inhalamos solamente el gas
- No se deben emplear fosos para la supervisión y reparación de vehículos G.L.P. debido a que este gas es denso y tiende a irse al suelo.
- Fácil de transportar.

#### Potencia máx.

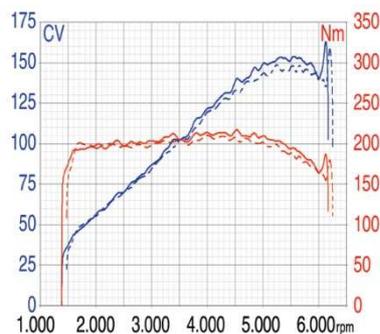
SP: 162,96 CV a 6.131 rpm

GLP: 158,42 CV a 6.199 rpm

#### Par máximo

SP: 217,54 Nm a 4.527 rpm

GLP: 210,16 Nm a 4.002 rpm



En esta gráfica se representa lo anteriormente expuesto. Se trata del motor de un Subaru Outback 2,5i Bi-Fuel.

## 3. Equipos G.L.P. para motores de gasolina.

### 3.1 Componentes.

#### Depósito de gas y aforador

El **depósito** almacena el GLP en estado líquido a una presión de 10 bares. Se encuentran fabricados en chapa de acero de alta resistencia con formas geométricas favorables para que puedan ser adaptados en el hueco de la rueda de repuesto del maletero o en el propio maletero en sí, ocupando un volumen determinado. Éste último corresponde a depósitos de tipo cilíndrico.

El depósito ya dispone de todo el alojamiento para alojar al aforador y se instalan bajo una carcasa anti-deformaciones por seguridad.

El **aforador** limita el llenado al 80%, por seguridad (expansión del gas) y además monitoriza la cantidad de combustible disponible.

- Posee tres válvulas y un sensor de tipo potenciómetro:
  - Válvula de sobrepresión, para evitar la explosión del depósito.
  - Electroválvula de corte, activar o desactivar el sistema en modo normal o por emergencia (comandada por la UCE).
  - Válvula de llenado, la cual limita el llenado.
  - El potenciómetro mide la cantidad de combustible.



Imagen: Depósito



Imagen: Aforador

### **Manguera de alta presión**

Son tubos flexibles para unir los elementos del sistema fabricados en caucho sintético y reforzados con tejido de fibra sintética. Tienen alta resistencia a la presión, la abrasión y a la temperatura llegando a soportar una presión máxima de 20 bares para equipos G.L.P.



Imagen: Manguito de alta presión.

### **Reductor (vaporizador reductor de presión)**

Es uno de los elementos clave del sistema ya que reduce la presión de 10 bares (depósito) a 1,5-2,5 bares (para ser inyectado en el motor). Debido a esta reducción de presión se produce el cambio de estado líquido (depósito) a estado gaseoso del combustible.

Para favorecer la vaporización del combustible posee un intercambiador térmico gas-agua además de sensores de temperatura, presión así como una electroválvula de corte para activar o desactivar el sistema, que actúa junto con la del aforador para cortar la presión en altas (depósito) y bajas (a partir del reductor).

Cabe destacar que la ubicación de los sensores de presión puede variar según modelos, en este equipo en concreto va ubicado en el depósito.



Imagen: Reductor



Imagen: Electroválvula de corte

### **Filtro de gas**

Filtra el gas que sale de reductor hacia la rampa de inyección e incorpora sensor de presión y temperatura para controlar este tramo.

Imagen: Filtro



### **Conmutador del interior del habitáculo**

Se instala en el interior del habitáculo y sirve de *interface* entre el conductor y el equipo; en él se muestran informaciones como: nivel de combustible (G.L.P.), modo de funcionamiento (gasolina o G.L.P.) e información sobre averías o mantenimiento del sistema G.L.P. mediante aviso acústico y zumbador.

Imagen: Conmutador



### **Electroválvulas insufladoras de gas y distribuidor de inyección (rampa inyección)**

La rampa es un elemento de acero. En la parte superior cuenta con una toma de gas (procedente del reductor) común a todos los inyectores. En la parte inferior dispone de tantos orificios como electroválvulas albergue. Su misión es distribuir equitativamente el caudal de gas entre electroválvulas.

La misión de las electroválvulas es inyectar



Imagen: Electroválvulas insufladoras de gas.

G.L.P. en el colector de admisión y son comandadas por la UCE mediante pulsos eléctricos a través de un emulador de inyección.

Cabe destacar que las electroválvulas van unidas en un mismo soporte y muchas veces quedan muy distanciadas de su cilindro correspondiente, es por tanto que algunos modelos incorporan unos chiclés que se instalan en la tobera para compensar pérdidas de caudal por exceso de longitud del manguito que llega hasta el colector. En otros modelos se puede programar y compensar individualmente cada electroválvula.

### **Unidad Electrónica de Control Programable**

Es la encargada de controlar la inyección de GLP al motor. Se puede programar para adaptarlo a cualquier tipo de vehículo y además se puede monitorizar su funcionamiento. Aquí se resumen sus principales características:

- Dispone de un puerto específico para programar y monitorizar la unidad electrónica, además por este puerto se puede realizar la diagnosis del sistema.
- La unidad electrónica toma valores de los distintos sensores, con estos valores, junto con los valores de la inyección de gasolina del vehículo, la unidad electrónica regula los pulsos de inyección GLP en el momento oportuno.
- Poseen un emulador de inyección para simularle a la UCE del vehículo que el motor sigue funcionando a gasolina, y evitar que se active el testigo MIL en el cuadro de instrumentos.
- Algunas UCE permiten la conexión con línea CAN para la lectura de parámetros.
- Permite configurarla para inyectar gas y gasolina al mismo tiempo en altas revoluciones para enriquecer la mezcla y lubricar el cilindro así como el uso de aditivos adicionales (ver en el siguiente punto)



Imagen: U.C.E.

### **3.2 Accesorios para la instalación.**

Algunos vehículos requieren de adaptaciones específicas para conseguir el correcto funcionamiento del motor en modo GLP. Algunos de los más usuales son estos:

- **Aditivo lubricador para la cámara de combustión.**

Su misión es inyectar aditivo lubricante en el colector de admisión. Se trata de un aditivo no inflamable, por lo que se asegura su durabilidad. Se emplea en motores de grandes cilindradas o aquellos que van a ser sometidos a un uso severo. El aditivo se suministra en una botella de medio litro que dura entre 15.000 y 20.000 kilómetros de media (según se programe). Consta de los siguientes elementos:

- Grupo electrobomba. Está compuesto por la bomba, el alojamiento para la botella, la UCE integrada y una toma de diagnosis. Mediante la toma de diagnosis

programaremos la UCE de la bomba para que inyecte cada cierto número de ciclos (15.000 ciclos de media).

- Distribuidor. Es el encargado de suministrar de forma equitativa la cantidad de aditivo a cada uno de los cilindros. Trabaja por diferencia de presión cuando trabaja la bomba.

- **Emulador de la presión de combustible.**

Se emplea en vehículos que poseen bomba de gasolina comandada por señal PWM con lectura continua de presión. El emulador de presión desvía parte del combustible al retorno para hacerle creer a la UCE gestión motor que se está consumiendo gasolina.

- **Emulador de la cantidad de gasolina.**

En vehículos en los que el indicador de combustible se mueve en función de los kilómetros recorridos provoca un reseteo constante del nivel de gasolina mientras funciona con GLP para evitar dar una lectura errónea al conductor.

### **3.3 Funcionamiento básico del sistema.**

El funcionamiento de todo el sistema se resumen detalladamente en estos 3 pasos, partiendo del depósito hasta las electroválvulas insufladoras.

1. El combustible G.L.P se encuentra en el depósito y a partir de que la U.C.E. de la orden se activan las electroválvulas de corte del depósito y del vano motor para que el combustible pueda realizar el circuito.
2. Al salir del depósito llega al reductor, el cual se encuentra bañado por fluido refrigerante a una temperatura como mínimo superior a 40°C, es aquí donde la presión del combustible se regula para que se reduzca de 10 bar en estado líquido a 1 – 1,5 bar en estado gaseoso de presión relativa sobre la presión existente en el colector de admisión para motores atmosféricos y sobrealimentados respectivamente. La temperatura mínima del reductor es imprescindible para evitar que se congele el combustible durante la vaporización.
3. Una vez completada la etapa anterior el combustible es dirigido a la rampa distribuidora conectada a las electroválvulas insufladoras de gas, que posteriormente, bajo señal de la UCE se activan e introducen el combustible en estado gaseoso en el colector de admisión, antes de la válvula de admisión.

### **3.4 Evolución de los diferentes sistemas.**

Básicamente, a lo largo de todo el periodo que llevan en uso y desarrollo estos sistemas que datan de los años 70, se han realizado 3 evoluciones importantes que diferencian claramente unos sistemas y otros. Las principales evoluciones son las siguientes.

#### **1. Sistemas convencionales para vehículos con carburador.**

Estos sistemas se empleaban en vehículos que empleaban carburador. Era un sistema totalmente mecánico y funcionaba por efecto venturi colocando un mezclador antes del carburador. Para la regulación de este equipo se tenía en cuenta la emisión de gases y el régimen de ralentí con pistola estroboscópica para, mediante el tornillo de regulación del mezclador y el reductor, adaptar el consumo de gas a las necesidades del motor.

Actualmente está en desuso. El sistema poseía un pequeño circuito eléctrico que se limitaba a activar y desactivar las electroválvulas de corte para permitir el paso de combustible G.L.P. al mezclador.

#### **2. Sistemas híbridos.**

Estos sistemas son los que actualmente se montan en vehículos de inyección. Son una evolución del anterior ya que en vez de mezclador incorpora electroválvulas insufladoras de gas conectadas a un raíl común o distribuidor así como una unidad de control electrónica que las controla.

Dentro de este sistema hay múltiples evoluciones; por ejemplo, los primeros sistemas venían con un sensor de picado y había que recoger señales de revoluciones y encendido para comandar la inyección, que era de tipo semisecuencia (para vehículos con encendido convencional transistorizados o con ayuda electrónica y sistemas de inyección semisecuenciales de primera generación).

La evolución ha ido mejorando conforme evolucionaban los vehículos y actualmente se dispone de una U.C.E. que emula la señal de inyección del vehículo para adaptarlo a G.L.P. así como recoger datos de la línea CAN del vehículo para proceder a la recogida de datos. La unidad de control puede ser programada y reprogramada en función del tipo de vehículo en el que se instale y en función de los requerimientos específicos.

#### **3. Sistemas integrales de gestión.**

La tendencia hacia el uso de este combustible ha llevado a algunos fabricantes de vehículos a incorporarlo en su catálogo. Este tipo de equipos se dan en vehículos que se piden directamente a la marca y el cual incorpora una sola unidad de control para la gestión del G.L.P. y de la gasolina.

### **4. Equipos G.L.P. para motores diésel.**

#### **4.1 Introducción.**

Para analizar el funcionamiento de este sistema debemos recordar algunas particularidades que hacen que el sistema sea ligeramente diferente en el motor diésel. No obstante en este tipo de vehículos se observa una tendencia clara en el uso del Gas

Natural, menos detonante y con el que se alcanzan proporciones de hasta 50-60% de Gas Natural y el resto de diésel. Algunas particularidades a tener en cuenta son:

- Los motores diésel funcionan con mezclas de tipo estratificado y a muy alta presión, además carecen de circuito de encendido por lo que es necesario utilizar el GLP y el diésel a la misma vez en diferentes proporciones.
- El sistema inyecta un 30% de GLP y un 70% diésel aproximadamente para cada ciclo de combustión.
- La particularidad de este sistema radica en que la presencia de GLP en la cámara de combustión provoca una combustión más detonante que permite obtener rendimientos similares con menos aporte de combustible diésel.
- A pesar de que se utilizan dos combustibles diferentes, la economía del GLP y la reducción de consumo específico diésel por ciclo que provoca constituye un ahorro global a la hora de llenar los tanques de combustible del orden de entre 4 y 6 € por cada 100 Km.

## **4.2 Componentes.**

Los componentes son idénticos a los empleados en equipos para automóviles, preparados para suministrar mayor caudal debido a la alta potencia de los motores industriales. Cabe destacar que los equipos que emplean Gas Natural, que no es objeto de este proyecto, emplean los mismos componentes que para G.L.P, de hecho muchos componentes pueden ser utilizados con ambos combustibles. La principal diferencia las encontramos en las presiones, ya que el Gas Natural se encuentra comprimido a mucha más presión.

## **4.3 Funcionamiento y Gestión Motor.**

El funcionamiento de estos equipos es similar a los expuestos para motores de gasolina; al funcionar con dos combustibles al mismo tiempo se exponen las diferencias y las estrategias empleadas por la U.C.E gestión motor en las diferentes evoluciones de los sistemas.

### **1. Sistema Convencional.**

Este sistema fue ideado para su uso en camiones con bomba mecánica y gestión mecánica de la inyección y prácticamente quedó en prototipo ya que no tuvo una gran aceptación; el motivo principal era que el precio del diésel en ese momento y los costes de transporte eran aceptables y las compañías no buscaban combustibles alternativos.

Este sistema incorpora una pequeña unidad de control con un sensor de picado que debe ser instalado para controlar el dosado de GLP ya que los avances y los dosados diésel son mecánicos.

Tenía muchas limitaciones y solo se conseguía aportar de un 15% a un 20% de G.L.P. en todo el ciclo de combustión.

## 2. Sistema Híbrido.

Similar al desarrollado para los turismos emplea la misma estrategia a partir de la señal de inyección del sistema diésel original así como la recogida de otros parámetros, pudiendo ser recogidos por algunos equipos por línea CAN. Este sistema logra dosados de un 60% diésel y un 30% de G.L.P.

Este sistema es especialmente el que está teniendo un auge pionero a pesar de que se le están imponiendo los sistemas de gas natural, más apropiados para el uso con diésel al tener menos poder detonante y al aumentar la proporción de gas natural sobre el diésel.

## 5. Instalación de un equipo G.L.P.

La instalación del sistema GLP no tiene un orden específico, nosotros la hemos documentado en el orden en el que anteriormente hemos descrito los componentes. Indicar que la instalación que se muestra a continuación ha sido realizada íntegramente por los autores de este documento.

### Instalación del depósito, aforador de combustible y boca de llenado.

- Se utiliza un depósito acorde con el hueco de la rueda de repuesto.
- Se eleva el soporte del suelo del maletero.
- Se hacen unos orificios a la carrocería y se atornilla el depósito.
- Se instala el aforador con todos sus accesorios en el depósito.
- Se taladra e instala la boca de llenado de GLP junto a la de gasolina.
- Se taladra un agujero bajo el piso del maletero para llevar la instalación de manguitos, hacia el vano motor (donde conectan con el reductor).



Imagen: Depósito.



Imagen: Realización de taladro para toma de combustible GLP

### Instalación del reductor-vaporizador.

- Se instala en el vano motor, conectando el conducto de gas procedente de el depósito.

- Debemos conectarlo al circuito de refrigeración (mediante una “T”) para poder llevar a cabo el proceso de vaporización.
- Se deben instalar el resto de conductos que van hacia el filtro y desde ahí a las electroválvulas de inyección.
- Ubicar el reductor siempre por debajo del nivel de la culata, facilitando la circulación del fluido refrigerante y evitando la aparición de burbujas de aire.



Imagen: Reductor instalado

- Por último se conectan la sonda NTC y la electroválvula de corte del reductor, al cableado procedente de la UCE.

### **Conexión del equipo GLP al colector de admisión.**

- Retirar la rampa de inyección de gasolina original del vehículo
- Taladrar cada uno de los colectores con una inclinación similar a la instalación del inyector de gasolina del vehículo. Usaremos una broca especial para evitar introducir viruta al interior del colector.
- Mecanizar el colector para hacer la rosca mediante un macho de roscar.
- Roscar los racores al colector, aplicando previamente sellante a cada uno de ellos.
- Conectar los manguitos procedentes de las electroválvulas a su racor correspondiente.
- Volver a colocar la rampa de inyección de gasolina del vehículo.



Imagen: Colector

### **Instalación del conmutador del interior del habitáculo.**

- Pasamos el cableado procedente de la UCE GLP, a través de un pasamuros, desde el vano motor hasta el habitáculo.
- Buscar una ubicación idónea para el conmutador y realizar un orificio para su colocación (a la mano del conductor).
- Conectar el cableado del conmutador y fijarlo con cinta de doble cara.

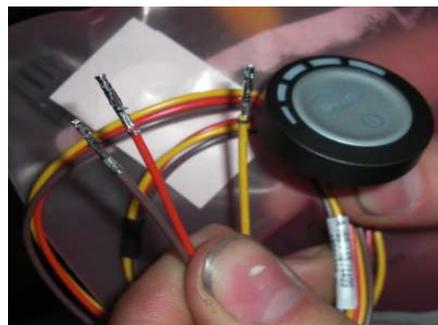


Imagen: Conmutador

## Instalación de la UCE GLP y su cableado.

- Adosamos la UCE GLP en el vano motor, buscando una ubicación alejada de las fuentes de calor.
- Colocamos el cableado a la UCE mediante sus conectores, y calculamos la extensión necesaria para cada uno de los cables.
- Durante la instalación dirigir el cableado por la instalación original con cinta de tela, ya que es resistente a la temperatura y abrasión.
- Para este modelo de vehículo se requieren las siguientes conexiones:
  - Conexión con el aforador y la electroválvula de corte ubicados en el maletero (a ser posible por el interior del habitáculo)
  - Conexión de alimentación a batería y alimentación bajo llave.
  - Conexión con el reductor y el filtro.
  - Conexión individualizada de las electroválvulas insufladoras de gas.
  - Se requiere señal RPM; procedente del sensor de fase.
  - Ubicar el portafusibles y la toma de diagnóstico en zona accesible.
  - Tomar la señal de inyección gasolina para emularla. Para ello cortaremos el cable no común (señal de inyección) de cada uno de los inyectores y se interconecta en serie con la UCE GLP.

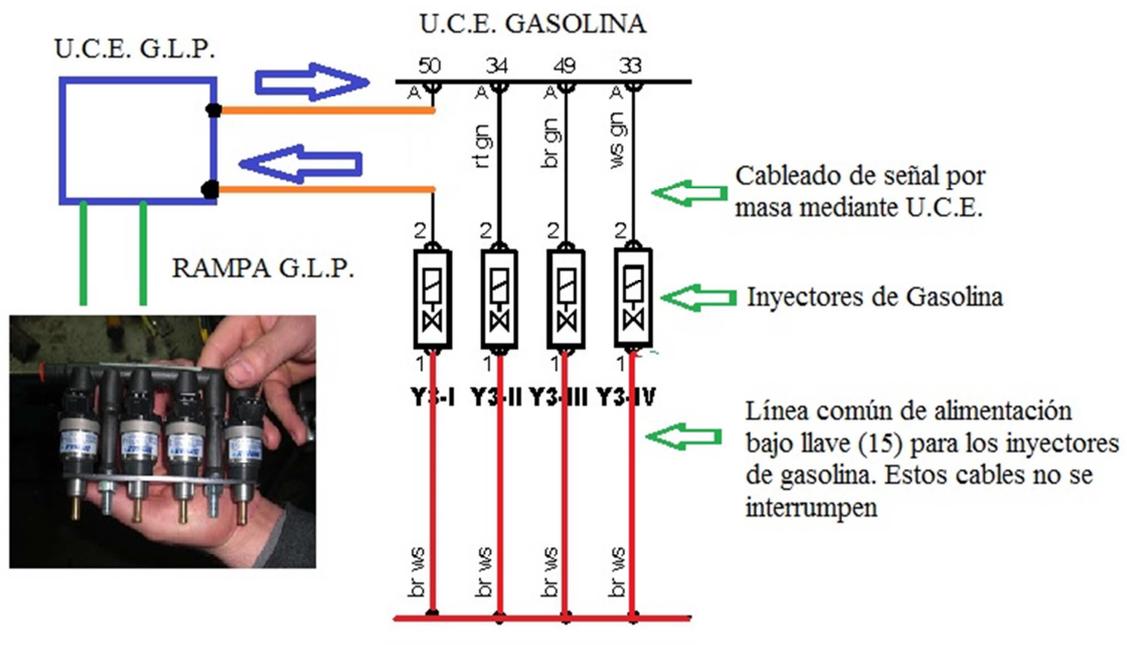


Diagrama: Representación simplificada de la conexión de uno de los inyectores al cableado de la U.C.E.

## **6. Calibración de un equipo G.L.P.**

La calibración de los equipos G.L.P se lleva a cabo en dos fases diferenciadas.

1ª. La primera fase consiste en realizar una adaptación estática. El equipo se conecta al vehículo y se enciende el motor. Automáticamente el equipo G.L.P. detecta las señales procedentes de los sensores, las evalúa y comienza a cambiar automáticamente de gasolina a G.L.P. y de G.L.P. a gasolina para recoger datos y realizar una programación básica de la U.C.E. La única intervención que realiza el operario es la de acelerar el motor cuando lo indique el software para realizar una adaptación previa para medias y altas revoluciones.

2ª. La segunda fase consiste en realizar una prueba dinámica en carretera y realizar ajustes con el motor en marcha y bajo diferentes cargas de motor (baja, media y alta).

Algunos equipos ya vienen preconcebidos para un tipo de vehículo específico y no es necesario realizar la adaptación estática. Directamente se puede salir a carretera a adaptar el vehículo. En la presentación de Power Point vienen ejemplos en un vídeo explicativo bastante detallado de todo el proceso.

## **7. Mantenimiento y Homologación del equipo.**

### **7.1 Mantenimiento.**

El mantenimiento del equipo GLP se limita al cambio del filtro, el resto de componentes, incluido los manguitos, son de duración permanente y no requieren sustitución alguna excepto en caso de avería.

El mantenimiento depende de cada equipo, ya que cada fabricante interpone los periodos de sustitución, no obstante aquí mostramos un periodo medio equivalente a cualquier fabricante.

1. El primer mantenimiento se realiza con 30.000km, en él se cambia el filtro de combustible GLP y se verifica mediante software y con una prueba de conducción dinámica que el equipo está perfectamente calibrado y no ha sufrido variaciones.
2. Los siguientes mantenimientos son cada 60.000 km para la sustitución del filtro de combustible GLP.
3. Cada 300.000 km se debe realizar una prueba de conducción dinámica del vehículo y reajustar , si es necesario, el equipo para ajustarlo al desgaste del motor tras recorrer un gran número de km.

### **7.2 Homologación.**

La homologación del equipo es similar a la de homologar una bola para remolque, incluido en las tasas, son prácticamente similares.

Se requieren dos documentos básicos para presentarlos en la estación ITV:

1. **Informe de conformidad del fabricante:** lo encontramos en el ANEXO II del RD 866/2010 y es enviado por el proveedor del equipo GLP, que prepara este documento de acuerdo a las exigencias del fabricante del vehículo.
2. **Certificado de taller:** Lo encontramos en el ANEXO III del RD 866/2010 y es cumplimentado por el taller instalador. Basta con poseer la licencia correspondiente del Ministerio de Industria como taller de vehículos.
3. **Pagar la tasa correspondiente,** esta está entre 50 y 70€ dependiendo de la CCAA.

## **8. Análisis de los componentes del motor funcionando a G.L.P.**

### **8.1 Emisiones contaminantes.**

Según AOGLP se reducen en más del 90% las emisiones de partículas y un 15% en las emisiones de CO<sub>2</sub>. El hecho de que se reduzcan tanto los índices de partículas es porque el combustible es limpio y no contiene aditivos ni impurezas sólidas como la gasolina, lo que hace que se quemé mejor. En la presentación de Power Point se encuentra un vídeo explicativo sobre este proceso de emisiones con un analizador de gases.

### **8.2 Análisis de la cámara de combustión.**

El hecho de que el combustible sea más limpio evita la formación de depósitos carbonosos y de óxido en la cámara de combustión y demás elementos anexos. En el vídeo de la presentación Power Point se puede ver como se introduce en endoscopio en un vehículo con GLP instalado y en otro vehículo que solo funciona a gasolina. Ambos vehículos tienen un kilometraje similar, en torno a los 80,000 km.



## 9. Bibliografía y agradecimientos.

### Bibliografía.

- Libro de “Motores y sus Sistemas Auxiliares” de Tecno-Producciones multimedia.
- Libro de “Sistemas Auxiliares del Motor” de ed. Paraninfo.
- Documentación de “iRCONGAS y el retrofrit de GLP”.
- Documentación de “PRINS” obtenido de su web [www.prinsautogas.com](http://www.prinsautogas.com)
- Documentación de “TARTARINI” obtenido del proveedor [www.tartarini-autogas.com](http://www.tartarini-autogas.com)
- Información sobre consumos y rentabilidad en un artículo de [www.motorpasion.com](http://www.motorpasion.com)
- Libro de “Motores” de la ed. McGraw Hill.
- Libro de “Sistemas Eléctricos y de Seguridad y Confortabilidad” ed. Paraninfo.
- Documentación de [www.europegas.pl](http://www.europegas.pl)
- “Manual de Instalaciones G.L.P.” de Cepsa. José Emilio López Sopena.
- “Ventajas e Inconvenientes de G.L.P” [www.coches.net](http://www.coches.net)
- Documentación de “Repsol Autogas”.

### Agradecimientos.

- Agradecemos especialmente a Talleres La Grana ubicado en la Crta. de Corvera a Fuente Alamo (Murcia) por ceder todos sus equipos e instalaciones para la realización de todo el documental gráfico y las pruebas que se han precisado así como la aclaración de las dudas que nos han surgido.
- Al responsable del Equipo de investigación de la Universidad de Cartagena, José Hernández Grau, por la muestra de sus bancos de ensayo y orientaciones sobre la modalidad de vehículos industriales diésel a gas natural.
- Agradecemos a nuestro tutor del proyecto, Vicente Carcelén y a nuestro profesor José Martínez García por su ayuda y colaboración en todos los trámites necesarios para realizar las pruebas.



