



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**

**ENSAMBLAJE DE UN MOTOR NISSAN 1200 C.C. CON
SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO A UNA BOMBA
DE AGUA PARA REGADIO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE TECNÓLOGO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

Realizado por: Cristóbal Eduardo Egües García.

Andrea Tamara Moscoso Brito.

Director: Ing. Fernando Guerrero Palacios.

Cuenca – Ecuador

2010

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por creer en mi y apoyarme en cada paso de mi carrera, a mis compañeros que me ayudaron en todo lo que necesité, a mis profesores porque nunca dudaron de mi capacidad y me apoyaron para que siga adelante y a mi jefe por todo el conocimiento adquirido en su taller.

TAMARA MOSCOSO BRITO.

A la memoria de mi padre por el apoyo y confianza que siempre me dio para poder seguir con mi carrera, a mi madre y hermano, a mi esposa Gaby por todo el apoyo brindado en cada momento y a mi hijo Martín.

CRISTOBAL EGÜES GARCÍA.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades de la Facultad de Ciencia y Tecnología y a los profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz , de manera especial al Ing. Fernando Guerrero, al Ing. Víctor Hugo Andrade y al Ing. Andrés López por el apoyo y confianza que brindaron incondicionalmente en la realización de este trabajo.

RESUMEN

Se desmontó los elementos del motor para revisarlos, comprobar sus holguras, tolerancias, sustituimos y reparamos los componentes.

El banco metálico se diseñó para contener todos los elementos como el motor, las conexiones eléctricas y del tablero de control, el sistema de refrigeración y emisión de gases.

La bomba de agua es de 4 pulgadas la cual se acopló al motor por medio de una transmisión por cadenas.

Se Instaló el sistema de GLP para que el consumo de combustible sea menor que con gasolina, esto se verificó mediante pruebas de campo.

Correspondiente al trabajo de graduación, se encuentra también en el documento los pasos para instalar el nuevo sistema de alimentación y su funcionamiento.

ABSTRACT

The development of the present work included the revision of a 1200 cc engine, to check its features and replace some parts to adapt the functioning with a new fuel. The metal bench was designed to hold the engine, electrical connectors, control panel, cooling system and exhaust.

A four inches water pump was coupled to the engine through a transmission chain. The engine was adapted to a fuel system with liquefied petroleum gas (LP) to reduce the fuel consumption compared with gasoline. This feature was tested in field tests.

As a result of the experimental work, a manual with the steps needed to install the LP fuel system and operation details is presented.

INDICE GENERAL

Dedicatoria.	ii
Agradecimiento.	iii
Resumen.	iv
Abstract.	v
Indice General.	vi

INTRODUCCION.	1
-----------------------	---

CAPÍTULO I**Diagnóstico del Motor Nissan 1200 c.c**

1.1 Desmontaje de los elementos del motor.	3
1.2 Revisión de los elementos del motor.	6
1.3 Comprobación de holguras y tolerancias.	10
1.4 Montaje y medición de los elementos.	19

CAPÍTULO II**Diseño del sistema**

2.1 Selección del sistema de gas licuado de petróleo	26
2.2 Cálculo de consumo de combustible	29
2.3 Selección de la bomba	31
2.4 Diseño del banco metálico	33

CAPÍTULO III**Instalación del Sistema Eléctrico, Refrigeración, Escape y Tablero de Control**

3.1 Conexión de los elementos eléctricos al motor.	48
3.2 Instalación de los elementos de refrigeración al motor	51
3.3 Instalación del sistema de emisión de gases	54
3.4 Instalación del tablero de control	56

CAPÍTULO IV**Instalación del Sistema de Alimentación GLP**

4.1 Instalación del múltiple de admisión	59
4.2 Instalación del carburador para gas licuado de petróleo (mezclador y regulador secundario).	60
4.3 Instalación del evaporador y regulador primario	62
4.4 Colocación de la válvula tipo solenoide	65
4.5 Instalación de tuberías y mangueras de alimentación	67
4.6 Instalación del soporte y cilindro para gas licuado de petróleo	68

Conclusiones y Recomendaciones	70
--	----

Bibliografía	71
------------------------	----

Egües García, Cristóbal Eduardo.
Moscoso Brito, Andrea Tamara.
Trabajo de graduación.
Ing. Fernando Guerrero Palacios.
Marzo del 2010

ENSAMBLAJE DE UN MOTOR NISSAN 1200 C.C. CON SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO A UNA BOMBA DE AGUA PARA REGADIO

INTRODUCCION

En el siguiente trabajo de tesis, el lector encontrará los pasos para hacer funcionar una bomba de agua para riego con un motor de vehículo liviano de marca Nissan 1200 c.c. aplicando un sistema de alimentación que disminuya el costo del combustible para el usuario.

Al elegir el motor Nissan 1200 c.c. se tomó en cuenta el costo y la variedad de sus repuestos en el mercado, que permitieron que la reparación del mismo sea rápida y fácil. Las mismas razones se aplicaron para elegir el sistema de alimentación G.L.P. y la bomba de agua de riego.

Para proceder con la reparación del motor se siguen los pasos que constan en el manual del fabricante, en ellos están las comprobaciones, calibraciones y aprietes necesarios para el correcto funcionamiento.

También se encontrarán las indicaciones para la instalación de los sistemas de refrigeración, eléctrico, tablero de control y de escape de gases; dichas instalaciones son de mucha importancia ya que permiten el control del motor para evitar recalentamientos, ruidos o emisiones de gases contaminados.

Para el montaje del sistema de alimentación G.L.P. se siguen los pasos en un manual de instalación en donde se encuentran recomendaciones y precauciones para no tener problemas con dicha instalación ya que es muy peligroso dejar fugas de gas por su alto nivel de combustión.

Para construir el banco metálico que sostiene el motor Nissan 1200cc., la bomba de agua, el sistema de alimentación G.L.P. y otros elementos, primero se lo diseñó mediante un cálculo estructural, que permitió determinar que el banco metálico puede soportar el peso sin ningún riesgo de deformarse o romperse.

Con el objetivo de disminuir el consumo de combustible se realizó un cálculo basado en la práctica, haciéndole funcionar al motor con el sistema de alimentación a gasolina y luego a gas, comparando así el tiempo, la cantidad y el costo del combustible utilizado.

Para el entendimiento del funcionamiento de la bomba de agua para regadío, que se presenta en ésta tesis, se utilizan fotografías, gráficos, fórmulas y tablas, con lo que se trata de explicar como se realizan las reparaciones, ensamblajes, instalaciones y cálculos para llegar al objetivo del trabajo.

Se espera que éste trabajo de grado que está orientado al campo agrícola, permita que los agricultores utilicen de manera eficaz el agua, para poder aumentar su producción y remuneración economizando recursos.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL MOTOR NISSAN 1200 C.C

Es recomendable realizar una calibración previa del motor antes de comprobar la presión de compresión en cada uno de los cilindros, sin embargo, en el motor Nissan 1200 c.c no fue posible realizar la medición de la presión debido a que el mismo se encontraba despiezado al momento de la compra, además no disponía de aceite para la lubricación; por estos motivos se decidió desmontarlo totalmente para realizar las reparaciones necesarias.

1.1.- Desmontaje de los elementos del motor

Se desmonta las partes eléctricas y elementos externos del motor, el depurador, el alternador, la banda del ventilador, el ventilador y la polea del cigüeñal. Se desmonta la bomba de aceite con el filtro de aceite y se retira el aceite del motor.

Se retira el cable de alta tensión (con la tapa del distribuidor puesta y sus respectivos cables), bujías de encendido y se retira el conjunto del distribuidor con sus debidas señales, la bomba de combustible, la tapa del termostato y el termostato, la bomba de agua y las cañerías del sistema de refrigeración.



Fig.1.1.- Motor Nissan 1200 c.c.

Fuente: creación de los autores

1.1.1.- Desmontaje de las partes del bloque

Para empezar el desmontaje de los elementos del bloque motor es necesario retirar la culata y con esta también las varillas de empuje.

El primer paso es poner a punto la distribución, haciendo coincidir los pistones 1 y

4 en el pms y que las señales de las ruedas dentadas del árbol del cigüeñal y del árbol de levas estén alineadas, -ver figura 1.2.- seguido se retira el tensor de la cadena, las catalinas dentadas del árbol del cigüeñal, del árbol de levas con la respectiva cadena.

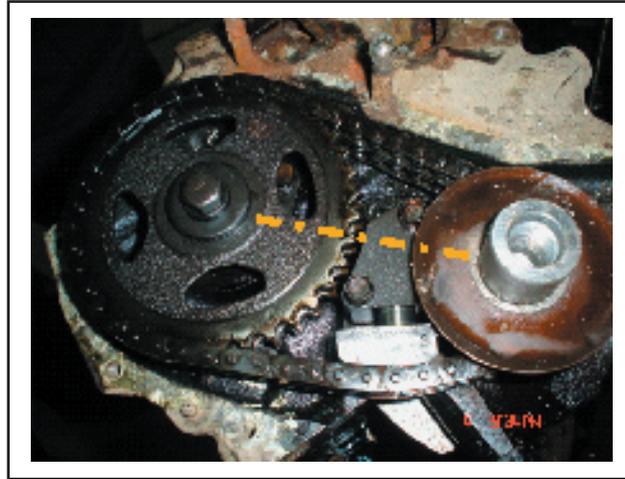


Fig.1.2.- Sistema de distribución

Fuente: creación de los autores

Se invierte la posición del motor para retirar el cárter y el pre filtro de aceite. Se gira el motor un cuarto de vuelta para sacar el pistón junto con el brazo de biela, tomando en cuenta que cada muñequilla de biela debe ir señalada al lado de empuje desde el frente del motor; se retiran los cojinetes del brazo de biela y los segmentos del pistón, este proceso se repite para los cuatro pistones.



Fig.1.3.- Parte inferior del bloque motor

Fuente: creación de los autores

Se desmonta el volante de inercia, la tapa del cojinete principal y el sello de aceite posterior.



Fig.1.4.-Volante de inercia
Fuente: creación de los autores

Se desmonta el árbol del cigüeñal y el árbol de levas después de sacar la placa de sujeción del mismo contra el bloque. Por último procedemos a extraer los taqués o levantadores.



Fig.1.5.- Cigüeñal
Fuente: creación de los autores



Fig.1.6.- Seguro del árbol de levas
Fuente: creación de los autores

1.1.2.- Desmontaje de las partes de la culata

Se desmonta el conjunto del árbol de balancines, señalando la posición de cada uno de ellos, se debe observar que por uno de los agujeros centrales para ensamblaje de la culata al bloque se disponga de los orificios para lubricar el eje de balancines, además señalamos el perno que ingresa en este agujero y que permite fluir al aceite de lubricación.



Fig.1.7.- Culata

Fuente: creación de los autores

Se desmontan las válvulas de la culata del cilindro utilizando un levantador apropiado, teniendo cuidado de no perder el asiento del resorte, el sombrerete, el muelle de las válvulas y los seguros cónicos.



Fig.1.8.- Conjunto de válvulas

Fuente: creación de los autores

1.2.- Revisión de los elementos del motor

Para la revisión de los elementos del motor es necesario limpiarlos con un desengrasante, el cual remueve toda la grasa, aceite y los residuos de la combustión saturados en los mismos.

Se procede a revisar que el bloque motor no tenga fisuras internas y externas, que los cilindros al igual que los asientos donde van los cojinetes de bancada y los bujes del árbol de levas no tengan rallones o señales de recalentamiento y que no tenga

deformaciones en donde se asienta la culata.

También se revisa que los conductos de lubricación y refrigeración no se encuentren obstruidos.



Fig.1.9.- Bloque motor

Fuente: creación de los autores



Fig.1.10.- Bancadas del cigüeñal

Fuente: creación de los autores

Se continúa revisando que el cigüeñal no tenga fisuras, rallones y recalentamiento en las muñequillas donde van montados los brazos de biela y las bancadas; también es necesario revisar que los conductos de lubricación no estén obstruidos.



Fig.1.11.- Agujeros de lubricación del cigüeñal

Fuente: creación de los autores

Para revisar el árbol de levas se procede de la misma manera que el cigüeñal.



Fig.1.12.- Árbol de levas

Fuente: creación de los autores

Se revisa que los pistones no tengan rallones, fisuras y recalentamiento al igual que los segmentos.

En los brazos de biela se procede de igual manera a revisar y señalar el lado de empuje y el orden de las mismas en el motor, también se comprueba que los conductos de lubricación no estén obturados.



Fig.1.13.- Pistón

Fuente: creación de los autores



Fig.1.14.- Brazo de biela

Fuente: creación de los autores

Se procede a revisar que la culata no tenga fisuras, rallones y recalentamiento; también la planicidad la misma que no debe rebasar la tolerancia de 0,02 mm de deformación y que los conductos de lubricación y refrigeración no estén obturados.

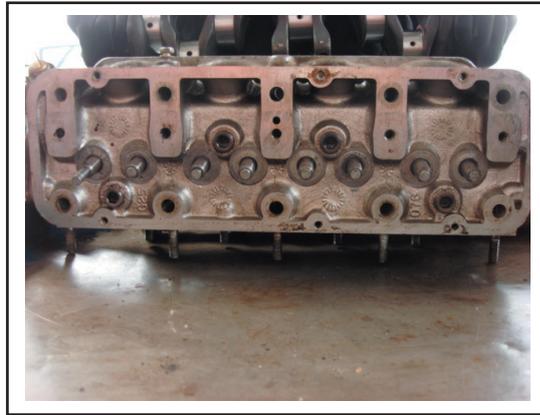


Fig.1.15.- Culata

Fuente: creación de los autores

Se revisa que los conductos del árbol de balancines no estén obstruidos, que los balancines, las varillas, los levantadores de válvulas no tengan rallones y fisura



Fig.1.16.- Levantadores de válvulas

Fuente: creación de los autores



Fig.1.17.- Balancín

Fuente: creación de los autores



Fig.1.18.- Componentes de la culata

Fuente: creación de los autores

1.3.- Comprobación de holguras y tolerancias

1.3.1.- Comprobación del bloque motor y sus elementos

a) Conicidad y ovalización

Las primeras comprobaciones y medidas se hacen en los cilindros, éstas son medidas de conicidad y ovalización del cilindro en los ejes (x-y), que se realizan con una herramienta llamada alexómetro el mismo que debe ser calibrado para ser utilizado.

Medidas tolerables de los cilindros del motor Nissan 1200c.c. 73.050mm a 73.00mm

Limite de desgaste: 0.2 mm

Medidas obtenidas en los cilindros

EJE X			
Cilindro #1	Cilindro #2	Cilindro #3	Cilindro #4
X0= 73.03 mm	X0= 73.04 mm	X0= 73.045 mm	X0= 73.045 mm
X1= 73.04 mm	X1= 73.03 mm	X1= 73.055 mm	X1= 73.04 mm
X2= 73.01 mm	X1= 73.03 mm	X2= 73.02 mm	X2= 73.03 mm
X3= 73.01 mm	X3= 73.015 mm	X3= 73.01 mm	X3= 73.02 mm

EJE Y			
Cilindro #1	Cilindro #2	Cilindro #3	Cilindro #4
Y0= 73.05 mm	Y0= 73.03 mm	Y0= 73.035 mm	Y0= 73.07 mm
Y1= 73.04 mm	Y1= 73.04 mm	Y1= 73.03 mm	Y1= 73.03 mm
Y2= 73.03 mm	Y2= 73.015 mm	Y2= 73.015 mm	Y2= 73.02 mm
Y3= 73.01 mm	Y3= 73.005 mm	Y3= 73.005 mm	Y3= 73.005 mm

Tabla.1.1.- Medidas de holguras y tolerancias obtenidas en los cilindros

Fuente: creación de los autores

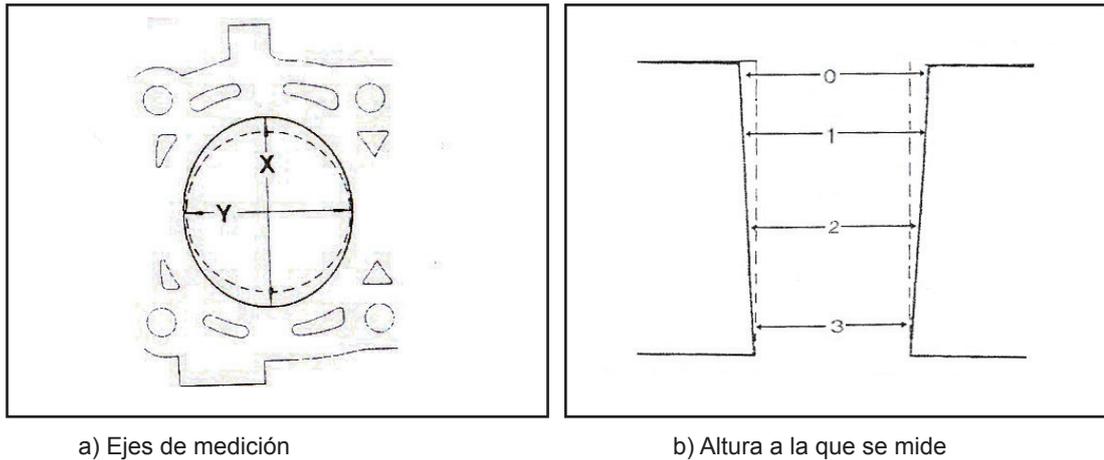


Fig.1.19.- Medición de los cilindros

Fuente: creación de los autores

CILINDROS												
Alturas a la que se mide	1			2			3			4		
	X	Y	x-y									
	mm	mm	mm									
0	73.03	73.05	0.02	73.04	73.03	0.01	73.05	73.04	0.01	73.05	73.07	0.02
1	73.04	73.04	0	73.03	73.04	0.01	73.06	73.03	0.03	73.04	73.04	0
2	73.01	73.03	0.02	73.02	73.02	0	73.02	73.02	0	73.03	73.03	0
3	73.01	73.01	0	73.02	73.01	0.01	73	73	0	73.02	73.01	0.01
Conicidad (valor mayor-valor menor)	0.03	0.04			0.03		0.06	0.04		0.03	0.06	

Tabla.1.2.- Medidas obtenidas en los ejes x-y de ovalización y conicidad

Fuente: creación de los autores

Como la máxima conicidad es de 0,06mm en el sentido “x” del cilindro 3 y en “y” del cilindro 4; no se necesita rectificar los cilindros debido a que la tolerancia es de 0,2mm; a su vez la máxima ovalización es de 0,03mm en el tercer cilindro a la altura “1” según el gráfico 1.19.-, b), por lo tanto, tampoco se rebasa el límite tolerable y no es necesario rectificar.

b) Planicidad del bloque motor

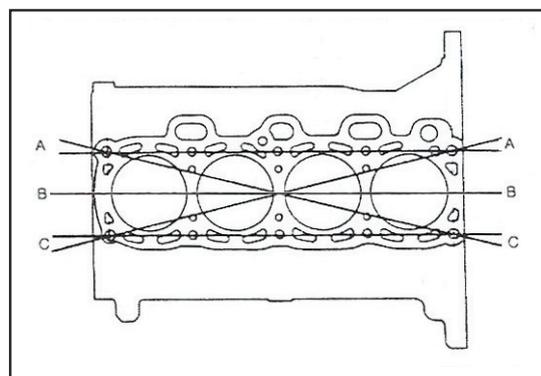


Fig.1.20.- Medición de la planicidad del bloque motor

Fuente: creación de los autores

Se mide la planicidad de la superficie del bloque para verificar si existen deformaciones del mismo, con una galga de espesores y una regla metálica totalmente plana en los sentidos AA, BB, CC, AC Y CA indicadas en la figura 1.20.

Medidas tolerables

Máxima: 0.02 mm

Medida obtenida: 0.02 mm

No fue necesario rectificar la superficie, por estar dentro de lo tolerable.

c) Holgura entre la falda del pistón y el cilindro

Esta comprobación se la realiza entre la falda y el cilindro con una galga; estas medidas van de acuerdo al manual del fabricante y la tolerancia oscila entre 0.023 a 0.043 mm.

Medidas Obtenidas

Cilindro #1= 0.04 mm

Cilindro #2= 0.04 mm

Cilindro #3= 0.04 mm

Cilindro #4= 0.04mm

Por lo tanto no es necesario rectificar el cilindro.

d) Comprobación del diámetro del pistón en la falda

Medidas tolerables del diámetro exterior de la falda son de 72.967mm a 73.017 mm.

Medidas Obtenidas

Punto 1= 72.998 mm

Punto 2= 72.998 mm

Punto 3= 72.998 mm

Punto 4= 72.998 mm

Se puede observar que las medidas están dentro de lo tolerable por lo que no es necesario sustituir los pistones.

e) Holgura entre segmento y ranura

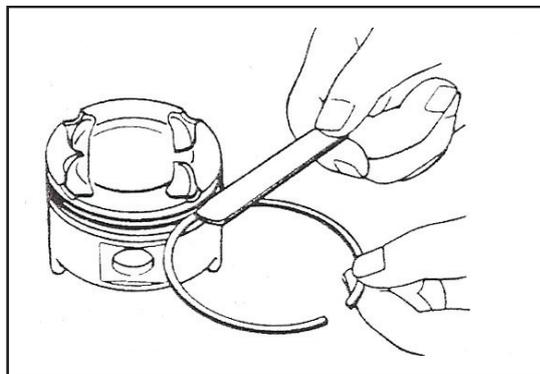


Fig.1.21.- Segmento y ranura del pistón

Fuente: - NISSAN MOTOR CO., LTD. Manual de servicio. Japón. Tokio. 1974.

Esta medida es lateral y se debe comprobar que el segmento gire en su ranura.

Las medidas tolerables son:

Segmento de Fuego= 0.04 a 0.07 mm

Segmento de Compresión= 0.04 a 0.07 mm

Segmento de Aceite= 0.04 a 0.08 mm

	Cilindro #1	Cilindro #2	Cilindro #3	Cilindro #4
Segmento Fuego	0.05 mm	0.05 mm	0.05 mm	0.05 mm
Segmento Compresión	0.055 mm	0.055 mm	0.055 mm	0.055 mm
Segmento Aceite	0.06 mm	0.06 mm	0.06 mm	0.06 mm

Tabla.1.3.- Medidas de la holgura de los segmentos

Fuente: creación de los autores

Las medidas están dentro de lo tolerable, pero se sustituyeron todos los segmentos por seguridad para evitar cualquier fuga.

f) Holgura entre los extremos de los segmentos



Fig.1.22.- Luz del segmento

Fuente: creación de los autores

Esta medida es muy importante porque de ella depende que el cilindro quede herméticamente sellado, para que el aceite no pase a la cámara de combustión.

Las medidas tolerables son:

Segmento de fuego: 0.2 a 0.35 mm

Segmento de compresión: 0.2 a 0.35 mm

Segmento de aceite: 0.3 a 0.9 mm

Medidas Obtenida

	Cilindro #1	Cilindro #2	Cilindro #3	Cilindro #4
Segmento Fuego	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm
Segmento Compresión	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm
Segmento Aceite	0.45 mm	0.45 mm	0.45 mm	0.45 mm

Tabla.1.4.- Medidas obtenidas de la holgura de los segmentos

Fuente: creación de los autores

Las medidas están dentro de lo tolerable por lo que no fue necesario reemplazar los pistones ni rectificar los cilindros, únicamente se reemplazaron los segmentos a medida estándar debido al desgaste normal y para prevenir fugas de compresión o paso de aceite.

g) Holgura axial del cigüeñal

Medidas tolerables

Axial: 0.05 mm a 0.15 mm

Límite de la holgura: 0.30 mm

Medida Obtenida: 0.05 mm

h) Conicidad y ovalización del cigüeñal

Bancadas

Moñones del cigüeñal: 49.951 a 49.965 mm

Medidas Obtenidas

Muñequilla de bancada	X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	Conicidad x mayor- x menor (mm)	Y1 (mm)	Y2 (mm)	Y3 (mm)	Ovalización 1 x1-y1	Ovalización 2 x2-y2	Ovalización 3 x3-y3
1	49.95	49.95	49.95	0	49.95	49.965	49.95	0	0.015	0
2	49.95	49.95	49.95	0	49.95	49.965	49.95	0	0.015	0
3	49.95	49.95	49.95	0	49.94	49.94	49.94	0.01	0.01	0.01
4	49.95	49.95	49.95	0	49.94	49.94	49.94	0.01	0.01	0.01
5	49.95	49.95	49.95	0	49.95	49.945	49.945	0	0.005	0.005

Tabla.1.5.- Medidas de conicidad y ovalización en los moñones del cigüeñal

Fuente: creación de los autores

Bielas

Muñequillas de biela del cigüeñal: 44.961 a 44.975 mm

Medidas Obtenidas

Muñequilla de biela	X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	Conicidad x mayor- x menor (mm)	Y1 (mm)	Y2 (mm)	Y3 (mm)	Ovalización 1 $ x1-y1 $	Ovalización 2 $ x2-y2 $	Ovalización 3 $ x3-y3 $
1	44.98	44.975	44.975	0.005	44.97	44.965	44.97	0.01	0.01	0.005
2	44.97	44.965	44.97	0.005	44.955	44.95	44.96	0.015	0.015	0.01
3	44.97	44.96	44.965	0.01	44.955	44.95	44.955	0.015	0.01	0.01
4	44.965	44.965	44.97	0.005	44.965	44.96	44.965	0	0.005	0.005

Tabla.1.6.- Medidas de conicidad y ovalización en las muñequillas de biela

Fuente: creación de los autores

El cigüeñal se encuentra dentro de las medidas del fabricante por lo que no fue necesario rectificarlo.

i) Alabeo del cigüeñal

Este proceso se lo realiza en un torno con un reloj comparador que permite realizar las medidas precisas del cigüeñal.

Medidas tolerables

Conicidad y excentricidad del muñón: 0.01 mm

Máxima: 0.03 mm

Medidas Obtenidas

Moñón #	Medidas mm
	mm
1	0.03
2	0.02
3	0.02
4	0.02
5	0.01

Tabla.1.7.- Medidas del alabeo del cigüeñal

Fuente: creación de los autores

Las medidas obtenidas están dentro de lo tolerable.

j) Holgura de las bancadas del cigüeñal

Esta medida se realiza para saber la holgura del paso del aceite para la correcta lubricación.

Medida tolerable

Holgura del cojinete principal: 0.02 mm a 0.062 mm

Límite de desgaste: 0.01 mm

Se reemplazaron los cojinetes de biela y bancada a medida estándar por su desgaste normal.

1.3.2.- Comprobaciones de la culata y sus elementos

k) Planicidad de la culata

Se mide la planicidad de la superficie de la culata para verificar si existen deformaciones de la misma, con una galga de espesores con la ayuda de una regla metálica totalmente recta en los mismos sentidos que se muestran en la figura 1.20.- pero en la culata.

Máxima holgura permitida

Máxima: 0.05 mm

Medida Obtenida: 0.02 mm

Al estar la medida dentro de la tolerancia no fue necesario rectificar la culata.

l) Holguras de guías y vástagos de las válvulas

Esta comprobación se realiza con la ayuda de un reloj comparador para verificar el juego de la válvula con la guía.

Medidas tolerables

Válvulas de admisión: 0.015 mm a 0.045 mm

Máximo: 0.1 mm

Válvulas de escape: 0.040 mm a 0.070 mm

Máximo: 0.1 mm

Medidas Obtenidas

		Cilindro			
		#1	#2	#3	#4
Válvulas de admisión		0.04	0.04	0.035	0.04
Válvulas de escape		0.05	0.05	0.06	0.06

Tabla.1.8.- Holguras entre válvulas y sus guías

Fuente: creación de los autores

Las válvulas y guías están dentro de la tolerancia por lo que no fue necesario sustituirlas.

m) Altura de la cabeza de la válvula

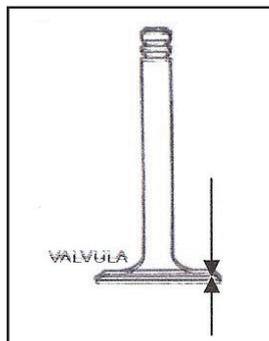


Fig.1.23.- Altura de la válvula

Fuente: creación de los autores

El espesor no debe ser menor de 0.4 mm, esta medida se la realiza con un calibrador pie de rey.

Medidas tolerables

Válvula de admisión: 1.3 mm

Válvula de escape: 1.8 mm

Medidas Obtenidas

	Cilindro			
	#1	#2	#3	#4
Válvulas de admisión	1.15	1.15	1.15	1.15
Válvulas de escape	1.25	1.25	1.25	1.25

Tabla.1.9.- Medida de la altura de las válvulas

Fuente: creación de los autores

Las válvulas están dentro de las tolerancias por lo que no fue necesario sustituirlas, ni rectificar los asientos de las mismas.

n) Conicidad y ovalización del árbol de levas (X-Y)

Esta comprobación se realiza para verificar que el árbol de levas no tenga deformaciones, con una herramienta llamada micrómetro.

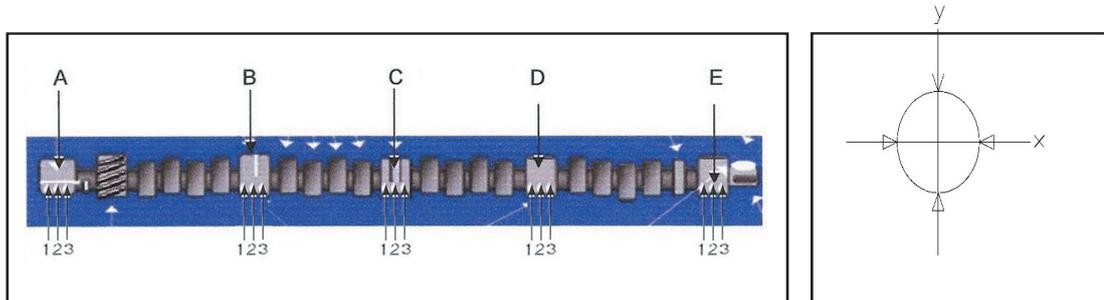


Fig.1.24.- Árbol de levas

Fuente: creación de los autores

Tolerancia máxima: 0.15 mm

Medidas reales

	X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)	Conicidad x mayor- x menor (mm)	Y1 (mm)	Y2 (mm)	Y3 (mm)	Conicidad y mayor- y menor (mm)	Ovalización 1 x1-y1	Ovalización 2 x2-y2	Ovalización 3 x3-y3
A	43.78	43.78	43.78	0	43.78	43.78	43.78	0	0	0	0
B	43.28	43.28	43.28	0	43.28	43.28	43.28	0	0	0	0
C	35.5	35.5	35.5	0	35.495	35.495	35.495	0	0.005	0.005	0.005
D	42.775	42.775	42.775	0	42.775	42.775	42.775	0	0	0	0
E	41.26	41.26	41.26	0	41.21	41.21	41.21	0	0.05	0.05	0.05

Tabla.1.10.- Medidas de conicidad y ovalización del árbol de levas

Fuente: creación de los autores

El árbol de levas esta dentro de la tolerancia y no tiene deformaciones, por lo que no necesita ser rectificado.

o) Altura de las levas

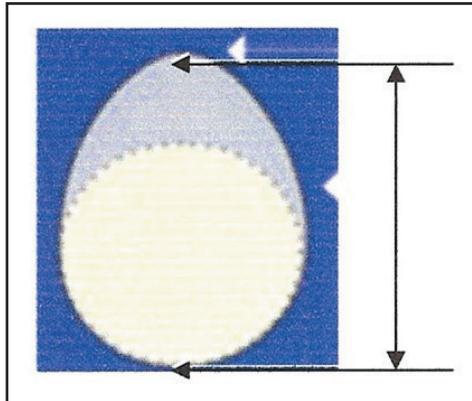


Fig.1.25.- Altura de la Leva

Fuente: creación de los autores

Medidas tolerables: 36.45 a 36.55 mm

Límite de desgaste: 0.05 mm

Datos del árbol de levas

	Leva			
	#1	#2	#3	#4
Leva de admisión	36.5	36.5	36.5	36.5
Leva de escape	36.5	36.5	36.5	36.5

Tabla.1.11.- Medida de la altura de las levas

Fuente: creación de los autores

Las levas están dentro de las medidas tolerables, no presenta desgaste.

p) Comprobación del alabeo del árbol de levas

Esta comprobación se realiza en un torno con un reloj comparador.

Medida tolerable: 0.015 mm

Límite del alabeo: 0.05 mm

Datos del alabeo del árbol de levas

	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm
X-Y	0	0	0	0.02	0	0	0	0

Tabla.1.12.- Medidas del alabeo del árbol de levas

Fuente: creación de los autores

En conclusión se tiene que el árbol de levas está en buen estado, sin ningún problema.

1.4.- MONTAJE Y MEDICIÓN DE LOS ELEMENTOS

Luego de las respectivas mediciones y comprobaciones hay elementos que no van a ser sustituidos porque sus medidas están dentro de las tolerancias del fabricante.

Cada elemento que va a ser montado o armado necesita una limpieza minuciosa, para evitar rallones o alteraciones en las medidas.

A continuación se procede a armar el bloque motor. Primero se colocan los cojinetes nuevos de bancada a medida estándar, en la parte donde se asienta el cigüeñal y en las respectivas bancadas, teniendo en cuenta que los agujeros de lubricación coincidan con los del bloque motor y entre cojinete y cojinete deben coincidir las muescas para evitar que estos giren alrededor del cigüeñal; seguido se mide la luz de lubricación con un hilo de plástico (plasti-gauge) y su medida debe tener un rango de 0.051 mm a 0.076 mm ajustando con el torque especificado por el fabricante que es de -48.80 a 51.51 Nm-. La holgura axial del cigüeñal es de 0.05 a 0.015 mm.

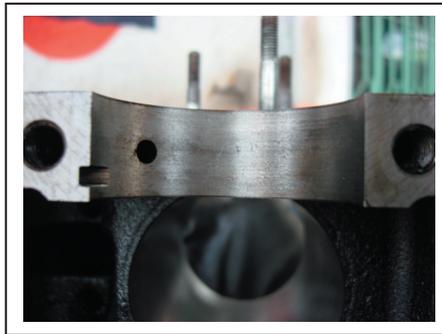


Fig.1.26.- Bancada del Cigüeñal

Fuente: creación de los autores

Las medidas están dentro de la tolerancia por lo que no hay problema en continuar con el armado del bloque motor.

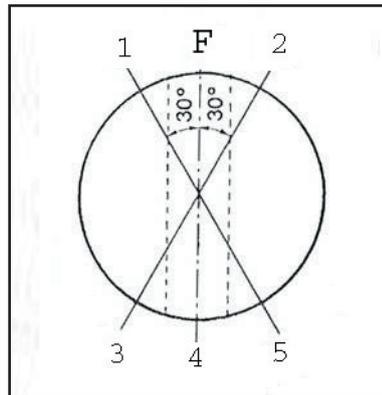
Ahora se colocan los cojinetes a medida estándar en la parte de la biela y el sombrere de la biela haciendo coincidir los agujeros de lubricación y las muescas, seguido se mide la luz de lubricación con un hilo de plástico (plasti-gauge) que debe estar dentro de un rango de 0.051 a 0.076 mm; el torque especificado por el fabricante es de -31.18 a 37.96 Nm-. Las medidas están dentro de lo tolerable.



Fig.1.27.- Bancada de biela

Fuente: creación de los autores

Continuando con el armado, se colocan los segmentos de fuego, compresión y aceite en los pistones en su debida posición para poder montarlos en el bloque motor.



5	Segmento de aceite inferior
4	Segmento de aceite separador
3	Segmento de aceite superior
2	Segmento de compresión
1	Segmento de fuego
F	Frente de el motor
#	Elemento

Fig.1.28.- Posición de los segmentos

Fuente: creación de los autores



Fig.1.29.- Pistones en el bloque motor

Fuente: creación de los autores

Se colocó los mismos pistones a medida estándar ya que no se encontró mayor desgaste, únicamente se procedió a bruñir los cilindros y a limpiar los pistones.



Fig.1.30.- Pistón

Fuente: creación de los autores

Se procede a colocar los cojinetes del árbol de levas dentro del bloque motor teniendo en cuenta su posición y que sus agujeros de lubricación coincidan con los agujeros de lubricación del bloque motor; luego se monta el árbol de levas teniendo en cuenta su posición, se sella la parte posterior con un tapón y en la delantera se coloca el retenedor de aceite y se asegura con una media luna metálica. Luego se montan los taqués o levantadores de las válvulas.



Fig.1.31.- Cojinete del árbol de levas

Fuente: creación de los autores

Para poner a punto la distribución es importante colocar el pistón del cilindro # 1 en el punto muerto superior en fase de traslape y solape en las válvulas.

Para armar la distribución se coloca el retenedor de aceite en la parte delantera del cigüeñal, a continuación se montan las ruedas dentadas del árbol de levas y del árbol del cigüeñal, para el ajuste de la altura de los dientes se usan arandelas de ajuste; se coloca la cadena de regulación y la rueda dentada del árbol de levas, su torque de apriete es de -39.31 a 47.45 Nm.

Para que exista sincronización entre el árbol de levas y el cigüeñal, se debe armar las catalinas respectivas con las marcas que estas disponen alineadas tal como se muestran en la figura 1.32, se coloca el tensionador de la cadena de regulación. Por último se coloca la tapa de la distribución con su respectiva junta con agente de sellado.

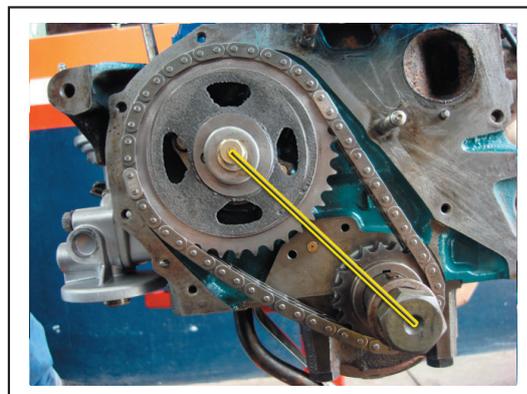


Fig.1.32.- Distribución

Fuente: creación de los autores

Seguido se coloca la bomba de agua con su respectiva junta con agente de sellado en ambos lados.

Se coloca el retenedor de aceite posterior en el cigüeñal y el volante de inercia con un apriete de 63.71 a 73.20 Nm.

Luego se coloca el pre filtro de aceite con su junta y se tapa la parte baja del bloque motor con el cárter de aceite sellando con la junta y agente de sellado.

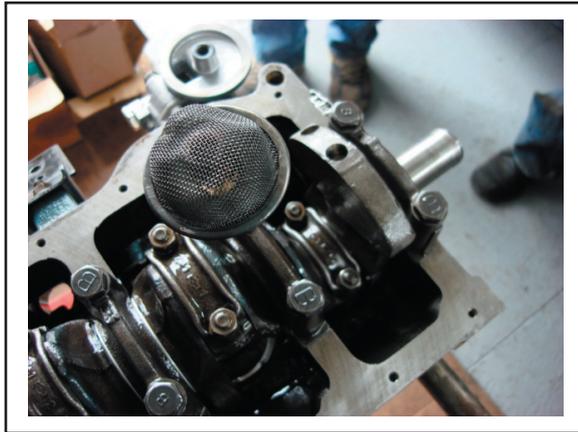


Fig.1.33.- Colador de aceite

Fuente: creación de los autores

A continuación se procede armar la culata:

Antes de montar los elementos de la culata, se procede a asentar las válvulas con pasta abrasiva para que los asientos tanto de la culata como de la válvula obturen al momento de estar cerradas, evitando posibles fugas de compresión, gases y aceite.

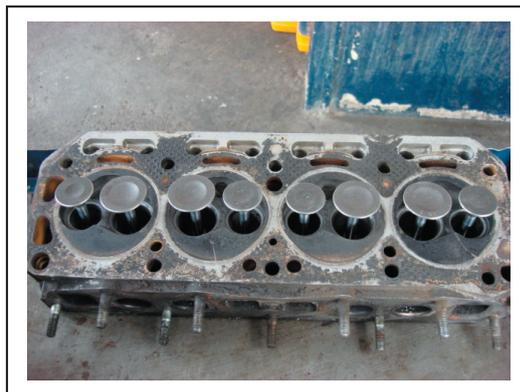


Fig.1.34.- Asentada de válvulas en la culata

Fuente: creación de los autores

Se colocan primero las arandelas o lainas en la parte en donde se asientan los muelles de válvulas, luego se colocan las juntas de válvulas que evitan el paso del aceite, seguido de las válvulas, los muelles de válvulas con sus respectivas cazoletas y seguros que no permitirán que los muelles se salgan, para estar seguro que están bien armadas las válvulas se las golpea con un martillo de goma.



Fig.1.35.- Montaje de juntas de válvulas

Fuente: creación de los autores



Fig.1.36.- Elementos de armado de las válvulas

Fuente: creación de los autores

Se procede a armar el árbol de balancines con sus respectivos muelles separadores, las bancadas y balancines de válvulas; luego se monta sobre de las válvulas.



Fig.1.37.- Árbol de balancines

Fuente: creación de los autores

Colocamos las varillas levantadoras dentro del bloque motor, aflojando los tornillos de calibración totalmente para evitar que se deformen cuando se asiente la culata sobre el bloque de cilindros.



Fig.1.38.- Culata

Fuente: creación de los autores

Asentamos la culata en el bloque de cilindros teniendo en cuenta que los centros de los extremos estén bien colocados para evitar el movimiento del empaque; el perno central tiene la característica de tener conducto de lubricación por lo que es muy importante ponerlo en el lugar correcto; luego se da el torque de apriete de 69.14 a 78.63 Nm con un orden de apriete:

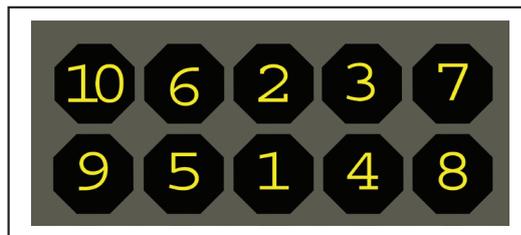


Fig.1.39.- Orden de apriete de la culata

Fuente: creación de los autores

Ahora se procede a la calibración de las válvulas en frío, la medida es de 0.35 mm tanto para las válvulas de admisión como para las válvulas de escape.

El primer paso para la calibración es poner el pistón del cilindro # 1 en fase de traslapeo y solapeo y la señal de la polea del cigüeñal debe estar en la marca cero, se calibra la de admisión y escape del cilindro #1, la de admisión del cilindro #2, la de escape del cilindro #3, se da vuelta el cigüeñal hasta que el pistón del cilindro #4 este en fase de traslapeo y solapeo y la señal de la polea del cigüeñal en cero; se calibran las válvulas de admisión y escape del cilindro #4, la válvula de admisión del cilindro #3 y la válvula de escape del cilindro #2.

Colocamos el distribuidor sincronizadamente, el rotor debe estar apuntando al cilindro #1. Cuando las válvulas del cilindro #4 traslapen y la polea del cigüeñal esté en cero grados (0°).

Se colocan los colectores de admisión y escape con sus respectivas juntas, y el carburador que va en la parte superior y el depurador con el filtro de aire.

Se coloca la tapa de las válvulas con su respectiva junta que evitará el paso de aceite hacia el exterior.

Se coloca el termostato y la tapa del termostato con la junta y agente sellante. Luego se coloca base y filtro de aceite.

Se colocan las poleas de la bomba de agua y del cigüeñal, se monta el alternador para poner la banda que las hace girar. Una vez colocada la banda se monta el ventilador.

Se coloca la bomba de gasolina con la junta y agente sellante, con sus cañerías; luego se coloca el motor de arranque y las bases que sostienen el motor.

Ahora se procede a instalar el sistema eléctrico, como los cables de bujías, la bobina de encendido y las conexiones respectivas.

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL SISTEMA

2.1.- SELECCIÓN DEL SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

Se eligió como combustible el gas licuado de petróleo para el motor Nissan 1200 c.c. por su bajo costo en el mercado y debido a que el rendimiento es similar al de la nafta; de ésta manera mejoramos la eficiencia de la bomba de agua por unidad monetaria invertida en el funcionamiento.

El sistema G.L.P. debe ser instalado con mucho cuidado y siguiendo los pasos recomendados por el fabricante del sistema.

Concepto del Gas Licuado de Petróleo

El gas licuado de petróleo es *“una mezcla de hidrocarburos gaseosos a temperatura y presión ambiental, mantenida en estado líquido por aumento de presión y/o descenso de temperatura. Esta compuesto principalmente por propano- butano y puede contener propileo y butileno.”*¹

Propiedades y Características

El G.L.P. es incoloro e inodoro por lo que para detectar su presencia se le añade un líquido especial “agente odorante” que le da al G.L.P. un olor desagradable.

El G.L.P. se deriva principalmente del gas natural o de los gases de la refinación del petróleo. El GLP en forma de líquido es 250 veces más denso que en la forma gaseosa.

Una de las principales características del G.L.P. es que la combustión es más limpia que la mayoría de los combustibles alternativos. Es un combustible de fácil transpor-tación, lleva energía donde otras fuentes no llega.

Tiene una gran capacidad de entrega de calor. La densidad del G.L.P. es de 532 Kg/m³. La relación estequiométrica gas-aire requerida para la combustión con el propano es 1:24. La relación estequiométrica gas-aire requerida para la combustión con el butano es de 1:30.

La relación estequiométrica gas-aire requerida para la combustión con los dos componentes propano- butano es de 1:27.

¹ ingenieriadegas.blog.spot.com/2007/11/gas-licuado-de-petróleo.html

El cilindro de gas licuado de petróleo de uso doméstico es de 15 Kg. Características principales que diferencian al propano del butano.

Una de las características principales que diferencian al propano del butano es la tensión de vapor, que corresponde a la presión de la fase gaseosa en equilibrio con la fase líquida dentro de un recipiente cerrado.

Por ejemplo, la tensión de vapor del butano a 0° C es de 0,005 bar y a 0,15 ° es de 0,8 bar, mientras que para el propano ésta misma es de 4 bar y cerca de 6,5 bar respectivamente.

Al cambiar los porcentajes de propano y butano, se producen grandes variaciones de presión de la mezcla.

Dicha presión sube también al subir la temperatura, por lo que hay grandes variaciones del volumen del G.L.P. en estado líquido. Por lo tanto, si un recipiente está completamente lleno de G.L.P. en estado líquido y la temperatura sigue subiendo, la presión aumentará rápidamente pudiendo incluso explotar éste. Es indispensable no llenar el recipiente del todo con G.L.P. líquido.

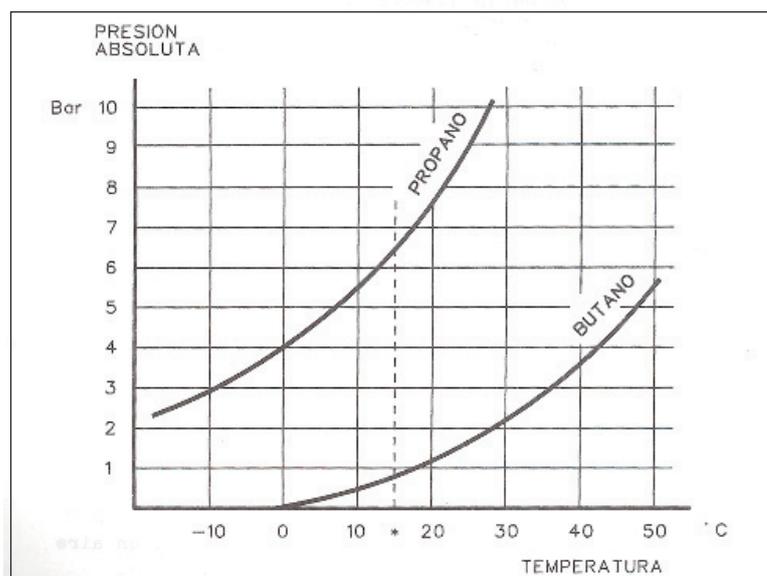


Fig.2.1.- Diagrama presión absoluta – temperatura del G.L.P.

Fuente: - STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas Italia.

Otra característica que diferencia al propano del butano es el punto de ebullición, es decir la temperatura en la que pasa del estado líquido al estado gaseoso.

Mientras que el propano no se gasifica más y permanece líquido a una temperatura de -43° C, al butano le pasa lo mismo a 0° C.

Este factor en climas fríos obliga a utilizar mezclas con porcentajes de propano bastante elevados, con el fin de favorecer la gasificación.

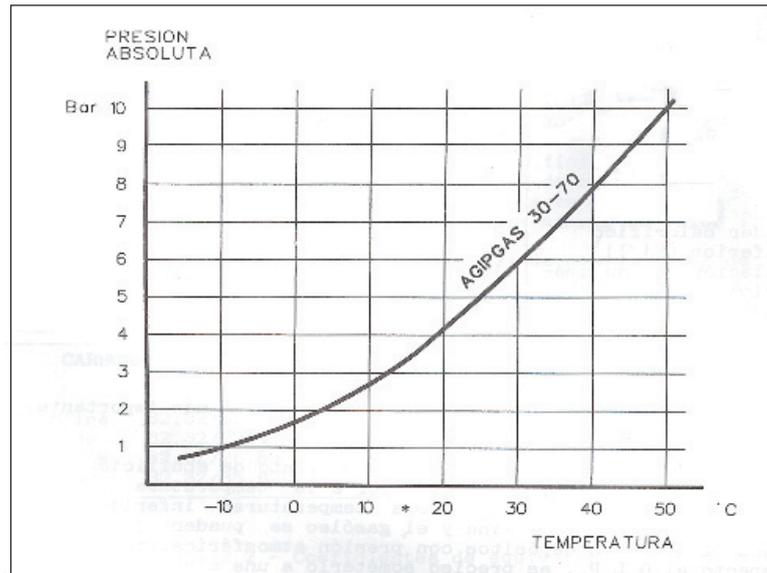


Fig.2.2.- Diagrama presión absoluta – temperatura de gasificación del G.L.P.

Fuente: - STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas Italia.

Una característica especial del G.L.P. es la capacidad que posee para disolver grasa, aceites, pinturas, etc. Además deforma la goma natural. Por esta razón las tuberías flexibles que se emplean en la instalación para vehículos de motor están hechas con un material sintético de calidad adecuada.

Empleo del G.L.P. como carburante para vehículos de motor

El G.L.P. produce una energía de gran calidad y es utilizado en usos civiles, industriales, artesanales, agrícolas y en el campo automotor.

Ya que el G.L.P. ofrece una alternativa válida a la gasolina, es interesante comparar éstos productos y analizar sus características.

CARACTERÍSTICAS	PROPANO	BUTANO	GASOLINA	GASOLEO
Densidad a 15° C (Kg/l)	0,508	0,584	0,73-0,78	0,81-0,85
Tensión de vapor a 37,8° C (bar)	12,1	2,6	0,5-0,9	0,003
Temperatura de ebullición (° C)	-43	-0,5	30-225	150-560
R.O.N	111	103	96-98	-
M.O.N	97	89	85-87	-
Poder calorífico inferior (Mj/Kg)	46,1	45,46	44,03	42,4
Poder calorífico inferior (Mj/l)	23,4	26,5	32,3	35,6
Relación estequiométrica (Kg/Kg)	15,8	15,6	14,7	-
Poder calorífico MIX.S. (Kj/mc)	3414	3446	3482	-

Tabla.2.1.- Características del G.L.P., gasolina y gasoleo

Fuente: - STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas Italia.

Comparando los datos el punto de ebullición de la gasolina es superior a la temperatura ambiental, mientras que el G.L.P. hierve a temperaturas inferiores, por lo que la gasolina se puede conservar en estado líquido en depósitos con presión atmosférica, mientras que al G.L.P. es necesario someterlo a cierta presión.

Los valores del número de octanos research (R.O.N.) y del motor se observa que el G.L.P. tiene un poder antidetonante mucho más alto que la gasolina.

El consumo de gasolina en los vehículos es menor con respecto al G.L.P. si consideramos el kg/masa del carburante, pero si comparamos el consumo respecto al volumen es todo lo contrario, por la diferencia en su peso específico.

Se define como “coeficiente de equivalencia teórica” el volumen de combustible que contiene una cantidad de energía igual al poder calorífico inferior de la gasolina.

Coeficiente de equivalencia es la relación real entre los consumos de los motores más semejantes.

Según pruebas realizadas en los motores a G.L.P. han demostrado que el rendimiento es cerca del 8% superior a los mismos motores con alimentación a gasolina, lo que reduce al coeficiente de equivalencia del G.L.P. del 8% respecto a los valores teóricos.

Puesto que el G.L.P. se encuentra en estado gaseoso su mezcla con el aire es mucho más homogénea que la gasolina, la cual permanece en forma de gotas. Por lo que el carburador aspira más fácilmente la mezcla producida por el G.L.P., lo que da al motor un mejor rendimiento.

CARBURANTE	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA TEÓRICA	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA
Gasolina $32,32/32,32=$	1	1
Propano $32,32/23,42=$	1,38	1,27
Butano-N $32,32/26,55=$	1,22	1,11

Tabla.2.2.- Coeficientes de equivalencia

Fuente: - STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación
G.L.P, Lovato Autogas Italia.

Estos coeficientes se obtienen calculando la relación entre el poder calorífico inferior por litro de gasolina y el poder calorífico inferior del carburante alternativo.

2.2.- CÁLCULO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Cuándo conviene utilizar la instalación del G.L.P.

Para obtener el consumo de gasolina con respecto al G.L.P. se realizó una prueba de campo en el motor Nissan 1200 c.c. de manera de comprobar que el G.L.P. resulta más económico que la gasolina.

La primera prueba que se realizó en el motor Nissan 1200 c.c. fue haciéndolo funcionar con 1 galón de gasolina extra que tiene un costo de \$1,48 dólares, hasta que se consuma en su totalidad cronometrando el tiempo de trabajo.

El motor Nissan 1200 c.c. funcionó a 1800 rpm y consumió el galón de gasolina en un tiempo de 105 minutos.

Cálculo del costo de la gasolina en un día de trabajo

$$\begin{array}{r}
 105 \text{ min} \qquad \qquad \qquad \$ 1,48 \\
 1440 \text{ min} \qquad \qquad \qquad X \\
 X = 1440 \text{ min } (\$1,48) / 105 \text{ min} \\
 X = 2131,2 \text{ min } \$ / 105 \text{ min} \\
 X = \$ 20,29
 \end{array}$$

Cálculo del consumo de la gasolina en un día de trabajo

$$\begin{array}{r}
 \$ 1,48 \qquad \qquad \qquad 1 \text{ galón} \\
 \$ 20,29 \qquad \qquad \qquad X \\
 X = \$ 20,29 (1 \text{ galón}) / \$ 1,48 \\
 X = \$ 20,29 \text{ galón} / \$ 1,48 \\
 X = 13,71 \text{ galones}
 \end{array}$$

La segunda prueba que se realizó en el motor Nissan 1200 c.c. fue haciéndolo funcionar con un cilindro de G.L.P. de uso doméstico de 15 Kg que tiene un costo de \$ 1,60 dólares, haciéndolo trabajar el mismo tiempo que a gasolina.

El motor Nissan 1200 c.c. funcionó a 1800 rpm y consumió 2 Kg de G.L.P. en un tiempo de 105 min.

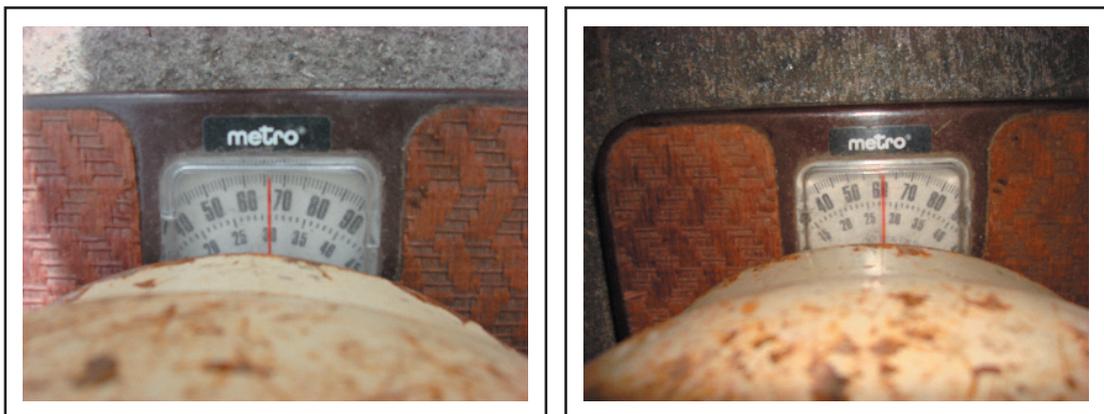


Fig.2.3.- Peso del cilindro de G.L.P. antes y después de la prueba

Fuente: creación de los autores

Cálculo del costo de cada kilogramo de G.L.P.

$$\begin{array}{r}
 15 \text{ Kg} \qquad \qquad \qquad \$ 1,60 \\
 1 \text{ Kg} \qquad \qquad \qquad X \\
 X = 1 \text{ Kg } (\$ 1,60) / 15 \text{ Kg}
 \end{array}$$

$$X = 1,60 \text{ Kg } \$ / 15 \text{ Kg}$$

$$X = \$ 0,1066$$

$$\$ 0,1066 (2 \text{ Kg}) = \$ 0,213$$

Cálculo del costo del G.L.P. en un día de trabajo

$$105 \text{ min} \quad \$ 0,213$$

$$1440 \text{ min} \quad X$$

$$X = 1440 \text{ min } (\$0,213) / 105 \text{ min}$$

$$X = 306,72 \text{ min } \$ / 105 \text{ min}$$

$$X = \$ 2,92$$

Cálculo del consumo del G.L.P. en un día de trabajo

$$\$ 1,60 \quad 1 \text{ cilindro}$$

$$\$ 2,92 \quad X$$

$$X = \$ 2,92 (1 \text{ cilindro}) / \$ 1,60$$

$$X = 2,92 \$ \text{ cilindro} / \$1,60$$

$$X = 1,825 \text{ cilindro}$$

Conclusiones:

La diferencia que existe entre el costo y consumo de gasolina y G.L.P. tiene una relación económica de 6,94:1; por lo que resulta más económico y rendidor la utilización de G.L.P. frente a la gasolina.

Además que comparando el funcionamiento del motor Nissan 1200 c.c. con G.L.P. y gasolina, el motor es estable.

2.3.- SELECCIÓN DE LA BOMBA

La bomba se construye para proveer de agua a una propiedad de 6 hectáreas, la misma que debe reunir los siguientes datos:

$$\text{Caudal requerido} = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Altura a elevar} = 30 \text{ m}$$

Las posibilidades de bombas que existen en el mercado local son las que se muestran en las siguientes tablas.

Bombas de agua (Motor a Diesel)

Modelo	HP	KW	R.P.M.	Q(max)	H(max)	Succión	Ø
				m ³ /hr	m	(m)	Ent-Sal
LDP50C	4,2	3,2	3000	36	26	8	2"X2"
LDP80C	6	4,5	3000	50	25	8	3"X3"
LDP100C	10	7,5	3000	96	31	8	4"X4"

Tabla.2.3.- Características de las bombas de agua motor a diesel

Fuente: Manual de Maquinarias y Equipos TEMCO

Bombas de agua (Motor a Gasolina)

Modelo	HP	KW	R.P.M.	Q(max) m ³ /hr	H(max) m	Succión (m)	Ø Ent-Sal
LDP50C	4,2	3,2	3000	36	26	8	2"X2"
LDP80C	6	4,5	3000	50	25	8	3"X3"
LDP100C	10	7,5	3000	96	31	8	4"X4"

Tabla 2.4.- Características de las bombas de agua motor a gasolina

Fuente: Manual de Maquinarias y Equipos TEMCO

En función de los datos se eligió la bomba de agua LTP100C de la marca Temco, porque ésta cumple con las exigencias del proyecto.



Fig. 2.4.- Bomba de agua

Fuente: creación de los autores

Para la toma de fuerza de la bomba de agua se acopló al plato de presión dos catalinas con el código 420 de 37 dientes, las mismas que van acopladas a la bomba de agua por medio de dos cadenas 420.

A su vez en la bomba de agua se hizo un acople en la turbina de succión para poder colocar dos piñones 420 de 16 dientes.

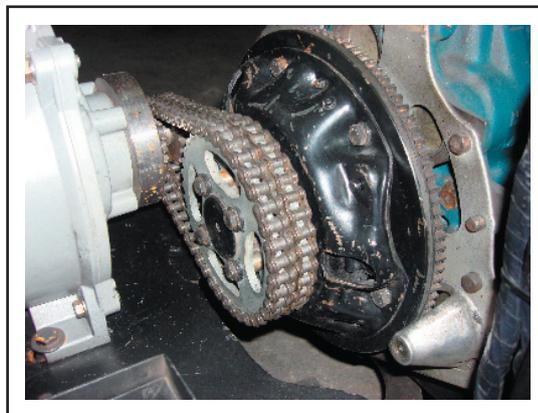


Fig. 2.5.- Acople plato de presión-catalinas

Fuente: creación de los autores

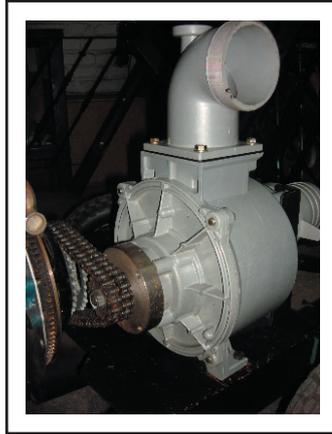


Fig. 2.6.- Acople turbina-catalinas
Fuente: creación de los autores

La relación de transmisión de la bomba de agua al motor nos permite reducir las revoluciones del motor, para evitar un recalentamiento y a su vez aumenta las mismas en la bomba de agua.

Fórmula de relación de transmisión

$R_t = \text{Número de dientes del piñón conducido} / \text{Número de dientes del piñón conductor}$

$$R_t = 16 / 37$$

$$R_t = 0,43 : 1$$

Para que la turbina de la bomba de agua de 1 revolución, el motor deberá girar 0.43 revoluciones, entonces si necesitamos que la bomba gire a 3000 rpm, el motor deberá estar acelerado hasta:

$$n^\circ \text{ de revoluciones del motor} = R_t \cdot n_{\text{rev de la bomba}}$$

$$n^\circ \text{ de revoluciones del motor} = 0,43 (3000 \text{ rpm})$$

$$n^\circ \text{ de revoluciones del motor} = 1290 \text{ rpm}$$

2.4.- DISEÑO DEL BANCO METÁLICO

2.4.1.- Características particulares del banco metálico

El banco metálico soportará al motor Nissan 1200 c.c., a la bomba de agua para riego de 4 pulgadas y el sistema de alimentación G.L.P.

Hemos diseñado el banco metálico de tal manera que permita el funcionamiento correcto de la bomba de agua que está conectado al motor Nissan 1200 c.c. el cual ejerce una fuerza sobre la bomba y genera una presión para poder bombear el agua. El banco metálico tiene una altura en separación del suelo de 28 cm, con la finalidad de

evitar un volcamiento del motor el momento que se encuentre funcionando, por este motivo en las esquinas del banco se acopló unos embancadores para que el motor se quede estático el rato que vaya a funcionar, el motor va a trabajar en un terreno irregular y necesita ser trasladado de un lugar a otro, por lo que, se colocó cuatro neumáticos de carretilla industrial de 38,1cm, las cuales dos son fijas y las otras dos tienen dirección para poder maniobrar con facilidad.

Se acopló un tablero de control situado en la parte media del motor del lado derecho para poder colocar los manómetros y demás dispositivos de control.

También se construyó mallas de protección para proteger el ventilador y el acople de la bomba de agua al motor para evitar accidentes.

2.4.2.- Ubicación de los componentes en el Banco Metálico

Para la realización del banco metálico se tomaron las medidas del motor acoplado a la bomba de agua, respetando las medidas originales del motor para poder sujetarlo y ubicar los componentes externos del motor para que sea fácil su desmontaje y montaje y de ésta manera no alterar su normal funcionamiento.

Dentro del banco metálico el motor se encuentra instalado horizontalmente, igual que en un vehículo convencional, con una sujeción flotante de dos bases ubicadas en las partes laterales del motor, una a cada lado del bloque motor, y una base en la parte posterior, las cuales absorben las vibraciones generadas del funcionamiento del motor haciendo que el banco no se mueva.

En la parte del frente del motor se encuentra el radiador, con la separación original entre éste y el ventilador, para que funcione correctamente y pueda de esta manera enfriar el líquido refrigerante que pasa por el panel del radiador.

El sistema G.L.P. se encuentra instalado al lado superior izquierdo del motor, para que aproveche la energía calorífica desprendida del mismo, el lugar en el que se encuentra permite maniobrar con facilidad, de manera que el mantenimiento no sea complicado ejecutarlo, además está cerca del sistema de refrigeración, alimentación y del sistema eléctrico del motor.

De otro lado, se encuentra lejos del sistema de escape y de la batería para evitar cualquier tipo de inflamación ya sea por una chispa o una contra explosión que puede generarse en el escape.

El escape está ubicado en la parte inferior posterior derecha del motor, alejado de cualquier componente que tenga riesgo de inflamarse, para evitar que los gases de escape emitidos no se acumulen en el ambiente cercano al tablero de control.

Se acopló un tablero de control situado en la parte media del motor del lado derecho para poder colocar los manómetros y demás dispositivos de control.

El regulador de carga del alternador se encuentra en la parte inferior del tablero de control por lo que es fácil su instalación con el alternador.

El soporte de la batería se encuentra en la parte posterior derecha del motor, separado 5 cm de la base para evitar que el calor del escape dañe la batería.

La bomba de agua se colocó en la parte posterior izquierda para poder acoplarle al volante de inercia y dar el movimiento que necesita para su funcionamiento.

Esta se encuentra libre para poder colocar las mangueras de succión y salida del agua, para que sea fácil su montaje y desmontaje ya que son bastante gruesas. Además para evitar derrames de agua sobre algún componente que pueda dañarse.

2.4.3.- Usos y prestaciones

El banco metálico va a servir para trasladar el motor y poder regar en los sitios que sean necesarios, para ello el banco metálico debe estar diseñado de forma que sea fácil de transportarlo, de dirigirlo y que sea firme para que no vaya a volcarse.

Las medidas y distancias se tomaron en cuenta según las necesidades de los componentes y tomando en cuenta las posiciones originales del motor Nissan 1200 c.c.

El banco metálico esta diseñado para poder ser reparado de algún daño o para sustituir componentes averiados, tanto del motor, del sistema G.L.P. y de la bomba de agua.

La bomba de agua va a servir para regar grandes extensiones de terreno, puesto que el diámetro de las mangueras es de 4" por lo que produce un gran caudal de agua con un gran alcance.

El sistema de G.L.P. que se ha instalado en el motor es para reducir el costo del consumo de combustible, ya que en nuestro medio el G.L.P. es más económico que la gasolina y el motor va a funcionar varias horas, por lo que, se va a ahorrar considerablemente dinero.

El motor que se eligió para hacer funcionar la bomba es el Nissan 1200 c.c., ya que es fabricado a base de fundición, por lo que le hace más resistente al recalentamiento que puede sufrir por ser un motor que va a trabajar estático; además es fácil conseguir los repuestos en el mercado.

2.4.4.- Vista panorámica del banco metálico



Fig.2.7.- Banco metálico

Fuente: creación de los autores

2.4.5.- Materiales utilizados para la construcción del banco metálico

Se construyó el banco metálico con tubo rectangular de 101.6 mm X 50.8 mm - 4" X 2" - por 2 mm de espesor, para unir los dos tubos se colocó tubo redondo de 76.2 mm - 3" -de diámetro exterior y un espesor de 2 mm. Las uniones de la estructura fueron soldadas con electrodos 6011.

El soporte para la bomba de agua se construyó con plancha corrugada de 2 mm de espesor, y de igual forma la base de la batería la que esta sujeta con un ángulo de 25.4 mm - 1" - por 3 mm de espesor.

Las bases para soportar el motor se construyeron de tubo cuadrado de 50.8 mm - 2" -por 2 mm de espesor y platina de 76.2 mm - 3" - por 6 mm de espesor y una platina de 76.2 mm - 3" - por 6 mm de espesor.

Para sujetar la bobina se construyó un soporte de platina de 25.4 mm - 1" - por 3 mm de espesor.

El tablero de control se construyó con tool negro de 0,90 mm de espesor y de tubo cuadrado de 38.1mm – 1 ½ " - por 2 mm de espesor.

Las bases de soporte para el radiador se construyeron en perfil de 50.8 mm - 2" - por 2 mm de espesor.

Los embancadores se construyeron en tubo redondo de 50.8 mm - 2" - de diámetro exterior por 2 mm de espesor, plancha corrugada de 2 mm de espesor y tool negro de 0,90 mm.

La U de soporte de las llantas móviles se construyó en platina de 63.5 mm – 2 ½ " - por 6 mm de espesor, las articulaciones con tubo redondo de 19.05 mm - ¾ " - de diámetro exterior por 2 mm de espesor y la barra que une las dos articulaciones en tubo redondo de 19.05 mm - ¾ " - de diámetro exterior por 2 mm de espesor y refor-

zada con una varilla redonda de 12.7 mm - ½ " -.

Las mallas de protección se construyeron con malla tipo rombo de 6 mm de espesor y varilla redonda de 12.7 mm.



Fig.2.8.- Construcción del banco metálico

Fuente: creación de los autores

DESCRIPCIÓN	MEDIDA EN mm	MEDIDA EN PULGADAS	CANTIDAD
Tubo rectangular	101.6 mm X 50.8 mm X 2 mm	4 " X 2" X 2 mm	2360 mm
Tubo redondo	76.2 mm X 2 mm	3" X 2 mm	110 mm
Tubo redondo	50.8 mm X 2mm	2 " X 2 mm	1600 mm
Tubo redondo	19.05 mm X 2 mm	¾ " X 2 mm	670 mm
Tubo cuadrado	50.8 mm X 2mm	2 " X 2 mm	460 mm
Tubo cuadrado	38.1 mm X 2 mm	1 ½ " X 2 mm	700 mm
Platina	76.2 mm X 6 mm	3 " X 6 mm	770 mm
Platina	63.5 mm X 6 mm	2 ½ " X 6 mm	420 mm
Platina	25.4 mm X 3 mm	1 " X 3 mm	300 mm
Varilla redonda	12.7 mm	½ "	670 mm
Ángulo	25.4 mm X 3 mm	1 " X 3 mm	1000 mm
U	50.8 mm X 6 mm	2 " X 6 mm	800 mm
Plancha corrugada	2 mm	2 mm	130 mm X 240 mm
Plancha corrugada	2 mm	2 mm	380 mm X 550 mm
Plancha corrugada	2 mm	2 mm	70 mm X 70 mm (4 piezas)
Tool negro	90 mm	90 mm	550 mm X 450 mm
Llantas industriales	38.1 mm	15 "	4 llantas
Fondo anticorrosivo			1 litro
Pintura negra sintética			1 litro
Disolvente			2 litros
Electorodos 6011			4 libras
Lija de hierro # 2			3 lijas

Tabla.2.5.- Descripción y cantidad de los materiales utilizados

Fuente: creación de los autores

2.4.6.- Dimensiones

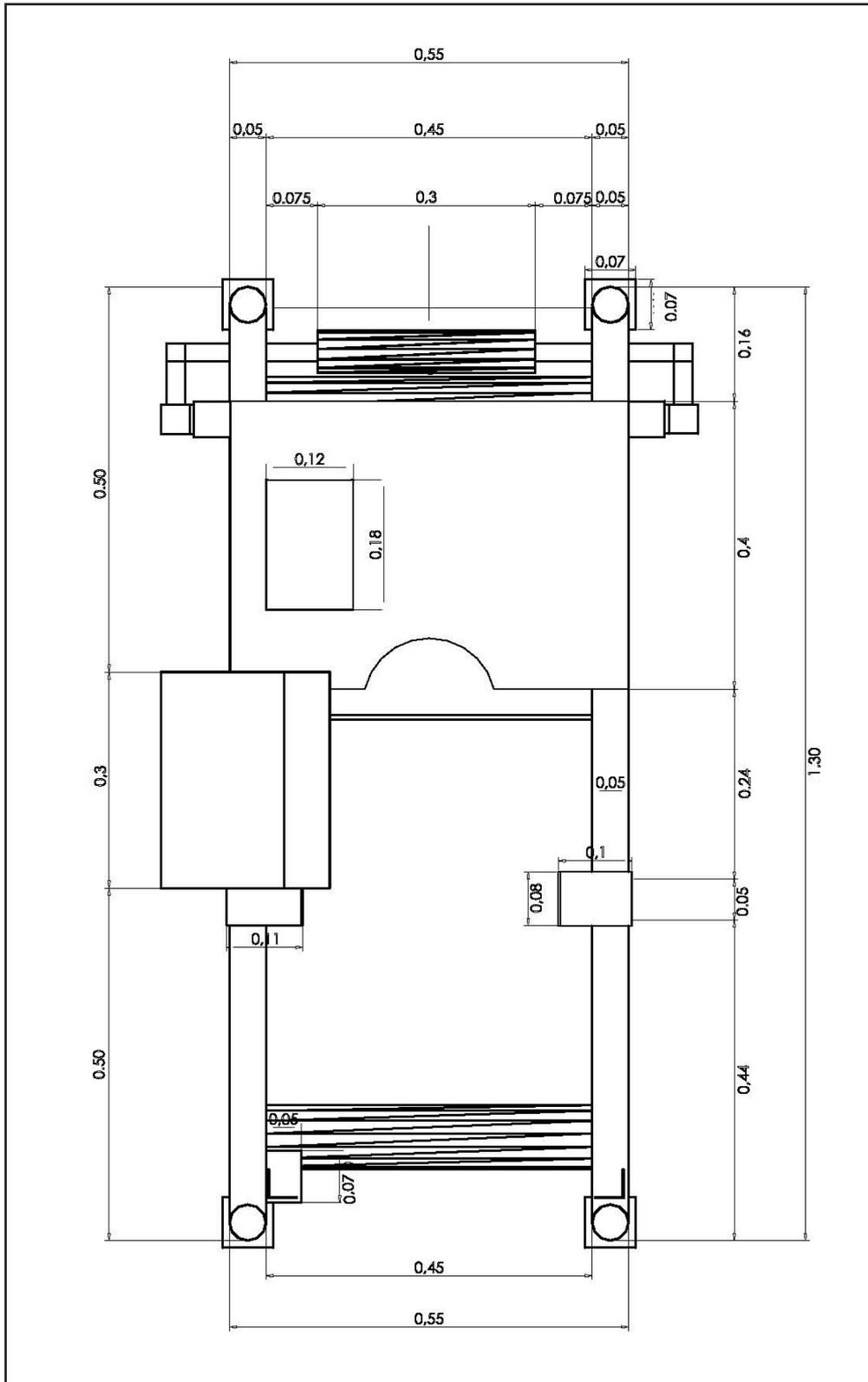


Fig.2.9.- Vista superior del banco metálico

Fuente: creación de los autores

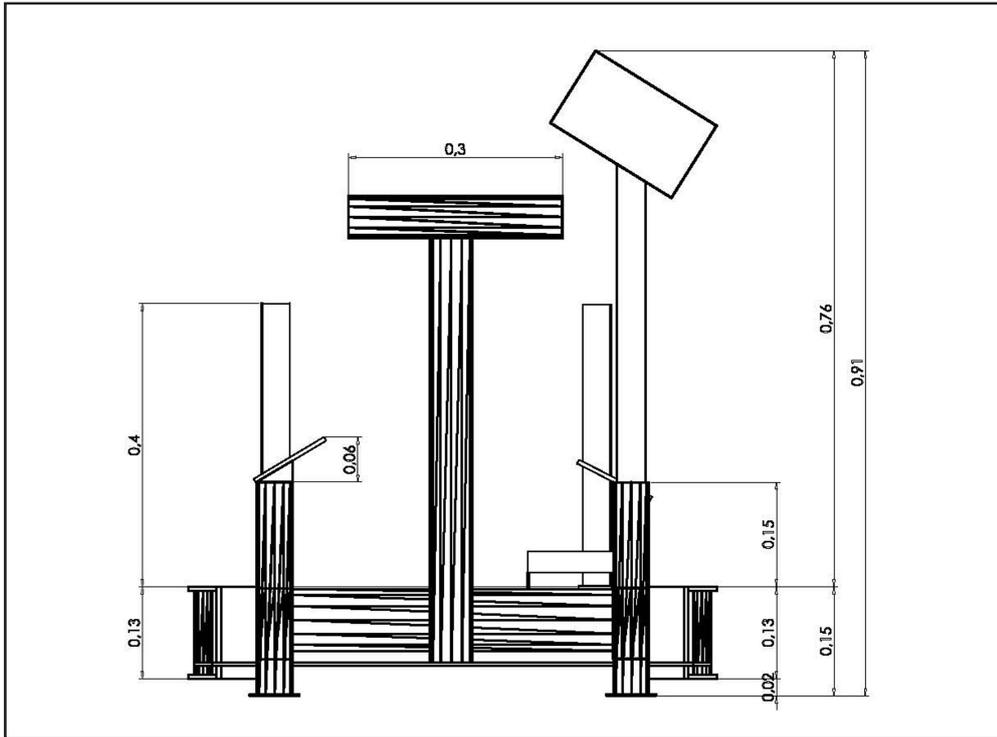


Fig.2.10.- Vista posterior del banco metálico
Fuente: creación de los autores

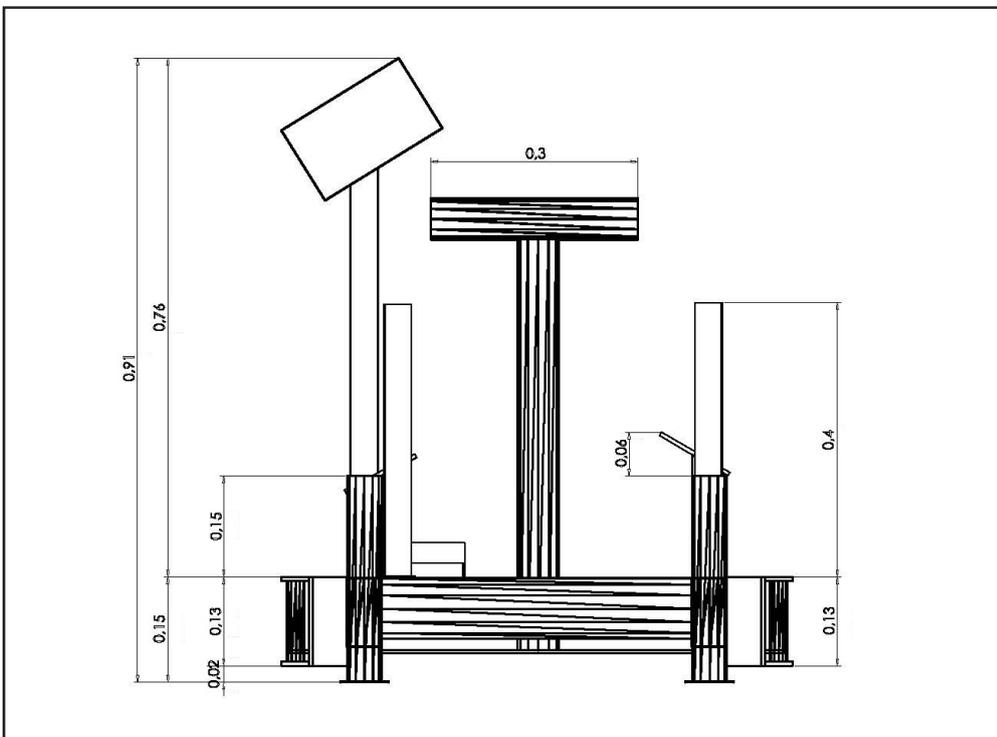


Fig.2.11.- Vista frontal del banco metálico
Fuente: creación de los autores

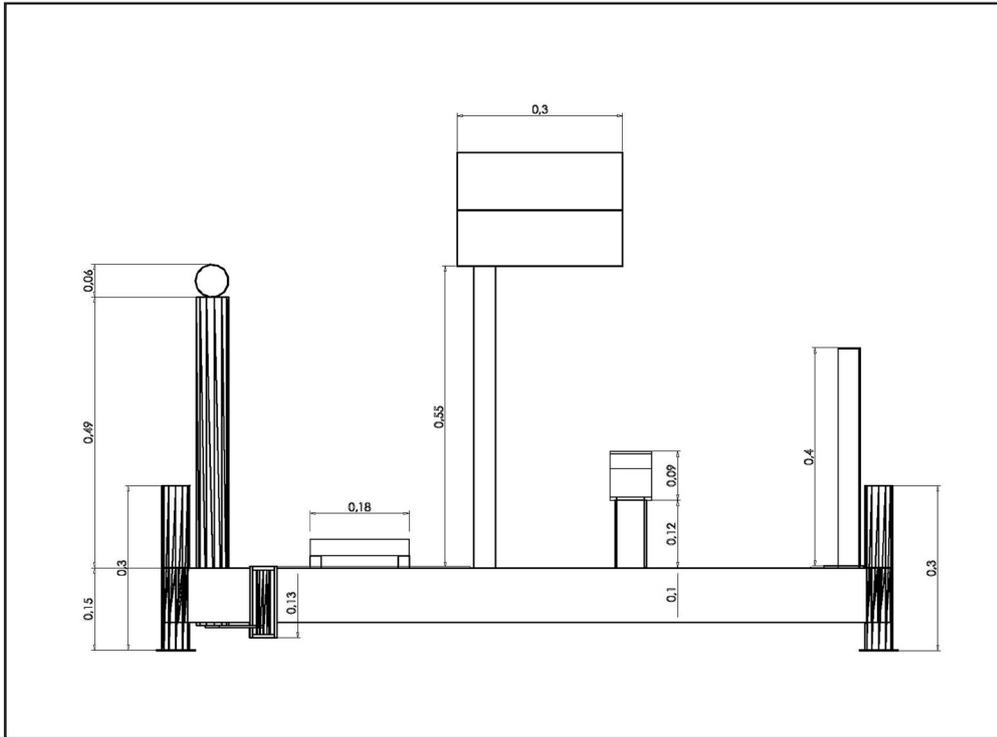


Fig.2.12.- Vista lateral derecha del banco metálico

Fuente: creación de los autores

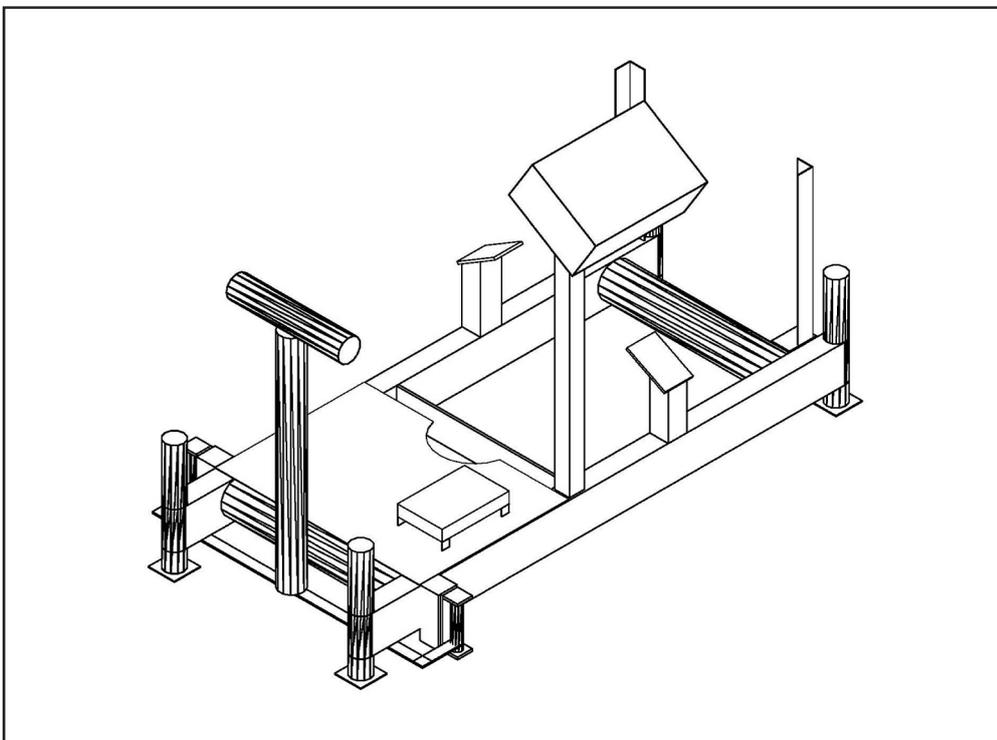


Fig.2.13.- Axonometría del banco metálico

Fuente: creación de los autores

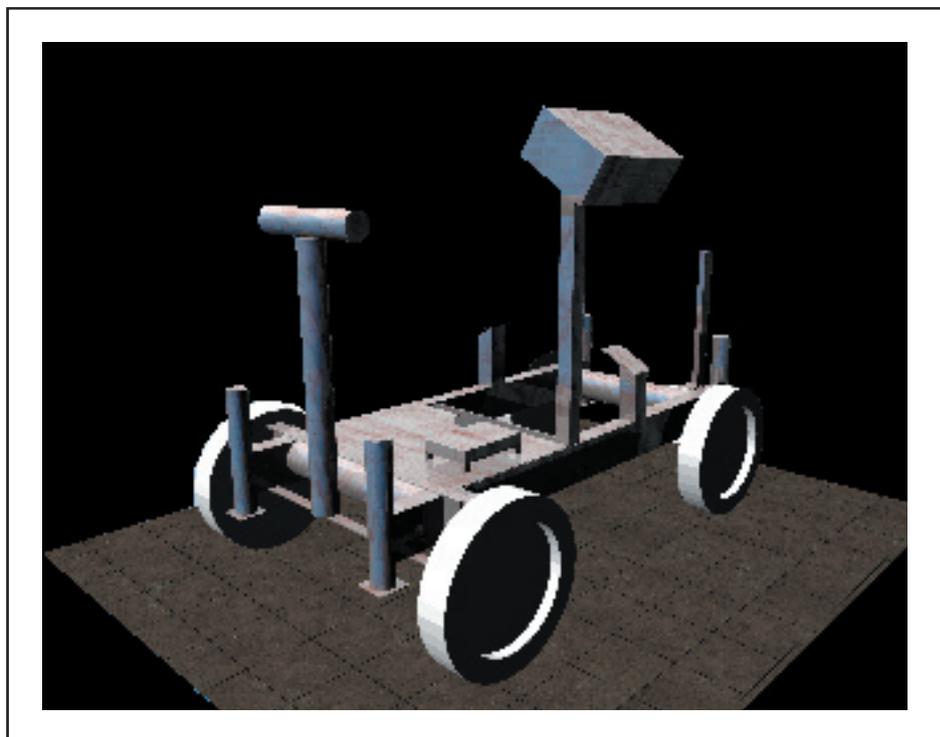
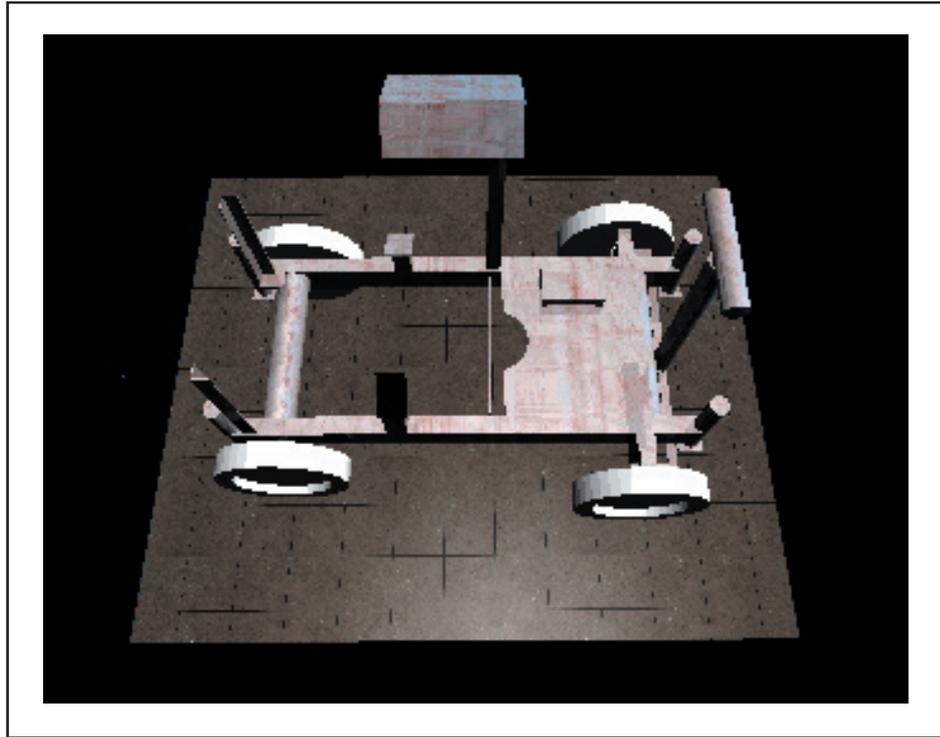


Fig.2.16.- Axonometrías del banco metálico

Fuente: creación de los autores

2.4.7.- Colores

La pintura utilizada de fondo en la estructura es anticorrosivo gris mate y la pintura del acabado fue de color negro mate; el tablero de control también se pinto de color negro para que los componentes que están empotrados en esa zona resalten; los colores del motor Nissan 1200 c.c., de la bomba de agua y del sistema de G.L.P. son los colores originales; las mallas de seguridad se pintaron del mismo color del motor.

2.4.8.- Seguridad

Al ser un banco metálico que va a ser trasladado de un lugar a otro y trabajar con componentes que pueden ser peligrosos para causar algún percance o accidente, se han ubicado estratégicamente cada uno de los componentes.

El tablero de control esta ubicado al lado derecho del motor por que es necesario alejarlo de las partes móviles y mangueras de la bomba de agua, para un manejo más seguro.

Para evitar que las partes móviles ocasionen algún accidente, se colocaron mallas protectoras tanto para el ventilador del motor como para el sistema de acople del motor a la bomba de agua.

El depósito de G.L.P. está situado fuera del banco metálico a una distancia de 2 m con 50 cm, para evitar cualquier tipo de incendio por alguna fuga del G.L.P. y alguna chispa que pueda producir el motor.

2.4.9.- Cálculo estructural

Para realizar el cálculo estructural del banco metálico, es necesario tener el peso del motor de sus componentes y de la bomba de agua al igual que las medidas del banco metálico.

WM = 181.44 Kg - 400 lb -

WM = 27.216 Kg - 60 lb -

Ay: Cy = reacciones

MB = momento flector en B

MD = momento flector en D

WM = peso del motor

WB = peso de la bomba

M máx = momento máximo

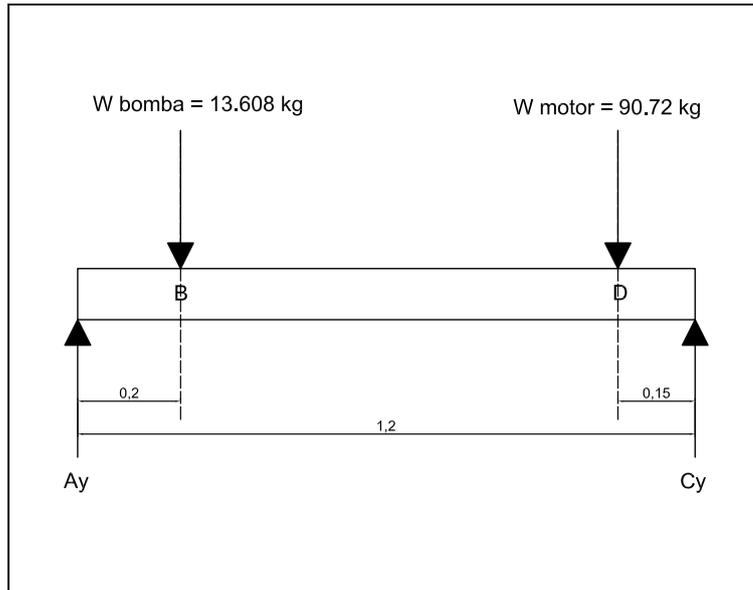


Fig.2.17.- Gráfico de momento de fuerzas en el banco metálico

Fuente: creación de los autores

$$WM = 181.44 \text{ Kg} / 2 = 90,72 \text{ Kg}$$

$$WB = 27.216 \text{ Kg} / 2 = 13,68 \text{ Kg}$$

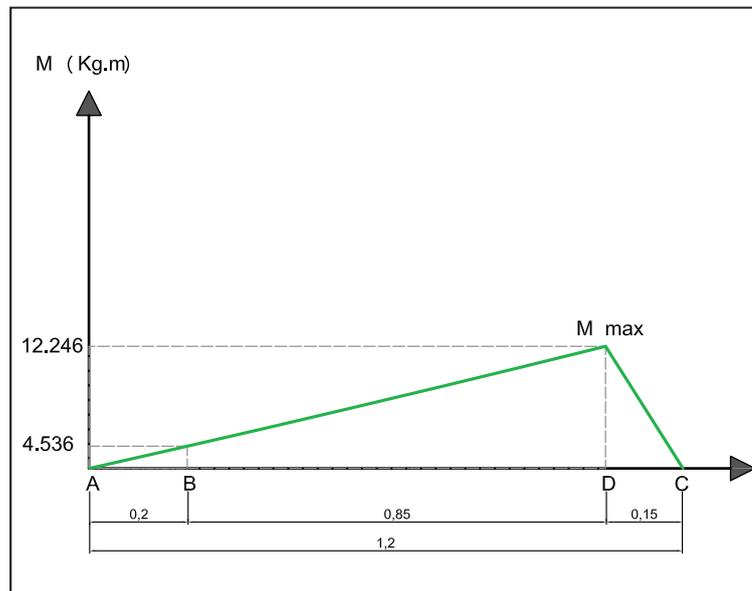


Fig.2.18.- Gráfico de curva del momento máximo

Fuente: creación de los autores

$$MB = Ay (0,20 \text{ m})$$

$$MD = Cy (0,15 \text{ m})$$

$$MB = 22,682 \text{ Kg} (0,20\text{m})$$

$$MD = 81,646 \text{ Kg} (0,15 \text{ m})$$

$$MB = 4,536 \text{ Kg.m}$$

$$MD = 12,246 \text{ Kg.m}$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Cy = \frac{WB (0,20 \text{ m}) + WM (1,05 \text{ m})}{1,20 \text{ m}}$$

$$Ay + Cy = WB + WM$$

$$Ay = WB + WM - Cy$$

$$Cy = \frac{13,6 \text{ Kg} (0,20\text{m}) + 90,72 \text{ Kg} (1,05 \text{ m})}{1,20 \text{ m}}$$

$$Ay = 13,608 \text{ Kg} + 90,72 \text{ Kg} - 81,646 \text{ Kg}$$

$$Ay = 22,682 \text{ Kg}$$

$$Cy = \frac{2,72 \text{ Kg.m} + 95,256 \text{ Kg.m}}{1,20\text{m}}$$

$$Cy = \frac{97,976 \text{ Kg.m}}{1,20 \text{ m}}$$

$$Cy = 81,646 \text{ Kg}$$

$$M_{\max} = MD$$

$$MD = 12,246 \text{ Kg.m}$$

$$MD = 120,01 \text{ Nm}$$

Tubo rectangular (101.6 mm) (50.8mm) (2 mm)

Acero A – 36 => SY = 240 MPa

$$m = \frac{Sy}{\sigma_{\text{flex}}}$$

m= factor de seguridad
SY= resistencia de fluencia

$$\sigma_{\text{flex}} = \frac{M_{\max} \cdot C}{I}$$

C = distancia desde eje neutro a la
fibra mas lejana
I = momento de inercia

$$C = \frac{h}{2}$$

σ_{flex} = coeficiente de flexibilidad_____
h = altura

$$C = \frac{10,16 \text{ cm}}{2}$$

$$C = 5,08 \text{ cm}$$

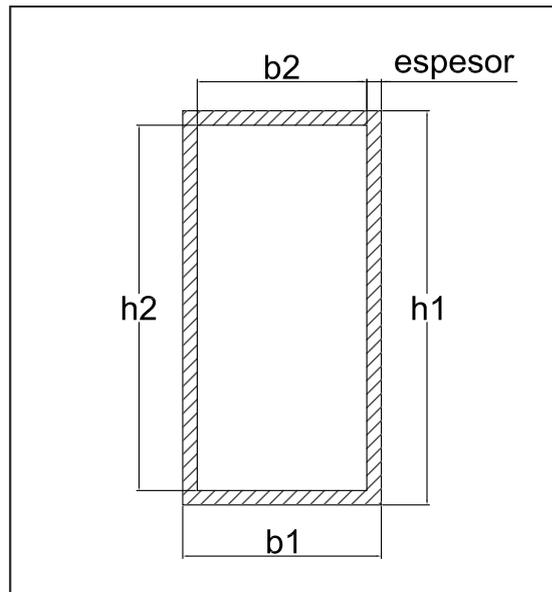


Fig.2.19.- Gráfico del espesor del tubo rectangular

Fuente: creación de los autores

$$b_1 = 5,08 \text{ cm}$$

$$h_1 = 10,16 \text{ cm}$$

$$b_2 = b_1 - (2 \cdot e)$$

$$b_2 = 5,08 \text{ cm} - (2 \cdot 0,2 \text{ cm})$$

$$b_2 = 5,08 \text{ cm} - 0,4 \text{ cm}$$

$$b_2 = 4,68 \text{ cm}$$

$$h_2 = h_1 - (2 \cdot e)$$

$$h_2 = 10,16 \text{ cm} - (2 \cdot 0,2 \text{ cm})$$

$$h_2 = 10,16 \text{ cm} - 0,4 \text{ cm}$$

$$h_2 = 9,76 \text{ cm}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \text{ (rectángulo)}$$

$$I_{\text{tubo}} = \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} - \frac{b_2 \cdot h_2^3}{12}$$

$$I_{\text{tubo}} = \frac{5,8 \text{ cm}(10,16 \text{ cm})^3}{12} - \frac{4,68 \text{ cm}(9,76 \text{ cm})^3}{12}$$

$$l_{\text{tubo}} = 443,98 \text{ cm} - 362,6 \text{ cm}$$

$$l_{\text{tubo}} = 81,38 \text{ cm}$$

$$l_{\text{tubo}} = 0,8138 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{flex}} = \frac{MD \cdot C}{I}$$

$$\sigma_{\text{flex}} = \frac{120,01 \text{ Nm} (0,05 \text{ m}) \cdot (100)}{81,38 \text{ m}}$$

$$\sigma_{\text{flex}} = 7'373.433,3 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{\text{flex}} = 7,373 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{S_y}{\sigma_{\text{flex}}}$$

$$m = \frac{240 \text{ MPa}}{7,373 \text{ MPa}}$$

$$m = 32,55$$

2.4.10.- Conclusión:

Luego de realizar el cálculo estructural en el banco metálico resultó que está diseñado para soportar más peso del que se ha colocado, por lo cual es un banco metálico seguro y resistente.

CAPÍTULO III

INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO, REFRIGERACIÓN, ESCAPE Y TABLERO DE CONTROL

3.1.- CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS DEL MOTOR

3.1.1.- Sistema de encendido del motor

El circuito de encendido utilizado en los motores a gasolina, es el encargado de hacer saltar una chispa eléctrica en el interior de los cilindros, para provocar la combustión de la mezcla aire-gasolina en el momento oportuno.

La encargada de generar una alta tensión para provocar la chispa eléctrica en la bobina.

La bobina es un transformador que convierte la tensión de la batería de 12V, en una alta tensión de 12000 a 15000V.

Una vez generada esta alta tensión necesitamos un elemento que la distribuya a cada uno de los cilindros en el momento preciso según su orden de encendido.

El elemento que se encarga de distribuir la tensión, es el distribuidor o llamado también delco.

Para provocar la chispa eléctrica se necesita de una bujía por cada cilindro del motor.

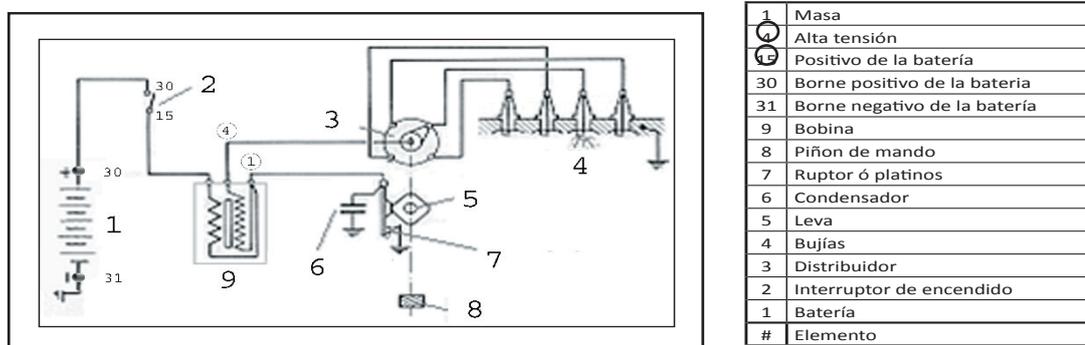


Fig.3.1- Esquema eléctrico del circuito de encendido

Fuente: MEGANEBOY, Dani; Mecánica Virtual, la web de los estudiantes de automoción "Curso del sistema de encendido para automóvil"; actualizada el 25 de septiembre del 2009.

http://mecanicavirtual.ispana.es/curso_encendido.htm

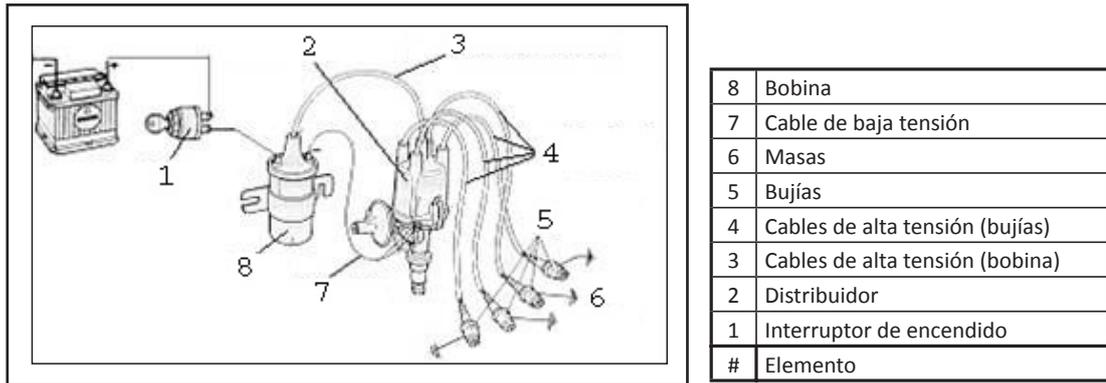


Fig.3.2.- Elementos básicos que componen el circuito de encendido

Fuente: MEGANEBOY, Dani; Mecánica Virtual, la web de los estudiantes de automoción “Curso del sistema de encendido para automóvil”; actualizada el 25 de septiembre del 2009.
http://mecanicavirtual.ispana.es/curso_encendido.htm

El motor Nissan Datsun 1200 c.c. es de 4 cilindros, por lo que utiliza 4 bujías de encendido. El orden de encendido para este motor es 1 3 4 2.

Para el encendido de este motor aún es necesario el ruptor o platinos y el condensador que van colocados en el distribuidor o delco.

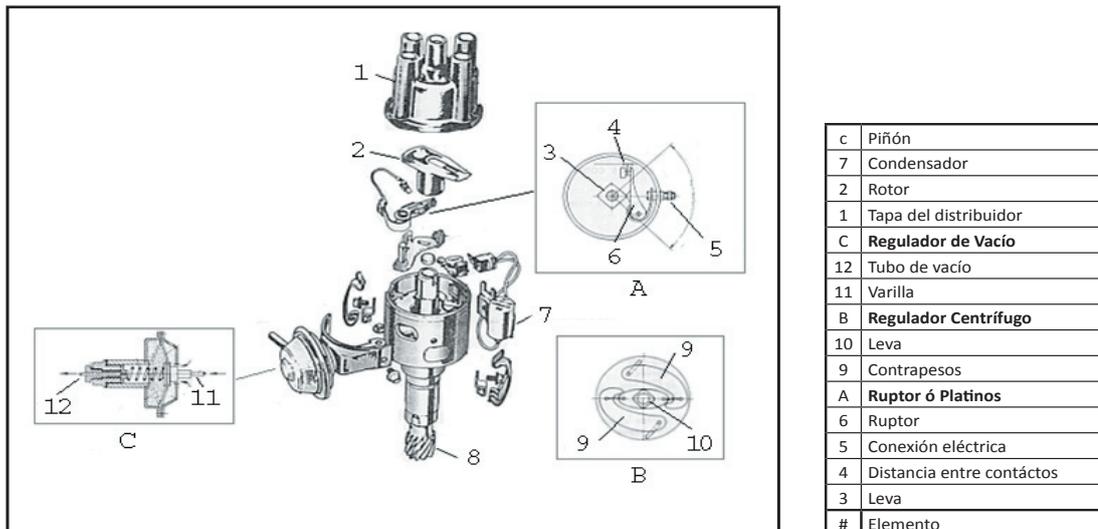


Fig.3.3.- Distribuidor de encendido

Fuente: MEGANEBOY, Dani; Mecánica Virtual, la web de los estudiantes de automoción “Curso del sistema de encendido para automóvil”; actualizada el 25 de septiembre del 2009.
http://mecanicavirtual.ispana.es/curso_encendido.htm

3.1.2.- Conexión de los elementos de encendido

El interruptor de encendido - switch - tiene cuatro terminales eléctricos que dan las posiciones para el encendido del vehículo, el uno va conectado al borne positivo de la batería, el siguiente es de la posición de accesorios, el siguiente va al borne 15 de la bobina de encendido y da la posición de encendido del circuito y por último la posición de arranque que va conectado al borne positivo del motor de arranque y del

motor de arranque sale otro cable al borne negativo de la batería.

Antes de que la corriente pase por el cable de la bobina, pasa por un fusible de 15 Amp., para evitar que alguna descarga lo dañe.

De la bobina sale un cable del borne 1 al condensador y raptor, del borne central 4 (alta tensión) sale un cable que va al distribuidor o delco.

Del distribuidor o delco salen los cuatro cables que van a cada una de las bujías de encendido.

El condensador va conectado a un tornillo en la base del distribuidor y el cable va a la conexión eléctrica del distribuidor que viene del borne 1 de la bobina.

El raptor - platinos - van conectados dentro del distribuidor a un terminal que viene desde el borne 1 de la bobina controlando así el corte de corriente de la bobina y el otro cable va a masa o tierra.

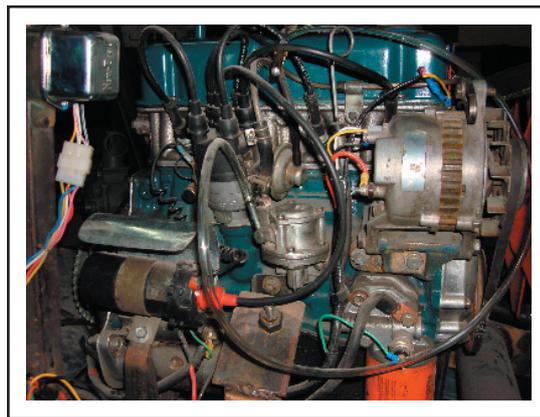


Fig.3.4.- Sistema de encendido del motor Nissan 1200 c.c.

Fuente: creación de los autores



Fig.3.5.- Distribuidor del motor Nissan 1200 c.c.

Fuente: creación de los autores



Fig.3.6.- Bobina de encendido del motor Nissan 1200 c.c.

Fuente: creación de los autores

3.2.- INSTALACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE REFRIGERACIÓN AL MOTOR

Cuando se habla del motor de combustión se dice que en su funcionamiento se aprovecha parte de la energía química existente en un combustible y que se transforma en energía mecánica.

Mediante la inflamación de la mezcla que produce la combustión se da la transformación ya dicha anteriormente.

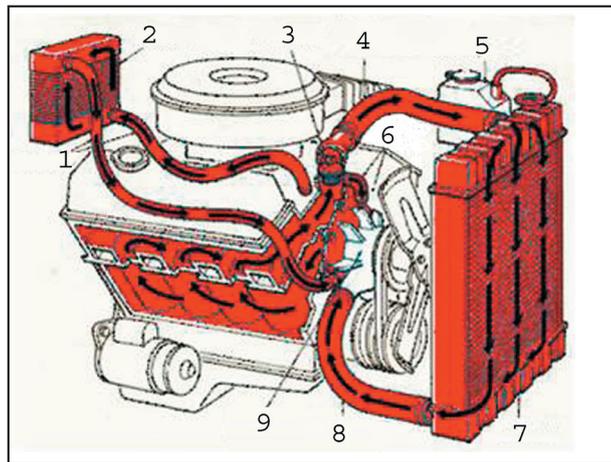
En ésta combustión se desarrolla un elevado calor, hasta el punto que la mayor parte de la energía que no se utiliza da lugar al calentamiento y por consiguiente a muy elevadas temperaturas en los elementos y piezas de la cámara de combustión, principalmente en las fases de trabajo y escape.

Ésta temperatura que en el momento de la combustión que se acerca a los 2000% C, produciría una dilatación en que las piezas llegarían a fundirse, haciendo también que el aceite lubricante pierda sus propiedades.

También se produce calor en los cilindros, pues aún cuando en ellos no se produce la combustión y no están sometidos a la temperatura instantánea que ésta provoca, sí lo están a la de los gases durante la combustión y por otra parte al calor producido por el frotamiento continuo del pistón sobre sus paredes.

Para eliminar en parte ese calor y evitar los perjuicios que puede ocasionar se recurre a la refrigeración de las piezas o elementos del motor que más calor reciben.

Esto se consigue con el sistema de refrigeración.



9	Bomba de agua
8	Manguera de retorno al motor
7	Radiador
6	Manguera bypass
5	Depósito
4	Manguera de ingreso al radiador
3	Termostato
2	Radiador de calefacción
1	Mangueras
#	Elemento

Fig.3.7.- Funcionamiento del sistema de refrigeración

Fuente: Instalación del sistema de refrigeración

<http://www.sistema de refrigeración>

En el sistema de bloque de cilindros se encuentra una emboltura en cuyo interior circula el líquido de refrigeración .

El líquido refrigerante circula igualmente por el interior de la culata.

Las cámaras están repartidas alrededor de la cámara de combustión y cilindros.

Este líquido, que se calienta al contacto con las paredes, se dirige hacia el radiador, donde cede su calor al aire ambiente, para volver después al bloque de cilindros.

La capacidad calorífica del líquido es muy elevada siendo, a veces mayor que la del aire.

Por ello, la velocidad de circulación de líquido no deben contribuir a que llegue el agua al punto de ebullición.

Elementos del sistema de refrigeración por líquido

- Cámara de agua (bloque y culata)
- Radiador
- Uniones elásticas
- Bomba de agua
- Ventilador o electroventilador
- Termostato
- Elementos de control

3.2.1.- Funcionamiento del sistema de refrigeración del motor Nissan 1200 c.c.

La bomba de agua aspira el refrigerante de la parte baja del radiador y la impulsa al interior del bloque motor a través de los agujeros que rodean las camisas y cámaras de combustión.

El refrigerante sale por la parte superior de la culata y se dirige otra vez al radiador por su parte alta donde es enfriada nuevamente a su paso por los paneles de refrigeración.

La bomba de agua funciona por una correa que va montada en la polea del cigüeñal y es movida cuando el motor está en marcha.

Con ésta circulación el agua se mantiene en el circuito a una temperatura de 82° C que es controlada por una válvula de paso llamada termostato que mantiene la temperatura ideal de funcionamiento sin cambios bruscos en el interior de los cilindros que podría dar lugar a dilataciones y contracciones de los materiales.

El circuito va provisto de un termómetro o trompo de temperatura con indicación de la temperatura a distancia, para que el conductor pueda controlar si existen problemas en el sistema de refrigeración.

Este sistema de refrigeración es ayudado por un ventilador que impulsa aire a través del radiador que va hacia el motor, éste se encuentra montado en la polea de la bomba de agua y se mueve cuando el motor está en marcha.

“El radiador del motor Nissan 1200 c.c. es del tipo de flujo descendente con un depósito de expansión situado en la parte superior de la sección tubular. La presión se aplica al sistema y la válvula de limitación, incorporada en la tapa de admisión del radiador, controla la presión aproximadamente 0,9 Kg/cm².”²

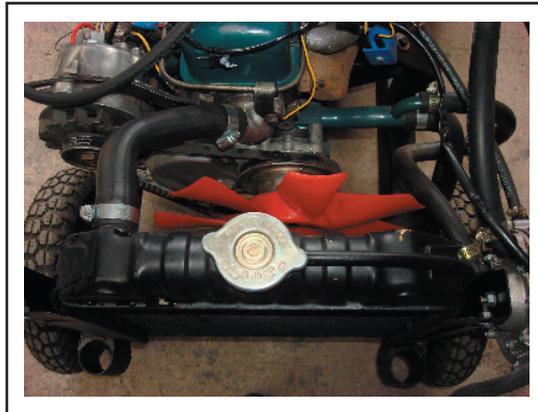


Fig.3.8.- Sistema de refrigeración del motor Nissan 1200 c.c.

Fuente: creación de los autores

“Especificaciones del Radiador

Dimensiones (altura X anchura X grosor), mm (in): 330 X 334 X 32

Tipo: Tipo de aletas coarrugadas

² NISSAN MOTOR CO., LTD. Manual de servicio. Japón. Tokio. 1974, CO-3

Espacio entre las aletas del radiador, mm (in): 2,5 (0,098)

Capacidad del radiador, K cal/h° C: 320

Presión de trabajo de la tapa, Kg/cm² (lb/sq in): 0,9 (13)

Capacidad de agua, litros (gal. U.S.): 1,8 (½) (gal. Imper) (¾)³

Filas del radiador: 3 filas

Columnas del radiador: 21 columnas



Fig.3.9.- Radiador del motor Nissan 1200 c.c.

Fuente: creación de los autores

3.3.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EMISIÓN DE GASES

El múltiple de escape es una tubería que conduce los gases salientes de la cámara de combustión hacia la tubería de escape, esta ubicado en la cabeza del cilindro.

El múltiple de escape posee curvas suaves y precisas a fin de mejorar la salida de tales gases.



Fig.3.10.- Múltiple de escape

Fuente: creación de los autores

³ NISSAN MOTOR CO., LTD. Manual de servicio. Japón. Tokio. 1974, CO-4

Para evitar la fuga de gases es necesario colocar un empaque entre la culata del motor y la boca del múltiple de escape.

Los gases de emisión llevan una presión considerable una vez realizada la combustión del motor. Si estos gases salieran directamente del motor, el ruido provocado sería muy escandaloso y el motor en cierta forma podría rendir un poco menos por la liberación de esta presión antes de llegar al punto de liberación adecuado de acuerdo a cada vehículo.

Por tal motivo el múltiple de escape envía los gases quemados de la cámara de combustión hacia la tubería de escape con cierta presión, allí los gases en forma de humo pasan por el silenciador el cual está compuesto por celdas metálicas en forma tubular y con agujeros conocidas como colmenas las cuales disipan el ruido y retienen cierta presión, para luego salir al exterior en forma circular.

Los silenciadores están contruidos de metal y están ubicados por lo general en la parte posterior del motor. Desde el silenciador sale la cola del escape que es un tubo de metal soldado al mismo.

Su función es expulsar los gases emanados del motor por la combustión, evitando que se queden los gases debajo del motor.

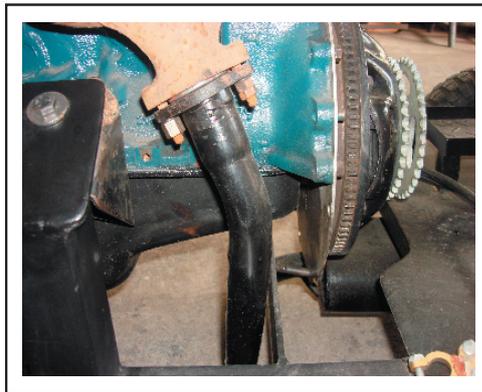


Fig.3.11.- Tubo de salida del escape

Fuente: creación de los autores



Fig.3.12.- Silenciador de escape

Fuente: creación de los autores

Para evitar una vibración excesiva de la tubería de escape y del silenciador es necesario colocar unos sujetadores de goma flexible para mantener la tubería de escape bien ajustada y en su lugar, le permite al sistema completo cierta flexibilidad y al mismo tiempo reduce los niveles de ruido.

3.4.- INSTALACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

El tablero de control posee una forma rectangular y esta colocado a lado derecho del motor, con una inclinación de 20° para facilitar el manejo de los instrumentos de mando del motor y poder controlar por medio de los manómetros el correcto funcionamiento del motor.

En el se encuentran el manómetro de temperatura, aceite y voltaje de la batería. También se colocó un tacómetro para controlar las revoluciones a las que debe trabajar el motor.

El conmutador - pulsador está colocado en la parte superior derecha del tablero de mando, nos sirve para el cambio de combustible, gasolina-gas.

En la parte inferior derecha esta colocado el interruptor de encendido y las luces de aviso cuando dicho interruptor está en la posición de encendido.

En la parte superior izquierda se encuentra el mando de la aceleración y el mando del estrangulador.



Fig. 3.13.- Tablero de control

Fuente: creación de los autores

Descripción de la instalación de los componentes del tablero

3.4.1.- Tacómetro

El tacómetro es un aparato que sirve para medir el número de revoluciones por minuto de un motor.

Es necesario para poner a punto un motor, saber en que número de revoluciones se encuentra por lo que es indispensable la utilización del tacómetro en la mayoría de motores.

Este aparato funciona de manera electrónica, gracias a los pulsos recibidos del sistemas de encendido, en particular de la bobina , pues está instalada directamente a la conexión negativa de ésta y cada vez que el distribuidor acciona el mecanismo por medio de una de sus levas crea un pulso, el cual hace que la banda mande la chispa en su borne principal y ahí el tacómetro la detecta.

Por lo general los tacómetros cuentan con cuatro cables o líneas para llevar a cabo su instalación, los cuales se conectan de la siguiente manera:

- Rojo va al interruptor de encendido de corriente
- El negro se conecta a tierra
- El blanco debe ir conectado a la línea que proporciona la luz del tablero
- El verde debe unirse al negativo de la bobina

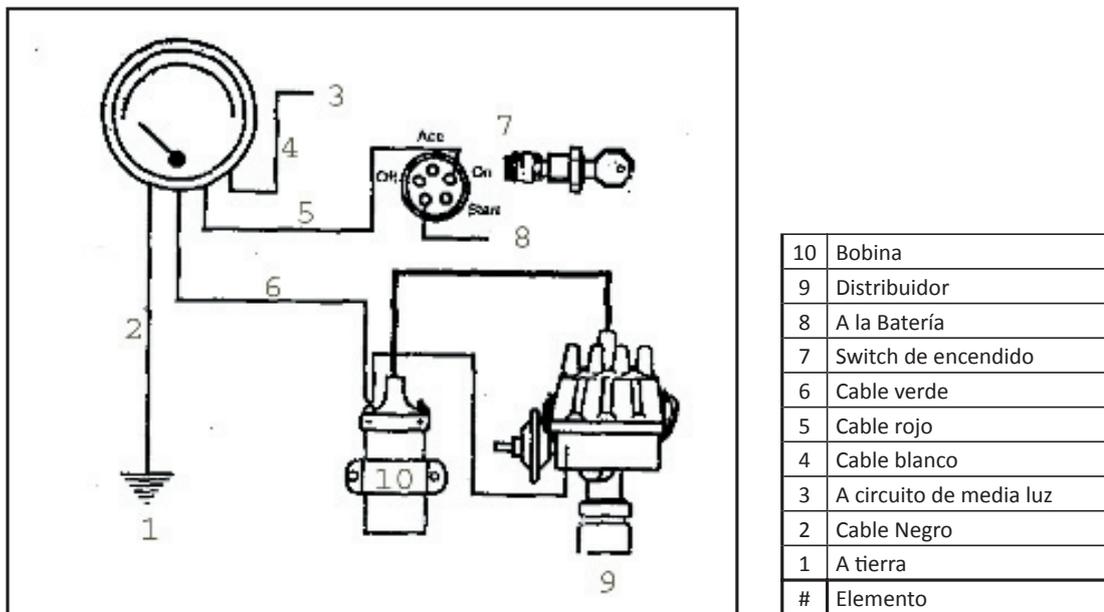


Fig.3.14.- Diagrama eléctrico de la conexión del tacómetro

Fuente: - Instalación del tacómetro.Sitio web optimizado para resoluciones minimas;Instalación del tacómetro en un vehículo;2006

<http://clubvwnica.com/Showarticle.aspx>

3.4.2.- Medidor de la carga de la batería o Amperímetro

El medidor de la intensidad de la batería sirve para verificar la carga de la batería. Tiene un cable de masa y un cable positivo que van conectados a la batería que funcionan como un medidor de voltaje.

Se conecta en serie entre el positivo de la batería y el alternador.

3.4.3.- Medidor de temperatura del motor

Este consiste en un óhmetro que basa su funcionamiento en la variación de la resistencia en el sensor de temperatura tipo NTC, a menor temperatura mayor resistencia.

Este medidor se instala colocando el cable positivo al interruptor de encendido, el cable negativo se conecta a tierra y el otro cable se conecta al medidor NTC.

3.4.4.- Medidor de la presión del aceite

Éste se encarga de indicar la presión del aceite del motor.

Consiste en un cable positivo de corriente que va al interruptor de encendido borne 15, el otro cable va conectado a tierra y el tercero va conectado al medidor de presión de aceite para que envíe la señal eléctrica del medidor de presión de aceite del tablero.



Fig.3.15.- Manómetros del tablero

Fuente: creación de los autores

CAPÍTULO IV

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN G.L.P.

La conversión de la alimentación de un motor, de gasolina a gas licuado de petróleo – G.L.P. - no necesita de modificaciones en el motor, solo se deben instalar específicos elementos adicionales.

El G.L.P. líquido sale del depósito y pasa por la tubería de alta presión, llega al reductor-vaporizador.

“La cantidad de G.L.P. es regulada por una electroválvula que permanece cerrada cuando el motor está apagado o al funcionar con gasolina.

En el reductor –vaporizador el G.L.P. pasa del estado líquido al estado gaseoso. La energía que se necesita para la gasificación se obtiene del agua caliente que se halla en la instalación de refrigeración del motor. El G.L.P. vaporizado y con la presión reducida es aspirado por el mezclador a través de los tubos de empalme, el cual se encarga de dosificar proporcionalmente el flujo del gas en relación con el volumen del aire absorbido por el motor.”⁴

4.1.- INSTALACIÓN DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

El G.L.P. para que funcione dentro de la cámara de combustión, debe pasar por el reductor-vaporizador, luego por medio de una manguera va hacia el mezclador que es el encargado de dosificar la mezcla aire-gas, una vez realizado éste paso va por el múltiple de admisión hacia la cámara de combustión para realizar el respectivo trabajo.

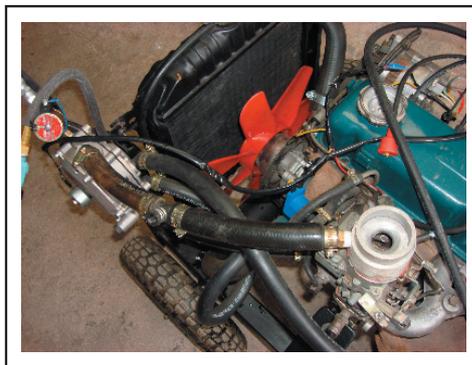


Fig.4.1.- Sistema de admisión del G.L.P.

Fuente: creación de los autores

⁴ STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas, Italia, pag.10

El mezclador va colocado sobre el carburador y debe ser del diámetro del mismo para evitar fugas de gas o una entrada innecesaria de aire que podría no favorecer el correcto funcionamiento del motor, para ello se coloca silicón entre los dos elementos.

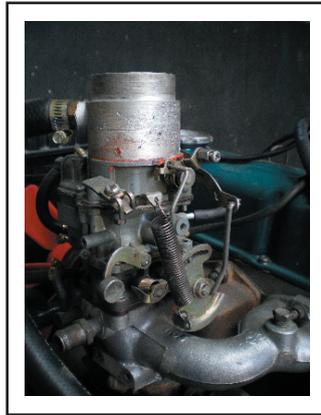


Fig.4.2.- Carburador-mezclador

Fuente: creación de los autores

En la parte superior del mezclador va colocado el depurador con su respectivo filtro de aire, que es el encargado de filtrar las impurezas del aire que entran al motor, va sujetado con un perno desde el depurador hacia el carburador.

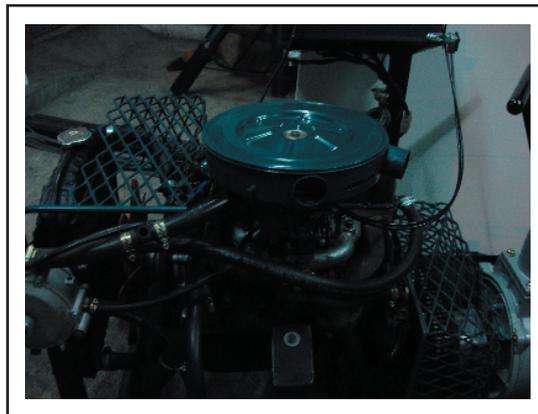


Fig.4.3.- Depurador-mezclador-carburador

Fuente: creación de los autores

4.2.- INSTALACIÓN DEL CARBURADOR PARA GAS LICUADO DE PETRÓLEO (MEZCLADOR Y REGULADOR SECUNDARIO)

El mezclador es la parte de la instalación del G.L.P. que desempeña la tarea de dosificar proporcionalmente el carburante con el aire para alimentar el motor.

Está unido al reductor mediante un tubo por donde pasa el gas y está equipado con un registro para dosificar el gas.

Cada modelo de vehículo tiene su tipo de mezclador, el que se utiliza en el motor Nissan 1200 c.c. es el mezclador de chapa superior, que va colocado encima del carburador.

Para colocar se desmonta el depurador y su tubo de unión al carburador y se coloca el mezclador encima del carburador.

Se puede fijar el mezclador al carburador mediante los correspondientes tornillos o sujetarlo con un muelle. Luego se debe adaptar el depurador para poder montar la tubería del G.L.P. desde el reductor –vaporizador.

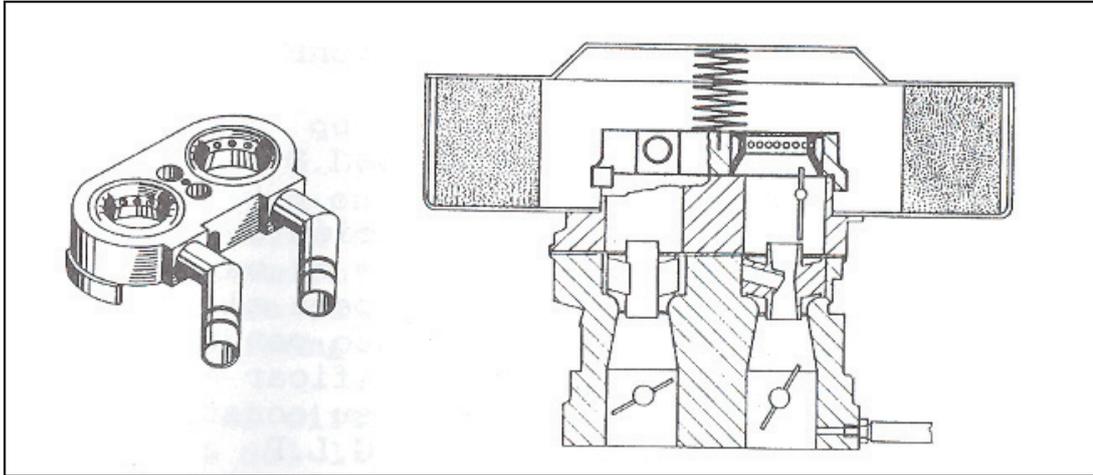


Fig.4.4.- Mezclador de chapa superior

Fuente : STRADA. Casale, 175-36100.

Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas Italia.

4.2.1.- Funcionamiento del mezclador

El funcionamiento del mezclador es semejante al del carburador.

“El objetivo de ambos dispositivos es el de garantizar una relación constante (en masa) entre la cantidad de aire y la cantidad de carburante, cosa que es necesaria a fin de que el motor funcione bien, por lo que tiene que cumplir dos funciones:

- 1.- Medir el caudal de aire
- 2.- Dosificar el combustible

El tubo venturi desempeña la primera función, que es la caída de presión que se crea en un su sección estrecha que está vinculada al caudal de masa.

La segunda función, la de la dosificación, que se produce porque la caída de presión en el tubo de venturi atrae una cierta cantidad de gas, vinculada a la pérdida de presión.”⁵

⁵ STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas, Italia, pag. 29

4.3.- INSTALACIÓN DEL EVAPORADOR Y REGULADOR PRIMARIO

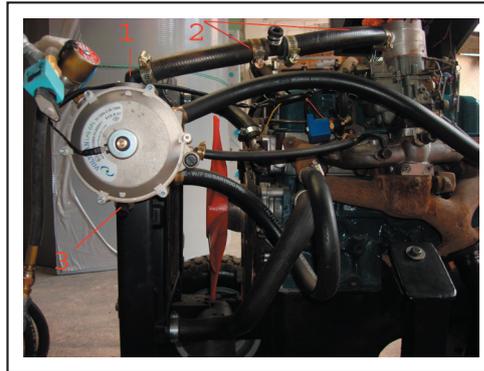


Fig.4.5.- Instalación del reductor-vaporizador

Fuente: creación de los autores

“El reductor-vaporizador permite que el G.L.P. pase del estado líquido al estado gaseoso. Se trata de un contenedor dividido en compartimientos mediante membranas. La reducción de la presión que se produce en la cámara de 1° fase (B) en la figura 4.6, hace notar una gran disminución de la temperatura. *El calor que se necesita para la gasificación del G.L.P. proviene del agua caliente de la instalación de refrigeración del motor que circula por el reductor-vaporizador.*”⁶

4.3.1.- Instalación del reductor-vaporizador

El reductor-vaporizador está instalado en la parte delantera izquierda del motor junto al radiador y se sujeta firmemente al banco metálico.

Para que la instalación sea correcta hay que seguir las siguientes indicaciones:

- *“Colocar el aparato de tal modo que se pueda acceder a él fácilmente y poder realizar la regulación y mantenimiento requerido.*
- *Ponerlo en una posición más baja respecto al nivel del agua del radiador.*
- *El tapón de purga # 3 en la figura 4.5 del aceite no debe estar situado sobre la bobina de encendido.*
- *El arrancador para el funcionamiento con gas se debe poder mover libremente.*
- *Con el fin de evitar que entren impurezas en el reductor, limpiar la tubería del G.L.P. antes de conectarla.*
- *Controlar con el motor encendido, que no haya pérdidas en las tuberías de gas a través de las uniones*
- *Controlar el funcionamiento del termostato verificando que el reductor-vaporizador se caliente rápidamente.*

⁶ STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas, Italia, pag. 22

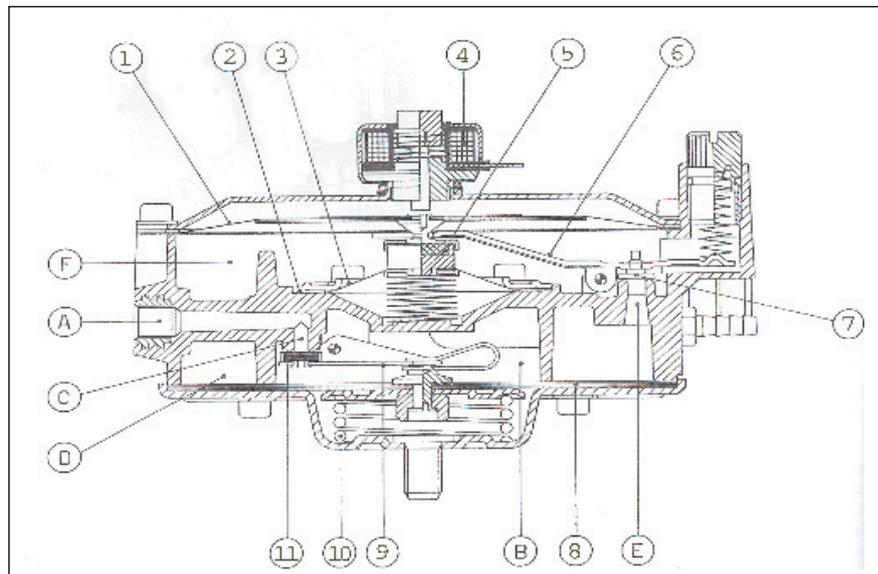
- En el invierno poner anticongelante en el circuito.

Cada vez que se vacíe el sistema de refrigeración se debe purgar el sistema para eliminar las burbujas de aire que podrían impedir la circulación del agua de calefacción en el reductor.⁷

La salida del gas debe estar dirigida hacia arriba como se muestra en el elemento #1 en la figura 4.5.

El mezclador, situado en el carburador, debe estar conectado con una tubería de goma recubierta con una funda metálica como se muestra en el elemento #2 en la figura 4.5, siguiendo el recorrido más corto posible, evitando curvas demasiado cerradas que no dejarían pasar el gas normalmente.

4.3.2.- Funcionamiento del reductor-vaporizador



11	Válvula de cierre del orificio C
10	Muelle regulador
9	Palanca
8	Membrada
7	Válvula conectada al mezclador
6	Palanca
5	Magneto
4	Arrancador electrónico
3	Membrana
2	Muelle
1	Membrana
#	Elemento

A	Conducto de alimentación
B	Cámara de la primera fase de reducción
C	Cierre del orificio de alimentación
D	Cámara que rodea toda la cámara B
E	Orificio
F	Cámara de la segunda fase
#	Elemento

Fig.4.6.- Reductor-vaporizador en sección

Fuente : STRADA. Casale, 175-36100.

Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas Italia.

El funcionamiento del reductor-vaporizador que ha continuación se explica, se basa en los elementos de la figura 4.6.

⁷ STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas, Italia, pag. 23-24

“El G.L.P. en estado líquido que llega de la electroválvula, empujado por la presión del depósito pasa por el conducto de alimentación (A) y entra en la cámara de la 1° fase de reducción (B), donde su presión baja aproximadamente de 0,45 a 0,65 bar.

Ésta disminución de presión se logra explotando la presión que el gas ejerce sobre la membrana (8) que está conectada a la palanca (9) del cierre del orificio de alimentación (C).

Cuando la presión sobrepasa dentro de la cámara (B) el valor establecido, la membrana (8) contrarresta la oposición del muelle regulado (10) arrastrando con su movimiento la palanca (9), en cuya extremidad está situada la válvula (11) de cierre del orificio (C).

Con el fin de compensar la pérdida de calor debido a la expansión del gas, se hace circular en la cámara (D), que rodea toda la cámara (B), el agua caliente del circuito de refrigeración del motor. Pasando por el orificio (E) el G.L.P. llega a la cámara de la 2° fase (F) que se ajusta con la válvula (7).

Esta se halla conectada al mezclador ubicado en el carburador, reaccionando a la aspiración provocada por el motor en marcha.

La membrana (1), a consecuencia de dicha aspiración se desplaza hacia el interior del reductor arrastrando con su movimiento la palanca (6), donde se encuentra la válvula (7), permitiendo así que el gas pase de la 1° a la 2° fase.

Si aumenta la aspiración en el mezclador ésta se transmite en seguida a la cámara (F), y la membrana (1), aspirada todavía más, permite que pase más gas a través del orificio (E). Viceversa, al disminuir la aspiración en el mezclador, se crea una contrapresión sobre la membrana (1), que moviendo la palanca (6) no deja pasar mucho gas.

Con el motor parado el muelle (2) descarga su fuerza sobre la palanca (6), asegurando de ésta manera la perfecta estanqueidad de la válvula (7).

Cuando se pone en marcha el motor dicho muelle viene comprimido en su asiento por la membrana (3), que a su vez viene aspirada por la pérdida de presión del motor que se produce debajo de la válvula de mariposa del carburador.

En la membrana está incorporado un magneto (5); éste, cada vez que se pone en marcha el motor, crea una atracción momentánea en la palanca (6) permitiendo que pase una cantidad adicional de gas.

Este dispositivo consiste que el motor arranque mejor, con cualquier condición atmosférica.”⁸

⁸ STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P. Lovato Autogas, Italia, pag. 23.

4.4.- COLOCACIÓN DE LA VÁLVULA TIPO SOLENOIDE

4.4.1.- Válvula tipo solenoide

“Es un dispositivo electrónico que se coloca en la manguera de la gasolina, entre la bomba de combustible y el carburador que impide que pase la gasolina cuando el motor funciona con G.L.P.”

La gasolina, empujada por la bomba de combustible entra en la electroválvula a través de la unión (4), pasa por el orificio central de la válvula (6) y sale por el agujero (1).

Cuando se desconecta la llave de contacto o cuando el conmutador se halla en la posición de gas, la válvula (6), empujada por el muelle (3), impide que pase la gasolina.

Al conectar la llave de contacto con el conmutador en la posición de “gasolina”, la bobina se excita (5), creando un campo electromagnético cuya fuerza abre la válvula (6) que es atraída por el polo (4), dejando que la gasolina pase libremente.”⁹

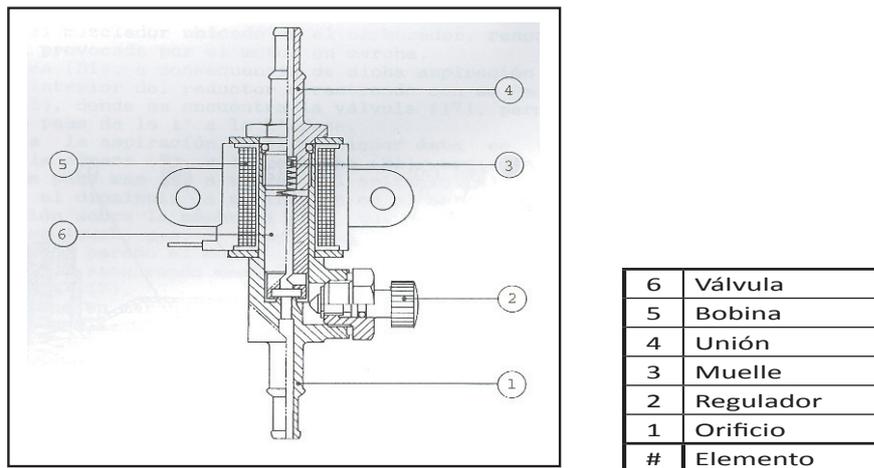


Fig.4.7.- Electroválvula de gasolina

Fuente : STRADA. Casale, 175-36100.

Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas Italia.

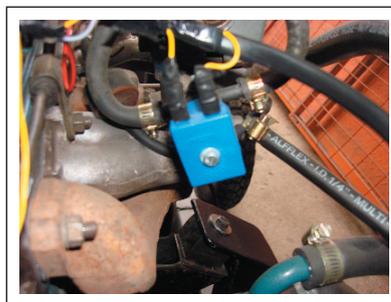


Fig.4.8.- Válvula tipo solenoide

Fuente: creación de los autores

⁹STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas, Italia, pag. 21.

4.4.2.- Conmutador de pulsador

Para controlar el funcionamiento del motor mediante la alimentación de G.L.P. o gasolina es necesario usar el conmutador eléctrico que lo hemos colocado en el tablero de mando de la maqueta.

Es necesario conectar de la siguiente manera el conmutador para un óptimo funcionamiento, el mismo que viene marcado en los bornes con letras:

*“El borne + con el borne + 15 B de la bobina
El borne B con la electroválvula de la gasolina
El borne G con la electroválvula del sistema G.L.P.”¹⁰*
Ver en la figura 4.9

En el montaje hay que tener en cuenta de que los cables eléctricos estén bien separados de fuentes de calor y evitar el contacto contra paredes metálicas.

Cuando se requiere que el motor funcione con G.L.P. se tiene que poner el pulsador en posición de gas, haciendo que el flujo de la gasolina hacia el carburador se corte por la electroválvula, de igual manera funciona el momento que se coloca en posición de gasolina.

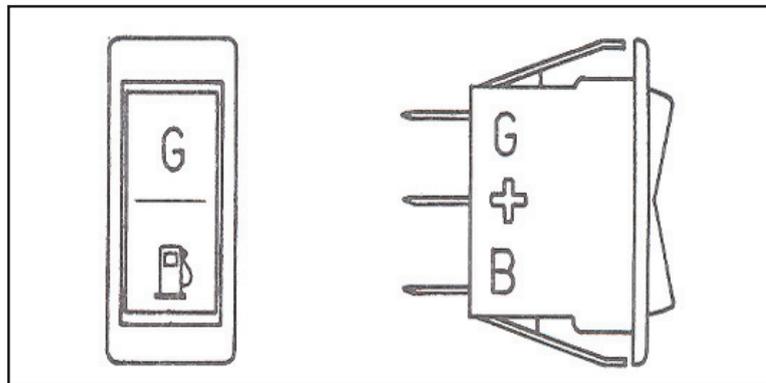


Fig.4.9- Conmutador del pulsador para la selección del funcionamiento a gas o a gasolina

Fuente: Manual de la instalación G.L.P

4.4.3.- Control y regulación de la instalación

Cuando se ha terminado el montaje, hay que efectuar el control y ajuste de la misma.

Lo primero que hay que hacer es conectar al cilindro del G.L.P. y revisar con una solución jabonosa que no haya fugas en la boca de la válvula del cilindro de G.L.P. y en la línea de alimentación hacia el vaporizador, que todos estos elementos funcionen correctamente y luego tenemos que comprobar la estanqueidad es decir que no

¹⁰STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas, Italia, pag. 31.

haya pérdidas de G.L.P. ,en caso de haber fugas o pérdidas se tiene que realizar los ajustes necesarios y volver a efectuar el control.

Todas estas operaciones se deben realizar al aire libre, lejos de fuentes de posibles encendidos.

Una vez que todo funcione correctamente se pone en marcha el motor, haciéndolo funcionar a gasolina y puesto a punto, luego se coloca el conmutador en la posición intermedia en la cual no recibe ninguna alimentación, hasta que el motor se apague por falta de alimentación.

Una vez que se a parado el motor se coloca el conmutador en posición de gas y abrimos el interruptor de encendido sin poner en marcha el motor, una vez mas revisamos que no hayan fugas, ponemos el tornillo que regula al máximo, y el mínimo pasaje de gas en la posición intermedia como se muestra en el elemento #3 en la figura 4.10 y damos arranque al motor, regulamos el tornillo para alcanzar las revoluciones necesarias y el motor funcione estable.

4.5.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y MANGUERAS DE ALIMENTACIÓN

Al reductor-vaporizador van conectadas las mangueras de gas, de refrigeración y de vacío de la válvula solenoide.



Fig.4.10.- Reductor-Vaporizador

Fuente: creación de los autores

La primera manguera es la de alimentación del G.L.P. que viene desde el depósito de gas y va hacia el reductor-vaporizador, como se muestra en el elemento #1 en la figura 4.10 y tiene una longitud de 2 m con 50 cm de longitud para que el depósito de gas se mantenga apartado del motor.

La segunda manguera también es de alimentación de G.L.P. que va desde el reductor-vaporizador hacia el mezclador, en ésta manguera se encuentra una válvula reguladora, que controla el paso del gas hacia el mezclador, la cual sirve para que la mezcla sea más rica o más pobre, como se muestra en el elemento #2 en la figura 4.10.

Ahora se instalan las mangueras de calefacción, la primera es de entrada del líquido refrigerante desde el motor hacia el reductor-vaporizador, que se muestra en el elemento #2 en la figura 4.11; la otra manguera es de salida desde el reductor-vaporizador hacia el motor, que se muestra en el elemento #3 en la figura 4.11 retornando el líquido refrigerante.

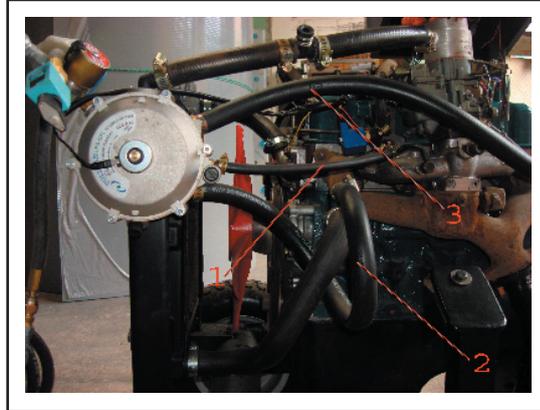


Fig.4-11.- Mangueras de calefacción y avance de vacío

Fuente: creación de los autores

La manguera de vacío se conectó desde el avance del distribuidor hacia el múltiple de admisión y hace la función de que se produzca el vacío dentro del reductor-vaporizador, que se muestra en el elemento # 1 en la fig. 4.11.

La manguera de paso del combustible, está conectada a la válvula solenoide, que es la encargada de cambiar el tipo de combustible que se va a utilizar, gasolina-gas.

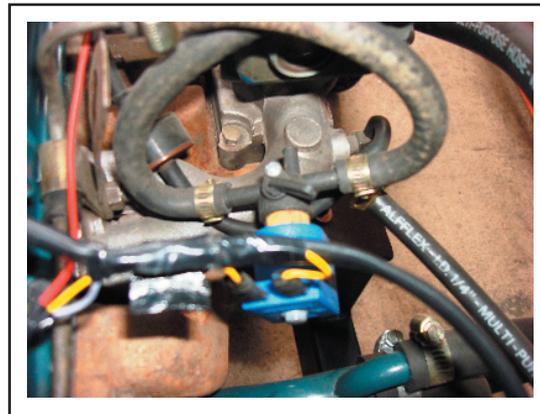


Fig.4.12.- Manguera de combustible y válvula solenoide

Fuente: creación de los autores

4.6.- INSTALACIÓN DEL SOPORTE Y CILINDRO PARA GAS LICUADO DE PETRÓLEO

El soporte para el cilindro de gas es independiente del banco metálico, para evitar cualquier tipo de accidente.

El soporte para el cilindro de gas debe tener una inclinación de 80°, colocando la válvula de salida hacia abajo para optimizar todo el G.L.P. que lleva dentro.

Para su fácil transportación se colocaron 2 ruedas de carretilla industrial de 10" de diámetro.

El soporte se construyó en tubo cuadrado de 1" por 2 mm de espesor, con 1 m de altura por 38 cm de ancho y 40 cm de profundidad. Se colocaron dos argollas para sujetar el cilindro de G.L.P. y evitar que se caiga.

El cilindro de gas licuado de petróleo que se va a utilizar es un cilindro de 14 Kg de uso doméstico debido a que es de fácil manejo para transportarlo y sustituirlo el momento que se termine, además que resulta económico para el usuario.



Fig.4.13.- Soporte metálico frontal

Fuente: creación de los autores



Fig.4.14.- Soporte metálico lateral

Fuente: creación de los autores



Fig.4.15- Soporte metálico con cilindro de G.L.P.

Fuente: creación de los autores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El motor Nissan 1200 c.c. reúne las características técnicas necesarias para accionar la bomba de agua ya que tiene una relación de compresión de 9:1 y su cilindrada de 1200 c.c. que brindan la potencia eficaz para dicho trabajo.

Se diagnosticaron los componentes defectuosos del motor y se los reemplazó por unos nuevos, los componentes que estaban en buen estado se los dejó, pero es importante fijarse bien en cada elemento para no tener problema en el momento de armar.

Para diseñar el banco metálico se procedió a hacer un cálculo estructural que nos permitió saber si está en capacidad de soportar al motor Nissan 1200 c.c. con sus componentes, la bomba de agua y el sistema de alimentación de G.L.P.

Se logró ensamblar la bomba de agua con un sistema de piñones, catalinas y cadenas perfectamente alineados que permitieron mover a la bomba con la potencia del motor si ningún problema y elevar el agua a 30m de altura que era el objetivo.

Se recomienda revisar el aceite del motor, el refrigerante del radiador cada vez que se vaya a accionar el motor, también se debe sustituir el aceite cada 50 horas de uso.

Es recomendable limpiar el regulador - vaporizador cuando al estar funcionando el motor a gas y se perciba un olor muy fuerte en la combustión de gases para que el mismo funcione correctamente.

No se debe poner a funcionar el motor sin que la bomba de agua esté llena de líquido, porque si trabaja en seco se daña el empaque. Si se desea que el motor funcione independiente de la bomba de agua se deberá desactivar el sistema de transmisión, retirando las cadenas.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- GUERRERO PALACIOS. Fernando. Conjuntos Mecánicos I. Cuenca - Ecuador. 2000.
- NISSAN MOTOR CO., LTD. Manual de servicio. Tokio - Japón. 1974.
- STRADA. Casale, 175-36100. Manual de la instalación G.L.P, Lovato Autogas Italia.
- MAQUINARIAS Y EQUIPOS TEMCO. Manual de Equipos.

REFERENCIAS ELECTRONICAS:

MEGANEBOY, Dani; Mecánica Virtual;” Curso del sistema de encendido para auto-móvil”, 24 de febrero de 2001.
www.mecanicavirtual.org/cursoensendido.htm

MEGANEBOY, Dani; Mecánica Virtual, la web de los estudiantes de automoción “Curso del sistema de encendido para automóvil”; actualizada el 25 de septiembre del 2009.
http://mecanicavirtual.ispana.es/curso_encendido.htm

Sitio web optimizado para resoluciones minimas;Instalación del tacómetro en un vehículo;2006
<http://clubvwnica.com/Showarticle.aspx>

UNERMB, petróleo ingeniería de gas; “Concepto del gas licuado de petróleo”; 2007.
<http://ingenieriadegas.blogspot.com/2007>

Información técnica sobre el gas licuado de petróleo; Santa Fe – Argentina; 2002
http://www.ori.escuelas.edu.ar/2002/SANTA_FE/combustibles

Sistema de refrigeración; 2008
http://www.microcaos.net/el_sistema_de_refrigeracion.html/

Nixon Pinto; imágenes sistema de refrigeracion;2008
[www.bricopage.com/.../imagenes/refrigeracion .gif/](http://www.bricopage.com/.../imagenes/refrigeracion.gif/)

Instalación del sistema de refrigeración
<http://www.sistema de refrigeración>