



## **ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniero en Automotriz.**

### **AUTORES:**

Cevallos González Michael Andrés  
Secaira Lucio Jeison Marcial  
Diego Andrés de la Cruz Pacha

### **TUTOR:**

Ing. Denny Javier Guanuche Larco  
Ing. Guillermo Georky Reyes  
Campaña

**Análisis de emisiones contaminantes en función de la calibración y tipo de bujía de encendido**



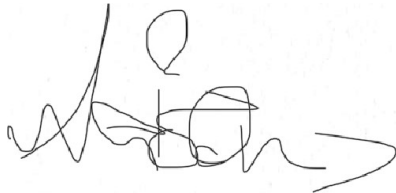
## CERTIFICACIÓN

Nosotros, Cevallos González Michael Andrés, Secaira Lucio Jeison Marcial, Diego Andrés de la Cruz Pacha, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

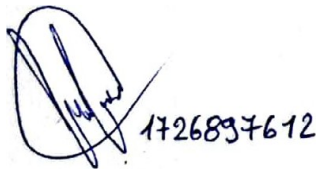
Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Cevallos González Michael Andrés



Secaira Lucio Jeison Marcial



Diego Andrés de la Cruz Pacha

Yo, Ing. Denny Guanuche, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firma profesor

## **Dedicatoria**

El presente trabajo lo dedico a mi madre Liliana, por ser el pilar fundamental en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias y dificultades que se han presentado en lo largo de mi formación tanto académica como personal. A mis abuelitos Marcial y Leticia quienes con su amor incondicional y ejemplo me guiaron y formaron en mis primeros años de mi vida, permaneciendo pendientes hasta la fecha de cada paso que doy. A mis hermanas Katy y Pao por estar a mi lado siendo un apoyo más para culminar esta etapa. Y a Cris quien ha estado ayudándome en todo lo que he necesitado y no dejar que me rinda.

**Jeison Secaira**

## **Dedicatoria**

Este trabajo le dedico a mis padres, por estar día a día viendo cómo me esfuerzo y ahora es un privilegio llenar de orgullo a toda mi familia, a mi abuelita que con su amor incondicional y ejemplo me guio desde mis primeros días de mi vida. A mi hermano Estalin por estar también siempre a mi lado apoyándome y dándome la mano siempre cuando necesitaba.

**Michael Cevallos**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y un privilegio ser su hijo, son los mejores padres. A mis hermanos por estar siempre presentes a lo largo de esta etapa. A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

**Diego Andres de La Cruz Pacha**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa más de mi vida, y haberme guiado por el camino correcto para lograrlo. A mi familia, en especial a mi madre y abuelitos quienes me apoyaron siempre en mi formación.

A la Universidad Internacional Del Ecuador por haberme aceptado ser parte de ella y abrirme sus puertas para formarme como Ingeniero Automotriz, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y apoyo para llegar a ser un buen profesional y especialmente una buena persona.

Extiendo un gran agradecimiento a mis asesores de tesis los Ingenieros Georky Reyes y Denny Guanuche por haberme guiado a mi y mis compañeros en este último paso de nuestra carrera.

**Jeison Secaira**

## **Agradecimiento**

Al ver el resultado logrado con este proyecto, agradezco a Dios por permitirme culminar como profesional y haberme guiado por el camino correcto. Todo el trabajo fue posible al gran apoyo incondicional de mi familia, en especial a mis padres y a mi abuelita quienes siempre se mantuvieron firmes en mi progreso como profesional. A la Universidad Internacional Del Ecuador por haberme abierto las puertas y permitirme formado como el profesional que soy ahora de ingeniero automotriz.

Agradezco a nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería Automotriz, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

**Michael Cevallos**



## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por bendecirnos la Vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y Fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres: Angel y Enma, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Gracias por estar presentes todos los días brindándome esa voz de aliento, para ser mejor cada día. Agradezco a nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

**Diego Andrés de la Cruz Pacha**

## **INDICE DE CONTENIDO**

Acuerdo de confidencialidad .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Dedicatoria.....	i
Dedicatoria.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Agradecimiento .....	v
Agradecimiento .....	vi
ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES EN FUNCIÓN DE LA CALIBRACIÓN Y TIPO DE BUJÍA DE ENCENDIDO.....	1
Resumen .....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Marco Teórico .....	4
Antecedentes de emisión de gases contaminantes en el Ecuador4Normativa NTE INEN 2204 .....	4
Sistema de emisiones de gases contaminantes.....	4
Sistemas del vehículo.....	5
Bujías .....	7
Materiales y Métodos .....	9
Método .....	9
Materiales:.....	9
Resultados y discusión.....	12
Datos de entrada.....	12
Resultados: .....	13
Discusión.....	14
Conclusiones.....	17
Referencias .....	19
Anexos .....	21

Anexos prácticos.....	21
Anexos Introducción.....	39
Anexos Marco Teórico .....	46
Anexos Materiales y Método .....	76
Anexos Resultados y Discusión.....	80

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Limites de emisiones norma NTE INEN 2204.....	4
Tabla 2 Ficha técnica Nissan Tiida.....	9
Tabla 3 Ficha Técnica de la maquina GASBOX Autopower.....	11
Tabla 4 Variables estandarizadas .....	12
Tabla 5 Resultados de la Bujía Bosch .....	13
Tabla 6 Resultados de la Bujía DENSO.....	14

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de emisiones de gases contaminantes. ....	5
Figura 2 Sistema de alimentación de vehículos.....	6
Figura 3 Sistema de encendido .....	6
Figura 4 Grado térmico de las bujías.....	8
Figura 5 Tipos de bujías según grado térmico.....	8
Figura 6 Test de medición de HC en la bujía Bosch R6.....	14
Figura 7 Test de medición de Co en la bujía Bosch R6 .....	15
Figura 8 Test de medición de HC en la bujía Denso Iridium .....	15
Figura 9 Test de medición de Co en la bujía Denso Iridium.....	16
Figura 10 Comparación de bujías Bosch y Denso.....	17

# ANÁLISIS DE EMISIONES CONTAMINANTES EN FUNCIÓN DE LA CALIBRACIÓN Y TIPO DE BUJÍA DE ENCENDIDO

*Ing. Georky Reyes.<sup>1</sup>, Ing. Denny Guanuche.<sup>2</sup>, Cevallos Michael A.<sup>3</sup>, Secaira Jeison M<sup>4</sup>, De la Cruz Diego<sup>5</sup>.*

<sup>1</sup> *Maestría Especialidad - Universidad, Titulo Obtenido, gureyesca@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>2</sup> *Maestría Especialidad – Universidad, Titulo Obtenido, deguanuchela@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>3</sup> *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, micevallosgo@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

<sup>4</sup> *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, jeseairalu@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>5</sup> *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, didelacruzpa@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

## Resumen

**Introducción:** Hoy en día el tema de la emisión de gases contaminantes por parte de los vehículos es analizado con mayor frecuencia, debido al impacto ambiental. Por esta razón el presente trabajo tiene como finalidad analizar la emisión de dos gases contaminantes por medio de la calibración y tipo de bujías. **Metodología:** El método utilizado en la investigación es el experimental, puesto que se manipula algunas variables, como son dos tipos de bujías Marca 1 y Marca 2 que se emplean convencionalmente en vehículos de gasolina, trabajando con tres diferentes mediciones de calibración 0.55mm, 1.1mm y 1.65 mm y determinando la influencia de estas calibraciones en la emisión de gases contaminantes (CO y HC) que se generan a partir del test de velocidad de relantí. Los materiales utilizados son un vehículo Nissan del año 2011, las bujías y la máquina GASBOX Autopower. La norma aplicada es la NTE INEN 2204 para la evaluación de los resultados. **Resultados:** Se evidencio que los porcentajes de HC y Co obtenidos son bajos en comparación con los límites máximos implantados por la norma, 200 ppm HC y 1% Co. **Conclusión:** Una vez analizados todos los ensayos se determinó que la bujía Bosch brinda un aumento en el desempeño del motor del vehículo ya que la cantidad de emisiones es casi nula, específicamente con una calibración estándar de la bujía se obtiene un 98.5% menos cantidad de HC y un 100% de disminución de Co. Con respecto a la norma.

**Palabras clave:** Bujías, calibración, hidrocarburos, monóxido de carbono, norma.

## Abstract

**Introduction:** Today the issue of the emission of polluting gases by vehicles is analyzed more frequently, due to the environmental impact. For this reason, the purpose of this paper is to analyze the emission of two polluting gases through the calibration and type of spark plugs.

**Methodology:** The method used in the research is experimental, since some variables are manipulated, such as two types of spark plugs Brand 1 and Brand 2 that are conventionally used in gasoline vehicles, working with three different calibration measurements 0.55mm, 1.1 mm and 1.65 mm and determining the influence of these calibrations on the emission of polluting gases (CO and HC) that are generated from the idle speed test. The materials used are a Nissan vehicle from the year 2011, the spark plugs and the GASBOX Autopower machine. The applied norm is the NTE INEN 2204 for the evaluation of the results. **Results:** It was evidenced that the percentages of HC and Co obtained are low in comparison with the maximum limits established by the standard, 200 ppm HC and 1% Co. **Conclusion:** Once all the tests were analyzed, it was determined that the Bosch spark plug provides an increase in the performance of the vehicle's engine since the amount of emissions is almost null, specifically with a standard calibration of the spark plug, 98.5% less HC and 100% less Co is obtained. With respect to the standard.

**Key words:** spark plugs, calibration, hydrocarbons, carbon monoxide, standard.

## Introducción

En la actualidad las emisiones de gases contaminantes generados por los vehículos, es un tema que se está tratando con mayor profundidad, debido al impacto ambiental que este ha producido, por consiguiente, se está estudiado el tema en diferentes circunstancias con la finalidad de obtener un análisis amplio e intentar disminuir la contaminación ambiental.

En este sentido se está buscando varias alternativas para disminuir dichos gases, como (Vázquez, 2015) que analiza la influencia del tipo de bujía en la evaluación del comportamiento y emisiones en un motor de encendido. Así mismo (Antamba, 2016) evalúa las emisiones de un vehículo, dónde determina que el tipo de gasolina que se utiliza y el lugar en donde trabaja el motor hace que las emisiones varíen, en el mismo sentido se encuentran desarrollando varios estudios que buscan una reducción de contaminación.

Los diversos estudios analizan principalmente factores como tipo de gasolina o elementos del vehículo, pero en este caso la investigación se enfoca a los tipos de bujías y su calibración, según (Mallikarjuna, 2017) la ubicación del inyector de combustible y de la bujía influyen en gran medida en la mezcla aire-combustible, la combustión, el rendimiento y características de emisión. La combinación de la bujía ubicada en la parte central de la cámara de combustión y el inyector de combustible a un lado produce una mejor combustión y rendimiento en el motor.

Un trabajo de investigación mediante una simulación confirma que el uso del electrodo de iridio en la bujía mejora la combustión y la estabilidad sobre el rango de operación analizado del motor, con una mejora máxima de 13.5%. (Sjeric Momir, 2017). También establecen que la geometría de la bujía tiene potencial para mejorar la estabilidad del motor y la economía de combustible. En cambio, (Zumba, 2019) mostró que el centro fino y el electrodo de tierra de la bujía permiten una mejor inflamabilidad y eficiencia de combustión.

Por lo tanto, la evaluación y análisis de las emisiones contaminantes depende de varios factores que envuelven al vehículo y al funcionamiento de sus componentes, por esta razón la presente investigación realizada en la ciudad de Quito, analizará las emisiones contaminantes producidas por los automotores, por medio de la máquina analizadora de gases, en función de la calibración y tipo de bujía de encendido, gracias a este medio se verificará el nivel de contaminación que se ocasiona al variar estos parámetros.



## Marco Teórico

### Antecedentes de emisión de gases contaminantes en el Ecuador

En el Ecuador, se realiza revisiones vehiculares anuales, las mismas que tienen como objetivo analizar y controlar la emisión de gases contaminantes según las normativas que rigen en el país. En el país las revisiones técnicas vehiculares han ido aumentando con el transcurso de los años y es de esta manera que en la ciudad de Quito a principios del 2003 se crea el REMMAQ (La red metropolitana de monitoreo atmosférico de Quito) la cual forma parte de la CORPAIRE (Corporación para el mejoramiento del aire de Quito). Estos centros ofrecen datos confiables y verídicos para disminuir la contaminación al medio ambiente (Nuñez, 2018).

En la ciudad de Quito, el control de emisiones de gases vehiculares lo regula la Agencia Metropolitana de Tránsito AMT, mediante las revisiones vehiculares que se realizan cada año, las mismas que se rigen a la normativa NTE INEN 2204 que rige en Ecuador desde el año 2002, este reglamento técnico se encarga de regular los límites permitidos de emisiones producidas por vehículos automotores que emplean gasolina (Moreno, 2020).

### Normativa NTE INEN 2204

Norma NTE INEN 2204: Esta norma está dirigida a los automotores a gasolina de más de tres ruedas, la misma que establece los valores máximos permitidos en marcha mínima o ralentí para las emisiones de Co y HC, los mismos que se evidencian en la Tabla 1. Esta norma trabaja en conjunto con la norma NTE INEN 2 203:2000 que especifica el procedimiento a seguir, para ejecutar las pruebas de medición, y el método que se emplea para la calibración del equipo y el tubo de escape en condiciones de marcha mínima. (Ayala, 2017)

**Tabla 1**

*Límites de emisiones norma NTE INEN 2204*

Año	% CO			ppm HC	
	0- 1500	3000	1500- 1500	0- 1500	1500- 3000
modelo 2000 y posteriores	1,0	1,0	1500	200	200
1989 y anteriores	3,5	4,5	1500	650	750

Fuente: Ayala 2017

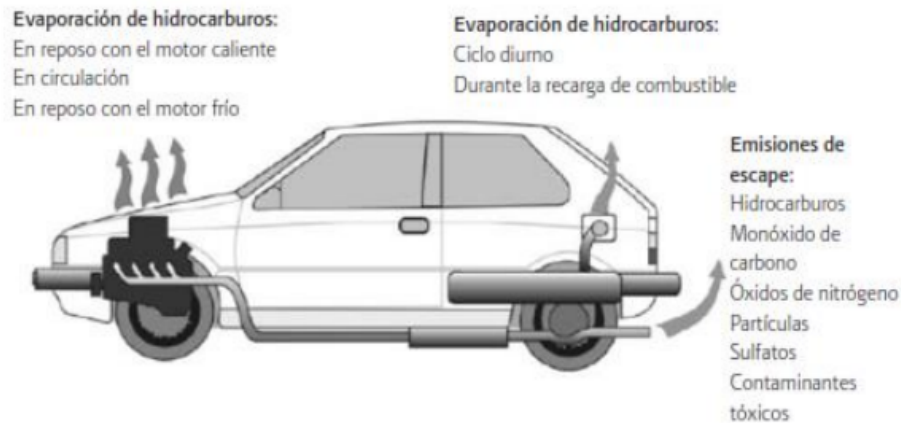
### Sistema de emisiones de gases contaminantes

Estas emisiones de gases contaminantes son generadas por varios procesos o sistemas en los vehículos, uno de los sistemas más comunes es la producida por la quema del combustible y es liberada por el tubo de escape. Existe una gran variedad de gases

peligrosos emitidos por los vehículos entre ellos se encuentran, el Monóxido de Carbono (CO) e hidrocarburos (HC). Los mismo que se van a analizar en la presente investigación.

### **Figura 1**

*Tipos de emisiones de gases contaminantes.*



. Fuente: Serna 2011

**Monóxido de carbono (CO):** Las emisiones de CO son tóxicas, provocan disminución en el flujo sanguíneo, al ser incoloro e inodoro es imperceptible por las personas ocasionando aún más vulnerabilidad al enfrentarse a este. (EPA, 2022).

**Hidrocarburos (HC):** Los Hidrocarburos son emitidos por la cámara de combustión del motor, en este proceso del motor no tiene la capacidad de quemar todo el combustible dejándolo crudo, los niveles de HC producen irritación en los ojos y piel. (Aroa Zubizarreta, 2018).

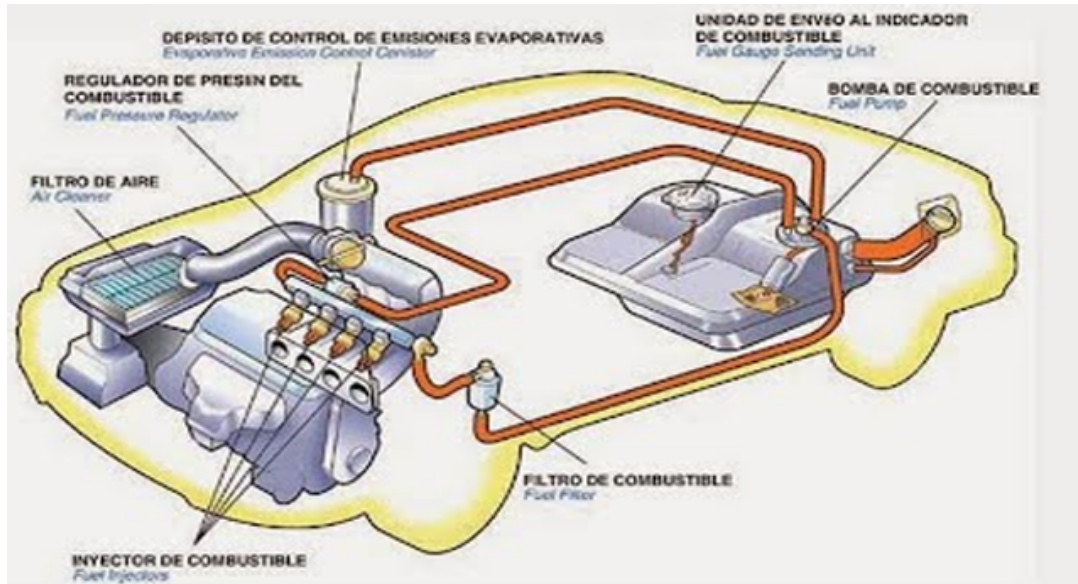
**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** De todas las emisiones de gases contaminantes el CO<sub>2</sub> ocupa el mayor porcentaje de presencia en el ambiente, por ende, es el principal gas de efecto invernadero ya que atrapa el calor y acelera el deterioro de la capa de ozono. (Tipanluisa, 2017).

### **Sistemas del vehículo**

**Sistema de alimentación de vehículos:** Este sistema comprende las partes que tienen por objetivo transportar el combustible y el aire al motor, producir la mezcla en los motores de carburación y conducirla al interior de los cilindros. (Motor Giga, 2022).

Figura 2

Sistema de alimentación de vehículos.

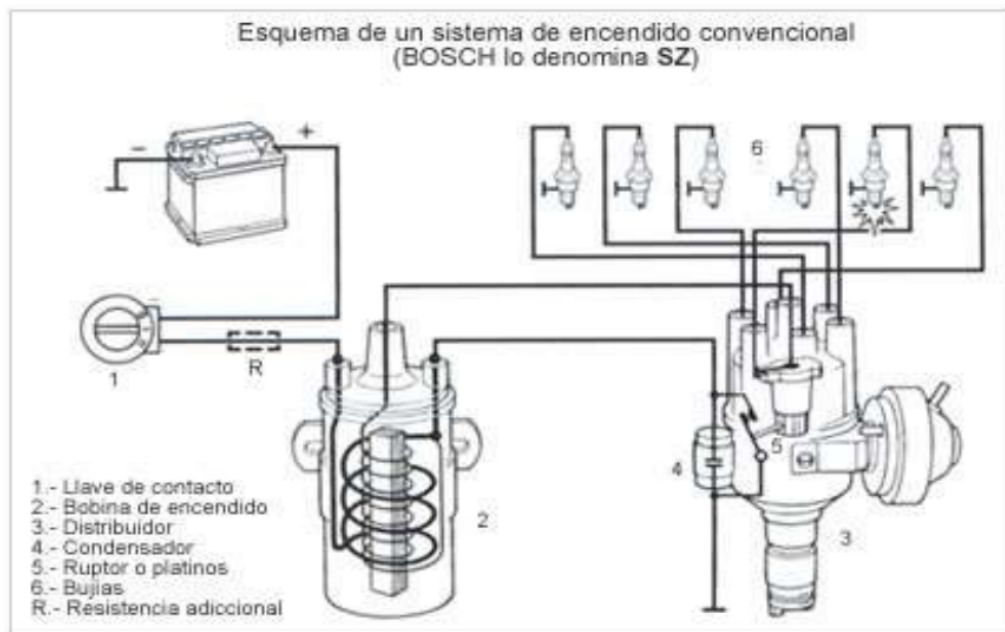


Fuente: MotorGiga (2022)

**Sistema de encendido:** Es un sistema de distribución de chispa necesaria para la combustión, se usan en motores de gasolina o nafta de ciclo, una parte primordial de este sistema es la batería y el motor de arranque (Coral, 2017).

Figura 3

Sistema de encendido



Fuente: Coral (2017)

**Sistemas de inyección:** El sistema de inyección de gasolina regula los niveles de aire y gasolina, manteniendo la mezcla dentro del rango estequiométrico de 14,7 gr de aire por cada gramo de gasolina considerando a esta mezcla óptima para que se origine la chispa y el auto pueda encenderse.

$$\text{relación estequiométrica} = \frac{1 \text{ gr de combustible}}{14.7 \text{ gr de aire}}$$

## **Bujías**

Antes de entrar al estudio de las bujías es necesario saber su definición, función, características y estructura.

Son elementos que generan una chispa, esta produce el desplazamiento de los pistones dentro de la cámara de combustión y posteriormente origina el movimiento del cigüeñal. Los modelos de bujías ya sean del tipo caliente o frío afectan directamente al funcionamiento del motor. La bujía Bosch pertenece a la categoría caliente ya que permite que la chispa alcance el punto máximo de temperatura y así causar mayor eficiencia y optimizar la propagación de la llama, por otro lado, la punta del electrodo de la bujía Denso Iridium al estar fabricada con iridio le proporciona mayor resistencia en comparación con bujías tradicionales, pues estas disipan el calor con un aumento de velocidad, lo cual permite que exista un incremento en la durabilidad de la bujía. La calibración de las bujías se realiza entre el electrodo central y el final donde se genera la chispa. Generalmente, los valores de esta medición van desde 0,7mm a 1,1 mm, con un valor estándar de 1mm, esta graduación se realiza de acuerdo con la medida especificada por el fabricante, mediante un calibrador de hojas. (Bas, 2020)

Las bujías tienen dos funciones principales:

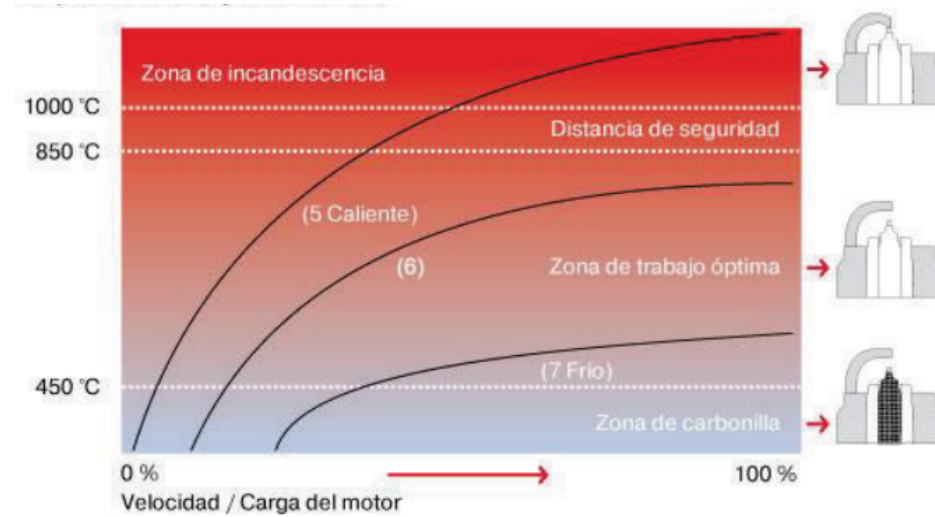
- Inflamar la mezcla de aire - combustible.
- Disipar el calor generado en la cámara de combustión hacia el sistema de refrigeración del motor.

## **Grado térmico**

El grado térmico hace referencia a la capacidad que tiene una bujía de evacuar el calor originado en el interior de la cámara de combustión hacia el sistema de refrigeración. Las bujías necesitan un determinado rango térmico para poder funcionar correctamente (Serpa, 2016).

Figura 4

Grado térmico de las bujías



Fuente: Serpa 2016

Por lo tanto, las bujías se clasifican de la siguiente manera:

- Bujía caliente o bajo grado térmico.
- Bujía de grado térmico medio.
- Bujía fría o alto grado térmico

Figura 5

Tipos de bujías según grado térmico

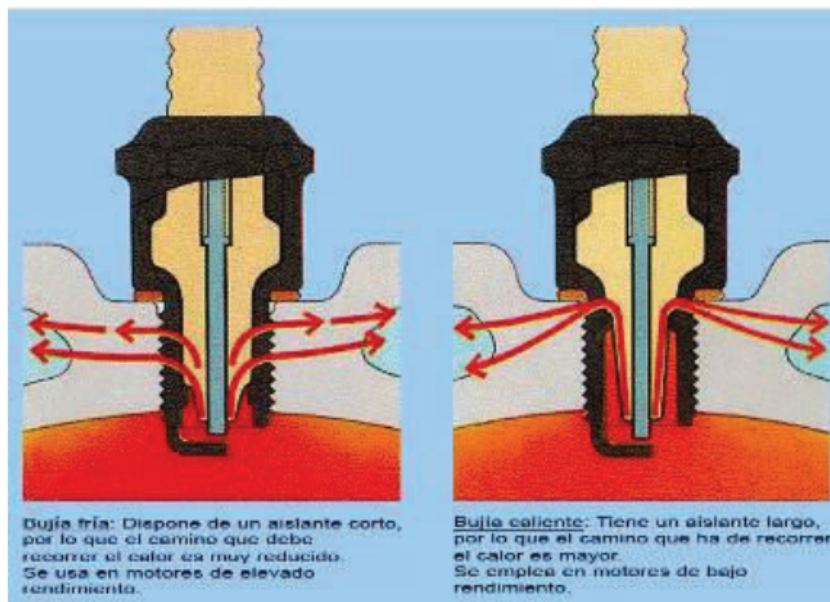


FIGURA 1.12. Bujías fría y caliente.<sup>23</sup>

Fuente: Serpa 2016

## Materiales y Métodos

### Método

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, debido a que se recogieron los datos de emisiones de gases contaminantes producidos por 1 vehículo con diferentes tipos de bujías y medidas de calibración, utilizando instrumentos de medición como la maquina GASBOX medidora de gases. Por lo tanto, este enfoque utiliza la recopilación de información para comprobar la hipótesis planteada mediante el uso de estrategias estadísticas basadas en medición numérica (Nuñez, 2018).

El diseño de investigación del trabajo es experimental, puesto que se realizó las diferentes tomas de emisiones de gases analizando los datos obtenidos por la maquina empleada, sin tener datos aleatorios y en un entorno controlado (Fremaan, 2021).

Además, se aplicó el método analítico para realizar el análisis y la interpretación de los datos obtenidos por la maquina GASBOX al vehículo Nissan Tiida con las dos marcas de bujías con tres diferentes calibraciones.

### Materiales:

**Vehículo:** El vehículo utilizado en la presente investigación es un automóvil a gasolina de marca Nissan Modelo Tiida del año 2011, color rojo. Con las siguientes características:

*Tabla 2*

Ficha técnica Nissan Tiida

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
MARCA	Nissan
SERIE	Tiida
GENERACIÓN	C11
AÑO	2010-2011
CILINDRADA	1598 cm <sup>3</sup>
POTENCIA	110 CV
TORQUE	153 Nm
CAJA DE CAMBIOS	Manual
ACELERACIÓN	11.1 sec
VELOCIDAD MÁXIMA	186 km/h
TIPO DE COMBUSTIBLE	Gasolina
TANQUE DE COMBUSTIBLE	52 lt
EMISIÓN ESTÁNDAR	Euro 5
EMISIÓN	165g/100km

Fuente: (MOTOREU, 2011)

## **Bujías**

Se utilizaron dos tipos de bujías en distintas marcas una de ellas es la BOSCH R6 y la otra DENSO Iridium IXEH20TT. A continuación, sus características:

- **Bosch R6**

Gama de productos: Double Platinum  
Número del artículo: VR8SC  
Ancho de llave :14  
Rosca exterior [mm]: 14  
Long. de rosca [mm]: 19  
Posición chispa [mm]: 7  
Paso de rosca [mm]: 1,25  
Distancia entre electrodos [mm]: 1,0  
Par apriete [Nm]: 28  
Número de polos: 3  
Apriete angular [grados]: 90  
Grado térmico: 8 (caliente)  
Fuente: Bosch 2022

- **DENSO Iridium IXEH20TT**

Gama de productos: Iridium TT  
Ancho de llave: 14  
Long. de rosca [mm]: 26,5  
Bujía de encendido: Electrodo de masa  
Par apriete [Nm]: 17  
Diámetro [mm]: 12  
peso [g]: 37  
Modelo por país: Japón  
DENSO: Bujía de encendido  
Número de artículo: IXEH20TT  
Número de referencia del fabricante: IXEH20TT  
Fabricante de piezas: DENSO  
Esta característica varía en función del modelo de coche.  
Grado térmico: 20 (Medio)  
Fuente: Denso 2022

## **Calibración**

En primer lugar, se debe calibrar las bujías, es necesario conocer la distancia del electrodo, este valor viene en las especificaciones y depende de cada fabricante, por lo general la separación es de 1 a 2 (mm), tenemos dos posibilidades; se utilizó dos marcas de bujías Bosh R6 electrodo normal y Denso Iridium, cada una de ellas se calibro con tres medidas diferentes y para esto fue necesario el uso de galgas de las siguientes medidas: 1.1 mm que es la medida estándar, a esa medida se incrementó un 50% lo que resulta un valor de 1,65mm y así mismo se redujo un 50% del valor convencional obteniendo 0.55mm.

### Equipo de medición

Para la obtención de los valores generados por el vehículo en cada bujía y calibración, se utilizó un equipo analizador de gases, esta maquina se llama es GASBOX Autopower, que proporciona el valor de HC y CO. A continuación, sus características.

Tabla 3

#### Ficha Técnica de la maquina GASBOX Autopower

##### FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINA GASBOX AUTOPOWER

<b>GASBOX AUTOPOWER</b>	<b>OPABOX Autopower</b>
<b>DIMENSIONES</b> 460 X 200 X 250 MM	<b>DIMENSIONES</b> 460 x 200 x 250 mm
<b>PESO</b> 6,5 KG (CON TROLLEY E POWER PACK 15 KG)	<b>PESO</b> 6,5 Kg (con Trolley e Power Pack 15 Kg)
<b>ALIMENTACIÓN</b> DA ALIMENTACION RETE 220 V-50 HZ 2 BATERIAS PB DE 12 V 7,5 A/H; ABSORCIÓN MAX: 80 W	<b>ALIMENTACIÓN</b> Da alimentacion rete 220 V-50 Hz 2 baterias Pb de 12 V 7,5 A/h; Absorción Max: 80 W
<b>SALIDA SERIAL</b> RS232 ESTÁNDAR	<b>SALIDA SERIAL</b> RS232 estándar
<b>SALIDA WIRELESS</b> BLUETOOTH	<b>SALIDA WIRELESS</b> Bluetooth
<b>SOFTWARE</b> ETS O IDC5	<b>SOFTWARE</b> ETS o IDC5
<b>PUESTA CERO Y CALIBRACIÓN</b> ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA	<b>PUESTA CERO Y CALIBRACIÓN</b> Electrónica y automática
<b>TECNOLOGÍA</b> NDIR	<b>TECNOLOGÍA</b> Diodo Led verde
<b>DESCARGA DE CONDENSACIÓN</b> CONTINUA Y AUTOMÁTICA	<b>DESCARGA DE CONDENSACIÓN</b> 200 mm
<b>TIEMPO DE RESPUESTA</b> < 10 SECONDI	<b>TIEMPO DE RESPUESTA</b> 82° C
<b>TIEMPO DE CALENTAMIENTO</b> MAX. 60 SEGUNDOS	

Fuente: Texa Iberica S.A (2022)



## Normativa

Las normas que se emplearon en este trabajo son: la NTE INEN 2 204 que establece el procedimiento de medición de emisiones generadas por vehículos, el cual se consideró durante el desarrollo de las pruebas estáticas para ralentí bajo y acelerado, a continuación, se detalla el proceso:

1. Situar el automóvil en el punto de partida.
2. Colocar los equipos de instrumentación en el automóvil.
3. Encender el motor.
4. Fijar en ralentí a la temperatura normal de funcionamiento (95°C).
5. Acelerar y estabilizar el régimen del motor a 750 rpm y 2500 rpm respectivamente
6. Recopilar datos
7. Esperar el tiempo de respuesta del equipo analizador
8. Imprimir las lecturas del test.
9. Apagar el motor.
10. Cambiar el tipo de bujía.

Gracias a este protocolo se logró determinar la cantidad de emisiones del vehículo evaluado, juntamente con la norma ya mencionada fue necesario manejar una segunda norma, la NTE INEN 2204, esta estipula los límites permisibles de agentes contaminantes que pueden generar los automotores a gasolina, dentro de la norma se encuentran los porcentajes máximos permitidos de HC y Co.

## Lugar de pruebas

Cada una de las pruebas se realizó en las instalaciones de la facultad de ingeniería automotriz de la universidad UIDE a 2.850 metros a nivel del mar en un espacio cerrado a temperatura ambiente.

## Resultados y discusión

### Datos de entrada

Variables utilizadas para el desarrollo de la investigación

*Tabla 4*

*Variables estandarizadas*

MARCA	Calibración 1	Calibración 2	Calibración 3
BOSCH R6	0.55mm	1.1mm	1.65mm
DENSO Iridium IXEH20TT	0.55mm	1.1mm	1.65mm

Fuente: Autores

En total se realizaron seis pruebas estáticas, los ensayos iniciaron una vez que el motor logró su temperatura de funcionamiento normal, en este caso la temperatura fue de 95°C para el vehículo que se usó; a continuación, ambas bujías se calibraron en tres medidas diferentes, llegados a este punto se elaboraron los test de velocidad de ralentí a 750 rpm y del mismo modo los test de ralentí acelerado a 2500 rpm, en las bujías Bosch R6 y Denso Iridium respectivamente. Se calcularon dos tipos de gases contaminantes que son: hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO).

Después de completar todos los test de medición requeridos para ambas bujías, en la ciudad de Quito a 2800 metros sobre el nivel del mar. Se presentan los resultados de las pruebas estáticas a 750 y 2500 (rpm).

## Resultados:

- **Bujía BOSCH R6**

En la tabla 5 se muestra las pruebas realizadas con la primera marca de las bujías, en medición de rpm bajas y altas, con cada una de las diferentes calibraciones.

*Tabla 5*

*Resultados de la Bujía Bosch*

		BOSH				
		Test de medición ralentí 750 rpm		Test de medición en aceleración 2500 rpm		
		HC ppm vol	Co % de vol	HC ppm vol	Co % de vol	
		LÍMITE MÁXIMO	máx 400	máx 2.0	máx 400	máx 2.0
1	Calibración	0.55	2	0	7	0,1
2	Calibración	1.1	3	0	10	0,1
3	Calibración	1.65	0	0	0	0

Fuente: Autores

- **Bujía DENSO Iridium**

En la tabla 6 se muestra las pruebas realizadas con la segunda marca de las bujías, en medición de rpm bajas y altas, con cada una de las diferentes calibraciones.

Tabla 6

Resultados de la Bujía DENSO

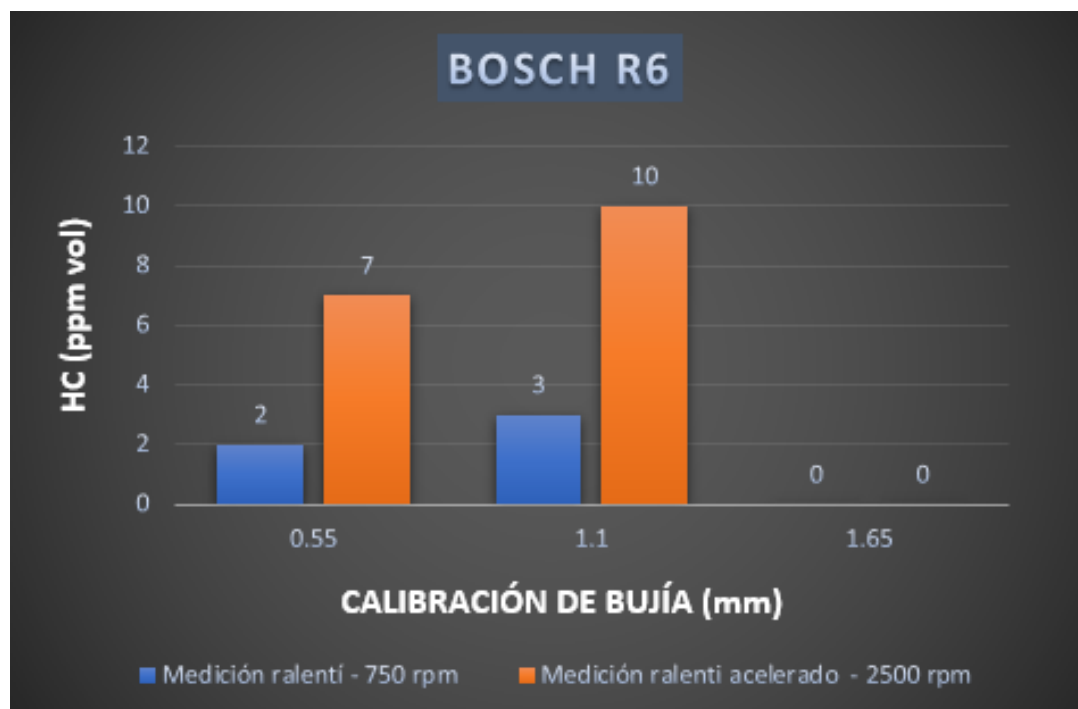
		IRIDIUM			
		Test de medición ralenti 750 rpm		Test de medición en aceleración 2500 rpm	
		HC ppm vol	Co % de vol	HC ppm vol	Co % de vol
LÍMITE MÁXIMO		máx 400	máx 2.0	máx 400	máx 2.0
1	Calibración	0.55	20	0	28
2	Calibración	1.1	7	0	10
3	Calibración	1.65	14	0	20

Fuente: Autores

## Discusión

Figura 6

Test de medición de HC en la bujía Bosch R6



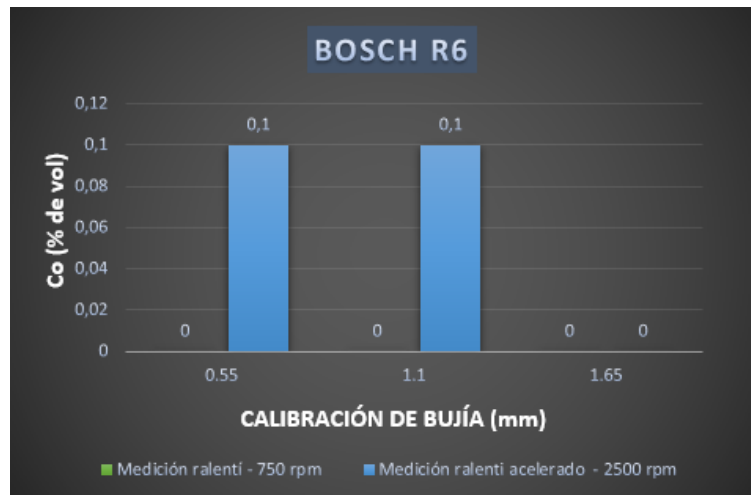
Fuente: Autores

Con la calibración de la bujía a 1.65 mm no existe presencia alguna de emisiones de hidrocarburos. La calibración estándar en el test ralenti acelerado presenta un valor de 10 HC ppm, siendo un valor sumamente bajo respecto al valor límite que es 400 HC ppm.

Los resultados de las pruebas de velocidad de ralentí y ralentí acelerado que tienen que ver con el monóxido de carbono se observan en la Figura 2.

Figura 7

Test de medición de Co en la bujía Bosch R6



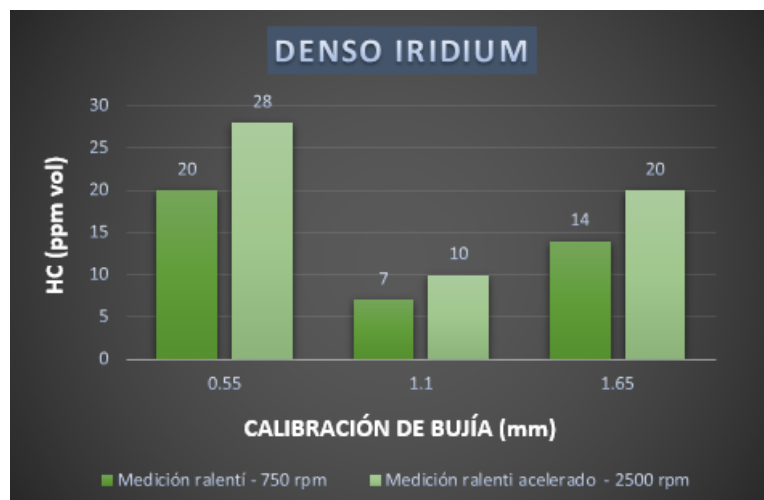
Fuente: Autores

Se distingue que a excepción de las mediciones en ralentí acelerado con calibración estándar (1.1 mm) y 0.55mm, todos los porcentajes medidos emiten un valor de cero. Se establece una mínima presencia de Co con 0,1% en la bujía evaluada, ya que el límite que indica la norma es 2% vol.

La valoración del comportamiento del motor en función de la bujía Denso Iridium, se examinó a través de pruebas estáticas, los parámetros utilizados con idénticos al caso anterior. El valor de HC para las tres calibraciones se indica en la Figura 3.

Figura 8

Test de medición de HC en la bujía Denso Iridium



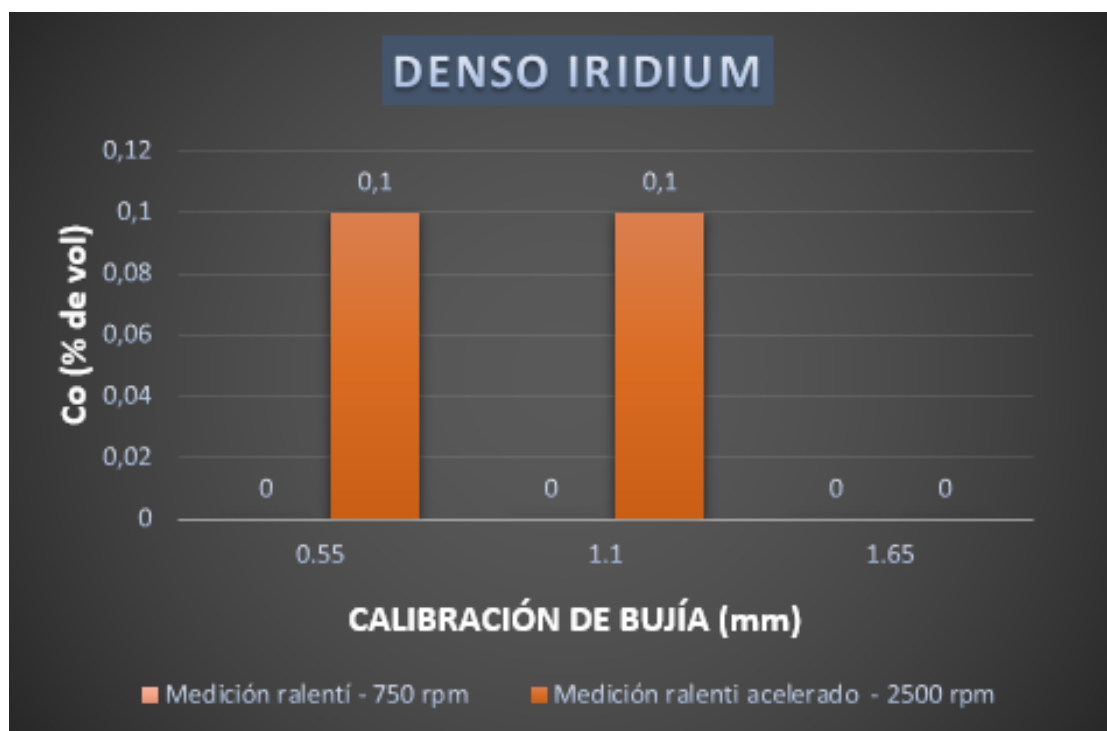
Fuente: Autores

En esta ocasión, el analizador de emisiones en los tres casos logró obtener valores de HC; la calibración a 0.55 mm en medición baja o ralenti presenta una mayor emisión (20 HC ppm) con relación a los otros dos casos. Considerando que 400 HC ppm es el valor máximo permitido, se verificó que en ralenti acelerado las tres calibraciones cumplen con la norma, ya que 28 HC ppm es el dato cúspide obtenido.

Los resultados de las mediciones de baja y alta, según el porcentaje de monóxido de carbono se observan en la Figura 4.

*Figura 9*

*Test de medición de Co en la bujía Denso Iridium*



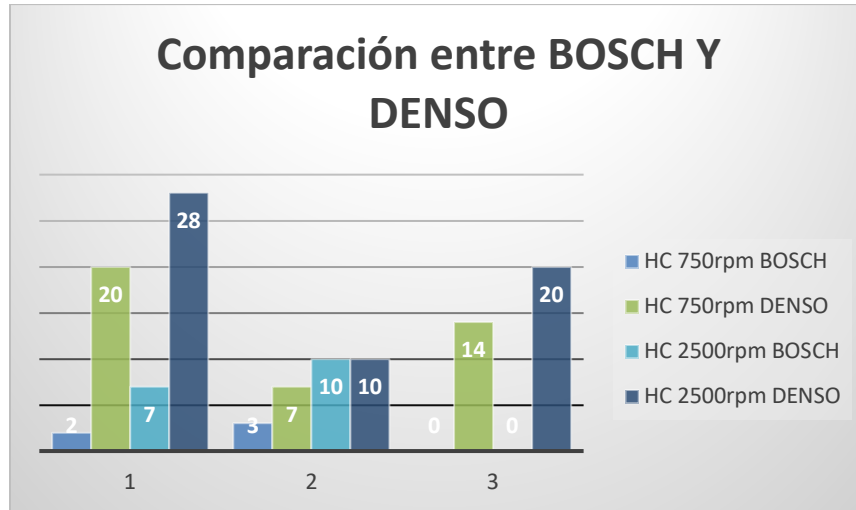
Fuente: Autores

Tomando en cuenta que la única presencia de monóxido de carbono es de 0,1 % de vol, se establece que en los tres casos se cumple correctamente con la norma INEN 2204.

## Comparación entre las dos marcas de bujías

Figura 10

Comparación de bujías Bosch y Denso



Fuente: Autores

En la Figura se muestra la comparación de las dos marcas de bujías utilizadas en la investigación con respecto a la emisión de HC (Hidrocarburos) en las tres calibraciones y rpm. Por lo que se puede observar que la bujía Denso emite en mayor cantidad este tipo de gas, debido a varios factores que pueden influir. Uno de ellos, puede ser el grado térmico de las bujías, referente a lo expuesto por Serpa (2016) que dice que el grado térmico de las bujías influyen en la emisión de gases contaminantes porque la dispersión del calor es más grande en las bujías calientes por su aislante, por lo que la bujía Bosch nos da menor cantidad de emisión de gas.

Otro de los factores es el material que está elaborada cada una de las bujías, en este caso la bujía Bosch siendo de platino su material emite menos residuos de HC y la bujía Denso con material de iridio produce más residuos de este gas contaminante.

## Conclusiones

Con los resultados obtenidos y su respectivo análisis se llegó a la conclusión que la variación en la calibración de las bujías no influye en altos porcentajes de emisión de gases contaminantes en vehículos que consten con sistemas modernos, pero es importante mencionar que al modificar lo indicado por el fabricante que es 1.1mm sea muy abierto o cerrado, influye en la vida útil de este producto.

Se concluye que las bujías Bosch R6 y Denso Iridium, calibradas a 1.1mm (valor estándar) proveen beneficios al motor del vehículo, refiriéndose a la considerable reducción de emisiones contaminantes, específicamente en la bujía Bosch se presentó un 98.5% de disminución de HC y un 100% de reducción del Co, con respecto a los valores máximos

permisibles de la norma. Por otra parte, en la bujía Denso Iridium se observó una disminución de hidrocarburo en un 96.5%, y el Co se mantiene con el 100% como el caso anterior. Así también se demuestra que una variación de  $\pm 50\%$  del valor estándar de calibración de las bujías suministra un buen rendimiento de los gases contaminantes.

Después de examinar todos los datos obtenidos a través de las pruebas estáticas realizadas, se observa que el desempeño de la bujía de grado caliente Bosch R6, hace que la cantidad promedio de emisiones contaminantes disminuya en un 99.1%. De esta manera se concluye que una bujía de tipo caliente logra un correcto funcionamiento en un ambiente de 2800 metros sobre el nivel del mar como es el caso de la ciudad de Quito.

## Referencias

- Antamba, J. (2016). Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1, utilizando gasolina de la Comunidad Andina. *Science Direct*, 7(3), 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.109>.
- Aroa Zubizarreta, J. M. (2018). Revisión de la literatura sobre efectos nocivos de la exposición laboral a hidrocarburos en trabajadores en ambiente externo. *Scielo*, 64(252), 2. [https://doi.org/https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2018000300271](https://doi.org/https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2018000300271)
- Ayala, H. (16 de diciembre de 2017). *Servicio ecuatoriano de normalización*. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2204-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf)
- Bas, O. (9 de octubre de 2020). Variation of spark plug type and spark gap with hydrogen and methanol added gasoline fuel: Performance characteristics. 45(50), 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.03.110>
- Coral, L. (2017). *SENATI*. Obtenido de Sistema de Encendido: <https://waldocc.files.wordpress.com/2017/12/sistemadeencendido.pdf>
- Díaz, E. (2022). *Aprende Institute*. <https://aprende.com/blog/oficios/mecanica-automotriz/sistema-de-encendido-tipos-y-funcionamiento/>
- EPA. (14 de junio de 2022). <https://espanol.epa.gov/espanol/monoxido-de-carbono-en-exterior#:~:text=El%20mon%C3%B3xido%20de%20carbono%20es,durante%20el%20arranque%20del%20veh%C3%ADculo>
- Fremaan, R. y. (2021). *INGENIAR* . Obtenido de Emision de gases contaminantes en vehiculos livianos a gasolina: <file:///D:/34-Texto%20del%20art%C3%ADculo-128-1-10-20210805.pdf>
- Loayza, Y. (2005). *Universidad del Azuay*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/189/1/05583.pdf>
- Mallikarjuna, J. (2017). Effect of spark plug and fuel injector location on mixture stratification in a GDI engine - A CFD analysis. *Science Direct*, 243, 3. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/243/1/012025>
- Moreno, I. (15 de Octubre de 2020). *UIDE*. Obtenido de Normativa que rige limites permitidos de emisiones contaminantes : <https://www.uide.edu.ec/normativa-que-rige-limites-permitidos-de-emisiones-contaminantes-es-obsolleta/#:~:text=La%20normativa%20NTE%20INEN%202204,veh%C3%ADculo s%20automotores%20que%20emplean%20gasolina.>



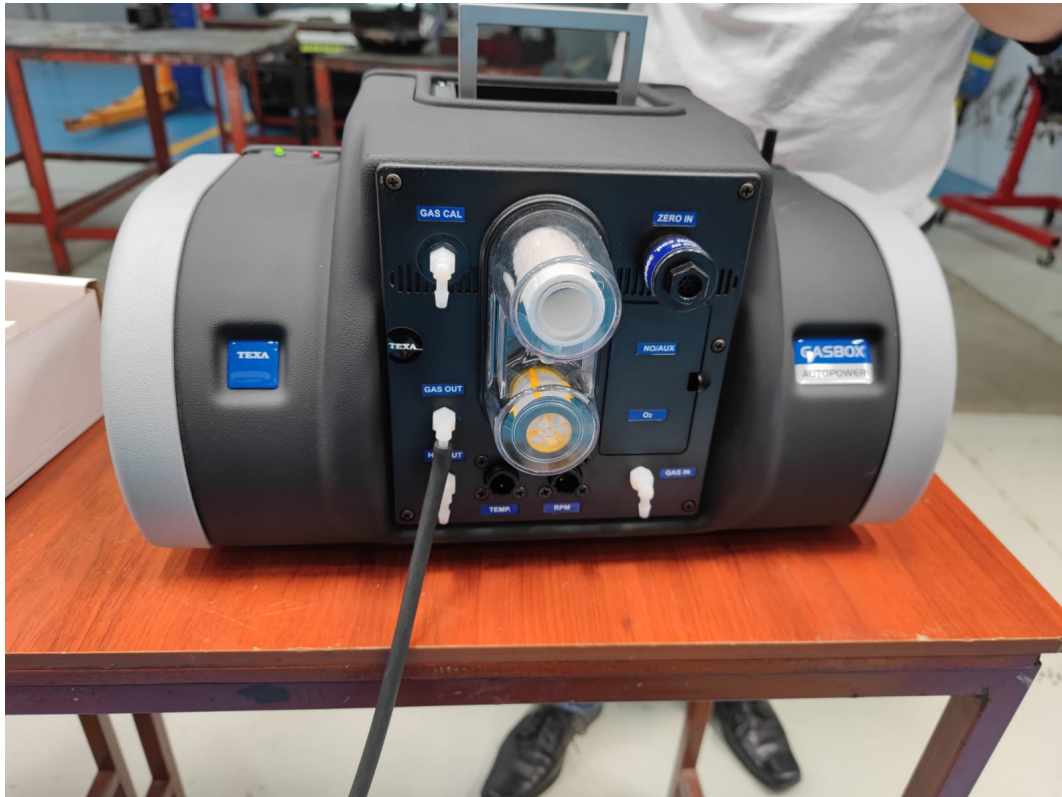
- Motor Giga*. (2022). <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/alimentacion-definicion-significado/gmx-niv15-con128.htm>
- Motor Kote*. (31 de enero de 2022). <https://motorkote.com.co/como-funciona-sistema-combustion/>
- MOTOREU. (2011). *MOTOR EU*. Obtenido de NISSAN TIIDA 1.6 2011: <https://motoreu.com/es/nissan-tiida-1.6-consumo-ficha-tecnica-168482>
- Núñez, C. (2018). *Repositorio UTA*. Obtenido de Estudio de Emisiones de Gases en vehículos a gasolina en la universidad técnica de Ambato Campus Huachi: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29538/1/Tesis%20I.%20M.%20507%20%20N%C3%BA%C3%B1ez%20P%C3%A9rez%20Carlos%20Santiago.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Recuperado el 5 de Marzo de 2015, de [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf)
- QuestionPro*. (2022). <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Serpa, G. (Abril de 2016). *ESPN*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA EN EMISIONES CONTAMINANTES, TORQUE, POTENCIA Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UN VEHÍCULO CON MOTOR CICLO OTTO, DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA, MEDIANTE LA VARIACIÓN DE 6 TIPOS DE BUJÍAS. : <file:///D:/CD-7058.pdf>
- Sjeric Momir, I. T. (2017). Effect of Spark Plug Geometry on the Cyclic Combustion Variability and Fuel Consumption of Gasoline Engines. *143*(6). <https://doi.org/1943-7897>
- Tipanluisa. (2017). Emisiones contaminantes de un motor de gasolina funcionando a dos cotas con combustibles de dos calidades. *28*(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000100002>
- Vasquez, D. (febrero de 2015). *Repositorio UIDE*. <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-37000-462/Details>
- Zumba, X. (2019). Influence of the type of spark plug in the evaluation of the performance and emissions caused in an ignition engine. *10*(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29019/enfoque.v10n2.465>

## Anexos

### Anexos prácticos

La prueba se realizó a temperatura ambiente en un espacio cerrado con el vehículo previamente preparado para realizar la prueba. Además, la prueba se realiza con el vehículo encendido y estático en un lugar normalmente plano. El procedimiento fue el siguiente:

1. El vehículo se ubica en un lugar cerrado en las instalaciones de la UIDE
2. Se calibra las bujías en las tres mediciones
3. En cada prueba se coloca cada una de las bujías y se realiza la aplicación de la máquina.



Maquina GASBO



Sonda en el vehículo



Sonda



*Calibración bujía (1.1mm)*



*Calibración bujía (0.55mm)*



*Ilustración 1 Calibración bujía (1.65mm)*

**Resultados del test emisiones de escape**

Fecha del Test 02/09/2022

Hora del test 13:27

Centro de Test	
UIDE	
Número Stazione Test	001

Detalles del vehículo	
Matricula	PBU7395
VIN	3N1CC1CG7BK217787
Fabricante	NISSAN
Modelo	2011
Fecha matriculación	02/09/2022
Combustible	Gasolina
Categoría	automóvil del 2000 en adelante

Resultado medición					
Preparación	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO

Resultado medición					
Test velocidad de ralentí normal	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	15,4	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	3	ppm vol.		400	SUPERADO

Resultado medición					
Test ralentí acelerado	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO
COcorr	0,1	% vol.			
CO2	15,1	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,1	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	10	ppm vol.		400	SUPERADO
Lambda	0,996		0,970	1,030	SUPERADO

Resultado completo	
Éxito global	<b>SUPERADO</b>

# = Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado

**Resultados del test emisiones de escape**

Fecha del Test 02/09/2022

Hora del test 14:46

Centro de Test	
UIDE	
Número Stazione Test	001

Detalles del vehículo	
Matricula	PBU7395
VIN	3N1CC1CG7BK217787
Fabricante	NISSAN
Modelo	2011
Fecha matriculación	02/09/2022
Combustible	Gasolina
Categoría	automóvil del 2000 en adelante

Resultado medición					
Preparación	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO

Resultado medición					
Test velocidad de ralentí normal	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	15,5	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	2	ppm vol.		400	SUPERADO

Resultado medición					
Test ralentí acelerado	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO
COcorr	0,1	% vol.			
CO2	15,2	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,1	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	7	ppm vol.		400	SUPERADO
Lambda	0,997		0,970	1,030	SUPERADO

Resultado completo	
Éxito global	<b>SUPERADO</b>

# = Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado

Testado por	Firma

**Resultados del test emisiones de escape**

Fecha del Test 02/09/2022

Hora del test 16:00

Centro de Test	
UIDE	
Número Stazione Test	001

Detalles del vehículo	
Matricula	PBU7395
VIN	3N1CC1CG7BK217787
Fabricante	NISSAN
Modelo	2011
Fecha matriculación	02/09/2022
Combustible	Gasolina
Categoría	automóvil del 2000 en adelante

Resultado medición					
Preparación	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO

Resultado medición					
Test velocidad de ralentí normal	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	15,4	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	0	ppm vol.		400	SUPERADO

Resultado medición					
Test ralentí acelerado	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	15,2	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	0	ppm vol.		400	SUPERADO
Lambda	1,000		0,970	1,030	SUPERADO

Resultado completo	
Éxito global	<b>SUPERADO</b>

# = Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado

Testado por	Firma



**Resultados del test emisiones de escape**

Fecha del Test 03/09/2022

Hora del test 9:25

Centro de Test	
UIDE	
Número Stazione Test	001

Detalles del vehículo	
Matricula	PBU7395
VIN	3N1CC1CGE7BK217787
Fabricante	NISSAN
Modelo	2011
Fecha matriculación	02/09/2022
Combustible	Gasolina
Categoría	automóvil del 2000 en adelante

Resultado medición					
Preparación	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO

Resultado medición					
Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	14,7	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	7	ppm vol.		400	SUPERADO

Resultado medición					
Test ralenti acelerado	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO
COcorr	0,1	% vol.			
CO2	14,6	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,1	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	10	ppm vol.		400	SUPERADO
Lambda	0,995		0,970	1,030	SUPERADO

Resultado completo	
Éxito global	<b>SUPERADO</b>

# = Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado

Testado por	Firma

**Resultados del test emisiones de escape**

Fecha del Test 03/09/2022

Hora del test 10:38

Centro de Test	
UIDE	
Número Stazione Test	001

Detalles del vehículo	
Matricula	PBU7395
VIN	3NICC1CG7BK217787
Fabricante	NISSAN
Modelo	2011
Fecha matriculación	03/09/2022
Combustible	Gasolina
Categoría	automóvil del 2000 en adelante

Resultado medición					
Preparación	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO

Resultado medición					
Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	14,5	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	20	ppm vol.		400	SUPERADO

Resultado medición					
Test ralenti acelerado	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO
COcorr	0,1	% vol.			
CO2	14,3	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,1	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	28	ppm vol.		400	SUPERADO
Lambda	0,996		0,970	1,030	SUPERADO

Resultado completo	
Éxito global	<b>SUPERADO</b>

# = Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado

Testado por	Firma

**Resultados del test emisiones de escape**

Fecha del Test 02/09/2022

Hora del test 16:00

Centro de Test	
UIDE	
Número Stazione Test	001

Detalles del vehículo	
Matricula	PBU7395
VIN	3N1CC1CG7BK217787
Fabricante	NISSAN
Modelo	2011
Fecha matriculación	02/09/2022
Combustible	Gasolina
Categoría	automóvil del 2000 en adelante

Resultado medición					
Preparación	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO

Resultado medición					
Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	15,4	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	0	ppm vol.		400	SUPERADO

Resultado medición					
Test ralenti acelerado	Valor leído	Unidad	mín.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	15,2	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	0	ppm vol.		400	SUPERADO
Lambda	1,000		0,970	1,030	SUPERADO

Resultado completo	
Éxito global	<b>SUPERADO</b>

# - Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado

Testado por	Firma

Inicio Insertar Dibujar Diseño Disposición Referencias Correspondencia Revisar Vista Ayuda RCM Comentarios

**Analizador de gases** Test I.T.V. X

→ ADELANTE ← Atrás Matricula

**Introducción datos**

Matricula: PBU7395  
 VIN: 3N1CC1CG7BK217787  
 Fabricante: NISSAN  
 Modelo: 2011  
 Fecha matriculación: 02/09/2022

Responsable técnico:

Categoría: automóvil del 2000 en adelante  
 Combustible: Gasolina Sistemas separados: 1

Límites	Min	Max
Revoluciones al ralentí	500	1000
Contenido CO a ralentí		2,0
HC (ralentí)		400
Revoluciones ralentí acelerado	2000	3000
Contenido CO a ralentí acelerado		2,0
HC (ralentí acelerado)		400
Lambda a ralentí acelerado	0,970	1,030
Temp. aceite motor	60	

Realizar la selección.

02/09/2022 11:19 ? - ADELANTE

0 palabras Español (Ecuador) Accesibilidad: es necesario investigar concentración

### Introducción de datos del vehículo y parámetros para la prueba

Inicio Insertar Dibujar Diseño Disposición Referencias Correspondencia Revisar Vista Ayuda RCM Comentarios

**Analizador de gases** Autocero X

→ ADELANTE ← Atrás

Regimen motor rpm

Temperatura motor °C

CO % vol.

CO<sub>corr</sub> % vol.

CO<sub>2</sub> % vol.

λ

HC ppm vol.

O<sub>2</sub> % vol.

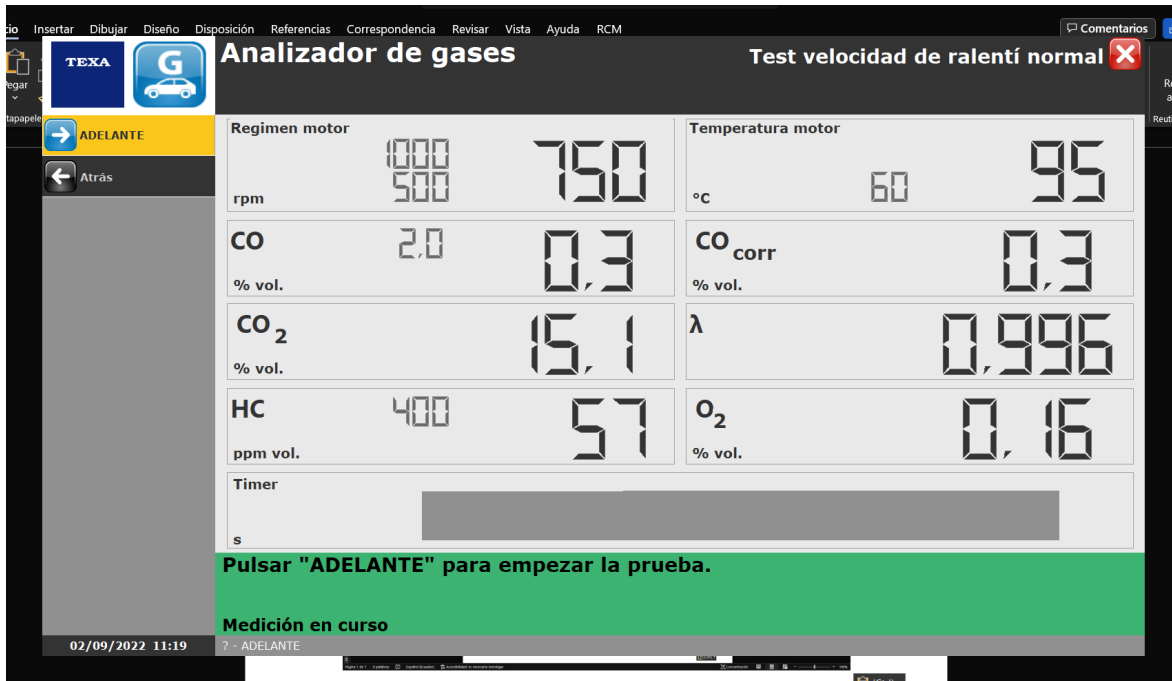
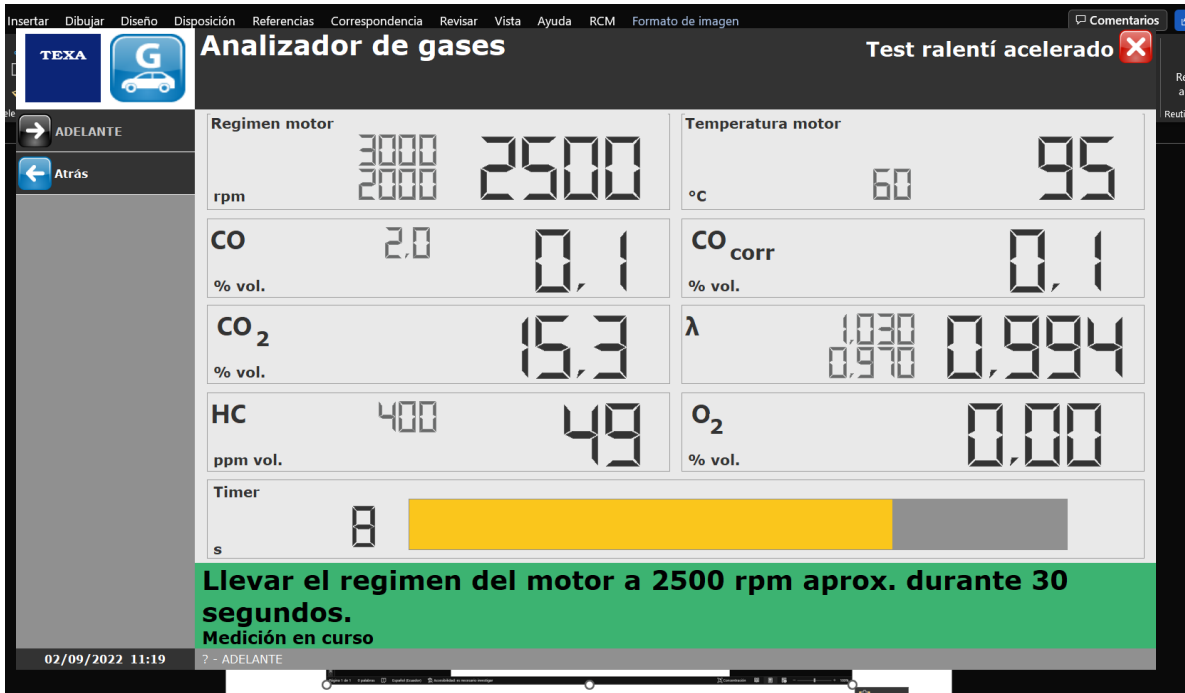
Timer

Esperar...

CALIBRACIÓN ELÉCTRICA EN CURSO

02/09/2022 11:19 ? - ADELANTE

Calibración automática de la maquina



**Prueba en altas revoluciones con las bujias Iridium en calibración estandar 1.1mm.**

Insertar Dibujar Diseño Disposición Referencias Correspondencia Revisar Vista Ayuda RCM Comentarios

**TEXA G** Analizador de gases Test velocidad de ralentí normal

Regimen motor 1000 750 500 rpm

Temperatura motor 60 95 °C

CO 2.0 0,2 % vol. CO<sub>corr</sub> 0,2 % vol.

CO<sub>2</sub> 15,3 % vol. λ 0,990

HC 400 89 ppm vol. O<sub>2</sub> 0,00 % vol.

Timer 5 s

**Llevar el regimen del motor a 750 rpm aprox. durante 30 segundos. Medición en curso**

02/09/2022 11:19 ? - ADELANTE

**Prueba en bajas revoluciones con las bujias Iridium en calibracion estandar 1.1mm.**

**Vista preliminar de impresión**

Fabricante	NISSAN					
Modelo	2011					
Fecha matriculación	02/09/2022					
Combustible	Gasolina					
Categoría	automóvil del 2000 en adelante					

Resultado medición						
Preparación	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado	
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO	

Resultado medición						
Test velocidad de ralentí normal	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado	
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO	
CO <sub>corr</sub>	0,2	% vol.				
CO <sub>2</sub>	15,4	% vol.				
O <sub>2</sub>	0,00	% vol.				
CO	0,2	% vol.		2,0	SUPERADO	
HC	88	ppm vol.		400	SUPERADO	

Resultado medición						
Test ralentí acelerado	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado	
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO	
CO <sub>corr</sub>	0,2	% vol.				
CO <sub>2</sub>	15,3	% vol.				
O <sub>2</sub>	0,00	% vol.				
CO	0,2	% vol.		2,0	SUPERADO	
HC	52	ppm vol.		400	SUPERADO	
Lambda	0,993		0,970	1,030	SUPERADO	

Resultado completo						
Éxito global						SUPERADO

# = Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas	
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado	

Testado por \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Ok Anular

Insertar Dibujar Diseño Disposición Referencias Correspondencia Revisar Vista Ayuda RCM Comentarios

**TEXA** **G** **Analizador de gases** **Resultados prueba**

→ ADELANTE  
← Atrás  
EXPORTAR  
Imprimir

**Test velocidad de ralenti normal**

Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	500	1000	750 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,2 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	88 ppm vol.	SUPERADO

**Test ralenti acelerado**

Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	2000	3000	2500 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,2 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	52 ppm vol.	SUPERADO
✓ Lambda	0,970	1,030	0,993	SUPERADO

**Preparación**

Valor leído	Límite mín	Medida	Resultado
✓ Temperatura motor	60	95 #	SUPERADO

**Notas**

**Pulsar "IMPRIMIR" para imprimir los resultados o pulsar "CERRAR" para volver al menú principal.**

**El vehículo ha superado el test de las emisiones de gases de escape.**

02/09/2022 11:19 ? - Imprimir

### Resultados generales de la primera prueba

**Vista preliminar de impresión**

Hora del test 13:27

**Centro de Test**

UIDE  
Número Stazione Test 001

**Detalles del vehículo**

Matricula PBU7395  
VIN 3N1CC1G7BK217787  
Fabricante NISSAN  
Modelo 2011  
Fecha matriculación 02/09/2022  
Combustible Gasolina  
Categoría automóvil del 2000 en adelante

**Resultado medición**

Preparación	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO

**Resultado medición**

Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.			
CO2	15,4	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	3	ppm vol.		400	SUPERADO

**Resultado medición**

Test ralenti acelerado	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO
COcorr	0,1	% vol.			
CO2	15,1	% vol.			
O2	0,00	% vol.			
CO	0,1	% vol.		2,0	SUPERADO
HC	10	ppm vol.		400	SUPERADO
Lambda	0,996		0,970	1,030	SUPERADO

**Resultado completo**

Éxito global **SUPERADO**

Ok Anular

**Prueba en bujías Bosch estándar 1.1mm**

**TEXA** **G** **Analizador de gases** **Test ralentí acelerado**

→ ADELANTE  
← Atrás

Regimen motor	3000 2000 <b>2500</b>	rpm	Temperatura motor	60 <b>95</b>	°C
CO	2,0 <b>0,1</b>	% vol.	CO <sub>corr</sub>	<b>0,1</b>	% vol.
CO <sub>2</sub>	<b>15,2</b>	% vol.	λ	1,030 0,970 <b>0,997</b>	
HC	400 <b>7</b>	ppm vol.	O <sub>2</sub>	<b>0,00</b>	% vol.
Timer	<b>3</b>	s			

**Llevar el regimen del motor a 2500 rpm aprox. durante 30 segundos.**  
**Medición en curso**

02/09/2022 14:46 ? - ADELANTE

### Vista preliminar de impresión

Número Stazione test		001				
<b>Detalles del vehículo</b>						
Matricula	PBU7395					
VIN	3N1CC1CG7BK217787					
Fabricante	NISSAN					
Modelo	2011					
Fecha matriculación	02/09/2022					
Combustible	Gasolina					
Categoría	automóvil del 2000 en adelante					
<b>Resultado medición</b>						
Preparación	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado	
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO	
<b>Resultado medición</b>						
Test velocidad de ralentí normal	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado	
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO	
CO <sub>corr</sub>	0,0	% vol.				
CO <sub>2</sub>	15,5	% vol.				
O <sub>2</sub>	0,00	% vol.				
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO	
HC	2	ppm vol.		400	SUPERADO	
<b>Resultado medición</b>						
Test ralentí acelerado	Valor leído	Unidad	min.	máx.	Resultado	
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO	
CO <sub>corr</sub>	0,1	% vol.				
CO <sub>2</sub>	15,2	% vol.				
O <sub>2</sub>	0,00	% vol.				
CO	0,1	% vol.		2,0	SUPERADO	
HC	7	ppm vol.		400	SUPERADO	
Lambda	0,997		0,970	1,030	SUPERADO	
<b>Resultado completo</b>						
Exito global						<b>SUPERADO</b>
# = Introducción manual						
Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas	
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado	

Ok Anular

### Prueba Bosch 0.55 baja



## Analizador de gases

Test velocidad de ralentí normal ✕

→ ADELANTE

← Atrás

<p>Regimen motor</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">1000</span> <span style="font-size: 2em;">750</span> </div> <p>rpm</p>	<p>Temperatura motor</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">60</span> <span style="font-size: 2em;">95</span> </div> <p>°C</p>
<p>CO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">2,0</span> <span style="font-size: 2em;">0,0</span> </div> <p>% vol.</p>	<p>CO<sub>corr</sub></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">0,0</span> </div> <p>% vol.</p>
<p>CO<sub>2</sub></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">15,3</span> </div> <p>% vol.</p>	<p>λ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">1,000</span> </div>
<p>HC</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">400</span> <span style="font-size: 2em;">0</span> </div> <p>ppm vol.</p>	<p>O<sub>2</sub></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="font-size: 2em;">0,00</span> </div> <p>% vol.</p>
<p>Timer</p> <div style="background-color: #ccc; height: 20px; width: 100%;"></div> <p>s</p>	

**Pulsar "ADELANTE" para empezar la prueba.**

**Medición en curso**

## Analizador de gases

Resultados prueba ✕

→ ADELANTE

← Atrás

EXPORTAR



Imprimir


Test velocidad de ralentí normal				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	500	1000	750 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,0 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	0 ppm vol.	SUPERADO
Test ralentí acelerado				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	2000	3000	2500 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,0 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	0 ppm vol.	SUPERADO
✓ Lambda	0,970	1,030	1,000	SUPERADO
Preparación				
Valor leído	Límite mín	Medida	Resultado	
✓ Temperatura motor	60	95 #	SUPERADO	
Notas				


**Pulsar "IMPRIMIR" para imprimir los resultados o pulsar "CERRAR" para volver al menú principal.**


**El vehículo ha superado el test de las emisiones de gases de escape.**


### Prueba Bosch 1.65

**TEXA**  **Analizador de gases** Resultados prueba 

 ADELANTE

 Atrás

 EXPORTAR

 Imprimir

Test velocidad de ralenti normal				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	500	1000	750 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,0 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	7 ppm vol.	SUPERADO

Test ralenti acelerado				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	2000	3000	2500 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,1 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	10 ppm vol.	SUPERADO
✓ Lambda	0,970	1,030	0,995	SUPERADO

Preparación			
Valor leído	Límite mín	Medida	Resultado
✓ Temperatura motor	60	95 #	SUPERADO

Notas

**Pulsar "IMPRIMIR" para imprimir los resultados o pulsar "CERRAR" para volver al menú principal.**



**El vehículo ha superado el test de las emisiones de gases de escape.**

## Prueba de Iridium 1.1m

**Vista preliminar de impresión**

Centro de Test						
UIDE						
Número Stazione Test						001
Detalles del vehículo						
Matricula	PBU7395					
VIN	3N1CC1CG7BK217787					
Fabricante	NISSAN					
Modelo	2011					
Fecha matriculación	03/09/2022					
Combustible	Gasolina					
Categoría	automóvil del 2000 en adelante					
Resultado medición						
Preparación	Valor leído	Unidad	min.	max.	Resultado	
Temperatura motor	95 #	°C	60		SUPERADO	
Resultado medición						
Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	min.	max.	Resultado	
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000	SUPERADO	
COcorr	0,0	% vol.				
CO2	14,5	% vol.				
O2	0,00	% vol.				
CO	0,0	% vol.		2,0	SUPERADO	
HC	20	ppm vol.		400	SUPERADO	
Resultado medición						
Test ralenti acelerado	Valor leído	Unidad	min.	max.	Resultado	
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000	SUPERADO	
COcorr	0,1	% vol.				
CO2	14,3	% vol.				
O2	0,00	% vol.				
CO	0,1	% vol.		2,0	SUPERADO	
HC	28	ppm vol.		400	SUPERADO	
Lambda	0,996		0,970	1,030	SUPERADO	
Resultado completo						
Éxito global						<b>SUPERADO</b>

\* = Introducción manual

 **Ok**
 **Anular**

TEXA 

# Analizador de gases

Resultados prueba

→ ADELANTE

← Atrás

EXPORTAR

Imprimir

Test velocidad de ralenti normal				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	500	1000	750 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,0 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	20 ppm vol.	SUPERADO

Test ralenti acelerado				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	2000	3000	2500 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,1 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	28 ppm vol.	SUPERADO
✓ Lambda	0,970	1,030	0,996	SUPERADO

Preparación				
Valor leído	Límite mín	Medida	Resultado	
✓ Temperatura motor	60	95 #	SUPERADO	

**Notas**

Pulsar "IMPRIMIR" para imprimir los resultados o pulsar "CERRAR" para volver al menú principal.

El vehículo ha superado el test de las emisiones de gases de escape.

03/09/2022 10:38
7 - Imprimir

## Prueba de Iridium 0.55mm

### Vista preliminar de impresión

Fabricante	NISSAN				
Modelo	2011				
Fecha matriculación	03/09/2022				
Combustible	Gasolina				
Categoría	automóvil del 2000 en adelante				

Resultado medición						
Preparación	Valor leído	Unidad	min.	máx.		Resultado
Temperatura motor	95 #	°C	60			SUPERADO

Resultado medición						
Test velocidad de ralenti normal	Valor leído	Unidad	min.	máx.		Resultado
REGIMEN MOTOR	750 #	rpm	500	1000		SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.				
CO2	15,3	% vol.				
O2	0,00	% vol.				
CO	0,0	% vol.			2,0	SUPERADO
HC	14	ppm vol.			400	SUPERADO

Resultado medición						
Test ralenti acelerado	Valor leído	Unidad	min.	máx.		Resultado
REGIMEN MOTOR	2500 #	rpm	2000	3000		SUPERADO
COcorr	0,0	% vol.				
CO2	15,2	% vol.				
O2	0,00	% vol.				
CO	0,0	% vol.			2,0	SUPERADO
HC	20	ppm vol.			400	SUPERADO
Lambda	0,999		0,970	1,030		SUPERADO

Resultado completo	
Éxito global	SUPERADO

# = Introducción manual

Fabricante	Modelo	Número de serie	Número homologación	Vencimiento control periódico	Notas
TEXA SPA	GASBOX Autopower	GGBMT004904	DE07M010PTB002	08/07/2022	La validez del control periódico de la cámara de análisis ha caducado

Testado por	Firma

Ok
 Anular

# Analizador de gases

Resultados prueba ✕

➔ ADELANTE

➔ Atrás

EXPORTAR

Imprimir

Test velocidad de ralenti normal				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	500	1000	750 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,0 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	14 ppm vol.	SUPERADO

Test ralenti acelerado				
Valor leído	Límite mín	Límite máx	Medida	Resultado
✓ Régimen motor	2000	3000	2500 #	SUPERADO
✓ CO		2,0 % vol.	0,0 % vol.	SUPERADO
✓ HC		400 ppm vol.	20 ppm vol.	SUPERADO
✓ Lambda	0,970	1,030	0,999	SUPERADO

Preparación				
Valor leído	Límite mín	Medida	Resultado	
✓ Temperatura motor	60	95 #	SUPERADO	

Notas

Pulsar "IMPRIMIR" para imprimir los resultados o pulsar "CERRAR" para volver al menú principal.

El vehículo ha superado el test de las emisiones de gases de escape.

03/09/2022 12:17    ? - Imprimir

## Prueba de Iridium 1.65mm

### Anexos Introducción

Automotriz

Influencia del tipo de bujía en la evaluación del comportamiento y emisiones en un motor de encendido provocado

Influence of the type of spark plug in the evaluation of the performance and emissions caused in an ignition engine

---

Gabriel Serpa gabriel.serpa@epn.edu.ec  
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Xavier Zumba xavier.zumba@epn.edu.ec  
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Francisco Montalvo francisco.montalvom@epn.edu.ec  
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Daysi Baño daysi.banom@epn.edu.ec  
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Jorge Martínez jorge.martinez@epn.edu.ec  
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Iván Zambrano ivan.zambrano@epn.edu.ec  
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador

Influencia del tipo de bujía en la evaluación del comportamiento y emisiones en un motor de encendido provocado  
Enfoque UTE, vol. 10, núm. 2, pp. 115-125, 2019  
Universidad Tecnológica Equinoccial

Recepción: 21 Marzo 2019  
Aprobación: 13 Junio 2019  
DOI: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n2.465>

**Resumen:**

La presente investigación se realiza en la ciudad de Cuenca a 2500 m.s.n.m. y analiza la influencia del tipo de bujía utilizada en un motor de encendido provocado (MEP) en las prestaciones mecánicas del motor, sus emisiones contaminantes y el consumo específico del combustible. Se utilizan seis tipos de bujías disponibles en el mercado nacional, las mismas que presentan diferentes características de material, grado térmico, apertura y números del electrodo. El comportamiento mecánico del motor y el consumo específico de combustible se evalúan mediante un banco de pruebas en un dinamómetro; las emisiones contaminantes se miden bajo el protocolo de prueba estática establecido por la NTE INEN 2203 y con una prueba de ruta de 11 km en zona urbana y carretera a base del ciclo de conducción NEDC (New European Driving Cycle). En el estudio se obtiene un incremento del 16 % en el rendimiento del motor para un tipo específico de bujía, conjuntamente con la disminución en la emisión de gases contaminantes, menor consumo de combustible y mejor comportamiento del motor en frío, sin sacrificar el torque y la potencia del vehículo de prueba. Además, se aprecia un ahorro en el mantenimiento del motor.

**Palabras clave:**

Motor de encendido provocado, emisiones contaminantes, torque y potencia, bujías.

**Abstract:**

This research was made in Cuenca at 2500 meters above sea level (masl), and it studied the influence of the use of different types of spark plugs in a spark-ignition engine on the mechanical performance of the engine, the pollutant emissions, and fuel consumption. Six types of spark plugs that are available in the national market are made of different materials, have different thermal properties, and have different electrode openings. In addition, the mechanical performance of the engines and their fuel consumption were evaluated through dynamometer testing. Moreover, the polluting emissions were measured under the static test protocol established by the NTE INEN 2203 and with an 11 km route test in urban areas and on highway based on the New European Driving Cycle. The research showed that a specific spark plug increases 16 % of the engine performance due to not only some factors such as less pollution, better cold behavior, lower fuel consumption, but also maintains the torque and power of the vehicle. In addition, this spark plug generates savings on maintenance and annual fuel consumption.

**Keywords:**

Spark-ignition engine, spark plugs, pollutant emissions, torque and power.

**1. Introducción**

Esta investigación busca determinar la influencia del tipo de bujía utilizado en las prestaciones mecánicas y en las emisiones contaminantes en un vehículo con motor de encendido provocado (MEP) con inyección electrónica utilizando seis tipos de bujías diferentes, considerando los altos índices de contaminación ambiental en la ciudad de Cuenca como resultado del incremento en la demanda de vehículos; según la AEADE se estima un crecimiento del parque automotor del 13 % anual. Con base en los estudios realizados por la Unidad de Tránsito Municipal de la ciudad de Cuenca; el incremento del parque automotor ha elevado los índices de ruido y gases contaminantes en el ambiente. La municipalidad de Cuenca con la finalidad de mejorar la calidad del aire ha implementado controles de emisiones y de estado mecánico a todos los vehículos matriculados en la ciudad a partir de 2008.

Actualmente, las emisiones contaminantes han sido un tema cuyo impacto ambiental se ha venido estudiando bajo diferentes circunstancias, por ejemplo, [Antamba et al. \(2016\)](#) evalúa las emisiones de un vehículo en toda la comunidad andina en donde determinan que el tipo de gasolina utilizado y el lugar en donde trabaja el motor hace que las emisiones varíen; asimismo [Llanes, Rocha, Peralta y Leguísamo, \(2018\)](#), estudian a las emisiones vehiculares específicamente en la ciudad de Quito a 2800 m.s.n.m., verificando que los factores de emisión de un vehículo serán diferentes en condiciones de altura con respecto al nivel del mar.

En este sentido, se han buscado diferentes alternativas que permitan la reducción de los gases contaminantes, sin dejar de lado la disminución del consumo de combustible. En un estudio realizado por [Guzman et al. \(2018\)](#) se utilizan mezclas de gasolina extra (87 octanos) y gasolina super (92 octanos), obteniendo una disminución de emisiones contaminantes con una mezcla determinada; asimismo el uso de tecnología GDI en el motor permite disminuir las emisiones de contaminación ([Krishna, Mallikarjuna y Davinder, 2016](#)). Sin embargo, dentro de la cámara de un motor no solo la inyección del combustible afecta directamente al proceso de combustión, sino también las características que presenta la bujía utilizada, por esta razón su correcta aplicación puede garantizar el desempeño óptimo del motor; sus características de diseño como el espacio de la brecha, tamaño y número del electrodo, y la configuración de la punta influyen en el rendimiento del motor con la menor emanación de gases contaminantes ([Burgett, Leptich y Sangwan, 2007](#)). Según [Saw y Mallikarjuna \(2017\)](#) la ubicación del inyector de combustible y de la bujía influyen en gran medida en la mezcla aire-combustible, la combustión, el rendimiento y características de emisión. La combinación de la bujía ubicada en la parte central de la cámara de combustión y el inyector de combustible a un lado produce una mejor combustión y rendimiento en el motor. [Costa y Allocca \(2011\)](#) también afirman que la orientación del inyector de combustible influye de manera significativa en la formación de la



Ingeniería Mecánica

## Impacto del número de electrodos de masa de la bujía en la estabilidad del motor

Ahmed A. Abdel-Rehim  


[Mostrar más](#) 

[+](#) Añadir a Mendeley [🔗](#) Cuota [🗉](#) Citar

<https://doi.org/10.1016/j.asej.2012.09.006>

[Obtener derechos y contenido](#)

[Bajo una licencia Creative Commons](#)

 [Acceso abierto](#)

### Resumen

Hay muchos diseños diferentes de bujías disponibles en el mercado hoy en día. Comprender las diferencias entre ellos es beneficioso para ayudar al motor a funcionar de manera adecuada y eficiente.

En el presente estudio, se eligió un grupo de cuatro bujías con diferente número de electrodos de tierra para explorar su impacto en el rendimiento del motor y especialmente en la inestabilidad de la combustión.

---

## Resumen

Hay muchos diseños diferentes de bujías disponibles en el mercado hoy en día. Comprender las diferencias entre ellos es beneficioso para ayudar al motor a funcionar de manera adecuada y eficiente.

En el presente estudio, se eligió un grupo de cuatro bujías con diferente número de electrodos de tierra para explorar su impacto en el rendimiento del motor y especialmente en la inestabilidad de la combustión.

Los resultados mostraron que la cantidad de cruce de la correa de tierra, las dimensiones de la correa de tierra y el ancho del espacio son los factores principales que afectan el inicio de la chispa, la iniciación de la llama y el crecimiento del grano.

El enchufe que mejor se desempeñó fue un enchufe sin electrodo de tierra donde la cantidad de calor perdido fue la más baja y no hubo obstáculos que afectaran el crecimiento de la llama. El coeficiente de variación (COV) de este tipo de bujía fue el más bajo de las cuatro bujías de prueba principales.

[< Artículo anterior en edición](#)

[Próximo artículo en edición >](#)

## Palabras clave

Bujía; electrodo de tierra; Estabilidad del motor; variación cíclica

---

## 1. Introducción

Hoy en día, existe una amplia variedad de diseños de bujías disponibles en el mercado. Comprender las diferencias entre ellos es beneficioso para ayudar al motor a funcionar de manera adecuada y eficiente. Los principales tipos de diseños de bujías en producción incluyen J-gap estándar, electrodos de centro fino y/o de tierra, espacio de superficie, múltiples electrodos de tierra y sus combinaciones. El diseño del centro de la bujía y los electrodos de tierra es un factor importante que juega un papel clave en la efectividad de las bujías.

En las últimas décadas, se han realizado varios estudios para comprender los efectos del diseño de las bujías en el rendimiento de los motores de encendido por chispa en varios aspectos. El número de electrodos, la forma, el tamaño, el material, la proyección del espacio y la orientación son los principales parámetros que se investigan. Una mayor inflamabilidad con bujías más sustentables fueron los principales objetivos de estos estudios, especialmente en el caso de mezclas pobres.

En una bujía convencional, la energía de descarga normalmente se deposita en un punto fijo, o sobre un área relativamente grande, mientras que en las bujías modificadas donde se usan múltiples electrodos, la posibilidad de obtener una chispa giratoria sobre diferentes electrodos y puntos ayuda a mejorar la durabilidad de la bujía y ampliar los límites de estabilidad pobre además de la probabilidad de obtener una mejor tasa de combustión como se incluyó en [1].

Por otro lado, se creía que una menor cantidad de material cerca del espacio es un factor importante que contribuye a un crecimiento más rápido de los núcleos de llama. Esto significa que los electrodos más grandes aumentan la pérdida de calor del núcleo de llama inicial, mientras que la tasa de desarrollo del núcleo de llama inicial se ve afectada negativamente [2], [3]. Herweg y Ziegler [2] descubrieron que la reducción de las áreas de contacto entre el núcleo de la llama y la bujía, lo que puede lograrse reduciendo el diámetro del electrodo y/o aumentando el espacio, conduce a un desarrollo más rápido del núcleo de la llama.

---

# Impacto del espacio de la bujía en la propagación del núcleo de la llama y el rendimiento del motor

Tawfik Badawy<sup>a</sup>, XiuChao Bao<sup>b, \*</sup>, Hongming Xu<sup>a, c</sup>

Mostrar más

Añadir a Mendeley Cuota Citar

<https://doi.org/10.1016/j.spenergy.2017.01.059>

Obtener derechos y contenido

## Reflejos

- Se examinaron los efectos del espacio libre de la bujía sobre el radio y el área de crecimiento del núcleo de la llama.
- Se investigó el desarrollo del frente de llama en el plano de remolino horizontal.
- Se investigaron los efectos del espacio libre de la bujía en el rendimiento y las emisiones del motor.

## Resumen

Se llevaron a cabo pruebas ópticas y térmicas experimentales en una cámara de combustión de volumen constante y un motor de inyección directa de gasolina (GDI) de un solo cilindro para obtener una comprensión integral de los efectos de la distancia entre electrodos de la bujía en el desarrollo del núcleo de la llama, el rendimiento del motor y las emisiones. Se utilizó visualización de Schlieren de alta velocidad para estudiar el crecimiento del núcleo de la llama en diferentes proporciones de equivalencia. Se empleó la fluorescencia plana inducida por láser (PLIF) para investigar la zona de combustión y el desarrollo del frente de llama en el plano de remolino horizontal después del encendido por chispa. Se llevó a cabo una técnica de imagen de alta velocidad para estudiar la propagación de llamas turbulentas. Se empleó el análisis de combustión, utilizando datos de presión en el cilindro y Fracción de masa quemada (MFB), junto con la medición de las emisiones de escape para obtener una mejor comprensión de los efectos del espacio entre las bujías en el rendimiento y las emisiones del motor. Se encuentra que el área de crecimiento del núcleo de la llama aumenta a medida que aumenta el espacio de la bujía. Las imágenes PLIF para el proceso de combustión dentro del motor GDI demuestran un núcleo de llama más grande asociado con la brecha más grande. La presión máxima en el cilindro, la velocidad de la llama turbulenta, la tasa de liberación de calor y la fracción de masa quemada aumentan con el espacio de la bujía. La potencia del motor aumenta ligeramente y el proceso de combustión se vuelve más estable debido a la reducción de las variaciones cíclicas a medida que aumenta el espacio de la bujía. Con la distancia máxima entre bujías, el motor produce emisiones de hidrocarburos y concentración de partículas mínimas.

## Gráficamente abstracto





## Efecto de la ubicación de la bujía y el inyector de combustible en la estratificación de la mezcla en un motor GDI - Un análisis CFD

Sierra OP <sup>1</sup> y JM Mallikarjuna <sup>2</sup>

Publicado bajo licencia por IOP Publishing Ltd [Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales](#), [Volumen 243](#), [2.ª Conferencia internacional sobre dinámica de fluidos computacional en investigación e industria \(CFDRI 2017\) 3 y 4 de agosto de 2017, Songkhla, Tailandia](#)

Cita OP Saw y JM Mallikarjuna 2017 *IOP Conf. Ser.: Mater. ciencia Ing.* 243 012025

[PDF del artículo](#)[Referencias ▾](#)[+ Información del artículo](#)

### Resumen

La preparación de la mezcla en los motores de inyección directa de gasolina (GDI) que funcionan en condiciones estratificadas juega un papel importante en la decisión de las características de combustión, rendimiento y emisión del motor. En un motor GDI guiado por pared, con una estrategia de inyección de combustible tardía, la superficie superior del pistón está diseñada de tal manera que el combustible inyectado se dirige hacia la bujía para formar una mezcla combustible en el momento del encendido. Además, en estos motores, la ubicación de la bujía y el inyector de combustible, la presión y la sincronización de la inyección de combustible también son importantes para crear una mezcla combustible cerca de la bujía. Por lo tanto, comprender la formación de la mezcla bajo la influencia de la ubicación de la bujía y el inyector de combustible es muy esencial para la optimización de los parámetros del motor. En este estudio, se intenta comprender el efecto de la ubicación de la bujía y el inyector de combustible en la preparación de la mezcla en un motor GDI de cuatro tiempos, cuatro válvulas y guiado por pared que opera bajo una condición estratificada mediante el uso de análisis de dinámica de fluidos computacional (CFD). Todas las simulaciones CFD se llevan a cabo a una velocidad del motor de 2000 rev/min y una relación de compresión de 10,6, con una relación de equivalencia global (ER) de aproximadamente 0,65. Los tiempos de inyección de combustible y encendido se mantienen en 605 y 710 CAD respectivamente. Finalmente, se concluye que, la combinación de bujía central e inyector de combustible lateral da como resultado una mejor combustión y rendimiento. Todas las simulaciones CFD se llevan a cabo a una velocidad del motor de 2000 rev/min y una relación de compresión de 10,6, con una relación de equivalencia global (ER) de aproximadamente 0,65. Los tiempos de inyección de combustible y encendido se mantienen en 605 y 710 CAD respectivamente. Finalmente, se concluye que, la combinación de bujía central e inyector de combustible lateral da como resultado una mejor combustión y rendimiento. Todas las simulaciones CFD se llevan a cabo a una velocidad del motor de 2000 rev/min y una relación de compresión de 10,6, con una relación de equivalencia global (ER) de aproximadamente 0,65. Los tiempos de inyección de combustible y encendido se mantienen en 605 y 710 CAD respectivamente. Finalmente, se concluye que, la combinación de bujía central e inyector de combustible lateral da como resultado una mejor combustión y rendimiento.

Exportar cita y resumen

[BibTeX](#)[RIS](#)

# Efecto de la geometría de las bujías sobre la variabilidad de la combustión cíclica y el consumo de combustible de los motores de gasolina

Momir Sjerić, Ph.D.; Ivan Taritaš; y Darko Kozarac, Ph.D.



TEXTO COMPLETO



PDF



INSTRUMENTOS



CUOTA

## Resumen

Se presenta un análisis numérico del efecto de la geometría de las bujías sobre la variabilidad de la combustión cíclica y el consumo de combustible. Las simulaciones de ciclo se realizan en diferentes condiciones de funcionamiento de un motor de encendido por chispa, incluidos los cambios de velocidad y carga del motor. Después de la calibración de las constantes del modelo para un ciclo promedio utilizando los resultados experimentales del motor considerado, se simula la variabilidad de la combustión cíclica durante 1.500 ciclos con la aplicación de una bujía clásica con espacio en J. Con los mismos valores de constantes de calibración y perturbaciones de parámetros que provocan la variabilidad cíclica de la combustión, se realizan simulaciones de ciclo con una bujía de electrodo central fino (iridio). Los resultados de la simulación del ciclo para la evaluación de la estabilidad de la combustión y el consumo de combustible se comparan con los resultados de la simulación anterior obtenidos con la geometría de bujía clásica. La aplicación del electrodo de iridio en la bujía mejora la estabilidad de la combustión en el rango de funcionamiento analizado del motor, con una mejora máxima del 13,5% a carga parcial y bajo régimen del motor. Se consigue una reducción del consumo de combustible de aproximadamente un 1,25 % en condiciones de carga parcial. Los resultados de la simulación confirman que la aplicación de la geometría de las bujías de encendido de iridio tiene potencial para mejorar la estabilidad del motor y el ahorro de combustible. 5% a carga parcial y baja velocidad del motor. Se consigue una reducción del consumo de combustible de aproximadamente un 1,25 % en condiciones de carga parcial. Los resultados de la simulación confirman que la aplicación de la geometría de las bujías de encendido de iridio tiene potencial para mejorar la estabilidad del motor y el ahorro de combustible. 5% a carga parcial y baja velocidad del motor. Se consigue una reducción del consumo de combustible de aproximadamente un 1,25 % en condiciones de carga parcial. Los resultados de la simulación confirman que la aplicación de la geometría de las bujías de encendido de iridio tiene potencial para mejorar la estabilidad del motor y el ahorro de combustible.

## Anexos Marco Teórico

### Sistema de alimentación de vehículos:

#### ALIMENTACIÓN - Definición - Significado

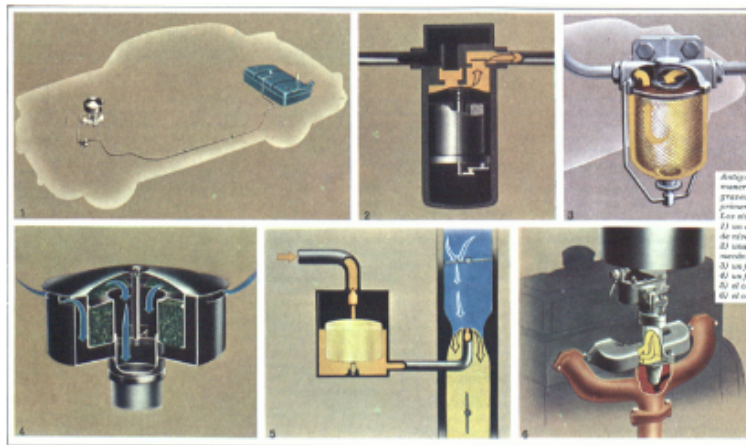
El sistema de **alimentación** comprende los órganos que tienen por misión transportar el **combustible** y el aire al motor, formar la mezcla en los motores de carburación y conducirla al interior de los cilindros.



Para el combustible, dichos órganos son: el depósito, los conductos, la **bomba de alimentación**, el **carburador** o la **bomba de inyección** y el conducto de admisión.

Para el aire: el filtro, eventualmente el **compresor**, el carburador y el conducto de admisión.

En los coches antiguos, y aún hoy en las motocicletas, la alimentación se produce por caída, es decir, el depósito se halla situado por encima del carburador y lo llena por gravedad. Muy empleada hasta los años cuarenta en los coches utilitarios (como el Topolino) y, en general, en los coches con un volumen de motor reducido respecto a las dimensiones del alojamiento del mismo, la alimentación por caída se ha ido alternando, desde los comienzos del automovilismo, con otros sistemas de presión o de depresión capaces de sacar el combustible de depósitos situados por debajo del nivel del carburador y, frecuentemente, colocados en la parte trasera.



Al principio se emplearon los **gases de escape** para dar presión al depósito; el aparato empleado se denominaba pulsómetro y comprendía, asimismo, una bomba de mano, necesaria para dar presión al poner el motor en marcha, y un sistema productor de barboteo para evitar los riesgos de incendio. Sin embargo, la dificultad para mantener la estanquidad, el frecuente mantenimiento que el aparato requería y, sobre todo, la necesidad de establecer una presión inicial prácticamente en cada puesta en marcha del coche, sugirieron su abandono en favor del alimentador de depresión. Una instalación de alimentación por presión de los gases de escape se hallaba instalada en los **Fiat** de las series tipo Zero, tipo Due, etc. Conceptualmente análoga era la del Isotta Fraschini 1907, la cual, sin embargo, era alimentada por un minúsculo compresor de aire monocilíndrico.

## Sistema de encendido:

### Funcionamiento y elementos del sistema de encendido de un vehículo



El encendido del motor es un sistema de producción y distribución, en el caso de más de un cilindro, de la chispa de alta tensión necesaria en la bujía para producir el encendido provocado en los motores de gasolina (ciclo Otto) ya sean de 2 o de 4 tiempos (2T y 4T).

#### Sistema de ensamblado

El sistema consta en esencia de:

- Bobina de encendido de alta tensión, con circuito primario y secundario
- Dispositivo de interrupción del primario en sincronismo con el ciclo de los cilindros
- Dispositivo de conexión y de distribución de la corriente de alta tensión del secundario a las Bujías
- Condensador es el encargado de cortar el funcionamiento del motor de arranque una vez dadas las vueltas necesarias para darle el movimiento del motor

## Sistema de combustión:

### ¿QUÉ ES y CÓMO FUNCIONA el SISTEMA de COMBUSTIÓN?

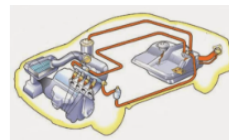


El sistema de combustión o de combustible, tiene una función indispensable para el funcionamiento de los motores de combustión interna: se encarga de almacenar, transportar y transformar una materia prima como el combustible (gasolina/diésel), en movimiento.

Sin este sistema, no habría una fuente de energía que impulse el vehículo: es su razón de ser.

¿Por qué?

Porque todo motor de combustión interna necesita tres cosas esenciales para poder funcionar: aire, combustible y una chispa, suministrados por el sistema de combustión.



A pesar de que tienen un buen número de piezas y partes en el proceso, entre sus componentes principales podemos encontrar los siguientes elementos:

- Tanque de combustible
- Bomba de combustible
- Líneas o mangueras de combustible
- Filtro de combustible
- Inyectores
- Válvulas
- Cámara de combustión

#### TANQUE DE COMBUSTIBLE

Básicamente, es un tanque de almacenamiento donde se almacena y retiene el combustible para luego ser distribuido por todo el sistema.



En su interior se encuentra el **sensor de nivel de combustible**, el cual se encarga de enviar señales acerca del nivel de combustible que hay en el tanque, al indicador del tablero de control del vehículo.

El tanque de combustible en vehículos modernos, en la mayoría de los casos son elaborados con materiales plásticos en vez de metálicos, para evitar el óxido o la corrosión. Además, cumplen funciones más complejas

## Sistemas de inyección:



## Sistema de inyección del coche: qué es, funcionamiento y tipos

21 Oct, 2021

Los [combustibles y medio ambiente](#) son dos aspectos que tenemos que tener muy presentes para [reducir emisiones contaminantes en un vehículo](#). Para que el vehículo funcione correctamente y contamine lo menos posible, cuenta con ciertos componentes que debes conocer. Por ello, en Zoilo Ríos queremos mostrarle que es el sistema de inyección del coche, qué función tiene y los diferentes tipos que puedes encontrar.

### ¿Qué es el sistema de inyección de un vehículo?

Con la obligación de reducir las emisiones contaminantes, los vehículos cuentan con el sistema de inyección que básicamente se trata de un sistema de alimentación de motores de combustión interna.

#### Sistema de inyección gasolina

Para entender mejor este sistema, debes saber que en los vehículos de gasolina durante muchos años incorporaban un sistema de carburación. Ese sistema mecánico mezclaba el aire con el combustible de la admisión. Contra más aire entraba con mayor fuerza expulsaba el combustible. Estamos hablando de un sistema antiguo, que realmente no era eficiente.

#### Sistema de inyección diésel

Ahora bien, si nos fijamos en los [carburantes de automoción](#) hay que resaltar que el sistema de carburación que utilizaban los motores de gasolina ha sido superado con el sistema de inyección de combustible. Este sistema inyecta el combustible de manera directa a la cámara o próxima de combustión.

Hay que entender la [diferencia entre diésel y gasolina](#), puesto que el sistema de carburación que se utilizaba hace unos años en los motores gasolina, no se podían utilizar en los motores diésel, puesto que no pueden funcionar con el flujo de combustible en la admisión.

### ¿Cuál es la función del sistema de inyección?

Básicamente la función del sistema de inyección es trasladar el combustible con ayuda de la bomba de gasolina desde el depósito hasta los cilindros. Se trata de un proceso que debe realizarse en el momento preciso, con la cantidad exacta de combustible y la presión adecuada.

### ¿Qué es el sistema de inyección de aire secundario?

Forma parte del sistema de emisiones del vehículo, y se utiliza para reducir las emisiones nocivas en los arranques en frío. Esto se debe a que en los arranques en frío se producen ciertas cantidades de monóxido de carbono e hidrocarburos liberando gases de escape nocivos a la atmósfera.

### ¿Y qué es el sistema de inyección Common Rail?

Puede que alguna vez hayes escuchado este término, y es que hace referencia al sistema de inyección electrónica de combustible que se emplea en vehículos con motores diésel.

### Tipos de sistemas de inyección, ¿cuáles son los más utilizados?

En el mercado podemos encontrar diferentes tipos de sistemas de inyección, dependiendo de donde se encuentren los inyectores, el total de inyectores y las veces que inyecten:

#### Ubicación de los inyectores

Solo existen dos formas de colocar los inyectores y ambas son las más usadas:

- **Sistema de inyección directa:** Suelen estar ubicados en la parte más próxima al bloque motor. Son sistemas que inyectan el combustible directamente en la cámara de combustión.
- **Sistema de inyección indirecta:** Es un sistema que no se utiliza tanto en la actualidad, donde los inyectores se encuentran en el colector de la admisión. En este sistema el inyector entra en contacto con el aire y entra al bloque en forma de mezcla.

#### Número de inyectores

Si nos centramos en el número de inyectores, encontraremos alguna diferencia con los tipos según su ubicación:

- **Sistema de inyección monopunto:** Estos sistemas solo utilizan un inyector, que se encuentra en el colector de la admisión y no pueden inyectar directamente en la cámara. Se trata de un sistema de inyección indirecta.
- **Sistema de inyección multipunto:** En este caso, se trata de un sistema de inyección que cuenta con tantos inyectores como cilindros. Sin embargo, la inyección del combustible puede ser tanto directa como indirecta.

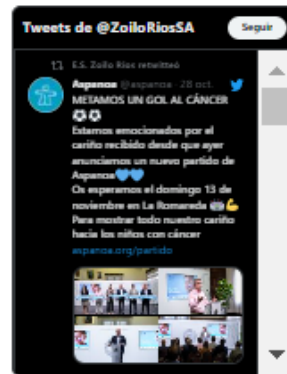
#### Según las veces que inyecten

Por último, también podemos clasificar los sistemas de inyección según las veces que inyecten:

- **Sistema de inyección continua:** Se trata del sistema de inyección donde el suministro de combustible se realiza sin pausas. Únicamente se regula el flujo mientras que la inyección es constante.
  - **Sistema de inyección intermitente:** En este caso es sistema es electrónico, y los inyectores trabajan de forma intermitente. Este es el sistema más usado, y también se puede clasificar en tres subtipos diferentes: secuencia, semisecuencial e inyección simultánea.

En cualquier caso, sea cual sea el sistema de inyección que tenga tu vehículo, y el tipo de gasolina o [tipo de diésel](#) es importante que realices un [mantenimiento del coche](#). Es por eso que dentro de los [servicios de automoción](#) de Zoilo Ríos, puedes venir a nuestro [taller Motos, Carburantes Abierta](#) para circular con mayor tranquilidad, sabiendo que nuestros profesionales han dejado tu vehículo a punto.

Y recuerda que puedes repostar en nuestras [estaciones de servicio](#) siempre que lo necesites con nuestros [carburantes Bepal y Carburantes Capsa](#). ¡Te esperamos!



CATEGORÍA [Mantenimiento del Coche](#)

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA EN EMISIONES  
CONTAMINANTES, TORQUE, POTENCIA Y CONSUMO DE  
COMBUSTIBLE DE UN VEHÍCULO CON MOTOR CICLO OTTO, DE  
INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA, MEDIANTE LA  
VARIACIÓN DE 6 TIPOS DE BUJÍAS.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN SISTEMAS  
AUTOMOTRICES**

**ING. GABRIEL FABIÁN SERPA ANDRADE**  
gabserpandrade@hotmail.com

**ING. XAVIER ALEX ZUMBA TENEZACA**  
zumbauto@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. JORGE MARTÍNEZ MSc.**  
mcjorge7@hotmail.com

**CODIRECTOR: ING. IVÁN ZAMBRANO MSc.**  
ivan.zambrano@epn.edu.ec

## 1.9. EMISIONES CONTAMINANTES.

Producto de la fase de combustión del motor de ciclo Otto, donde la mezcla aire/combustible se quema mediante la chispa generada por la bujía, se obtiene los gases de escape, los mismos que contienen sustancias inofensivas, tales como: vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno; y sustancias contaminantes para las personas y el medio ambiente, tales como: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), producto de la combustión incompleta generada al interior del cilindro, debido a mezclas ricas o excesivamente pobres.

Las sustancias nocivas representan el 1,1 % de todas las emisiones de un motor de gasolina (Figura 1.9).

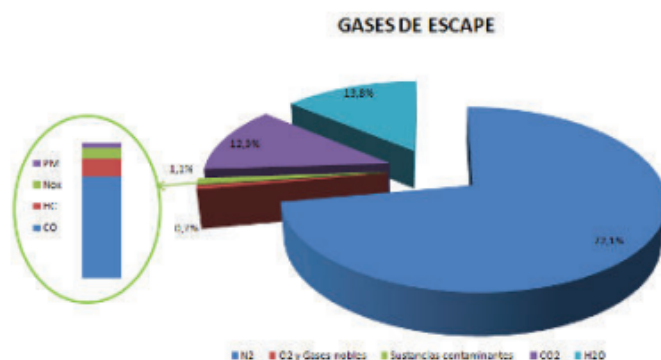


FIGURA 1.9. Compuestos en los gases de escape.<sup>13</sup>

Para contrarrestar las emisiones contaminantes el sistema de escape cuenta con un elemento denominado catalizador (tres vías), el cual permite disminuir y/o eliminar los porcentajes de dichas sustancias nocivas, esto lo realiza mediante reacciones químicas internas.

<sup>13</sup> NGK (2015). *Gases de escape y gases contaminantes* (en línea). Disponible en: [www.ngk.de/es/home](http://www.ngk.de/es/home)

En su constitución el catalizador se compone de los siguientes metales preciosos: platino, rodio y paladio; de acuerdo al principio de catálisis dichos componentes aumentan la velocidad de la reacción química, en cuanto entran en contacto con los gases contaminantes: monóxido de carbono, hidrocarburos y óxido nítrico, estos sufren una transformación inmediata. El convertidor catalítico utiliza dos tipos de catalizadores, de oxidación y reducción, de tal manera que:

- El monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) se convierten en agua (H<sub>2</sub>O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) – mediante oxidación.
- Los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) se convierten en nitrógeno (N), oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) – mediante reducción.

La concentración de sustancias nocivas en los gases de escape, depende directamente de la relación aire/combustible (Figura 1.10).

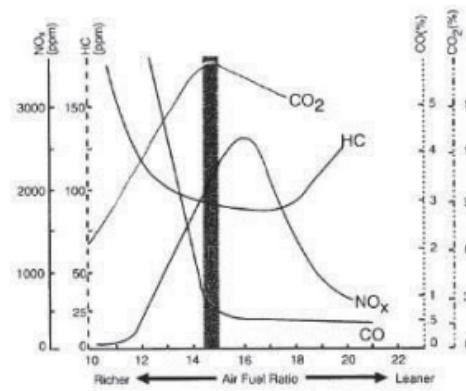


FIGURA 1.10. Emisiones contaminantes vs relación estequiométrica.<sup>14</sup>

### 1.9.1. MONÓXIDO DE CARBONO (CO).

El monóxido de carbono es un gas inodoro e incoloro, se genera debido a la combustión incompleta de sustancias de carbón y es altamente tóxico. En cuanto

<sup>14</sup> Pardiñas, J. (2012). *Sistemas auxiliares del motor* (Pág. 86). España: Editorial Editex S.A.



se inhala y llega al sistema circulatorio, impide la unión de las moléculas de oxígeno a la hemoglobina de la sangre. A partir de una concentración de 1,28 % de monóxido de carbono en el aire se produce la muerte por asfixia en un intervalo de entre 1 y 2 minutos.<sup>15</sup>

### **1.9.2. HIDROCARBUROS (HC).**

Los hidrocarburos son compuestos químicos que sólo contienen carbono (C) e hidrógeno (H). Las emisiones de hidrocarburos se presentan cuando no se queman completamente las moléculas del combustible en el motor, o sólo se queman parcialmente.

### **1.9.3. ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO<sub>x</sub>).**

Los óxidos de nitrógeno son óxidos gaseosos de nitrógeno (N). Se abrevian como NO<sub>x</sub> porque existen muchos compuestos posibles con diferente número de átomos: N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, etc. Se forman en condiciones de alta temperatura y presión con exceso de aire.

Bajo la influencia de la luz solar, los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno reaccionan para producir ozono. En las capas inferiores de la atmósfera se trata de una sustancia peligrosa que irrita las mucosas y provoca dolor de cabeza y náuseas. El ozono está considerado desde 1995 sustancia cancerígena. Por otra parte, una concentración elevada de ozono en el aire puede producir daños considerables en la vegetación.<sup>16</sup>

### **1.9.4. CONVERSIÓN DE CONCENTRACIÓN VOLUMÉTRICA A GRAMOS POR KILOMETRO DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES.**

Los equipos de análisis de emisiones contaminantes miden la concentración volumétrica expresada en porcentaje (%) y partículas por millón (ppm). El análisis

---

<sup>15</sup> Spedding, D. (1981). *Contaminación Atmosférica*. Barcelona: Editorial Reverte.

<sup>16</sup> Rico, F., López, R., Jaimes, E. (2001). *Daños a la Salud por Contaminación Atmosférica*. México: UAMEX.

dinámico del comportamiento de los gases de escape en los vehículos se expresan en gramos por kilómetro (g/Km), para ello se utiliza las ecuaciones de conversión (1,2 y 3).

ECUACIÓN 1. Conversión de (%) CO → (g/km) CO.<sup>17</sup>

$$\frac{\text{g CO}}{\text{km}} = \frac{28 \frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2}}{\frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2} + \left(3 + \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}\right) + 1} * \frac{\rho_{\text{comb}} * \text{cc}}{0.01425}$$

ECUACIÓN 2. Conversión de (%) HC → (g/km) HC.<sup>17</sup>

$$\frac{\text{g HC}}{\text{km}} = \frac{42 \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}}{\frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2} + \left(3 + \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}\right) + 1} * \frac{\rho_{\text{comb}} * \text{cc}}{0.01425}$$

ECUACIÓN 3. Conversión de (%) NO<sub>x</sub> → (g/km) NO<sub>x</sub>.<sup>18</sup>

$$\frac{\text{g NO}}{\text{km}} = \frac{30 \frac{\% \text{NO}}{\% \text{CO}_2}}{\frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2} + \left(3 + \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}\right) + 1} * \frac{\rho_{\text{comb}} * \text{cc}}{0.01425}$$

Donde:

cc = Consumo de combustible en una distancia recorrida (L/Km).

$\rho_{\text{comb}}$  = Densidad de combustible "SUPER" (0.75 Kg/L).<sup>19</sup>

## 1.10. BUJÍAS.

Antes de entrar al estudio de las bujías es necesario saber su definición, función, características y estructura. Cabe destacar que la misión de la bujía es introducir energía de encendido en la cámara de combustión e iniciar la inflamación de la mezcla de aire y combustible por medio de chispas eléctricas que saltan entre los electrodos de la misma.

<sup>17</sup> FREY H., EICHENBERGER D. Remote Sensing of Mobile Source Air Pollutant Emissions. North Carolina State University, June 1997.

<sup>18</sup> Portilla, A., Caiza, P. (2010). *Determinación de la influencia de la altura en emisiones contaminantes de un vehículo con motor de ciclo Otto, de inyección electrónica de gasolina*. Tesis de Magister, Facultad de Ingeniería Mecánica, EPN, Quito, Ecuador.

<sup>19</sup> Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) del Ministerio de Energía y Minas, 2003.

dinámico del comportamiento de los gases de escape en los vehículos se expresan en gramos por kilometro (g/Km), para ello se utiliza las ecuaciones de conversión (1,2 y 3).

**ECUACIÓN 1. Conversión de (%) CO → (g/km) CO.**<sup>17</sup>

$$\frac{\text{g CO}}{\text{km}} = \frac{28 \frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2}}{\frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2} + \left(3 + \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}\right) + 1} * \frac{\rho_{\text{comb}} * \text{cc}}{0.01425}$$

**ECUACIÓN 2. Conversión de (%) HC → (g/km) HC.**<sup>17</sup>

$$\frac{\text{g HC}}{\text{km}} = \frac{42 \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}}{\frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2} + \left(3 + \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}\right) + 1} * \frac{\rho_{\text{comb}} * \text{cc}}{0.01425}$$

**ECUACIÓN 3. Conversión de (%) NO<sub>x</sub> → (g/km) NO<sub>x</sub>.**<sup>18</sup>

$$\frac{\text{g NO}}{\text{km}} = \frac{30 \frac{\% \text{NO}}{\% \text{CO}_2}}{\frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO}_2} + \left(3 + \frac{\% \text{HC}}{\% \text{CO}_2}\right) + 1} * \frac{\rho_{\text{comb}} * \text{cc}}{0.01425}$$

Donde:

cc = Consumo de combustible en una distancia recorrida (L/Km).

$\rho_{\text{comb}}$  = Densidad de combustible "SUPER" (0.75 Kg/L).<sup>19</sup>

## 1.10. BUJÍAS.

Antes de entrar al estudio de las bujías es necesario saber su definición, función, características y estructura. Cabe destacar que la misión de la bujía es introducir energía de encendido en la cámara de combustión e iniciar la inflamación de la mezcla de aire y combustible por medio de chispas eléctricas que saltan entre los electrodos de la misma.

<sup>17</sup> FREY H., EICHENBERGER D. Remote Sensing of Mobile Source Air Pollutant Emissions. North Carolina State University, June 1997.

<sup>18</sup> Portilla, A., Caiza, P. (2010). *Determinación de la influencia de la altura en emisiones contaminantes de un vehículo con motor de ciclo Otto, de inyección electrónica de gasolina*. Tesis de Magister, Facultad de Ingeniería Mecánica, EPN, Quito, Ecuador.

<sup>19</sup> Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) del Ministerio de Energía y Minas, 2003.

#### **1.10.3.2. Mecánicas.**

- La bujía debe resistir presiones hasta de 50 bares.
- Mantener la estanquidad de los gases.
- Elevada resistencia mecánica.
- Absorber las fuerzas ejercidas al apretar la rosca, sin sufrir deformaciones permanentes.

#### **1.10.3.3. Químicas.**

- Resistencia a la gasolina y sus derivados.
- Resistencia a los residuos agresivos generados por las altas temperaturas y el combustible.

#### **1.10.3.4. Térmicas.**

- Resistencia al choque térmico del aislador.
- Alta transferencia de calor.
- Grado térmico.

El grado térmico hace referencia a la capacidad que tiene una bujía de evacuar el calor originado en el interior de la cámara de combustión hacia el sistema de refrigeración.

Las bujías necesitan un determinado rango térmico para poder funcionar correctamente. El valor mínimo se sitúa en 450 °C (temperatura de la bujía), la llamada temperatura de autolimpieza (Figura 1.11).

A partir de una temperatura de 850 °C de la bujía se pueden producir detonaciones incontroladas en su superficie (autoencendido). Dichas detonaciones incontroladas que no son normales pueden dañar el motor.

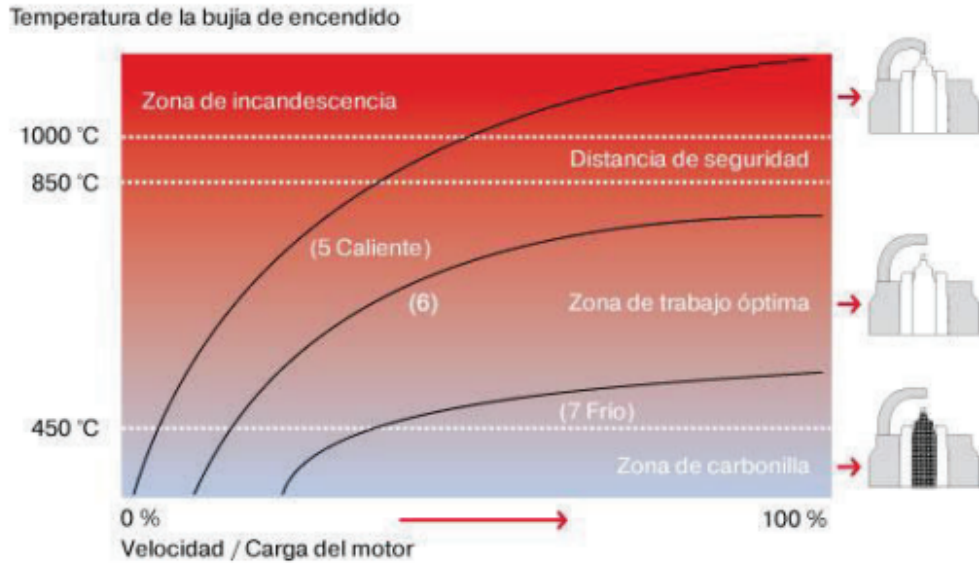


FIGURA 1.11. Rango térmico óptimo.<sup>22</sup>

Las bujías se categorizan de la siguiente manera (Figura 1.12):

- Bujía caliente o bajo grado térmico.
- Bujía de grado térmico medio.
- Bujía fría o alto grado térmico.

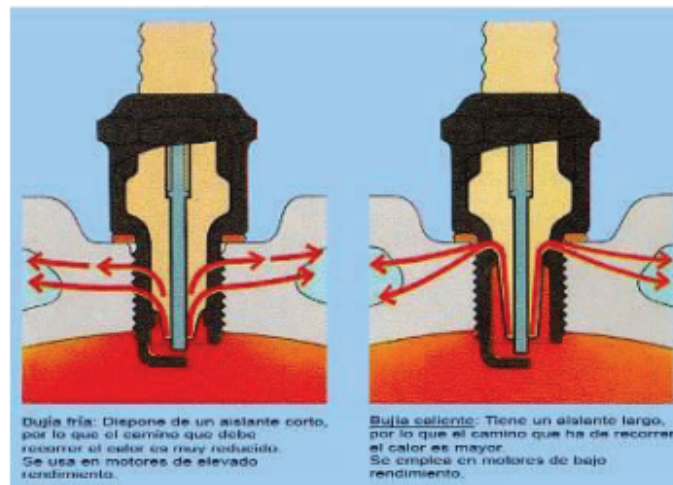


FIGURA 1.12. Bujías fría y caliente.<sup>23</sup>

<sup>22</sup> NGK. (2015). *Bujías de encendido* (en línea). Disponible en: [www.ngk.de/es/home](http://www.ngk.de/es/home).

<sup>23</sup> Codesis. (2002). *Técnica en mecánica y electrónica automotriz* (Pág. 71). Bogotá: LTDA Codesis.

Aproximadamente el 60 % del calor se disipa a través de la caja de la bujía y la rosca. El anillo obturador transmite menos del 40 % a la culata (Figura 1.13). El aislador recoge el calor de la cámara de combustión y lo conduce al interior de la bujía. En todos los puntos en contacto con la caja se transfiere calor.

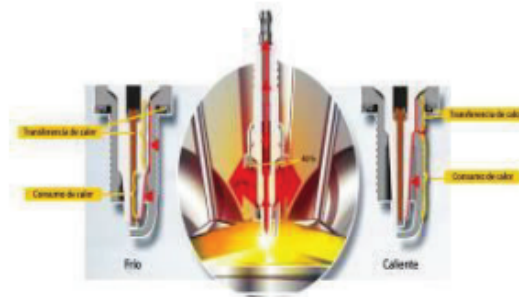


FIGURA 1.13. Disipación de calor y flujo térmico.

#### 1.10.4. ESTRUCTURA.

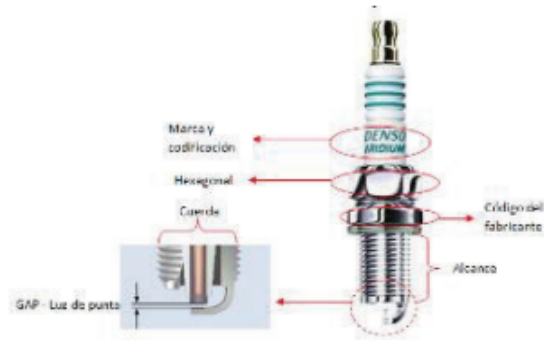
Los principales materiales para la construcción de las bujías son el metal, cerámica y vidrio; depende de las cualidades de estos materiales para el diseño de las mismas.

En la Figura 1.14 y 1.15 se representan los componentes principales de una bujía.



FIGURA 1.14. Componentes de la bujía.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> NGK. (2015). *Bujías de encendido* (en línea). Disponible en: [www.ngk.de/es/home](http://www.ngk.de/es/home).



**FIGURA 1.15. Identificación de la bujía.**

### **1.10.5. GEOMETRÍA DE LA ONDA DE TENSIÓN ENTRE LOS ELECTRODOS DE LAS BUJÍAS / COMPORTAMIENTO DE LA CHISPA.**

La onda que se genera por la alta tensión de la descarga disruptiva está compuesta de: cabeza de la chispa, cola de la chispa y duración de la chispa. En la Figura 1.16 se ilustra la curva en un plano de Tensión vs Tiempo.

Los factores que influyen sobre el comportamiento de la chispa se categorizan de dos formas, la primera en base a la estructura de la bujía y la segunda por parámetros del motor. De acuerdo con los parámetros establecidos por los fabricantes de vehículos, los fabricantes de autopartes homologan las bujías; consecuentemente en el mercado se encuentran bujías originales, homologadas y sustitutas.

- Parámetros de la Bujía.
  - Separación de electrodos.
  - Geometría de los electrodos.
  - Material de los electrodos.
  - Polaridad de la tensión de encendido.
  - Grado térmico.
  
- Parámetros del motor.
  - Compresión.

# PLATINUM TT®

- Desempeño Mejorado
- Durabilidad extendida
- Mejor economía de combustible

## DENSO revolucionara la bujía de encendido

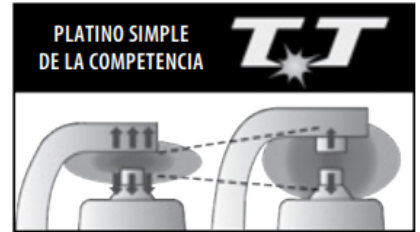
Si cree que todas las bujías de encendido son iguales... piénselo de nuevo. DENSO ha redefinido la tecnología de las bujías de encendido y es revolucionaria. La bujía Platinum TT de DENSO tiene doble punta de platino y titanio casi indestructibles. La punta adicional en el electrodo de conexión a tierra deja espacio para que la chispa crezca sin obstrucciones, para mayor potencia y rendimiento del combustible.

## Por qué dos puntas son mejores que una

- La segunda punta que proviene del electrodo mantiene el mismo espacio.
- Hay menos interferencia en el origen de la chispa (enfriamiento).
- La llama crece más rápido y quema combustible de manera más completa, lo que provoca una mejor economía de combustible.



## Funcionamiento mejorado



- El enfriamiento reducido provoca una llama más grande
- Propagación más rápida de la llama para una combustión más completa



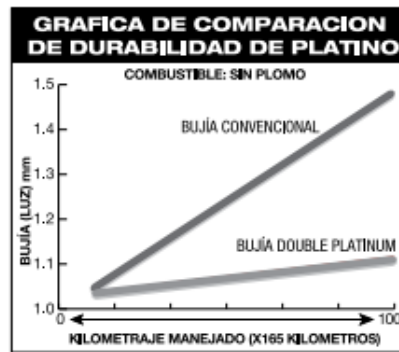


# TECNOLOGÍA DENSO DOUBLE PLATINUM:

**Diseñada para maximizar la vida útil real de la bujía.**

DENSO fue pionero en el uso de platino para la fabricación de bujías. Para maximizar la vida útil y aumentar la durabilidad de la bujía, DENSO aplicó platino tanto a los electrodos centrales como a los de masa.

La mayor resistencia del platino frente a la erosión y corrosión permite a DENSO crear una bujía capaz de proporcionar un funcionamiento extendido y uniforme por más de 96.500 kilómetros aproximadamente.



## El resultado:

**Duración extendida y más  
años de funcionamiento  
libres de preocupaciones**

**Electrodo  
de masa  
de platino**

**Electrodo  
central de  
platino**



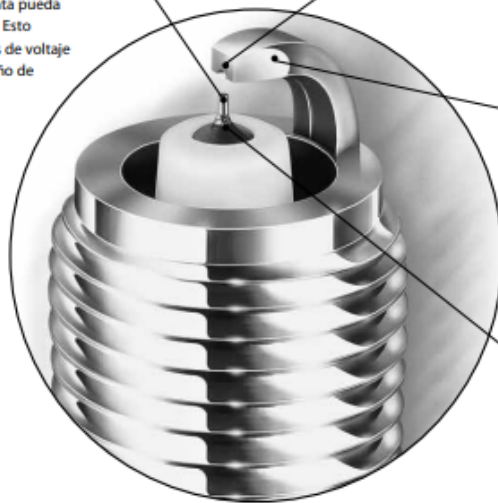


# IRIDIUM POWER®

El principal diseño de esta nueva generación de bujías conserva las características cuya eficacia ya se ha comprobado, que se usan en los productos de equipos originales de DENSO y combina una revolucionaria aleación de iridio con tecnología de soldadura por láser que permite que DENSO aproveche la fuerza del iridio.

### ELECTRODO DE IRIDIO DE 0.4 MM DE DIÁMETRO

El uso de iridio lo cual es, 6 veces más duro y 8 veces más fuerte que el platino, hace que la punta pueda encogerse a solo 0.4 mm. Esto significa que los requisitos de voltaje disminuyen y el desempeño de encendido aumenta.



### RANURA EN U

En la parte interna del electrodo de masa se ha cortado una ranura en U a fin de mantener la gran cantidad de espacio requerida para formar el núcleo de una llama. Mientras mantiene bajo el nivel de voltaje requerido, esta tecnología permite un excelente desempeño de encendido sin aumentar la luz de la chispa.

### CORTE CÓNICO

La punta del electrodo de masa se ha cortado en forma de cono. Esto aumenta en gran medida el desempeño de encendido mediante reducción del enfriamiento.

### SOLDADURA CON LÁSER DE 360°

La extrema dureza y el elevado punto de fusión del iridio impedian el uso de este increíble metal hasta que DENSO perfeccionó el proceso de soldadura con láser, que permite obtener un sellado seguro de 360° de modo que el electrodo resista el desgaste incluso bajo las condiciones más severas.



Bujías de Encendido Bosch

## Bujías de encendido Bosch. Una historia de pioneros

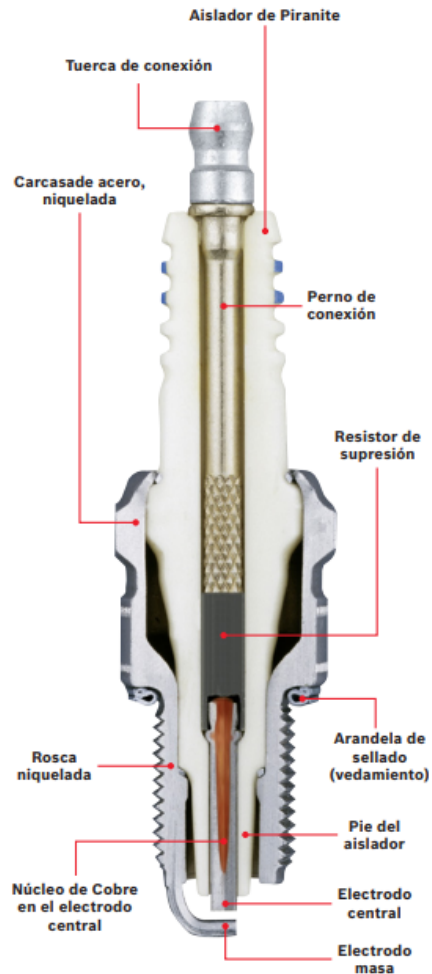


### Más de 110 años de innovación Tecnología para los diferentes tipos de motores

Hace más de 111 años Bosch lanzó la primer chispa para la tecnología automotriz moderna: en 1901, ocurrió en el taller Bosch en Stuttgart (Alemania) el primer encendido magnético de alta tensión del mundo. Él reemplazó, hasta hoy día, los sistemas de encendido habituales como los tubos incandescentes o las llamas abiertas.

El motor a gasolina se volvió más potente y seguro y la industria automotriz empezó entonces a avanzar. El 7 de enero de 1902, Bosch obtuvo la patente de la bujía de encendido y la marca triunfal siguió su camino. Hasta el día de hoy, Bosch ya desarrolló más de 20.000 tipos de bujías de encendido. En realidad, el genial principio de acción de la bujía de encendido desarrollada por Bosch se mantiene a lo largo de más de 112 años, pero la necesidad de perfeccionamiento aumenta constantemente.





## La función de la bujía de encendido

La bujía de encendido es uno de los componentes cruciales en motores de combustión interna ciclo Otto, determinando de manera decisiva el desempeño y funcionamiento preciso de estos motores. Esto se aplica especialmente a modernos sistemas de gestión de motor, en que la bujía de encendido y su diseño especial son cada vez más importantes.

La función de la bujía de encendido es llevar energía a la cámara de combustión y por medio de una centella entre sus electrodos iniciar la quema de la mezcla aire/combustible.

## Exigencias de una bujía de encendido

**Requisitos eléctricos:** funcionar incluso con altas tensiones de hasta 40.000 voltios y tener alta capacidad de aislamiento eléctrico incluso a temperaturas de casi 1.000 °C.

**Requisitos mecánicos:** resistir a oscilaciones de presión de hasta 100 bar en la cámara de combustión y tener alta resistencia mecánica para una operación segura.

**Requisitos químicos:** resistir a procesos químicos en la cámara de combustión y a residuos agresivos que resulten de ellos.

**Requisitos térmicos:** resistir a choque térmico (salida caliente – admisión de mezcla fría) y tener buena conducción de calor en el aislador y los electrodos para una operación confiable.

## Componentes

Las bujías Bosch son producidas con materiales de alta calidad dentro de los más rígidos estándares de producción y cuentan con modernos laboratorios y procesos de fabricación.

El formato y la aleación del material del electrodo central y del electrodo de masa determinan el tipo de bujía.

Bujías de Encendido Bosch

## Descripción de los productos



### Bujías Bosch Super

Equipo original en las principales ensambladoras, las bujías Bosch Super poseen electrodo central hecho de Níquel-Cromo con núcleo de cobre que garantiza alto desempeño y durabilidad, además de proteger el motor y el catalizador en las distintas condiciones de tránsito.

#### Características

Pie del aislador más largo que evita la formación de hollín.

Núcleo de cobre en el electrodo central, disipa mejor el calor en la cámara de combustión

Electrodo central y masa compuestos de Níquel-Cromo.

Amplia cobertura de mercado y calidad de equipo original

#### Beneficios

Protege el catalizador y proporciona menor consumo de combustible y emisión de gases contaminantes.

Evita el autoencendido y protege el motor.

Mayor vida útil de la bujía.

## Bujías Bosch Platino

Bujía de alto rendimiento y elevada vida útil.

Son muchos los modelos desarrollados para las más diferentes aplicaciones.

Los electrodos con punta de Platino soportan mejor el efecto de la electroerosión producido por el salto de chispa, la presencia de gases y las elevadas temperaturas presentes en la cámara de combustión.

### Características

Electrodo de Platino.

Calidad de equipo original.

Amplia cobertura de mercado

### Beneficios

Mayor vida útil.

Mayor desempeño.

Mejor rendimiento.

Mejor arranque en frío.

Mejor combustión.



Platino

## Aspecto de las bujías de encendido



### NORMAL

Pie del aislador de color blanco o amarillo grisáceo hasta pardo.

El motor está a punto. Se ha elegido el grado térmico correcto. El ajuste de la mezcla y del encendido son perfectos, no hay fallos de encendido, el sistema de arranque en frío funciona.

No hay residuos de aditivos del combustible que contengan plomo ni de componentes de aleación de aceite del motor. No Existe sobrecarga térmica.



### Bujía cubierta de hollín

Pie del aislador, electrodos y cuerpo de la bujía cubiertos de hollín de color negro mate y aspecto aterciopelado.

**Causa:** Ajuste incorrecto de la mezcla (carburador, inyección): mezcla demasiado rica, filtro de aire muy sucio, dispositivo automático de arranque defectuoso o el cable de mando del estrangulador se ha estirado demasiado, recorridos predominantemente cortos, bujía demasiado fría, índice del grado térmico demasiado bajo.

**Repercusiones:** Fallos del encendido, mal comportamiento de arranque en frío.

**Remedio:** Ajustar correctamente la mezcla y el dispositivo de arranque, revisar filtro de aire.



### Bujía engrasada

Pie del aislador, electrodos y cuerpo de la bujía cubiertos de hollín aceitoso brillante o de carbonilla.

**Causa:** Demasiado aceite en la cámara de combustión. Excesivo nivel de aceite, segmentos de pistón, cilindros y guías de válvulas muy desgastados. En motores de gasolina de dos tiempos, demasiado aceite en la mezcla.

**Repercusiones:** Fallos del encendido, mal comportamiento de arranque.

**Remedio:** Revisar el motor, emplear una mezcla correcta de combustible y aceite, montar nuevas bujías de encendido.



### Ferroceno

Pie del aislador, electrodos y parte del cuerpo de la bujía cubiertos de sedimentos rojo-naranja firmemente adheridos.

**Causa:** Aditivos del combustible con contenido de hierro. Los sedimentos se forman durante el funcionamiento normal, después de unos miles de kilómetros.

**Repercusiones:** La capa con contenido de hierro es eléctricamente conductiva y provoca fallos del encendido.

**Remedio:** Montar bujías de encendido nuevas; limpiarlas resulta inútil.



### Grandes depósitos de plomo

Pie del aislador presenta en algunos puntos una gruesa vitrificación pardo-amarillenta, que puede adoptar una coloración verdosa.

**Causa:** Aditivos con plomo en el combustible. La vitrificación se forma al someter al motor a una carga elevada después de haber funcionado largo tiempo a carga parcial.

**Repercusiones:** Con cargas elevadas, la capa se torna electroconductora y causa fallos en el encendido.

**Remedio:** Montar bujías de encendido nuevas. Limpiarlas resulta inútil.



Innovation  
that excites

# TIIDA

PARA LOS QUE AMAN  
EL ESPACIO



NUEVO APP NISSAN COSTA RICA



# TIIDA

SU ESTILO CONTEMPORÁNEO Y NIVELES DE REFERENCIA EN ESPACIO INTERIOR Y CONFORT. EL NISSAN TIIDA LE LLEVA A INICIAR Y TERMINAR SU DÍA CON UNA SONRISA. UNA SUAVE ACELERACIÓN, UN IMPRESIONANTE RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE Y UN INTERIOR SILENCIOSO HARÁN QUE DISFRUTE DEL EQUILIBRIO PERFECTO ENTRE ELEGANCIA Y DESEMPEÑO.

## TIIDA MODELO SALOON SAFE

### DESEMPEÑO

- 4 cilindros gasolina 1600 cc, 16 válvulas.
- Inyección multipunto.
- Potencia 106 HP.
- Torque 142 NM.
- Transmisión manual 5 velocidades.
- Largo 4430 mm.
- Ancho 1695 mm.
- Alto 1535 mm.
- Tanque de combustible 52,4 litros.



### CONFORT Y EQUIPAMIENTO

- Volante ajustable en altura.
- Dirección eléctrica sensible a la velocidad.
- Vidrios eléctricos.
- Radio AM-FM, CD, auxiliar 4 parlantes.
- Bluetooth®.
- Cierre automático de seguros.
- Cierre central de puertas.
- Aire acondicionado.
- Reloj digital en el radio.
- Desempañador trasero.
- Faroles principales multiparabólicos de halógeno.
- Aros de acero con copas de lujo.
- Llantas 185/65r15.
- Cabina espaciosa y relajante.



### SEGURIDAD

- Doble bolsa de aire frontal.
- **Sistema de frenos ABS:** Evita que las ruedas de su vehículo se bloqueen y derrapen al frenar.
- **EBD (Electronic Brake Distribution):** Distribuye la fuerza de frenado de acuerdo a las circunstancias presentadas en carretera.
- **Zone Body:** Zona de absorción de impactos alrededor de la cabina que ayuda a proteger a los ocupantes del vehículo.
- Barras de protección laterales contra impactos en puertas.
- Frenos de disco delanteros.
- Frenos de tambor trasero.

#### Paquete extras adicional:

- Aros de lujo 15".
- Halógenos.
- Parrilla cromada de lujo.
- Alarma con apertura de puertas y baúl.



## Influencia del tipo de bujía en la evaluación del comportamiento y emisiones en un motor de encendido provocado

*(Influence of the type of spark plug in the evaluation of the performance and emissions caused in an ignition engine)*

Gabriel Serpa<sup>1</sup>, Xavier Zumba<sup>1</sup>, Francisco Montalvo<sup>1</sup>, Daysi Baño<sup>1</sup>, Jorge Martínez<sup>1</sup>, Iván Zambrano<sup>1</sup>

### Resumen

La presente investigación se realiza en la ciudad de Cuenca a 2500 m.s.n.m. y analiza la influencia del tipo de bujía utilizada en un motor de encendido provocado (MEP) en las prestaciones mecánicas del motor, sus emisiones contaminantes y el consumo específico del combustible. Se utilizan seis tipos de bujías disponibles en el mercado nacional, las mismas que presentan diferentes características de material, grado térmico, apertura y números del electrodo. El comportamiento mecánico del motor y el consumo específico de combustible se evalúan mediante un banco de pruebas en un dinamómetro; las emisiones contaminantes se miden bajo el protocolo de prueba estática establecido por la NTE INEN 2203 y con una prueba de ruta de 11 km en zona urbana y carretera a base del ciclo de conducción NEDC (New European Driving Cycle). En el estudio se obtiene un incremento del 16 % en el rendimiento del motor para un tipo específico de bujía, conjuntamente con la disminución en la emisión de gases contaminantes, menor consumo de combustible y mejor comportamiento del motor en frío, sin sacrificar el torque y la potencia del vehículo de prueba. Además, se aprecia un ahorro en el mantenimiento del motor.

### Palabras clave

Motor de encendido provocado; emisiones contaminantes; torque y potencia; bujías.

### Abstract

*This research was made in Cuenca at 2500 meters above sea level (masl), and it studied the influence of the use of different types of spark plugs in a spark-ignition engine on the mechanical performance of the engine, the pollutant emissions, and fuel consumption. Six types of spark plugs that are available in the national market are made of different materials, have different thermal properties, and have different electrode openings. In addition, the mechanical performance of the engines and their fuel consumption were evaluated through dynamometer testing. Moreover, the polluting emissions were measured under the static test protocol established by the NTE INEN 2203 and with an 11 km route test in urban areas and on highway based on the New European Driving Cycle. The research showed that a specific spark plug increases 16 % of the engine performance due to not only some factors such as less pollution, better cold behavior, lower fuel consumption, but also maintains the torque and power of the vehicle. In addition, this spark plug generates savings on maintenance and annual fuel consumption.*

### Keywords

Spark-ignition engine, spark plugs, pollutant emissions; torque and power.

## 1. Introducción

Esta investigación busca determinar la influencia del tipo de bujía utilizado en las prestaciones mecánicas y en las emisiones contaminantes en un vehículo con motor de encendido provocado (MEP) con inyección electrónica utilizando seis tipos de bujías diferentes, considerando los altos índices de contaminación ambiental en la ciudad de Cuenca como resultado del incremento en la demanda de vehículos; según la AEADE se estima un crecimiento del parque auto-

<sup>1</sup> Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador ((gabriel.serpa, xavier.zumba, francisco.montalvo, daysi.bano, jorge.martinez, ivan.zambrano)@epn.edu.ec).

}

motor del 13 % anual. Con base en los estudios realizados por la Unidad de Tránsito Municipal de la ciudad de Cuenca; el incremento del parque automotor ha elevado los índices de ruido y gases contaminantes en el ambiente. La municipalidad de Cuenca con la finalidad de mejorar la calidad del aire ha implementado controles de emisiones y de estado mecánico a todos los vehículos matriculados en la ciudad a partir de 2008.

Actualmente, las emisiones contaminantes han sido un tema cuyo impacto ambiental se ha venido estudiando bajo diferentes circunstancias, por ejemplo, Antamba et al. (2016) evalúa las emisiones de un vehículo en toda la comunidad andina en donde determinan que el tipo de gasolina utilizado y el lugar en donde trabaja el motor hace que las emisiones varíen; asimismo Llanes, Rocha, Peralta y Leguísamo, (2018), estudian a las emisiones vehiculares específicamente en la ciudad de Quito a 2800 m.s.n.m., verificando que los factores de emisión de un vehículo serán diferentes en condiciones de altura con respecto al nivel del mar.

En este sentido, se han buscado diferentes alternativas que permitan la reducción de los gases contaminantes, sin dejar de lado la disminución del consumo de combustible. En un estudio realizado por Guzman et al. (2018) se utilizan mezclas de gasolina extra (87 octanos) y gasolina super (92 octanos), obteniendo una disminución de emisiones contaminantes con una mezcla determinada; asimismo el uso de tecnología GDI en el motor permite disminuir las emisiones de contaminación (Krishna, Mallikarjuna y Davinder, 2016). Sin embargo, dentro de la cámara de un motor no solo la inyección del combustible afecta directamente al proceso de combustión, sino también las características que presenta la bujía utilizada, por esta razón su correcta aplicación puede garantizar el desempeño óptimo del motor; sus características de diseño como el espacio de la brecha, tamaño y número del electrodo, y la configuración de la punta influyen en el rendimiento del motor con la menor emanación de gases contaminantes (Burgett, Leptich y Sangwan, 2007). Según Saw y Mallikarjuna (2017) la ubicación del inyector de combustible y de la bujía influyen en gran medida en la mezcla aire-combustible, la combustión, el rendimiento y características de emisión. La combinación de la bujía ubicada en la parte central de la cámara de combustión y el inyector de combustible a un lado produce una mejor combustión y rendimiento en el motor. Costa y Allocca (2011) también afirman que la orientación del inyector de combustible influye de manera significativa en la formación de la mezcla.

Sjeri'c, Taritaš y Kozarac (2017) mediante una simulación confirman que el uso de del electrodo de iridio en la bujía mejora la combustión y la estabilidad sobre el rango de operación analizado del motor, con una mejora máxima de 13.5% en carga parcial y baja velocidad del motor. También establecen que la geometría de la bujía tiene potencial para mejorar la estabilidad del motor y la economía de combustible. Yorita et al. (2007) mostraron que el centro fino y el electrodo de tierra de la bujía permiten una mejor inflamabilidad y mejora la eficiencia de combustión. Con esta investigación concuerdan Lee y Boehler (2005) quienes probaron el rendimiento de un motor con tres diferentes tipos de bujías principales: una bujía estándar J-gap con un electrodo central de 2.5 mm, una bujía J-gap con un electrodo central de 0.6 mm y una bujía de descarga de superficie con un electrodo central de 0.4 mm y cuatro electrodos de tierra; en donde observaron que la bujía J-gap con el electrodo central fino tenía el rendimiento del motor más estable y menor consumo de combustible. Es decir, una bujía con finos electrodos de centro y de tierra producen una menor combustión variación con una reducción de aproximadamente 3.1 % en CO y 2.4 % en el consumo de combustible en comparación con la chispa normal (Ahmed y Rehim, 2012).



Quito – Ecuador

NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA

**NTE INEN 2204**

Segunda revisión  
2017-01

**GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES.  
LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR  
FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA**

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. EMISSIONS PERMITTED LEVELS  
PRODUCED BY ROAD MOVABLE SOURCES USING GASOLINE

---

**GESTIÓN AMBIENTAL**  
**AIRE**  
**VEHÍCULOS AUTOMOTORES**  
**LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES**  
**MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA**

**1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que emplean gasolina.

Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas (vehículo automotor, vehículo prototipo).

Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilizan combustibles diferentes a gasolina.

Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, vehículos motorizados clásicos, vehículos de competencia deportiva, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

**2. REFERENCIAS NORMATIVAS**

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 2203, *Medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna*

**3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

Para los efectos de esta norma, se adoptan los siguientes términos y definiciones:

**3.1**

**año modelo**

Año de producción del modelo de la fuente móvil.

**3.2**

**ciclo**

Tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuentes móviles equipadas con electroventilador, ciclo es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

**3.3**

**ciclos de prueba**

Secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:

**3.3.1**

**ciclo ECE + EUDC**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

**3.3.2****ciclo FTP-75**

Ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, que utilizan gasolina.

**3.4****dinamómetro**

Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

**3.5****emisión de escape**

Descarga al aire de una o más sustancias en estado sólido, líquido, gaseoso o de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

**3.6****fuentes móviles**

Fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

**3.7****marcha mínima o ralentí**

Especificación de velocidad del motor establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, requerida para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá en un máximo de 1100 r.p.m.

**3.8****motor**

Fuente principal de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

**3.9****peso bruto vehicular (PBV)**

Peso total del vehículo, definido como la suma total del peso en vacío (tara) más la carga técnicamente admisible declarada por el fabricante.

**3.10****peso de vehículo en vacío (tara)**

Valor nominal del peso del vehículo, según lo indicado por el fabricante, incluyendo todo el equipo estándar que requiere para su funcionamiento normal (por ejemplo, extintor de fuego, herramientas, rueda de emergencia, etc.), además de refrigerante, aceites, el tanque de combustible con su capacidad a la mitad.

**3.11****peso de referencia (PR)**

Peso del vehículo en marcha aumentado con un peso fijo de 120 kg. El peso del vehículo en marcha será el correspondiente al peso total en vacío con todos los depósitos llenos, salvo el del combustible, que estará solo a la mitad de su capacidad, un juego de herramientas y la rueda de repuesto.

**3.12****prueba dinámica**

Medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en esta norma.

### 3.13

#### temperatura normal de operación

Temperatura que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones, la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75 °C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador, esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

### 3.14

#### vehículo automotor

Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

### 3.15

#### vehículo prototipo

Vehículo de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

### 3.16

#### categoría M

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.

### 3.17

#### categoría N

Vehículos motorizados de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.

#### 3.17.1

##### subcategoría N1

Vehículos motorizados cuyo PBV no exceda de 3500 kg.

NOTA. En lo que respecta a la relación entre el peso de referencia del vehículo y la inercia equivalente que ha de emplearse, conviene conformar las definiciones de los pesos de los vehículos de las clases I, II y III de la categoría N1 con las de la Directiva 96/44/CE.

## 4. REQUISITOS

### 4.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Toda fuente móvil con motor de gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la Tabla 1.

**TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)**

Año modelo	% CO <sup>a</sup>		ppm HC <sup>a</sup>	
	0 - 1500 <sup>b</sup>	1500 - 3000 <sup>b</sup>	0 - 1500 <sup>b</sup>	1500 - 3000 <sup>b</sup>
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

<sup>a</sup> Volumen  
<sup>b</sup> Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

#### 4.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. Ciclos FTP-75 (prueba dinámica)

Toda fuente móvil que emplea gasolina no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (THC), hidrocarburos diferentes al metano (NMHC), óxidos de nitrógeno (NOx), en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 2.

**TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (ciclos americanos FTP-75, g/mi)**

Categoría	50,000 millas/5 años				100,000 millas/10 años <sup>a</sup>			
	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi	CO g/mi	THC g/mi	NMHC g/mi	NOx g/mi
Vehículos de pasajeros	3,4	0,41	0,25	0,4	4,2	-	0,31	0,6
LLDT, LVW < 3750 lbs	3,4	-	0,25	0,4	4,2	0,80	0,31	0,6
LLDT, LVW > 3750 lbs	4,4	-	0,32	0,7	5,5	0,80	0,40	0,97
HLDT, ALVW < 5750 lbs	4,4	0,32	-	0,7	6,4	0,80	0,46	0,98
HLDT, ALVW > 5750 lbs	5,0	0,39	-	1,1	7,3	0,80	0,56	1,53

<sup>a</sup> Vida útil 120,000 millas/11 años para todos los estándares HLDT, THC y LDT.

Abreviaturas:  
 PBV Peso bruto vehicular  
 LVW Peso del vehículo cargado (tara + 300 lbs)  
 ALVW LVW ajustado (promedio numérico de la tara y el PBV)  
 LDT Camión ligero  
 LLDT Camión liviano ligero (debajo de 6000 lbs PBV)  
 HLDT Camión ligero pesado (sobre 6000 lbs PBV)

#### 4.3 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de gasolina. (prueba dinámica)

Toda fuente móvil con motor de gasolina no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), y emisiones evaporativas, en cantidades superiores a las indicadas en la Tabla 3.

**TABLA 3. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) (Directiva de la UE 98/69/CE)**

Categoría	Clase	Peso de referencia (PR) kg	CO g/km	HC g/km	HC + NOx g/km	NOx	Ciclo de prueba
M <sup>a</sup>	-	Todas	2,3	0,2	-	0,15	ECE + EUDC  (también conocido como MVEG-A)
N1 <sup>b</sup>	I	PR ≤ 1 305	2,3	0,2	-	0,15	
	II	1 350 < PR ≤ 1 760	4,17	0,25	-	0,18	
	III	1 760 < PR	5,22	0,29	-	0,21	

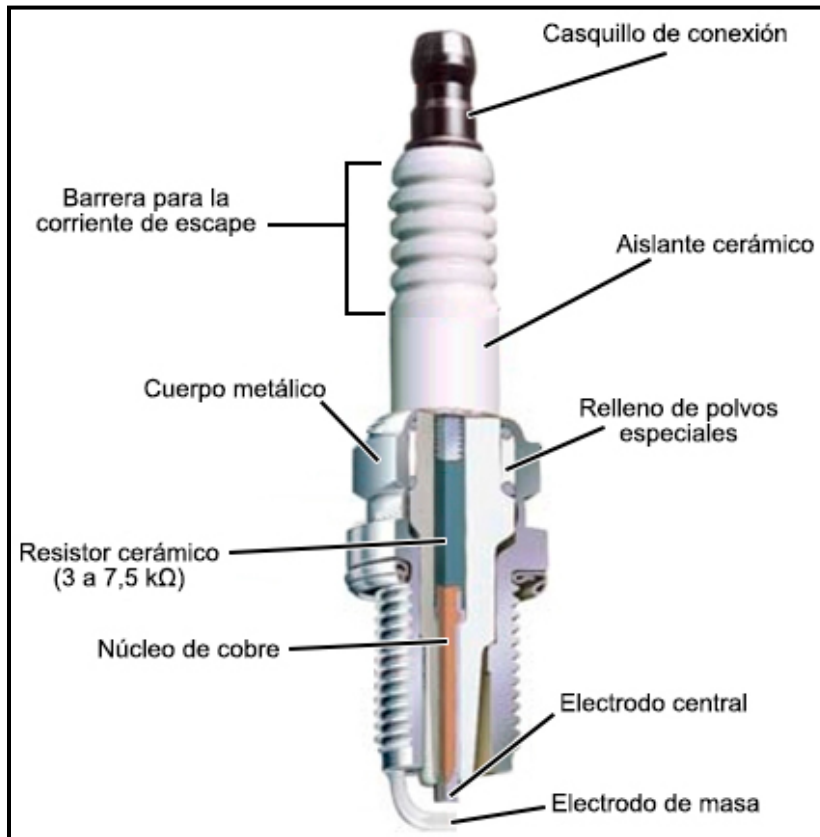
<sup>a</sup> Salvo los vehículos cuyo peso máximo sobrepase 2500 kg.  
<sup>b</sup> Y los vehículos de la categoría M que sobrepasen 2500 Kg.

## 5. MÉTODOS DE ENSAYO

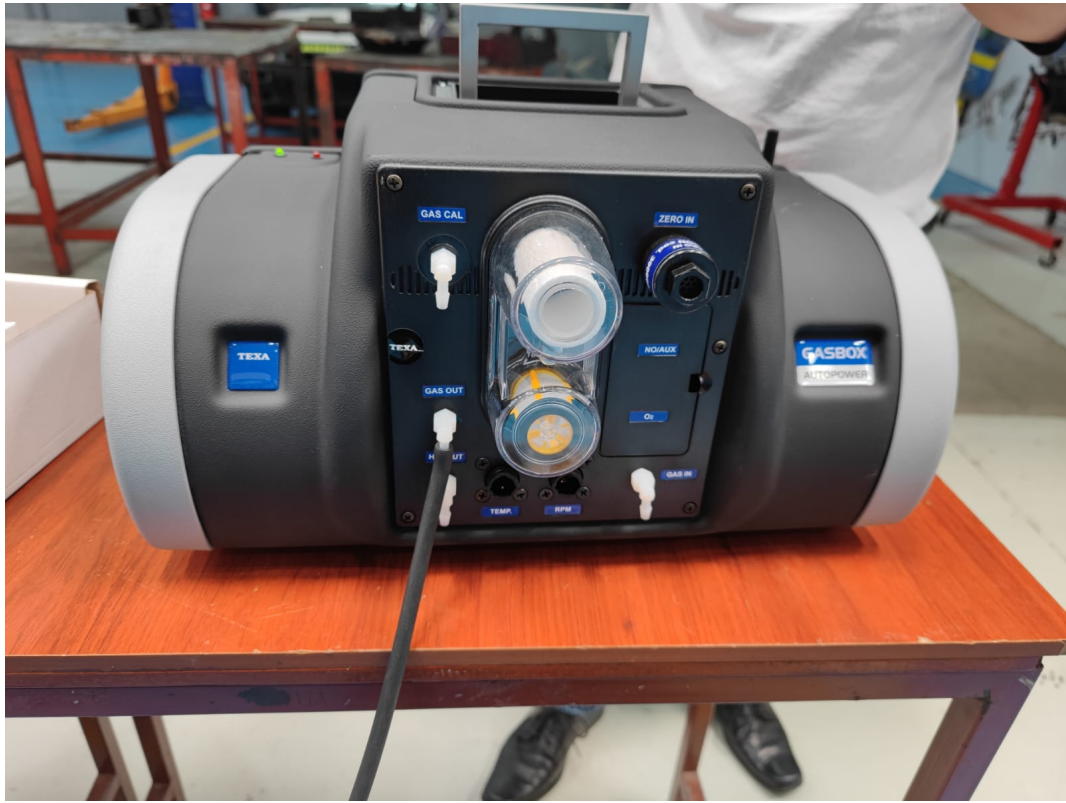
Para la determinación de la concentración de emisiones del tubo de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí, seguir el procedimiento descrito en NTE INEN 2203.



## Anexos Materiales y Método



Partes de una bujía









**Anexos Resultados y Discusión**

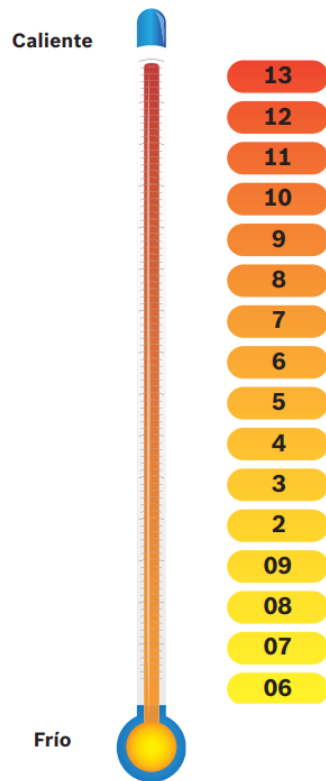
S	W K	16 20	E	XR PR	-U -A	11 11			
Tipo de metal precioso	Diámetro de la rosca y tamaño del hexágono	Rango térmico				Alcance	Forma (tipo)	Forma (tipo)	Calibración
F Central: iridio de 0.55 mm de diámetro Electrodo con conexión a tierra: platino de 0.7 mm de diámetro P Bujía de platino S Iridio de 0.7 mm de diámetro SV Iridio de 0.4 mm de diámetro Z Iridio de 0.55 mm de diámetro	C 12x14.0 L 18x22.2 (alcance: 12 mm) M 18x25.4 (alcance: 12 mm) MA 18x20.6 (asiento cónico, alcance: 12 mm) MW 18x20.6 (alcance: 12 mm)	DENSOL NGK CHAMPION BOSCH	A 19.0 mm (posición del electrodo: 7 mm) 21.5 mm B 19.0 mm (posición del electrodo: 9.5 mm) C 19.0 mm (posición del electrodo: 5.0 mm) D 19.0 mm (recubrimiento 2) (con junta) 19.0 mm E 20.0 mm (asiento cónico) 19.0 mm F 12.7 mm FE 19.0 mm (media rosca) G 19.0 mm (recubrimiento 2.8) H 19.0 mm (recubrimiento 3.0) (posición del electrodo: 8.5 mm) I 26.5 mm L 11.2 mm M 8.6 mm N (asiento cónico, media rosca) 17.5 mm V (asiento cónico) 25.0 mm	A Electrodos con doble conexión a tierra A Electrodo con conexión a tierra inclinado (para competición) AY Electrodos con doble conexión a tierra con forma curvada (especial) B Electrodos con triple conexión a tierra BG Electrodo con triple conexión a tierra (recubierta) D Electrodo con cuádruple conexión a tierra con cuerpo proyectado (proyección de 2.0 mm) con cuerpo proyectado (proyección de 1.5 mm, posición de la chispa 3.5 mm) E Recubrimiento: 25 K Con cuerpo proyectado (proyección de 1 mm) LM Tipo compacta (tamaño del hexágono: 20.6 mm) M Largo del cabezal del aislante acortado (tamaño del hexágono 19.0 mm) P Con cuerpo proyectado (proyección de 1.5 mm) R Con resistor S Sin cuerpo proyectado (proyección de 0 mm) Iridio simple T Electrodos con doble conexión a tierra TM Electrodos con doble conexión a tierra TN Electrodos con doble conexión a tierra V Electrodos con conexión a tierra inclinados X Con cuerpo totalmente proyectado (proyección de 2.5 mm)	-A Especificación especial -B Especificación especial -C Electrodo con conexión a tierra recortado -E Especificación especial -F Especificación especial -G Grasa aplicada en las rosas, para aplicaciones de GNC -GL Electrodo central de platino -L Electrodo con conexión a tierra resistente al calor Electrodo central delgado con aislante proyectado de 3.5 mm para motocicletas Aislante plegado para motocicletas -M Electrodo con conexión a tierra más grande -N Para Yamaha y Kawasaki -P Electrodo con conexión a tierra con doble capa de platino Platino simple -R Bujía de 10,000 ohm de resistencia -S Tipo de descarga de espacio de semi-superficie -S Junta inoxidable -TP Bujía de corte cónico de platino simple -U Electrodo con conexión a tierra con ranura en U -US Electrodo con conexión a tierra con forma de estrella -V Electrodo con conexión a tierra de níquel de 1.3 mm de diámetro -Z Corte cónico -ZU Bujía ZU	5 0.5 mm (0.020") 8 0.8 mm (0.032") 9 0.9 mm (0.035") 10 1.0 mm (0.040") 11 1.1 mm (0.044") 13 1.3 mm (0.050") 14 1.4 mm (0.055") 15 1.5 mm (0.060") 20 2.0 mm (0.080") <Ninguna> Automóviles: 0.8 mm Motocicletas: 0.7 mm <Excepciones> P16R, PQ16R PQ20R son de 1.1 mm			
	J 14x20.6 (bujía hexagonal pequeña ISO) K 14x16.0 (bujía hexagonal pequeña con cuerpo proyectado ISO) KU 14x20.6 (bujía para aplicaciones de GLP) N 10x16.0 Q 14x16.0 (bujía hexagonal pequeña) OJ 14x16.0 (bujía hexagonal pequeña con cuerpo proyectado) QL 14x20.6 (bujía de carcasa larga hexagonal pequeña) S 14x20.6 (con espacio de superficie o rotativa) T 14x16.0 (asiento cónico) TR 14x20.6 (para aplicaciones marinas) W 14x20.6, 14x19.0 (tipo compacta) X 12x18.0 XE 12x14.0 XU 12x16.0 U 10x16.0 Y 8x13.0 Z 1/2PFx23.8		9 2 18 10 14 4 16, 14 9 16 5 12, 11 8 20 6 10, 9 7, 6 22 7 8, 7 5 24 8 6, 63, 61 4 27 9 4, 59 3 29 9.5 57 31 10 55 2 32 10.5 53 34 11 35 11.5	Ninguna 9.5 mm 11.2 mm 19.0 mm 21.5 mm Ninguna (Asiento cónico) 8.3 mm 11.2 mm					

I	U	27	A
Tipo de bujía	Diámetro de la rosca, alcance y tamaño del hexágono	Rango térmico	Diseño especial
I Iridio de 0.4 mm de diámetro V Iridio de 0.4 mm de diámetro con punta de platino P Platino de 1.1 mm de diámetro	<Diámetro de la rosca x alcance x tamaño del hexágono> (mm) K 14x19.0x16.0 KA 14x19.0 (recubierta 2.5, electrodos triples nuevos) x 16.0 KB 14x19.0 (electrodos triples nuevos) x 16.0 KD 14x19.0 (recubierta 2.5) x 16.0 KH 14x26.5x16.0 NH 10x19.0 (media rosca) x 16.0 T 14x17.5 (asiento cónico) x 16.0 TF 14x11.2 (asiento cónico) x 16.0 TL 14x25.0 (asiento cónico, aislante largo) x 16.0 TV 14x25.0 (asiento cónico) x 16.0 Q 14x19.0x16.0 U 10x19.0x16.0 UF 10x12.7x16.0 UH 10x19.0 (media rosca) x 16.0 W 14x19.0x20.6 WF 14x12.7x20.6 WM 14x19.0x20.6 (aislante compacto) X 12x19.0x18.0 XG 12x19.0 (recubierta 2.5) x 18.0 XU 12x19.0x16.0 Y 8x19.0 (media rosca) x 13.0	DENSOL NGK CHAMPION BOSCH	A Electrodo inclinado, sin ranura en U, sin asiento cónico B Aislante proyectado (1.5 mm) C Sin ranura en U D Sin ranura en U, electrodo con conexión a tierra Inconel ES Junta de acero inoxidable Especial F Especial G Junta de acero inoxidable J Posición de la chispa: 5 mm K Posición de la chispa: 4 mm L Posición de la chispa: 5 mm M Posición de la chispa: 4 mm, para aplicaciones de GLP T Para aplicaciones de GLP Y Espacio de 0.8 mm Z Corte cónico TT Doble punta



### Rango térmico

DENSO	NGK	CHAMPION	BOSCH
9	2	18	10
14	4	16, 14	9
16	5	12, 11	8
20	6	10, 9	7, 6
22	7	8, 7	5
24	8	6, 63, 61	4
27	9	4, 59	3
29	9.5	57	
31	10	55	2
32	10.5	53	
34	11		
35	11.5		



### Grado térmico

Grado térmico es la capacidad de conducir y disipar calor de una bujía de encendido. La transmisión de calor para la bujía de encendido, en la cámara de combustión, depende del tipo específico de motor.

El grado térmico es importante, pues una temperatura mínima (temperatura de autolimpieza) tiene que ser alcanzada para prevenir carbonización y fallas de encendido asociadas. Por otra parte, una temperatura máxima (rango de preencendido) no debe ser excedida para prevenir que ocurran preencendidos.

Por estos motivos, la temperatura de trabajo de la bujía de encendido (rango de temperatura operacional) se tiene que mantener, por proyecto, dentro de los límites mencionados arriba.

El grado térmico de una bujía de encendido está determinado por un código numérico y tiene que estar de acuerdo con las necesidades específicas del motor. El valor numérico de grado térmico forma parte de la designación del código de las bujías de encendido Bosch.

Códigos numéricos menores (por ejemplo, de 2 a 5) significan bujías "frías", o sea, alta conducción de calor para motores calientes. Códigos numéricos mayores (por ejemplo, de 8 a 10) significan bujías "calientes", o sea, baja conducción de calor para motores fríos.

Las bujías de encendido Bosch están proyectadas en diversos grados térmicos para que sea aplicada la que mejor se adapte a cada tipo de motor

## Aplicaciones incorrectas



Bujía fría instalada en motor que exige bujía caliente: fallas de encendido




Bujía caliente instalada en motor que exige bujía fría: encendido por incandescencia



## Influencia del tipo de bujía en la evaluación del comportamiento y emisiones en un motor de encendido provocado.

Serpa, Gabriel <sup>[1]</sup>; Zumba, Xavier <sup>[1]</sup>; Montalvo, Francisco <sup>[1]</sup>; Baño, Daysi <sup>[1]</sup>; Martínez, Jorge <sup>[1]</sup>; Zambrano, Iván <sup>[1]</sup>

[1] National Polytechnic School 

**Localización:** Enfoque UTE: Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias - Universidad UTE, ISSN-e 1390-6542, Vol. 10, Nº. 2, 2019, págs. 115-125

**Idioma:** español

**Títulos paralelos:**

Influence of the type of spark plug in the evaluation of the performance and emissions caused in an ignition engine

[Texto completo !\[\]\(4b7a79268f6ba26c1471d4232fffa85a\_img.jpg\)](#)

### Resumen

Español

La presente investigación se realiza en la ciudad de Cuenca a 2500 m.s.n.m. y analiza la influencia del tipo de bujía utilizada en un motor de encendido provocado (MEP) en las prestaciones mecánicas del motor, sus emisiones contaminantes y el consumo específico del combustible. Se utilizan seis tipos de bujías disponibles en el mercado nacional, las mismas que presentan diferentes características de material, grado térmico, apertura y números del electrodo. El comportamiento mecánico del motor y el consumo específico de combustible se evalúan mediante un banco de pruebas en un dinamómetro; las emisiones contaminantes se miden bajo el protocolo de prueba estática establecido por la NTE INEN 2203 y con una prueba de ruta de 11 km en zona urbana y carretera a base del ciclo de conducción NEDC (New European Driving Cycle). En el estudio se obtiene un incremento del 16 % en el rendimiento del motor para un tipo específico de bujía, conjuntamente con la disminución en la emisión de gases contaminantes, menor consumo de combustible y mejor comportamiento del motor en frío, sin sacrificar el torque y la potencia del vehículo de prueba. Además, se aprecia un ahorro en el mantenimiento del motor.

English

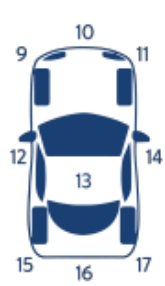
This research was made in Cuenca at 2500 meters above sea level (masl), and it studied the influence of the use of different types of spark plugs in a spark-ignition engine on the mechanical performance of the engine, the pollutant emissions, and fuel consumption. Six types of spark plugs that are available in the national market are made of different materials, have different thermal properties, and have different electrode openings. In addition, the mechanical performance of the engines and their fuel consumption were evaluated through dynamometer testing. Moreover, the polluting emissions were measured under the static test protocol established by the NTE INEN 2203 and with an 11 km route test in urban areas and on highway based on the New European Driving Cycle. The research showed that a specific spark plug increases 16 % of the engine performance due to not only some factors such as less pollution, better cold behavior, lower fuel consumption, but also maintains the torque and power of the vehicle. In addition, this spark plug generates savings on maintenance and annual fuel consumption.

<b>Certificado:</b> 16012205	<b>Marca:</b> NISSAN	<b>PLACA:</b> PBU7395 <b>RESULTADO</b> <b>APROBADO</b>
<b>Adhesivo:</b> 436020	<b>Modelo</b> TIIDA 1.6 MT HATCHBACK	
<b>Fecha Revision:</b> 2022-09-06	<b>Año:</b> 2011	

<b>Chasis:</b> 3N1CC1CG7BK217787	<b>Defectos</b>	<b>CONVOCATORIA</b> <b>1 / 1</b>
<b>Cooperativa</b>	<b>Tipo 3:</b> 0	<b>Válido hasta:</b> 2022-12-31
<b>N. Emmop:</b>	<b>Tipo 2:</b> 0	<b>Fecha 1ra revisión:</b> 2022-01-01
<b>Centro:</b> CENTRO RTV BICENTENARIO	<b>Tipo 1:</b> 2	<b>Kilometraje:</b> 0
<b>Nro. Revision:</b> 0501021411382-01		

Código	Tipo Defecto	Descripción Defecto	Unidad	Valor	Rango	Calif.	Ubicac.
<b>Mecatronicas</b>							
02.01.03.01	Mecatronicas	ALINEACIÓN HORIZONTAL FARO CONDUCTOR	%	-2.50	003.99<=X<=002.01	TIP1	09
04.07.01.01	Mecatronicas	EFICACIA DE FRENADO	%	59.54	055.00<=X<=059.99	TIP1	
03.09.01.01	Mecatronicas	ALINEACIÓN 1ER EJE CONVERGENCIA	m/Km	0.51	006.99<=X<=006.99	OK	00
05.01.03.01	Mecatronicas	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA DERECHA DEL 1° EJE	%	82.15	060.00<=X<=100.00	OK	18
05.01.03.01	Mecatronicas	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA IZQUIERDA DEL 1° EJE	%	84.08	060.00<=X<=100.00	OK	19
05.01.04.01	Mecatronicas	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN EN 1° EJE	%	2.00	000.00<=X<=014.99	OK	
05.01.05.01	Mecatronicas	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA DERECHA DEL 2° EJE	%	71.40	050.00<=X<=100.00	OK	18
05.01.05.01	Mecatronicas	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA IZQUIERDA DEL 2° EJE	%	71.12	050.00<=X<=100.00	OK	19
05.01.06.01	Mecatronicas	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN EN 2° EJE	%	0.00	000.00<=X<=014.99	OK	
02.01.03.01	Mecatronicas	ALINEACIÓN VERTICAL FARO CONDUCTOR	%	-1.60	999.00<=X<=002.50	OK	09
02.01.02.01	Mecatronicas	INTENSIDAD FARO CONDUCTOR	Lux	42.00	000.01<=X<=135.00	OK	09
10.03.01.01	Mecatronicas	NIVEL DE RUIDO EN EL ESCAPE	dB	71.01	000.01<=X<=074.99	OK	
10.02.01.04	Mecatronicas	HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) RALENTI	ppm	0.00	000.00<=X<=159.99	OK	
10.02.01.03	Mecatronicas	O2 EN BAJAS	%	0.81	000.00<=X<=003.00	OK	
10.02.01.05	Mecatronicas	LAMBDA EN BAJAS	***	1.04	000.13<=X<=999.99	OK	
10.02.01.01	Mecatronicas	MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	%	0.09	000.00<=X<=000.59	OK	

**LOCALIZACIÓN DE LOS DEFECTOS**



- 0 1er. Eje
- 1 2do. Eje
- 2 3er. Eje (vehículos pesados)
- 3 4to. Eje (vehículos pesados)
- 4 5to. Eje (vehículos pesados)
- 5 6to. Eje (vehículos pesados)
- 6 7mo. Eje (vehículos pesados)
- 7 8vo. Eje (vehículos pesados)
- 8 9no. Eje (vehículos pesados)
- 9 Delantero izquierdo
- 10 Delantero centro
- 11 Delantero derecho
- 12 Medio izquierdo
- 13 Medio centro
- 14 Medio derecho
- 15 Posterior izquierdo
- 16 Posterior centro
- 17 Posterior derecho
- 18 Derecho
- 19 Izquierdo

AGENCIA METROPOLITANA DE TRÁNSITO REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO							
<b>Certificado:</b> 16012205 <b>Adhesivo:</b> 436020 <b>Fecha Revision:</b> 2022-09-06		<b>Marca:</b> NISSAN <b>Modelo:</b> TIIDA 1.6 MT HATCHBACK <b>Año:</b> 2011		<b>PLACA:</b> PBU7395 <b>RESULTADO</b> <b>APROBADO</b>			
<b>Chasis:</b> 3N1CC1CG7BK217787  <b>Cooperativa</b> <b>N. Emmop:</b> <b>Centro:</b> CENTRO RTV BICENTENARIO <b>Nro. Revision:</b> 0501021411382-01			<b>Defectos</b>  <b>Tipo 3:</b> 0 <b>Tipo 2:</b> 0 <b>Tipo 1:</b> 2		<b>CONVOCATORIA</b> <b>1 / 1</b> <b>Válido hasta:</b> 2022-12-31 <b>Fecha 1ra revisión:</b> 2022-01-01 <b>Kilometraje:</b> 0		
Código	Tipo Defecto	Descripción Defecto	Unidad	Valor	Rango	Calif.	Ubicac.
10.02.04.03	Mecatronicas	RPM EN RALENTI	rpm	730.00	000.01<=X<=200.00	OK	
10.02.05.04	Mecatronicas	HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) 2500 RPM	ppm	0.00	000.00<=X<=159.99	OK	
10.02.05.03	Mecatronicas	O2 EN ALTAS RPM	%	0.19	000.00<=X<=003.00	OK	
10.02.05.05	Mecatronicas	LAMBDA EN ALTAS	***	1.00	000.13<=X<=099.99	OK	
10.02.05.01	Mecatronicas	MONOXIDO DE CARBONO (CO) 2500 RPM	%	0.20	000.00<=X<=000.59	OK	
Medibles							
50.00.00.00	Medibles	RPM EN ALTAS	***	2440.00	300.00<=X<=700.00	OK	
Mecatronicas							
04.07.02.01	Mecatronicas	DESEQUILIBRIO DE FRENADO EN 1° EJE	%	2.01	000.00<=X<=015.00	OK	00
04.07.03.01	Mecatronicas	DESEQUILIBRIO DE FRENADO EN 2° EJE	%	12.94	000.00<=X<=014.99	OK	01
04.04.01.01	Mecatronicas	EFICACIA FRENO DE ESTACIONAMIENTO	%	26.37	020.00<=X<=100.00	OK	



Autoguardado datos MIKE Buscar (ALT+Q)

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Desahacer Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos

OZO

		BOSCH				IRIDIUM			
		Test de medición ralenti 750 rpm		Test de medición en aceleración 2500 rpm		Test de medición ralenti 750 rpm		Test de medición en aceleración 2500 rpm	
		HC ppm vol	Co % de vol	HC ppm vol	Co % de vol	HC ppm vol	Co % de vol	HC ppm vol	Co % de vol
	LÍMITE MÁXIMO	más 400	más 2.0	más 400	más 2.0	más 400	más 2.0	más 400	más 2.0
6	Calibración 1	0.55	0	7	0.1	20	0	23	0.1
7	Calibración 2	1.1	0	10	0.1	7	0	10	0.1
8	Calibración 3	165	0	0	0	14	0	20	0

		Medición ralenti - 750 rpm	Medición ralenti acelerado - 2500 rpm
	LÍMITE MÁXIMO	0	0.1
15	0.55	0	0.1
17	1.1	0	0.1
18	165	0	0

		VALORES LAMBDA	
		Test de medición en aceleración 2500 rpm	
		BOSCH	DENSO
	LÍMITE MÁXIMO	más 400	más 2.0
27	Calibración 1	0.95	0.997
28	Calibración 2	1.1	0.995
29	Calibración 3	165	1

Calibración de bujía (mm)	Medición ralenti - 750 rpm	Medición ralenti acelerado - 2500 rpm
0.55	0.1	0
1.1	0.1	0
1.65	0	0

Calibración	HC 750rpm BOSCH	HC 750rpm DENSO	HC 2500rpm BOSCH	HC 2500rpm DENSO
1	20	7	7	10
2	10	10	10	14
3	20	14	14	20

Hoja1

Listo Accesibilidad: es necesario investigar