



ING. AUTOMOTRIZ

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

AUTORES:

Flor Belén Crespo Pauta
Michael Shampol Guerrero Velastegui

TUTOR:

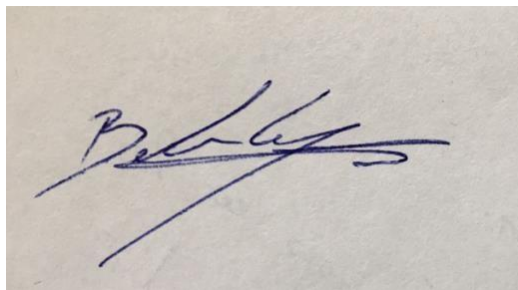
Ing. Denny Guanuche MSc

**Análisis y comparación de emisión de hidrocarburos en
motocicleta Suzuki Ax100 2 tiempos en la ciudad de
Quito**

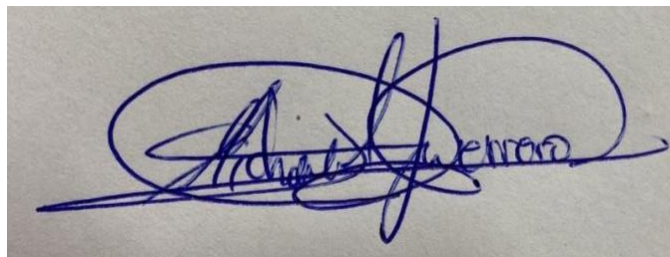
CERTIFICACIÓN

Por medio del presente certificado doy a conocer que el artículo presentado es la autoría de Michael Shampol Guerrero Velastegui y Flor Belén Crespo Pauta, declaro bajo juramento que el trabajo presentado aquí es de mi propiedad intelectual, este documento no ha sido presentado anteriormente en ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Flor Belén Crespo Pauta



Michael Shampol Guerrero Velastegui



Yo, Ing. Denny Guanuche, certifico que, conozco a los Autores de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.

Ing. Denny Guanuche MS.c

DEDICATORIA

Dedicatoria

En mi vida existen 4 pilares fundamentales Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber culminado esta etapa de mi vida con una carrera profesional. A mi segundo pilar que es mi madre por siempre haberme dado el cariño y apoyo incondicional, la persona que junto con mi padre me enseñaron buenos valores, a ser una persona de bien, y siempre a salir a delante con las metas que me proponga. A mi tercer pilar que es mi padre por haberme hecho esforzar y alcanzar mis metas siempre con cariño y apoyo y a mi cuarto pilar a mi hermano por siempre guiarme por el buen camino y mostrarme la realidad de las cosas. A mis amigos más cercanos por siempre apoyarnos y siempre buscar la forma de salir a delante a pesar las dificultades que durante la carrera se nos fueron presentando.

Agradecimiento

Agradezco a mi compañera de tesis Belén por su tolerancia, dedicación y confianza para formar equipo de trabajo durante todos estos años; A todos los docentes quienes aportaron con valioso aporte y me dieron la oportunidad de avanzar con éxito la carrera, una especial mención a mi tutor y gran profesor Ing. Denny Guanuche; a la Ing. Pauli por su gran gestión en el mejoramiento continuo; al Ing. Gorky por la preocupación por sus estudiantes, y por último al Ing. Andres decano de la facultad por la preparación de personas de éxito para triunfar en un medio tan competitivo como la Ingeniería Automotriz, A mi grupo de trabajo de la Asamblea Nacional por darme apoyo para completar esta etapa de mi vida.

Michael Guerrero Velastegui

DEDICATORÍA

Dedicatoria

Este trabajo de investigación va dedicado a mi madre la Dra. Diana Pauta, quien ha sido pilar fundamental de apoyo, inspiración y ejemplo de disciplina académica para conseguir este logro; a mis abuelos Sr. Oswaldo Pauta y Sra. Flor Ortiz con sus continuas palabras de aliento a través de la carrera; a mi padre Sr. Milton Crespo y mi hermano Josué Crespo, por su presencia y aporte de ideas y consejos; a mi mentor Mgs. Francesco Castelli quién ha sido un aporte importante en el conocimiento del mundo de los motores; al Dr. Alexander Mansutti por ser un apoyo y guía para esta investigación; así mismo a mis amigas: Laura A, Camila S, Nicole R, Sara A, Paula S, Camila T, Dhara O, Amaya N, por entender y aportar en múltiples formas con mi formación durante todo este tiempo.

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mi compañero de tesis Michael Guerrero por su organización, dedicación y confianza para formar equipo de trabajo durante todos estos años; A todos los docentes quienes aportaron con información valiosa y me dieron la oportunidad de avanzar con éxito la carrera, una especial mención a mi tutor y gran profesor Ing. Denny Guanuche; al decano de la facultad de ciencias técnicas de la UIDE Ing. Andrés Castillo por su gran gestión en el mejoramiento continuo y la preparación de personas aptas para triunfar en un medio tan competitivo como la Ingeniería Automotriz y finalmente a la Universidad Internacional del Ecuador, institución que me ha dado la oportunidad de conseguir este logro.

Belén Crespo Pauta

TABLA DE CONTENIDO

<i>DEDICATORIA</i>	4
<i>DEDICATORÍA</i>	5
<i>RESUMEN</i>	8
<i>ABSTRACT</i>	8
<i>INTRODUCCION</i>	10
<i>FUNDAMENTACION TEÓRICA</i>	11
Generalidades.....	11
El combustible.....	14
El carburador.....	14
<i>MATERIALES Y METODOS</i>	17
<i>MATERIALES</i>	18
<i>RESULTADOS Y DISCUSION</i>	20
<i>Análisis de datos por método ANOVA un factor</i> -----	20
Correlación.....	22
Ecuación 1.....	22
<i>CONCLUSIONES</i>	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Regulaciones europeas para las emisiones a traves de los años.-----	16
Tabla 2: Aceite Motul. Especificaciones del aceite -----	19
Tabla 3: Aceite Máxima Racing Oils Smokless sintético + éster. Especificaciones del aceite.....	19
Tabla 4: Valores de las muestras de emision de gases en la moto Suzuki Ax100 con aceite Motul y Gasolina Extra.....	20
Tabla 5: Valores de las muestras de emision de gases en la moto Suzuki Ax100 con aceite Maxima super m y Gasolina Super -----	21
Tabla 6: Valoración de la Q de Pearson para los valores de emi-----	22
Tabla 7: DATOS SEGÚN ESTADIOS DEL ACELERADOR ACEITE MOTUL -----	223
Tabla 8: DATOS SEGÚN ESTADIOS DEL ACELERADOR ACEITE MAXXIMA -----	223

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa mundial de contaminación ambiental.....	10
Figura 2: Mapa de contaminación ambiental en China Occidental	10
Figura 3: Mapa de contaminación mundial por monóxido o dióxido de carbono... ..	11
Figura 4. Mapa contaminación por CO zona indo-asiática	12
Figura 5. Carburador de la moto Suzuki Ax100.....	13
Figura 6. KTM, carburador de 2T TPI... ..	16

ÍNDICE DE FORMULAS

Formula 1: Calculo emisiones totales del contaminante g/km	22
--	----

Análisis y comparación de emisión de hidrocarburos en motocicleta Suzuki Ax100 2 tiempos en la ciudad de Quito.

¹ Flor Belén Crespo Pauta - Ingeniería Automotriz - Universidad Internacional del Ecuador, email flcrespopa@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

² Michael Shampol Guerrero Velastegui – Universidad Internacional del Ecuador, Ingeniería Automotriz, email miguerrero@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

RESUMEN

La motocicleta que debido a su bajo costo operativo se ha visto incrementado en adquisición y circulación. En Ecuador según datos del INEC existen 2,535,835 motocicletas matriculadas en el 2021 y se estima aproximadamente que el 8% de estas motocicletas son de 2 tiempos; los motores de 2 tiempos cumplen un ciclo Otto en una única vuelta del cigüeñal, estos motores necesitan una mezcla de aceite-combustible por lo que los valores de HC (hidrocarburos no quemados) pueden incrementarse en un 1500% por el uso de un lubricante de características básicas. Este trabajo de investigación utilizando del método inductivo-deductivo se analizó las emisiones de gases contaminantes de una motocicleta modelo Suzuki Ax-100 (2015), la que opera con aceite Motul y combustible Extra diariamente; al cambiar por el aceite Maxima Smokeless ester y combustible Súper se observó una disminución de aproximadamente 20% en las emisiones de hidrocarburos; utilizando la Q de Pearson se pudo establecer la correlación de datos tomados, utilizando un medidor de gases AGS-688 en 3 puntos del acelerador de la motocicleta como estableció la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos en 1977, los tres puntos del acelerador: 1, $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ (relantí, bajas, altas) para las pruebas. En conclusión, esta moto operativa anualmente emite 1,96 g/km HC por lo que reducir el 20% de esta emisión representa 0,398 g/km HC. La mejora en la calidad del lubricante y combustible genera un impacto haciendo que estas motocicletas pueden dejar de ser un foco de contaminación.

Palabras clave: motocicleta, 2 tiempos, emisión de gases, combustible, lubricante.

ABSTRACT

The motorcycle that due to its low operating cost has increased in acquisition and circulation. In Ecuador, according to INEC data, there are 2,535,835 motorcycles registered in 2021 and it is estimated that approximately 8% of these motorcycles are 2-stroke; 2-stroke engines complete an Otto cycle in a single turn of the crankshaft, these engines need an oil-fuel mixture, so the HC (unburned hydrocarbons) values can be increased by 1500% by using a 2-stroke lubricant. basic characteristics. This research work using the inductive-deductive method, the emissions of polluting gases from a Suzuki Ax-100 (2015) motorcycle, which operates with Motul oil and Extra fuel daily, were analyzed; when switching to Maxima Smokeless ester oil and Super fuel, a decrease of approximately 20% in hydrocarbon emissions was observed; using Pearson's Q, it was possible to establish the correlation of data

taken, using an AGS-688 gas meter at 3 points of the motorcycle accelerator as established by the United States Environmental Protection Agency in 1977, the three accelerator points: 1, $\frac{1}{4}$ and $\frac{3}{4}$ (idle, low, high) for testing. In conclusion, this operational motorcycle annually emits 1.96 g/km HC, so reducing 20% of this emission represents 0.398 g/km HC. The improvement in the quality of the lubricant and fuel generates an impact by making these motorcycles stop being a source of contamination.

Keywords: motorcycle, 2 – stroke, gas emissions, oil, fuel

INTRODUCCION

En la actualidad el desafío principal para el desarrollo de la tecnología relacionada con los vehículos con motor de combustión interna, es reducir los niveles de emisión de gases contaminantes. En el Ecuador no se cuenta con un registro actualizado de las emisiones que generan las motocicletas de 2 tiempos que continúan en circulación, por lo que este estudio hace un acercamiento a la realidad de las emisiones de gases de una motocicleta de estas características de trabajo diario. Debido a la mejora en la tecnología de los lubricantes y la mejora en el octanaje del combustible, se busca establecer la mejor relación entre ellos, consecuente que los valores se acerquen a los estándares permitidos descritos en este documento.

Como resultado de la combustión de un motor vehicular denominado de ciclo Otto, se tiene las siguientes emisiones: Hidrocarburos que son de los compuestos orgánicos más simples formados por Hidrógeno y Carbono (HC), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂), Oxígeno (O₂), además de Óxido Nítrico y Dióxido de Nitrógeno, que son parte de un grupo de gases muy reactivos conocidos como NO_x (Giraldo, 2008).

La motocicleta, un medio de transporte de combustión interna que inició con motores de vapor cumple 152 años de existencia. En 1881, en Gran Bretaña, Dugal Clerk propone el motor de 2 tiempos (López. 1987). La característica principal de este motor es que su diseño es más sencillo y a la vez tiene una elevada potencia específica. Los motores de 2 tiempos cumplen las 4 fases de un ciclo Otto: admisión, compresión, expansión y escape, en una única vuelta del cigüeñal. Este motor libera energía con doble frecuencia que un motor de 4 tiempos, además no contiene un tanque de reserva para el aceite que protege el sistema, por lo que la lubricación debe ser mezclada con el combustible previamente antes de entrar en el motor (López, 1987).

Desde la aparición de las motocicletas de 2 tiempos, se ha buscado la manera de disminuir no solo las emisiones sino también el ruido excesivo que emiten los motores de estos vehículos. En los estudios realizados, se ha llegado a determinar que únicamente con el rediseño del sistema de escape y con la inclusión de un catalizador dentro de este, se reducen los niveles de emisión y de sonido. También se ha propuesto diseñar y acoplar sistemas de inyección electrónica que, en este caso, incrementaría los costos, lo cual no sería favorable para los modelos antiguos y en circulación (Martinez, 2013)

Al no existir una solución viable para el control de la emisión de gases de las motocicletas de 2 tiempos, éstas tendrían que salir de circulación, cambiando un problema de contaminación por emisión de gases en un problema de motores convertidos en desechos. Los países que mayor volumen de estas motocicletas tienen en circulación son los países que más problemas de contaminación de gases en atmósfera tienen, son países en su mayoría en vías de desarrollo y sobrepoblación, en el cual el tratamiento que se le da a la basura es poco o casi nulo.

En lugares donde predomina el uso de la motocicleta como es el caso de los países del continente asiático en donde el 75% de automotores en circulación son motocicletas y el 85% del total de ellas traen un motor 2 tiempos (Greening, P. 2001), los niveles de los gases

contaminantes muchas veces pasan los niveles tolerados para la salud humana (OMS, 2018), trayendo consecuencias no solo en el comportamiento del clima sino en la salud de los humanos, seres vivos y cambios en el ecosistema. En estudios realizados hace algunos años se presentan reportes similares para África, el Sur de Europa y Latinoamérica. Además, varios estudios las motos y sus mecanismos de escape son identificados como fuentes fijas y de fuentes conducidas.

En Ecuador las motos de 2 tiempos son muy utilizadas tanto en la costa como en el oriente. En estas regiones, además de la emisión de gases contaminantes, se observa como los niveles de precipitación, de humedad o salinización deterioran rápidamente los componentes metálicos de una motocicleta, causando contaminación del suelo y la dispersión de micro partículas de óxido a la atmósfera.

Por esta razón, este estudio busca entender mediante el análisis de datos de emisiones de gases de estas motocicletas si la introducción de las nuevas tecnologías en lubricantes y el mejoramiento del combustible, tiene impacto en la reducción de los valores de emisiones de gases que antes se emitían.

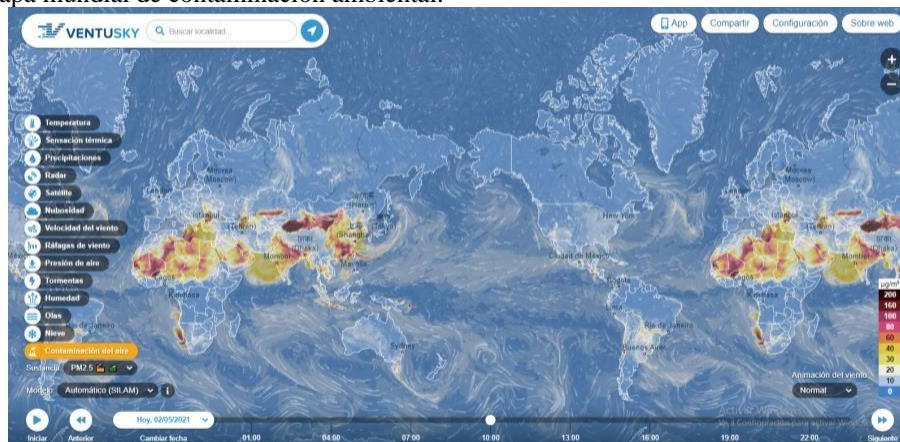
FUNDAMENTACION TEÓRICA

GENERALIDADES

La atmósfera es la capa que envuelve al planeta en donde habitamos esta capa busca mantener un ambiente homogéneo para el continuo desarrollo de la vida, tanto de humanos, como de plantas y animales. Así mismo, sus dinámicas como corrientes marinas, erupciones volcánicas, precipitaciones, etc., mantienen un constante equilibrio que ha perpetuado la vida a lo largo de cientos de miles de años. Como se expone en este texto, se inició con los motores a vapor de bajo cilindraje que no representaban un mayor aporte a la emisión de residuos a la atmósfera. Sin embargo, con la incorporación de combustibles sintetizados en laboratorio y el volumen de vehículos que ha ido creciendo exponencialmente, junto con la población hoy existente en el mundo, tenemos países que viven bajo niveles de contaminación que no son aptos para la vida humana. Esto ha traído problemas de contaminación del agua y problemas de manejo de desechos. Está claro que, a mayor población, mayor contaminación y es así como se empezó a hablar sobre “la huella ecológica” que es un estudio que se realiza cada año en todos los países del mundo recogiendo datos para poder exigir que se realice un cambio tanto en la conducta humana como en el desarrollo de la tecnología que permita la reducción de estas emisiones.

Condiciones actuales de contaminación por emisiones.

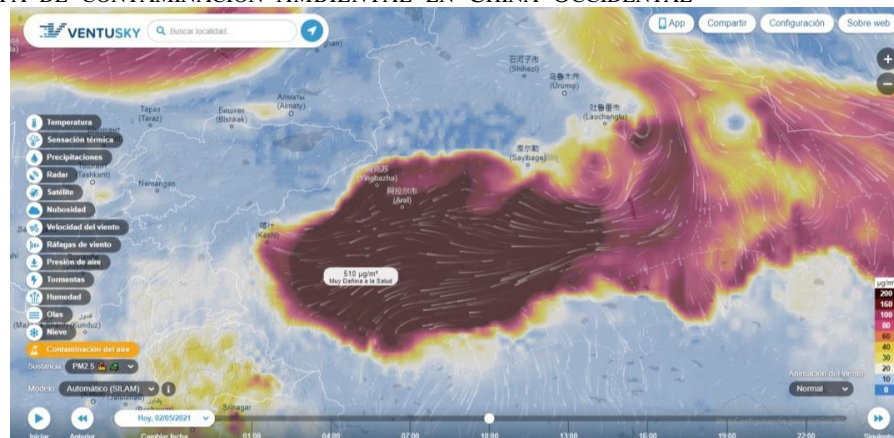
Figura 1: Mapa mundial de contaminación ambiental.



Fuente: Ventusky (InMeteo s,r,o 2022).

Utilizando esta aplicación climática Ventusky que cuenta con su propio satélite, se corrobora la información en tiempo real, los niveles en atmósfera de los PM como los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro de sodio, el hollín, los polvos minerales y el agua. Así se constituye una compleja mezcla de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire, siendo las medidas de 2.5 las más peligrosas a que estas hacen referencia a su tamaño y por ser de menor tamaño estas fácilmente entran a las vías respiratorias y causan daños a la salud, incluido aumentar el riesgo de muerte. (OMS 2018).

FIGURA 2: MAPA DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN CHINA OCCIDENTAL



Fuente: Ventusky (InMeteo s,r,o 2022).

Como se observa en la Fig 2, el foco de mayor contaminación la tiene Asia. Al lado derecho de la Fig. 2 se observa que 200 micro gramos/cm³ es el tope en la escala de lo aceptable para la salud, aunque en la imagen vemos como en este punto marca 510 microgramos/cm³, lo que representa un incremento del 60%.

Para el CO ya sea este monóxido o dióxido de carbono tenemos la siguiente apreciación:

Figura 3: Mapa de contaminación mundial por monóxido o dióxido de carbono



Fuente: Ventusky (InMeteo s,r,o 2022).

En la Fig 3 constatamos que la zona indo-asiática es también la región que mayores emisiones de CO registra.

Figura 4. Mapa contaminación por CO zona indo-asiática.



Fuente: Ventusky (InMeteo s,r,o 2022).

Como se observa que en el tope de la escala marca 2500 ppbv (partes por billón) como aceptable; la figura 4. nos lleva a posicionarnos sobre Bangkok la capital de Tailandia que registra 4470 ppbv, es decir un 45% por encima de la cifra máxima aceptable. Ello es consecuencia de la mayor población de motocicletas en el mundo que se encuentra concentrada en esta misma zona siendo Tailandia el país número uno con un 88% de motocicletas del volumen total de automotores, seguido por Vietnam, Indonesia y Malasia respectivamente, luego esta China con 60%, seguido de India, Pakistán, Filipinas, Japón y Bangladesh y para América, Brasil con 29%, seguido de Argentina, Colombia y Venezuela.

EL COMBUSTIBLE

En general los combustibles utilizados en los automotores han sufrido cambios en su estructura molecular potenciando su nivel de detonación para conseguir un mejor trabajo dentro de los motores, pero esto ha impulsado a trabajar más en la modificación de los sistemas de almacenamiento y dosificación del combustible en los vehículos. Así por ejemplo, inicialmente los automotores utilizaban carburadores en un 100% para distribuir la mezcla de combustible y oxígeno.

EL CARBURADOR

Figura 5. Carburador de la moto Suzuki Ax100



Fuente: Manual de Servicio Motocicleta Suzuki Ax100

El carburador funciona como un dispositivo con varias recamaras por donde se conecta tanto la alimentación por aire como la alimentación del combustible conectado al acelerador mediante un muelle y una aguja, internamente con un par de tornillos, que daban paso a la mezcla en proporciones cuando el vehículo estaba en altas revoluciones y en bajas revoluciones (López. 1987).

Esto desencadenó un inconveniente para los vehículos cuya eficacia de la mezcla se veía afectada por la altura sobre el nivel del mar en la que se desplazaban, por lo que era necesario cambiar siempre estos tornillos. Así por ejemplo si se viaja de un lugar a otro ubicados en diferentes alturas el carburador debe ser ajustado en conformidad a la disposición de oxígeno en atmósfera, ya que el oxígeno no será suficiente para enriquecer la mezcla, provocando fallas de falta en la continuidad de la combustión.

EL LUBRICANTE

En el momento en el que dos superficies metálicas entran en contacto se genera resistencia al movimiento, esta resistencia considerada trabajo se transforma en energía térmica debido a la fricción, lo que ocasiona aumento de la temperatura de las superficies en contacto. En este sentido, se produce desgaste en esas superficies de las porciones, por lo que es indispensable utilizar una película de protección que cumple con la función de lubricante. El lubricante es un fluido con una densidad específica, cuyo tamaño de sus moléculas se modifica en función de la temperatura; en este sentido el fluido puede modificarse de acuerdo

a las demandas de trabajo del sistema y las condiciones ambientales en las que el sistema se desempeña.

Existen tres tipos de lubricantes: los de base mineral, de base semisintética y los de base sintética, éstos últimos son envasados y comercializados, cuyos componentes se encuentran en una proporción del 90% de aceite base y el 10% de otros aditivos. La característica química del grupo de base sintética tienen una composición molecular definida, presentando comportamientos predecibles, es decir: evitan la fricción disminuyendo el esfuerzo y como consecuencia producen un menor consumo de combustible, mantienen la limpieza del sistema conduciendo micro partículas hacia el filtro, protegen los componentes del sistema evitando la corrosión por los ácidos que se generan durante la combustión y a manera de refrigerante evita el aumento de la temperatura en el sistema.

Los aceites lubricantes del motor de 2 tiempos tienen la siguiente clasificación según la normativa y el estándar:

CLASIFICACIÓN API (*AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE*)

Esta clasificación es el resultado de una colaboración desde 1947 entre varios fabricantes de vehículos y asociaciones veedoras de procesos de calidad solo aplicable a los motores 2 tiempos. Atendiendo a la potencia del motor que se usa un tipo específico de aceite lubricante que van desde TA, TB, TC, TD de acuerdo con las exigencias del trabajo, siendo los TA específico para ciclo motores y cortadoras de césped con motores pequeños y los TD los lubricantes diseñados para motores fuera de borda para lanchas. (API,2021)

NORMATIVE JASO (*JAPANESE AUTOMOTIVE STANDARDS ORGANIZATION*)

Es una normativa clasificadora elaborada por la Organización de Normas Automotrices de Japón y que está vigente desde finales de 1990. Presenta 4 clasificaciones para el aceite lubricante de motocicletas 2 tiempos: FA, FB, FC, FD, siendo FA una especificación para uso en países en desarrollo y FD es el requisito más alto para motocicletas en Japón con características mejoradas de limpieza y componentes anithumo.

CLASIFICACIÓN ISO (*INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION*)

Dentro de la normativa ISO 9000 que hace referencia a la gestión de calidad en los procesos de elaboración de un producto, en la sección de aceites lubricantes, se hace referencia al grado de viscosidad del aceite. En la década de los 90s Europa hizo pruebas constantemente en motores 2 tiempos incluyendo la prueba llamada Honda Dio de 3 horas para determinar la limpieza en el pistón Las pruebas ISO son codificadas como – ISO-L - EGB JASO FB, ISO – L – EGC JASO FC, ISO - L – EGD.

Estándar NMMA (*National Marine Manufacture Association*)

Este es un estándar estadounidense vigente desde 1972, es un estándar extremo recomendado para motores refrigerados por agua y motores fuera de borda este es conocido como TC -W, se puede decir que TC -W3 es un remplazo para API TD.

La normativa para emisiones de gases europea

La eficiencia en la entrega de combustible al motor es fundamental ya que mejora el rendimiento. La entrega indiscriminada de combustible hacia el motor tiene como resultado

Emissions regulations through the years

	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Year	1999	2005	2007	2016	2020
CO	13.0g/km	5.5g/km	2.0g/km	1.14g/km	1.00g/km
Hydrocarbons	3.0g/km	1.0g/km	0.3g/km	0.17g/km	0.10g/km
NOx	0.3g/km	0.3g/km	0.15g/km	0.09g/km	0.06g/km
SHED test	n/a	n/a	n/a	yes	yes
Onboard diagnostics	no	no	no	yes (OBD1)	yes (OBD2)
Durability test	n/a	n/a	n/a	20,000km	Lifetime

Fuente: European Environment Agency.

LA NORMATIVA ECUATORIANA VEHÍCULOS TIPO 1R

En Ecuador existen normativas pre-establecidas para que un vehículo se encuentre dentro de aquellos parámetros que no afectan de forma considerable la salud de los seres vivos y el ecosistema, no agrava la contaminación del aire, del agua y de otros recursos naturales. En Ecuador se utiliza la normativa INEN 136 (1R) específicamente para motocicletas en la que se especifican las normativas para frenos, neumáticos, retrovisores, sistema de suspensión, sistema de dirección, iluminación y niveles de emisión de gases contaminantes. (INEC,2021)

Entre las emisiones reguladas se encuentran las especificaciones para pruebas estáticas en relantí, con un máximo de CO (%V) 3,5 y hasta un máximo de HC (ppm) 2000 y en pruebas dinámicas niveles de Carbono, Hidrocarburos, Óxidos de Nitrógeno, pero a su vez estos están regulados por la normativa mundial de la Directiva Europea, conocida como EURO mencionada en la Tabla 1.

El desafío de la EURO5 es reducir los niveles de monóxido de carbono en un 12% que se agregaría a la ya implantada EURO4 que proponía la reducción de hidrocarburos y Óxido de Nitrógeno en un 38%, lo cual se refiere de manera general a la disminución de un 30% de la emisión de gases. (European Environment Agency, 2016)

MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se aplicará el método inductivo – deductivo. En efecto, las motocicletas en funcionamiento de 2 tiempos es fácil constatar que todas ellas consumen una mezcla de gasolina y lubricante ya que al desplazarse generan humo de color azul, dejando una marcada huella. Una vez obtenido el resultado de la emisión de gases por las motocicletas Suzuki Ax100 en Quito, estos valores servirán para aplicar a la población estimada de motocicletas en circulación. Después de las tomas de muestra aplicaremos el análisis de datos cuantitativos por correlación estadística, usando para ello la Q de Pearson.

Además, se compara los resultados de las mediciones de emisiones de gases realizadas, mediante la recopilación de datos numéricos en la motocicleta Suzuki Ax100, utilizando lubricantes de prestaciones mínimas con aceites de altas prestaciones, diseñados para

demandas extremas. Aquí entramos al mundo de la deducción por el análisis de las relaciones existentes entre los elementos que conforman la mezcla de combustible y lubricantes que hacen funcionar el motor de 2 Tiempos. Planteamos en esta investigación como hipótesis que al limitar al máximo la dosificación de aceite en mezcla previo al ingreso del motor, en relación al requerimiento de trabajo, se disminuye las emisiones indiscriminadas de los Hidrocarburos (HC), además mejorando la calidad del combustible, evitando en lo máximo posible la auto detonación de la misma, esperamos establecer la mezcla más ideal reduciendo de esta manera la emisión de contaminantes, utilizando productos disponibles en el mercado. Para realizar la recopilación de datos se utilizó un vehículo tipo R1 correspondiente a una motocicleta Suzuki Ax100 2015 último año de comercialización de este modelo. Ello lo realizamos en la ciudad de Quito, en la parroquia Cumbayá que se encuentra a 2,200msnm aproximadamente y a una temperatura ambiente promedio de 19°C. Durante una semana se realizó un monitoreo continuo, en el cual se recopilamos más de 30 muestras por cada tipo de aceite del analizador de gases de forma manual. Para ello, introdujimos entre siete u ocho oportunidades en el lapso de una hora, la sonda del analizador de gases en el escape de la motocicleta.

Para verificar que los datos sean útiles para el estudio se tomaron 10 muestras por cada punto de giro de acelerador de la motocicleta (relantí – bajas y altas), ya que este fue el método desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) para evaluar en 1977 la emisión de gases de estas motocicletas que tomaban entonces auge de ventas. El protocolo usado por la EPA exige que inicialmente se tomase como referencia 1, $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ para las pruebas, midiendo las RPM de la motocicleta con el aceite sugerido por la misma marca y con el combustible de la época que cabe recalcar tenía un alto contenido de plomo. Esta investigación utilizará productos del mercado en el que se comercializan dos tipos de combustible (super premium y extra) – aceite (Motul semisintético 510 y Maxima Racing Oils Smokless mas éster) siendo el primero el que utiliza la motocicleta para movilizarse diariamente junto con combustible extra, la cual contrasta con la mezcla que nosotros consideramos sería la más ideal para disminuir las emisiones. Por ello después se utilizó el mismo protocolo y análisis numérico determinado en Excel para establecer el comportamiento de estos datos, pero utilizando aceite y gasolina de alta calidad.

Para certificar la pureza de la mezcla y el resultado de los datos en el analizador de gases, se utilizó un tanque independiente de 1lt de combustible gasolina super premium tomada de la gasolinera Primax y un tanque independiente con 500ml del aceite Maxxima, estos dos tanques fueron conectados a las mangueras correspondientes de la motocicleta para que esta según su requerimiento de trabajo en base al giro del acelerador.

Para las variables nos centramos en dos dependientes, el aumento de requerimiento de trabajo y el consumo entre combustible y aceite. La variable control en la que se centra este estudio, fue puntualizada después de recopilar los datos por ser la que más variación tuvo y la que buscamos neutralizar de manera desproporcionada en comparación a las demás emisiones. Este estudio además es un estudio experimental ya que estas motocicletas se movilizan por todo el país por lo que hicimos una aproximación a una motocicleta que es utilizada para trabajo, teniendo un acercamiento con el usuario y sus hábitos de mantenimiento para la motocicleta.

MATERIALES

Los materiales empleados para este estudio fueron: Un vehículo de tipo R1 correspondiente a una moto 2 tiempos Suzuki Ax100 del año 2015 con 131.000 km. La motocicleta no posee

ninguna modificación. Cabe aclarar que a la motocicleta ha sido cambiado el cilindro por uno nuevo original aproximadamente 2 meses antes de realizado este estudio, tiene una capacidad del tanque de combustible de 12 litros, más 2 litros de aceite (Manual de servicio SuzukiAx100, 2015). La

motocicleta usa como combustible extra, de 85 octanos y Super Premium de 95 octanos. El aceite que se usó en las pruebas fueron Aceite Motul semisintético 510 de 2 tiempos y Máxima Racing Oils Smokless + Estér de 2 Tiempos. Se usó un medidor de gases AGS-688, que posee dos filtros para eliminar las impurezas de agua y otras sustancias. La máquina puede leer datos: CO, CO₂, HC, O₂, NO_x.

La siguiente tabla muestra la especificación técnica de cada tipo de aceite utilizado en esta investigación.

TABLA 2: ACEITE MOTUL. ESPECIFICACIONES DEL ACEITE

Densidad a 20°C (68°F)	ASTM D1296	0.857
Viscosidad a 40°C(104°F)	ASTM D445	64 mm ² /s
Viscosidad a 100°C (212°F)	ASTM D445	132
Índice de viscosidad	ASTMD2270	1.0 mg KOH/g
Punto de inflamación	ASTM D92	144.0°C / 291.0 ° F

Fuente: Página web de lubricantes Motul

Este aceite además clasificado como: API TC / JASO FD

Como se mencionó anteriormente en este estudio API TC actualmente ha mejorado y reemplazado por TC - W3 y JASO FD que tienen como especificación el ser anti humeantes. Sin embargo, estas clasificaciones son en la actualidad estándares muy básicos para suplir los requerimientos del sistema.

TABLA 3: ACEITE MÁXIMA RACING OILS SMOKLESS SINTÉTICO + ÉSTER. ESPECIFICACIONES DEL ACEITE

Densidad a 15°C g/ml	D4052	0.874
Viscosidad a 40°C	D445	51.7
Viscosidad a 100°C	D445	8.8
Flash Point °C	D92	136
Pour point °C	D97	-42

Fuente: Página web de lubricantes Máxima.

Este aceite además cumple con las exigencias: NMMA/TC -W3/JASO FD/ ISO - L - EGD lo que significa que cumplen en su totalidad la normativa y estándar establecido a nivel mundial.

Otras propiedades que presenta este aceite es que contiene (AW) Aditivo Anti desgastante sin ceniza. Este aditivo tiene mecanismos polares, esto se refiere a que tiene la capacidad de

envolver ya sea superficies o partículas como es el caso del hollín a los que no permite sedimentarse o aglomerarse. En su composición química presenta TCP (Tricresil fosfato) o ZDDP (dialquilditiofosfato de cinc). (Noria.2021)

El Ester presente en este lubricante es tensioactivo, proviene de la glicerina y presenta cadenas que pueden unirse y hacer cadenas más grandes, denominando en ese momento poliglicerol, el cual contiene 3 grupos hidroxilo que como función tienden a absorber la humedad del sistema. El agua y el aceite presentan densidades diferentes por lo que no son compatibles pero esta propiedad tensioactiva crea un puente en el que permite formar una cadena lipófila e hidrófila. Esta propiedad favorece el mantenimiento del sistema sin oxidación de las piezas metálicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

ANÁLISIS DE DATOS POR MÉTODO ANOVA UN FACTOR.

Después de tabular todos los datos obtenidos, se observó que a medida que la motocicleta aumenta el giro del acelerador o sus RPM el valor que más incrementa es el de HC o hidrocarburos por lo que se eligieron estos datos para verificar en todos los puntos de la motocicleta tanto en relantí, bajas y altas cuál sería su incremento, por lo que es alarmante el valor ya que aumenta en por lo menos 1500% sus valores cuando el acelerador llega al tope, ya que esta es una motocicleta de 4 marchas y con una velocidad máxima de 115 km/h muchos de los usuarios acostumbran a llevar a tope a la motocicleta sobre todo cuando circulan por autopistas.

TABLA 4: VALORES DE LAS MUESTRAS DE EMISION DE GASES EN LA MOTO SUZUKI AX100 CON ACEITE MOTUL Y GASOLINA EXTRA

RPM	CO (0/0 vol)	CO2 (0/0 vol)	HC (ppm. vol)	O2 (0/0 vol)	Nox (ppm. vol)
2000	2,6	5	1737	20,55	3,815
2000	2,99	5,4	2991	15,64	1,766
2000	3,02	5,7	3508	13,93	1,583
2000	3,02	5,7	3899	13,22	1,501
3000	1,98	5,9	3997	13,05	1,489
3000	1,73	6,2	4564	11,34	1,453
3000	1,85	6,6	4786	10,5	1,421
4000	2,34	6,5	4699	10,13	1,367
4000	2,4	6,6	5420	9,98	1,242
4000	2,37	6,7	5550	9,95	1,239
5000	2,44	6,7	5750	9,38	1,161
5000	2,42	6,7	5750	9,38	1,162
5000	2,42	6,7	5790	9,39	1,16
5000	2,42	6,7	5830	9,42	1,16
6200	2,73	7	5690	9,42	1,148
6200	3,35	6,6	5690	9,42	1,123
6200	3,69	6	5770	9,2	1,096
7200	4,54	4,2	7260	9,65	1,106
7200	4,55	4,25	7265	9,67	1,112
7200	4,42	4,05	7123	9,34	1,084

Fuente: De los autores

TABLA 5: VALORES DE LAS MUESTRAS DE EMISION DE GASES EN LA MOTO SUZUKI AX100 CON ACEITE MAXIMA SUPER M Y GASOLINA SUPER

RPM	CO (0/0 vol)	CO2 (0/0 vol)	HC (ppm. vol)	O2 (0/0 vol)	Nox (ppm. vol)
2000	1,38	3,2	1120	20,45	3,488
2000	1,34	3,1	1117	20,66	3,5
2000	2,02	4,3	1601	18,03	2,67
2000	2,06	4,5	2001	16,09	2,35
3000	2,7	4,6	2020	15,09	2,33
3000	2,8	4,5	2019	14,07	1,98
3000	2,45	4,7	2050	14,67	1,89
4000	2,97	4,9	2800	13,57	1,76
4000	2,99	5,01	2850	13,54	1,57
4000	3,98	5,1	3001	13,15	1,49
5000	2,61	5,9	4860	10,99	1,31
5000	2,73	6	4930	10,84	1,29
5000	2,81	6,02	5002	10,84	1,27
5000	2,95	6,12	5012	10,32	1,2
6200	3,17	6,23	5134	10,1	1,19
6200	3,26	6,5	5204	9,98	1,19
6200	3,12	6,01	5001	10,1	1,17
7200	3,87	6,4	5604	9,5	1,11
7200	4,01	6,75	5708	9,45	1,05
7200	4,08	6,98	5809	9,34	1,02

Fuente: De los autores

Así tabulando los datos y con la ayuda de la herramienta de *Real Statistics* en Excel, utilizando el análisis por ANOVA de un factor, fueron agrupados los valores obtenidos para cada punto de giro del acelerador. El tratamiento de los 30 datos registrados dió como resultado que F es un valor muy alto en comparación con los estándares permitidos por lo que se rechaza la hipótesis nula y además nos indica que aquí se centra el tema de la investigación.

Al inicio del estudio, si se esperaba que los valores del problema de contaminación de la motocicleta resultaran altos, pero el incremento demostrado es alarmante como se observa en la siguiente imagen (ver Fig. 5):

El estudio se orienta a buscar la manera en la que el grupo motor de la motocicleta tenga la lubricación adecuada para que no sufra un desgaste prematuro o daño total y a medida que se acelera esta no tenga una quema indiscriminada del aceite. El usuario de la motocicleta supo indicar que 1 litro de aceite se consume en 7 días y que el desempeño del motor en cuanto al consumo de lubricante ha mejorado cambiando el tipo de aceite que usa.

Las motocicletas de 2 tiempos de competencia que siguen siendo comercializadas año tras año hasta la actualidad tienen la posibilidad de realizar una pre mezcla manual controlada por quien la hace, previa a ser vertido en el tanque de la motocicleta. Este procedimiento

permite llevar más al límite de cantidad de aceite suministrado al motor al momento de la combustión. En contraste, en la Suzuki Ax100 encontramos que la gasolina y el aire ingresan de forma independiente al aceite al carburador (Manual Servicio Suzuki Ax100. 2005) y por otro conducto directo a la bomba baja el aceite de modo que este se mezcla justo antes de entrar al motor.

CORRELACIÓN

En esta parte del estudio se eligió verificar la correlación que existe entre la disminución del Oxígeno (O₂) y el aumento de los Hidrocarburos (HC). Se centró en esta relación ya que se obtiene un cambio si se consigue que el combustible reaccione mejor con el O₂ sin detonar de forma prematura. Una velocidad de cruce es aquella se da entre 2000 y 4000 RPM. Si se verifica que los datos de emisión de gases en el punto de revoluciones bajas (entre 2000RPM y 4000RPM) en la que no hay un esfuerzo adicional del motor, se observa que este es un recorrido convencional por la ciudad con el tráfico normal. En cuyo caso, se pudiera determinar las emisiones bajo estas condiciones. A continuación, los resultados de la comparación nos indican un valor negativo muy cercano a 1, es decir que las variables se relacionan inversamente en este caso se observa a medida que aumenta los hidrocarburos disminuye el oxígeno.

Pearson	-0,96333
Spearman	-0,98333
Kendall	-0,94444
Corr	-0,96333
Std err	0,1014
T	-9,4994
p-value	2,998E-05
Lower	-1,20313
Upper	-0,72353

Fuente: De los autores

Como se puede observar en los resultados del analizador de datos de Excel nos indica un margen de error de 0.10 para los datos, lo que indica que el grupo de datos descarta una posible descalibración de la máquina o cualquier factor externo que de una obtención errónea de datos.

Tabla 7: Datos según puntos del acelerador Aceite Motul

<u>Nro Prueba</u>	<u>Relantí RPM</u>	<u>Bajas RPM</u>	<u>Altas RPM</u>
1	48	1737	5750
2	57	2991	5750
3	73	3508	5790
4	92	3899	5830
5	120	3997	5690
6	115	4564	5690
7	110	4786	5770
8	98	4699	7260
9	323	5420	7265
10	481	5550	7123

Fuente: De los autores

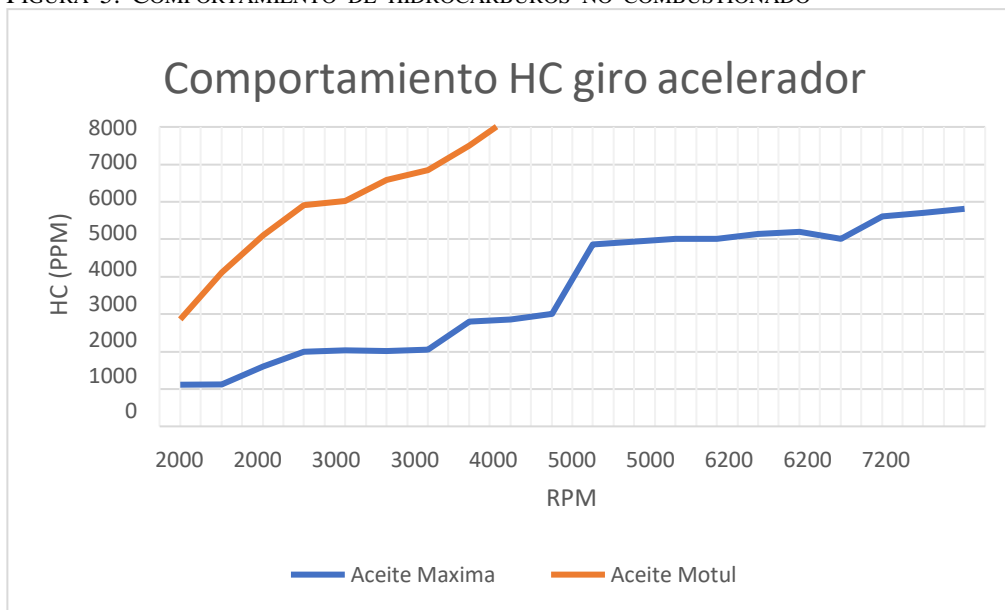
Tabla 8: Datos según puntos del acelerador Aceite Maxxima

<u>Nro Prueba</u>	<u>Relanti RPM</u>	<u>Bajas RPM</u>	<u>Altas RPM</u>
1	68	1120	4860
2	75	1117	4930
3	79	1601	5002
4	109	2001	5012
5	120	2020	5134
6	130	2019	5204
7	175	2050	5001

8	225	2800	5604
9	250	2850	5708
10	248	3001	5809

Fuente: De los autores

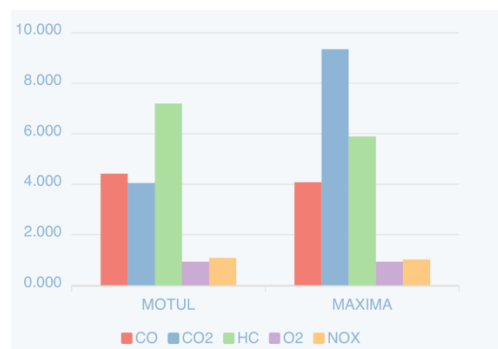
FIGURA 5: COMPORTAMIENTO DE HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADO



Fuente: De los autores.

Mediante la gráfica de cada punto de giro del acelerador con la correspondiente mezcla, nos permite analizar el comportamiento en cada punto entre emisiones a medida que aumenta el trabajo de la motocicleta, el incremento entre revoluciones bajas y altas en valores para el hidrocarburo es de 1500% para una mezcla de lubricante y combustible de prestaciones estándar, gráficamente se puede observar que estos valores no tienen un comportamiento abrupto por lo que la combustión tiende a ser mas estable con un lubricante y combustible de altas prestaciones.

FIGURA 6: Comparación de emisiones con aceite Maxima y Motul



Fuente: De los autores.

Para obtener el factor de estimación de emisiones podemos aplicar la siguiente fórmula establecida en estudios similares (EPA. 2022):

Ecuación 1

Fórmula 1. Cálculo emisiones totales del contaminante g/km

$$Ei = (FEi)(KRV)$$

En donde

Ei = emisiones totales del contaminante g/km

KRV= kilómetros recorridos al año km/año

FEi= factor de emisiones del contaminante g/km.

$$Ei = 5.30 \times 0.37$$

$$Ei = 1.96 \text{ g/km}$$

La motocicleta de prueba Suzuki Ax100 2015 diariamente ha recorrido un promedio de 44.86km.

La autonomía de la mezcla combustible/lubricante según el manual de servicio de la motocicleta Suzuki Ax100 es de 32km/l, esto traducido a galones tenemos que el consumo de combustible es de 0.37km/gl.

Después de obtenidos los valores en giro de acelerador correspondiente a altas se estableció una media de los valores de Hidrocarburos (HC ppm) con combustible super premium y aceite Máxima, obteniendo el valor para HC 5309ppm, la fórmula requiere que este valor se encuentre en kg/m³ por lo que nos da un valor de 5.30 el cual se aplica a la fórmula para establecer las emisiones totales.

Discusión

Los datos que se obtuvieron indican que al mejorar la calidad del combustible y reducir la cantidad de aceite sin uso que solo ingresa para ser quemada, dará resultados considerables. El análisis de datos nos muestra las prioridades en las que se debe centrar el estudio de investigación. Todas las emisiones se encuentran incrementadas pero los valores de HC y O₂ por su impacto necesitan ser atendidos con carácter urgente.

Luego de realizar una estimación mediante el cálculo de los datos de esta fuente fija móvil, se dice que solo la motocicleta Suzuki Ax 100, recorriendo aproximadamente 18,715km al año es una fuente de producción de 1,96g/km en comparación con motores de 4 tiempos en el que sus emisiones HC se encuentran en valores promedio de 0,075g/km (Cruzado Martínez. 2013). Al ser un foco importante de contaminación, no solo hablando de motores de 2t de motocicleta si no tomando en cuenta a todos los motores de combustión interna que usan combustible y lubricantes fósiles como los vehículos familiares e industriales, la maquinaria agrícola, de jardinería, lanchas, scooters, etc el problema adquiere magnitudes monumentales.

Además, que se debe considerar para este estudio una motocicleta lo más estándar posible y

con un mantenimiento ideal, pero este no es el caso en general. Por el contrario, se sabe que estos vehículos no son mantenidos adecuadamente por lo que, al pensar en el efecto acumulativo de los malos hábitos de conducción y mantenimiento por parte de los usuarios, estos números pueden aumentar en gran medida.

Según el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) sección Transporte, para el 2021 registra 2,535,835 de motocicletas matriculadas, por lo que se estima que un 8% de estas son motocicletas de 2 tiempos, dando un número aproximado de 202,866.8 motocicletas. Si a esto le multiplicamos por 1,96g/km que emite nuestra motocicleta de prueba al año, tenemos un volumen de emisiones 387,475.58 g/km HC por lo que reducir el 20% de esta emisión tendríamos 77,495.11 g/km HC. Aún así según la normativa INEN 136 1R, se establece que en relantí la motocicleta debe permanecer emitiendo entre 1200 -1400HC como máximo, mientras que en nuestro estudio y con la utilización del aceite Máxima y gasolina super se logra acercarse a este valor (1.737 HC) sin restringir el paso de aceite para la prueba. Haciendo pruebas más minuciosas y utilizando aditivos dejamos como nueva hipótesis conseguir entrar en los parámetros establecidos, tan solo utilizando los productos disponibles en el mercado.

CONCLUSIONES

Luego de realizar el análisis y comparación de la emisión de gases como resultado de la combustión de la motocicleta de modelo Suzuki Ax100 2 tiempos 2015, se concluye mediante este estudio, que la estimación de emisiones de hidrocarburos no quemados (HC) a una altura de 2200 m.s.n.m a una temperatura de 19°C, sin restringir el paso del aceite hacia el motor en el momento de registro de la medición, que es de 1.96g/km en el giro máximo del acelerador. Esto significa, que al tener la alternativa de utilizar dos mezclas que se encuentran al alcance del usuario: la una de lubricante Motul 510 de 2 tiempos con combustible gasolina Extra y la otra con lubricante Máxima Racing Oils Sintético Smokless Ester de 2 tiempos con combustible gasolina Súper Premium, en proporción de la capacidad de 12 litros de combustible con 2 litros de aceite establecido por el manual de la motocicleta, se pudo valorar que, al utilizar la segunda mezcla, la emisión de hidrocarburos no quemados disminuyó aproximadamente en un 20%, mismo que en la inspección no hubo presencia de humo azul.

También se concluye que la segunda mezcla utilizada, a pesar de haber bajado en un 20%, la emisión de hidrocarburos no quemados, sigue por encima del valor de 1.737g/km HC establecido en la normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 136 1R en vigencia.

En cuanto a los datos del registro histórico de la evaluación de emisión de gases contaminantes en motocicletas de 2 tiempos sustentados en 1977 en el protocolo de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), la emisión de gases del modelo de motocicleta predecesor al estudiado, denominado Suzuki Ts100 mostró un resultado de emisión de hidrocarburos no quemados de 19600 ppm (HC), que en comparación con los resultados obtenidos en nuestro objeto de estudio, corresponde a una disminución aproximada de un 73%, tomando en consideración que la mezcla utilizada para el estudio de aquella época, el lubricante cumplía con las exigencias mínimas para su elaboración y el combustible gasolina tenía un nivel alto de plomo.

Finalmente, se concluye que al utilizar productos de altas prestaciones como la que cumple la segunda mezcla utilizada en nuestro estudio, exista la posibilidad de que con nuevas investigaciones se pueda lograr que la combustión tenga más probabilidades de llegar a un equilibrio hasta entrar en los parámetros tolerados, según la normativa del Ecuador.

REFERENCIAS

- [1] Hicks, R. (2014) La enciclopedia de las motocicletas. *El diseño de las motocicletas*. Pp8 - 10.
- [2] Giraldo, A. (2008) Estimación de la emisión de contaminantes por motocicleta. Monitoreo de gases. pp. 4 - 5. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/download/1785/11562?inline=1>
- [3] Greening, P. (2001). European vehicle emission legislation, present – future. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/download/1785/11562?inline=1>
- [4] Organización mundial de la salud (2018) calidad de aire y salud. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/download/1785/11562?inline=1>
- [5] Ventusky, satellite climático en tiempo real. Recuperado de <https://www.ventusky.com/es/about>
- [6] Manual práctico del automóvil. (1987). Motores de gasolina. Distribución y Alimentación. España. Atanes – Lainez
- [7] Basic Information of Air Emissions Factors and Quantification. (2022, 4 enero). US PA. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emissions-factors-and-quantification>
- [8] Cruzado Martínez. (2013). Guía metodológica para la estimación de fuentes fijas. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales, instituto nacional de ecología y cambio climático. Guía metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas (studylib.es)
- [9] Manual Servicio Suzuki Ax100. (2005). Suzuki.
- [10] Ntziachristos & Samaras. (2019). Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. European environment agency. <file:///C:/Users/biblio1w12/Downloads/1.A.3.b.i-iv%20Road%20transport%202021.pdf>
- [11] Obordou. (2021). Clasificaciones JASO MA y JASO MB. Clasificación de aceite de motor JASO Motores diésel de turismos con filtro de partículas. <https://oborudow.ru/es/repair-and-maintenance/klassifikacii-jaso-ma-i-jaso-mb-klassifikaciya-motornyh-masel-jaso-dizelnye/>
- [12] Dachangjiang.(2010). Manual del propietario. <https://elprofe3.files.wordpress.com/2010/05/manual-propietario-suzuki-ax-100.pdf>
- [13] Noria. (2017). Aditivos para lubricantes. <https://noria.mx/lublearn/aditivos-para-lubricantes-una-guia-practica/>
- [14] INEC.(2021). Estadística de transporte. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>

[15] European Environment Agency. (2016). Recuperado de:
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/number-of-international-environmental->

Anexos:

ESTIMACIÓN DE LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR MOTOCICLETAS EN EL VALLE DE ABURRA**ESTIMATION OF THE EMISSION POLLUTING AGENTS BY MOTORCYCLES IN THE ABURRA VALLEY****WILLIAM ALONSO GIRALDO ARISTIZABAL***Profesor Asistente, Magíster en Ingeniería, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, wagiraldo@elpoli.edu.co***MARIA VICTORIA TORO GÓMEZ***Directora Posgrados Ciencias del Ambiente, Universidad Pontificia Bolivariana, victoria.toro@upb.edu.co***Recibido para revisar Octubre 10 de 2007, aceptado Marzo 02 de 2008, versión final Abril 04 de 2008**

RESUMEN: La motocicleta es considerada una fuente móvil generadora de gases contaminantes, dentro de los cuales se encuentran, los hidrocarburos y el monóxido de carbono que son liberados a la atmósfera. En Colombia se ha registrado en los últimos años un alto incremento en el uso de este tipo de vehículos aumentando por ende las emisiones, lo que ha contribuido con el deterioro de la calidad del aire, con mayor efecto en el Valle de Aburrá, por sus características topográficas. Por otro lado la regulación ambiental es reciente y todavía no se aplica con todo rigor. Consecuentemente y teniendo como referencia la literatura internacional y las mediciones en ralentí o marcha mínima, realizadas por el Área Metropolitana, entre enero y marzo de 2006, se proponen factores de emisión para monóxido de carbono e hidrocarburos para la estimación del impacto ambiental en la ciudad.

PALABRAS CLAVE: Ralentí, monóxido de carbono, hidrocarburos, motocicletas, material particulado, concentración, contaminantes, factor de emisión, ciclo mundial de conducción.

ABSTRACT: The motorcycle is considered a generating movable polluting gas source like the volatile organic compounds and the carbon monoxide that are released to the atmosphere. In Colombia they have registered in the last years a high increase in the use of this type of vehicles having increased therefore the emissions, which has contributed with the deterioration of the quality of the air of the Valley of Aburrá. In the other hand environmental

ABSTRACT: The motorcycle is considered a generating movable polluting gas source like the volatile organic compounds and the carbon monoxide that are released to the atmosphere. In Colombia they have registered in the last years a high increase in the use of this type of vehicles having increased therefore the emissions, which has contributed with the deterioration of the quality of the air of the Valley of Aburrá. In the other hand environmental regulation is recent and has not applied rigorously yet. Consequently and having like reference international Literature and the measurements in slow motion or minimum march, made by the Metropolitan Area, between January and March of 2006, factors of emission for carbon monoxide and hydrocarbons for the estimation of the impact in the city.

KEYWORDS: Idle, carbon monoxide, hydrocarbons, motorcycles, particle matter, concentration, polluting agent, emission factor, world-wide cycle of conduction.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha presentado un incremento en la utilización de motocicletas como medio de transporte que son aprovechadas incluso, en algunas zonas del país, como transporte de servicio público.

Este aumento se debe a razones como la facilidad de adquisición (bajo interés y amplios plazos de pago), bajo costo de mantenimiento, bajo consumo de combustible y a la agilidad en el desplazamiento que hay en las ciudades Colombianas cada día mas llenas de automóviles e impedimentos en las vías públicas.

La legislación en Colombia respecto a la emisión de contaminantes en fuentes móviles es relativamente nueva y en especial para las motocicletas; adicionalmente los propietarios de estas, desconocen o pasan por alto las condiciones mínimas necesarias para el mantenimiento recomendado por los fabricantes, lo que hace común ver en las vías algunas motos que generan gran cantidad de gases en la combustión, caso específico en las motocicletas de dos tiempos.

Países Latinoamericanos como México, Chile, Bolivia y República Dominicana tienen reglamentación para la emisión de contaminantes por motocicletas desde hace varios años, mientras que en Colombia y en especial en el Valle de Aburrá donde se presentan condiciones ambientales adversas debido a su ubicación. calidad de combustible v a

2. METODOLOGÍA

En la estimación de los factores de emisión se recopiló información sobre las variables que son relevantes para el estudio, dentro de las cuales se destacan, el tipo de motor, modelo, kilometraje recorrido y contaminante medido. Las pruebas de emisión se realizaron para dos estados de las fuentes.

- Estado 1. Prueba en condiciones iniciales (como llegaban al taller).
- Estado 2. Prueba luego de calibrar o sincronizar el motor.

El número de evaluaciones en el Estado 1 es mayor, debido a que algunas motocicletas no requerían sincronización o los propietarios no disponían de recursos económicos para realizarla.

La revisión de otros estudios muestran que se usan las mediciones dinámicas como las pruebas más precisas para calcular los factores de emisión, como este monitoreo no es posible realizarlo debido a que no se cuenta con el equipo requerido, se aplica el método de monitoreo de gases en estado estacionario o en ralentí, con las pruebas del análisis de combustión de las motocicletas se realiza el balance estequiométrico, de masas y se calculan los factores de emisión.

Posteriormente se estiman las emisiones teóricas de monóxido de carbono e hidrocarburos provenientes de las motocicletas en los principales cruces y avenidas en el Valle de Aburrá en los puntos donde se tiene información de aforos vehiculares.

Se realiza un análisis de la información y la comparación con las normas de emisión en ralentí para Colombia y otros países.

Al final se proponen los factores de emisión para contaminantes como monóxido de carbono e hidrocarburos en las motocicletas para el Valle de Aburrá, se presenta el resultado de la carga contaminante producida por este tipo de transporte y algunas alternativas generales para la disminución de la contaminación en estos vehículos.

3. RESULTADOS

3.1 INVENTARIO DE MOTOCICLETAS

La recopilación de la información se realizó en las secretarías de transporte y tránsito de los Municipios del Valle de Aburrá en las que se tienen reportadas a 31 de diciembre de 2005 cerca de 87041 motocicletas con una variación anual mostrada en la [tabla 1](#). Los datos reflejan que el municipio de Envigado es el de mayor cantidad de registros seguido por Itaguí y Medellín. La variación anual de motocicletas que se visualiza en Gráfico 1 muestra el comportamiento que ha tenido en los últimos 15 años. Según esta información se ve que entre 1994 y 1995 se presentó un incremento de casi un 50% de la cantidad de motos, tal vez activado por la apertura económica, fenómeno que se repite 10 años después entre el 2004 y 2005 donde igual, el volumen de motos se duplica por la oferta del mercado y la situación del país.

Tabla 1. Motocicletas por Municipio
Table 1. Motorcycles by Municipality

Año	MUNICIPIO							Total
	Cal	Cop	Itag	Env	Gir	Med	Sab	
90	1	2	347	752	0	488	17	1607
91	0	3	704	94	0	1114	4	1919
92	1	2	217	494	0	1801	25	2540
93	4	3	360	513	0	2931	40	3815
94	3	2	1013	2251	0	2443	47	5759
95	15	7	1218	2652	3	6127	78	10100
96	7	10	1739	5068	0	2401	95	9320
97	7	7	747	5070	1	560	105	6497
98	7	21	676	5708	3	803	151	7369
99	8	8	1578	1968	1	397	146	4106
00	2	7	1644	704	1	321	204	2883
01	10	10	1336	370	0	185	429	2340
02	25	15	540	332	2	146	1397	2457
03	195	6	256	1325	5	317	2366	4470
04	114	3	557	4112	8	278	2332	7404
05	243	0	418	8802	13	380	4563	14419
Tot	642	106	13350	40215	37	20692	11999	87041

NOTA: 1.- Itaguí reporta aproximadamente el 50% de las motocicletas matriculadas, por falta de sistematización del total de los datos

2.- Barbosa, Bello y La Estrella no reportaron información

Tabla 3. Motocicletas evaluadas**Table 3. Evaluated motorcycles**

cc	2 TIEMPOS				4 TIEMPOS			
	ESTADO 1		ESTADO 2		ESTADO 1		ESTADO 2	
	Datos	%	Datos	%	Datos	%	Datos	%
60	2	0,8	2	0,9	-	-	-	-
70	-	-	-	-	2	0,7	2	0,8
80	22	9,1	18	8,4	1	0,4	1	0,4
90	1	0,4	1	0,5	6	2,2	6	2,4
100	131	54,4	114	53,3	112	40,9	102	41,0
110	2	0,8	2	0,9	13	4,7	12	4,8
115	28	11,6	27	12,6	12	4,4	10	4,0
125	26	10,8	24	11,2	46	16,8	37	14,9
150	17	7,1	16	7,5	5	1,8	5	2,0
160	-	-	-	-	24	8,8	22	8,8
175	3	1,2	3	1,4	-	-	-	-
180	-	-	-	-	37	13,5	38	15,3
185	9	3,7	7	3,3	2	0,7	2	0,8
200	-	-	-	-	4	1,5	4	1,6
225	-	-	-	-	5	1,8	5	2,0
250	-	-	-	-	2	0,7	2	0,8
350	-	-	-	-	1	0,4	-	-
500	-	-	-	-	1	0,4	1	0,4
650	-	-	-	-	1	0,4	-	-
	241	100	214	100	274	100	249	100

En el análisis de la información recopilada, los registros son depurados y clasificados por el tipo de motor (dos o cuatro tiempos).

Los valores de las concentraciones máximas, mínimas y promedios de los contaminantes evaluados en las motocicletas se observan en la [Tabla 4](#). La mediciones de los gases en el estado 1 (estado inicial de la moto) muestra que emiten en promedio 8909 ppm de hidrocarburos, 3,26 % de monóxido de carbono 3,18% de dióxido de carbono y 11,95% de oxígeno, para motores de 2 tiempos. Cuando se realiza la calibración de este motor las emisiones de hidrocarburos disminuyen 4% y para el monóxido de carbono 0,4%. Las concentraciones de los otros gases tienden a aumentar levemente.

Para el 2006 se esperaba que se matricularan aproximadamente 23.000 nuevas motocicletas, es decir, que finalizando ese año se podría presumir que en la región circularán alrededor de 130.000 vehículos de esta clase, llegando a ser cerca del 30% del parque automotor en el Valle de Aburrá.

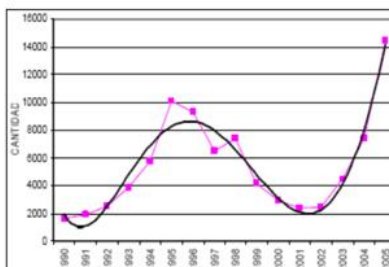


Figura 1. Motocicletas matriculadas por año
Figure 1. Motorcycles registered per year

3.2 MONITOREO DE GASES

Para determinar un factor de emisión de las motocicletas se aplica la metodología en la cual se calculan las emisiones a partir de balances de masa. Para esto se dispuso de datos de mediciones de gases que emiten las motos en estado de ralentí, realizados por el Area Metropolitana del Valle de Aburrá a 515 motocicletas de las cuatro marcas más representativas del mercado local.

Las especificaciones del equipo utilizado para la realización de las pruebas de emisión en las motocicletas son las presentadas en la [Tabla 2](#), donde se detallan los límites de detección inferior y superior para los contaminantes. El equipo y el procedimiento de toma de muestras están acorde a lo contemplado en las normas NTC 4983 y 5365

Tabla 2. Equipo de medición
Table 2. Measurement equipment

DESCRIPCION	
Modelo del analizador	B40-5030-10
Marca del analizador	BEAR
Limite inferior de detección de HC (ppm)	0
Limite inferior de detección de CO (%)	0
Limite inferior de detección de CO ₂ (%)	0
Limite superior de detección de HC (ppm)	20000
Limite superior de detección de CO (%)	10
Limite superior de detección de CO ₂ (%)	20
Fecha última calibración	Se calibra para medición
Hora última calibración	Se calibra para medición

Las evaluaciones de emisión en las motocicletas se realizaron para varios cilindrajes, con el fin de tener una muestra que obedezca a la distribución del parque de motocicletas existente.

La [Tabla 3](#) detalla la cantidad de motocicletas monitoreadas, cilindraje y el porcentaje de participación en la muestra, donde se muestra que las de mayor participación fueron las de cilindraje 100 cc (54% en dos tiempos y 41% en cuatro tiempos).

Tabla 4. Caracterización de los contaminantes
Table 4. Characterization of the polluting agents

TIPO	VALOR	HC (ppm)	CO (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
ESTADO 1 2 tiempos	Mínimo	349	0.17	0.54	4.17
	Máximo	18986	6.65	8.45	20.18
	Promedio	8909	3.26	3.18	11.95
	Pruebas	241			
ESTADO 2 2 tiempos	Mínimo	320	0.14	0.63	3.47
	Máximo	19479	5.24	11.92	20.17
	Promedio	8532	3.20	3.23	12.06
	Pruebas	214			
ESTADO 1 4 tiempos	Mínimo	35	0.21	3.13	1.69
	Máximo	7149	9.61	11.95	11.62
	Promedio	841	3.84	7.41	5.56
	Pruebas	274			
ESTADO 2 4 tiempos	Mínimo	71	0.13	3.13	1.92
	Máximo	9024	8.12	11.50	12.76
	Promedio	685	2.78	8.32	5.50
	Pruebas	249			

En el caso de las motos de 4 tiempos, las emisiones igual disminuyen para hidrocarburos y monóxido de carbono en 18% y 1% respectivamente y para los otros gases mantienen valores similares.

3.3 CÁLCULO DE FACTORES DE EMISIÓN TEÓRICOS

La determinación del factor de emisión (FE) requiere de la aplicación de un balance estequiométrico para estimar el flujo másico de los gases (CO e HC) aplicados a la ecuación general de combustión (Ec.1). Para este método se requiere de la densidad de la gasolina (CREG, 2006) y el consumo teórico de combustible. Esta información fue consultada en las especificaciones de los fabricantes de motocicletas (Ver [Tabla 5](#)).

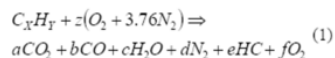


Tabla 5. Consumos Teóricos de Combustible
Table 5. Theoretical Fuel consumptions

MARCA	CILIND (cc)	MOTOR (tiempos)	CONSUMO TEORICO (km/gal)	
			GASOLINA	ACEITE
Honda	90	4	170	-
Honda	100	4	170-190	-
Honda	125	4	140	-
Honda	160	4	150	-
Honda	200	4	130	-
Kawasaki	125	4	160	-
Auteco	100	4	130	-
Suzuki	100	2	120	3400
Suzuki	125	2	110	3200
Suzuki	185	2	110	4000
Suzuki	100	4	120	-
Suzuki	115	4	120	-
Suzuki	125	4	140	-
Suzuki	200	4	120	-
Suzuki	500	4	92	-

FUENTES: 1. AUTOTECNICA COLOMBIANA S.A. Motocicletas. [En línea]. Bogotá: El autor, 2006. <www.auteco.com.co> [Consulta: 13 de mayo de 2006].
 2. COLOMBIA FANALCA S.A. Motocicletas. [En línea]. Santiago de Cali: El autor, 2006. <www.honda.com.co> [Consulta: 13 de mayo de 2006].
 3. SUZUKI MOTOR DE COLOMBIA S.A. Motocicletas. [En línea]. Pereira: El autor, 2006. <www.suzuki.com.co> [Consulta: 13 de mayo de 2006].

Los resultados consignados en la [Tabla 6](#) muestran los valores promedios de los factores de emisión obtenidos para motocicletas en gramos por kilómetro recorrido, en donde se observa que las motocicletas de dos tiempos emiten en promedio 19,67 gramos de CO y 2,55 gramos de HC por kilómetro recorrido, por otro lado, las motocicletas de 4 tiempos emiten 10,73 y 0,12 gramos respectivamente. Lo que hace pensar que las motos de 2 tiempos son casi el doble de contaminantes por CO y 21 veces más por HC que las de 4 tiempos.

Tabla 6. Factores de emisión promedios
Table 6. Emission factors averages

TIPO DE MOTOCICLETA								
(g/km)	2 tiempos				4 tiempos			
	ESTADO 1		ESTADO 2		ESTADO 1		ESTADO 2	
	FE	DS	FE	DS	FE	DS	FE	DS
CO	19,84	4,32	19,49	4,86	12,40	6,87	8,83	5,14
HC	2,61	1,10	2,48	1,02	0,14	0,14	0,10	0,07
(g/km)	PROMEDIO ESTADO 1 Y 2				PROMEDIO ESTADO 1 Y 2			
	FE		DS		FE		DS	
	19,67		4,58		10,73		6,36	
CO	2,55		1,07		0,12		0,12	
HC								
(g/km)	PROMEDIO TODAS LAS PRUEBAS							
	FE				DS			
	14,73				7,18			
CO	1,21				1,40			
HC								

3.4 COMPARACIÓN CON NORMAS EN RALENTÍ

Colombia y algunos países orientales usan normas de emisión basadas en las mediciones en ralentí para diferentes tipos de motocicletas. Estos valores son comparados con los resultados obtenidos en las mediciones de los gases mencionados en el numeral 2.2 obtenido como resultado los Gráficos 2, 3, 4, y 5 donde se visualizan las comparaciones de las mediciones del CO para las motocicletas de dos y cuatro tiempos en los Estados 1 (sin calibración del motor) y 2 (con calibración). En estos gráficos el eje de las abscisas corresponde a tres valores de normas de emisión típicos a nivel internacional (Association for Emissions Control by Catalyst, 2006) y el eje de las ordenadas, indica el porcentaje de las motocicletas que cumplen o no, con cada uno de los límites de emisión.

De las graficas 2 y 3 se puede concluir que el 95% de las motos a dos tiempos no cumplen con la norma de 1,5% para CO, (Norma en Beijing y Taiwán) ni la de 2,5% (Norma suiza), ya que lo sobrepasan la mayoría de las motocicletas, por el contrario el 97% de los vehículos cumplirían con la norma de 4,5% (Norma de la Unión Europea, China Nacional, Japón y Colombia)

En el caso de las motos a 4 tiempos la calibración del motor sí reduce la emisión de CO, pasando de un 58 a un 81% de cumplimiento en el caso de la norma de 4,5% (Norma en Colombia).

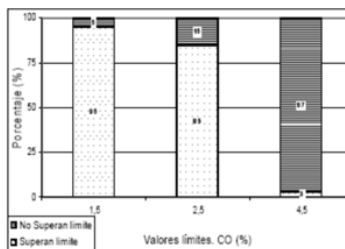


Figura 2. Motocicletas 2 tiempos Estado 1
Figure 2. Motorcycles 2 stroke Test 1

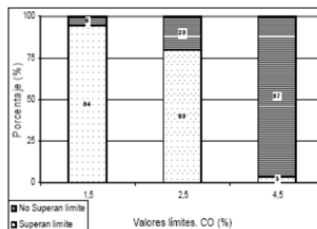


Figura 3. Motocicletas 2 tiempos Estado 2
Figure 3. Motorcycles 2 stroke Test 2

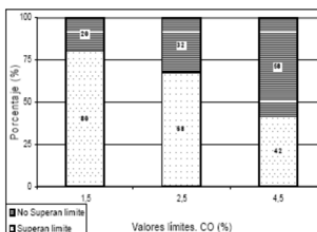


Figura 4. Motocicletas 4 tiempos Estado 1
Figure 4. Motorcycles 4 stroke Test 1

De forma similar, en los Gráficos 6, 7, 8 y 9 se presentan las comparaciones de las mediciones de los HC con distintos valores de emisión a nivel internacional y especifica el porcentaje de cumplimiento para cada valor.

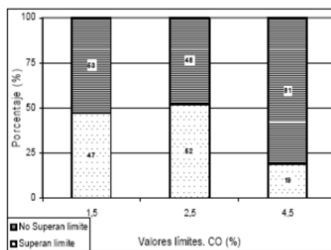


Figura 5. Motocicletas de 4 tiempos Estado 2
Figure 5. Motorcycles 4 stroke Test 2

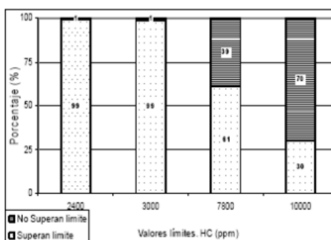


Figura 6. Motocicletas 2 tiempos Estado 1
Figure 6. Motorcycles 2 stroke Test 1

En el caso de las motos de dos tiempos se observa que igual que con el CO las emisiones sin calibrar (estado 1) y con afinación del motor (estado 2) prácticamente no cumplen con la norma de 2400 y 3000 (Normas de China y Taiwán)). Solo cumplen con el valor de 10000 ppm de HC de la norma Tailandia y Colombiana.

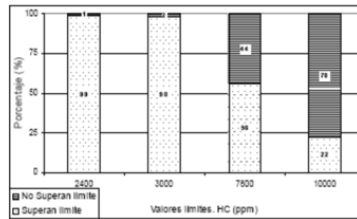


Figura 7. Motocicletas 2 tiempos Estado 2
Figure 7. Motorcycles 2 stroke Test 2

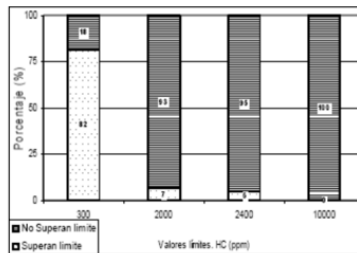


Figura 8. Motocicletas de 4 tiempos Estado 1
Figure 8. Motorcycles 4 stroke Test 1

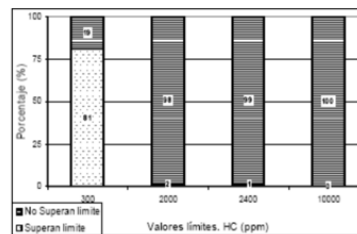


Figura 9. Motocicletas de 4 tiempos Estado 2
Figure 9. Motorcycles 4 stroke Test 2

Las motos de 4 tiempos no muestran mejoría con la sincronización del motor pero de todas maneras cumplen con la norma de 2000 ppm de HC en adelante.

3.5 PROPUESTA DE NORMA DE EMISIÓN EN RALENTÍ

Para proponer valores de CO e HC como norma de emisión en motocicletas en ralentí, es necesario realizar unos análisis estadísticos de los resultados obtenidos.

Cuando se realizan dos evaluaciones en diferentes condiciones para un mismo sujeto, la literatura sugiere, sean analizadas por intervalos de confianza para observaciones pareadas, por lo cual solo se tomarían los datos de las motocicletas en las cuales se realizaron las pruebas en ambos estados. En las Tablas 7 y 8 se presentan los resultados obtenidos y se determina el intervalo de confianza, el cual es un rango de valores donde se encuentra el verdadero valor del parámetro, con una probabilidad determinada. La probabilidad que el verdadero valor del parámetro se encuentre en el intervalo construido se denomina nivel de confianza y la probabilidad de error se llama nivel de significancia, generalmente los intervalos de confianza son calculados con un nivel de significancia del cinco por ciento, o sea con un nivel de confianza del 95%.

3.5 PROPUESTA DE NORMA DE EMISIÓN EN RALENTÍ

Para proponer valores de CO e HC como norma de emisión en motocicletas en ralentí, es necesario realizar unos análisis estadísticos de los resultados obtenidos.

Cuando se realizan dos evaluaciones en diferentes condiciones para un mismo sujeto, la literatura sugiere, sean analizadas por intervalos de confianza para observaciones pareadas, por lo cual solo se tomarían los datos de las motocicletas en las cuales se realizaron las pruebas en ambos estados. En las **Tablas 7 y 8** se presentan los resultados obtenidos y se determina el intervalo de confianza, el cual es un rango de valores donde se encuentra el verdadero valor del parámetro, con una probabilidad determinada. La probabilidad que el verdadero valor del parámetro se encuentre en el intervalo construido se denomina nivel de confianza y la probabilidad de error se llama nivel de significancia, generalmente los intervalos de confianza son calculados con un nivel de significancia del cinco por ciento, o sea con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 7. Análisis estadístico. 2 Tiempos
Table 7. Statistical analysis. 2 stroke

Motocicletas 2 Tiempos	Estado 1		Estado 2	
	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)
Valor promedio	8993	3,22	8609	3,21
Pruebas	209	209	209	209
Desviación Estándar	3080	0,90	3281	0,92
Intervalo Confianza	8576 - 9411	3,10 - 3,34	8164 - 9054	3,08 - 3,33

Tabla 8. Análisis estadístico. 4 Tiempos
Table 8. Statistical analysis. 4 stroke

Motocicletas 4 Tiempos	Estado 1		Estado 2	
	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)
Promedio	844	3,80	681	2,81
Pruebas	243	243	243	243
Desviación Estándar	983	2,20	819	1,76
Intervalo Confianza	770 - 1117	3,43 - 4,17	570 - 692	2,50 - 3,12

En la **Tabla 9** se presentan dos alternativas de norma de emisión para los contaminantes de motocicletas en ralentí. Dichos valores son determinados del segmento inferior de las **Tablas 7 y 8** donde se tienen en cuenta todas las motocicletas en el Estado dos, o sea posterior a la afinación. Los valores propuestos son estimados con un nivel de confianza del 95%, donde la primera alternativa tiene la probabilidad que el 50% de las motocicletas cumplan con este límite luego de la afinación. Los otros valores determinados, tienen una probabilidad de cumplimiento del 55%. No quiere decir esto que ciertas motocicletas no puedan cumplir los valores propuestos, porque la afinación realizada en algunas máquinas requerían de cambios de insumos o piezas que los propietarios no tenían la posibilidad económica de cambiarlas en ese momento, dejando las motocicletas en su mejor punto de funcionamiento bajo esas condiciones.

Tabla 9. Alternativas de norma en ralentí
Table 9. Alternatives of norm idle

Dos Tiempos				
	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)
Promedio	8609	3,21	8609	3,21
Desv. Estándar	3281	0,92	3281	0,92
Propuestos	8600	3,2	9000	3,3
Probab. (%)	50		55	
Cuatro Tiempos				
	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)
Promedio	681	2,81	681	2,81
Desv. Estándar	819	1,76	819	1,76
Propuestos	680	2,8	780	3,0
Probab. (%)	50		55	

3.6 DETERMINACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE

Como interés de la aplicación del factor de emisión propuesto se estima la carga contaminante de CO y los HC emanados por las motocicletas suponiendo además que el porcentaje de participación en las pruebas de emisión de gases de los tipos de motores se extiende al total del parque vehicular. La información recopilada estima que en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se encuentran circulando 130.000 motocicletas y el porcentaje de participación de las pruebas es 45% para las dos tiempos y 55% las de cuatro tiempos, se supone además que las motocicletas circulan aproximadamente a 35 km/día. La **Tabla 10** muestra los valores de la carga contaminantes en ambos estados (1 y 2) y calcula la carga para las alternativas de normas propuestas. De ella se observa que las motos de dos tiempos emitirían al aire un total de 45,9 y las de 4 tiempos 31,3 toneladas por día de contaminantes. Cuando se realiza la afinación las emisiones disminuyen en un 14 y 22 % respectivamente.

Tabla 10. Carga contaminante
Table 10. Polluting load

	CO (Ton/día)		HC (Ton/día)	
	Estado 1	Estado 2	Estado 1	Estado 2
2 Tiempos	Estado 1	40,63	Estado 1	5,34
	Estado 2	39,90	Estado 2	5,08
4 Tiempos	Estado 1	31,02	Estado 1	0,348
	Estado 2	22,14	Estado 2	0,260

4. CONCLUSIONES

Es preocupante la situación de la tendencia acelerada al crecimiento del parque automotor debido a las motocicletas y sean pocas las herramientas para controlar la contaminación que están generando.

Las concentraciones promedio de HC de las motocicletas de dos tiempos son diez veces mayores que las de cuatro tiempos, para los dos Estados evaluados.

Los valores promedio de las concentraciones en el Estado 2 se reducen un 18,5% en los HC y 27,6% en el CO para las motocicletas de cuatro tiempos, mientras que en las de dos tiempos dichos valores se reducen en 4,2% y 1,8% respectivamente.

Las 71.500 motocicletas de cuatro tiempo que circulaban en el Area Metropolitana del Valle de Aburra, con recorridos promedios de 35 km/día emiten a la atmósfera 31,02 Ton/día de CO y 0,348 Ton/día de HC, antes de las pruebas (Estado 1), para el Estado 2 se bajan a 22,14 y 0,260 Ton/día respectivamente, lo cual representan reducciones del 28,6 y 25,3%. Si la norma fuera de 2,8% para CO y 680 ppm para HC y efectivamente a todas las motocicletas que superan estos límites se pudieran bajar como mínimo hasta estos valores propuestos, emitirían 21,90 Ton/día de CO y 0,233 Ton/día de HC, teniendo reducciones de 29,4 y 33,0% respectivamente.

Según los autores consultados las investigaciones referentes a cuantificación de emisiones de contaminantes es preferible realizarlos bajo la modalidad de pruebas dinámicas, que es el estado más común en las motocicletas. Las pruebas en ralentí son la primera aproximación para saber el estado del arte de este tipo de transporte.

Los factores de emisión propuestos se encuentran enmarcados dentro del rango de valores determinados en las pruebas e investigaciones realizadas por varios autores consultados.

Este estudio debe mirarse como un comienzo para considerar las motocicletas como emisoras de contaminantes a la atmósfera y se pueden investigar la generación de otros contaminantes como material particulado, óxidos de azufre, de nitrógeno, etc.

Es de esperar que toda la información recopilada y los análisis realizados sirvan de apoyo o la base para establecer normas locales o nacionales de emisión de contaminación para motocicletas.

5. RECOMENDACIONES

En otros países se han propuesto alternativas para controlar las emisiones de contaminantes como la oxigenación de la gasolina, adaptar sistemas de suministro dosificado de aceite en las motocicletas de dos tiempos, uso de catalizadores y uso de sistemas dual de gasolina/electricidad. Sistemas o alternativas que de alguna forma contribuyen a reducir los niveles de concentración de contaminantes en la atmósfera.

Es recomendable hacer efectiva la resolución 2380, en cuanto a la exigencia del certificado de emisión de gases a las motocicletas, para esto se deben realizar campañas a los usuarios del transporte y a las personas y entidades que prestan el servicio de sincronización y/o de la certificación de la emisión.

Sería conveniente realizar en el Valle de Aburrá estudios de esta misma naturaleza donde se pueda involucrar todas las ensambladoras, fabricantes, importadores y representantes de marca, debido a que en estos momentos en el mercado están entrando gran variedad de marcas de motocicletas y pensar en proponer normas de emisión más restrictivas para la región.

REFERENCIAS

- [1] ASSOCIATION FOR EMISSIONS CONTROL BY CATALYST. Overview of Global Emission Standards for two- and three- wheeled vehicles. [En línea]. Bruselas: El autor, 2002. [Consulta: 24 de mayo de 2006].
- [2] CHEN, K.S et al. Motorcycle emissions and fuel consumption in urban and rural driving conditions. En: The science of the total environment. No. 312 (2003); p.113-122.
- [3] CHIU, YI-CHANG y TZENG, GWO-HSHIUNG. The market acceptance of electric motorcycle in Taiwan experience through a stated preference analysis. En: Transportation research. Part D, No. 4 (1999); p. 127-146.
- [4] CIVILEC Y CIA LTDA. Captura, procesamiento y obtención de resultados de variables de tránsito y aplicación en el sistema específico de administración de la red de semáforos. Medellín: 2005. p. 53. Trabajo de investigación (Secretaría de transportes y tránsito de Medellín. Unidad de circulación).
- [5] COLOMBIA FANALCA S.A. Motocicletas. [En línea]. Santiago de Cali: El autor, 2006. [Consulta: 13 de mayo de 2006].
- [6] COLOMBIA, ICONTEC. NTC 4983/05. Calidad del aire. Evaluación de gases de escape de fuentes móviles a gasolina. Método de ensayo en marcha mínima – ralentí – y velocidad crucero y especificaciones para los equipos empleados en esta evaluación.
- [7] ICONTEC. NTC 5365/05. Calidad del aire. Evaluación de gases de escape de motocicletas, motociclos y mototriciclos accionados tanto a gasolina (cuatro tiempos) como con mezcla gasolina aceite (dos tiempos), método de ensayo en marcha mínima (ralentí) y especificaciones para los equipos empleados en esta evaluación.
- [8] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución número 2380 del 31 de diciembre de 2007. Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las motocicletas, motociclos y mototriciclos. Bogotá D.C: El Ministerio, 2007. 2p.
- [9] COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Estudio de combustible en Cúcuta. [En línea]. Cúcuta: El autor. 2006. [Consulta: 12 de mayo de 2006].
- [10] DE NEVER, Noel. Ingeniería de control de la contaminación del aire. Ciudad de México. Mc Graw Hill, 1997. P 442 – 470.
- [11] ENCICLOPEDIA LIBRE UNIVERSAL EN ESPAÑOL, Motor de combustión interna alternativo. [En línea]. [Consulta: 12 de mayo de 2006].
- [12] FANG, SHU-HWEY Y CHEN, HSIUNG-WEN. Air quality and pollution control in Taiwan . En: Atmospheric environment. Vol. 30, No. 5 (1996); p. 735-741.
- [13] GARCÍA GÓMEZ, JORGE ALBERTO. Campaña de prevención y control de emisiones contaminantes generadas por motocicletas, matriculadas en Municipios de la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá Parte I. Medellín: 2006. p. 100. Trabajo de investigación (Área Metropolitana del Valle de Aburrá).
- [14] GIRALDO ARISTIZABAL, WILLIAM ALONSO. Estimación de la emisión de contaminantes por motocicletas en el Valle de Aburrá. Medellín. 101p. Tesis (Maestría). UPB. Escuela de Ingenierías.
- [15] GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Anuario Estadístico 2004. [En línea]. Medellín: El autor, 2004. [Consulta: 16 de abril de 2006].
- [16] HINES, WILLIAM W Y MONGOMERY, DOUGLAS C. Probabilidad y estadística para ingeniería. 2a Ed. Ciudad de México: Compañía Editorial Continental S.A, 1998. 451p.
- [17] MONGOMERY, DOUGLAS C Y RUNGER, GEORGE C. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. 1ª. Ed. Ciudad de México: Mc Graw Hill, 1996. 895p.
- [18] OROZCO ARBELAEZ, GIOVANNI. Estadística para ingenieros. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 1996. 209p.
- [19] PUJADAS, M. et al. Comparison between experimental and calculated vehicle idle emission factors for Madrid fleet. En: Science of the total environment. No. 334-335 (2004); p. 133-140.
- [20] SUZUKI MOTOR DE COLOMBIA S.A. Motocicletas. [En línea]. Pereira: El autor, 2006. [Consulta: 13 de mayo de 2006].
- [21] TORO GÓMEZ, MARIA VICTORIA et al. Modelo de emisiones atmosféricas en el Valle de Aburrá. Medellín: 2004. p. 40. Trabajo de investigación (Área Metropolitana del Valle de Aburrá). Universidad Pontificia Bolivariana. Grupo de Investigaciones Ambientales.
- [22] WALBRO ENGINE MANAGEMENT LLC. The Regulador.[En línea]. Tucson: El autor, 2004. [Consulta: 15 de mayo de 2006].

FOREWORD

The project on which this report is based was initiated by EPA Request for Proposal No. CI-75-0252, dated July 18, 1975. After acceptance of SwRI's Proposal No. 11-1452, dated August 29, 1975, Contract No. 68-03-2391 was awarded on March 10, 1976. The project was identified within SwRI as Project No. 11-4508.

Project Officers for EPA's Technology Assessment Branch during the project were Mr. Randall H. Field and (previously) Mr. David L. Tripp. Several meetings were held with these project officers to decide on motorcycle selection and control applications. Charles T. Hare and Karl J. Springer were overall supervisors of the program; Terry L. Ullman was SwRI Project Leader; and technical personnel were Jim Boylan (lead technician), Ken Norman, John T. Jack, Nathan Reeh, and Rick Emmert.

The assistance of several individuals and groups has contributed to the successful completion of this project. We would like to express our appreciation to:

Kawasaki Motors Corporation, U.S.A. (Mr. Dennis David)
U.S. Suzuki Motor Corporation (Mr. Robert G. Hammond)
Yamaha International Corporation (Mr. Kenneth K. Ito)
American Honda Motor Company, Inc. (Mr. Brian Gill)
Engelhard Industries (Mr. John J. Mooney, Dr. James G. Hansel)
Matsushita Electric Industrial Company, Ltd. (Mr. Harutoki Nakamura)

ABSTRACT

In order to generate data on the effectiveness of available motorcycle emission control technology, ten motorcycles were selected for testing on the basis of sales data and engine design. The 2-stroke motorcycles chosen were the Suzuki GT-750, Kawasaki KH-500, Yamaha RD-400C, Kawasaki KE-175, and Suzuki TS-100. The 4-stroke motorcycles were the Honda GL-1000, Kawasaki KZ-900, Suzuki RE-5 (rotary), Honda CB-360T, and Honda XL-125.

Applied singly and in combination, "proof of principle" demonstrations were conducted on carburetor enrichment, capacitive-discharge ignition, air injection by reed valve and by pump, catalysts, thermal reactors, port liners, rotary valve modifications, and a spark-ignited afterburner. Most of the emission control techniques were applied to two or more machines to determine the sensitivity of control measures to engine size and type.

The primary test procedure used to determine control effectiveness was the motorcycle FTP, with corresponding FETs conducted in as many cases as possible. Steady-state emission measurements were conducted whenever necessary to set up or document the performance of emission control measures. Performance evaluations included 0-100 kph accelerations and a modified automobile driveability procedure.

III. MOTORCYCLE SELECTION METHODOLOGY

This section details the methodology used in the selection of the ten motorcycles that were tested. Motorcycle selection was of great importance, because the usefulness of the data to be obtained depended on the motorcycles selected. The selection criteria were based primarily on motorcycle population trends, motorcycle sizes, and variations in engine design.

Referring to the Work Plan for this contract, the initial selection plan included motorcycles from the categories described in Table 3. This general plan was followed because it represented the range of motorcycles available quite well. It also stressed the larger machines having relatively high mass emissions, urban usage, and total annual distance traveled per unit compared to motorcycles as a whole.

TABLE 3. DESIRED SELECTION CATEGORIES

Number	Displacement, cm ³	Type	Cooling
1	over 500	2-s	air
1	over 500	2-s	water
1	over 500	4-s	air
1	over 500	4-s	water
1	300 to 500	2-s	air
1	300 to 500	4-s	air
1	300 to 500	rotary	water
2	under 300	2-s	air
1	under 300	4-s	air

As shown in Tables A-1 through A-5 of Appendix A, there were nearly 120 motorcycle models available in 1976 which were full size and street-legal. This multiplicity of models made the selection task difficult, but a great many models were easily eliminated from consideration to make it more manageable. Table 4 shows the result of initial eliminations, bringing the total number of models considered down to half the original group. Registration data used to make the judgment explained in footnote b were compiled by R. L. Polk and supplied to the project by the Motorcycle Industry Council (MIC).⁽²⁾

The 59 motorcycle models left for consideration were broken down further by type and cooling medium in Table 5 (motorcycle displacement "category" is defined in Table 4). Although the contract had previously considered machines under 300 cm³ displacement as one group, they were broken into three separate categories for the purpose of motorcycle selection due to the variety of under 300 cm³ models available. This finer breakdown did not affect the number of machines chosen, but it made the selection process more understandable.

Three of the motorcycle choices were made quite simply because only one motorcycle produced at the time fell into each of the three categories. These choices were:

II. SUMMARY

This project was conducted to demonstrate "proof of principle" regarding emission control applications on motorcycles. Ten motorcycles were chosen for emission characterization and control studies, based on the 1975 motorcycle population and 1976 engine design availability. Of these ten motorcycles, four were of the 4-stroke engine type (Honda GL-1000, Kawasaki KZ-900, Honda CB-360, and Honda XL-125); one was a rotary (Suzuki RE-5); and the remaining five were of 2-stroke design (Suzuki GT-750, Kawasaki KH-500, Yamaha RD-400, Kawasaki KE-175, and Suzuki TS-100). A variety of emission control techniques were considered. The control techniques selected for demonstration were based primarily on the availability of hardware and the probability of success in application within the financial and time constraints of this program. The primary control measures selected were carburetion changes, air injection, thermal reactors, and catalysts. Secondary approaches included port liners, spark-ignited afterburning, and rotary valve modification. Several combinations of these measured were applied to the motorcycles in stepwise fashion. Some measures were applied cumulatively, while others were applied separately.

After completing zero-kilometer (green engine) testing and engine break-in according to the owner's manual, baseline emissions from all of the motorcycles were measured in preparation for implementation of the selected control measures. Table 2 summarizes emission and performance test results obtained for all ten motorcycles. The results are given in order of decreasing displacement in two engine categories, 4-stroke and 2-stroke. Results shown are averages where possible; but in some cases, single runs are presented for reference when the control application was under development and there was a need to see what progress had been made to that point. No transient emission tests were performed if the control measure proved ineffective. Wide open throttle (WOT) acceleration times and driveability ratios are given for most test configurations.

The driveability ratio shown was based on a demerit system adapted for this project from an automotive procedure. The demerit rating obtained during baseline configuration (stock) was used as the denominator for each individual motorcycle, and the numerator was the demerit rating obtained during subsequent testing. Therefore, all motorcycles have a baseline driveability ratio of 1.0. Subsequent ratios less than 1.0 indicate improvement in driveability, whereas ratios greater than 1.0 indicate driveability degradation. The numerical results of this subjective rating system did not correlate well with the riders' judgment of driveability in most cases. Lack of correlation is attributed to the lack of familiarity with the individual motorcycle's driveability during the baseline rating and the relatively large time lapse between subsequent road evaluations.

Minor carburetor enleanment generally consisted of using available carburetor adjustment (idle mixture screw and jet needle clip position) to effect leaner (than stock) mixture. Both HC and CO emissions were reduced on 4-stroke motorcycles, whereas lean carburetor adjustment primarily reduced only CO from 2-stroke machines. Problems of driveability (and engine seizure on one 2-stroke) accompanied over-enleanment in some cases. Lean carburetor adjustments followed by road trials were used to maintain driveability before

STEADY-STATE EMISSIONS CONCENTRATIONS
MOTORCYCLE Suzuki TS-100

Date 4/29/77 Sequence TSS-1 Baseline _____

Condition				Concentrations				
Speed, mi/hr	Gear	Engine rpm	Load	CO, %	CO ₂ , %	O ₂ , %	NO, ppm	FID HC, ppm C
Idle	N	-----	-----	4.26	5.07	9.8	12.	93,600
20	2	-----	0.47	3.91	10.99	2.8	20.	24,200
30	4	-----	1.03	2.26	11.49	2.4	70.	26,600
40	5	-----	1.79	5.04	8.90	4.3	100.	39,800
50	5	-----	2.80	5.96	8.26	4.3	160.	43,400
Idle	N	-----	-----	4.87	5.10	9.0	16.	96,500

Notes: Run after pilot air screw out 2 turns, as received
Idle brought down to lowest runnable idle speed
Max. head temp. of 250°C reached at 50 mph
WOT accel. time 0 - 80 kph = 20.6 sec

STEADY-STATE EMISSIONS CONCENTRATIONS
MOTORCYCLE Suzuki TS-100

Date 5/19/77 Sequence TSS-2 _____

Conditon				Concentrations				
Speed, mi/hr	Gear	Engine rpm	Load	CO, %	CO ₂ , %	O ₂ , %	NO, ppm	FID HC, ppm C
Idle	N	-----	-----	3.81	5.61	10.3	9.	86,400
20	2	-----	0.43	3.12	11.44	3.2	23.	23,200
30	4	-----	0.98	2.79	10.88	4.0	56.	27,200
40	5	-----	1.79	6.38	8.01	4.7	60.	40,400
50	5	-----	2.87	6.22	7.92	5.3	115.	44,400
Idle	N	-----	-----	4.56	5.45	9.8	12.	88,000

Notes: Run with carburetor settings as TSS-1 but with modified rotary valve
Valve intake angle area reduced by 20° total - 10° from either side

STEADY-STATE EMISSIONS CONCENTRATIONS
MOTORCYCLE Suzuki TS-100

Date 6/2/77 Sequence TSS-3

Speed, mi/hr	Condition			Concentrations				
	Gear	Engine rpm	Load	CO, %	CO ₂ , %	O ₂ , %	NO, ppm	FID HC, ppm C
Idle	N	----	----	2.83	5.72	10.1	9.	71,600
20	2	----	0.48	2.79	11.33	2.6	24.	20,000
30	4	----	0.98	2.23	11.22	3.5	67.	24,700
40	5	----	1.76	5.16	8.59	3.9	88.	36,800
50	5	----	2.80	6.22	7.88	3.8	120.	41,500
Idle	N	----	----	4.36	5.73	8.4	14.	81,600

Notes: Run with stock I.O. of rotary valve + 10° advance of I.C.
No significant improvement noted
Max. head temp. at 50 mph = 240°C
WOT accel. time 0 - 80 kph = 23.8 sec

STEADY-STATE EMISSIONS CONCENTRATIONS
MOTORCYCLE Suzuki TS-100

Date 6/11/77 Sequence TSS-4

Speed, mi/hr	Condition			Concentrations				
	Gear	Engine rpm	Load	CO, %	CO ₂ , %	O ₂ , %	NO, ppm	FID HC, ppm C
Idle	N	----	----	2.87	6.17	9.3	8.	66,400
20	2	----	0.47	0.08	12.10	4.1	53.	15,700
30	4	----	1.03	0.09	9.91	7.0	90.	22,800
40	5	----	1.78	0.12	10.95	5.7	840.	27,000
50	5	----	2.99	0.91	10.99	4.2	1325.	26,400
Idle	N	----	----	3.02	6.50	8.6	9.	63,400

Notes: Stock rotary valve; lean carburetor + CDI by Syncro
Carburetor: clip moved from 3 to 1; pilot air opened from 2 to 2-1/4
Max. head temp. 250°C at 50 mph Max. exhaust gas temp. 700°C at 50 mph
W.O.T. accel time 0 - 80 kph = 19.9 sec

STEADY-STATE EMISSIONS CONCENTRATIONS
MOTORCYCLE Suzuki TS-100

Date 8/3/77 Sequence TSS-5

Condition				Concentrations					Exhaust Temperature, °C		
Speed, mi/hr	Gear	Engine rpm	Load	CO, %	CO ₂ , %	O ₂ , %	NO, ppm	FID HC, ppm C	Enter Cat.	Exit Cat.	Head Temp, °C
Idle	N	--	--	2.92	13.00	1.1	0.8	18,500	300	375	100
20	2	--	0.49	0.91	14.79	0.0	6.1	11,400	275	425	230
30	4	--	1.04	0.06	14.53	1.1	335.	120	350	510	250
40	5	--		Head temperature exceeds 250°C							
50	5	--		Max. speed at W.O.T. 41 mph							
Idle	N	--	--	3.60	12.80	0.9	2.1	21,000	300	400	160

Notes: Lean carburetor + CDI + Catalyst - compressed air injection (data presented here at 0 air) PTX 314 (3" substrate, 1" Torvex)
 Performance degradation too severe for further testing of this configuration

STEADY-STATE EMISSIONS CONCENTRATIONS
MOTORCYCLE Suzuki TS-100

Date 8/25/77 Sequence TSS-6 (modified catalyst)

Condition				Concentrations					Air Injection Rate, cfm
Speed, mi/hr	Gear	Engine rpm	Load	CO, %	CO ₂ , %	O ₂ , %	NO, ppm	FID HC, ppm C	
Idle	N	1400	----	0.08	12.60	4.3	10.	1700	0.43
20	2	----	0.40	0.04	9.75	7.8	13.	1490	1.76
30	4	----	0.93	0.01	9.52	6.9	120.	3280	1.64
40	5	----	1.73	0.28	12.26	3.0	470.	3800	1.65
W.O.T. 49	5	----	2.73	5.49	11.10	1.0	100.	9760	1.89
Idle	N	1400	----	0.05	12.70	3.9	13.	1120	0.43

Notes: Lean carb + CDI + Catalyst (Modified 1" Torvex 1-1/2" substrate) + Air (Pump No. 1031)
 W.O.T. acceleration time 0-70 kph = 22 sec. (Could not exceed 49 mph)
 Max. exhaust gas temp exit head = 655°C at 40 mph
 Max. head temp. = 255°C at 49 mph
 Max. catalyst exit temp = 875 °C at 49 mph

TABLE 10. AIR-COOLED MOTORCYCLES WITH DISPLACEMENTS FROM 50-170 cm³

Engine Type	Manufacturer	Model	Engine		Vehicle		Projected 1976 Reg's. ^a	Features
			displ., cm ³	cyls	type	wt., kg		
2s	AMF/H-D	SS/SXT-125	123	1	S-S/T	109/105	4,000	
	Honda	MT-125	123	1	S/T	94	7,000 ^b	
	Kawasaki	KH/KE/KV-100	99	1	S-S/T-S/T	85/91/97	16,000 ^b	rotary valve, 10.5-11 hp @ 7500
	Kawasaki	KE125	124	1	S/T	98	7,000	rotary valve, 13 hp @ 6500
	Suzuki	A-100	98	1	S	83	3,000 ^b	rotary valve
	Suzuki	TS/TC-100	98	1	S/T	92/93	7,000 ^b	rotary valve
	Suzuki	TS/TC-125	123	1	S/T	90/95	10,000	
	Yamaha	RS-100C	97	1	S	89	4,000 ^b	reed valve, 10.5 hp @ 8000
	Yamaha	DT-100C	97	1	S/T	93	8,000 ^b	reed valve, 10 hp @ 7500
	Yamaha	RD-125C	124	2	S	103	4,000 ^b	reed valve, 16 hp @ 9500
	Yamaha	DT-125C	123	1	S/T	104	8,000 ^b	reed valve, 13 hp @ 7000
4s	Honda	CT-90	90	1	S/T	90	10,000	
	Honda	XL-100	99	1	S/T	93	9,000	
	Honda	CB/XL-125	124	1	S-S/T	93/99	20,000 ^b	

^aprojected from 1975 R. L. Polk data^bindividual models very uncertain due to multiple models at this displacement

IV. PREPARATION FOR CONTROL APPLICATION

This section begins with a brief description of the test equipment used for data acquisition followed by procedures and results for zero-distance emission tests, break-in operation, and baseline emissions tests. Performance and driveability evaluation methods are also discussed.

A. Test Equipment

All emission testing during this project was performed on a single-roll dynamometer having a roll diameter of 529.2 mm. Power absorption was provided by a Clayton 50 hp water brake absorber from a model ECE-50 assembly driven directly by the roll shaft. A modified Clayton inertia system provided variable inertia simulation within a ± 3 kg tolerance. Power absorption (load) and speed were read from digital indicators during steady-state testing, and a strip-chart driver's aid was used for transient cycle testing.

Control settings for the dynamometer were determined from calibration data to provide the necessary power absorption and inertia settings for the ten motorcycles. These settings were based on loaded vehicle mass per the tabulation in 86.529-78 of the Federal Register.⁽¹⁾ In order to document the characteristics of the dynamometer system used for this project, a thorough calibration was conducted. This calibration confirmed that our system provided a close approximation of the speed-load characteristics suggested by EPA for motorcycle emissions work. Data acquired during coast-down operation at three inertia settings and at mean speeds from 90 to 20 kph were fit by curves of the form

$$\text{power} = cV + dV^3,$$

which is the same form recommended by EPA. Table 12 gives a summary of the coefficients of this equation for the three inertia settings tested. The highest and lowest inertia values correspond to loaded masses of the heaviest and lightest motorcycles tested in this project, the Honda GL-1000 and the Suzuki TS-100, respectively.

TABLE 12. COEFFICIENTS OF BEST FIT POWER EQUATIONS

Inertia, kg	"V" coefficients = c	"V ³ " coefficients = d	r ²
176	0.00728	5.63×10^{-6}	0.9983
254	0.00763	6.59×10^{-6}	0.9995
352	0.01126	7.03×10^{-6}	0.9986

Checking the force (calculated using equations defined by Table 12) at 65 kph against that calculated by the EPA equation yields the following comparison:

Inertia kg	EPA Equation	SwRI Dynamometer
176	110.2 N	111.8 N
254	126.1 N	127.8 N
352	146.0 N	147.5 N

Thus, for the range of inertia values used in this project, the SwRI dynamometer was well within the ± 5 Newton tolerance on driving force at 65 kph which is specified in the regulations.

Cooling air over the motorcycle was provided in proportion to simulated road speed by a variable-output blower and an automatic control system. Figure 1 shows that the amount of cooling air supplied was within EPA requirements as given in the Federal Register, Section 86.508-78(d).⁽¹⁾ The cooling air calibration curve was obtained by measuring the air velocity with a pitot tube in the exit plane of the blower duct. The 72 cm x 67 cm rectangular exit plane was divided into nine equal areas and the velocity at the center of each area was determined. These individual velocities were averaged to obtain a mean exit velocity corresponding to a given dynamometer roll speed. The overall layout of the dynamometer and cooling air system are shown in Figure 2.

All emission testing was conducted using a Constant Volume Sampler (CVS) for bag collection and/or removal of exhaust from the laboratory. Continuous dilute emissions were sampled just upstream of the CVS sample probe. Steady-state undiluted emissions were sampled as close to the exhaust outlet as practical or just after multiple exhausts were combined into one stream. To reduce the possible influence of 2-stroke oil residue on emission sample collection, separate CVS's were used during the project for 4-stroke and for 2-stroke motorcycles. Using periodic propane checks to verify CVS calibration, the 2-stroke CVS required cleaning of intake plumbing twice during the program as a result of oily deposits accumulated after approximately 100 hr of operation.

Instrumentation used to measure concentrations of exhaust constituents is shown in Figures 3 and 4. Exhaust constituents measured were total hydrocarbons by FID, NO and NO_x by chemiluminescence, CO and CO₂ by NDIR, and O₂ by electrochemical analyzer. The "bag cart" in Figure 3 was used to measure concentrations in the dilute gases collected in bags during all the motorcycle FTPs and FETs. These instruments were essentially duplicated in the "bike cart", as shown in Figure 4, to determine CVS-diluted concentrations on a continuous basis during transient cycle operation. This same instrumentation was also used to measure concentrations in raw exhaust gases generated during steady-state operation. Recordings of data were made via a 6-channel strip chart recorder.

Temperature data were taken by thermocouples positioned along the exhaust pipe to provide information for catalyst selection, pinpointing of exhaust reactions, and engine monitoring. Up to 12 chromel-alumel (K-type) thermocouples were installed on each motorcycle. The extreme right side of the exhaust pipe on single cylinder engines was instrumented, with the first thermocouple station approximately 2.5 cm downstream of the pipe end attached to the head. The second temperature station was located approximately 10 cm

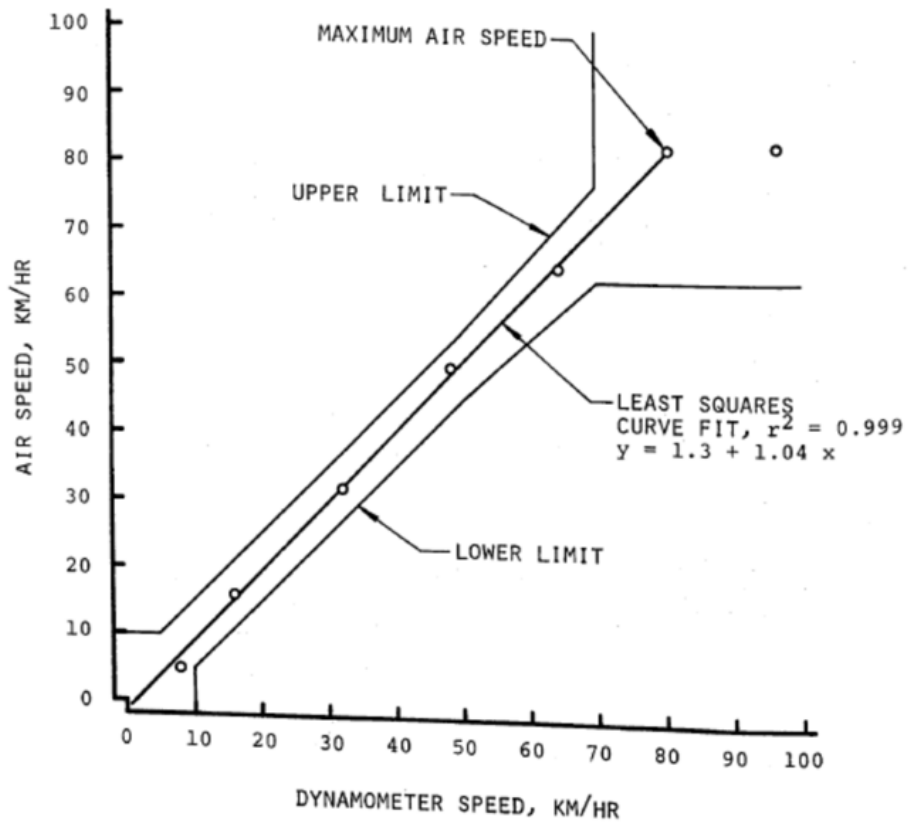


FIGURE 1. MOTORCYCLE COOLING BLOWER CALIBRATION

further downstream; the third, another 15 cm downstream; the fourth, 20 cm further; and the fifth, another 25 cm further. The thermocouples after the fifth position were spaced 25 cm apart as required to complete the exhaust pipe length. The exhaust gas exit temperature station was located within 2 cm of the normal pipe exit. Inlet air temperature and head temperature were also monitored. In addition, when 3- or 4-cylinder transverse-mounted engines were encountered, the head temperature and a first station exhaust temperature were monitored on an inside cylinder as well as the right side exhaust pipe. Head temperature was taken by placement of a thermocouple between the spark plug and seat.

Unleaded emission test fuel (meeting Federal requirements for such fuel) was used in all the motorcycles throughout the project, providing the option of using catalysts with any of the test motorcycles. Using the same fuel also provided a common basis for performance as well as emission characterization. A tabulation of the characteristics of this fuel and the Federal specifications for such fuels are presented in Table 13. Crankcase and transmission lubricants were used as recommended by the manufacturers. Two-stroke engine oil was generally used as suggested; except that after baseline testing was completed, Yamaha 2-stroke oil was used at the suggestion of a catalyst manufacturer because their tests with this oil showed less tendency to poison the catalytic material.⁽³⁾ By using the same engine oil in all the 2-stroke motorcycles, a common base for smoke was established.

TABLE 13. TEST FUEL SPECIFICATIONS

Fuel Type	Batch Used	Federal Specifications
SwRI Fuel Code	EM-259-F	-----
Gravity, °API	57.0	-----
Density, g/ml	0.751	-----
RVP, k Pa (psi)	60.7 (8.8)	55.2-63.4 (8.0-9.2)
Octane, Research	96.1	96 (Min.)
Sulfur, wt.%	0.002	0.10 (Max.)
Phosphorous, theory	0.0	0.0
Lead, g/l (g/gal)	0.001 (0.023)	0.000-0.013 (0.00-0.05) (Max.)
Aromatics, %	32.5	35 (Max.)
Olefins, %	4.4	10 (Max.)
Saturates, %	63.1	balance
IBP, °C (°F)	31 (88)	24-35 (75-95)
10% Point, °C (°F)	56 (132)	49-57 (120-135)
50% Point, °C (°F)	104 (219)	93-110 (200-230)
90% Point, °C (°F)	159 (319)	149-164 (300-325)
EP, °C (°F)	202 (396)	213 (415) Max.

TABLE 14. SUMMARY OF ZERO KILOMETER (GREEN ENGINE) EMISSION TEST RESULTS

Motorcycle	Actual Displacement, cm ³	1978 HC Standard, g/km	Run	FTP Emissions, g/km				FTP Fuel, km/L	FET Emissions, g/km				FET Fuel, km/L
				HC	CO	CO ₂	NO _x		HC	CO	CO ₂	NO _x	
Suzuki GT-750 3 cyl. 2-s	738	14.	1	16.70	19.34	63.30	0.01	16.1	8.29	11.12	63.25	0.02	21.8
			2	12.75	11.80	73.00	0.02	17.8	7.41	8.70	62.21	0.02	23.4
			3	13.49	12.76	67.79	0.02	18.0					
Kawasaki KH-500 3 cyl. 2-s	498	10.	1	20.00	26.55	56.25	0.01	14.6	Not run because violated manufacturer's break-in procedures				
			2	18.59	23.68	52.56	0.01	15.8					
Yamaha RD-400C 2 cyl. 2-s	398	8.5	1	12.25	10.29	62.08	0.02	20.1	"				
			2	12.16	10.53	62.45	0.02	20.0					
Kawasaki KE-175 ^a 1 cyl. 2-s	174	5.1	1	7.56 ^b	18.15 ^b	34.77 ^b	0.01	27.1 ^b	"				
			2	8.60	21.44	38.39	0.01	23.8					
			3	7.55	20.48	37.08	0.01	25.3					
Suzuki TS-100 1 cyl. 2-s	98	5.0	1	5.21	10.91	33.92	0.02	34.9	"				
			2	5.66	11.63	33.89	0.02	33.6					
Honda GL-1000 4 cyl. 4-s	999	14.	1	1.78	11.30	155.34	0.45	13.1	0.68	4.78	101.59	0.49	20.9
			2	2.07	10.69	143.37	0.41	14.1	0.63	4.53	99.04	0.49	21.5
			3	2.13	11.97	130.51	0.35	15.1					
Kawasaki KZ-900 4 cyl. 4-s	903	14.	1	2.64	33.80	87.03	0.15	15.9	0.85	23.67	69.58	0.25	21.3
			2	2.08	29.77	89.52	0.20	16.5	0.76	21.04	70.00	0.30	22.1
Honda CB-360T 2 cyl. 4-s	356	7.9	1	2.36	32.88	52.38	0.09	21.2					
			2	1.76	33.43	52.56	0.10	21.4	0.64	26.24	47.14	0.13	25.8
			3	1.96	31.31	53.19	0.11	21.8	0.56	20.27	48.15	0.20	28.5
Honda XL-125 ^b 1 cyl. 4-s	124	5.0	1	0.74	13.19	37.68	0.12	38.9	0.31	12.40	31.99	0.10	44.4
			2	0.57	10.28	38.25	0.12	42.0	0.28	10.06	30.38	0.11	49.4
Suzuki RE-5 rotary	497	10.	1	7.27	30.59	152.09	0.17	10.6	2.95	10.33	122.97	0.28	15.7
			2	7.02	26.55	150.80	0.19	11.0	2.79	10.22	116.95	0.26	16.4
1978 standards			c	17.	—	—							
1980 standards				5.0	12.	—							
Statutory standards (LDV)				0.25	2.1	—	0.62 ^d						

^a first FTP mistakenly run on trace for Class I machines

^b FET speeds all scaled down to 64 percent of normal

^c see third column of table

drive slippage due to the inertia system rotational speeds being reduced by two thirds of the design speed by use of the large single roll.) Upshifts, using the clutch, were performed at approximately 1000 rpm below "red line" rpm as indicated on the motorcycle's tachometer. Some tachometer readouts seemed sluggish as a result of internal damping, so shifting on these machines was performed on the basis of tachometer readout and driver judgment. The Suzuki TS-100 and the Honda XL-125 were not equipped with a tachometer, so upshifts were performed at speeds indicated as being within allowed maximums by their owner's manuals. These two Class I motorcycles could not reach 100 kph without possible engine damage, so times were taken for 0-80 kph (0-50 mph) accelerations. Results from baseline WOT accelerations are also presented in Table 15.

In addition to WOT acceleration performance, general performance (referred to as driveability) was also evaluated. A road evaluation procedure for motorcycles was adapted from a driveability rating method used with automobiles on a dynamometer.⁽⁵⁾ This adapted motorcycle version is presented in Appendix B. Basically, the road evaluation procedure consisted of a cold phase and a hot phase. The cold phase (motorcycle soaked at 22.2°C) graded starting and (relatively) low speed operation; while the hot phase graded warm engine start-up and higher speed operation, including acceleration and deceleration characteristics. The rating system used for the various characteristics noted is presented in Table 16.

TABLE 16. DRIVEABILITY RATING SYSTEM FOR MOTORCYCLES

Function	Demerits			Weighting Factor
Starting Time	2/sec			1
Stall	6			3
Idle Quality	Good-1	Fair-2	Poor-3	1
Driving Stall	6			7
Function	Demerits by Severity			Weighting Factor
	Trace	Moderate	Heavy	
Driving				
Stumble	1	3	6	4
Hesitation	1	3	6	4
Backfire	1	2	3	4
Surge	1	2	3	2
Stretchiness	1	2	3	2
Vibration	1	2	3	1
Noise	1	2	3	2
Heat	2	3	4	3
Smoke/Odor	2	3	4	3

V. EMISSION CONTROL SELECTION AND IMPLEMENTATION

This section first discusses briefly the emission control measures considered and finally selected, based on hardware availability and the usefulness of such measures in providing "proof of principle" within the scope of the program. A detailed discussion on implementation of selected control measures is given later in the section for each motorcycle, with emission results and photographic documentation presented as necessary.

A. Potential Control Measures and Selection

The viability of emission control measures depends on the availability of emission control hardware. Table 17 lists a number of the modifications or hardware systems which have the potential to reduce regulated pollutants from motorcycle engines. Not all of these modifications and systems were available, however, within the scope of this project.

TABLE 17. LIST OF ITEMS OR MODIFICATIONS FOR EMISSIONS REDUCTION

Carburetor (leaner)
Fuel injection, continuous
Fuel injection, timed high-pressure, with possible stratification of intake charge
Modified combustion chamber design
Improved F/A mixing via sonic carburetor or other design
Electronic Ignition
Oxidation catalysts (with supplemental air)
Air injection (continuous)
Exhaust throttling at idle (2-stroke)
Spark ignited intermittent exhaust afterburner (2-stroke)
Intermittent EGR (2-stroke)
Rich thermal reactor (with air)
Lean thermal reactor

Using the list in Table 17 as a guide, several manufacturers of engine-related products were contacted in order to acquire control items that could be adapted to the selected motorcycles. Although many manufacturers were helpful, most could not or did not manufacture adaptable hardware within the time frame of the project. Commitments to supply items that could be used were received for monolith noble metal oxidation catalysts from Engelhard Industries, cloth mesh catalyst from Matsushita Electric Industrial, timed fuel injection system designed for 2-stroke snowmobile racing from Marvel-Schebler/Tillotson, and a capacitive-discharge ignition system designed for 2-stroke snowmobiles from Syncro. Preliminary arrangements were made, and some other items were located. Representatives of Suzuki were contacted concerning their previous efforts with 2-stroke exhaust afterburner system (EPIC system). Although no specific information was obtained, clearance to experiment with a similar system was obtained. Additional CDI systems were located. Air pumps and "pulsair" type reed valves for exhaust air injection were located and ordered.

- 1/4 NPT STATIC TAP, FLOW BY BAG EVACUATION
- 1/4 NPT STATIC TAP, FLOW BY ROTAMETER
- 1/4 NPT STATIC TAP, FLOW BY ROTAMETER
- 6.4 MM SPARGER TUBE, FLOW BY BAG EVACUATION
- ◇ 6.4 MM SPARGER TUBE, FLOW BY ROTAMETER
- ◆ 6.4 MM SPARGER TUBE, WITH FILTER, FLOW BY ROTAMETER
- △ 9.5 MM SPARGER TUBE, FLOW BY BAG EVACUATION

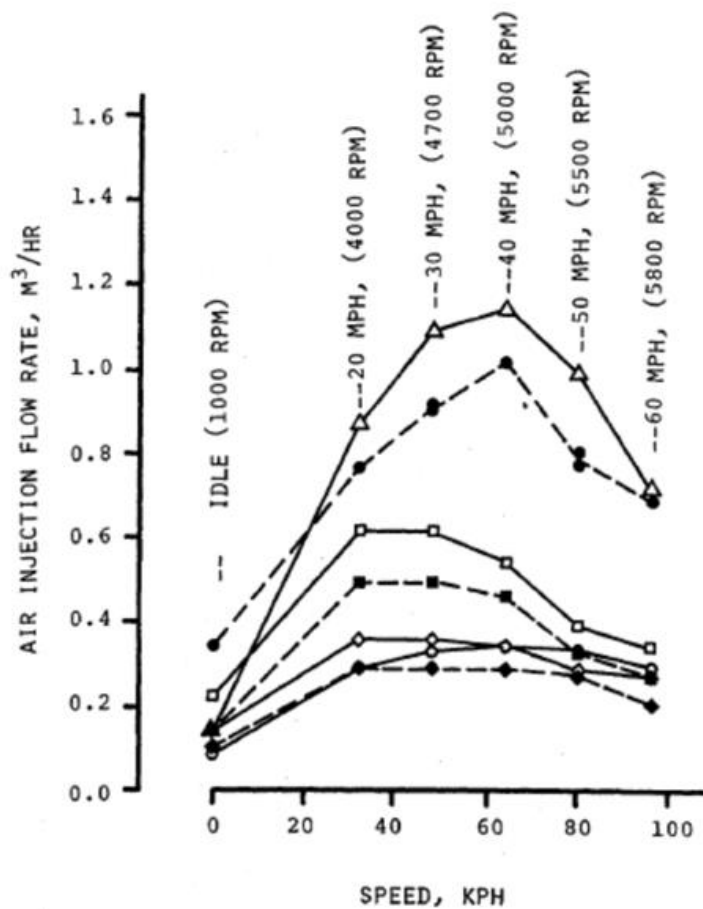
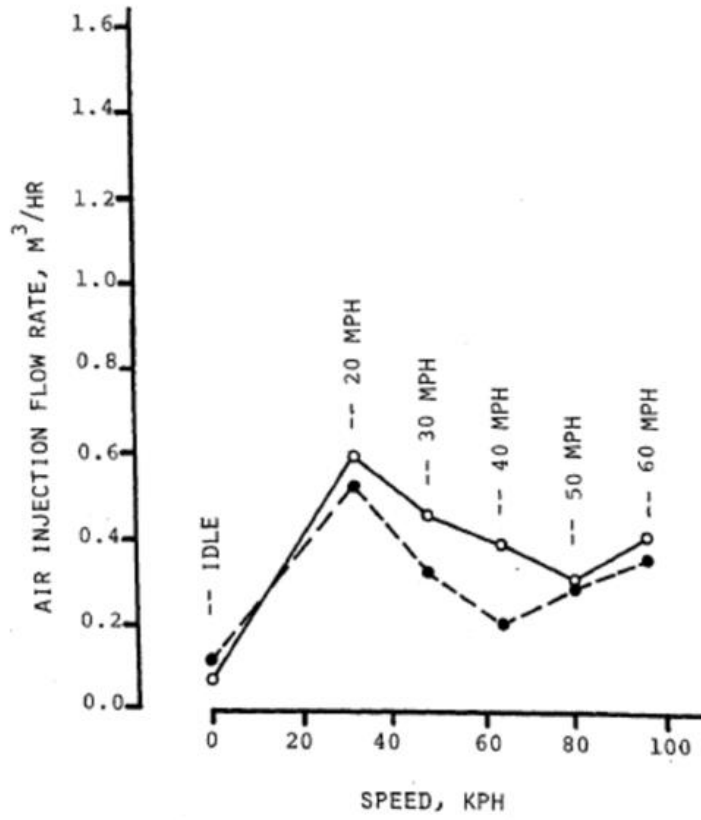


FIGURE 20. SUBARU REED VALVE FLOW INTO ONE EXHAUST PIPE OF HONDA CB-360

9.5 MM SPARGER TUBE, FLOW BY BAG EVACUATION

- FLOW THROUGH ONE REED
● FLOW THROUGH BOTH REEDS



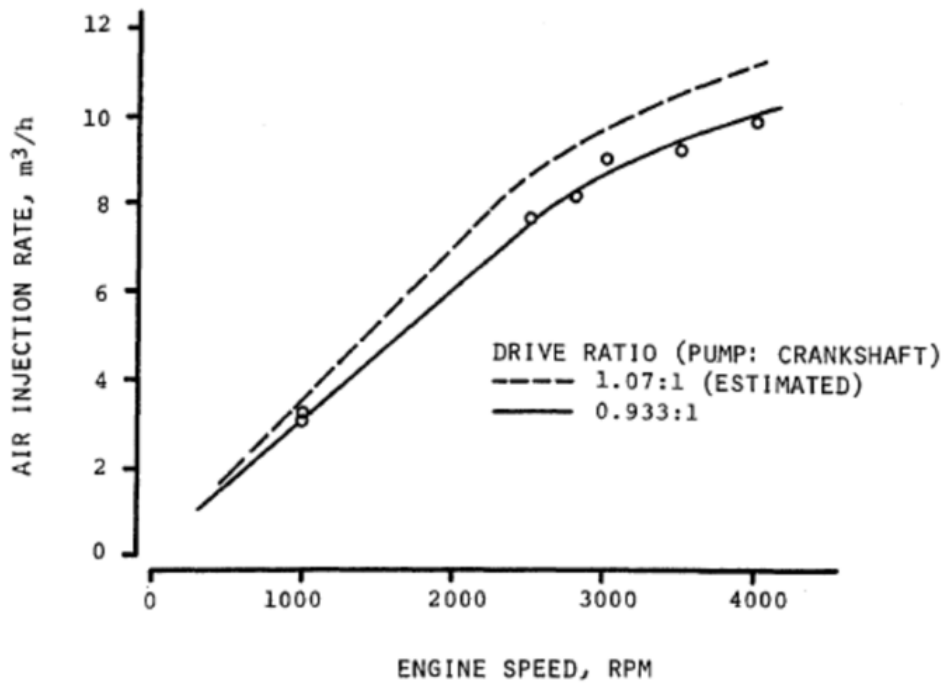


FIGURE 34. AIR INJECTION INTO KZ-900 VIA GAST PUMP NO. 0440

TABLE 23. EMISSION RESULTS FROM FTPs AND FETs PERFORMED ON THE KAWASAKI KZ-900

Test Configuration	FTP Emission Rates, g/km				Fuel Econ. km/l	FET Emission Rates, g/km				Fuel Econ. km/l
	HC	CO	CO ₂	NO _x		HC	CO	CO ₂	NO _x	
Baseline Avg.	3.28	28.29	73.15	0.15	18.5	0.84	20.12	58.49	0.27	25.1
Final Lean Adjust. + CDI	1.68	18.15	88.75	0.34	19.2	0.46	4.82	80.87	0.73	25.9
	1.77	17.48	84.55	0.33	20.0	0.45	3.79	82.67	0.73	25.9
Lean + CDI + Air (Pump)	2.12	10.28	114.40	0.33	17.1	8.46	2.07	96.11	0.66	23.1
	2.29	9.83	117.27	0.35	16.8	0.40	1.75	98.67	0.68	22.7

The results of steady-state operation conducted with and without the extraction system active are given in Table 36. The extraction valve timing was 73° ABDC, and the extraction flows used at the various speeds were those selected from data given in Figure 77. In all cases, the HC concentrations in the normal exhaust stream were reduced significantly. At all speeds except idle, shifts in emission concentrations indicated that the overscavenged fuel-air mixture was being selectively removed from the exhaust stream (extraction flow at idle was probably somewhat excessive). Overscavenged gas capturing was most evident at the higher speeds (64 and 80 kph).

It was not within the scope of this project to refine the extraction selectivity beyond the point of this introductory experiment. The results did verify the reduction of the exhaust hydrocarbons by selectively removing the unburned fuel-air mixture using a timed extraction device. It is expected that further refinements of the basic system could lead to greater reductions of exhaust hydrocarbons and that the system could be incorporated integrally into a 2-stroke engine by proprietary efforts.

9. Suzuki TS-100

Based on results from rotary valve modifications on the KE-175, cut angle shifts around the crankshaft were not used as an emission control measure on the TS-100. Prior to any rotary valve modification, another "baseline return" test sequence was performed (after idle speed and pilot air screw adjustments were made to reduce excessive idle speed and to lower CO emissions). Rotary valve modifications were initiated by reducing the cut angle by 10° from both ends, thus reducing the cut angle by 20° total. Steady-state sequence TSS-2 showed minor decreases in HC and CO at lower engine speeds; but at higher engine speeds, these emissions increased slightly. WOT (0-80 kph) acceleration time increased from 20.6 sec (second baseline) to 24.5 sec. As with steady-state results, FTP and FET results showed increases in HC and CO, with a decrease in fuel economy.

For the next sequence, the 10° retardation of intake opening was removed; while the 10° advance of the intake closing was retained (same as with the KE-175). Steady-state sequence TSS-3 was followed by an FTP and an FET on the TS-100. Emission rates of HC and CO decreased further than with the first modification. WOT acceleration time was also improved over the previous modification to 23.8 sec. Although steady-state results were promising, the FTP and FET results showed a worsening effect. FTP and FET results for these rotary valve modifications are presented in Table 37. Copies of computer printouts are presented in Appendix D along with steady-state sequence data.

After control measures utilizing rotary valve modification were determined to be ineffective, the stock rotary valve was reinstalled, the carburetor was set lean, and the Syncro CDI system (developed for snowmobiles) was installed. Enleanment was achieved by changing the jet needle clip position from No. 3 to No. 1 and by adjusting the pilot air screw to two and one fourth turns out. No problems were encountered during installation of the CDI system, although timing adjustment by changing point gap was necessary. Steady-state sequence TSS-4 was conducted prior to two FTPs and two FETs. Both steady-state and transient test data showed good reduction in CO and HC. It should be noted that the average maximum speed attained during FET operation was only 64 kph

TABLE 36. STEADY-STATE EMISSION CONCENTRATIONS FROM THE
KAWASAKI KE-175 DURING OVERSCAVENGED GAS EXTRACTION

Conditions			Concentrations (Undiluted)				
Operating Condition	Surge Chamber Pressure, kPa	Sample Line, Extraction Flow, m ³ /h	CO %	CO ₂ %	O ₂ %	NO ppm	FID HC ppm C
Idle	0.7	Line #1, 0	1.30	6.67	10.8	6.1	59,200
Neutral	-0.3	Line #1, 2.5	1.18	4.56	13.6	5.9	36,000
1500 rpm	-0.3	Line #2, 2.5	1.85	7.74	8.8	6.1	68,400
32 kph	1.0	Line #1, 0	1.00	10.44	6.4	20.	32,000
3rd gear	-2.4	Line #1, 3.9	1.43	10.44	6.0	24.	23,600
3700 rpm	-2.4	Line #2, 3.9	1.62	10.44	5.9	14.	36,400
48 kph	-0.9	Line #1, 0	2.23	11.67	4.6	31.	20,400
4th gear	-5.1	Line #1, 3.2	1.88	11.67	4.5	32.	16,800
4300 rpm	-5.1	Line #2, 3.2	1.98	11.10	5.1	17.	31,600
64 kph	3.0	Line #1, 0	0.18	12.38	5.0	230.	19,200
5th gear	-12.8	Line #1, 6.7	0.18	13.24	3.8	300.	10,400
4700 rpm	-12.8	Line #2, 6.7	0.18	10.88	6.8	200.	35,600
80 kph	5.1	Line #1, 0	3.00	10.77	3.5	460.	23,600
5th gear	-11.5	Line #1, 8.3	3.34	11.56	2.1	450.	16,000
5900 rpm	-11.5	Line #2, 8.3	2.52	7.92	7.1	220.	55,200

(40 mph), based on a head temperature limitation of 250°C. Fuel economy increased as expected, and WOT acceleration time decreased slightly from 20.6 to 19.9 sec. Results of the transient tests are given in Table 37.

TABLE 37. EMISSION RESULTS FROM FTPs AND FETs PERFORMED ON THE SUZUKI TS-100

Test Configuration	FTP Emission Rates, g/km				Fuel Econ. km/l	FET Emission Rates, g/km				Fuel Econ. km/l
	HC	CO	CO ₂	NO _x		HC	CO	CO ₂	NO _x	
2nd Baseline	4.23	8.09	34.63	0.02	38.8	5.52	16.85	35.62	0.07	29.3
20° Valve Red.	4.45	8.94	37.29	0.02	36.0	7.01	27.00	32.79	0.04	23.9
10° Valve Red.	4.53	8.47	36.67	0.02	36.6	7.42	27.82	34.94	0.05	22.8
Stock Valve + Lean Carb. + CDI	4.80	1.69	43.10	0.07	38.5	3.47	1.31	42.41	0.14	42.0
	4.61	1.72	42.57	0.07	39.2	3.71	0.89	43.93	0.19	40.8
S. V. + Lean + CDI + Mod. Cat. + Air	1.13	1.22	60.42	0.10	35.6	1.73	16.59	47.37	0.05	29.5 ^a
	1.25	0.64	60.73	0.10	35.7	1.61	16.37	48.92	0.05	29.2 ^a

^a Maximum WOT speed - 79 kph

At the suggestion of the Project Officer, a catalyst was installed for use with air injection on the TS-100. This additional control measure utilized an Engelhard PTX 314 catalyst, which consisted of 2.5 cm of "Torvex" followed by 7.6 cm of NGK substrate (as described further in KH-500 discussion). Figure 78 shows the catalyst welded into position. Initial steady-state testing conducted to size the air pump requirement showed that performance had deteriorated appreciably as a result of catalyst-caused backpressure increase. Maximum speed attainable at WOT operation was 66 kph (41 mph), and head temperature peaked at 64 kph (40 mph) as a result of impaired engine breathing. Due to the severe performance degradation, no transient cycle tests were run.

In order to attempt emission reduction with a catalyst, the modified catalyst used on the KE-175 was substituted. As mentioned in the KE-175 discussion, this catalyst consisted of 2.5 cm "Torvex" followed by 3.8 cm of NGK substrate. Following this catalyst substitution, the maximum speed increased to 79 kph (49 mph) at WOT. Air pump No. 1033, driven at 1:1, was selected based on limited steady-state data. High head temperatures at 64 kph did not allow variation in air injection at that speed. Data from lower speeds showed improved catalyst activity with air addition, so the pump was sized using those data. Steady-state sequence TSS-5 and two FTPs and FETs were run with the modified catalyst, air injection by pump No. 1033, and the carburetion adjusted lean as described earlier. Results of the FTP tests showed lower HC and CO, while the FET results showed a reduction of HC and an increase in CO, indicating that even more air was needed. A decrease in the emission of NO_x during the FET also verifies that a reducing atmosphere was present. WOT (0-80 kph) accelerations could not be completed due to catalyst backpressure and consequent reduced maximum speed, but 0-70 kph averaged 22 sec. Transient test results

Introducción

Existen diferentes formas para referirse a las fuentes fijas; lo más utilizado es fuente puntual o fuente estacionaria (Wark y Warner, 1998). Un inventario de las emisiones de este tipo de instalaciones logra retratar en un momento en el tiempo la contribución de los diferentes sectores industriales, comerciales y de servicios a las emisiones a la atmósfera de diversos contaminantes de interés. Sin embargo, como se verá más adelante, existen diversos tipos de fuentes fijas de acuerdo con su jurisdicción y, además, existen ciertas características que las diferencian de lo que se denomina fuentes de área¹. Los inventarios de emisiones en general son esenciales para la adecuada gestión de la calidad del aire porque:

- Proveen información precisa sobre las emisiones de los diferentes sectores.
- Representan la memoria histórica de los niveles de emisión en ciertas áreas o regiones del país y permiten hacer comparaciones para diferentes periodos.
- Permiten a los diferentes niveles de gobierno y a los tomadores de decisiones contar con información básica para la aplicación efectiva de otras herramientas del proceso de gestión, como los programas de monitoreo de la calidad del aire.
- Contribuyen a la planeación, el diseño y la implementación de las políticas públicas, y dan soporte a la aplicación de medidas específicas de control de contaminación atmosférica.
- Permiten jerarquizar las fuentes de emisión de acuerdo con su contribución.
- Permiten evaluar la efectividad de las medidas de control implementadas en una región de interés.

La elaboración de inventarios de emisiones es una labor que involucra todo un proceso de recopilación y procesamiento, análisis y control de la calidad de la información, además de la elaboración de reportes. Es por ello que el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales elabora guías y manuales diseñados para ser utilizados por las autoridades locales, estatales y federales, así como por la academia, los consultores privados e incluso industriales, para elaborar y actualizar inventarios de emisiones

¹ Conjunto de fuentes fijas, integrado principalmente por establecimientos comerciales y de servicios, que debido a su tamaño, dispersión y cantidad hacen impráctico estimar sus emisiones de manera individual.

Planeación de un inventario de emisiones de fuentes fijas

Una de las etapas más importantes durante la elaboración de un inventario de emisiones es la planeación, ya que en esta se definen los siguientes aspectos: las características técnicas del inventario, los medios y métodos necesarios para llevar a cabo esta tarea (la logística), así como el responsable y el cronograma de actividades. Dentro de las características técnicas del inventario se incluye a su vez una serie de pasos cronológicos que constituyen una ruta útil para el desarrollo de cualquier inventario de emisiones (ver figura 1.2); estos pasos se describen con detalle en este capítulo. El proceso de planeación permite que dichas características sean congruentes con las metas y los objetivos del inventario.



Por ejemplo, el primer Inventario Nacional de Emisiones de México (INECC-SEMARNAT, 2006) incluyó una primera etapa durante la cual se llevó a cabo toda la planeación del proceso para la elaboración del inventario y se generó el "Plan para la preparación del inventario". En este plan se establecieron, entre otras cosas, los objetivos y usos del inventario, la responsabilidad de los participantes del proceso, los límites de confidencialidad y manejo de datos, las principales características del inventario, las metodologías a implementar para la estimación de emisiones, los productos esperados y el plan de aseguramiento y control de la calidad (ERG, 2003). A continuación se describe cada uno de los principales componentes de la etapa de planeación.³

³ Para mayor detalle sobre este aspecto del proceso, se recomienda referirse a la "Guía para la elaboración y usos de inventarios de emisiones".

Figura 1.2 Etapas del proceso de planeación de un inventario de emisiones para fuentes fijas



1.3 Tipos de emisiones en una fuente fija

Las autoridades ambientales requieren tener el mayor grado de detalle posible de la información usada para elaborar un inventario de emisiones de fuentes fijas que sea útil en la toma de decisiones para la prevención y el control de la contaminación. En esta etapa se requiere compilar la información de los diferentes procesos y operaciones unitarias⁴ que existen en las instalaciones o plantas industriales ubicadas en la región de estudio. En el capítulo 3 se describen con detalle las principales fuentes de información, así como el grado de detalle que se requiere para cumplir con el propósito fijado al inicio de la elaboración del inventario.

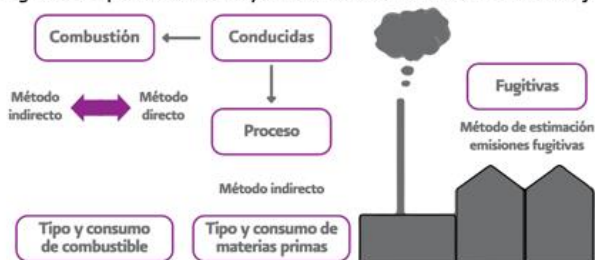
Tipos de emisiones

Al comenzar a compilar la información para elaborar el inventario es importante distinguir entre dos tipos de emisiones: las *conducidas* y las *no conducidas*, pues además de orientar sobre los datos que es posible obtener, esta información sienta las bases para decidir qué método o métodos de estimación resultan más apropiados.

Las emisiones conducidas son aquellas que se descargan a través de ductos o chimeneas, y esta cualidad permite medirlas de manera directa o indirecta en el punto de emisión (ver sección 1.8). Por otra parte, las emisiones no conducidas no pueden medirse directamente, pues suelen asociarse con procesos realizados a cielo abierto o con fugas no deseadas, por lo que deben ser estimadas indirectamente a partir de factores de emisión o de balances de materiales (ver figura 1.3).

⁴ En términos coloquiales, las operaciones unitarias o procesos son cada una de las acciones necesarias para la transformación química o física, o ambas, de materias primas en productos finales.

Figura 1.3 Tipos de emisiones y métodos de estimación en una fuente fija



Fuente: cortesía del Ing. Alberto Cruzado

Procesos con emisiones conducidas

En esta clasificación se incluyen mayormente los *procesos de combustión* debido a que los grandes volúmenes de gases de desecho que se generan regularmente se conducen por ductos, respiraderos o chimeneas. Se consideran procesos de combustión aquellos en los cuales se queman combustibles sólidos, líquidos o gaseosos o mezclas de ellos, y son muy comunes en las instalaciones industriales donde se utilizan principalmente como fuente de energía para alimentar máquinas de combustión interna, calderas u otros procesos y operaciones unitarias. Por ejemplo, los gases de desecho de la combustión de una caldera⁵ que quema combustóleo, en una planta generadora de energía eléctrica, normalmente son conducidos a la atmósfera por chimeneas. Cabe aclarar que dependiendo del giro industrial es posible encontrar otros procesos que no son combustión y que conduzcan sus gases a través de ductos o respiraderos, por lo que es importante evaluar la aplicación de métodos directos o indirectos de estimación de emisiones dependiendo de la información disponible.

Procesos con emisiones no conducidas

Las emisiones no conducidas son básicamente aquellas que se liberan directamente a la atmósfera de aquellos *procesos que no son de combustión* y que están relacionados con los equipos y conexiones que tiene una planta para su operación; por ejemplo, los procesos de secado, trituración, separación, pintado, síntesis de químicos, transporte o almacenamiento de materiales, etc. (Radian, 1997). Por lo tanto, para la estimación de sus emisiones se recurre regularmente a factores de emisiones o balances de masa, basados en los datos de la actividad o en las cantidades de producto final.

También es necesario tomar en cuenta aquellos *procesos auxiliares* que forman parte de la operación de la planta, pero no propiamente del proceso de producción. Por ejemplo, una planta de tratamiento de aguas residuales dentro de una instalación industrial genera emisiones de COV, y estas deberían ser consideradas junto con las emisiones totales de COV de la planta. Sin embargo, es importante decir que este tipo de emisiones se considera fuente de área en aquellos establecimientos cuyo único proceso es el tratamiento de aguas residuales (Radian, 1996).

⁵ Una caldera es por sí misma un proceso de combustión que transforma la energía química del combustible en energía térmica para convertir el agua en vapor, el cual a su vez impulsará a una turbina generadora de electricidad.

Guía metodológica para la estimación de emisiones de fuentes fijas

estudio, normalmente se reportan óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), partículas suspendidas (PM), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV), porque estos contaminantes y los que se forman a partir de ellos tienen impactos en la salud de la población y del ambiente, y por ello al controlar sus emisiones se pueden reducir sus impactos.

Para algunos propósitos específicos, como la modelación fotoquímica de la calidad del aire, puede ser necesario desagregar aún más la especie química de algún contaminante. Por ejemplo, los hidrocarburos que pueden ser expresados en subconjuntos como compuestos orgánicos totales (COT), compuestos orgánicos volátiles (COV), gases orgánicos no metánicos (GONM), hidrocarburos no tetánicos (HCNM), o bien hidrocarburos totales (HCT) (ver INECC-SEMARNAT, 2005).

Así mismo, es aconsejable seguir las recomendaciones de la *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*, que sugiere realizar una lista de verificación de las categorías de las fuentes y a la vez priorizar los contaminantes que serán incluidos en el inventario (ver cuadro 1.2). La información proporcionada por esta guía permite identificar los contaminantes y las especies químicas que son generadas por las diferentes subcategorías de fuentes fijas, así como los contaminantes criterio.

Cuadro 1.2 Principales contaminantes emitidos a la atmósfera por subcategorías de fuentes fijas

^a Solo incluye emisiones relacionadas con procesos; las emisiones de la combustión en fuentes puntuales se incluyen aparte como un proceso con su propia categoría.

Fuente: INE-SEMARNAT, 2005

COT	Compuestos orgánicos totales	CTA	Contaminantes tóxicos del aire	
COV	Compuestos orgánicos volátiles	CO₂	Dióxido de carbono	
CO	Monóxido de carbono	N₂O	Óxido nitroso	
NO_x	Óxidos de nitrógeno	CH₄	Metano	
SO_x	Óxidos de azufre	CFC	Clorofluorocarbonos	
PM	Partículas suspendidas	Contaminantes a considerar para el desarrollo de un inventario de:		
PM₁₀	Partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 micras			Contaminantes criterio
PM_{2.5}	Partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras			Carbón negro (BC, por sus siglas en inglés), considerando solamente el Cele
NH₃	Amoniaco			Contaminantes tóxicos del aire
Cele	Carbón elemental		Gases de efecto invernadero	
Corg	Carbón orgánico			

1.8 Técnicas de estimación

La cuantificación de las emisiones provenientes de fuentes fijas se realiza comúnmente mediante métodos de estimación directos e indirectos. Estos métodos se aplican para los dos tipos de emisiones que se describen en la sección 1.3. Las emisiones que son *conducidas* a la atmósfera por medio de chimeneas o ductos de ventilación son usualmente calculadas con métodos directos o indirectos; usualmente se decide entre ellos dependiendo de la disponibilidad de la información. En el caso de las emisiones *no conducidas*, estas se estiman regularmente utilizando métodos indirectos.

Métodos directos

Estos métodos están basados en estudios de campo para recolectar información. La técnica de mayor uso entre los métodos directos es el muestreo en la fuente; sin embargo, hay que tener en cuenta que este muestreo no es realizado directamente por el desarrollador del inventario. A continuación se describe brevemente el método de muestreo en la fuente; para mayor detalle, referirse al capítulo 4 de esta guía.

- *Muestreo en la fuente.* El muestreo en la fuente es una prueba que se realiza directamente en la fuente de emisión, es decir, en la chimenea o conducto por donde se dirigen los gases contaminantes hacia la atmósfera. Con esta prueba se obtiene la concentración, esto es, la tasa de la masa del contaminante y el volumen de aire que lo transporta. Esta técnica de estimación de emisiones se caracteriza por su precisión y confiabilidad, así como por sus altos costos, ya que se requiere de la aplicación de procedimientos de muestreo estandarizados, equipos de medición específicos y personal calificado.

Métodos indirectos

A diferencia de los métodos directos, estos métodos están basados en información general sobre el comportamiento típico de un proceso o equipo similar al de interés. Las técnicas de mayor uso para emisiones conducidas son los factores de emisión y los cálculos de balance de masa.

- *Factores de emisión.* Los factores de emisión son valores que relacionan la cantidad emitida de un contaminante con la actividad del equipo asociada con dicha emisión. Estos factores se expresan normalmente como un cociente entre la masa del contaminante emitido y el peso, volumen, distancia o duración de la actividad que provoca la emisión; por ejemplo, kilogramos de partículas

Figura 2.1 Método general para distinguir las fuentes fijas de las fuentes de área



Fuente: Elaboración propia, INE-SEMARNAT.

de área. Sin embargo, esta imprecisión puede solucionarse mediante el uso de elementos y herramientas básicas que orienten la elaboración del inventario y delimiten claramente lo que se considerará fuente fija y lo que se considerará fuente de área.

No es posible establecer un listado que delimite las fuentes fijas, pues cada inventario tiene necesidades específicas y objetivos particulares diferentes; sin embargo, una buena solución es identi-

ficarlas según su declaración de emisiones. Esto es, todas aquellas fuentes fijas que declaren sus emisiones mediante una cedula de operación anual (COA) se integran como fuente fija, y las que no, se integran como parte de las fuentes de área. Un ejemplo de esto es la subcategoría "combustión en sector industrial, comercial, doméstico y agrícola", que incluye toda la combustión que no es declarada bajo formato COA.

A continuación se presenta una propuesta del método general para distinguir entre las fuentes fijas y las fuentes de área a partir de ciertos criterios que se pueden aplicar de manera general a todos los inventarios de emisiones de fuentes fijas.

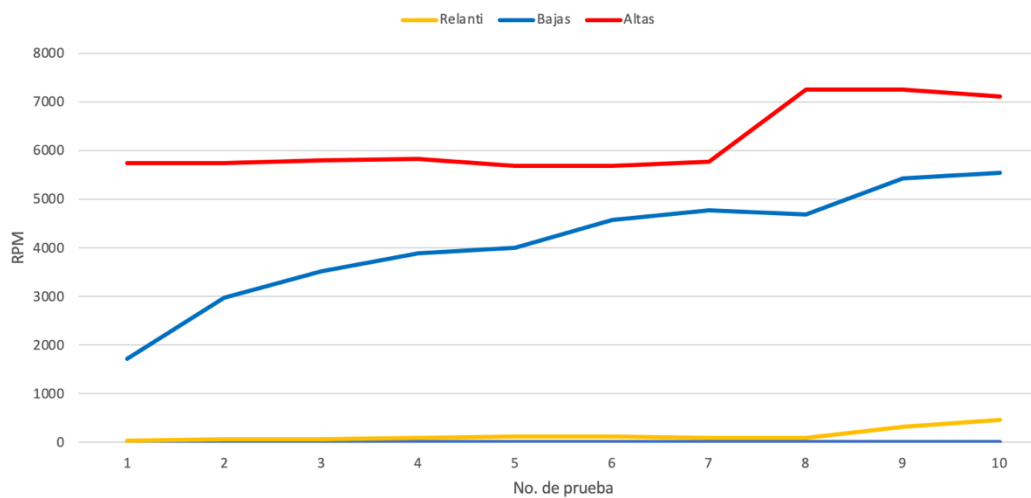
El método mostrado en la figura 2.1 consta de cuatro pasos. En cada paso es necesario hacer ciertas consideraciones y se requiere de ciertos insumos que permitan tomar la decisión sobre la categorización de las fuentes, como se explica a continuación.

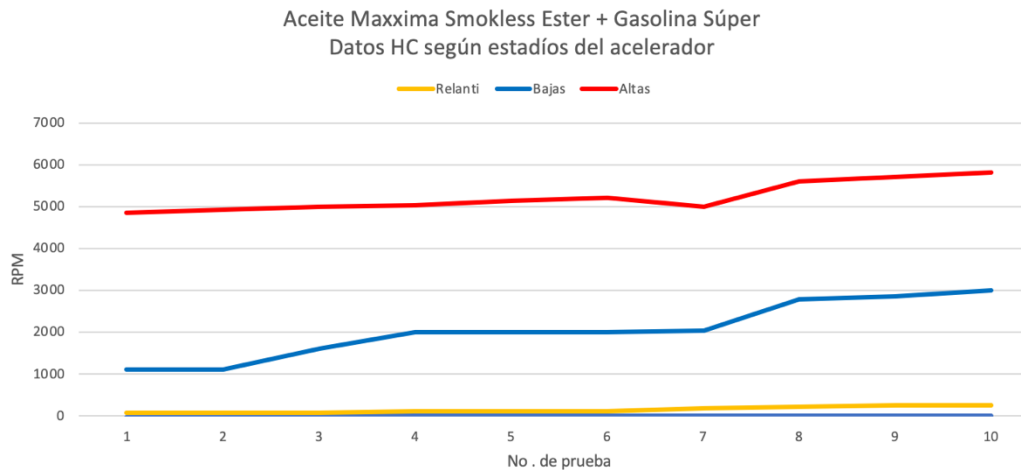
Marco legal aplicable

Como parte del paso 1, se recomienda revisar el marco legal aplicable; es decir, tener en cuenta las definiciones de fuente fija descritas en las leyes, los reglamentos y las normas vigentes y aplicables a la zona de estudio tanto de carácter federal como estatal y local (ver anexo 1). Se sugiere revisar las definiciones de fuentes fijas que se encuentran dentro de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) así como las leyes estatales ambientales correspondientes. Así, el Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la

H	I	J	K	L	M
Bajas RPM	CO	CO2	HC	O2	Nox
2000	2,6	5	1737	20,55	3,815
2000	2,99	5,4	2991	15,64	1,766
2000	3,02	5,7	3508	13,93	1,583
2000	3,02	5,7	3899	13,22	1,501
3000	1,98	5,9	3997	13,05	1,489
3000	1,73	6,2	4564	11,34	1,453
3000	1,85	6,6	4786	10,5	1,421
4000	2,34	6,5	4699	10,13	1,367
4000	2,4	6,6	5420	9,98	1,242
4000	2,37	6,7	5550	9,95	1,239
Correlation Coefficients					
Pearson		-0,96333399			
Spearman		-0,98333333			
Kendall		-0,94444444			
Pearson's coeff (t test)			Pearson's coeff (Fisher)		
Alpha		0,05	Hyp rho		0
Tails		2	Alpha		0,05
			Tails		2
corr		-0,96333399	corr		-0,96333399
std err		0,1014098	std err		0,35355339
t		-9,49941736	z		-4,87515707
p-value		2,9983E-05	p-value		1,0872E-06
lower		-1,20313005	lower		-0,99248961
upper		-0,72353792			

Aceite Motul + combustible Extra
Datos HC según estadios del acelerador





Clasificaciones JASO MA y JASO MB. Clasificación de aceite de motor JASO Motores diésel de turismos con filtro de partículas

Para motores de dos tiempos se utiliza la siguiente composición: 85-98% del aceite base, el resto son diversos aditivos que, como los aceites de motor para motores de cuatro tiempos, confieren a los aceites las características antes mencionadas. En principio, todos los aceites base son adecuados, desde las cepas brillantes, los tipos neutros selectivos hasta las polialfaolefinas totalmente sintéticas. Dado que la mayoría de los aceites utilizados en motores de dos tiempos no necesitan un rendimiento a bajas temperaturas, a menudo se utilizan materiales brillantes para lograr la viscosidad deseada. Los aceites de dos tiempos de alta calidad, además de los tipos de hidrocarburos, a menudo contienen varios ésteres sintéticos, especialmente en el caso de los aceites biodegradables que se han desarrollado especialmente para motores fueraborda marinos.

Los aditivos de aceite para motores de dos tiempos se seleccionan de acuerdo con los requisitos de conducción. Al igual que los aceites para cuatro tiempos, los aceites para dos tiempos contienen aditivos antidesgaste que interactúan químicamente con las superficies metálicas para proteger contra el desgaste, especialmente en condiciones de fricción límite. Junto con los dialquilditiofosfatos de zinc utilizados tradicionalmente, se utilizan aditivos sin cenizas tales como ésteres de ácido ditiofosfórico, ésteres de alquilo y arilo o ácidos fosfóricos.

Para eliminar la formación de depósitos en la cámara de combustión y alrededor de los segmentos del pistón y para mantener la limpieza del motor, se introducen en el aceite aditivos detergentes y dispersantes (sistemas DD). A menudo se utilizan compuestos fenólicos y / o compuestos de metales alcalinotérreos o sulfonatos alcalinos. Los agentes dispersantes son a menudo compuestos de alto peso molecular capaces de atrapar y mantener los contaminantes en suspensión. Ejemplos de este tipo de sustancias son las polibutilen succinimidas, cuyas propiedades son el resultado de la unión química de la succinimida polar con polibutilenos solubles en aceite.

Además, los aceites de motor de dos tiempos contienen, además de aditivos antidesgaste y DD, pequeñas cantidades de antioxidantes, inhibidores de corrosión, aditivos antiespuma y mejoradores de flujo.

Los aceites de bajo humo para motores de dos tiempos contienen una cantidad significativa de polibutilenos (del 10 al 50%). Estos son fluidos totalmente sintéticos con varios grados de viscosidad. En comparación con los aceites minerales, estos fluidos, además de buenas propiedades lubricantes, también proporcionan una combustión mucho más limpia y un grado significativamente menor de formación de coque.

Los aceites de motor de dos tiempos se clasifican en grupos funcionales que proporcionan información sobre las aplicaciones adecuadas. La base de todos los sistemas de clasificación que se enumeran a continuación es una serie de métodos de prueba funcionales y de laboratorio, especialmente las pruebas recientes (de banco) realizadas en los últimos modelos de motores de dos tiempos.

Clasificación API

API actualmente clasifica los aceites de motor de dos tiempos en 4 categorías según la potencia del motor, que van desde cortadoras de césped de baja potencia hasta motocicletas de alta potencia y rendimiento. Las pruebas de motor ya no se llevan a cabo, por lo que los motores de prueba especiales ya no están disponibles comercialmente. En el futuro, se planea reemplazar los grupos API con clasificaciones JASO japonesas e ISO globales. Todavía hay varios aceites en el mercado con clasificación API, ya que este sistema estaba muy extendido en el pasado.

Clase	Descripción
API TA	Aceites de motor para motores de dos tiempos de pequeños ciclomotores, cortadoras de césped y otros equipos similares.
API TB	Aceites de motor para motores de motocicletas de dos tiempos de baja potencia.
API TC	Aceites de motor para motores terrestres de dos tiempos. Estos aceites de motor se pueden utilizar en los casos en que el fabricante del motor requiera que el aceite cumpla con las clases API TA o API TB.
API TD	Aceites de motor especialmente formulados para motores fueraborda de dos tiempos

Clasificación JASO

JASO (Organización de Normas Automotrices de Japón), que incluye a todos los fabricantes de automóviles más grandes de Japón, clasifica los aceites de dos tiempos en 4 grupos: FA, FB, FC y FD. Las cuatro categorías de aceite se prueban en el mismo motor de prueba y se asignan a la categoría de calidad correspondiente de acuerdo con valores de umbral predeterminados. Los resultados de las pruebas se determinan y publican contra un aceite de referencia de alto rendimiento JATRE 1. Los principales criterios de evaluación son las propiedades lubricantes y detergencia del aceite, así como su tendencia a humear y acumular depósitos en el sistema de escape. La primera especificación de aceite con bajo contenido de humo se desarrolló siguiendo la aplicación del estándar JASO FC.

Clase	Descripción
JASO FA	Para motores de dos tiempos de motocicletas y otras máquinas (los aceites están previstos para su uso en países en desarrollo).
JASO FB	Para motores de dos tiempos de motocicletas y otras máquinas (requisitos mínimos para su uso en Japón).
JASO FC	Para motores de dos tiempos de motocicletas y otros automóviles, aceite de motor sin humo (aceite base para usar en Japón).
JASO FD	Para motores de dos tiempos de motocicletas y otros vehículos, un aceite de motor sin humo con características mejoradas de limpieza del motor en comparación con FC (requisitos de aceite de 2 tiempos más altos en Japón).

Clasificación ISO

A mediados de la década de los 90, cuando los aceites JATRE 1 se probaron mediante métodos de prueba de motores europeos, quedó claro que JASO FC ya no podía cumplir con los requisitos de los motores europeos de dos tiempos. En Europa, se han desarrollado una serie de pruebas a largo plazo para cumplir con todos los requisitos. Además de las pruebas de humo, depósitos de escape, lubricidad y lavado JASO, se agregó una prueba Honda Dio de 3 horas para determinar la mejora en la limpieza del pistón y el efecto de lavado. Para todas las pruebas se utilizó JATRE 1. Estas nuevas instrucciones fueron desarrolladas por grupos de trabajo de la CEC con la participación de fabricantes europeos de motores y lubricantes.

Actualmente, la Organización Internacional de Normalización (ISO) clasifica los aceites de motor de dos tiempos en tres categorías: ISO-L-EGB, -EGC, -EGD. La cuarta categoría (-EGE) se está desarrollando junto con uno de los representantes europeos más fuertes.

Las categorías ISO-L-EGB y -EGC reflejan los requisitos de las categorías FB y FC de JASO y necesitan una prueba adicional de la limpieza del pistón. ISO-L-EGC y -EGD necesitan una prueba de humo baja similar a JASO FC. La tabla muestra todos los criterios para evaluar los resultados de las pruebas motoras.

Criterios de evaluación	ISO-L-EGB (incluido JASO FB)	ISO-L-EGC (incluido JASO FC)	ISO-L-EGD
Propiedades lubricantes	>95	>95	>95
Ahumado	>45	>85,2	>85
Depósitos en el sistema de escape	>45	>90	>90
Efecto de lavado	> 85 (prueba de 1 h)	> 95 (prueba de 1 h)	> 125 (prueba de 3 h)

Haojue
SUZUKI AX100

MANUAL DEL PROPIETARIO

OWNER'S MANUAL

DACHANGJIANG GROUP CO., LTD.

AX100

MANUAL DEL PROPIETARIO

Este manual debe ser considerado parte de la motocicleta y deberá permanecer con la misma cuando se la venda o transfiera a un nuevo dueño o conductor. El manual contiene importante información de seguridad e instrucciones que deberán ser leídas en detalle antes de utilizar la motocicleta.

SPANISH

OBSERVACIONES

Conocimientos acerca del rodaje de la moto

Los primeros 1000 kilómetros de la marcha ocupan un importantísimo lugar en toda la vida de la moto. Durante este tiempo, si usted puede conseguir un correcto rodaje, no sólo podrá alargar su vida, sino también aprovechar al máximo las ventajas de la moto nueva. Como los componentes de Haojue son fabricados con materiales de excelente calidad y su elaboración es finísima, el rodaje asienta aún más las piezas, de modo que todas ellas trabajen acoplándose entre sí suavemente.

El rodaje concienzudo y paciente contribuirán a la estable marcha y excelente desenvolvimiento de la máquina. Cuidado: nunca se debe abusar de las operaciones que puedan calentar demasiado a los componentes.

Respecto a las maneras de un correcto rodaje, consulte el capítulo de **RODAJE**.

INTRODUCCION

Le agradecemos la opción por nuestra moto Haojue SUZUKI AX100. En esta serie hemos diseñado, probado y fabricado para usted el presente modelo utilizando la más moderna tecnología. La posesión de una moto como ésta le traerá grandes facilidades en la vida. Antes de manejar la moto, debe usted conocer bien los diversos reglamentos y requisitos formulados en el presente folleto.

En este manual le vamos a hablar de los conocimientos básicos de mantenimiento y reparación. Siempre que usted siga las instrucciones, su moto será sin duda duradera y resistente y sin averías. Las entidades distribuidoras de Haojue SUZUKI cuentan con técnicos bien formados, dispuestos en cualquier momento a prestarle los servicios de revisión y reparación con herramientas y equipos completos.

Todos los datos, dibujos, fotos y parámetros aparecidos en el presente son recogidos según los nuevos productos a la hora de imprimir el folleto. Como éstos se van mejorando sin cesar y debido a las posibles modificaciones, puede ser que su moto adquirida sea algo diferente de lo que dice el manual. Las entidades distribuidoras de Haojue SUZUKI siempre están dispuestas a ofrecerle ayudas y consultas.

Esta moto se ha fabricado según las normas "Q/DJ01.01-1997 Serie de Motocicletas Haojue SUZUKI".

ADVERTENCIA SERIA Expresión usada en los casos peligrosos para la salud del conductor. Ignorarlo puede provocar heridas.

CUIDADO Término aplicado a los casos en los que se debe cuidar con los manejos a fin de evitar daños a la máquina.

ATENCION Palabra destinada a los detalles de mantenimiento o para enfatizar o aclarar con más detalle las descripciones concernientes.

INDICE

LO QUE DEBE SABER EL USUARIO	2
PUNTOS DE SEGURIDAD EN LA CONDUCCIÓN	2
DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES	3
OPERACIÓN	4
SOBRE EL COMBUSTIBLE Y ACEITE	8
RODAJE DE LA MÁQUINA NUEVA	8
REVISIÓN ANTES DE CONDUCIR	9
CLAVES DE LA CONDUCCIÓN	9
EXAMEN Y MANTENIMIENTO	11
AVERÍAS Y REPARACIÓN	20
SOBRE LA BATERÍA	21
PROTECCION Y MANTENIMIENTO DEL SILENCIADOR	22
TABLA DE ESPECIFICACIONES	23

1

LO QUE DEBE SABER EL USUARIO

En el diseño y la fabricación de la moto, ya hemos considerado plenamente los diversos factores intentando que sea estable y cómoda en la marcha y fácil de manejar, con objeto de traerle más seguridad y confort.

Cuando usted necesite instalar accesorios en la moto, es necesario tener en cuenta dichos factores. Por este motivo hemos establecido unas normas generales para su consulta.

1. Al instalar los accesorios extras, hay que tratar de montarlos en sitios inferiores y cercanos a la gravedad de la moto y dejarlos estrechamente pegados a ella. Si se trata de portamaletas y sus piezas adicionales, debe usted montarlos cuidadosamente y asegurarse de que no estorben el amortiguador trasero, a fin de evitar daños a éste. Si están mal instalados se desplazará la gravedad y será peligroso.
2. Revise su distancia y ángulo con el suelo. El montaje incorrecto disminuirá posiblemente el coeficiente de esos dos factores de seguridad. Hay que tener cuidado de que los accesorios agregados no estorben los movimientos de operación tales como la parada, el cambio de dirección, etc.
3. Los accesorios montados en el manillar y la horquilla pueden provocar graves desequilibrios. El peso extra en la parte delantera le estorbará en el cambio de dirección y al mismo tiempo puede provocar temblores en la rueda delantera y, como consecuencia, la moto marchará con inestabilidad. Si es necesario instalar accesorios en el manillar o en la horquilla delantera, hay que procurar aligerar al mínimo su peso.
4. El parabrisas, respaldo, bolso del asiento, maleta, etc. son accesorios que traen resistencia del aire al avance y causan inestabilidad a la marcha, sobre todo cuando el viento proviene del lado o cuando se cruza con automóviles de gran tamaño. La mala instalación y el uso de accesorios mal diseñados afectarán la seguridad de la marcha. Por lo tanto, se debe prestar especial atención en la selección e instalación de los accesorios.

5. Algunos accesorios pueden apartar al conductor de su asiento normal, lo cual no sólo lo limita en sus movimientos sino que también reduce su capacidad de operar.

6. Los accesorios eléctricos extras pueden provocar sobrecargas en el sistema eléctrico original, y las sobrecargas serias son capaces de estropear los cables y causar peligros al interrumpir la electricidad durante la marcha.

Si hace falta montar accesorios, procure ponerlos en sitios más bajos y pegados a la moto. Claro también hay que mantener la debida distancia con el suelo, mantener el equilibrio de ambos lados y dejarlo todo fijo y estable.

PUNTOS DE SEGURIDAD EN LA CONDUCCIÓN

Conducir la moto resulta muy interesante, pero para que ésta le preste servicios seguros y por su propia seguridad, observe las siguientes recomendaciones:

-LLEVAR EL CASCO DE MOTOCICLISTA

El casco es imprescindible para la seguridad en la marcha.

Siempre se debe conducir con el casco puesto, que es importantísimo.

-USAR VESTIDO DE MOTOCICLISTA

Ir de vestido flojo o extraordinario le será incómodo e inseguro durante la marcha. Así que procure ir de uniforme ajustado y de buena calidad.

-REVISION ANTES DE CONDUCIR

Lea detenidamente **REVISION ANTES DE CONDUCIR**, que es muy importante, no lo olvide. La observación de las estipulaciones le garantizará la seguridad.

-CONOCER BIEN SU MOTO

La técnica de manejo y los conocimientos sobre la mecánica son requisitos fundamentales para una marcha segura. Maneje la moto primero en lugares de poca circulación hasta que conozca perfectamente sus características mecánicas y la operación. ¡Recuérdelo! La práctica hace al maestro.

-CONOCER SU PROPIA CAPACIDAD

Conduca la moto siempre dentro del límite de su propia

2

habilidad y no cometer ninguna operación forzada, lo cual le evitará accidentes.

-TENER MUCHO CUIDADO EN LOS DIAS LLUVIOSOS

Preste mucha atención en los días lluviosos. Recuerde que la distancia que se debe mantener es el doble de los días despejados. Tenga mucho cuidado con las marcas pintadas en el camino, las tapas de los pozos y las manchas de aceite, a fin de evitar un resbalón. Hay que conducir con mucho cuidado al cruzar un paso a nivel, una barrera o un puente. Es preferible reducir la velocidad en caso de no conocer bien las condiciones del camino.

MODIFICACION

La modificación o desmontaje caprichosos de la moto puede traer inseguridad en la marcha y además, es ilegal. El usuario deberá observar los reglamentos estipulados por las autoridades sobre el uso de los automóviles.

UBICACION DE LOS NUMEROS

Los números del bastidor y del motor sirven para el registro, los cuales le facilitarán hacer algún encargo o pedir ayuda especial a su entidad distribuidora.



1. Número del bastidor 2. Marca del producto 3. Número del motor

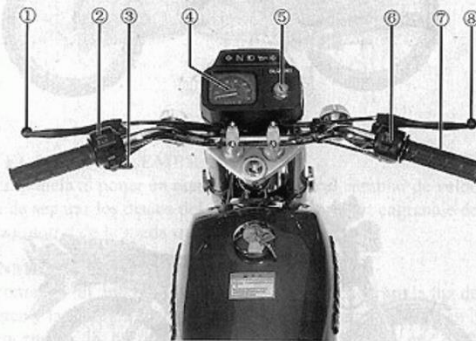
El número del bastidor está marcado en el cuadro tubular delantero. La marca del producto se ha remachado en el mismo tubo. Y el número del motor está impreso en la parte izquierda de la caja del cigüeñal.

Ponga por favor los números aquí para facilitar la consulta.

Número del bastidor: _____

Número del motor: _____

DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES



- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| (1) nivelador del embrague | (5) interruptor principal |
| (2) interruptores del puño izquierdo | (6) interruptores del puño derecho |
| (3) nivelador del estrangulador | (7) mango control del acelerador |
| (4) tablero de medidores | (8) palanca del freno delantero |



ES

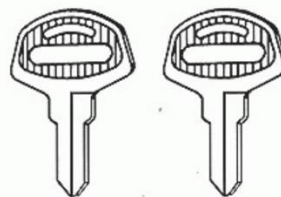


- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| (9) pedal de arranque por reacción | (12) palanca de cambio de velocidades |
| (10) pedal del freno trasero | (13) descansador principal |
| (11) válvula de combustible | (14) descansador lateral |

OPERACION

LLAVE

La moto cuenta con dos llaves. Guarde bien una de ellas como reserva.



INTERRUPTOR PRINCIPAL



- | |
|--|
| (1) "OFF" (APAGADO) -Circuito cortado. |
| (2) "C" - Luz para la revisión del nivel del aceite. |
| (3) "•" Punto rojo - viaje de día. |
| (4) "••" Punto rojo - viaje de noche. Siempre que el motor está funcionando, las luces delantera y trasera se mantendrán encendidas. |

TABLERO DE MEDIDORES



VELOCIMETRO(1)

Sirve para indicar la velocidad de la moto en kilómetros por hora.

CUENTAKILOMETROS (2)

Sirve para contar y registrar los kilómetros recorridos desde el comienzo hasta ahora.

LAMPARA INDICADORA DE CAMBIO DE DIRECCION(3)

Al dar la señal de girar a la izquierda o a la derecha, la luz amarilla del tablero empezará a parpadear.

LAMPARA INDICADORA DE LA VELOCIDAD NEUTRAL(4)

La luz verde se encenderá cuando la palanca está en la velocidad neutral.

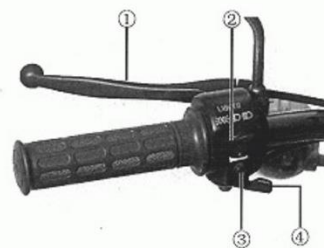
LAMPARA INDICADORA DE LA LUZ DE ALTO ALCANCE(5)

Dicha lámpara de luz azul se encenderá cuando está en uso la luz de alto alcance.

LAMPARA INDICADORA DEL NIVEL DE ACEITE(6)

Dicha luz se encenderá si escasea de aceite. Hay que rellenar en ese caso.

PUÑO IZQUIERDO


ES

NIVELADOR DEL EMBRAGUE (1)

Empúñela al poner en marcha el motor o al cambiar de velocidad, a fin de separar los discos del embrague y cortar el engranaje de la fuerza motriz de la rueda trasera.

CONMUTADOR DE LUCES (2)

Poniendo el interruptor en "D", se encenderán la luz de alto alcance y la lámpara indicadora del tablero. Conmutándolo en "L", se encenderá la luz de bajo alcance. Cuando está en "OFF", se encenderá la luz de ubicación.

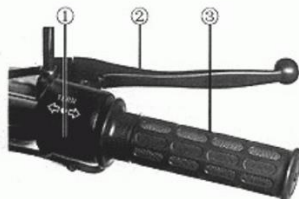
PULSADOR DE LA BOCINA (3)

Pulsándolo, sonará la bocina.

NIVELADOR DEL ESTRANGULADOR (4)

Si el motor está frío, póngalo en la posición izquierda y pise con fuerza el pedal para arrancarlo. Una vez arrancado, hacerlo regresar a su posición inicial. No hace falta usar dicho sistema para arrancar si el motor está caliente.

PUÑO DERECHO


ES

INTERRUPTOR DE LAS LUCES DIRECCIONALES (1)

Al ponerlo en "L", parpadeará la luz de vuelta a la izquierda, y colocándolo en "R", parpadeará la luz de vuelta a la derecha y al mismo tiempo, parpadeará también la luz indicadora en el tablero.

ADVERTENCIA SERIA:

Hay que acostumbrarse a dar la señal correspondiente antes de doblar o cambiar de carril. Una vez terminado esto, hay que apagar la luz direccional.

PALANCA DEL FRENO DELANTERO (2)

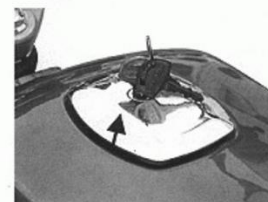
Al empuñarla se frenará la rueda delantera.

MANGO CONTROL DEL ACELERADOR(3)

Sirve para controlar la velocidad del motor. Girándolo hacia dentro se acelerará, y girándolo hacia fuera se disminuirá la velocidad.

TAPA DEL DEPOSITO DE GASOLINA

Para quitar la tapa, meta la llave en el agujero, gírela 90° en dirección de las manecillas hasta el tope, y saque la tapa junto con la llave. Para poner la tapa, hágalo con la llave metida en la tapa y con la flecha dirigida hacia delante, déjela sentar en la boca, oprímela hasta oír un "clac" y finalmente, saque la llave.



ADVERTENCIA SERIA:

No hay que llenarlo excesivamente para que no derrame gasolina en el motor que está muy caliente. El nivel de gasolina no debe sobrepasar la parte inferior de la boca. Si no, se expandirá el combustible con el calor y rebosará.

ADVERTENCIA SERIA:

A la hora de rellenar, hay que apagar el motor girando la llave hasta la posición OFF. Cuidado de no aproximarse a humos y fuegos.

Atención:

Cuando se limpia la moto, no hay que lavar la tapa del tanque con el agua de alta presión, a fin de evitar que ella penetre en el tanque.

VALVULA DE COMBUSTIBLE

En esta moto hay una válvula manual de combustible con tres posiciones:



ON
(Abierto)



RES
(Reserva)



OFF
(Cerrado)

CUIDADO:

Hay que cerrarlo cuando el motor está apagado. Si no, puede provocar derrame de gasolina, y si ésta penetra en el motor, causará averías o graves daños mecánicos al motor.

Atención:

Cada vez que lo ponga en la posición RES, trate de rellenar en la gasolinera más cercana. Después de llenado el tanque, coloque el interruptor en la posición de Abierto.

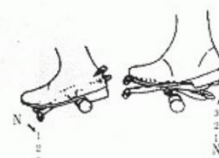
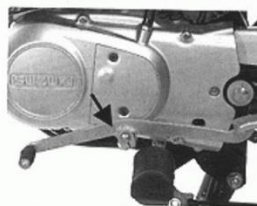
PEDAL DE ARRANQUE POR REACCION

Esta moto dispone de un pedal de arranque al lado derecho del motor. Como se trata de un mecanismo de arranque por pedal de reacción, le permite arrancar el motor al empuñar el nivelador del embrague, haciendo caso omiso de la posición de la palanca de velocidad.

**ADVERTENCIA SERIA:**

Una vez arrancado el motor, hace falta revisar si el pedal de arranque ha regresado a su posición original.

ES

PEDAL DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Esta moto dispone de un conmutador de 4 velocidades, formado por ruedas dentadas. Se opera como indica el dibujo. La palanca de cambio se une con el mecanismo dentado del conmutador. Una vez escogida determinada velocidad, la palanca vuelve a su posición original, dispuesta al siguiente cambio. Pisando la parte delantera, entrará en la velocidad 0, 1, 2, 3 y 4 sucesivamente. Y pisando la parte trasera, el orden será velocidad 4, 3, 2, 1 y 0 respectivamente. Con cada cambio de escala, se pasará a la velocidad siguiente. No se permite aumentar o disminuir a la vez dos escalas.

7

CUIDADO:

Cuando está en la velocidad neutral y la luz indicadora se pone verde, es preferible aflojar despacio el nivelador del embrague para asegurarse de que está realmente en dicha posición.

Antes de pasarla a una escala inferior hay que disminuir la velocidad y antes de ponerla en una escala de poca velocidad hace falta aumentar de vueltas al motor. De esta manera pueden evitarse los desgastes innecesarios de las piezas de la transmisión y de la llanta trasera.

PEDAL DE FRENO TRASERO

Pisándolo, se frenará la rueda trasera. Durante dicha operación la luz de freno se encenderá.

**CERRADURA DEL MANILLAR**

Gire el manillar hacia la izquierda antes de bloquearlo, luego meta la llave del encendido en la cerradura girándola en sentido de las manecillas hasta el tope y saque la llave. No olvide de usarlo como un medio antirrobo al dejar la moto en algún sitio.

**ADVERTENCIA SERIA:**

No empuje la moto cuando el manillar está bloqueado. Si no, se perderá el equilibrio.

SOBRE EL COMBUSTIBLE Y ACEITE COMBUSTIBLE

Es mejor usar la gasolina sin plomo o de poco plomo, el cual puede alargar la vida de la bujía.

Se debe usar la gasolina de octano 90 o superior.

ACEITE DEL MOTOR

Emplee por favor el aceite especialmente fabricado para el motor de dos tiempos Haojue SUZUKI, que se puede conseguir en cualquier tienda indicada por la compañía. También se puede usar el aceite 2T de ESSO POWER (del grado API TC/JASO FB).

ACEITE DE LA CAJA DEL CIGÜEÑAL

Emplee por favor el aceite especialmente fabricado para el motor de cuatro tiempos SUZUKI, que se puede conseguir en cualquier tienda indicada por la compañía. También se puede usar el aceite 4T (de ESSO POWER) (del grado API SG, cuya viscosidad es de SAE 20W-40). En caso de no poder adquirir el aceite señalado, puede usted usar los siguientes productos equivalentes del grado API SG, cuya viscosidad es de SAE 20W-40, o conectarse con el centro de servicio por teléfono.

RODAJE DE LA MÁQUINA NUEVA

En el prólogo ya hemos dicho que un correcto rodaje de la máquina nueva puede alargar su vida y al mismo tiempo puede poner en pleno juego sus características. He aquí la lista de un correcto rodaje.

VELOCIDAD DURANTE LA MARCHA

Velocidad máxima de la moto durante la etapa del rodaje.

Los primeros 160 kilómetros	35 kilómetros/hora para abajo
De 160 a 800 kilómetros	45 kilómetros/hora para abajo
De 800 a 1600 kilómetros	55 kilómetros/hora para abajo

8

CAMBIOS DE LA VELOCIDAD DEL MOTOR

Hace falta cambiar la velocidad del motor con frecuencia y no se debe dejar que el motor marche largamente a una misma velocidad. Esto sirve para que todas las piezas tengan una carga equilibrada ante las presiones y se enfrien cuando éstas se disminuyan, de modo que se encajen perfectamente por medio de fricciones. Durante este período se puede acelerar de una manera conveniente a fin de que cooperen entre sí. Sin embargo, no deberá sobrepasar las máximas revoluciones permitidas.

EVITAR QUE EL MOTOR MARCHE A BAJA VELOCIDAD

La marcha del motor a baja velocidad hace que las piezas sean más pulidas pero sin cooperación satisfactoria. Es preferible usar las diversas velocidades acelerando el motor, siempre que éste no sobrepase al límite recomendado. Claro, durante los primeros 1.600 kilómetros, no se debe usar al máximo el acelerador.

CIRCULACION DEL ACEITE ANTES DE LA MARCHA

Una vez arrancado el motor, no importa si estaba caliente o frío, se debe dar, antes de la marcha, cierto tiempo a éste para que gire al ralentí lo suficientemente a fin de que el aceite llegue a todas las partes necesarias.

LA PRIMERA REVISION DE RIGOR

La reparación después de haber recorrido los primeros 1.000 kilómetros constituye el trabajo más importante. Durante el rodaje, todas las piezas del motor ya se encajan debidamente. En esta revisión hace falta reajustar todas las piezas, volver a atornillar las partes fijas y cambiar el aceite contaminado por las partículas. El fiel cumplimiento de la revisión después de los primeros 1.000 kilómetros permitirá que la motocicleta funcione estupidamente y además alargará su vida.

CUIDADO:

Se debe hacer dicha reparación según indica el capítulo EXAMEN Y MANTENIMIENTO. Y hay que prestar especial atención a lo que dice ADVERTENCIA SERIA Y CUIDADO en dicho capítulo.

REVISION ANTES DE CONDUCIR

Antes de conducir, usted tiene que revisar los siguientes puntos, que son importantísimos. Nunca debe descuidarlos. Es necesario cumplir todas las revisiones y reparaciones antes de la marcha.

PARTES A REVISAR	PUNTOS IMPORTANTES
Manillar	1) Estable y Fácil de girar 2) Sin espacio libre y sin flojedad
Freno	1) Con un correcto espacio libre en la palanca y el pedal 2) Sin sensación de "esponja" en el freno
Llantas	1) Con una correcta presión de aire 2) Con una perfecta superficie 3) Sin agrietamiento ni raspaduras
Cantidad de combustible	Con suficiente cantidad de combustible para el viaje
Luces	Probar todas las luces: luces de alto alcance, luces traseras, luces del freno, del tablero y de cambio de dirección.
Lámparas indicadoras	La de la luz de alto alcance, de la velocidad neutral y del cambio de dirección
Bocina	Asegúrese de que funcionan normalmente
Aceite del motor	Con un correcto nivel de aceite
Acelerador	1) Con un adecuado espacio libre en la varilla del freno 2) Con aceleración fácil y cierre rápido
Embrague	1) Con un adecuado espacio libre en la varilla 2) Operación normal
Cadena	1) Ni justa ni floja 2) Con suficiente lubricación

ES

CLAVES DE LA CONDUCCION

ADVERTENCIA SERIA:

- Si es la primera vez que maneja este tipo de moto, le recomendamos practicarla un poco en algún lugar sin circulación, hasta conocer bien las maneras de control y operación.

9

ES

- Es peligroso conducir con una sola mano. Deberá asir bien el manillar con ambas manos y poner los pies en los pedales. No vaya en ningún caso sin mano.
- Cuando está doblando, no debe cambiar de velocidad ni frenar con fuerza y antes de doblar, hay que dejar que la moto marche a una velocidad lenta y segura.
- Marchando por los caminos mojados y deslizadizos, su capacidad de frenar y doblar se reducirá debido a la poca fricción de las ruedas. En tales casos debe usted disminuir primero la velocidad.
- A la salida de los túneles o al pasar por los valles o cuando le sobrepasa desde atrás un camión de gran tamaño, suele atacarle un viento transversal. Razón por la cual es necesario conducir con calma y disminuir la velocidad.
- Hay que observar los reglamentos de tráfico y limitar la velocidad.

ARRANQUE DEL MOTOR

Asegúrese de que la válvula de combustible está en la posición de Abierto. Meta la llave en el agujero del interruptor principal y gírela en dirección de las manecillas hasta "ON". Si la palanca se encuentra en la velocidad neutral, se encenderá la correspondiente lámpara indicadora del tablero.

ADVERTENCIA SERIA:

Acostúmbrase a arrancar con la palanca puesta en la velocidad neutral y con la mano empuñando el nivelador del embrague, a fin de evitar saltos repentinos.

CUANDO EL MOTOR ESTA FRIO

Gire el nivelador del estrangulador en dirección de la flecha hasta el tope, pise con fuerza el pedal de arranque para arrancar el motor. Una vez encendido, ponga el nivelador en la posición Centro y deje al motor precalentarse lo suficientemente. Y finalmente regrésela a su posición inicial mientras el motor funciona establemente y se precalienta lo suficientemente.

CUANDO EL MOTOR ESTA CALIENTE 1/4-1/8

Gire el mango del acelerador de un octavo a un cuarto de vuelta y pise rápidamente el pedal de arranque. Si el motor está caliente, normalmente no hace falta usar el sistema del estrangulador.



ADVERTENCIA SERIA:

No se puede arrancar en un cuarto mal ventilado o sin aparatos de ventilación ya que el óxido carbónico es dañino para su salud. No deberá alejarse de la moto dejándola marchar en vacío.

CUIDADO:

Cuando la moto está parada, no hay que dejar el motor girar en vacío durante mucho tiempo, porque esto puede dañar las piezas del motor a causa del excesivo calor.

MARCHA

Empuñe bien el nivelador del embrague, manténgalo un ratito, pise la parte delantera de la palanca para que entre en la velocidad 1, gire el mango control del acelerador hacia dentro y al mismo tiempo afloje poquito a poco la palanca del embrague. Cuando los discos de éste se unan, la moto avanzará.

Para usar la siguiente velocidad mayor, acelere primero, y luego afloje un poco el acelerador empuñando la palanca del embrague, y en seguida pase la palanca de velocidad a la siguiente escala, afloje la palanca del embrague y acelere.

ADVERTENCIA SERIA:

Antes de la puesta en marcha, hay que retirar el soporte lateral para que vuelva a su posición más alta y no hay que dejarlo vacilar en el aire.

10

USO DEL DISPOSITIVO DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Este dispositivo puede hacer que el motor marche con estabilidad a una velocidad normal. Las relaciones de cambio de velocidad han sido seleccionadas según las características del motor. El conductor debe usar la velocidad adecuada según las condiciones del camino. No se permite controlar la velocidad con el motor desembragado, que es peligroso.

SUBIENDO UNA CUESTA

Al subir una cuesta muy pronunciada, a la moto le resultará disminuida la velocidad o sin suficiente fuerza motriz. En esta circunstancia, se debe usar la velocidad más baja para que el motor pueda trabajar en el ámbito de su potencia normal. El cambio de velocidad en este caso debe ser muy rápido a fin de que no pierda su impulso.

Al bajar una cuesta hay que usar una velocidad menor.

Atención:

No deje que el motor gire a una velocidad excesiva.

FRENAR Y PARAR LA MOTO

Cierre completamente el acelerador, desconecte el embrague y use con fuerzas equilibradas la palanca y el pedal del freno.

Antes de que se detenga la moto, use la velocidad neutral y observe el indicador para asegurarse de que está en dicha velocidad.

Atención:

Las personas que no tienen mucha experiencia suelen frenar mediante el pedal del freno trasero. Esto acelerará el desgaste de dicho sistema y la distancia de frenarse será cada vez más larga.

ADVERTENCIA SERIA:

Es peligroso usar sólo el freno delantero o el trasero, lo cual puede hacerle perder el control a causa de un posible deslizamiento. Tanto en caminos mojados o lisos como en las esquinas deberá frenar ligeramente. Los frenazos en caminos demasiado lisos o no llanos puede hacerle perder el control.

Hay que dejar la moto parada en un suelo firme y llano.

Si usted la deja apoyada sobre el soporte lateral en una cuesta, debe poner la palanca en una velocidad 1 por si acaso el soporte

falla. Pero no olvide ponerla en la velocidad neutral cuando vuelva a arrancar.

Gire la llave de encendido hasta la posición "OFF" (Cerrado).

Saque la llave de encendido.

Gire la válvula de combustible hasta la posición "•" (Cerrado).

Y deje bloqueado el manillar para que sea más segura.

ADVERTENCIA SERIA:

Avanzando a una velocidad alta, la distancia de frenarse será más larga. Hay que calcular bien la distancia con los automóviles u objetos delanteros.

EXAMEN Y MANTENIMIENTO

Señalamos en el siguiente cuadro la revisión que se debe hacer a plazo fijo, fecha determinada según los meses o los kilómetros recorridos. Hay que revisar minuciosamente el sistema de lubricación y otras partes tal como indica el cuadro.

Si la moto ha sido usada en condiciones muy malas, es decir, ha usado al máximo el acelerador durante largo tiempo o ha viajado por lugares de mucho viento y arena, entonces debe someterla a un examen particular una vez terminado el viaje. Por su seguridad, le recomendamos encargárselo a las entidades distribuidoras o a los técnicos competentes.

CUIDADO:

Al hacer la revisión a plazo fijo, quizá necesite cambiar una o varias piezas. En este caso le recomendamos usar recambios marca Haojue a fin de evitar averías a causa de la mala calidad de las piezas.

ADVERTENCIA SERIA:

La reparación después de haber recorrido los primeros 1,000 kilómetros es indefectible, lo cual garantizará que su moto trabaja siempre con toda seguridad y con excelente capacidad.

Consulte con atención las partes a revisar y hágalo según las observaciones de este folleto.

11

TABLA DEL EXAMEN A PLAZO FIJO

Intervalos: Entre kilómetro y mes, escoja el que se cumpla primero.	km.	1000	6000	12000	18000	12000
	Mes	2	12	24	36	24
Batería (relación electrolítica)	Visión y limpieza cada 3000 kms.					
Tapa del cilindro, cilindro y silenciador	Atornillar	Atornillar	Atornillar	Atornillar	Atornillar	Atornillar
Bujía	Revisión	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio	Cambio
Filtro de aire	Revisión cada 3000 kms.					
Carburador	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión
Conducto del combustible	Cambiarlo cada 4 años					
	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión
Filtro de la válvula de combustible	Limpieza		Limpieza			Limpieza
Embrague	Visión y limpieza cada 3000 kms.					
Bomba de aceite						
Aceite de la caja del cigüeñal	Cambio		Cambio			Cambio
Cadena de transmisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión
	Revisión y limpieza cada 1000 kms.					
Freno	Revisión cada 3000 kms.					
Mecanismo cambio de dirección	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión
Horquilla delantera	Revisión		Revisión			Revisión
Suspensión trasera	Revisión		Revisión			Revisión
Llantas	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión
Tuercas y tornillos de la moto	Atornillar	Atornillar	Atornillar	Atornillar	Atornillar	Atornillar

Nota: En los casos donde dice "Examinar", deberá también limpiar, atornillar, reajustar o cambiar dichas partes cuando sea necesario.

12

HERRAMIENTAS

Con el fin de facilitarle el trabajo de revisión a plazo fijo le hemos preparado una bolsa de herramientas, colocada al lado izquierdo del bastidor.

**PUNTOS PRINCIPALES A ACEITAR**

Es muy importante aceitar a tiempo las diversas piezas si usted quiere que la moto tenga un mejor rendimiento, una larga vida y más seguridad en la marcha. Sobre todo hace falta hacerlo después de un largo viaje a gran velocidad o bajo la lluvia o después de una limpieza con agua. Las principales partes a aceitar son las siguientes:



Cadena de transmisión



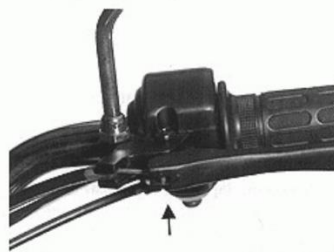
Eje del pedal de arranque



Varilla del embrague



Varilla del freno



Eje del nivelador del embrague

ES

13

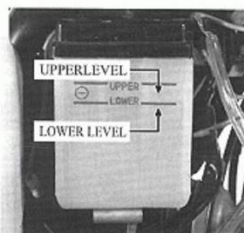


Eje del nivelador del freno

ES

BATERIA

Desmontando la tapa ubicada al lado derecho del bastidor y la caja de aceite, se puede examinar la cantidad de electrolito, cuyo nivel debe mantenerse entre el límite máximo (LOWER LEVEL) y el límite mínimo (UPPERLEVEL). Cuando está debajo del límite mínimo, puede añadirle agua destilada hasta que llegue al máximo, pero nunca hay que usar agua potable.

**CUIDADO:**

Una vez empezado el uso de la batería, no se debe agregarle ácido sulfúrico ligero.

CUIDADO:

No hay que doblar, tapar, ni modificar el conducto de aire de la batería. Asegúrese de que uno de sus extremos está conectado con la batería y el otro, en estado de abierto. No cometa ninguna equivocación. La batería debe estar instalada en el sitio señalado.

CUIDADO:

Hay que prestar mucha atención al conectar los cables con la batería. El cable rojo siempre va conectado con el positivo (+), y el negro (o negro y blanco), con el negativo (-). La equivocación puede provocar daños al sistema eléctrico y a la batería.

Atención:

Al haber recorrido los primeros 1,000 kilómetros y desde allí a cada 3,000 kilómetros hace falta pedir a la entidad distribuidora que examine con el densímetro la proporción del electrolito en cada celda, para revisar si tiene algún problema.

FILTRO DE AIRE.

Si el filtro de aire está tapado, dificultará la entrada de aire y disminuirá la potencia de salida y al mismo tiempo consumirá más gasolina. Por lo tanto, debe usted revisarlo y limpiarlo de la siguiente manera a cada 3,000 kilómetros recorridos.

- (1) Quite la tapa del lado izquierdo.
- (2) Destornille los tres tornillos de la tapa del filtro.
- (3) Saque el filtro de plástico espumado.



① tapa del filtro ② tornillo ③ filtro

LIMPIEZA DEL FILTRO

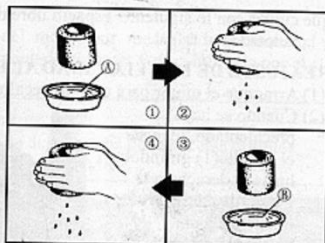
Haga la limpieza de la siguiente manera:

- (1) Vacíe el detergente líquido no inflamable en un recipiente y limpie el filtro bañado en el líquido.

14

(A) Detergente líquido
no inflamable

(B) Aceite para
automóviles



- (2) Oprima el filtro con ambas palmas a fin de que escurra el agua. No lo tuerza, que se va a romper.
(3) Sumérjalo en el aceite y oprí malo para que escurra el aceite, de modo que quede ligeramente mojado de aceite.

CUIDADO:

Al hacer la limpieza, examine el filtro a ver si tiene grietas. Cámbielo si está agrietado.

- (4) Móntelo en orden contrario al del desmontaje. Asegúrese de que queda bien montado y cerrado.

CUIDADO:

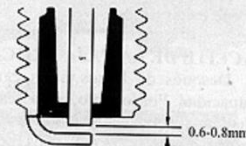
Hace falta cambiarlo a menudo si usted viaja en caminos polvorientos. No arranque el motor si el filtro no está instalado. Si no, se acelerará el desgaste del motor. Es necesario mantener el filtro en condiciones perfectas, ya que dicha pieza influye mucho en la vida del motor.

BUJIA

Al haber recorrido los primeros 1,000 kilómetros y desde allí a cada 3000 kilómetros, hay que quitar la suciedad de la bujía con un alambre o una aguja y reajustar la distancia a un 0,6 ó 0,8 mm. mediante un tapón calibrador.

Hace falta cambiarla a cada 6,000 kilómetros recorridos.

Al hacer la limpieza, hay que observar el color de la punta. Si está negra o húmeda, cámbiela por otra cuyo valor de calor sea menor. Si está muy blanco o casi brillante, cámbiela por otra cuyo valor de calor sea mayor. Normalmente la bujía debe presentar un color marrón claro.



CUIDADO:

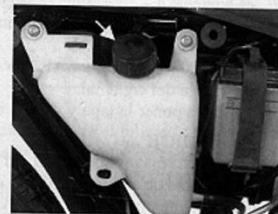
La bujía normal que usa esta moto es la de NGK B8ES O ND W24ES, El uso de estas bujías ha sido cuidadosamente seleccionado, las cuales se adaptan a la mayoría de los casos de trabajo. El uso de una bujía inconveniente dificultará la operación y puede perjudicar gravemente al motor.

CUIDADO:

No hay que atornillar demasiado la bujía ni dejarla mal atornillada, a fin de evitar daños a las roscas del cilindro. Al desmontarla, tenga cuidado de no dejar entrar inmundicias en el cilindro por el agujero.

NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR

Antes de arrancar el motor, hay que revisar el nivel de aceite por medio de la lámpara indicadora. Si la luz está encendida, indica que le falta aceite al motor. En este caso debe usted agregarle el aceite recomendado.



El recipiente tiene una capacidad de 1,3 L.

CUIDADO:

Arrancar el motor que escasee de aceite puede malograrlo, por lo cual hay que revisar primero la cantidad de aceite, a fin de evitar daños.

ACEITE DE LA CAJA DEL CIGÜEÑAL

Después de largos viajes, el aceite perderá su viscosidad y capacidad. Por lo tanto, es necesario cambiarlo de la siguiente manera al haber recorrido los primeros 1,000 kilómetros y más tarde a cada 6,000 kilómetros recorridos.



Entrada de aceite



Tapón de la salida

- (1) Quite la tapa de la entrada de aceite y el tapón de la salida para dejar salir todo el aceite usado. A fin de que éste pueda vaciarse completamente, es preferible cambiar el aceite aprovechando que el motor está caliente, ya que en este momento la viscosidad es baja.
(2) Vuelva a montar el tapón, asegurándose de que la junta va bien puesta.
(3) Mida 900 ml de aceite SAE20W/40 SE ó SF y vacíelo despacio en la caja del cigüeñal.
(4) Vuelva a poner la tapa y dejarla bien fija.

CARBURADOR

El requisito más fundamental del motor sobre el carburador es su función estable de carburación, cuya capacidad ya ha sido prefijada cuidadosamente por la fábrica. No hay que cambiarla. Sólo tiene

que cuidar con lo siguiente: espacio libre de la varilla del acelerador y la velocidad al ralentí.

REAJUSTE DE LA VELOCIDAD AL RALENTÍ

- (1) Arranque el motor para que se precaliente plenamente.
(2) Cuando se haya precalentado, reajuste el tornillo(1) girándolo hacia la derecha o la izquierda para que se mantenga a una velocidad de entre 1150 y 1450 revoluciones por minuto.



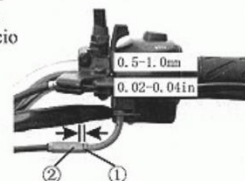
CUIDADO:

Si usted no dispone de un tacómetro, le recomendamos cargar este trabajo de reajuste al centro de servicio.

REAJUSTE DE LA VARILLA DEL ACELERADOR

Reajuste la varilla del acelerador de la siguiente manera:

- (1) Destornille la tuerca fijadora
(2) Gire la tuerca de ajuste para que la varilla tenga un espacio libre de entre 0,5 y 1,0 mm.
(3) Atornille la tuerca fijadora después del reajuste



- (1) tuerca fijadora
(2) tuerca de ajuste

CUIDADO:

El reajuste de la varilla del acelerador puede afectar a la bomba de aceite. Por eso si es necesario, reajuste también la varilla de la bomba.

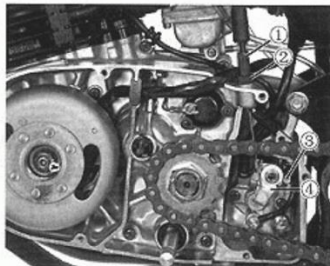
BOMBA DE ACEITE

El aceite va al interior del motor por medio de la bomba. Su cantidad depende de la velocidad del motor y es controlada por el mango del acelerador.

CUIDADO:

El reajuste de la varilla de la bomba debe hacerse después del reajuste de la varilla del acelerador.

- (1) reajustador de la varilla
- (2) tuerca fijadora
- (3) referencia fija
- (4) palanca de control



Hace falta reajustarla al haber recorrido los primeros 1,000 kilómetros y luego, a cada 3,000 kilómetros. El reajuste se hace de la siguiente manera: Gire al máximo el mango del acelerador, afloje la tuerca fijadora(2), gire el reajustador de la varilla(1), de modo que se alineen la referencia del reajuste(4) y la referencia fija(3), y atornille finalmente la tuerca fijadora.

REAJUSTE DEL EMBRAGUE

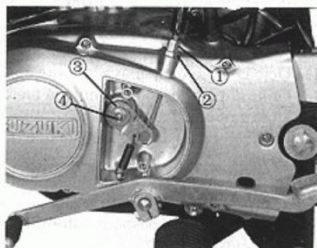
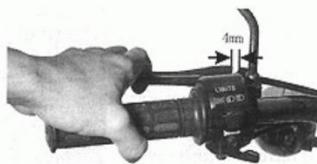
Es necesario reajustarlo después de haber recorrido los primeros 1,000 kilómetros y luego, a cada 3,000 kilómetros.

El reajuste del embrague consiste en reajustar el espacio libre de la varilla. Al empuñar la palanca y aflojarla sintiendo que ya empieza a embragar debe haber un espacio libre de 4 mm. Si el espacio no es correcto, puede reajustarlo de la siguiente manera.

- (1) Destornille la tuerca(2), gire el tornillo de ajuste(1), de modo

que tenga un espacio suficiente con la varilla del embrague.

- (2) Destornille la tuerca fijadora(3), remueva el tornillo de ajuste(4) hacia adelante hasta que se pare con el tope y luego déle un 1/4 - 1/2 de vuelta hacia atrás.
- (3) Atornille la tuerca fijadora(3).
- (4) Y finalmente gire el tornillo de ajuste hasta que adquiera un espacio libre de 4mm (véase el dibujo) y atornille la tuerca fijadora(2).



ES

REAJUSTE DE LA CADENA DE TRANSMISION

A cada 1,000 kilómetros recorridos hay que reajustar la cadena de la siguiente manera, para que tenga una flojedad de entre 25 y 35 mm.

25-35mm

**ADVERTENCIA SERIA:**

El reajuste a cada 1,000 kilómetros es el intervalo máximo. Prácticamente se debe revisar la cadena antes de cada viaje. La cadena demasiado floja puede desprenderse del disco y causar daños al motor y a las otras piezas de la moto.

17

- (1) Tabla de ajuste
- (2) Pasador con puntas abiertas
- (3) tuerca del eje trasero
- (4) tuerca fijadora
- (5) tornillo de ajuste

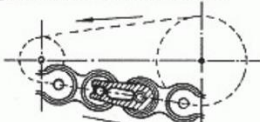


ES

- (1) Deje la moto bien apoyada sobre el soporte principal.
- (2) Quite el pasador y destornille la tuerca del eje trasero.
- (3) Destornille la tuerca fijadora.
- (4) Gire el tornillo de ajuste hasta que la cadena tenga una flojedad de entre 25 y 35 mm, cuidando de que los discos delanteros y traseros se mantengan en la misma línea. Una vez terminado el reajuste, vuelva a atornillar la tuerca del eje trasero, ponga un pasador nuevo y después, atornille la tuerca fijadora (3) y haga una revisión final.

Atención:

Revise de paso los discos delantero y trasero al cambiar la cadena. Si están muy desgastados, cámbielos a la vez.

**CUIDADO:**

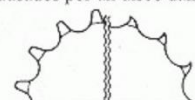
La parte abierta del pasador tiene que dirigirse en sentido contrario al del movimiento de la cadena, tal como indica el dibujo.

Exáminela a plazo fijo, a ver si existen los siguientes defectos.

- (1) Pasadores flojos
- (2) Rodillos cilíndricos dañados
- (3) Eslabones secos u oxidados
- (4) Eslabones torcidos o pegados
- (5) Desgastes graves
- (6) Cadena mal reajustada

Si existen los defectos arriba mencionados, revise el disco de cadena ya que dichos defectos quizá sean causados por un disco dañado.

- (1) Dientes muy desgastados
- (2) Dientes rotos o dañados
- (3) Tuerca fijadora floja



Dientes perfectos Dientes demasiado desgastados

SISTEMA DEL FRENO

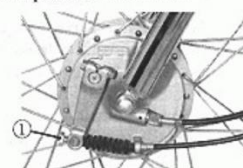
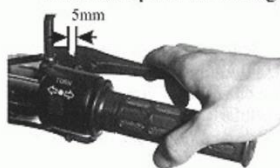
Hay que revisar el sistema del freno al haber recorrido los primeros 1,000 kilómetros y desde allí a cada 3,000 kilómetros.

ADVERTENCIA SERIA:

El sistema del freno es una parte muy importante para su propia seguridad. Reajústela correctamente.

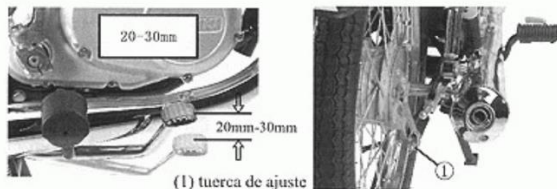
FRENO DELANTERO

- (1) El espacio libre de la varilla del freno debe ser de 5 mm (como indica el dibujo). Hay que revisarlo antes del viaje. Si no está correcto, reajústelo de la siguiente manera.
- (2) En caso necesario, gire la tuerca de ajuste para dentro o para fuera hasta que la varilla tenga un espacio libre de 5mm.



(1) tuerca de ajuste

18

FRENO DELANTERO

Al reajustar el espacio libre del pedal, gire para dentro o para fuera la tuerca de ajuste del freno trasero, de modo que tenga un espacio libre de entre 20 y 30 mm.

INTERRUPTOR DE LA LUZ DEL FRENO TRASERO

Este interruptor se encuentra en la parte inferior de la tapa del lado derecho. Para reajustarlo, basta con removerlo hacia arriba o abajo de modo que, pisando el pedal, se encienda la luz al sentir la fuerza de presión.

**LLANTAS**

Hay que revisar a plazo fijo la presión de aire y la profundidad de las cavidades. Para que las llantas sean más seguras y más duraderas, es necesario examinar con frecuencia su presión de aire.

PRESION DE AIRE

La insuficiente presión de aire de las llantas no sólo acelera su desgaste, sino que también afecta a la estabilidad de la marcha. La falta de presión dificulta al cambio de dirección y la excesiva presión, como disminuye su contacto con el suelo, puede causar deslizamiento y hacerle perder el control. Por eso hay que mantenerla dentro del límite establecido. El reajuste de la presión de las llantas se hace cuando están frías.

	Una persona	Dos personas
rueda delantera	175kPa	175kPa
rueda trasera	200kPa	225kPa

SUPERFICIE DE LA LLANTA

El uso de las llantas demasiado desgastadas disminuirá su estabilidad, y además puede hacerle perder el control. Hay que cambiar la rueda delantera cuando la profundidad de sus cavidades sea menos de 1,6mm, y cambiar la trasera si ésta tiene menos de 2mm.

**CAMBIO DE LOS FOCOS**

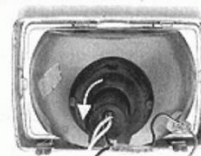
Use focos cuyos valores correspondan a los señalados en el cuadro a la hora de cambiarlos. El uso de los focos no correspondientes puede provocar sobrecarga en el circuito y se malograrán antes de tiempo.

foco delantero	6V	25W/25W
luz trasera/freno	6V	3W/10W
Luces direccionales	6V	8W

FOCO DELANTERO

Desmonte el foco delantero siguiendo este proceso:

- (1) Destornille los dos tornillos en la parte inferior del portafoco y saque los componentes del foco.
- (2) Aparte la cubierta plástica, quite el muelle y saque la base del foco.
- (3) Saque el foco girándolo en sentido contrario al de las manecillas.
- (4) Ponga el foco nuevo girándolo en sentido de las manecillas.



19

REAJUSTE DEL ALCANCE DEL FOCO DELANTERO

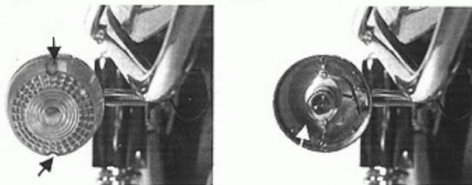
El alcance del foco se puede reajustar en caso necesario.

Reajuste del alcance del foco: Destornille los tornillos fijadores y remueva hacia arriba o hacia abajo el portafoco según la necesidad, y finalmente atornille los tornillos.

**LUCES DIRECCIONALES**

- (1) Destornille los tornillos y quite la pantalla.
- (2) Oprima el foco y gírelo hacia la izquierda para sacarlo.
- (3) Ponga un foco nuevo, oprímalo y gírelo hacia la derecha.

ES

**CUIDADO:**

A la hora de montar la pantalla, no hay que atornillar demasiado los tornillos. Si no, se romperá la pantalla.

LUZ TRASERA/FRENO

Cambie el foco de la siguiente manera:

- (1) Destornille los dos tornillos y quite la pantalla.
- (2) Oprima el foco y gírelo en dirección de las manecillas sacarlo.



- (3) Ponga un foco nuevo y gírelo en sentido contrario al de las manecillas.

**CUIDADO:**

Al montar la pantalla, no hay que atornillar demasiado los dos tornillos fijadores a fin de no romperla.

FUSIBLE

La caja del fusible está ubicada en la parte superior de la batería. Si durante la marcha se apaga repentinamente el motor o no hay electricidad, hay que examinar primero dicho fusible.

**CUIDADO:**

Hay que usar el correcto tubo fusible. Nunca deberá sustituirlo por un alambre cualquiera. La frecuente quema del fusible demuestra que hay problemas en el circuito eléctrico. En este caso hay que someterlo al examen de su entidad distribuidora.

AVERIAS Y REPARACION

Si el motor no arranca, revise lo siguiente y trate de encontrar la causa:

- (1) Mire el combustible, a ver si es suficiente.
- (2) Mire si el combustible puede entrar en el carburador a través de la válvula de combustible.

20

TABLA DE UMBRALES				
4. INTENSIDAD				
4		TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
	Intensidad	(135 ; 155)	mayor a 155	Nada
	Inclinación horizontal	(-4 ; -2)	menor a -4	Nada
	Desviación vertical	(2,5 ; 5)	mayor a 5	Nada
5. SUSPENSIÓN				
5	Ef. Suspensión eje 1	(40 ; 60)	(15 ; 40)	(0 ; 15)
	Ef. Suspensión eje 2	(25 ; 50)	(15 ; 25)	(0 ; 15)
	Desequilibrio eje 1 y 2	(15 ; 30)	(30 ; 50)	(50 ; 100)
6. FRENOS				
6	Desequilibrio frenos 1 y 2	(15 ; 30)	(30 ; 40)	(mayor igual a 40)
	Eficiencia livianos y motos	(60 ; 70)	(50 ; 60)	(menos igual 50)
	Eficiencia pesados	(63 ; 65)	(60 ; 63)	(menos igual 50)
	Eficiencia freno auxiliar	(15 ; 20)	(0 ; 15)	0
7. DESVIACIÓN LATERAL				
7	Alineador eje 1	(4 ; 8)	(8 ; 15)	mayor a 15
	Alineador eje 2	(-4 ; -8)	(-8 ; -15)	menor a -15
8. RUIDO				
8	Ruido livianos	(75 ; 83)	(83 ; 88)	(mayor a 88)
	Ruido motos y buses	(75 ; 85)	(85 ; 90)	(mayor a 90)
9. ANÁLISIS DE GASES / MOTORES GASOLINA				
CO Relanti Crucero	Mayor igual 2000	(0,5 ; 1)	(1 ; 2)	(mayor a 2)
	1990 - 1999	(3,5 ; 4)	(4 ; 4,5)	(mayor a 4,5)
	menor igual 1989	(6 ; 6,5)	(6,5 ; 7)	(mayor a 7)
HC Relanti	Mayor igual 2000	(100 ; 200)	(200 ; 400)	(mayor a 400)
	1990 - 1999	(650 ; 700)	(700 ; 750)	(mayor a 750)
	menor igual 1989	(1000 ; 1200)	(1200 ; 1400)	(mayor a 1400)
9. OPACIDAD / MOTORES DIESEL				
9	Mayor igual 2000	(20 ; 30)	(30 ; 50)	(mayor a 50)
	Menores a 2000	(20 ; 40)	(40 ; 60)	(mayor a 60)



Quito - Ecuador

El número de motos aumentó siete veces en 10 años; revise el crecimiento del parque automotor en Ecuador











