

ADECUACIÓN DE CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES

Autores: Del Piero, Romina

Torres, Francisco

Viduzzi, Dario

Empresa: REFINOR S.A.

SINOPSIS

Debido a la aplicación de la legislación vigente en el marco de calidad de combustibles, Refinor decidió reformular el blending de las Motonaftas para poder continuar vendiendo dichos productos. En este aspecto, se encaró el diseño de estos combustibles, dando como resultado la modificación de la calidad de Nafta Reformada y además la incorporación de un nuevo insumo al blending, por lo que las Motonaftas de Refinor cambiaron en forma importante su formulación. Esto llevó a la necesidad de realizar un estudio de validación y performance por comparación, de las mismas con las Motonaftas del mercado argentino, desde el punto de vista de propiedades físico-químicas determinadas en laboratorio, como también a través de un estudio completo de potencia, consumo en dinamómetro de rolo y motores.

Se puede decir como conclusión de los análisis finalizados que los combustibles a relanzar se encuentran a la altura de sus competidores.

INTRODUCCIÓN

El proceso evolutivo de la calidad de los combustibles en estos últimos años esta enfocado a reducir el impacto ambiental y mejorar la performance de los mismos. El control que esto requiere trajo aparejado una disminución del porcentaje de Benceno y Aromáticos en la Motonaftas en la Legislación Argentina, lo cual produjo un nuevo panorama en nuestra compañía. Asociado a una política de mejora continua y de satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, no sólo nos adecuamos a la legislación vigente, sino que se tomó esta situación como una oportunidad para relanzar una línea de combustibles competentes en el mercado.

Para ello se desarrolló un proceso de diseño con el objetivo de producir un insumo con menor cantidad de Benceno necesario para la formulación de Motonaftas y se optimizó el blending de estas de manera de cumplir con los parámetros de calidad.

Mediante métodos objetivos se buscó validar estos combustibles, observar el impacto de estos en el cliente y comparar su performance con muestras de la competencia presentes en el mercado.

DESARROLLO

1. Planificación de la realización del producto

Dado que la Legislación Argentina presenta una tendencia de proteger el medio ambiente, va reduciendo el contenido de Benceno, Aromáticos y Azufre en los combustibles paulatinamente, siendo la Resolución N° 398 de la Secretaría de Energía la que reduce el contenido de Benceno en las Naftas a un 1.5% en volumen a partir del uno de Enero del 2006. Las Naftas Refinor 2006 además de cumplir con la Legislación, tienen como objetivo que la calidad de estas sea tal, que satisfaga las necesidades del cliente y que se encuentre a la altura de sus competidores en el mercado.

2. Diseño y Desarrollo

En primer lugar se planificaron las etapas del diseño y desarrollo, gestionando las interfaces entre los diferentes grupos involucrados para asegurarse de una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades. Los pasos a seguir fueron los siguientes:

- o Estudio y selección de formulaciones teóricas de las Naftas Refinor 2006.
- o Establecimiento de las bases de diseño.
- o Ingeniería básica y de detalle para las modificaciones del proceso productivo.
- o Ensayos de formulaciones.
- o Selección de aditivos.
- o Ensayos de aditivos.
- o Ensayos en Banco de Motores.

Siendo cada una de estas etapas revisadas, verificadas y validadas por sus correspondientes ensayos.

En respuesta a esta situación legal se estudiaron las posibles modificaciones en las plantas de Hidrotratamiento y Reforming, tanto en la operación como en la infraestructura para proporcionar los recursos específicos para los nuevos productos, resolviendo por un lado cambiar la calidad de la carga y optimizar el corte en la torre despojadora de hidrotratamiento con el objetivo de obtener una Nafta Desulfurizada con más precursores de Benceno.

Por otro lado se montó una torre con objetivo de extraer un nuevo producto el cual ya es adecuado para optimizar el Blending de las Naftas y una corriente intermedia concentrada en Benceno, la cual va a ser utilizada como materia prima en la industria petroquímica.

En referencia al blending se estudiaron diferentes insumos y se determinó utilizar Nafta Catalítica. Posteriormente se optimizó cual de las disponibles en el mercado serían utilizadas por Refinor en cuanto a la calidad obtenida, logística y la conveniencia económica, para lo cual se realizaron varias formulaciones evaluando los diferentes proveedores.

Una vez especificados los insumos se comenzó a realizar las optimizaciones de las diferentes formulaciones.

Con el objetivo de obtener Naftas de óptima calidad se utilizaron aditivos, buscando mejorar propiedades claves para la performance de estos, como ser la reducción de la corrosión, detergencia, demulsificante, limpieza del motor y del sistema de inyección para lo cual se seleccionó un paquete multifuncional acorde.

2. 1 Validación del diseño y desarrollo

Para establecer los criterios de aceptación del producto se realizaron ensayos complejos de las Naftas Refinor 2006 en un banco de motores, además de estudios en el laboratorio como ser análisis de los diferentes aditivos y ensayos de las calidades de las diferentes Naftas presentes en el mercado.

2. 1. 1 Ensayos de calidad de las Naftas presentes en el mercado.

Las Naftas formuladas con calidad 2006 al igual que las presentes en el mercado fueron sometidas a diferentes ensayos físico-químicos los cuales respaldan los ensayos en el banco de motores y explican el comportamiento sensible del automóvil que será percibido por el cliente cuando este se encuentre en funcionamiento, como ser el RON, el MON y las curvas de destilación. Para tal fin se obtuvieron muestras representativas del mercado nacional con el objetivo de realizar una comparación pertinente.

Los ensayos de calidad realizados reflejaron que la cantidad de Benceno en los combustibles Refinor 2006 se redujo considerablemente como se puede ver en el Gráfico N° 1, cumpliendo así con el principal objetivo que es el de adecuarnos a la calidad vigente.

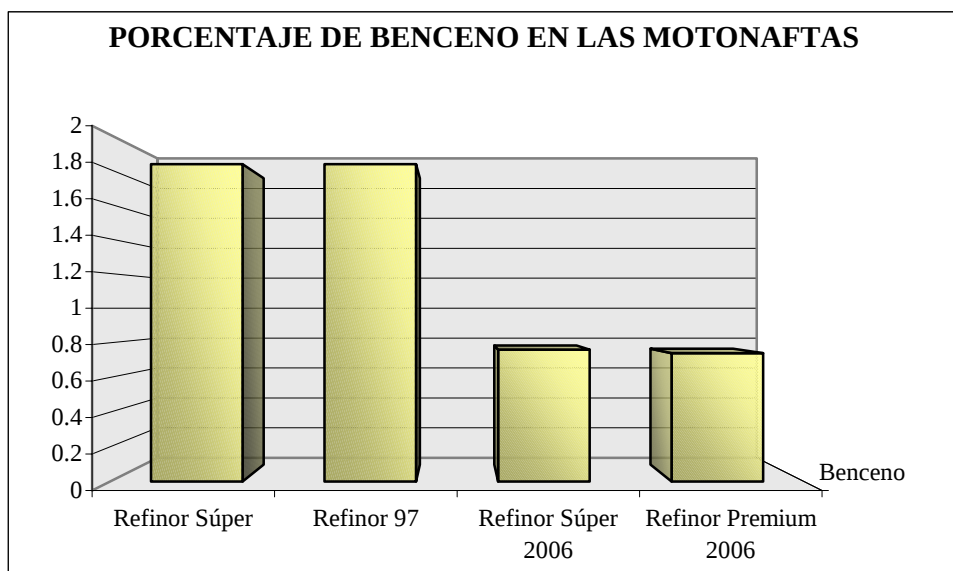


Gráfico N° 1

Así mismo cabe notar, que el contenido de Olefinas de las Naftas Refinor es relativamente bajo respecto al promedio del mercado como se puede ver en el Gráfico N° 2, lo cual evita la formación de gomas las cuales se depositan en el sistema de inyección y en la cámara de combustión promoviendo la oxidación.

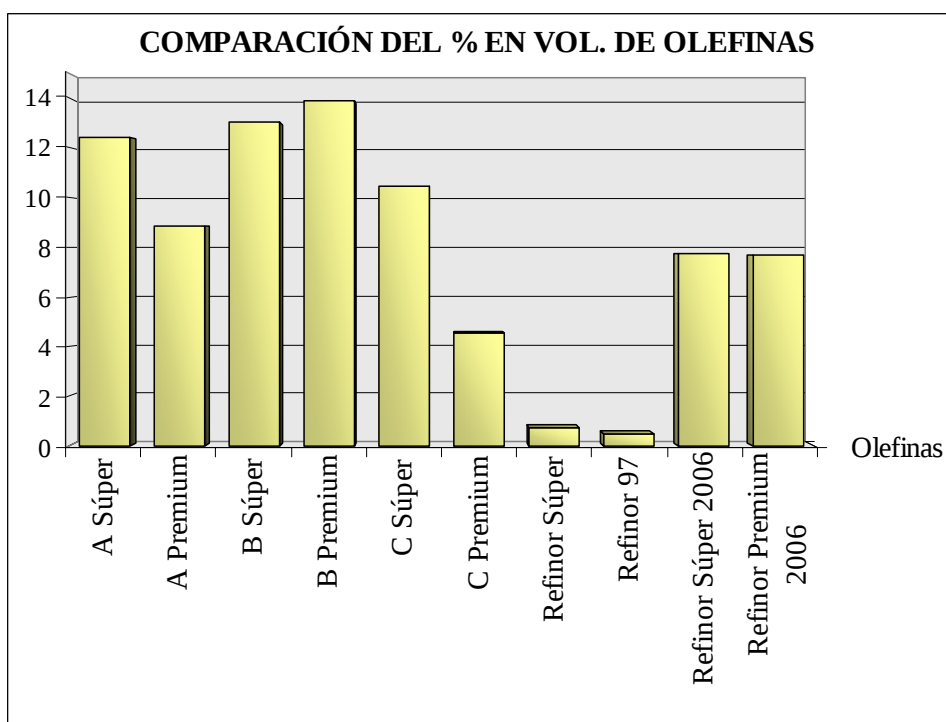


Gráfico N° 2

En las curvas de destilación de los combustibles Refinor 2006 se puede observar que estos presentan características favorables en lo referente al arranque en frío y en caliente, al funcionamiento en caliente, a evitar la formación de burbujas de vapor y a una correcta respuesta del motor ante aceleraciones. Tal comportamiento se enseña a modo de ejemplo, con las curvas de destilación de las Naftas Premium en el Gráfico N° 3.

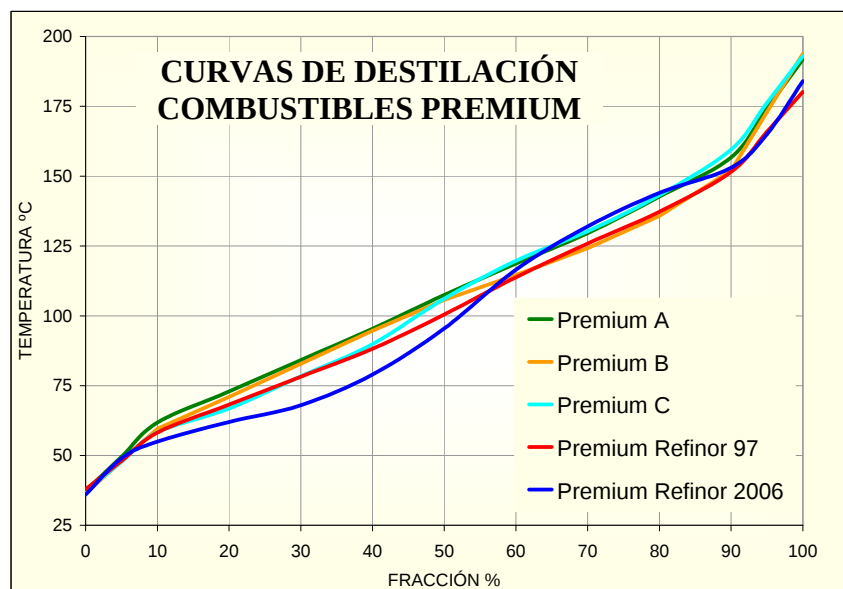


Gráfico N° 3

Los ensayos realizados demuestran desde el punto de vista octánico que los combustibles Refinor Súper y Premium 2006 se encuentran a la altura de sus competidores.

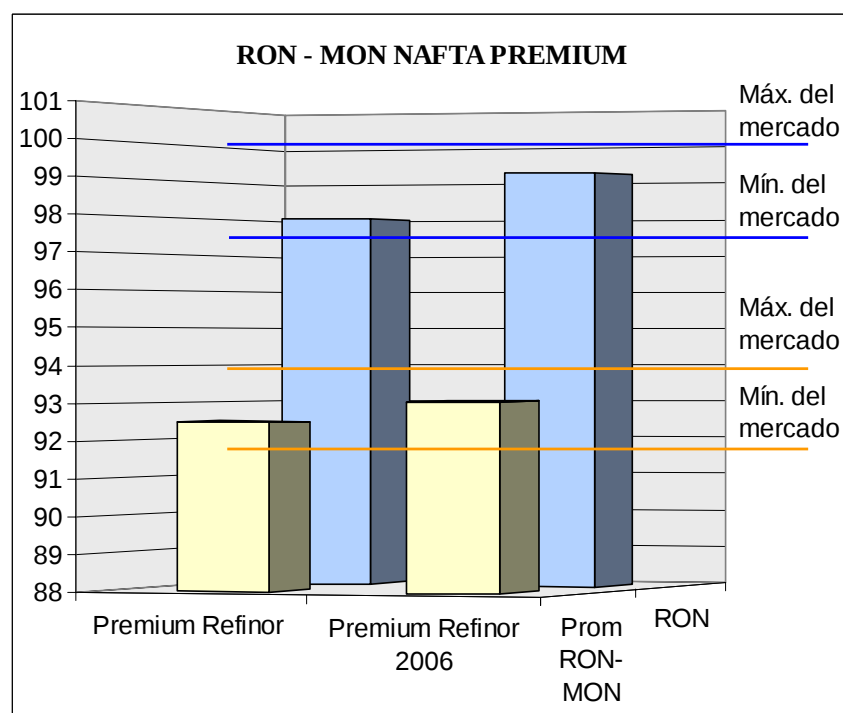


Gráfico N° 4

El poder calorífico representa el contenido energético por litro de combustible, lo cual afecta directamente a la potencia entregada por los motores y al consumo de estos. Con respecto a este tema se puede decir que todas las Naftas del mercado se encuentran en un rango similar.

2. 1. 3. Ensayos en el Banco de Motores

Estos ensayos tienen el objetivo de validar y comparar el comportamiento de las Naftas presentes en el mercado en 2005 con los nuevos combustibles REFINOR 2006. El mismo se realizó en un taller-laboratorio técnicamente reconocido en el país durante tres meses, en un vehículo 2005-motor 2L 16 V- con 2500 Km. En total se relevaron y procesaron en el orden de 750000 valores

experimentales. A continuación se describen los diferentes ensayos realizados y se enseñan los gráficos de desempeño más significativos.

Antes de comenzar con los ensayos, con el objetivo de evaluar la emisión de gases tóxicos generados en la combustión del motor, se adaptaron al escape termocuplas y un sensor de relación aire/combustible a la cámara de combustión que permite controlar y regular permanentemente la cantidad ideal de aire para la combustión. Se modificó el sistema de combustible utilizando un depósito externo, se adaptó un equipo controlador de temperatura del aire de admisión para verificar el funcionamiento óptimo del catalizador (este se produce a temperaturas superiores a los 250 °C). Además se le agrega un equipo Unichip para modificar el avance de encendido y la relación aire combustible.

a)- Ensayo de durabilidad o de vida (100 Hs.) en banco de motor

A fin de detectar los efectos que pudiera causar el uso de la nueva formulación de las Naftas Premium y Súper Refinor 2006 sobre el comportamiento del motor y en los componentes mecánicos del mismo, se realizó un ensayo de 100 Hs. de duración en un motor a plena carga. Este ensayo consiste en mantener el régimen del motor estabilizado a máxima potencia (5250 rpm) con una relación aire/combustible y un avance de encendido óptimo para esta. El motor utilizado se caracteriza de la siguiente manera y se puede observar en la Foto N° 1:

- o *Cantidad de cilindros:* 4
- o *Cilindrada:* 1600 cm³
- o *Diámetro y carrera:* 86.4mm x 67.4mm
- o *Relación de compresión:* 10.5 a 1
- o *Distribución:* 2 árboles de levas a la cabeza, 4 válvulas por cilindro
- o *Potencia máxima:* 110 HP a 5250 rpm
- o *Cupla máxima:* 155 Nm a 4000 rpm

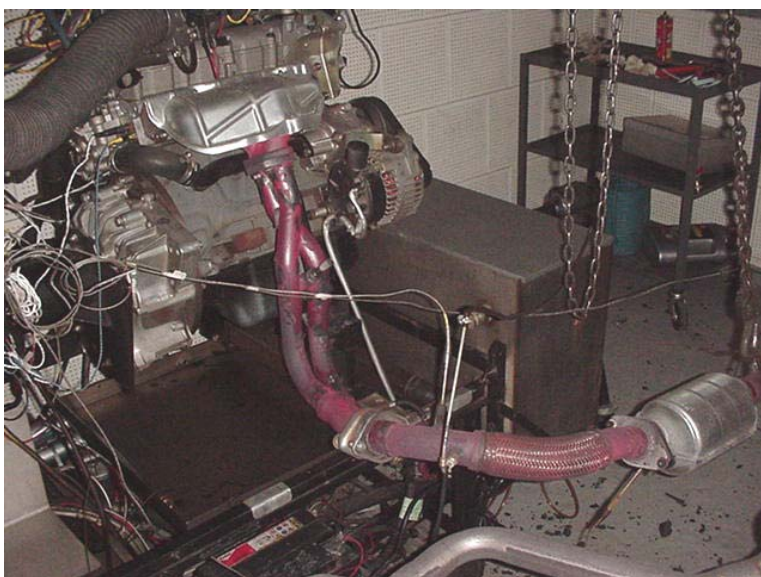


Foto N° 1

Una vez alcanzadas estas condiciones se verifica el funcionamiento del combustible evaluando por un lado las curvas de performance del motor al comienzo, a las 50 y 100 Hs de ensayo, las cuales presentan un comportamiento similar a las Naftas del mercado.

Por otro lado se comparó las curvas de las diferentes Motonaftas al variar el avance de encendido para obtener la máxima potencia antes de la detonación. En este sentido las Naftas Refinor 2006 presentan un margen de seguridad expresado en grados de avance del cigüeñal lo cual se puede observar a modo de ejemplo con la Naftas Premium a 5250 rpm en el Gráfico N° 5.

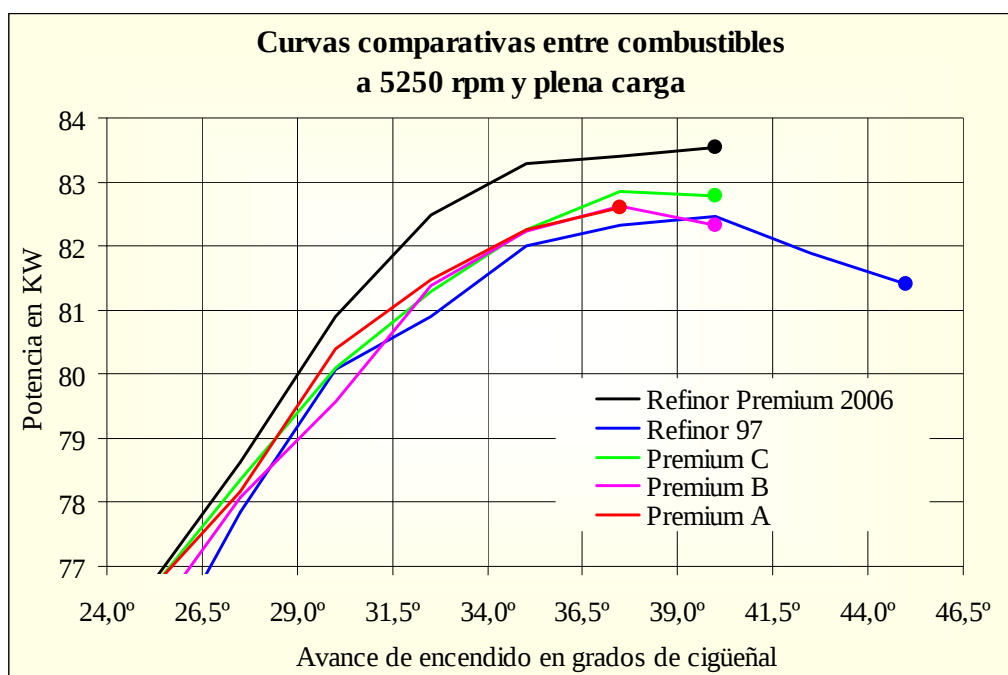


Gráfico N° 5

En conclusión se puede decir que en el ensayo de vida el motor cumplió con las 100 horas solicitadas, en las condiciones acordadas, tanto para la Nafta Súper como para la Premium sin presentar novedades ni características anormales de funcionamiento.

No se detectó una variación de las prestaciones del motor durante el ensayo. El desarme del motor no evidenció desgastes ni deterioros anormales en los componentes mecánicos del mismo, como se puede ver en las Fotos N° 2. También se observó que los inyectores no variaron su caudal ni la forma de pulverización.

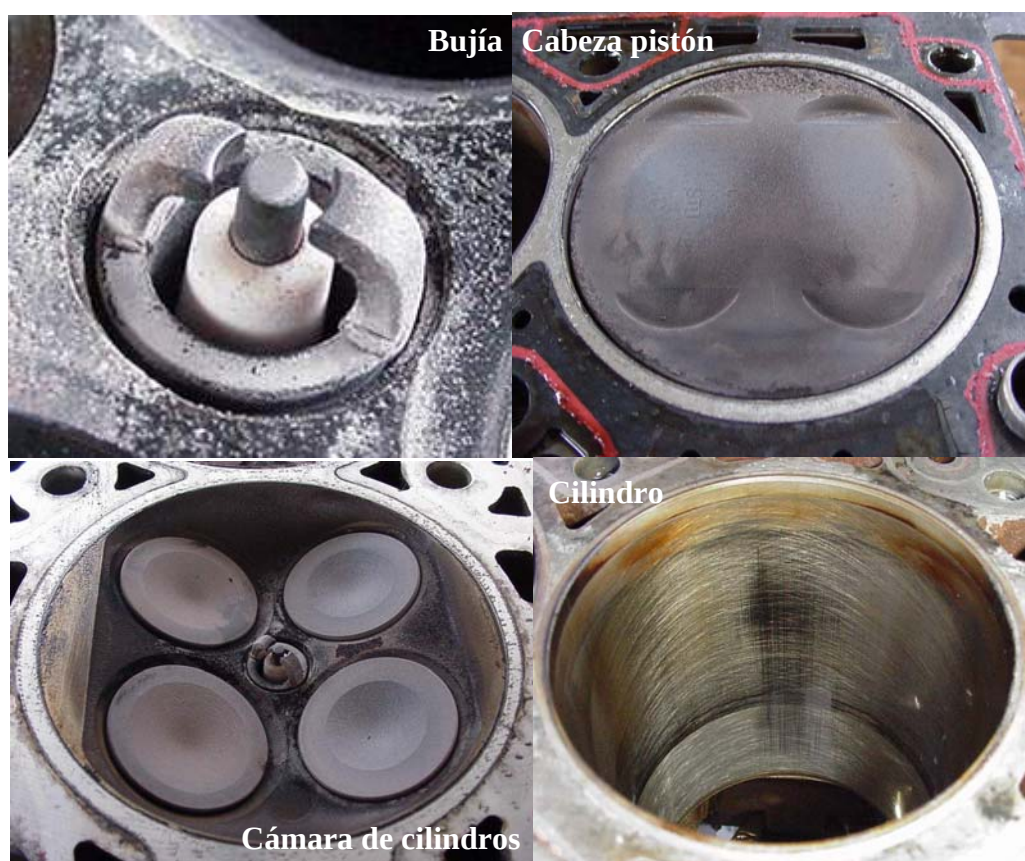


Foto N° 2

b)- Ensayos comparativos en dinamómetro de rolo

b)- 1. Curvas de potencia

Las curvas de potencia y torque se realizaron con el objetivo de comparar tanto el aporte energético (torque a plena carga) como de transformación energética (velocidad de combustión-potencia generada a plena carga) de los diferentes combustibles presentes en el mercado. Para ello se realizaron dos tipos de curva en modo aceleración y estabilizado a torque y potencia máxima, una variando el avance de encendido y la otra con el avance de encendido original, variando la relación aire/combustible. Ambos tipos de curva se hacen en aceleración inercial, cada curva de potencia dura aproximadamente 26 segundos de 2200 rpm a 6800 rpm. Se realizan 5 curvas de potencia en la misma condición y se toman las últimas tres curvas para obtener la curva promedio. Al estudiar las curvas en modo aceleración y estabilizado a torque y potencia máxima con avance de encendido original variando la relación aire/combustible, se observa que el comportamiento de todas las Naftas con respecto a la máxima potencia que entregan es el mismo, no se apreció ninguna tendencia de que algún combustible sea mejor que otro. Tal ensayo se muestra para la Nafta Súper en el Gráfico N° 6.

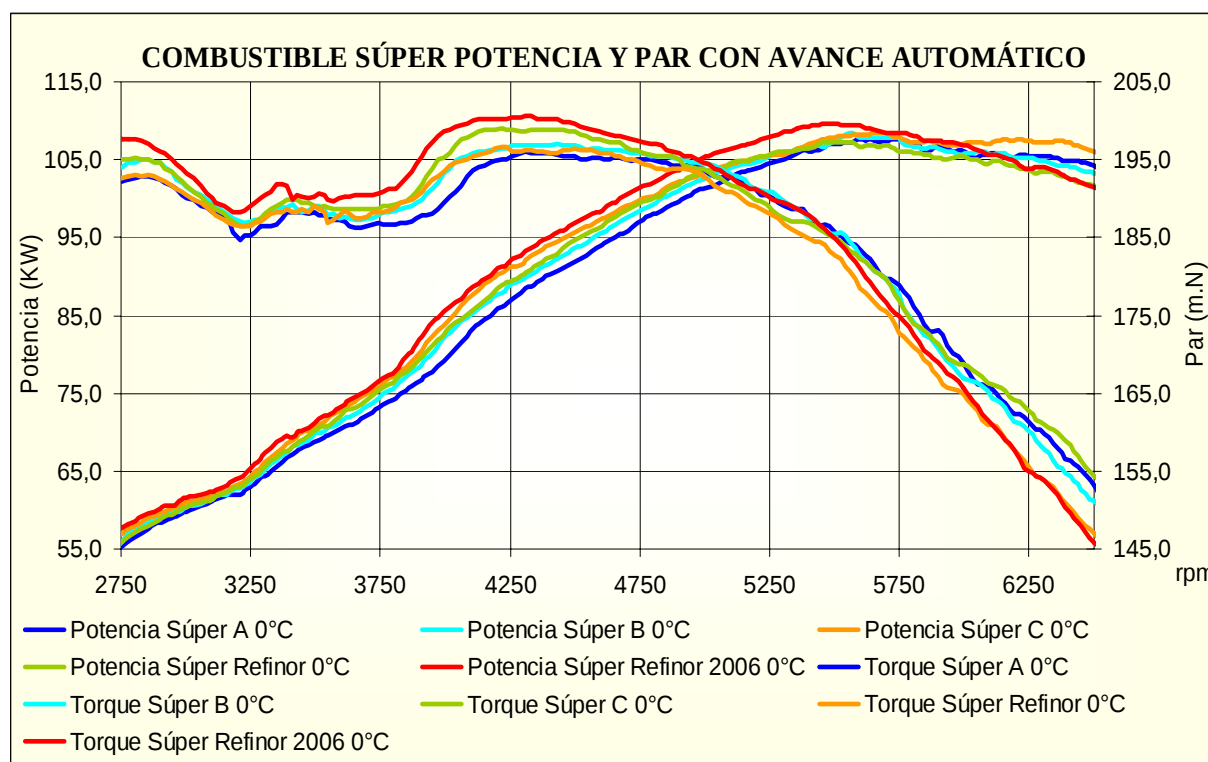


Gráfico N° 6

Con respecto a las curvas en modo aceleración y estabilizado a torque y potencia máxima con variación del grado de avance, se observa un mismo comportamiento en la variación de la potencia al variar el avance de encendido.

En particular la Nafta Premium Refinor 2006 tolera mayores avances de encendido (dos grados más de avance de encendido que el resto de las Naftas Premium) sin compromiso de detonación, demostrando margen como para operar con relaciones de compresión más elevadas que las convencionales.

b)- 2. Ensayos de consumo de combustible a carga total

Para obtener el consumo específico de las Naftas a carga total y compararlas con las del mercado, se ensaya el combustible a torque máximo y potencia máxima.

Para alcanzar el torque máximo se estabiliza el vehículo a 4300 rpm y carga total (velocidad 123 km/h y 4ta velocidad) y para la potencia máxima se estabiliza a 5700 rpm y carga total (velocidad 163 Km/h / 4ta velocidad). De esta manera se efectuaron mediciones de combustible, con temperatura de admisión constante y se realizaron, las variaciones de avance de encendido y de relación aire combustible.

A carga total, los ensayos de consumo de combustible de las Naftas Refinor 2006 Súper y Premium para torque máximo se encuentran por debajo del promedio, en un 0.40% y un 0.22% respectivamente. A potencia máxima el consumo se encuentra por arriba del promedio en un 0.18% para la Nafta Premium Refinor 2006 y 0.35% para la Nafta Súper Refinor 2006.

Llevando a cabo un análisis global se puede decir que las Naftas Refinor 2006 se encuentran entre las muestras que menor consumo tienen.

b)- 3. Curvas de temperatura de escape a carga total

Este ensayo se realiza con el objetivo de estudiar y comparar las emisiones de gases tóxicos de las distintas motonaftas. Las reacciones de reducción y oxidación que ocurren en un escape con catalizador de tres vías son altamente exotérmicas por lo cual la temperatura a la salida del escape debe ser mayor que la de entrada. Cuando se acelera a pleno, cambia la inyección para obtener la máxima potencia del motor y la mezcla aire/combustible deja de ser estequiométrica por lo que queda muy poco oxígeno disponible en los gases de escape para realizar las reacciones de oxidación.

La diferencia máxima de temperatura a la salida del escape entre las Naftas Premium y Súper es de 10 °C, para un mismo avance de encendido y relación aire/combustible, con lo cual se puede indicar que no hay diferencias entre las muestras. Cuando se varía la relación aire/combustible ó el avance de encendido para una misma muestra, se observa que el comportamiento de la temperatura de escape es el mismo para todas las Naftas.

b)- 4. Ensayos a carga parcial de 100, 120, 140 y 160 Km/h

Este tipo de ensayos busca comparar el consumo de los diferentes combustibles a una velocidad constante, variando el avance de encendido (de -6 a +18° y de -10 a +10 °) para obtener el óptimo o bien, dejando el avance de encendido constante.

Para comenzar el ensayo se debe estabilizar el vehículo a la velocidad constante de 100, 120, 140 y 160 Km/h con la potencia correspondiente la consumida por dicho vehículo en ruta. En segundo lugar se busca el avance de encendido óptimo, para encontrarlo se varía el avance de -10 a +10° o de -6 a +18° dependiendo de la condición de carga.

Al finalizar este primer ensayo se analizaron los datos recolectados, siendo la diferencia máxima para las Naftas Premium del avance óptimo en esta condición de carga, de tres grados de avance de encendido. Las Naftas Premium y Súper Refinor 2006 a 100 Km/h tienen aproximadamente el mismo grado de avance, a 120 Km/h la Nafta Premium Refinor 2006 y la Premium B están un grado más avanzada que el resto de las Naftas Premium, a 140 Km/h las Naftas Premium A y Súper Refinor 2006 son las que más atrasadas están, la siguen las Nafta Refinor 97 y Premium Refinor 2006 con un grado y finalmente, a 160 Km/h las Naftas Premium REFINOR 97 y Súper Refinor 2006 necesitan dos grados más de avance de encendido que el resto de las Naftas Premium.

Luego se realiza este mismo ensayo manteniendo el avance de encendido constante. La relación aire/combustible en esta etapa de carga parcial no se modifica, porque la centralina la controla en forma automática. En este se observó que la Nafta REFINOR 97 es la de menor consumo respecto del promedio en 1.89, pero la Nafta Premium REFINOR 2006 esta por encima del promedio en 0.45% siendo que las diferencias máximas son del orden del 1%, este análisis se encuentra reflejado a modo de ejemplo en el Gráfico N° 7. La Nafta Súper REFINOR 2006 se encuentran por encima del consumo promedio en 0.45%.

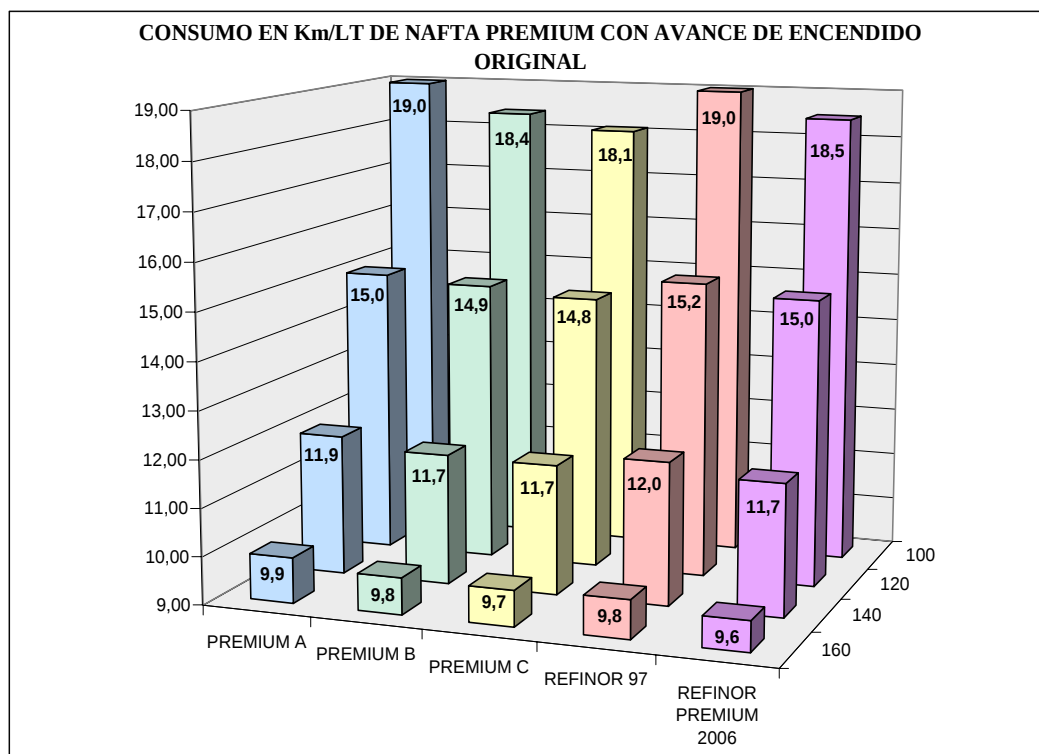


Gráfico N° 7

Evaluadas todas las muestras en dinamómetro de rolos a 100, 120, 140 y 160 kph las diferencias de consumo son en todos los casos inferiores al umbral de sensibilidad de un usuario exigente, los nuevos combustibles tienden al valor medio de la dispersión.

En vehículos convencionales alimentados con inyección de combustible, en general las gasolinas del tipo Súper generan menor consumo a velocidad constante. Solo alterando el “mapeo de encendido” y aplicando una mayor relación de compresión puede revertirse esta situación.

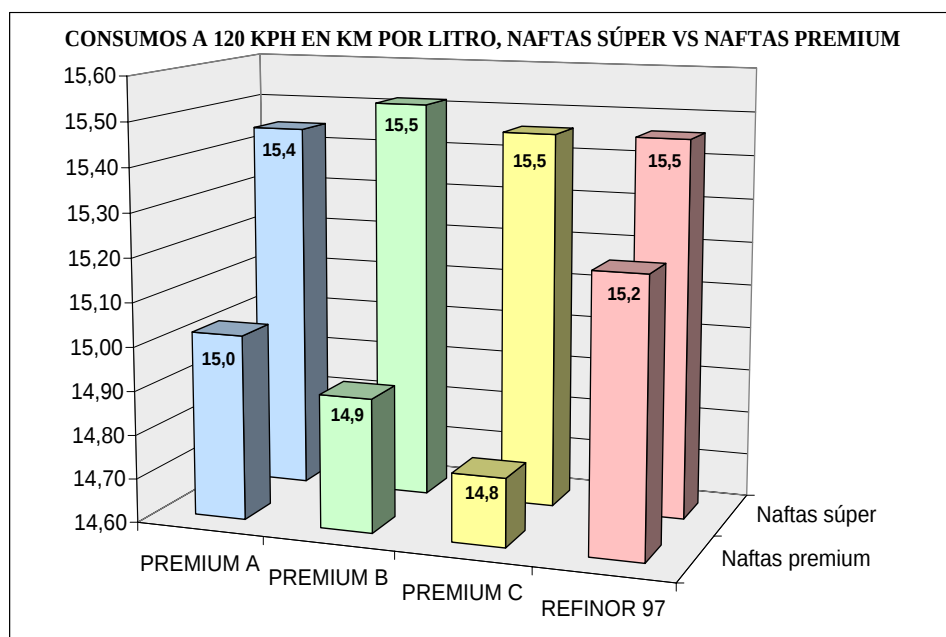


Gráfico N° 8

CONCLUSIONES

Globalmente se puede decir que la adecuación de las Naftas Refinor a la calidad 2006 fue realizada exitosamente para competir en el mercado satisfaciendo las necesidades de los clientes más exigentes.

La performance obtenida por el blending de los nuevos insumos y por el agregado de aditivos se ve reflejada en los ensayos físico-químicos y principalmente en los ensayos en el banco de motores. Este último es un método de validación objetiva del comportamiento del combustible en el automóvil, lo cual es percibido en forma inmediata por el cliente.

Al analizar los resultados de los ensayos realizados en el dinamómetro se a podido observar, que no existen diferencias en cuanto a los valores de potencia máxima que entregan las muestras para todo el régimen de uso del vehículo ensayado, como así tampoco, se han observado diferencias apreciables de consumo de combustibles, en cargas parciales y totales.

Con respecto al índice de detonación, las Naftas Súper y Premium 2006 han presentado un margen de seguridad mayor que las otras muestras.

El ensayo de vida motor no presentó novedades ni características anormales de funcionamiento del motor.

Los otros parámetros que se han registrado y que no hacemos mención en esta conclusión final, es debido, a que no presentaron diferencias apreciables para tenerlas en cuenta, como de comportamiento anormal.

BIBLIOGRAFÍA

- John Bacha, Linda Blondis, John Freel, Greg Hemighaus, Kent Hoekman, Nancy Hogue, Jerry Horn, David Lesnini, Christa McDonald, Manuch Nikanjam, Eric Olsen, Bill Scott, and Mark Sztenderowicz, “Diesel Fuels Technical Review (FTR-2)”, Chevron Products Company, a division of Chevron U.S.A. Inc. Copyright © 1998
- Randy Barber, Kevin Carabell, John Freel, Peter Fuentes-Afflick, Lew Gibbs, Hunter Gooch, Kent Hoekman, Mike Ingham, Mike Johnson, David Kohler, Rae Leaper, David Lesnini, Marlene Lano, Wendy Szeto Lee, Mark Sztenderowicz and Steve Welstand. “Motor Gasolines Technical Review (FTR-1)”, Chevron Products Company, a division of Chevron U.S.A. Inc., Copyright © 1996
- Resoluciones N° 222/2001, 394/2002, 145/2002, 394/2002, 398/2003, 824/2003 y 271/2006 de la Secretaría de Energía.
- Norma Internacional para Sistemas de Gestión de la Calidad “ISO 9001:2000” (traducción certificada)
- Pierre Wuithier, “El Petróleo, Refino y Tratamiento Químico”, Ed. CECOSA.
- HPI consultants, “Guide to petroleum product blending”, INC., copyright 1989 HPI consultants, Inc., Austin, Texas.