

Mejora de los estándares de combustible para la gasolina directa Motores de inyección (GDI): el programa TOP TIER+™



En la industria automotriz actual, que evoluciona rápidamente, la calidad del combustible es una preocupación crítica tanto para los fabricantes como para los consumidores. El programa TOP TIER+™, establecido hace dos décadas por los principales fabricantes de automóviles, ha sido fundamental para garantizar estándares más altos de detergencia del combustible para mejorar el rendimiento y la longevidad del motor. A medida que avanzamos hacia 2025, el programa ha introducido el estándar TOP TIER+™, diseñado específicamente para abordar los desafíos únicos que plantean los motores de inyección directa de gasolina (GDI). Esta nueva norma tiene como objetivo mitigar problemas como los depósitos en los inyectores de combustible y los eventos de combustión anormales llamados pre-ignición estocástica (SPI), lo que garantiza un combustible más limpio, eficiente y respetuoso con el medio ambiente.

Mejora de los estándares de combustible para la gasolina directa Motores de inyección (GDI): el programa TOP TIER+™

El nacimiento de TOP TIER+™

Hace veinte años, un consorcio de fabricantes de automóviles creó el programa TOP TIER+™ para abordar la insuficiente detergencia del combustible en el mercado. A los fabricantes de equipos originales les preocupaba que el combustible de baja calidad contribuyera a los problemas del motor, afectara negativamente a los clientes y aumentara los costos de garantía. El programa TOP TIER+™ es voluntario y vincula la gasolina de mayor calidad a un estándar definido de rendimiento de limpieza del motor.

Los comercializadores de combustible deben proporcionar datos estandarizados de pruebas de laboratorio y motores sobre sus aditivos de control de depósitos para cumplir con esta norma voluntaria. El programa también prohíbe los aditivos organometálicos en la gasolina, aunque esto rara vez se hace hoy en día. Los datos de rendimiento proporcionados deben mostrar un mayor nivel de control de depósitos para las válvulas de admisión sin que las válvulas de admisión se peguen. Las empresas de aditivos suelen realizar las pruebas de estos aditivos.

La evolución de los motores GDI

A medida que avanzamos hacia 2025, han surgido nuevos desafíos. Los fabricantes de equipos originales han adoptado cada vez más la tecnología de inyección directa de gasolina (GDI) para reducir las emisiones de carbono y mejorar el ahorro de combustible. Los motores GDI inyectan combustible directamente en la cámara de combustión, lo que permite reducir el tamaño del motor y usar turbocargadores, lo que conduce a relaciones de compresión más altas, mayor eficiencia, menor consumo de combustible y menores emisiones de CO₂.

Sin embargo, los motores GDI se enfrentan a dos problemas principales: los depósitos de los inyectores de combustible y el SPI. Los depósitos de los inyectores pueden degradar el patrón de rociado del combustible, lo que resulta en una pérdida de economía de combustible y un aumento de las emisiones de partículas. Estas partículas pueden contribuir al SPI, un evento grave de pre-encendido (combustión anormal) que puede causar daños graves en el motor. Las primeras investigaciones identificaron las propiedades de la formulación de combustibles y lubricantes y los posibles efectos de los aditivos a tasas de tratamiento muy altas que podrían contribuir al SPI.

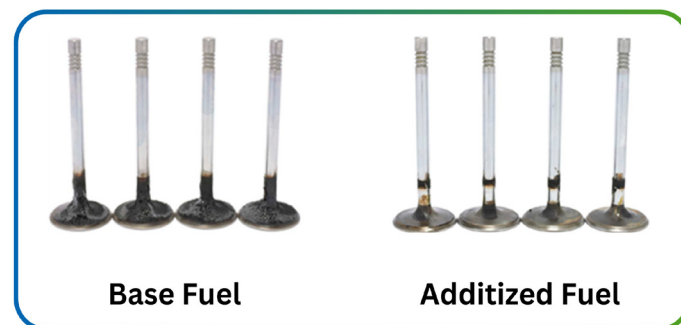
Presentamos el estándar TOP TIER+™

Para abordar estas nuevas preocupaciones, el programa TOP TIER+™ ha publicado una revisión para mejorar el estándar de rendimiento. Los comercializadores de combustible que cumplan con estos nuevos requisitos pueden utilizar la etiqueta TOP TIER+™ en el mercado. La intención es eliminar gradualmente la norma anterior, dando a los comercializadores de combustible dos años para hacer la transición a aditivos que cumplan con la norma revisada.



Aspectos destacados del programa TOP TIER+™

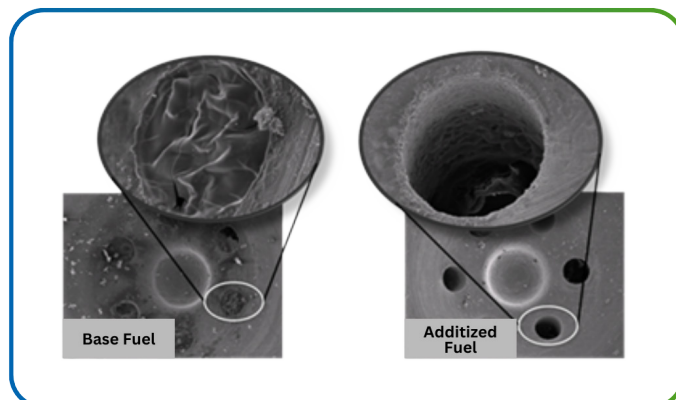
Control IVD: Los requisitos permanecen sin cambios. La prueba Ford 2.3L para el control de depósitos de válvulas de admisión (IVD) está estandarizada como ASTM D6201. Se prueba una gasolina base con propiedades específicas y sin aditivo detergente, y se debe alcanzar un mínimo de 500 mg de IVD promedio por cilindro. A continuación, se aditiva el mismo combustible y se vuelve a correr la prueba. Para pasar la prueba se requiere un IVD promedio de no más de 50 mg.



Limpieza del inyector de combustible GDI: NUEVO REQUISITO.

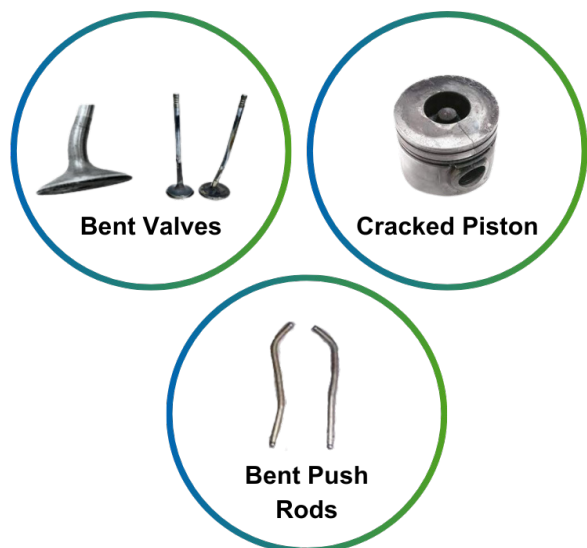
Esta prueba de dinamómetro de motor de 120 horas en estado estable evalúa la acumulación de depósitos en las boquillas de los inyectores, lo que puede provocar un suministro de combustible deficiente, una reducción del ahorro de combustible y un aumento de las emisiones. El motor de prueba es un GM LHU 2012-2013, un motor turboalimentado de cuatro cilindros en línea con una cilindrada de 2.0 litros.

La prueba consiste en una fase de "ensuciado" de 60 horas utilizando el combustible de referencia Haltermann HF2208 sin aditivos, con el objetivo de inducir un aumento de al menos el 5% en el ancho de pulso del inyector (IPW). Después de esta fase, el mismo combustible se trata con un aditivo de control de depósitos y se reinicia la prueba. El objetivo es reducir los depósitos, con un resultado exitoso definido como una reducción del 50% o más en IPW dentro de las siguientes 60 horas.



Mejora de los estándares de combustible para la gasolina directa Motores de inyección (GDI): el programa TOP TIER+™

Válvula de admisión adherida (demuestra no afectación por el uso de aditivos): Los requisitos son, el desempeño del combustible permanece sin cambios. Esta prueba garantiza que no se observe ningún atascamiento de la válvula en los motores sensibles, y que no se observe ningún atascamiento en la prueba de válvulas VW Wasser Boxer o GM 5.0L a tres veces la concentración de aditivo que pasó el requisito de IVD.



Partículas GDI (demuestra no afectación por el uso de aditivos): NUEVO REQUISITO. Las partículas se miden continuamente durante la prueba de limpieza del inyector, lo que garantiza que no aumenten las emisiones de partículas de los aditivos. Un margen del 20% de aumento de hollín es aceptable al principio de la fase de limpieza, pero las emisiones de hollín al final de la prueba deben ser iguales o inferiores a las del final de la etapa de ensuciamiento.

SPI (demuestra no afectación por el uso de aditivos): NUEVO REQUISITO. Esta prueba utiliza el mismo motor GM 2.0L LHU que la prueba de control de depósitos y examina la frecuencia de eventos de combustión anormales indicativos de SPI. El combustible de prueba requerido es el combustible de prueba TTG-1-002 TOP TIER+™ SPI Test Fuel. Una demostración de rendimiento aceptable se produce cuando la frecuencia SPI con combustible aditivado es estadísticamente equivalente o mejor que las fases de combustible base a un nivel de valor p de 0,05 (nivel de confianza del 95%).

Control de depósitos de la cámara de combustión (CCD): Los requisitos permanecen sin cambios. Se evalúa el efecto de los aditivos en los depósitos de la cámara de combustión, y la prueba de combustible aditivado no muestra un aumento de más del 40% en los CCD sobre la ejecución base.

La nueva norma, la revisión G, se publicó en enero de 2025 - haga [clic aquí](#).

Transición a TOP TIER+™

TOP TIER™ permitirá un plazo de dos años para el cumplimiento de la nueva norma. Durante este período, se diferenciarán dos niveles de rendimiento de TOP TIER™ en el mercado por nombres y calcomanías. El cumplimiento de la norma anterior se designará como TOP TIER+™ mientras que el cumplimiento de la nueva norma se designará como TOP TIER+™. Después de la ventana de dos años, solo los combustibles con certificación TOP TIER+™ permanecerán en el mercado.

Los requisitos de la prueba se resumen a continuación.

Test	Limit	Fuel Type
Ford 2.3L – IVD	Base - 500 mg. Additized - 50 mg	Meet TOP TIER™ fuel properties
Ford 2.3L – CCD	Additized CCD < 140% of base	
GM LHU – injector fouling	Base fuel - 5% or more increase in injector PW Additized – 50% reduction in that increase	Haltermann HF2208 LHU test fuel
GM LHU – PM no harm	End of clean-up PM must be no more than at of end of dirty-up	
GM LHU – SPI no harm	Statistically, there is no harm to SPI count for three base runs versus three additized runs	Gage products TTG-1-002 TOP TIER™ SPI Test Fuel

TOP TIER+™ Standard está disponible fuera de los Estados Unidos, incluidos los comercializadores de combustible en Canadá, México, Puerto Rico, Japón, Colombia, Perú, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá y Argentina.