

***Aplicaciones
de los
biocombustibles
en los motores de
combustión
interna***

**Trabajo Final Integrador : Esp Ing RAMON H F AGUIRRE
Tutor: Ing Jose D´alessandro**

Índice

Contenidos	Paginas
Introducción.	04
Resumen.	05
Planteo del problema.	05
Hipótesis de trabajo.	06
Objetivos del trabajo.	06
Marco teórico.	07
Biocombustibles en Argentina	08
Historia del desarrollo de los Biocombustibles en Argentina	09
Aspectos legales e impositivos actuales.	10
Legislación comparada.	11
Resumen de los aspectos más salientes.	14
Conclusiones.	16
Biocombustibles. Rutas tecnológicas.	17
Ventajas y desventajas de los biocombustibles.	18
Ventajas de producir biocombustibles en Argentina.	18
Propiedades del biodiesel.	20
Ventajas del biodiesel.	21
Mantenimiento en vehículos alimentados por biodiesel.	22
Rendimientos.	23
Análisis de un motor John Deere.	23
Análisis comparativo de un mismo motor.	25
Potencia obtenida usando biodiesel.	26
Evaluación del funcionamiento de MCI trabajando con biodiesel.	28
Consumo en función del tipo de biodiesel.	32
Inquemados en función del tipo de biodiesel.	32
Formación de NOx en función del tipo de biodiesel.	33
Formación de CO en función del tipo de biodiesel.	34
Los motores y la calidad.	35
Formación de depósitos por precipitación de productos.	36
Pistón axial de alta presión.	37
Ácidos grasos.	38
Boquillas de inyección.	39
Estabilidad de elastómeros.	40
Agua.	41

iones alcalinos y alcalinos térreos.	42
Biodiesel fuera de especificación.	43
Filtro.	44
Biodiesel dentro de especificaciones.	45
Uso de aceite vegetal crudo.	46
Mezcla de biodiesel.	47
Bioetanol. Ventajas.	48
Desventajas.	49
Características físico-químicas.-	50
Características del bioetanol y el gasoil.	50
El bioetanol como aditivo de las naftas.	51
Porcentaje de etanol usado en las mezclas.	51
Corrección en motores.	52
Bioetanol y los motores Otto.	53
Modificaciones básicas de los motores.	54
Efectos del uso de bioetanol en los motores.	54
Recomendaciones en el uso de bioetanol.	55
Evaluación de un motor.-	55
Biohidrogeno . Introducción	57
Uso y posibilidades del biohidrogeno.	58
Principales beneficios del hidrogeno a partir de biomasa.	59
Almacenamiento del hidrogeno.	60
Métodos y fenómenos básicos del almacenamiento.	60
Los MCI y el uso de hidrogeno.	61
Ventajas del hidrogeno.	61
Desventajas del hidrogeno.	62
Propiedades del hidrogeno como combustible.	63
Relación aire/combustible .	64
Modificación de los MCI para usarlo con hidrogeno.	65
Sistema de propulsión.	67
Celdas de combustibles.	68
Ventajas y desventajas de las celdas.	69
Requisitos para el uso de pilas.	69
Principio de funcionamiento.	70
El circulo vicioso.	71
Últimas tendencias tecnológicas .	72
Bibliografía.	74

Introducción

Este trabajo abarca básicamente la producción de los biocombustibles en nuestro país y la región , su implicancia económica , social y ambiental de acuerdo a las necesidades de la actual sociedad y su aplicación en un sector muy importante como lo es los motores de combustión interna .-

El sector de los biocombustibles ha sido una de las actividades económicas con mayor desempeño relativo durante los últimos años en el país .

Por un lado aparecen como exitosos el desarrollo productivo desde el año 2007 al cual se le agrega la competitividad alcanzada por la exportación de los mismos .-

El desarrollo reciente de la producción de biocombustibles en Argentina se ha enmarcado en un contexto internacional de rápido crecimiento global de dicho sector productivo , ayudado por las políticas de fomento al uso de biocombustibles implementados en varios países de la región .-

Estas políticas han estado motivadas en casi todos los casos por el interés de diversificar la matriz energética para sustituir la dependencia del petróleo y el peligro que su uso significa para el ambiente .-

Lo que buscamos es también generar el compromiso nacional y regional de contribuir desde el punto de vista técnico , económico y social a largo plazo.-

Además representa una demanda adicional a nuestra producción de materias primas para la elaboración de biocombustibles con su consiguiente impacto en el mercado global .-

En todos los casos estamos en frente a una gran oportunidad : la de favorecer a las economías regionales , aprovechando nuestras excelentes materias primas para producir energías alternativas renovables .-

La elaboración de biocombustibles suma valor agregado a la producción primaria, generando la creación de empleo calificado , impulsando así , una mayor desarrollo de la economía en su conjunto .-

Todo lo referente a la generación de biocombustible , viene acompañado por el uso de los mismos , de acuerdo a la ubicación geográfica de las materias primas y la obtención de distintos biocombustibles para su posterior uso en los motores de combustión interna.-

Esto generara un mayor incremento en la industria automotriz, con la fabricación de nuevas unidades motrices que toman como referencia las distintas cualidades , propiedades y porcentajes de los biocombustibles.

Todo esto nos llevara a mejorar las condiciones ambientales y la calidad de vida en todas las regiones involucradas en estos procesos productivos .-

Resumen

El trabajo realizado tiene una fuerte investigación de características bibliográfica, referida no a solo a cuestiones económicas , sociales , geográficas y productivas de nuestro país , sino abarcando también a otras experiencias existentes en los países vecinos .-

Básicamente podemos distinguir tres etapas claramente definidas :

1.- las características de los biocombustibles, mediante el análisis de sus propiedades , su importancia en estas épocas , su principales ventajas y desventajas y su grado de aplicación en los sistemas productivos .-

2.- estudio de las distintas legislaciones vigentes en América en referencia a la problemática de la generación de biocombustibles ; es así la importancia del análisis de las legislaciones comparadas en cada uno de los países involucrados en la generación y posterior uso de los biocombustibles .

3.- tomamos como referencia tres biocombustibles : biodiesel , bioetanol y biohidrogeno .

A partir del análisis de las ventajas y desventajas de cada uno de ellos , de sus propiedades físicas y químicas , analizamos sus posibilidades de obtención en nuestra región a partir de las materias primas existentes.-

Analizamos por separado el uso de cada uno de esos biocombustibles en distintos motores de combustión interna , estudiando las variaciones de parámetros tales como potencia , numero de revoluciones y consumo de combustibles .

Todo eso nos llevara a sacar conclusiones en cuanto al grado de funcionamiento de los motores , especialmente cuando se usan combustibles líquidos con distintos porcentajes de corte.-

En resumen , a partir del análisis de las propiedades de los biocombustibles , buscamos llegar a la óptima aplicación de los mismos en procesos de automoción, buscando reemplazar en forma definitiva a los derivados del petróleo y mejorar la calidad ambiental de los elementos emergentes , tanto en la producción como en el uso de los nuevos combustibles .-

Planteo del problema .-

Actualmente existen una serie de problemáticas que inciden en la calidad de vida de las poblaciones , las cuales mencionamos :

1.- pronta desaparición de los combustibles fósiles.-

2.- el alarmante aumento de los problemas ambientales generados por el mal uso de los recursos existentes .-

3.- las alteraciones de la calidad de vida al cual están sometidas todas las personas ,

Analizando en forma pormenorizada cada uno de estos puntos y sus futuras implicancia en las sociedades , es que nos lleva a plantarnos el siguiente interrogante de mucha actualidad y con una significación futura incierta :

¿Son los biocombustibles una fuente alternativa para mejorar la calidad de vida y los índices de contaminación cuando usamos los motores de combustión interna ?

Hipótesis de trabajo.-

Es técnica, tecnológica , económica y ambientalmente factible la generación de biocombustibles para su posterior utilización en los motores de combustión interna , como una forma de no depender directamente de los combustibles fósiles , casi en extinción , y además de generar acciones que mejoren el medio ambiente .-

Una serie de experiencias nos dan el sustento necesario para considerar a estos biocombustibles como una alternativa válida, de carácter sustentable y sostenible en el tiempo, ante las mayores demandas energéticas existentes.-

Objetivos del trabajo.-

Objetivos generales :

- Reconocer la importancia de los recursos energéticos y su uso responsable , en todas las actividades humanas .-
- Generar una actitud crítica frente al agotamiento de los recursos derivados del petróleo y su implicancia en las diversas actividades .-
- Analizar la legislación vigente en referencia a los biocombustibles y su aplicación en nuestro país.-

Objetivos específicos :

- Analizar las principales propiedades de los biocombustibles aplicados en los motores de combustión interna .-
- Determinar las mejoras de rendimiento , consumo y potencia en los distintos motores que usan biocarburantes .-
- Identificar las principales ventajas y desventajas del uso de los biocombustibles en nuestra sociedad.-
- Determinar el grado de mejora en el medio ambiente por el uso responsable de las energías alternativas.-

Marco teórico

Durante los últimos años se ha registrado un crecimiento económico a nivel mundial que esta acelerando el agotamiento de los recursos energéticos fósiles . Surge la necesidad de encontrar energías alternativas a un costo que permita sostener dicho crecimiento con el menor impacto en el medio ambiente .-

Los biocombustibles son promocionados bajo este contexto, principalmente como un producto cuya combustión emite menos GEI (gases efecto invernadero) . Sin embargo con el incremento del uso de los biocombustible se ha originado un debate sobre los impactos de dichos productos .

Es así que se argumenta que los biocombustibles representan un riesgo para la biodiversidad debido al reemplazo de áreas vírgenes para su cultivo , marginando a las comunidades aborígenes y locales y produciendo una mayor cantidad de emisiones de GEI de las que evitan .

Dada la creciente demanda de biocombustibles a nivel mundial , cuya tendencia esperada es que continúe durante los próximos años , se espera también un incremento de tierras destinadas a la producción de biocombustibles .

Dado que la tecnología y las políticas sobre biocombustibles evolucionen a un ritmo acelerado , es difícil generalizar los impactos específicos de los mismos , ya que cada tipo de biocombustible y sistema de producción repercute de manera diferente .-

Existen pocos datos sobre los efectos asociados con una mayor producción de biocombustibles aunque la mayor parte de los impactos son similares a los ya conocidos para la producción agrícola :

- **Escases y contaminación del agua .-**
- **Degradación del suelo .-**
- **Agotamiento de los nutrientes .-**
- **Perdida de la biodiversidad silvestre y agrícola.-**
- **Riesgo de competencia por la tierra agrícola de los cultivos destinados a la producción de alimentos .-**

Por lo tanto es necesario considerar los cambios directos e indirectos del uso de la tierra , causados por el aumento de la producción de biocombustibles , para comprender los posibles efectos sobre el medio ambiente , los recursos naturales y la biodiversidad .-

Argentina está interesada en este programa general de producción de biocombustible para su crecimiento económico y la de contribuir a la conservación de los recursos naturales y mejoras del medio ambiente , como lo ha manifestado a través de distintas leyes y decretos .-

Adicionalmente tiene ventajas comparativas para el desarrollo de fuentes de energías alternativas , en particular provenientes de productos agrícolas . Así a partir de los años 70 comienza a expandirse el sistema de producción de siembra directa que tiene como visión la gestión del ambiente con el fin de hacer agricultura y producir alimentos , minimizando los impactos negativos , mejorando los aspectos que permita la tecnología.

Biocombustibles en Argentina .-

Con la **Conferencia de Estocolmo (1972)** y la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992)** , comenzaron a emerger en la Argentina distintos problemas ambientales .-

El **Art 41 de la Constitución Nacional** establece el derecho de toda persona disfrutar de un ambiente sano y la responsabilidad de preservarlo .-

Al mismo tiempo se establece las responsabilidades de la Nación para determinar los estándares mínimos de protección del medio ambiente y las responsabilidades de las provincias para cumplir y hacer cumplir esas normas.

En 1993, la Argentina se unió a la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** , mediante la Ley 24295.- Luego en 2001 , adoptando el Protocolo de Kioto con la Ley 25438.-

En virtud de estas normas mínimas la primera ley que se promulgo en Argentina fue la Ley 25675: **Ley general del Ambiente** .

A partir de esta ley hay otras normas específicas de protección del medio ambiente tales como :

- **Ley Nacional N° 26331** , de Presupuestos Mínimos para la Protección de los Bosques Nativos , que establece las directrices básicas para el enriquecimiento , restauración , conservación , uso y manejo sostenibles de los bosques nativos.
- **Ley Nacional N° 25688** , de Gestión Ambiental del agua , que establece los estándares mínimos para la preservación del agua y su uso.-
- **Ley Nacional N° 23919** , de ratificación de los ecosistemas de humedales de acuerdo a lo establecido en la Convención sobre los Humedales (Ramsar , Irán , 1971) .-

Como vemos existen normativas nacionales y provinciales de protección del medio ambiente , pero hay deficiencias en su aplicación, tales como la falta de actualización , falta de coordinación entre los organismos que aplican las normas , las contradicciones de ciertas reglas , etc.-

La barrera mas importante y significativa para un desarrollo sostenible esta en la falta de aplicación, el respeto y el control del cumplimiento de las regulaciones .

Las leyes y la regulación carecen de implementación , tanto espacial (inequidad geográfica) como temporal (discontinuidad) .-

La sociedad en general no cumple con las leyes por diferentes razones que pueden ser económicas , cuestiones de estado , educación o por la presión social .-

Esto resulta muy negativo para la conservación de los recursos naturales ya que la misma depende, en parte, de un marco reglamentario adecuado para supervisar las decisiones tomadas en el sector privado .-

Historia del desarrollo de los biocombustibles en Argentina

Para el análisis de la historia de los biocombustibles en Argentina , tomamos como referencia los documentos emitidos por la Cámara Argentina de Biocombustible (CARBIO) .

La misión de CARBIO es generar y agregar valor sustentable para el sector económico de la producción argentina de biocombustibles, mediante el análisis de la problemática del sector y elaboración de soluciones adecuadas, a nivel público y privado, fomentando el conocimiento y acciones de responsabilidad social empresaria.

El análisis histórico comienza en **1928** , cuando se llevo a cabo la primera experiencia practica ,utilizando una mezcla carburante llamada “**combustible Giacosa** “ por ser su inventor Luis Giacosa , quien la patento el 03 de Octubre de 1927 .-

La misma consistía en una mezcla formada por 15% de petróleo , 5% de metileno y 80% de alcohol. -

Estudios de la época realizado sobre vehículos que usaban dicha mezcla dieron algunos aspectos muy positivos : el auto arranco instantáneamente ; no producía emanaciones toxicas , por lo que su combustión era completa y la mezcla absorbida por las válvulas de admisión , podía comprimirse 9 veces en su volumen, sin detonar por presión .-

Al destaparse el motor no se advirtió la presencia de residuos carbonosos en la cámara de combustión y en las válvulas de escape .-

En el año **1942** , el gobernador de Tucumán **Dr Miguel Critto** recorrió distintas provincias utilizando un vehículo accionado por un combustible que tenia 30% de alcohol desnaturalizado y un 70% de nafta .

El recorrido efectuado alcanzo las localidades de San Javier y Villa Nougues a 800 mts de altura sobre el nivel del mar, con un excelente funcionamiento del auto usado .

Dado el éxito de la experiencia YPF comenzó a realizar ensayos sobre dicha temática.

Recién en 1979 , tras varios años de investigación y ensayos , se inicia en Tucumán el Plan Alconafta , que tenia como objetivo promover la utilización del alcohol etílico (etanol) derivado de la caña de azúcar como combustible .

El mismo reconocía como antecedente mas cercano el programa PROALCOOL de Brasil .Desde esa fecha y hasta principio de 1987 , 12 provincias integran el plan.

Tucumán comienza con el consumo masivo de alconafta común con obligatoriedad en 12 provincias con una mezcla de 15% de alcohol en naftas , con una exención total de impuestos sobre la parte de alcohol de la mezcla .-

La alconafta era económicamente viable ya que estaba subsidiada por el Estado, al renunciar al impuesto a los combustibles sobre el porcentaje de alcohol contenido en la mezcla .-

El impuesto a los combustibles recaía sobre el 85% de la nafta, y el 15% restante no pagaba. El Estado entendió que tenía un alto costo fiscal y no actualizó los precios que fijaba la Secretaría de Energía para el alcohol, lo que llevó a que perdiera rentabilidad el negocio, y se abandonó el programa.

Pero durante varios años las zafras azucareras no fueron buenas y no se alcanzó a cubrir el consumo necesario de alcohol.

Por otra parte el precio internacional del azúcar recuperó su rentabilidad haciendo que el Plan Alconafta fuera dejado de a lado hasta desaparecer por completo .-

La principal debilidad que exhibía este programa era su ecuación de costos que demandaba la desgravación de impuestos para poder acceder en condiciones parecidas a las naftas .-

Aspectos legales e impositivos actuales

Uno de los aspectos más salientes se estableció con la **Ley N° 26093** del año 2006 que tiene por objeto establecer el “**Régimen de Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles**” .-

En forma sintética el régimen establecido es el siguiente :

1. **Sujetos beneficiarios del régimen.-**
2. **Planta productoras.-**
3. **Mezclado del biocombustible con combustibles fósiles.-**
4. **Autoconsumo.-**
5. **Consumo de biocombustibles por el Estado Nacional.-**
6. **Beneficios promocionales.-**
7. **Accesos a los beneficios: cupos .-**

A principios de año 2008 , se sancionó la **Ley N° 26334** en donde se aprobó el “**Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol**” , cuyo objetivo fundamental es satisfacer las necesidades de abastecimiento interno y generar también excedentes exportables de bioetanol en base a caña de azúcar .-

El Régimen de Promoción se basa en la Ley N° 26093.-

A través de este Régimen promocional , el Gobierno espera impulsar la conformación de las cadenas de valor , mediante la integración de productores de caña e ingenios azucareros , en los procesos de fabricación de bioetanol .-

A este régimen podrán acceder :

- I. **Las personas físicas o sociedades, cooperativas o sociedades de capital estatal, que produzcan azúcar, a la fecha de entrada en vigencia de la ley.-**
- II. **Los sujetos societarios, antes mencionados, que reanuden sus actividades industriales , es decir , aquellos que por distintos motivos hubieran parado la producción y hoy decidieran reanudarla en el marco de esta promoción.-**

Los sujetos comprendidos en los alcances de esta ley gozarán de los beneficios establecidos en la Ley N° 26093 de promoción de biocombustibles y estos beneficios a los que accederían serían básicamente :

- 1) **La no aplicación del Impuesto a los Combustibles Líquidos y Gaseosos .-**
- 2) **La no aplicación de las Tasas Hídricas a las ventas de bioetanol en el mercado doméstico .-**

Legislación comparada entre Argentina , Brasil y Colombia

Para el análisis de la legislación comparada entre varios países de la región , tomamos como referencia la documentación aportada por OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) mediante el artículo técnico realizado en el año 2007 , “Análisis de Legislación sobre Biocombustibles en América Latina “ cuyo autor es Victor Hugo Ajila .-

➡ Autoridad de aplicación de la Ley

En Argentina : el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, a través de la Secretaría de Energía, para todos los aspectos de la Ley, excepto para cuestiones de índole tributaria, que corresponden al Ministerio de Economía y Producción.

Además, tienen competencias específicas la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca con relación a cultivos energéticos (agropecuarios); la Subsecretaría de Pequeña y Mediana Empresa, con relación a la adquisición de bienes de capital y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, con relación a investigación, cooperación y transferencia tecnológica.

En Brasil : la Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles es la entidad reguladora de la industria y está vinculada al Ministerio de Minas y Energía.

En Colombia: se dividen las competencias entre el Ministerio de Minas y Energía (con relación a la calidad y mezcla de biocombustibles), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (con relación al fomento de producción de oleaginosas y registro de nuevas plantaciones).

➡ Funciones de la Autoridad de Aplicación (AA) : Las Autoridades de Aplicación , en general, tienen las funciones de promover y controlar la producción de biocombustibles y de materias primas; establecer normas de calidad, requisitos y condiciones necesarias para la habilitación de plantas productoras; certificar las inversiones y actividades industriales; la elaboración de reglamentos y de normas técnicas.-

En Argentina: se creó la Comisión Nacional Asesora (instancia pública) para asistir y asesorar a la autoridad de aplicación de la Ley. La misma está integrada por la Secretaría de Energía, la Secretaría de Agricultura, la Secretaría de Ambiente, la Secretaría de Hacienda, la Secretaría de Política Económica, la Secretaría de Comercio y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, además de la Administración Federal de Ingresos Públicos.

La Ley deja abierta la posibilidad de integración de otras instituciones públicas o privadas que puedan asegurar el mejor cumplimiento de la misma.

Brasil y Colombia : no crean organismos similares a través de sus leyes y reglamentos.

➡ **Mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles** : El aspecto de la mezcla es muy destacado en las regulaciones sobre biocombustibles, pues está estrechamente ligado con los objetivos y las finalidades de la Ley.

Si los objetivos de la Ley apuntan a disminuir la dependencia de combustibles fósiles, aumentar la autosuficiencia energética y disminuir la contaminación ambiental local, es preciso producir y consumir biodiésel.

Uno de los mecanismos más usados para asegurar el consumo nacional es la definición de “porcentajes de mezclas mínimas obligatorias” que cada país se propone como meta a alcanzar en determinados períodos de tiempo.

En Argentina : se establece como mínimo obligatorio a partir del cuarto año de promulgación de la Ley (2010) un 5% de etanol con gasolina y un 5% de biodiésel con diésel.

En Colombia : se fija sólo la obligación de que en centros urbanos de más de 500.000 habitantes las gasolinas deberán contener componentes oxigenados (alcoholes carburantes), pero los porcentajes los determina el Ministerio de Minas y Energía.

En centros urbanos de menos de 500.000 habitantes no existe la obligatoriedad, pero se deja a decisión del Gobierno la posibilidad de implementar el uso de estas sustancias conforme su disponibilidad.

En Brasil : el mínimo obligatorio intermedio de mezcla de biodiésel con diésel es de 2% para 2008, hasta alcanzar el 5% en 2013 en todo el territorio nacional.

➡ **Procedimiento de mezcla y distribución** : para realizar las mezclas de biocombustibles con combustibles fósiles y distribuir los mismos, hasta llegar a los consumidores, cada legislación establece un procedimiento que involucra distintas autoridades y requisitos.

En Argentina : se establece que las instalaciones que hayan sido aprobadas por la Autoridad de Aplicación para el fin específico de realizar las mezclas, deben adquirir los biocombustibles de las plantas que hayan sido debidamente habilitadas a este efecto.

En Colombia : se regula el proceso de la mezcla de etanol con el combustible base como responsabilidad de los distribuidores mayoristas de combustibles fósiles y su distribución y comercialización está sujeta a libre competencia.

En Brasil: no se establece regulación al respecto, pero sin duda el tema es sujeto de regulación mediante reglamentos u otras normativas especializadas de carácter secundario.

➡ **Régimen promocional / beneficios impositivos** : para promover la producción de biocombustibles en cada país se han establecido una serie de incentivos, ya sea para los productores agrícolas o para el sector industrial .-

En Argentina : exención en el IVA y el Impuesto a las Ganancias, en relación con la adquisición de bienes de capital o la realización de obras de infraestructura correspondientes a proyectos de inversión de biocombustibles, durante el tiempo de vigencia de este régimen especial (15 años, contados a partir de 2006).

Además, los bienes afectados no integran la base de imposición del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta .-

El biodiésel y el bioetanol no están sujetos a la Tasa de Infraestructura Hídrica ni al Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural ni al Impuesto sobre la Transferencia a Título Oneroso o Gratuito o sobre la Importación de Gasoil.

En Colombia : la Renta Líquida generada por el aprovechamiento de nuevos cultivos, que son materias primas energéticas, está exenta de impuestos durante 10 años a partir del inicio de la producción.

También el biocombustible de producción nacional para mezclas con ACPM (Aceite Combustible Para Motor) está exento del impuesto a las ventas y del impuesto global al ACPM.

➡ **Promoción para el uso de biocombustibles :**

En Brasil : la Ley otorga beneficios tributarios a los productores industriales que compren materia prima a pequeños productores agrícolas (a través de exenciones fiscales diferenciadas: pagan menos impuestos aquéllos que incorporen en su cadena productiva a productores de materias primas a escala familiar).

➡ **Sectores prioritarios / Enfoque :**

En Argentina : se priorizan los proyectos para otorgar beneficios en función de los siguientes criterios de promoción: pequeñas y medianas empresas; productores agropecuarios y economías regionales.

El régimen es aplicable a industrias que, entre otros, reúnan los siguientes requisitos:

- que sean propiedad de una sociedad constituida en Argentina y habilitadas con exclusividad para producir biocombustibles.
- que su capital social mayoritario sea aportado por personas físicas o jurídicas dedicadas mayoritariamente a la producción agropecuaria.
- que estén en condiciones de producir biocombustibles cumpliendo normas de calidad, requisitos y definiciones fijados por la Autoridad de Aplicación .

En Colombia : el régimen promocional está dedicado a los productores agrícolas. Estos deben registrar sus nuevas plantaciones en el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y llevar registros contables independientes para solicitar las exenciones determinadas en la Ley.

En Brasil : el biodiésel necesario para atender los porcentajes de mezcla mínima obligatoria tendrá que ser procesado, preferentemente, a partir de materias primas producidas por agricultores familiares e, incluso, materias primas resultantes de actividades extractivas

➡ **Sustentabilidad ambiental** : Como cualquier actividad productiva, la de biocombustibles no está exenta de producir algunos impactos ambientales

(contaminación atmosférica, hídrica y del suelo, afectación de la biodiversidad y disponibilidad de recursos, etc.).

En Argentina : la Ley establece claramente que todos los proyectos para habilitación de plantas productoras de biocombustibles deberán someterse a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que incluya tratamiento de efluentes y gestión de residuos.

También establece que el Estado y las empresas privadas que se encuentren ubicadas sobre vías fluviales, lagos, lagunas, parques nacionales o reservas ecológicas deberán utilizar biodiésel, bioetanol o biogás sin mezclas a partir del cuarto año de promulgación de la Ley .-

En Colombia : se define que las mezclas de etanol con combustibles fósiles se harán de acuerdo a los reglamentos sobre control de emisiones y los requerimientos de saneamiento ambiental que, para cada región del país, establezca el Ministerio del Medio Ambiente.

En Brasil : corresponde a la Autoridad de Aplicación de la Ley hacer cumplir las buenas prácticas de conservación y uso racional de los biocombustibles y de la preservación del medio ambiente.

➡ **Infraacciones y sanciones** : el incumplimiento de las normas de la Ley, de las disposiciones y resoluciones de la Autoridad de Aplicación , así como de las normativas técnicas que se emitan, dará lugar a la aplicación de algunas sanciones o medidas cautelares, de conformidad con la falta cometida.

En Argentina : se clasifican los tipos de sanciones para los diferentes actores: plantas habilitadas para producir biocombustibles, sujetos beneficiarios del régimen tributario y para las instalaciones donde se realizan las mezclas.

➡ **Regulación de precios**

En Argentina: la legislación establece que los precios de los biocombustibles serán fijados por la Autoridad de Aplicación y que las instalaciones aprobadas para realizar la mezcla deberán adquirir los biocombustibles a los sujetos beneficiarios del régimen promocional

Resumen de los aspectos mas salientes

En Argentina :

- Autoridad de aplicación: Secretaría de Energía
- **Corte obligatorio**: crea una demanda cautiva,
- Cada año la SE establece el volumen de biocombustible y las cuotas de producción.

- Cortes modificados en forma reiterada:
- Precios de referencia para mercado local
- Incentivos fiscales para producción para mercado local
- Exención de la aplicación del impuesto a los combustibles líquidos (inconsistencia con ley anterior).
- Devolución anticipada del IVA

- Beneficios en el cálculo del impuesto a las ganancias y ganancia mínima presunta.
- Las firmas deben operar en Argentina y dedicarse en forma exclusiva a la producción de la biocombustibles
- Precio fijado para cada biocombustibles y ajustaba en forma automática por polinómica.
- El Marco regulatorio afecta la rentabilidad ero también el **riesgo** .
- El mercado energético es un mercado regulado por el Estado.
- Los principales incentivos para aumentar producción fueron sociales más que privados, hasta ahora.
- Se incluyen subsidios directos, exenciones tributarias y especificaciones técnicas
- El costo de los mandatos, por su parte, es absorbido por el consumidor final (Tyner, 2008)

En Brasil :

- En 1975 se lanza 1975 con el lanzamiento del PROALCOOL
- Se crean rea las condiciones para el desarrollo a gran escala de la industria del bioetanol en base a caña de azúcar.
- Búsqueda de independencia de las importaciones de petróleo debido a los altos costos presentados durante la crisis de 1970.
- **Instrumentos:** cuotas de producción y un precio fijo garantizado de compra para el bioetanol;
- Incentivos a la inversión en centros de producción; incentivos tributarios para los dueños de autos que utilizaran mezclas de gasolina con bioetanol y créditos blandos para implementar los cambios tecnológicos necesarios a los vehículos (Delaunay, 2007).
- En 1990 se realizó una revisión del programa , se liberalizaron los precios del bioetanol y se redujeron los subsidios a los productores de bioetanol para mezclarlo con gasolina.
- Se introdujo el sistema de mezclas obligatorias de gasolina y bioetanol con un porcentaje que oscila entre el 22 y 24%,
- En los 2000 se retomaron incentivos a vehículos con opción flexible de combustible
- En 2004, lanza Programa Nacional para la Producción de Biodiesel (PROBIODIESEL)
- Mandato obligatorio introductorio del 2% de biodiesel a partir de 2007, y se va incrementando anualmente (proyectaba 20% hacia 2020).
- Incluye exenciones tributarias diferenciadas dependiendo del tipo de oleaginosas utilizadas, lugar de cultivo y si son producidas por grandes compañías o productores familiares.
- Promueve el desarrollo de los biocombustibles de segunda generación.

En Colombia :

- En 2001 implementa proyecto "Biogasolina",
- Marco vigente incluye mandatos obligatorios en el país desde el año 2005,

- Los programas de promoción incluyen incentivos a la producción y comercialización, exenciones tributarias tanto a la producción de feedstocks como al uso final, la creación de zonas francas para la producción de feedstocks , créditos blandos a la inversión.
- Desde 2012 el 60% de los autos nuevos a ser vendidos en el país deben ser Flex-Fuel 85

La mayoría de las legislaciones establece como finalidades u objetivos disminuir la dependencia de combustibles fósiles e incrementar la autosuficiencia energética de los países y la generación de empleos e ingresos, lo que implica desarrollar la producción y consumo de biocombustibles en el ámbito nacional.

La definición de biocombustibles es muy variada, pero el común denominador es que son productos derivados de la biomasa.

La mayor parte de las legislaciones incluye varias dependencias estatales en la aplicación de las leyes .-

Un tema clave en la mayoría de las legislaciones es el establecimiento de regímenes promocionales para toda o parte de la cadena de producción de biocombustibles.

Algunas incluyen subvención al precio de los biocombustibles, a fin de hacerlos más competitivos frente a los combustibles fósiles.

El tema de las mezclas obligatorias mínimas se prevé en las leyes o reglamentos y varía dependiendo de los productos y, por supuesto, de cada país.

Cada legislación tiene un enfoque o sector prioritario, pero la mayoría apunta a la producción de biocombustibles a partir de materias primas nacionales.

Algunas legislaciones tienen enfoque hacia pequeñas y medianas empresas; productores agropecuarios a escala familiar y economías regionales que tienen potencial de desarrollo.

La mayoría de los marcos regulatorios establecen normas especiales o hacen referencia a Leyes Ambientales aplicables al sector de biocombustibles, tanto a nivel de producción agrícola como de procesamiento industrial.

CONCLUSIONES

La faz promocional del marco regulatorio de los biocombustibles no ha arrojado resultados positivos hasta el momento, y tampoco es esperable que los brinde en el futuro a menos que se realice un replanteo de su estructura y funcionamiento .

En el caso de Argentina debe modificarse el proceso de determinación del porcentaje de corte de acuerdo a las variaciones del precio internacional de los biocombustibles y del petróleo.

No obstante ello, y a pesar de la incertidumbre generada por su marco regulatorio, el sector de biocombustibles en la República Argentina ha experimentado un importante crecimiento en la última década, debido a un favorable contexto internacional, saludables ventajas comparativas, y ciertas asimetrías de tratamiento impositivo.

Resulta indispensable apuntalar el crecimiento de la producción de biocombustibles permitiendo su desarrollo con la menores interferencias estatales en materia de precios y comercialización, sin perjuicio de la readecuación de las normas en materia promocional para atraer inversiones nacionales y extranjeras.

Biocombustibles

A diferencia de los combustibles fósiles, que provienen de la materia orgánica acumulada durante enormes periodos de tiempo , los biocombustibles provienen de una fuente renovable, la biomasa .- La biomasa es la materia orgánica que constituye todos los seres vivos, sus productos y desechos .-

Rutas tecnológicas para los biocombustibles

Materia Prima	Biocombustibles	Aplicación
Solidos: urbanos-pecuarios.- Líquidos : efluentes.-	Biogas.- Biohidrogeno.-	Electricidad.- Calor. Transporte
Con especies vegetales ricas en azúcares o almidón :		
Caña de azúcar. Maiz. Otras ; sorgo, remolacha .-	Bioetanol . Biobutanol.-	Transporte Electricidad.- Calor.
Con especies vegetales ricas en aceites :		
Soja. Palma de aceite.- Canola , otros .	Biodiesel.- Bioetanol.-	Transporte Electricidad.- Calor.
Canola .	Biodiesel (de mejor calidad).-	Transporte Electricidad.- Calor.
Cañamo.- Jatropha y otros .	Biodiesel.- Bioturbosina.	Transporte Electricidad.- Calor.
Con otras materias primas :		
Aceites animales .	Biodiesel .	Transporte Electricidad.- Calor.
Especies celulósicas : desechos forestales.- , ; desechos industriales .-	Carbón vegetal	Electricidad.- Calor.
	Bioetanol	Transporte Electricidad.- Calor.
	Briquetas -	Electricidad.- Calor.

Algas :		
Ricas en aceite .	Biodiesel .	Transporte Electricidad.- Calor.
Ricas en carbohidratos .	Bioetanol .	Transporte Electricidad.- Calor.

Utilidad de los biocombustibles .

- 1.- Para respetar al medio ambiente .-
- 2.- Para luchar contra el cambio climático .-
- 3.- Para disminuir la dependencia del petróleo .-

Ventajas de los biocombustibles .

- a) No aumentan el CO2 en la atmosfera , disminuyendo el efecto invernadero.-
- b) Aportan una fuente de energía reciclable e inagotable.-
- c) Revitalizan las economías rurales y generan empleo.-
- d) Se reducen los excedentes agrícolas de las ultimas décadas.-
- e) Se aprovecharía las tierras de poco valor agrícola .-
- f) Mejora la competitividad al no importar fuentes de energía tradicionales .-

Desventajas de los biocombustibles

- a) El costo productivo de los biocombustibles doblan al gasoil y la nafta por lo tanto no son competitivos sin ayuda estatal.-
- b) Se necesitan grandes espacios de cultivo complicando en situaciones en que hay baja disponibilidad .-
- c) Se potencia los monocultivos intensivos con aumento en el uso de agroquímicos.
- d) El combustible precisa una transformación previa compleja .-

Ventajas de producir Biodiesel en Argentina

- a) La producción de oleaginosas (especialmente soja) cubre la demanda para producir biocombustible.
- b) Existen grandes y aptas superficies para cultivar oleaginosas , principal insumo.-
- c) Con el desarrollo en la producción de biodiesel se genera mayor valor agregado al aceite .-
- d) Amplio mercado interno para consumo de combustible diésel .-

- e) Favorable impacto ambiental.-
- f) Apoyo gubernamental para la producción de biodiesel .-

Aspectos alimentarios, ecológicos y sociales .

La sanción de la Ley de Biocombustible en Argentina produce :

1.- Favorecer la producción de fuentes alternativas al uso de petróleo .-

2.- Favorecer el monocultivo de soja .-

La combustión de biodiesel libera casi similar cantidad de CO₂ que el gasoil, pero paralelamente aumentara la siembra de oleaginosas quien absorberá en gran parte dichas emisiones (se calcula que se reduce en 1/3) .-

El CO₂ es el principal gas que :

a.- produce efecto invernadero.-

b.- recalienta la atmosfera .-

c.- favorece el efecto invernadero .-

El avance sojero genera deterioro de la estructura social agraria (migraciones y concentración de la tierra) y el desmonte de zonas ricas en biodiversidad .-

Para cubrir la demanda de biocombustible se estima que se debe aumentar en un 10% el área sembrada por soja .-

Por otra lado se calcula que cada planta de soja aporta 80% de harina y 20% de aceite y si hay mayor demanda de aceite , aumenta la oferta de harina que generara la caída de su precio .-

Por otro lado el aumento en la producción de biocombustibles aumenta la demanda de los recursos naturales con posibles consecuencias negativas tanto ambientales como sociales .

Los biocombustibles se producen en base a alimentos o compiten por la tierra que produce alimentos , por o que los impactos en el mercado de alimentos será directos.

Puede ocurrir :

- ✓ **Aumento de los precios de los cultivos energéticos.**
- ✓ **Aumento de los precios de otros cultivos .**
- ✓ **Aumento de los precios de productos que compiten con combustibles energéticos (por ejemplo carnes).**
- ✓ **Reducción en el precio de subproductos de la producción de biocombustibles.**
- ✓ **Demanda de alta cantidad de agua dulce .-**

La producción de biocombustibles genera desequilibrios del abastecimiento alimentario al destinar tierras , agua y otros recursos que no se usan para producir alimentos .

Muchos autores sostienen que el aumento del precio de los cereales es producto de la reducción de la oferta y el aumento de la demanda mundial y no por la producción de biocombustibles .-

Otros autores indican que la producción de biocombustibles también es contaminante.

Diferentes países promueven el desarrollo de la producción de biocombustibles por medio de subsidios , inclusión en la legislación o la aplicación de otras políticas .-

BIODIESEL

Es un biocombustible que se obtiene a partir de cualquier grasa animal o aceites vegetales , que pueden ser usados o sin usar .-

La ASTM lo define como el éster mono alquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables , siendo utilizados en motores Diesel.-

Se lo puede usar puro o mezclado con gasoil en distintas proporciones en los motores diésel .

Propiedades del biodiesel

<u>Propiedad</u>	<u>Unidad</u>	<u>Valor aproximado</u>
Conversión	%(m/)	96,50 a 97,50
Densidad	Kg/m²	860 a 900
Viscosidad a 40°C	mm²/gr	3,50 a 5,00
Punto de inflamación	°C	120
Contenido de azufre	mg/kg	10
Índice de cetanos	N2	51
Contenido máximo de agua	mgr/kg	500
Contenidos de metanol	%(m/m)	0,20
Contenidos de monoglicéridos	%(m/m)	0,80
Contenidos de diglicéridos	%(m/m)	0,80
Contenidos de triglicéridos	%(m/m)	0,20
Glicerol libre	%(m/m)	0,02
Glicerol total	%(m/m)	0,02
Metales grupo I (Na-K)	mgr/kg	5,00

Metales grupo II (Ca-Mg)	mgr/kg	5,00
Contenidos de fosforo	mgr/kg	10,00
Índice de Yodo (para soja)	gr yodo/100 gr	120,00

Ventajas del biodiesel :

- Es un combustible alternativo elaborado con materias primas renovables .-
- Tiene propiedades similares al diésel , pudiéndose mezclar ambos en diferentes proporciones para su uso.-
- Se tiene menores emisiones de gases contaminantes hacia el medio ambiente .-
- El almacenaje y transporte es mas seguro que el diésel gracias a su mayor punto de inflamación .-
- Mejora la combustión .-
- La lubricidad del biodiesel es mayor que la del diésel , lo que alarga la vida de la bomba inyectora y de los inyectores .-
- Disminución del ruido de funcionamiento del motor .-
- Reducción del CO2 emitido .-
- Menores emisiones de partículas de metales pesados , de hidrocarburos , de compuestos orgánicos volátiles (COV) y de monóxido de carbono .-
- Competitivo frente a otras tecnologías que reducen la contaminación .-
- Complementa todas las nuevas tecnologías de diésel para la reducción de gases contaminantes .-
- Su producción es renovable .-
- Rendimientos similares al diésel .-
- No altera el equipo de mantenimiento .-
- No contiene azufre y por ende no genera emanaciones (lluvias acida)
- Mejora notablemente la lubricación en el circuito y en la bomba de inyección .-
- Mejora las condiciones anti-explosión e incendio .-
- Quema mejor reduciendo el humo visible en el arranque en un 30%.-
- La mezcla se puede hacer en el momento de la carga o previamente .-
- La mezcla es estable y no se separa en fases .-

- Los esteres de soja se guardan en esteres en tanques similares a los de diésel , no son tóxicos y no forman mezclas explosivas con el aire .-

Mantenimiento de los vehículos alimentados por biodiesel .-

- Mayor frecuencia de sustitución de filtros de combustibles, sobre todo al inicio del empleo del biocombustible .-
- Introducción de filtros decantadores en el caso de tener grandes depósitos de combustible. Esto obliga a limpiezas periódicas . Por ser un producto de mayor peso molecular y de temperatura de ebullición , suele haber pequeñas cantidades que se escurren por las paredes y pasan al cárter
- Tiempo de residencia del combustible en deposito no superior a 30 días .-
- Cambios de aceite mas frecuente (solo con el uso de altos porcentajes de biodiesel) .-
- Chequeo de fugas en circuitos de combustible por posible deterioro de juntas de estanqueidad .-
- Sustitución de juntas de cauchos por juntas de viton o de caucho fluorado.- Esto es debido al alto poder solvente del metil ester.-
- Si se va usar B100 en motores diésel viejos , se deben modificar previamente los manguitos , juntas y latiguillos del circuito del combustibles por otros en cuya fabricación no intervenga la goma , ya que el B100 puede disolver fácilmente este compuesto .-

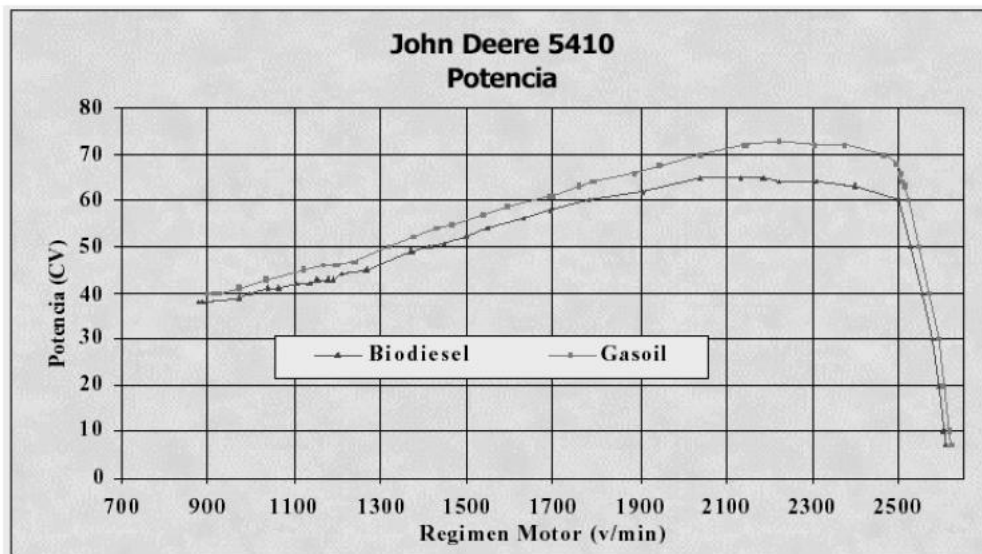
Aspectos a tener en cuenta .-

- El Hu del biodiesel es inferior al del diésel convencional ; por eso un motor que usa biodiesel tendrá mayor consumo de combustible y una menor potencia máxima .-
- La viscosidad del biodiesel es mayor que la del diésel , por lo que es necesario una revisión periódica del sistema de bombeo .-
- Usando biodiesel el aceite del motor se degrada rápidamente.-
- El biodiesel degrada, ablanda y filtra algunos componentes si están sometidos a su exposición .-Actualmente usamos teflón , viton , nylon y plásticos fluorizados .-
- Se deben cambiar ciertos metales que se disuelven con biodiesel como ser el cobre .-
- El biodiesel tiene altas capacidades solventes y detergentes , por lo que elimina toda la suciedad y a veces algo de pintura de los tanques y conductos de combustibles , en aquellos motores que han usado tradicionalmente gasoil y de pronto a usar biodiesel .-

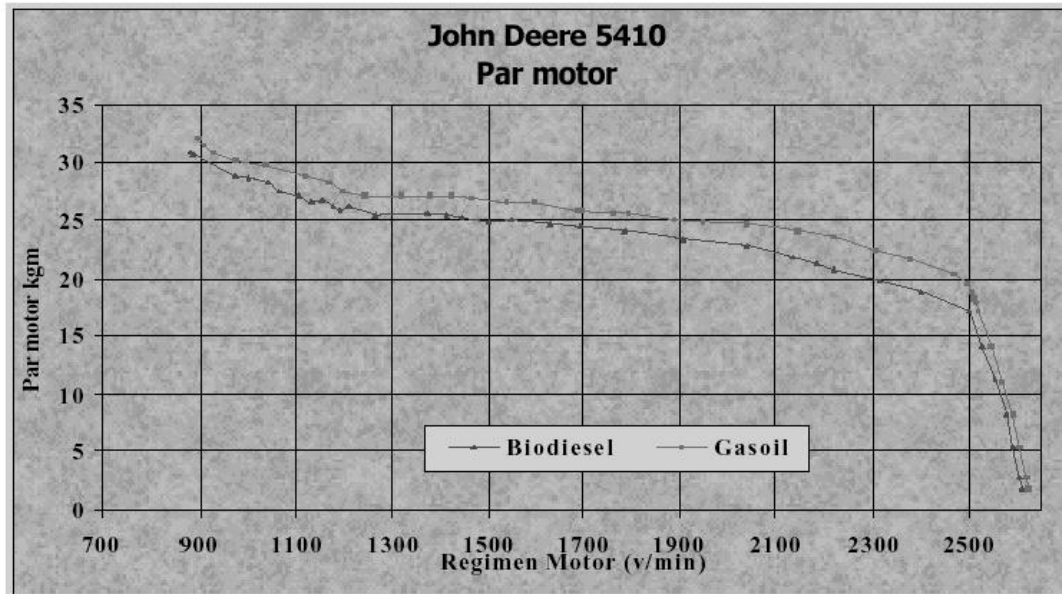
Rendimiento :

- Es muy parecido a los motores que usan gasoil bajo las mismas condiciones de carga , temperatura , antigüedad del motor y condiciones ambientales (temperatura , presión , humedad) .-
- El diésel tiene un rendimiento de 28,3 km por galon de combustible; usando biodiesel el rendimiento es de 28,16 km por galon de combustible .-
- A igualdad de condiciones , el motor que usa biodiesel trabaja con mayor limpieza y menos contaminantes .-
- El biodiesel produce un aumento de la vida útil del motor y reduce los costos de mantenimiento .-

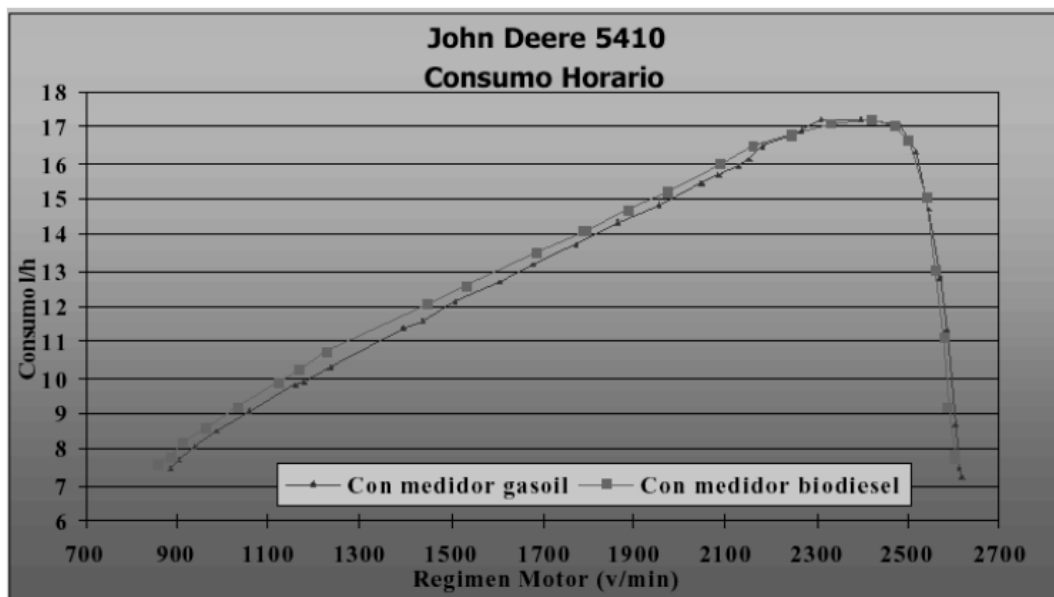
Análisis en un motor John Deere 5410



Analizando la relación de la potencia y el numero de revoluciones , vemos que hay una mayor potencia en los motores que usan diésel , pero no es significativa para motores que se dedican a trabajos pesados y no de velocidad



Analizando la relación entre el par motor y el régimen del motor , es mas eficiente en el motor que usa gas oil respecto al biodiesel pero no es significativo .-



Analizando la relación entre el consumo y el régimen del motor , vemos que se requiere mayor cantidad de biodiesel por hora para llegar a las mismas condiciones por minuto , lo cual indica que el diésel es en una pequeña proporción mas eficiente que el biodiesel .-

El uso del **biodiesel B20** reduce la cantidad de partículas en el escape , el humo visible , los hidrocarburos no quemados y el monóxido de Carbono .-

	DIESEL	B-20
Numero de cetano	40-45	48-52
Azufre	0,3-0,05	0,02-0,03
Oxigeno (% en peso)	0,2	0,5
Poder calorífico (kcal/kg)	10400	9900
Densidad (g/ml)	0,84/0,865	0,85/0,86
Viscosidad (mm ² /seg)	2/3,2	3/3,5

El uso del **biodiesel B-50** , en comparación con el diésel .

	BIODIESEL B-50	Diésel
Punto de ignición	65	52
Azufre % máximo	0,02	0,05
Numero de cetano	50	40-45
Aromáticos	Mucho menor	
Oxigeno	Mucho mayor	
Punto nube (grados C)	-13,33	-14,44
Punto de fluidificación (° C)	-17,77	- 20,55
Biodegradabilidad (%)	38	26
Lubricidad (BOCLE, gr)	5000	4000

Análisis comparativo de un mismo motor Z= 4 , 3000 cc ; con cámara de pre combustión ; revoluciones del motor = 750 - 6800 rpm ; potencia = 75 HP (6800 rpm) ; aspiración simple .-

Aclaraciones del autor del artículo = el porcentaje de aceleración se refiere al grado de aceleración que se aplicó al motor , en otras palabras la velocidad de funcionamiento del motor . Como es sabido un MCI funciona entre un rango de velocidades (desde ralentí hasta la máxima velocidad) , la cual se puede variar girando la palanca de control del mecanismo de aceleración montada sobre la bomba inyectora . Por ejemplo si el motor funciona entre 0 y 1000 rpm , el 25% de aceleración correspondería a una velocidad de rotación de 250 rpm. Por cuestiones operativas lo ideal hubiese sido hacer funcionar el motor en todo los rango de velocidades y para cada velocidad obtener su potencia y torque .-

Condiciones de ensayo usando diésel : para estado de carga constante

- Temperatura ambiente = 15 a 17 grados C.-
- Temperatura del líquido refrigerante = 78 a 82 grados C .-
- Medida de combustible usando una probeta de 500 ml.-

Resultados obtenidos

Porcentaje de Aceleración	Par motor Nm	Consumo de combustible ml/min
a 25 km/h	16	27
a 50 km/h	47	50
a 75 km/h	67	50
a 100 km/h	67	50

Condiciones de ensayo usando 100% biodiésel :

- Temperatura ambiente = 15 a 17 grados C.- Temperatura del líquido refrigerante = 78 a 82 grados C .- Medida de combustible usando una probeta de 500 ml.-

Resultados obtenidos

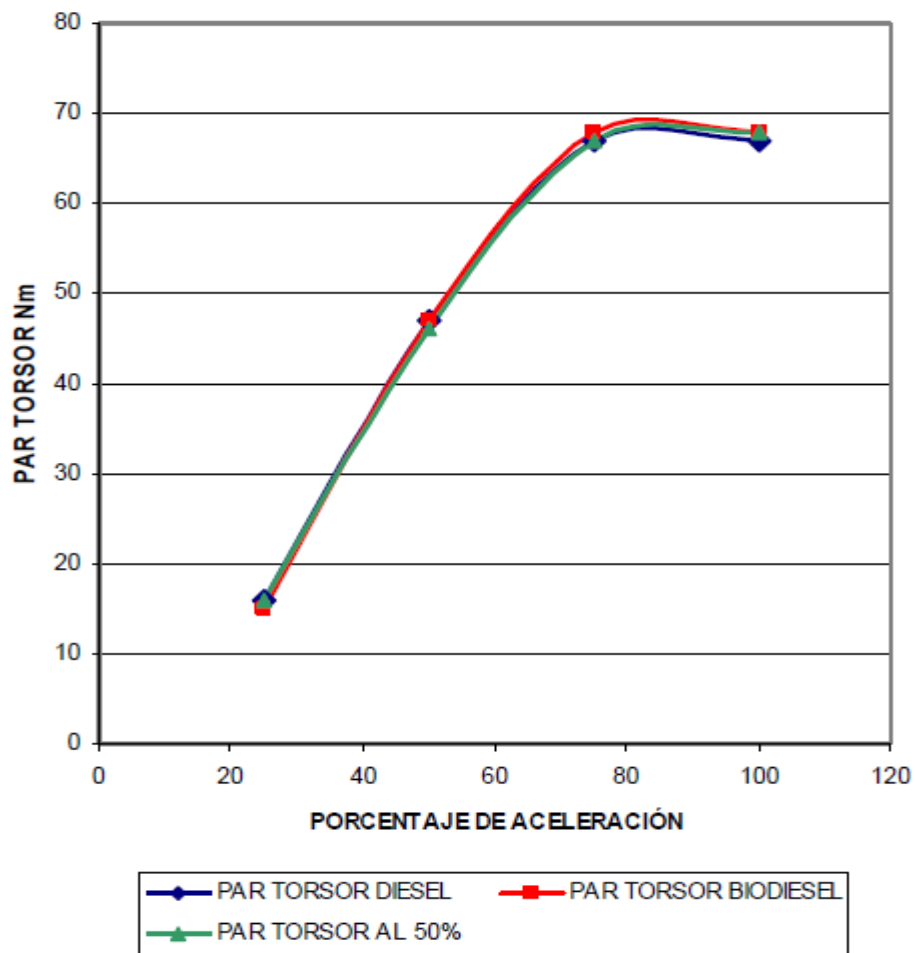
Porcentaje de Aceleración	Par motor Nm	Consumo de combustible ml/min
a 25 km/h	15	26
a 50 km/h	47	50
a 75 km/h	68	50
a 100 km/h	68	49

Condiciones de ensayo usando combustible diésel , biodiesel y una mezcla de 50% :

Par motor : resultados obtenidos

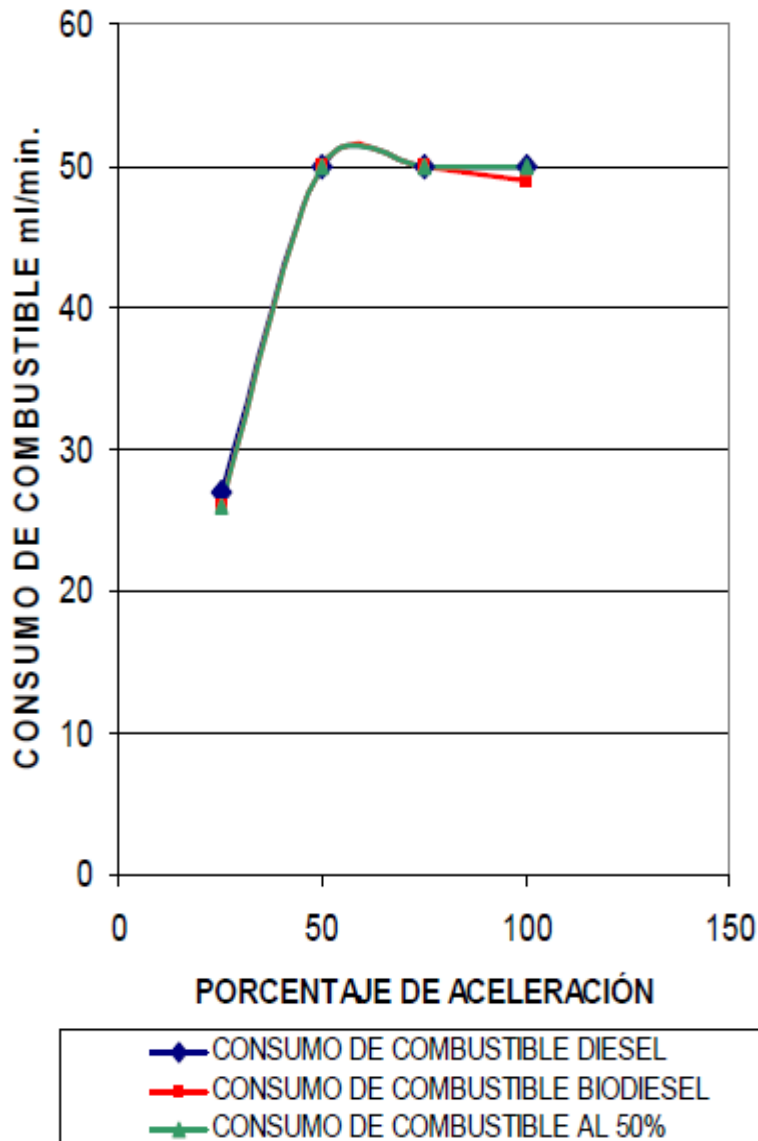
Porcentaje de Aceleración	Diesel	Biodiesel	Mezclas al 50%
	Par motor Nm	Par motor Nm	Par motor Nm
a 25 km/h	16	15	16
a 50 km/h	47	47	46
a 75 km/h	67	68	67
a 100 km/h	67	68	68

Comparación de curvas del par motor



Comparación del consumo de combustible :

Porcentaje de Aceleración	Diesel	Biodiesel	Mezclas al 50%
	Consumo (ml/min)	Consumo (ml/min)	Consumo (ml/min)
a 25 km/h	25	26	26
a 50 km/h	50	50	50
a 75 km/h	50	50	50
a 100 km/h	50	49	50



Potencia obtenida usando diésel para estado de carga constante

Velocidad	Potencia (HP)
2500 rpm – 25% aceleración	5,12
3750 rpm – 50% aceleración	25,09
5250 rpm – 75% aceleración	50,09
6800 rpm – 100% aceleración	64,88

Potencia obtenida usando biodiésel

Velocidad	Potencia (HP)
2500 rpm – 25% aceleración	4,80
3750 rpm – 50% aceleración	25,09
5250 rpm – 75% aceleración	50,83
6800 rpm – 100% aceleración	65,84

Potencia obtenida usando combustible al 50% I

Velocidad	Potencia (HP)
2500 rpm – 25% aceleración	5,12
3750 rpm – 50% aceleración	24,56
5250 rpm – 75% aceleración	50,09
6800 rpm – 100% aceleración	65,84

Conclusiones : los valores obtenidos de par motor , potencia y consumo de combustible usando ambos combustibles , no presentan variaciones significativas , por lo cual queda comprobado las ventajas en cuanto a las prestaciones que ofrece el uso del biodiesel .-

Evaluación del funcionamiento de MCI trabajando con biodiesel

Se hicieron análisis de dos motores idénticos, inyección directa , mismo número de cilindros , pero con algunas diferencias :

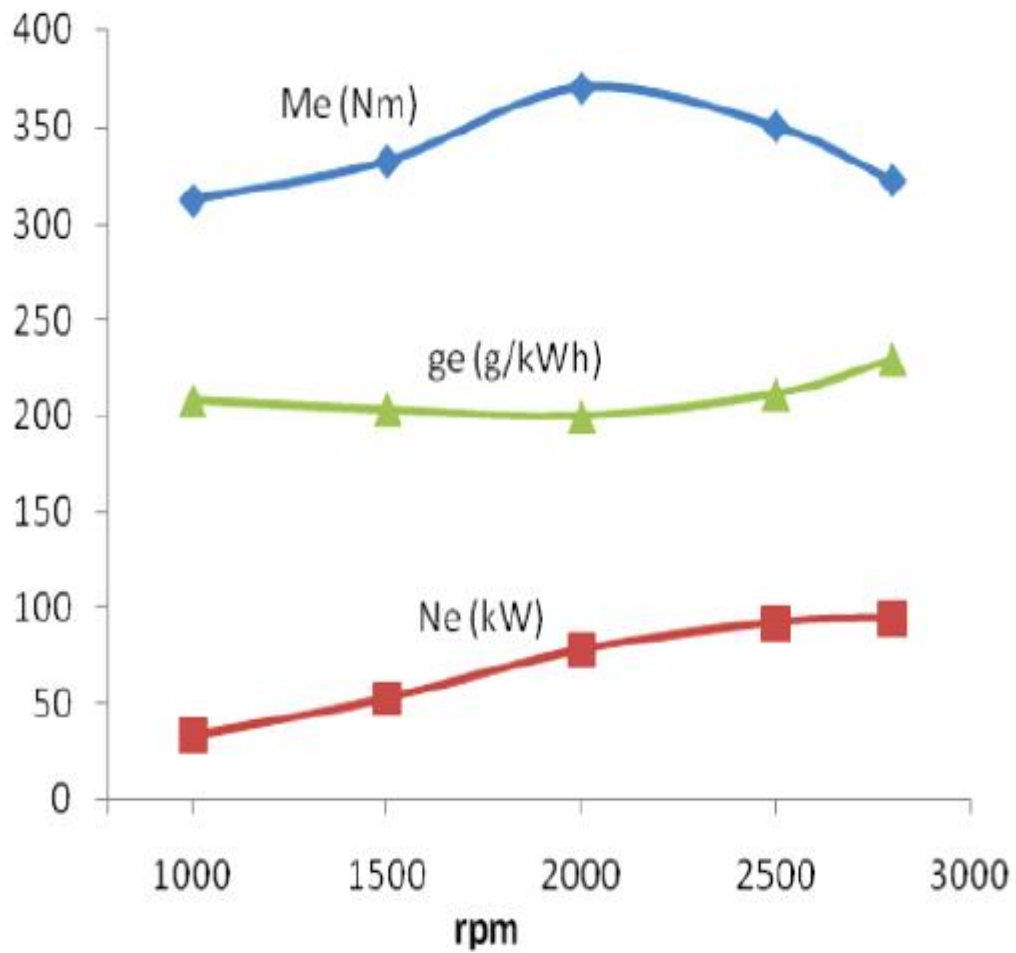
Características	Motor A	Motor B
Diámetro cilindro (mm)	108	98
Desplazamiento total (cm ³)	6871	5480
Relación A/C	16,5	16,0
Potencia nominal (kW)	100	120
Velocidad rotación (rpm)	2800	2800
Torque máximo (Nm)	428	428

Características de los combustibles usados

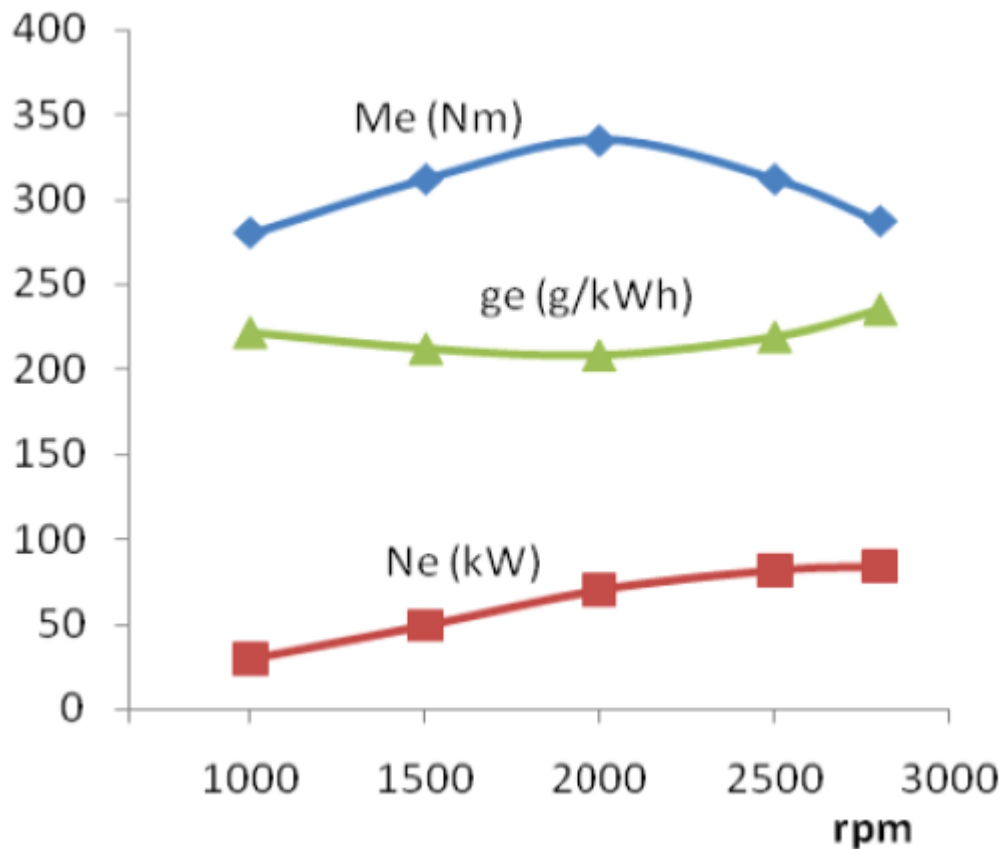
Propiedad	BD soja	BD colza	BD palma	Diésel
Densidad (g/cm ³)	0,881	0,884	0,876	0,846
Viscosidad dinámica (mPa . seg)	6,8	6,5	6,4	5

De acuerdo a las mediciones efectuadas , presentamos las características exterior de velocidad:

En el motor A usando diésel .-



En el motor A usando BD soja.-



Analizando ambas graficas , el torque máximo se ubica cerca de las 2000 rpm . La perdida de momento efectivo tomando como referencia al diésel es de hasta 17% para el motor trabajando con BD soja .

Es así que el tipo de combustible ejerce influencia sobra las características indicatoras debido a que puede ocasionar variación en los parámetros de inyección y de atomización , la capacidad de evaporación y la inflamabilidad .-

En cuanto al consumo especifico vemos un comportamiento idéntico , hasta un punto donde se verifica una baja del consumo con el aumento de las rpm , debido a la mejora del proceso de combustión . Vemos que el punto mínimo del consumo coincide con el valor máximo del torque debido a la correlación entre ambos parámetros .-

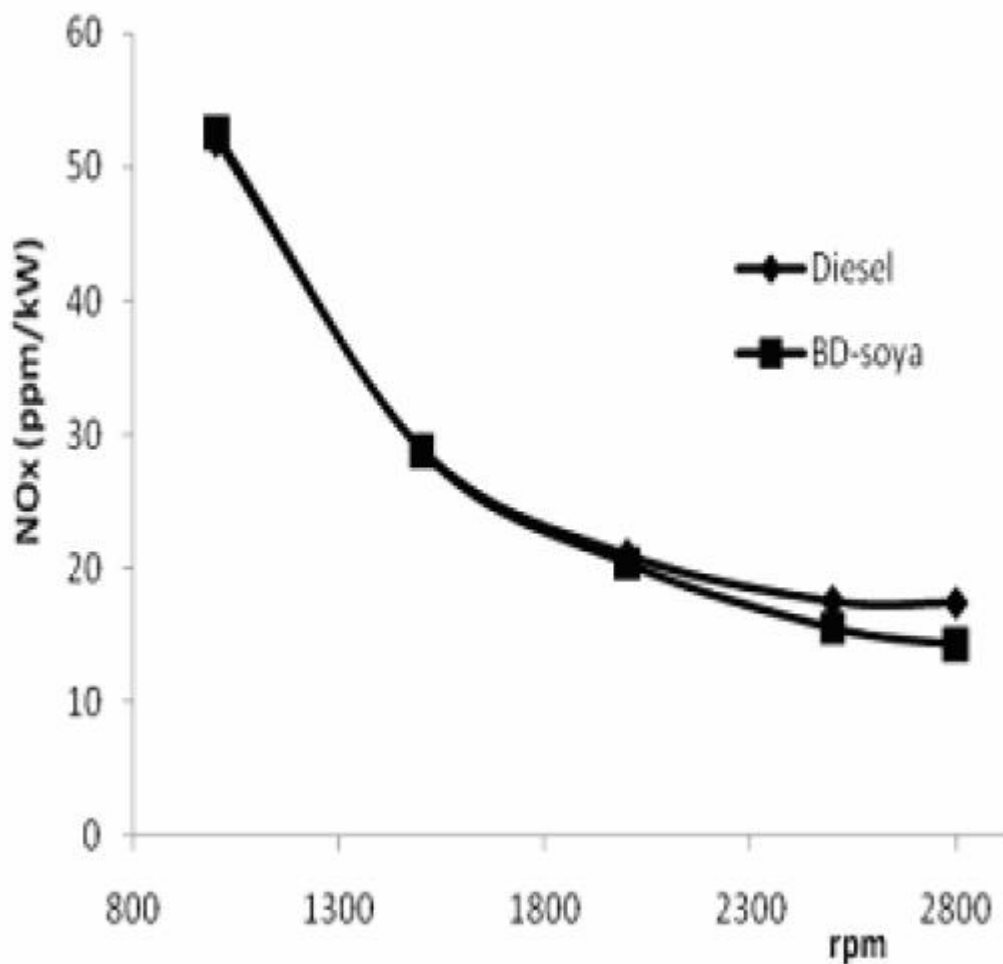
El aumento del consumo es mayor (6-7 %) para el motor que trabaja con biodiesel que con diésel .-

Se han reportado resultados similares con el aumento del consumo para pruebas con BD soja y esto se debe al menor poder calorífico del biodiesel respecto al diésel .-

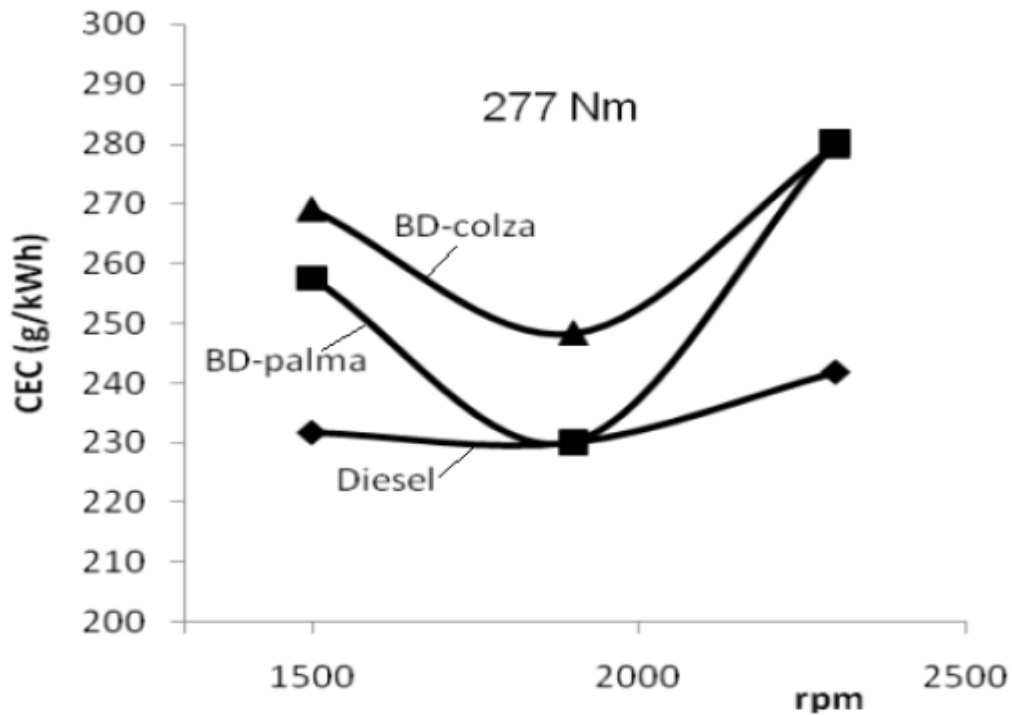
En cuanto a la potencia efectiva hay un aumento respecto a las rpm del motor . Es asi que la disminucion del torque en la potencia efectiva se compensaba con el aumento de la velocidad.-

Se evidencio perdidas de potencia cuando se usa BD soja en el orden del 16% ; en cambio no hay diferencias usando mezclas de diésel y biodiesel , así como con biodiesel puro .-

Respecto a las emisiones de NOx para el motor A no se observan diferencias significativas .-

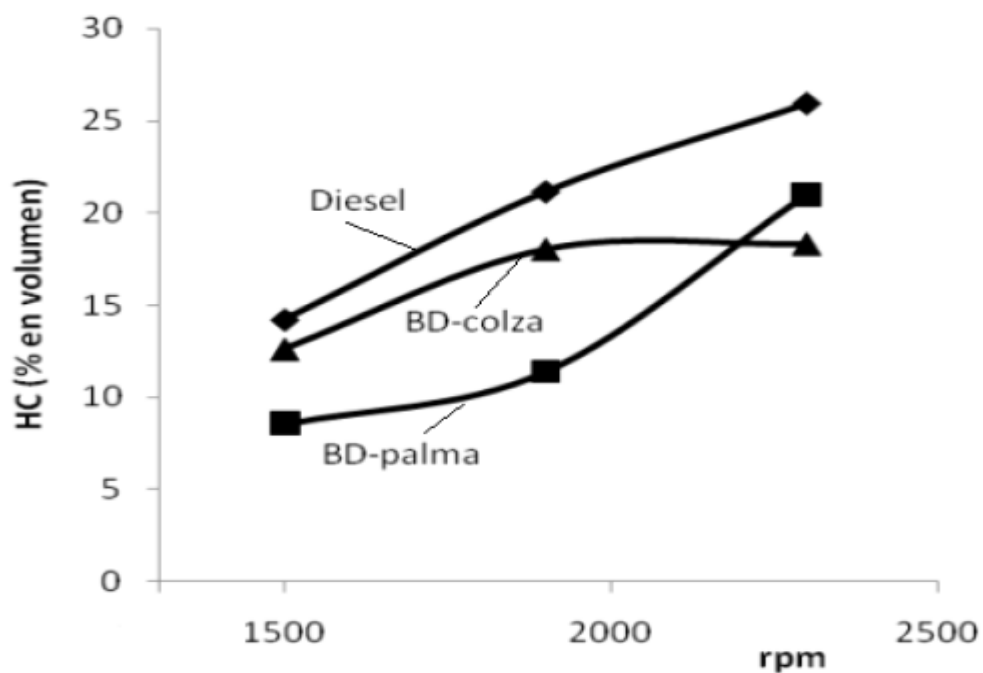


Realizando un ensayo del consumo especifico de combustible en un motor B trabajando a 277 Nm se obtuvieron los siguientes valores :

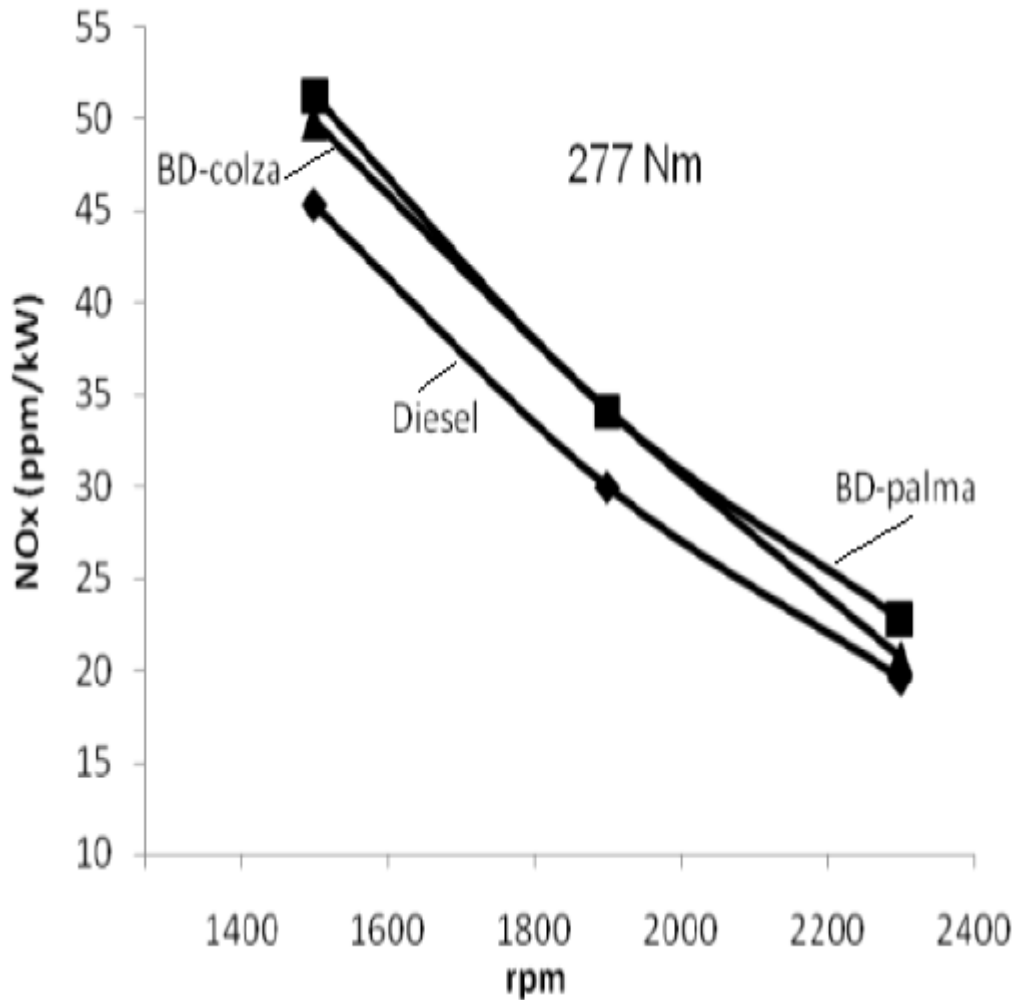


Se observa que el consumo es mayor que usando diésel , valores idéntico a los obtenidos con el motor A .-

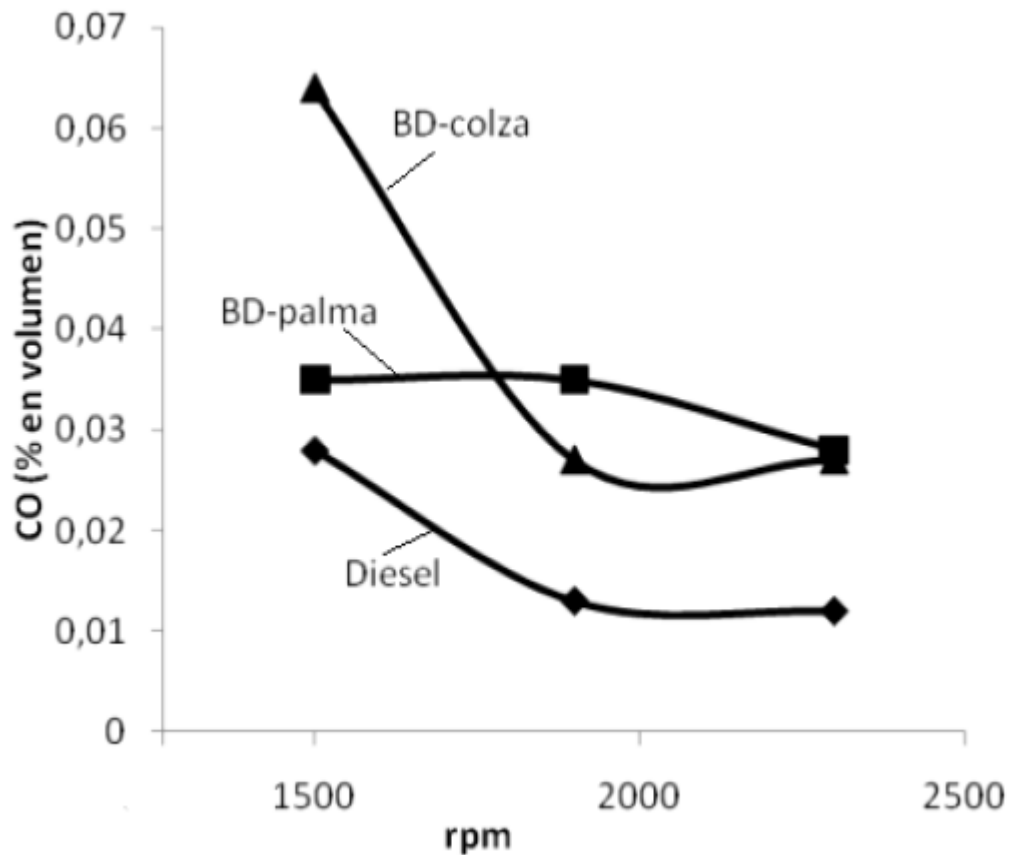
El análisis de las emisiones de inquemados (HC) en el motor B se demostró que estas emisiones son mayores con el uso de diésel . En cuanto a las emisiones de CO₂ y O₂ no se registran diferencias significativas .-



Si analizamos las emisiones de NOx del motor B, se observa un aumento de emisiones cuando se usa biodiesel ; esto se debe a que el biodiesel tiene mayor índice de cetano lo que genera un menor retardo de ignición ; por lo tanto su proceso de combustión comienza mas rápido y debe alcanzar mayores temperaturas en la cámara de combustión , lo cual favorece la formación de NOx .-



En cuanto a las emisiones de CO del motor B a 277 Nm , ocurre lo contrario a lo observado para las emisiones de HC , observándose en todos los casos ,a mayores emisiones de este gas con el uso de biodiesel .-



Conclusiones :

- 1.- En el motor A trabajando con diésel , se observo un aumento del consumo específico , disminución de la potencia efectiva y del torque efectivo .-
- 2.- Las emisiones de NOx en el motor A no variaron significativamente cuando es uso biodiesel.
- 3.-- En el motor B , se observó un aumento del consumo específico , cuando se usaron ambas muestras de biodiesel .-
- 4.- Con el uso de biodiesel en el motor B se observo el aumento de emisiones de CO y NOx , disminuyendo las emisiones de inquemados (HC) y no se reportaron cambios apreciables en las emisiones de CO2 y O2 .-
- 5.- En el motor B , el retardo de ignición fue menor cuando se usa biodiesel , lo cual evidencia el mayor índice de cetano el biodiesel respecto al diésel ..

LOS MOTORES Y LA CALIDAD

Impurezas relacionadas a la producción

1.- Iones alcalinos y alcalinos térreos (aguas duras) :

1.1.- formación de jabones en presencia de ácidos grasos , produciendo tapado de filtros y depósitos en boquilla

2.- ácidos grasos libres

3.- glicerina :

3.1.- hincha los filtros (tapado) y corrosión de metales no ferrosos

4.- glicéridos:

4.1.- acelera el coqueo

5.- agua :

5.1.-corrosión y crecimiento microbiológico

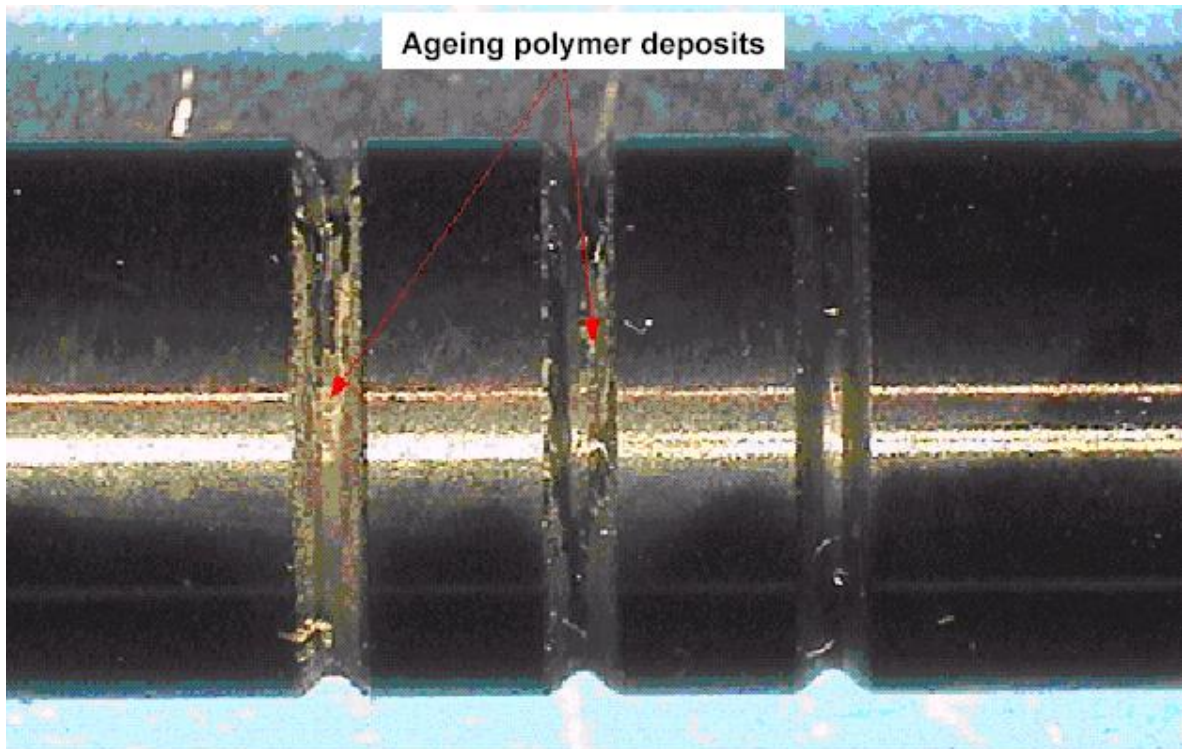
6.- metanol:

6.1.- hinchazón de elastómeros

6.2.- corrosión de aluminio

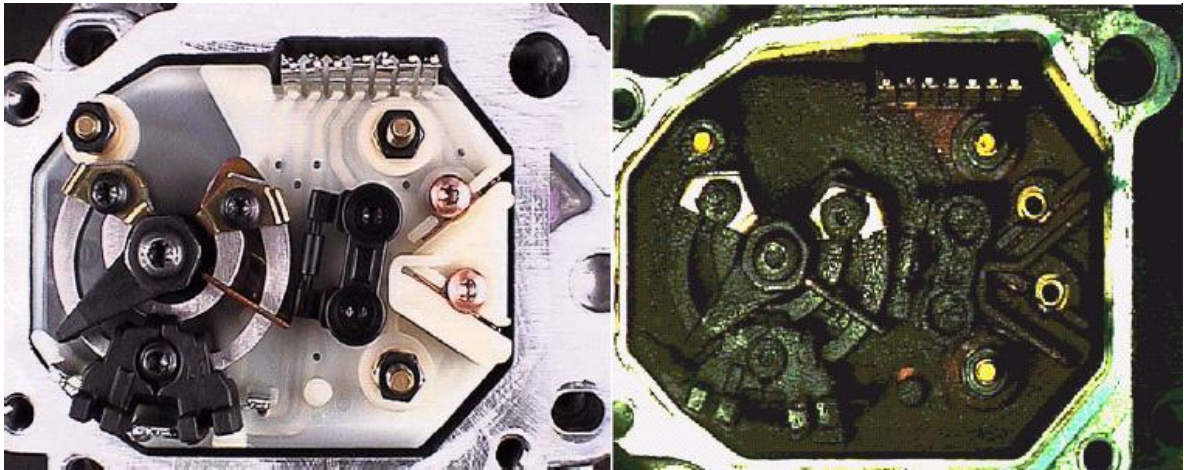
Formación de depósitos por precipitación de productos

Unidad de inyección



Formación de depósito en las ranuras del pistón de la bomba:
afecta la pérdida al circuito de aceite

Pistón axial de alta presión de la bomba de distribución



Mecanismo de ajuste luego de operación con RME de calidad insuficiente

Iones alcalinos y alcalinos térreos



Operación con RME de mala calidad

Operación con RME de buena calidad

Acidos grasos

Pistón axial de alta presión de la bomba de distribución

VE L649 FD: 771 P-Nr.:
002455 functional failure
20 Tkm field Sweden



Formación intensiva de jabón en el equipo de ajuste

Glicéridos y Glicerina

Boquillas de inyección



En el coqueo de las toberas por operación con RME, se ha probado que están presentes glicéridos y CO_3Na_2 .



Coqueo en tobera en operación con diesel

Estabilidad de los elastómeros

Pistón axial de alta presión, bomba distribución

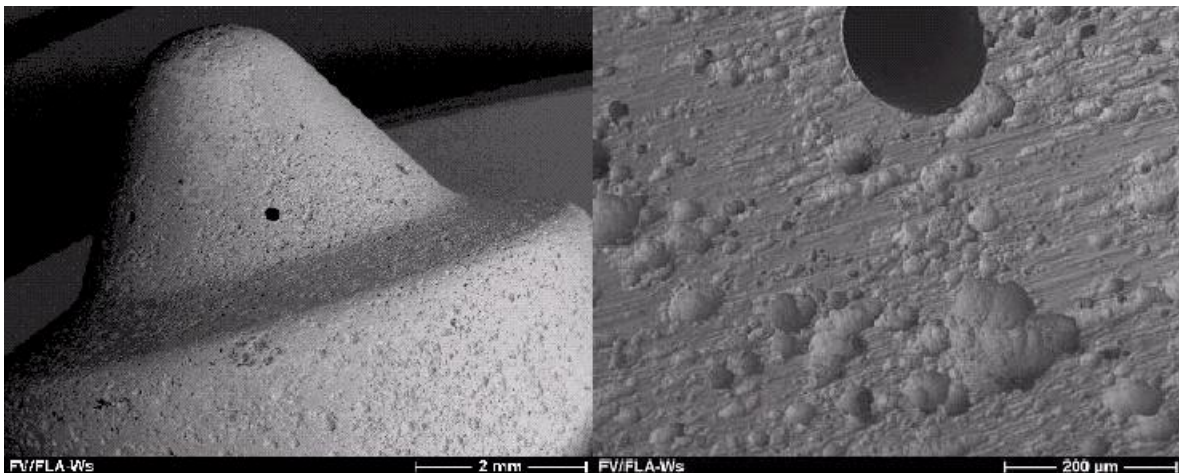


O'Ring hinchado

Ajuste correcto

Corrosión de acero por ácido fórmico

Boquilla de inyección



Test de 97000 km con RME, el cuerpo de la boquilla muestra signos de corrosión

AGUA

Pistón axial de alta presión de la bomba de distribución



Fuertes signos de corrosión en el pistón.

Iones alcalinos y alcalinos térreos

Pistón axial de alta presión de la bomba de distribución



Daño causado al pistón del elemento de afinación por taponamiento del filtro

Biodiesel fuera de especificación



El biodiesel puede causar que se acumulen depósitos en la superficie externa del filtro resultando en un rápido taponamiento

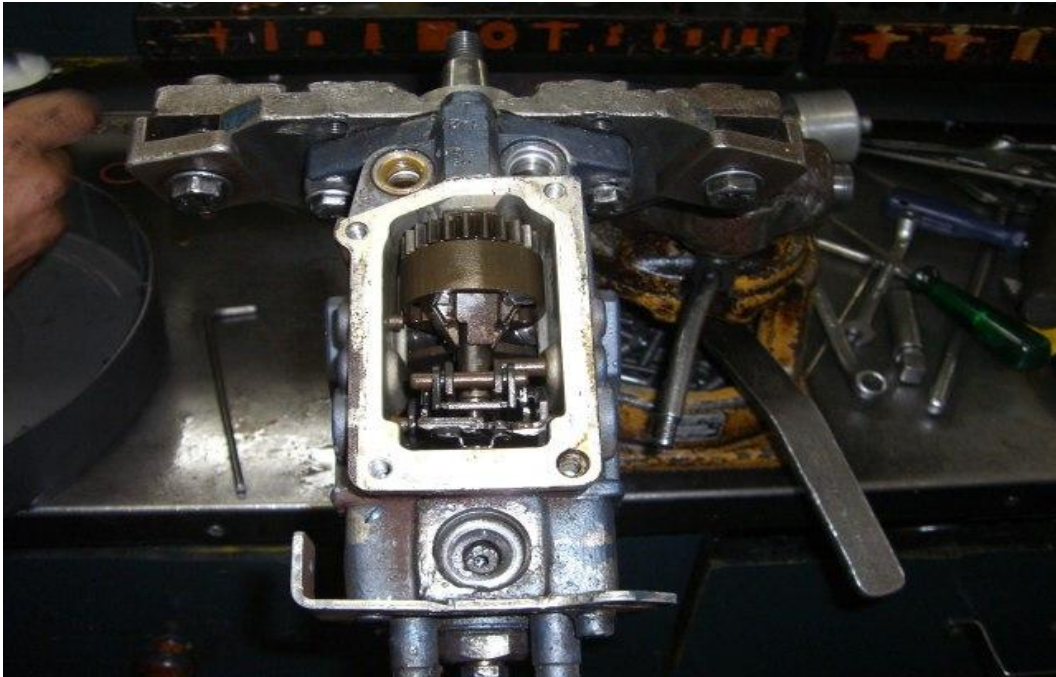
Manchas de leopardo en el filtro indican crecimiento microbiológico



El biodiesel puede causar que se acumulen depósitos en la superficie externa del filtro resultando en un rápido taponamiento

BIODIESEL QUE CUMPLE ESPECIFICACIONES

LUEGO DE 18 MESES CON BIODIESEL SOJA B100: NO HAY DEPOSITOS DE CARBON



USO DE ACEITE VEGETAL CRUDO = USO DE BIODIESEL FUERA DE ESPECIFICACION



El B100 debe cumplir la norma ASTM D 6751 (o la europea)

Mezclas de biodiesel hasta B5 no deberían causar problemas, siempre que el B100 cumpla ASTM D 6751, DIN 51606, EN 14214

- 1.- Para mayores porcentajes consultar al fabricante del motor
- 2.- Pueden requerirse aditivos para mejorar la estabilidad en almacenamiento y usar en amplios rangos de temperatura
- 3.- El estado de juntas, sellos, mangueras, debe monitorearse regularmente al usar biodiesel.
- 4.- Componentes basados en gomas en las líneas de combustibles originales y en la bomba de inyección del modelo 19991, se deterioraron con el biodiesel. Se cambiaron por viton, acero, aluminio, o nylon reforzado.-
- 5.- El análisis del aceite lubricante indicó un desgaste normal. (niveles de cromo, cobre, silicio, hierro fueron iguales o menores que en el caso del diesel).
- 6.- No se notó coqueo anormal en los inyectores, en la cabeza de pistón, en las paredes de cilindros, o en los vástagos de válvulas.
- 7.- Gomas de nitrilo se deterioran rápidamente con el biodiesel

Funcionamiento libre de problemas

- a.- Certificado de análisis del B100 (que cumpla TODOS los límites de la norma IRAM 6515
- b.- Asegurar que los tanques de transporte y almacenamiento no tengan HUMEDAD
- c.- Cambiar filtros cada 4 - 6 meses en cualquier equipo operado con biodiesel.
- d.- No usar biodiesel en vehículos que no consuman un tanque en dos meses

Bioetanol

También llamado etanol de biomasa , es un alcohol que se obtiene a partir de maíz, sorgo, caña de azúcar o remolacha.

Permite sustituir las naftas totalmente y en distintas proporciones .-

La caña de azúcar es la fuente mas atractiva para la producción de etanol ya que los azucares que contienen son simples y fermentables directamente por las levaduras .

El bioetanol es un alcohol producido a partir de cultivos agrícolas como el maíz, sorgo, patatas, trigo, caña de azúcar, e incluso de biomasa. Este alcohol se utiliza como combustible, siendo una fuente de energía renovable.

Es un **biocombustible** que se produce por fermentación alcohólica de azucares de diversas plantas ricas en sacarosa, como la caña de azúcar, remolacha, sorgo dulce, o a partir de fuentes ricas en almidón, cereales tales como el maíz, trigo o cebada, o de tubérculos ricos en calorías como la yuca y la patata. Puede utilizarse como combustible, solo, o bien mezclado en cantidades variadas con gasolina.-

Estos cultivos energéticos tienen su lado bueno y su lado malo, algunas de sus ventajas y desventajas son:

Ventajas:

- El bioetanol es una fuente de combustible renovable y doméstico.
- Reduce dependencia del petróleo del extranjero.
- Es una fuente más limpia de combustible porque: emite un 40-80% menos de gases invernaderos que los combustibles fósiles reduce la lluvia ácida, mejora la calidad del aire en zonas urbanas, no contamina el agua y reduce los residuos.
- Virtualmente utilizable en todos los vehículos.
- Fácil de producir y almacenar.
- La utilización de este combustible hace que se reduzcan las emisiones de CO₂ a la atmósfera, ya que estas especies agrícolas van absorbiendo CO₂ a medida que se van desarrollando, en cambio emiten una cantidad similar que los carburantes minerales (carbón) o los carburantes fósiles (petróleo) en el momento de la combustión, lo que hace que el balance neto de emisiones sea positivo.
- El uso de carburantes de origen vegetal produce menos emisiones nocivas de azufre por unidad de energía que el uso de productos derivados del petróleo. Al ser el petróleo un recurso limitado la utilización del biodiesel presenta la ventaja de que éste se produce a partir de muchas fuentes diferentes y renovables.

Desventajas:

Para poder utilizar el bioetanol como combustible puro (E100) se necesita llevar a cabo varias modificaciones dentro del motor .

Estas son:

- Aumentar la relación de compresión.
- Variar la mezcla de Combustible / aire.
- Conductos resistentes al ataque de alcoholes.
- Se debe agregar un mecanismo que facilite el arranque en frío.
- Los mayores inconvenientes de estos productos son la utilización de cultivos de vegetales comestibles (como el maíz o la caña de azúcar), o el cambio de uso de tierras dedicadas a cultivos para la alimentación, a tierras que se destinan a cultivar vegetales que se utilizarán para producir biocombustibles, lo que provoca en ocasiones la deforestación o desecación de terrenos vírgenes o selváticos.
- El aumento del precio final de los productos utilizados para la producción del biocombustible hace que se financie la tala de bosques nativos. Ello supone inexorablemente la deforestación de importantes pulmones vegetales, lo cual trae entre otras terribles consecuencias el aumento del proceso de desertificación (el aumento de regiones desérticas) que implica la mayor incapacidad de los suelos para retener el agua interrumpiendo así el equilibrio del ciclo hidrológico.
- Es necesario además tener en cuenta en la contabilidad de los inputs indirectos de energía, tal es el caso de la energía incorporada en el agua dulce empleada. La energía incorporada en el agua podría ser superior a la del combustible obtenido. Además se necesitan grandes cantidades de agua para regar los campos para cultivar el producto necesario, y esto supone otro gran problema, pues hoy en día los reservorios de agua dulce han disminuido y en algunos países el agua es un bien muy valioso.
- Diversos estudios realizados demuestran que si bien contaminan muy poco a la hora de ser utilizados, hay fuertes indicadores que el proceso de producción contamina en gran medida. La demanda de cultivos para la fabricación del combustible podría afectar los precios de los alimentos y además disminuiría enormemente la cantidad de alimentos disponibles que forman parte esencial de la dieta de muchos pueblos.
- Muchos de los países que tienen la tierra suficiente para implementar cultivos son los mismos que presentan mayores problemas de producción y distribución de alimentos suficientes y de calidad para sus habitantes.
- El rendimiento de los biocombustibles es inferior al de los combustibles tradicionales, por lo que se necesita más materia prima y energía para alcanzar el mismo rendimiento que, por ejemplo, la gasolina.
- Debido al uso de **fertilizantes nitrogenados** utilizados en los cultivos el uso de biocarburantes de uso vegetal puede producir más emisiones de óxidos de nitrógeno que el uso de productos derivados del petróleo.

Características Fisicoquímicas : nafta y bioetanol

Parámetro	Nafta	Bioetanol
Peso molecular	100/105	46
Oxígeno(% en peso)	0	34,8
Densidad (kg/m3)	720/780	794
PCI (kJ/kg)	42700	26800
Solubilidad en agua (%)	0,1	100
Calor latente de vaporización (kJ/kg)	330	850
Relación aire/ combustible	14,7	9
Temperatura de ebullición (°C)	30/215	78
RVP a 38°C (kPa)	48/78	16
Índice RON	95/98	120
Índice MON)	85/90	99

El bioetanol presenta un valor más alto en el número de Octano.-

La volatilidad del bioetanol, expresada por la temperatura de ebullición y por la tensión del vapor, es superior a la de la nafta .

Esto hace que la mezcla con el aire sea más rápida y homogénea en la carburación. También en el proceso de combustión, el arranque en frío del motor y las prestaciones en aceleraciones sean mejores .También se desprende que la densidad energética de la nafta es mejor que la del bioetanol , ya que para los valores de PCI se deduce que para sustituir 1 kg de nafta son necesarios 1,67 kg de bioetanol

Características del bioetanol y del gasoil

Características	Bioetanol	Gas oil
PCI (MJ/kg)	27	42
Oxígeno(% en peso)	35	Ausente
Numero de cetano	27	48
Flash-point (°C)	13	72
Viscosidad (cSt)	0,5 a 20°C	2,6 a 20°C
Estado	Liquido	Liquido
Aspecto	Limpio	limpio

Las características del bioetanol hacen que este biocombustible se comporte peor que el gas oil en los motores diesel .

La densidad energética del bioetanol es inferior a la del gas oil : 1 kg de gas oil es energéticamente equivalente a 1,70 kg de bioetanol.-

El bajo valor del número de cetano evidencia la menor respuesta de arranque del bioetanol respecto al gasoil.-

El menor valor flash-point del bioetanol, indica que el mismo presenta mayores criticidades en las fases de manipulación , transporte y deshidratación .-

El bioetanol como aditivo de las naftas (ETBE)

Otra alternativa para el uso del bioetanol como combustibles es transformarlo para su utilización en aditivo de la gasolina, en lugar de sustituto.

Con la introducción de las gasolinas sin plomo, necesarias por el uso de catalizadores para la disminución de las emisiones nocivas, se vio afectado el *número de octano* de la gasolina.

Para recuperar el octanaje y reducir las emisiones contaminantes se añadieron aditivos tales como el metanol, etanol, tercbutil alcohol (TBA) o el metil-tercbutil éter (MTBE).

En los últimos años el etil-tercbutil éter (ETBE) se está imponiendo sobre los otros aditivos por ser sus emisiones de hidrocarburos menos tóxicas, debido a que el acetaldehído es mucho menos tóxico que el formaldehído, además de poderse obtener a partir de recursos renovables en lugar del petróleo, como el MTBE.

Además, el ETBE es mucho menos soluble en agua que el MTEB, lo que disminuye la posibilidad de contaminar las aguas.

El ETBE presenta dos grandes ventajas sobre el bioetanol, como son su menor afinidad con el agua y una presión de vapor más adecuada que el alcohol, además de no requerir modificaciones en los motores actuales.

El ETBE se obtiene por reacción catalítica de isobuteno y etanol, en una proporción de 1:0,8, resultando un compuesto con unas cualidades superiores al MTBE y los alcoholes. Entre sus **ventajas destacan:**

- Baja solubilidad en el agua, menor que el MTBE.
- Menor contenido de oxígeno (15,7%) que el MTBE (18,2%), por lo que no se necesita modificar el carburador.
- Menor RVP (Reid vapor pressure) (0,27 bar) que el MTBE (0,54 bar) y el etanol (1,22 bar).
- Reducción en la emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos inquemados
- Menor poder corrosivo que los alcoholes.
- Mayor poder calorífico.
- Mayor resistencia a la “separación de fase” que el MTBE.
- Mayor rendimiento de fabricación que el MTBE, a partir de isobuteno.

Porcentaje de etanol usado en las mezclas

E5: El biocombustible E5 significa una mezcla del 5% de bioetanol y el 95% de gasolina normal. Esta es la mezcla habitual y mezcla máxima autorizada en la actualidad por la regulación

Europea, sin embargo, es previsible una modificación de la normativa europea que aumentará este límite al 10% (E10) ya que diferentes estudios constatan que los vehículos actuales toleran sin problemas mezclas hasta el 10% de bioetanol y los beneficios para el medio ambiente son significativos.

E10: El biocombustible E10 significa una mezcla del 10% de bioetanol y el 90% de gasolina normal. Esta mezcla es la más utilizada en EEUU ya que hasta esta proporción de mezcla los motores de los vehículos no requieren ninguna modificación y e incluso produce la elevación del octano en la gasolina mejorando su resultado y obteniendo una notable reducción en la emisión de gases contaminantes.

E85: Mezcla de 85% de bioetanol y 15 % de gasolina, utilizada en vehículos con motores especiales. En EEUU las marcas más conocidas ofrecen vehículos adaptados a estas mezclas. También se comercializan, en algunos países (EEUU, Brasil, Suecia) los llamados vehículos FFV o Vehículos de Combustibles Flexibles con motores adaptados que permiten una variedad de mezclas.

Los "**Fuel Flexible Vehicles**" (FFV) son vehículos de turismo que pueden utilizar como combustible tanto gasolina convencional derivada del petróleo como bioetanol en mezclas de hasta un 85% (E85).

Por tanto, son vehículos totalmente polivalentes, que ofrecen la posibilidad de utilizar energía renovable en su máximo estado de mezcla sin la necesidad de consumir más energía. Debido al respaldo de los gobiernos e instituciones hacia el desarrollo de las energías renovables aplicadas en el sector de la automoción, cada vez son más los fabricantes que investigan y desarrollan vehículos de este tipo.

E95 y E100: Mezclas hasta el 95% y 100% de bioetanol son utilizados en algunos países como Brasil con motores flex.-

Correcciones en motores de acuerdo al porcentaje de etanol usado en las mezclas

10% de etanol : solo requiera modificación en el carburador ya que el convencional es de aluminio y por lo tanto un mayor contenido de etanol puede dañarlo .

Se debe sustituir o usar un tratamiento de superficie o un anodizado .-

10 – 20% de etanol : se requiere sustituir al carburador al problema antes mencionado; los componentes de poliamida deben ser sustituidos por otros materiales que soporten el etanol.

Si el sistema de encendido es electrónico se deben sustituir los inyectores convencionales por otros de aceros inoxidable con la finalidad de favorecer la atomización ; además se requiere una nueva calibración del motor y sustitución del sensor de oxígeno .

En el caso del tanque si es metálico debe ser protegido por recubrimiento adecuado y de igual manera los componentes de poliamida deben ser sustituidos .

La superficie interna de la bomba y los devanados deben ser recubiertos por material antioxidante. El convertidor catalítico también requiere de cambios , principalmente por la cantidad de metales nobles que están presentes en el catalizador .-

20 – 100% de etanol : se requiere una modificación total del motor empezando por el carburador , las partes metálicas y plásticas del motor , el tanque de combustible , el tubo de escape , la bomba de combustible , el múltiple de admisión , el dispositivo de presión de combustible , el sistema de ignición y del filtro de combustible .-

El bioetanol y los motores Otto – Alteraciones necesarias

Bioetanol en naftas	≤ 5%	≤ 10%	≤ 25%	≤ 85%	≥ 85%
Carburador		X	X	X	X
Inyección de combustible			X	X	X
Pompa de combustible			X	X	X
Filtro combustible			X	X	X
Sistema de ignición			X	X	X
catalizador			X	X	X
Motor básico				X	X
Aceite del motor				X	X
Colector admisión aire				X	X
Sistema de escape				X	X
Arranque en frío					X

Alteraciones necesarias

Motor básico	<ul style="list-style-type: none"> - Tasa de compresión .- Eje comando de válvulas . Material de válvulas y asientos.- - Cambios del circuito Blow-by
Carburador	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración relación A/C. Cambios tratamiento de superficies .- Sustitución de materiales.-
Inyección electrónica	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración relación A/C. Aumento de la presión de trabajo. Cambios de inyectores (materiales , flujo , spray)
Pompa de combustible	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de superficies y materiales.- - Protección de bornes y rotor .- - Aumento de presión de trabajo y flujo .
Filtro de combustible	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de porosidad .- Sustitución material de colaje.- Aumento de la presión de trabajo.-
Colector de admisión	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio del perfil .- Cambio de flujo .-

	- Pre-calentamiento de la mezcla.- Alteración rugosidad de paredes internas.-
Ignición	- Cambio del avance .- Sustitución de bujías por otras mas frías .- Aumento de descargas de chispas .- Aumento capacidad de carga de la batería .-

Modificaciones básicas necesarias para transformar el vehículo para usar etanol del 10%

1.- instalación de un kit de inyección de combustible que permitan el ingreso de combustible con una mayor flujo ; esto debe ir acompañado de cambios de mangueras (usar neopreno en reemplazo de caucho y plástico) .-

2.- colocar un carburador mas pequeño lo que restringirá la mezcla A/C haciendo que el vehículo pueda trabajar bien con la mezcla .-

3.- colocar una bomba de combustible diseñada para procesar y mover la mezcla .- Es así que la nueva bomba complementará las mejoras en la inyección del C , permitiendo obtener el máximo rendimiento de la inyección .-

4.- reemplazar el filtro de combustible ; esto se debe a que el etanol tiene mas impurezas que la nafta sin mezclar , por lo que el filtro recogerá mas partículas siendo necesario un cambio mas frecuente .-

5.- limpieza de bujías ; esto se debe a la formación de impurezas de la mezcla las cuales se acumulan en las bujías de encendido , generando las consiguientes fallas .-

Efectos y causas del uso de bioetanol en los MCI

EFEECTO	CAUSA
Disminución del consumo de combustible	Mejora el llenado de aire del motor con bioetanol , por la baja de la temperatura de admisión ocasionado por el mayor calor de vaporización del bioetanol
Posibles problemas de arranque en frio en condiciones de baja temperatura .	El elevado calor de vaporización del bioetanol enfría el aire de admisión .-
Posible deterioro de juntas del circuito de combustible y/o corrosión .	Efecto del ataque químico del alcohol a ciertos materiales , además de la presencia de agua por la afinidad con el alcohol.
Posible problemas de ensuciamiento de filtros	Mayor arrastre de residuos por el efecto disolvente y detergente del alcohol.-
Mala carburación en motores con carburador.	Necesidad de adaptar el sistema a la nueva relación A/C.

Problemas de conducción a elevada altitud .	La mayor volatilidad del bioetanol puede ocasionar la aparición de bolsas de combustible vaporizado en el sistema de alimentación .-
---	--

Recomendaciones del uso de bioetanol en los MCI

RECOMENDACIONES	MOTIVO
1.- Correcta limpieza y estanqueidad de los depósitos de combustible para evitar la incorporación de agua en el combustible. 2.- Vigilancia especial del filtro de combustible en los primeros usos.	Debido al efecto limpiador y disolvente del bioetanol , los residuos existentes en el circuito de combustible se acumularan en los filtros de combustibles .
3.- En vehículos con carburador se recomienda una puesta a punto del vehículo al cambiar el carburante.-	Necesidad de adaptarlo a la relación A/C del nuevo combustible.-
4.- El uso de bioetanol en grandes proporciones puede ocasionar problemas de corrosión y fugas de combustible en aquellos vehículos que no presenten material adecuados.-	Incompatibilidad del bioetanol con ciertos materiales.-
Para usar elevadas proporciones de bioetanol el fabricante debe emplear lubricantes especiales.-	Elevadas proporciones de bioetanol puede provocar pérdidas de prestaciones en el motor.-

Evaluación de un motor de combustión interna usando mezcla etanol-nafta .-

Tipo del motor :

- 4 tiempos alimentado por carburador .- Z= 4 en línea ; 1,3 litros de cilindrada.-
- Potencia nominal a 5600 rpm = 48 kW.-
- Torque máximo a 3400 rpm = 96 Nm .-
- Rotación mínima del cigüeñal en ralentí = 850-900 rpm.-
- CO gases de escape en ralentí = 1,5%.-

Velocidades de prueba = 1200, 2000, 3000, 4000 y 5000 rpm.-

Combustible usado ; nafta ; mezclas con etanol en 10 , 20, 30%.-

Las emisiones de monóxido de carbono fueron realizadas mediante un analizador de gases.-

La medición del gasto Gh se realizo mediante el método gravimétrico .-

Parámetros determinados = potencia efectiva Ne ; torque efectivo Te ; consumo específico de combustible ce ; emisiones de CO.-

$$g_e = 1000 \cdot G_h / N_e \quad [g / kWh]$$

$$N_e = n \cdot T_e / 9550 \quad [kW]$$

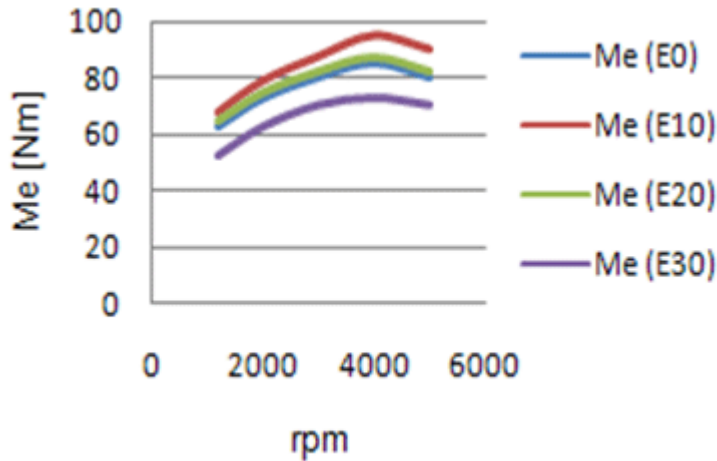


Fig. 2. Comportamiento del momento efectivo.

De acuerdo a lo obtenido en la tabla 2 tanto para Te, Ne , ge y CO existen diferencias entre las medias para cada rpm ; esto es debido a que los valores de probabilidad son inferiores a 0,05 para un nivel de confianza del 95% .-

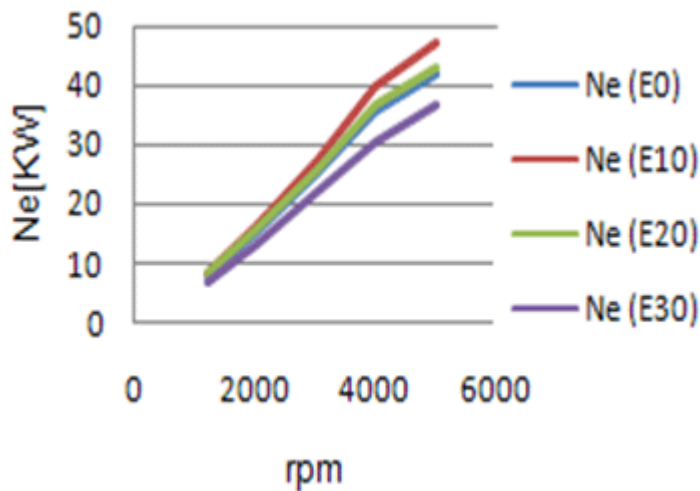


Fig. 3. Comportamiento de la potencia efectiva.

El Te y Ne es para las mezclas E10 y E20 superiores en todos los casos al obtenido con E0; no obstante los mayores valores se logran con E10 .- Sin embargo para la mezcla E30 se ve una disminución respecto a E0 .

Analizando las tablas 2 y 3 , se ve que a 1200 , 2000 y 3000 rpm , las diferencias numéricas entre los valores de potencia efectiva para E0 y E20 a pesar de ser tan pequeñas , son estadísticamente significativas.

BIOHIDRÓGENO

INTRODUCCIÓN

¿QUÉ ES EL HIDRÓGENO? Incoloro, inodoro y no tóxico, el gas hidrógeno es el más sencillo de todos los elementos. El átomo de hidrógeno común está formado sólo por un protón y un electrón. Como no tiene neutrones, es también el elemento más ligero de todos y prácticamente no existe hidrógeno en estado libre. Y es que es tan ligero que casi podríamos decir que no pesa, se escapa rápidamente hacia la atmósfera.

El hidrógeno en números:

- Densidad: 0,0899 kg/Nm³ (gas) 0,0708 kg/l (líquido)
- Poder calorífico: inferior: 120 MJ/kg superior: 141,86 MJ/kg
- Límites de inflamabilidad: 4,0 - 75,0 %
- Límites de detonación: 18,3 - 59,0 %
- Coeficiente de difusión: 0,61 cm² /s concentración de H₂ en aire

¿POR QUÉ PRODUCIR HIDRÓGENO PARA SER USADO COMO COMBUSTIBLE?

Para empezar, porque es un buen combustible, capaz de proporcionar más energía por unidad de masa que cualquier otro combustible conocido: 33,3 kWh por kg, frente a los 13,9 kWh del gas natural o los 12,4 kWh del petróleo, por ejemplo.

Se trata también un combustible limpio a nivel local, que, cuando se quema, lo único que produce, además de energía, es básicamente vapor de agua, librándonos, entre otras, de las emisiones de CO₂, el principal gas de efecto invernadero. Y gracias a la pila de combustible el hidrógeno es, además, un intermediario energético eficiente y tan versátil como la electricidad que, conviene recordar, tampoco es una fuente de energía, sino un "vector energético", que es como llaman los expertos a estas formas intermedias de la energía, que permiten transportarla y convertirla después en otras formas de energía.

Como todo buen vector energético, el hidrógeno, al igual que la electricidad, puede obtenerse a partir de un amplio abanico de recursos naturales utilizando prácticamente cualquier fuente de energía, con lo que no haría falta importarlo (siempre y cuando en su fabricación se utilizaran recursos y fuentes primarias de energía autóctonas y renovables). Pero, por encima de todo, el hidrógeno puede almacenarse. Y esta capacidad de servir de almacén de energía, que no tiene la electricidad, es la que da sentido al "despilfarro" energético y económico que, según algunos, supone la transformación de energía eléctrica en un hidrógeno cuyo fin es convertirse otra vez en (menos) energía eléctrica; y la que convierte al hidrógeno en el complemento ideal de las energías renovables, especialmente la eólica y la solar, que sólo funcionan cuando sopla el viento y hace sol: en las horas de baja demanda el viento y el sol se utilizarían no para cargar de energía unas aparatosas, contaminantes y siempre insuficientes baterías, sino para producir hidrógeno, que podríamos utilizar después en una pila de

combustible para producir electricidad en casa o viajar en un coche "movido por el viento" sin necesidad de instalar un aerogenerador en el techo del vehículo. Con el apoyo del hidrógeno, las renovables se abrirán paso en el sector de la automoción y se convertirán en las (verdaderas) sustitutas del petróleo

Muchas tecnologías se pueden utilizar para la producción industrial de hidrógeno. La primera tecnología comercial data de 1920, que se realizó por hidrólisis del agua produciendo hidrógeno por hidrólisis de agua. En 1960, la producción industrial de hidrógeno ha ido aumentando lentamente hacia la utilización de fuentes fósiles, que es la principal vía para producir hidrógeno hoy en día.

El hidrógeno no se encuentra en la naturaleza en su estado elemental, sino que tiene que ser producido a partir de otras fuentes como puede ser el agua y el gas natural, y con aportación de energía. Idealmente, la energía aportada sería igual a la energía contenida en el gas sintetizado. Sin embargo, la producción de hidrógeno a partir de cualquier proceso implica una transformación de energía. Y desgraciadamente, las transformaciones de energía siempre tienen asociadas pérdidas de energía.

CUALES SON LOS MOTIVOS PARA CONSIDERAR SU USO Y POSIBILIDADES?

El hidrógeno (H₂) se considera como la energía más atractiva para el futuro próximo debido a que sus propiedades físicas y químicas lo presentan como un importante combustible sintético y a que su combustión no resulta contaminante.-

Su característica de ser renovable, abundante y no contaminante, lo convierten en un combustible ideal.

Efectivamente, el hidrógeno es limpio, pues cuando se combina con el oxígeno del aire, libera la energía química almacenada en el enlace H-H, generando solamente vapor de agua como producto de la combustión.

Es abundante, renovable y es posible extraerlo de una fuente primaria de energía.

Puesto que no se producen gases de efecto invernadero durante su combustión, el hidrógeno ofrece un gran potencial para reducir las emisiones de CO₂ que se generan durante la combustión de sus precursores de origen fósil.

Otra característica importante que diferencia al hidrógeno radica en que es posible obtenerlo a partir del agua mediante electrólisis, utilizando la electricidad generada por alguna fuente primaria de energía (p. ej. eólica, solar, nuclear, etc.), y una vez quemado se vuelve a generar la misma cantidad de agua inicial, cerrándose un ciclo en el cual el medio ambiente no se altera.

Esta característica sumada al hecho de existir tanta agua en el planeta, lo convierten en un combustible renovable y abundante.

Desde el punto de vista energético, el hidrógeno es, de todos los combustibles, el que tiene la máxima relación energía/peso.

Contrariamente, siendo el hidrógeno un gas, y además, el más liviano de los elementos, su relación energía/volumen es la mínima lo cual es importante tener en cuenta para su almacenamiento.

Puede almacenarse como gas a presión y como líquido o distribuirse mediante gasoductos, por lo que se considera que puede reemplazar al gas natural a medio-largo plazo.

Biomasa celulósica.

El hidrógeno puede obtenerse a partir de una fuente renovable como es la biomasa celulósica.

La celulosa puede convertirse en H₂ mediante varios procesos termoquímicos tales como combustión, licuefacción, pirólisis y gasificación.

El material lignocelulósico se oxida parcialmente a temperaturas superiores a 1.000 °K, se produce una fracción gaseosa junto a un residuo carbonoso que se reduce posteriormente para formar H₂, CO, CO₂ y CH₄.

Principales beneficios de la producción de hidrógeno a partir de biomasa.

Económicos

- Sostenibilidad y diversidad de materia prima.
- Aumento del trabajo en el medio rural
- Competencia internacional
- Reducción de la dependencia del combustible importado

Medioambientales

- Reducción de los gases de efecto invernadero
- Combustible sin carbono
- Reducción de la contaminación atmosférica

ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO

Considerando al hidrógeno como combustible, es factible que el mismo accione máquinas, fábricas, casas, vehículos.

Surge de inmediato la necesidad de encontrar contenedores apropiados para su almacenamiento y transporte, y en particular cuando se trata de vehículos, la forma óptima para llevar a bordo un tanque de combustible.

Si bien desde el punto de vista energético, entre todos los combustibles el hidrógeno es el que posee la máxima relación energía/peso, la densidad del hidrógeno como gas di-atómico en condiciones normales de presión y temperatura (CNPT = 1 bar y 0 °C) es $\delta_{CNPT}(H_2) = 0.0898$ g/l, lo cual significa que 1 Kg de hidrógeno en las condiciones ambientales normales ocupa 11,135 m³.

Resulta entonces que el hidrógeno, con relación al volumen, almacena menor cantidad de energía comparado con otros portadores de energía, como por ejemplo, el gas natural o la nafta.

El metano tiene una densidad de $\delta_{CNPT}(\text{CH}_4) = 0,7167 \text{ g/l}$, por lo cual el volumen ocupado por 1 Kg se reduce a $1,40\text{m}^3$.

Sin embargo, a la ventaja de ocupar ocho veces menos volumen que el hidrógeno se opone el hecho de que la energía contenida es unas tres veces menor, con la desventaja adicional de que su quemado libera gas carbónico.

El volumen que ocupa un combustible es un factor importante para su almacenamiento y transporte. Es preciso que la energía consumida en estos procesos sea mínima, de los cuales el almacenamiento es probablemente el más significativo.

Se requiere entonces emplear un método que densifique al hidrógeno y que permita transportarlo en forma segura y poco onerosa, para poder ser llevado sin dificultades a bordo de los vehículos y evitando agregar peso adicional excesivo.

Métodos y fenómenos básicos de almacenamiento de hidrógeno.

Gas comprimido

El clásico cilindro de acero, que se prueba a 300 bar y se llena a presiones menores que 200 bar, en la mayoría de los países tiene un contenido de hidrógeno del orden del 1,2% de la masa del cilindro.

Para que el tanque de combustible de un vehículo tipo automóvil posea un tamaño razonable, así como una autonomía de 300 a 500 Km, las presiones involucradas debieran ser del orden de 800 atmósferas.

Se han fabricado cilindros de compuestos livianos nuevos que soportan presiones de hasta 800 bar, de modo que el hidrógeno puede alcanzar una densidad volumétrica de 36 kg/m^3 , casi la mitad que la del hidrógeno en forma líquida en el punto de evaporación normal.

Hidrógeno líquido

Permite incrementar la masa de hidrógeno con relación al volumen del contenedor.

Se almacena en tanques criogénicos a -252°C a presión atmosférica. Debido a la baja temperatura crítica del hidrógeno (-241°C), sólo puede almacenarse en forma líquida en sistemas abiertos para evitar una fuerte sobrepresión.

Por lo tanto, la transferencia de calor a través de las paredes del contenedor produce una pérdida de hidrógeno por evaporación. Esta pérdida es función del tamaño, la forma y la aislación térmica del recipiente. También es proporcional a la relación superficie/volumen, por lo cual la velocidad de evaporación disminuye al aumentar el tamaño del contenedor.

La energía teórica necesaria (trabajo) para licuar el hidrógeno desde la temperatura ambiente es 3,23 kWh/kg, pero el trabajo técnico es 15,2 kWh/kg, casi la mitad del valor calórico más bajo de combustión.

El gran consumo de energía para la licuefacción y la continua pérdida por evaporación limitan el posible uso de sistemas de almacenamiento de hidrógeno líquido para aplicaciones donde el costo del hidrógeno no es importante y el gas es consumido en un corto tiempo, como por ejemplo en aplicaciones aéreas o espaciales.

LOS MCI Y EL USO DE HIDRÓGENO

Un vehículo de hidrógeno es un vehículo de combustible alternativo que utiliza hidrógeno diatómico (H₂) como su fuente primaria de energía para propulsarse.

Estos vehículos utilizan generalmente el hidrógeno en uno de estos dos métodos: combustión o conversión de pila de combustible.

En la combustión, el hidrógeno se quema en un motor de explosión, de la misma forma que la gasolina.

En la conversión de pila de combustible, el hidrógeno se convierte en electricidad a través de pilas de combustible que mueven motores eléctricos – de esta manera, la pila de combustible funciona como una especie de batería.

El vehículo con pila de combustible se considera un vehículo de cero emisiones porque el único subproducto del hidrógeno consumido es el agua, que adicionalmente puede también mover una micro-turbina. El vehículo con motor de combustión interna además produce emisiones de dióxido de carbono.

Los vehículos impulsados mediante motor de hidrógeno, son junto a los biodiesel, los máximos exponentes de coches ecológicos.

El motor de hidrógeno se ha convertido en una de las alternativas más comentadas para los nuevos vehículos no contaminantes.

El hidrógeno posee más potencia en relación energía/ peso que cualquier otro combustible, y además produce poca o ninguna contaminación, ya que sólo libera vapor de agua en su “combustión”.

Casi todos los grandes fabricantes están trabajando en nuevos modelos que incluyen motor de hidrógeno. La mayoría de ellos siguen un esquema similar. El motor eléctrico situado debajo del capó, recibe la alimentación desde las células de combustible, que generan electricidad al mezclar el hidrógeno que contiene el depósito de combustible y el oxígeno del aire. El único residuo que genera esta reacción es vapor de agua.

H₂ de la cámara de almacenamiento del vehículo + O₂ del aire, genera vapor de H₂O al reaccionar

Una celda o célula de combustible es un generador que se basa en procesos químicos para producir energía al combinar el hidrógeno y el oxígeno.

La célula de combustible produce corriente eléctrica como una batería, pero al contrario que ésta, nunca se descarga mientras se disponga de combustible en el depósito de hidrógeno.

Una célula de combustible es silenciosa, limpia y eficiente, por lo que nos olvidaremos para siempre de los ruidos del motor.

Ventajas del hidrógeno

- * Muchos estudios hablan de que la calidad del aire mejoraría muy notablemente, así como también mejoraría la salud humana y el clima.
- * Al usarse el hidrógeno como energía se produce bajo nivel de contaminación ; no se consumen recursos naturales, ya que el hidrógeno se toma del agua, se oxida, y se devuelve a ella.
- * A diferencia de otros combustibles, el hidrógeno no es tóxico, y por tanto los casos de fugas o accidente tendrían mucho menos peligro que los que puedan producirse en la actualidad.
- * Las celdas de combustible se convierten en electricidad con muchísima más eficiencia que otras fuentes de energía, lo que hace al hidrógeno el mejor competidor del mercado actual.
- * La célula de combustible, si su funcionamiento es normal, es prácticamente silenciosa.
- * Aunque esto es sólo una hipótesis, parece ser que las celdas de combustible tendrán una vida útil mucho más extensa que lo que hay en su lugar actualmente, y además requieren muy poco mantenimiento.
- * Se pueden crear celdas de combustible realmente pequeñas, por lo que cualquier persona podrá costearse esta energía como sustitutiva de cualquier aparato existente, si es que el hidrógeno llegase a implantarse con tanta fuerza en el mercado.
- * Se puede complementar perfectamente con otras renovables para poder obtener el hidrógeno en el estado necesario.

Desventajas del hidrógeno

Estas son las principales dificultades que presenta el hidrógeno como combustible alternativo.

- * Como no es un combustible primario entonces se incurre en un gasto para su obtención.
- * Requiere de sistemas de almacenamiento costoso y aun poco desarrollado.
- * Elevado gasto de energía en la licuefacción del hidrógeno. Elevado precio del hidrógeno puro.
- * Necesita inversión importante para poder llevar la tecnología hasta el estado de maduración necesaria para convertirse en realidad.

Propiedades del Hidrogeno para ser usado como combustible

1.- Amplia gama de inflamabilidad : puede ser quemado en un MCI con una amplia gama de la relación A/C pudiendo funcionar aun en mezclas pobres , es decir la cantidad de combustible es menor que la cantidad teórica .

Además la temperatura final del combustible es baja, reduciendo los agentes contaminantes.

2.- Baja energía de ignición: la energía necesaria para prender el hidrogeno es mucho menor que en la caso de las naftas. Es por ello que puede quemar mezclas pobres y asegurar una rápida ignición.

La baja energía de ignición significa que los gases calientes y las zonas calientes del cilindro, pistón, válvulas, pueden actuar como fuente de ignición, creando problema de ignición prematura y retroceso de llama. Es así que se prevén una serie de cambios.

El primero es el referente a la bujía, que deberán ser de tipo frías.

El segundo cambio es el aceite usado, debiendo ser sintético con el fin de evitar la pirolisis por pequeñas zonas calientes de la cámara de combustión que legarían a provocar la pre ignición del combustible.

3.- Pequeña distancia de apagado: cuando se quema el H, tiene una distancia de apagado muy pequeña que en el caso de las naftas; así las llamas de H circularan más cerca de las paredes del cilindro que otros combustibles antes de extinguirse. Por lo tanto resultara más difícil apagar una llama de H que una llama de combustible.

La menor distancia de apagado incrementa la tendencia de producir el fenómeno de retroceso de llama, puesto que la llama de la mezcla aire hidrogeno puede introducirse más fácil a través de una válvula de admisión entreabierta que si se tratase de una mezcla aire - gasolina.

4.- Temperatura de ignición elevada: el H dispone de una temperatura de auto ignición elevada; la temperatura de ignición es importante en la determinación de la relación de compresión de un motor, puesto que el aumento de temperatura durante la compresión está relacionada con la relación de compresión.

5.- Alta velocidad de la llama en condiciones estequiometrias: bajo estas condiciones la velocidad de la llama de H es muy elevada que en el caso de las naftas. Esto significa que los MCI de H podrán acercarse más al ciclo termodinámico ideal del motor. No obstante con mezclas pobres de aire hidrogeno, la velocidad de la llama baja significativamente.

6.- Elevada difusividad: esta capacidad para dispersarse en el aire es considerablemente mayor que en caso de las naftas y resulta ventajoso por dos razones: en primer lugar facilita la formación de una mezcla uniforme de combustible con el aire. En segundo lugar, en case de producirse una fuga de H , este se dispersa rápidamente .

7.- Baja densidad: esto provoca al volumen que ocupara el combustible en el interior del cilindro de almacenaje previo a la combustión, siendo necesario un gran volumen de cilindro como para que el vehículo pueda ofrecer buenas características de conducción. Además, el

aumento de volumen del combustible reducirá la cantidad de aire que se puede introducir en el cilindro , hecho que repercutirá en la baja de la potencia .-

Relación aire – combustible

La relación estequiometrica aire/hidrogeno es :

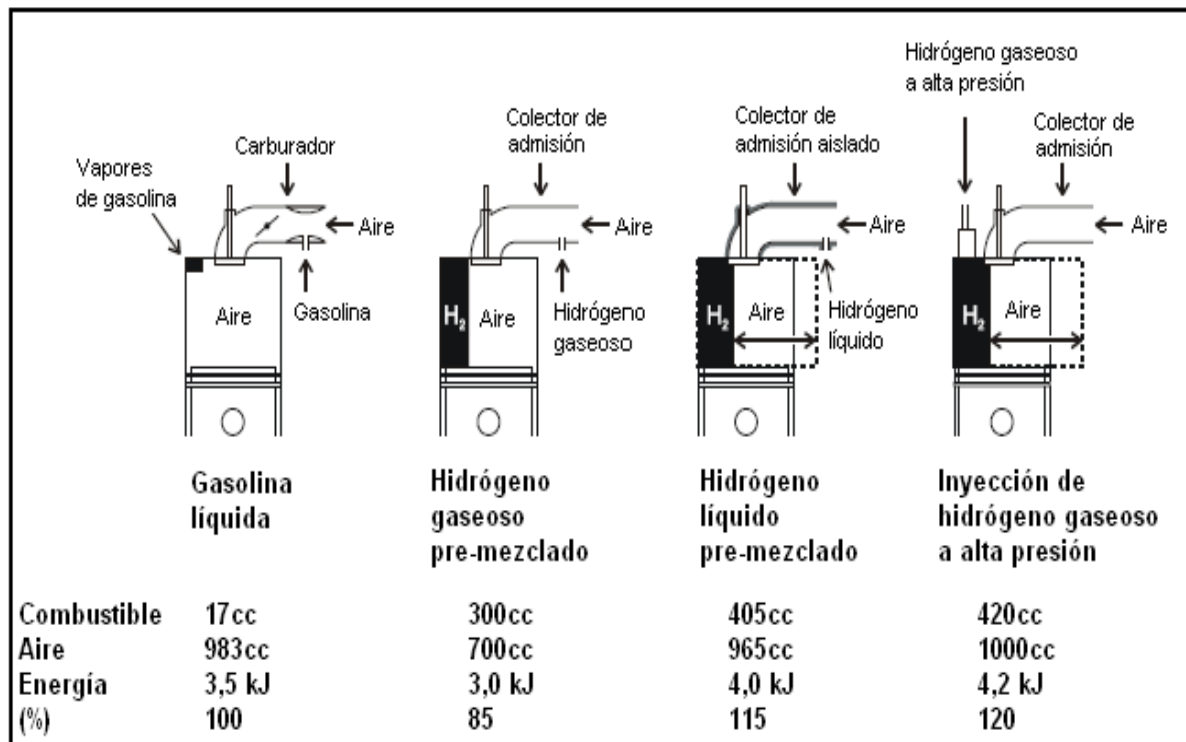
$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{A/C basada en la masa} &= \text{masa del aire} / \text{masa del combustible} \\ &= 137,33 \text{ g} / 4 \text{ g} = 34,33: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{A/C basada en el volumen} &= \text{volumen en moles del aire} / \text{volumen del combustible} \\ &= 4,762 / 2 = 2,4: 1 \end{aligned}$$

Porcentaje de espacio ocupado en la cámara de combustión por una mezcla estequiometrica es:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \%H_2 &= \text{volumen (moles) de } H_2 / \text{volumen total} \\ &= \text{volumen } H_2 / (\text{volumen aire} + \text{volumen de } H_2) \\ &= 2 / (4,762 + 2) \\ &= 29,6\% \end{aligned}$$

Comparación de los volúmenes de la cámara de combustión del contenido de energía para motores de hidrogeno y de gasolina



Debido al amplio rango de inflamabilidad del H₂, los motores que usan este combustible podrán funcionar con relaciones A/C desde 34:1 (estequiometría) hasta 180:1 .-

Problemas y soluciones del preencendido

La ignición prematura es un problema mucho mayor en los motores que usan H₂, debido a la menor energía de ignición del H₂, un mayor rango de inflamabilidad y una menor distancia de apagado .-

Cualquier sea el combustible usado, el mecanismo de preencendido es el mismo ; los gases de entrada encuentran una fuente de calor con la suficiente intensidad como para iniciar el proceso de combustión de la mezcla , mientras la válvula de admisión se encuentra todavía abierta y cuando todavía no se ha producido el salto de la chispa de la bujía .

Modificaciones a los MCI para adaptarlos para uso con H₂

1.- Control del aceite en el motor: para reducir las emisiones contaminantes , se pretende bajar el consumo que al fin y al cabo, acaba quemándose en la cámara de combustión , produciendo emisiones .

Para evitarlo deberá:

- 1.1.- cuidar las tolerancias de cilindrada y rugosidad.
- 1.2.- usar pistones diferentes con tal de disminuir la expansión térmica, usando aleaciones de aluminio-silicio.

2.- Culata y refrigeración: se debe usar culatas especialmente diseñada. Hay que evitar las zonas excesivamente calientes en la cámara de combustión del motor, con lo que debemos:

2.1.- incrementar el flujo de refrigerante en la proximidad de la bujía y de las válvulas de escape.

2.2.- mecanizar la cámara de combustión y aumentar la relación de compresión.

2.3.- usar stellita en los asientos de las válvulas para que sean más duras superficialmente y aumentar su resistencia al desgaste.

3.- Sistema de ignición: debido al bajo límite de energía de ignición del H, es fácil producir su ignición. Cuando usamos mezclas pobres la velocidad de la llama se reduce considerablemente.

Las bujías para motores que usan H deben ser clasificadas como frías, y cuyos extremos no sean de platino. Una bujía fría es aquella que transfiere el calor desde el extremo de la misma, a la cabeza del pistón de manera más rápida que una caliente.-

Es así que la posibilidad de que la punta produzca a ignición de la mezcla aire combustible es reducida.-

4.- Cambios estructurales: al tener una aumento de la compresión, se deben realizar cambios estructurales, para que el motor trabaje con H .

4.1.- reforzar elementos que transmiten fuerzas tales como pistones, cigüeñal y bielas.

4.2.- es posible que se deba modificar la posición de los segmentos debido a estas sobrepresiones.

5.- Sistemas de suministro de combustible

5.1.- Carburación: no requiere una presión de suministro del H tan elevada como en los otros métodos.-

Pero la carburación resulta susceptible a la combustión irregular, problemas de pre encendido y retroceso de llama.

5.2.- Sistema de inyección por conductos: este inyecta el combustible directamente dentro del conducto de admisión en cada orificio de admisión, en vez de introducir el combustible en un único punto.- Normalmente el combustible se inyecta en el conducto después del inicio de la carrera de admisión, reduciendo así la posibilidad de pre encendido del H.

El aire se suministra al motor por separado al inicio de la carrera de admisión, para así diluir los gases residuales y refrescar cualquier punto caliente.

5.3.- Inyección directa: en motores con H , usan inyección directa en el cilindro durante la compresión . Así la válvula de admisión se halla cerrada cuando se inyecta combustible evitando el problema de pre encendido durante la admisión. Tampoco se producirá el

retroceso de la llama hacia el conducto de admisión Este proceso es un 20% mayor que un motor a nafta y un 42% mayor que en el uso de carburador.

6.- Ventilación del cárter del motor.

Resulta más importante cuando se usa H. El H que no se ha quemado puede entrar en el cárter con una alta posibilidad de incendiarse. Se debe proveer la acumulación de H en la zona mediante la ventilación.

Una ignición dentro del cárter origina un simple ruido o puede incendiarse el motor; cuando el H se incendia dentro del cárter, se produce una subida súbita de presión, para lo cual debo colocar una válvula de descarga de presión.

7.- Sistema de escape.

El principal problema es la gran cantidad de agua que generara la combustión del H dentro del motor. Se debe diseñar el escape para que el agua circule a través de él y sea expulsada por la salida del sistema.

Los materiales a usar deben resistir la corrosión; además el agua generada no debe quedar estancada en el recorrido hasta su expulsión a la atmosfera.

Se debe usar aceros inoxidable en los tubos de escapes y silenciadores.

8.- Aceite lubricantes.

Debido a la posibilidad de generar agua en el motor, el aceite puede quedar pegado a las paredes del cilindro, anulando su función de lubricar. Es así que se debe reducir al máximo las emisiones de hidrocarburo debido, por lo que se debe usar lubricantes sintéticos de baja volatilidad a elevadas temperaturas.

Sistemas de propulsión basados en H₂ y pilas de combustible

Los MCI presentan su punto de operación óptimo (menos consumo específico de combustible) cerca de su máxima potencia.

Las pilas de combustible tienen rendimientos mayores a cargas parciales.-

En un ciclo normal de conducción, en autos, motos y ómnibus, la mayor parte del tiempo, el motor opera a cargas parciales.- Bajo estas condiciones el rendimiento de los MCI están lejos de su máximo valor y las pilas pueden llegar a duplicar dicha eficiencia.

Las pilas de combustibles ofrecen una clara reducción de consumo respecto a los MCI, que son menos eficientes.-

En el caso de las mejoras tecnológicas (Diesel Inyección Directa) las pilas solo consiguen una pequeña reducción.

Las pilas de combustible ofrecen una clara reducción de las emisiones respecto a los MCI

Celdas de combustible

Se consideran una excelente alternativa como fuente de energía desde el punto de vista del ambiente. Son silenciosas y producen insignificantes emisiones de contaminantes, reducen la contaminación del aire urbano.

Su fuente primaria es el hidrogeno, obtenidos de distintas fuentes, entre ellas las biomásas.

Al no tratarse de una maquina térmica, la celda de combustible no está limitada por el Ciclo de Carnot , ofreciendo la posibilidad de lograr rendimientos mayores que las logradas por los generadores térmicos .-

Su eficacia es aproximadamente constante en el intervalo del 25 al 100% de su potencia energética

Produce energía química mediante un proceso electroquímico y no por combustión, con lo que las únicas emisiones distintas de aire y agua serán las precedentes del tratamiento del combustible.

Las emisiones de azufre son bajas por que las celdas no toleran al azufre; las otras emisiones también son bajísimas debido a la limpieza de los procesos electroquímicos.

Las celdas de combustibles en vehículos tienen las siguientes ventajas:

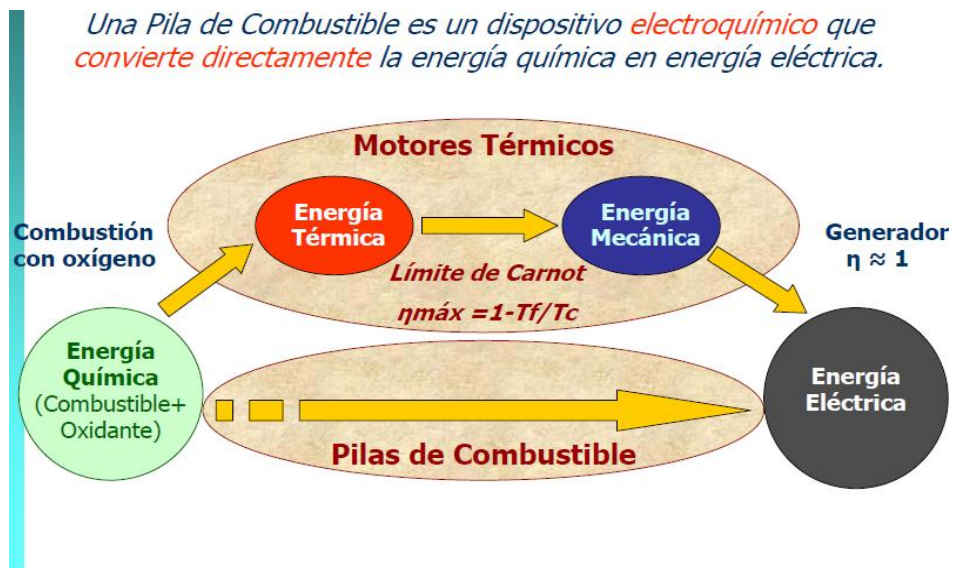
- ➡ Generación de menor cantidad de GEI.-
- ➡ Sistema de transporte más limpio .
- ➡ Motores más eficientes que los otros MCI.
- ➡ Posibilidad de recorrer más distancia sin reponer el combustible.-
- ➡ Un motor de estas características desarrolla una alta potencia en relaciona su tamaño; se han conseguido una relación peso/potencia de 0,34 kg/Cv de potencia, con respecto a los 2,72 kg/CV que presentan los motores a pistón.-
- ➡ El alto número de octanos permite elevar la relación de compresión con el consiguiente aumento de la eficiencia.
- ➡ La velocidad de la llama en flujo laminar reduce las emisiones de NOx .
- ➡ Se han conseguido aumento del rendimiento entre un 25 a 30% respectos a los motores convencionales.-

Desventajas:

- ➡ Necesidad de disponer de algunos minutos de calentamiento para obtener suficiente potencia cosa que no ocurre en los MCI.-
- ➡ Los compresores hacen más ruidoso a los motores.
- ➡ Necesidad de una enorme infraestructura para la recarga del mismo

- ➡ El H tiene un punto de ebullición muy bajo y es extremadamente explosivo.
- ➡ El platino usado en su fabricación es muy caro.
- ➡ Su almacenamiento ocupa un espacio significativo.
- ➡ Necesidad de un radiador más grande que para un MCI ; esto se debe a que el 80% del calor generado debe ser evacuado a través del radiador (un 33 % en un MCI).-
- ➡ Una celda de combustible tiene un costo elevado por kw.

Uso de pilas de combustibles en autos: una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte directamente la energía química en energía eléctrica sin transformación intermedia a energía térmica y mecánica



Requisitos:

- El peso y volumen de todo el sistema ha de ser bajo.-
- El tiempo de autonomía largo.-
- La temperatura de operación no debería ser elevada.-
- El tipo de combustible y el almacenamiento del mismo son críticos.-
- La velocidad de respuesta ha de ser rápida, tanto en el calentamiento inicial como en la adaptación a la potencia demandada.-
- La durabilidad de los componentes ha de ser alta, permitiendo una vida útil superior a los 10 años

→ La mayoría de los fabricantes de autos ven a las pilas como sucesora de los MCI , pero existen algunos inconvenientes :

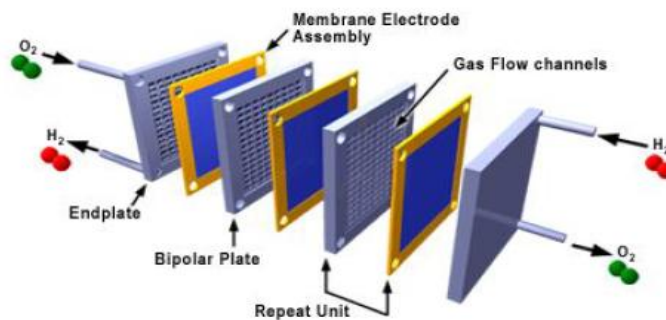
→ Los costos de fabricación son elevados.

→ Algunos componentes se encuentran en condiciones altamente corrosivas y por lo tanto su durabilidad resulta baja.-

→ Se requiere un catalizador muy caro, que normalmente es de platino.-

Principio de funcionamiento

- **El número de celdas en el "stack" determina la tensión total.**
- **El área de cada celda determina la intensidad total.**
- **La potencia vendrá dada por el producto de la tensión y la intensidad.**
- **La diferencia entre el calor de reacción y el trabajo eléctrico producido es evacuada en forma de calor que puede ser recuperado para otros usos.**

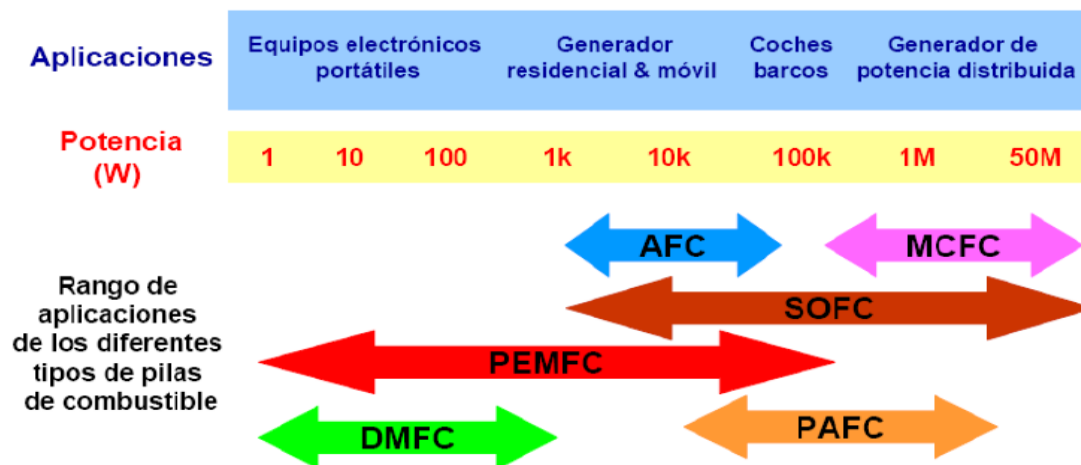


Tipos de pilas

<i>Tecnología</i>	<i>Temp operación</i>	<i>Combustible</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Potencia</i>
Alcalina (AFC)	80-100 °C	H ₂	60	5-100 kW
Polímeros (PEM)	70-80 °C	H ₂ puro o de reformado de compuestos hidrogenados	40-50	5-250 kW
metanol directo (DMFC)	50-100 °C	Metanol diluido	30-40	0,01-0,2 kW
acido fosfórico (PAFC)	200-220 °C	H ₂ de reformado de GN o metanol	40-45	50-10 MW

Carbonatos (MCFC)	600-650 °C	H ₂ y CO del reformado interno de gas natural o gasificación del C	45-60	100 kw- 2 Mw
óxidos solidos (SOFC)	800-1000 °C	"	50-65	100-250 kW

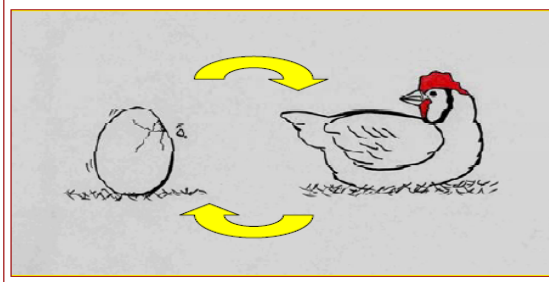
Aplicaciones



Infraestructura de H₂ : Vehículos con Pilas de Combustible

El círculo vicioso ...

No se fabricarán vehículos con pilas de combustible mientras no haya una infraestructura suficiente de estaciones de repostado de hidrógeno



No se construirá infraestructura de estaciones de repostado de hidrógeno mientras no haya suficientes vehículos con pilas de combustible para repostar.

... ya se empieza a superar

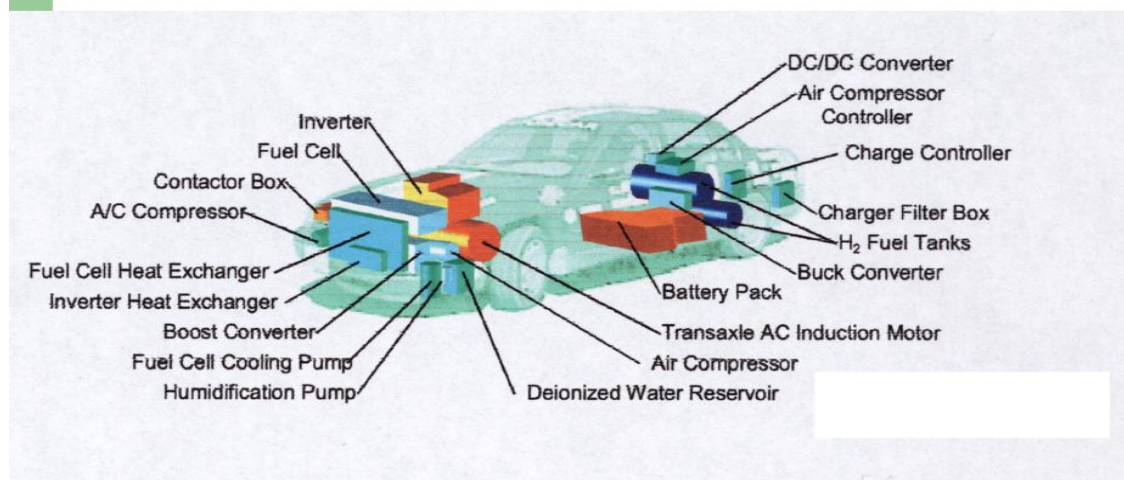
Las pilas de combustibles (fuel cells) son muy interesantes pues nos proporcionan energía, tanto calor como electricidad.

Para ello se alimentan de hidrogeno y oxígeno. Es habitual que las pilas de combustibles utilicen H como combustible.

Para la mayoría de las aplicaciones el oxidante suele ser el aire atmosférico.

Tienen un potencial uso para generar electricidad y abastecer hogares e industrias desde 100 W hasta varios MW.

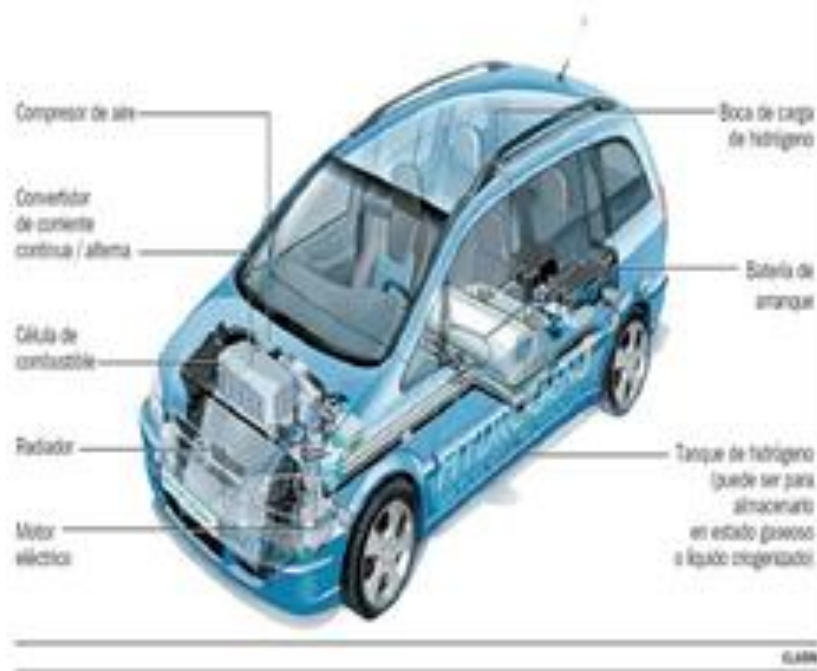
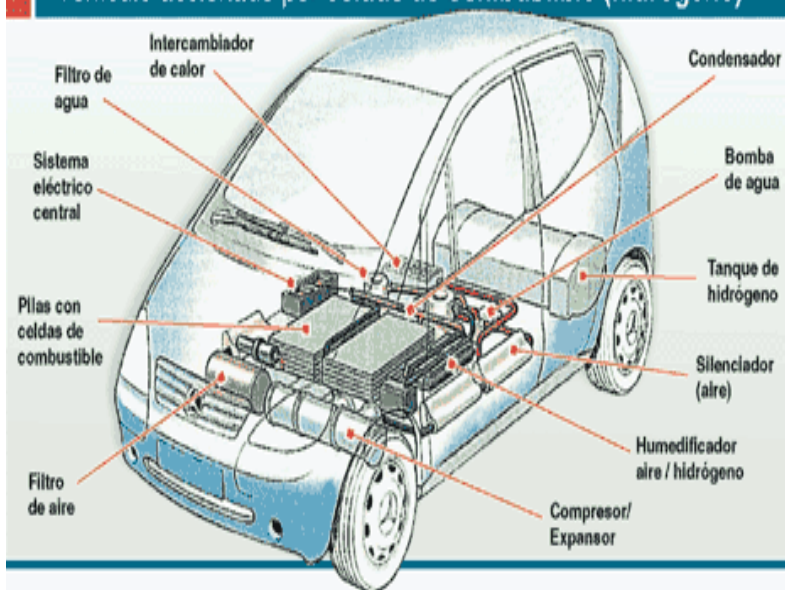
VEHICULO ELECTRICO HIBRIDO DE PILA DE COMBUSTIBLE



Últimas tendencias tecnológicas: en el año 2014, en Los Ángeles se realizaron pruebas con un prototipo : el Audi A7 , obteniéndose :

- 1.- Acelera de 0 a 100 km/h en 7.9 segundos.-
- 2.- Alcanza una velocidad máxima de 180 km/h.-
- 3.- Puede recorrer más de 500 kilómetros con una carga de combustible.-
- 4.- Su escape sólo emite unas gotas de agua.-
- 5.- Utiliza un potente sistema de propulsión eléctrica con una pila de combustible como fuente de energía, en combinación con una batería híbrida y un motor eléctrico adicional en la parte trasera.-
- 6.- La potencia eléctrica total de sistema de 170 kW se transfiere a ambos ejes.-

Vehículo accionado por celdas de combustible (hidrógeno)



Bibliografía .

Libros:

- Perales, Tomas (2010) . *El universo de las energías renovables* . España: Editorial Marcombo.-
- Pela López, M (2009). Fuentes de energía. España: Editorial Académica .-
- de Juana, Jose Maria (2009) . *Energías renovables para el desarrollo* . España: Editorial Paraninfo.-
- Gil García, Gregorio (2012) . *La energía en cifras . Perspectivas globales* . España : Editorial Marcombo .-
- Rotaiche, Luis M (2012) . *Energía renovable en Argentina. Una propuesta para el desarrollo* . Argentina : Editorial Dunka.-
- Solís García, J Jesús (2010) . *Hidrogeno y energías renovables* . España : Editorial Trillas .-
- Camps Micheleno, Manuel (2008) . *Los biocombustibles* . España : Editorial Mundi .-
- Don Seddon (2006) . *El motor diesel sin problemas* . España: Paraninfo.-
- Gonzalez Calleja , D (2011) . Motores – Transporte y mantenimiento de vehículos. España : Paraninfo .-
- Bartssch, C (2007) . Revolución del motor diesel . España : CEAC.-

Revistas:

- *Producción de Biodiesel y Bioetanol* (2012) Volumen 8 . Méjico : Universidad Autónoma de Méjico.-
- *Los biocombustibles* (2009) . El Cotidiano N° 157 . Méjico : Universidad Autónoma de Méjico .-

Referencias electrónicas:

- Saavedra, J. M. (2011) . *Determinación de la calidad y el rendimiento del biodiesel* . Trabajo de grado . Universidad Rafael Urdaneta .
<http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2101-11-03939.pdf>.-
- Gonzalez , A.F. (2008). *Biocombustibles de segunda generación y biodiesel : una mirada a la contribución de la Universidad de los Andes* (Revista en línea)
<http://revistaing.unuandes.edu.co/pdf/a%2028%20corr.pdf> .-
- Castro, P ; Coello, J ; Castillo, L (2007) . *Opciones para la producción y uso del biodiesel* . Primera edición. Soluciones Practicas – ITDG. Peru. Painas18-143.-