

4<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management  
XIV Congreso de Ingeniería de Organización  
Donostia- San Sebastián , September 8<sup>th</sup> -10<sup>th</sup> 2010

## **Análisis de la competitividad y la penetración de los biocombustibles en el mercado de combustibles para automoción en España.**

**Carlos Rodríguez Monroy<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística de la Universidad Politécnica de Madrid, crmonroy@etsii.upm.es

### **Resumen**

*En la actualidad, los biocombustibles no son rentables, ya que son más caros que sus equivalentes de origen fósiles. Por esto cabe preguntarse si pueden serlo en el futuro. Para ello se propone analizar las relaciones de diversas cotizaciones de los biocombustibles y de los combustibles fósiles con la cotización del petróleo y la de los bonos de CO<sub>2</sub>. En principio, es deseable que las cotizaciones relacionadas con los biocombustibles bien no estén relacionadas o tengan una relación negativa con las cotizaciones de los combustibles fósiles.*

**Palabras clave:** etanol, biodiesel, biocombustible, automoción.

### **1. Introducción.**

En artículos previos (Hernández et al, 2009, F.H. Sobrino et al 2009), se expusieron las razones que han llevado a la Unión Europea a fomentar el uso de biocombustibles y se describieron sus ventajas potenciales:

Reducción de la dependencia energética del exterior, al ser productos cuya materia prima se pueden producir internamente.

Estabilización del precio de los combustibles fósiles, ya que se trata de productos que los pueden sustituir en el mercado.

Reducción de gases de efecto invernadero, ya que la materia prima a partir de la cual se elaboran en principio, fijan CO<sub>2</sub> de la atmósfera.

Fuente adicional de ingresos para el sector primario, ya que la materia prima son productos vegetales.

Se realizó además un análisis crítico del uso de los biocombustibles y de las medidas que se han puesto en marcha para incentivar su uso: La impuesta por la directiva europea 2003/30/EC en cuanto al consumo mínimo que deben tener los países miembros en diciembre de 2010 y la exención de pago del impuesto especial sobre hidrocarburos otorgada por el gobierno español.

La conclusión a la que se llegó es que en el estado actual el uso de biocombustibles no es rentable ni desde el punto de vista económico ni desde el punto de vista de emisiones netas de gases de efecto invernadero. Esto último es porque no tienen por qué ser menores que usando combustibles fósiles. Por otra parte y para el caso de España, el uso de etanol y biodiesel ha supuesto pasar de depender de las importaciones de petróleo a depender de las importaciones de las materias primas que se emplean en la elaboración de biocombustibles.

Llegado este punto cabe preguntarse si los biocombustibles pueden ser, en el futuro, unos buenos productos sustitutos de los combustibles fósiles sabiendo que ahora no lo son. Para ello se propone analizar si los precios de los primeros y de las materias primas que se usan en

su elaboración están relacionados de alguna forma con los precios de los combustibles fósiles y la cotización del petróleo. En principio, un producto candidato a sustituir a otro ya existente en el mercado será más competitivo cuanto menor sea la dependencia de su precio o el precio de sus materias primas del precio y del precio de las materias primas del primero.

### 1.1. Descripción del análisis.

En el presente artículo, focalizado en el caso de España, se ha analizado:

- Las relaciones empíricas de diversas cotizaciones y precios. En concreto, para la cotización del petróleo serán las cotizaciones de los combustibles fósiles y las materias primas que se emplean en la elaboración de los biocombustibles y para la cotización del bono de CO<sub>2</sub> serán la cotización del petróleo, los precios de los combustibles fósiles y las cotizaciones de las materias primas utilizadas en la elaboración de biocombustibles.

La evolución de la penetración actual de los biocombustibles en el mercado de los combustibles para automoción.

### 1.2. Razones para llevar a cabo este estudio.

En estos momentos los biocombustibles no son competitivos. Para constatar si en el futuro lo pueden ser es conveniente saber si los parámetros de éstos (precio de venta, cotización de las materias primas) tienen algún tipo de relación con esos mismos parámetros de los combustibles fósiles. Si estas relaciones existen y son en el mismo sentido, es previsible que la competitividad de los biocombustibles no sea en el futuro tan buena como si no las hubiese.

A título de ejemplo, es deseable que las cotizaciones de las materias primas de los biocombustibles no dependan de la cotización del petróleo o si dependen que sea de forma negativa.

### 1.3. Relación de datos necesarios para el estudio empírico del mercado español.

Para los diferentes análisis empíricos del mercado español se han precisado el histórico de cotización del barril Brent de petróleo, el histórico del tipo de cambio euro-dólar, el histórico de las cotizaciones de los combustibles fósiles (gasolina y gasoil) sin impuestos, el histórico de la cotización del bono de CO<sub>2</sub> en el mercado europeo y el histórico de la cotización media ponderada de las materias primas para la elaboración de los biocombustibles. Para ello se ha calculado una cotización media mensual ponderada para ambos biocombustibles según la ecuación (1).

$$PP = \sum_{i=1}^n (PMP_i \cdot \%MP_i) \quad (1)$$

Donde PP es la cotización media ponderada de la materia prima del biocombustible objeto de estudio en \$/t, PMP<sub>i</sub> es la cotización media de la materia prima i en \$/t y %MP<sub>i</sub> es el porcentaje másico sobre el total de las materias primas utilizadas para la elaboración del biocombustible objeto de estudio.

## 2. Influencia de la cotización del petróleo sobre las diferentes variables.

La tabla 1 muestra los diferentes estudios estadísticos llevados a cabo para conocer la influencia del precio del petróleo sobre diferentes variables.

**Tabla 1:** Relaciones del precio del petróleo.

Variable	Periodo	Número de pares de puntos	Coefficiente de correlación de Pearson	Test de Kolmogorov-Smirnov (K-S)

Cotización de la gasolina 95	Oct/03 – Mar/09	66	0.97	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ , Probabilidad máxima de error tipo I).
Cotización del gasoil	Oct/03 – Mar/09	66	0.97	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ )
Cotización ponderada media de las materias primas del etanol.	Mar/07 – Jul/09	27	0.95	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ )
Cotización ponderada media de las materias primas del biodiesel.	Ago/04 – Jul/09	60	0.63	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ )

### 3. Influencia de la cotización del bono de CO<sub>2</sub> sobre las diferentes variables.

La tabla 2 muestra los diferentes estudios estadísticos llevados a cabo para conocer la influencia del precio del bono de CO<sub>2</sub> sobre diferentes variables.

**Tabla 2:** Relaciones del precio del bono de CO<sub>2</sub>.

Variable	Periodo	Número de pares de puntos	Coefficiente de correlación de Pearson	Test de Kolmogorov-Smirnov (K-S)
Cotización del petróleo	Abr/05 – Jul/09	52	0.76	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ , Probabilidad máxima de error tipo I).
Cotización de la gasolina 95	Abr/05 – Jul/09	52	0.71	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ )
Cotización del gasoil	Abr/05 – Jul/09	52	0.71	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ )
Cotización ponderada media de las materias primas del etanol.	May/07 – Jul/09	27	0.89	Significativo al 99% ( $\alpha=0.01$ )
Cotización ponderada media de las materias primas del biodiesel.	May/07 – Jul/09	27	0.28	Significativo al 95% ( $\alpha=0.05$ )

### 4. Análisis del comportamiento de los precios de venta de los biocombustibles frente a los precios de los combustibles fósiles.

Se ha analizado el desglose del precio de los combustibles fósiles y de los biocombustibles en dos momentos separados por un período de 7 meses: julio de 2008 y febrero de 2009, observándose que en ese período la cotización del petróleo en euros ha descendido un 58,11% mientras que los precios de la mezcla E85 y del biodiesel se han mantenido prácticamente constantes.

Aunque no se tiene un detalle de las cotizaciones mes a mes de la mezcla E85 y del biodiesel, sí que se sabe que el precio ha oscilado, para el caso de la mezcla E85, entre 0,850 €/l y 0,869

€/l y para el caso del biodiesel, entre 1,043 €/l y 1,029 €/l. Esto significa que el etanol ha pasado de costar 0,529 €/l en julio de 2008 a 0,600 €/l en febrero de 2009 y el biodiesel ha pasado de 0,750 €/l en julio de 2008 a 0,724 €/l en febrero de 2009.

Sin tener en cuenta la inflación se ha observado que:

- Sobre el precio por unidad de energía (la magnitud que se emplea para comparar combustibles fósiles y biocombustibles) se deduce que, para motores de ciclo Otto, el biocombustible equivalente (E85) es, en julio de 2008 un 5,28% y en febrero de 2009 un 31,95% más caro que la gasolina 95 y que para motores de ciclo diesel, el biodiesel es en julio de 2008 un 1,50% y en febrero de 2009 un 33,09% más caro que el precio del gasoil.
- El precio por litro de la gasolina ha descendido un 23% y el del gasoil un 25%
- El precio de producción por unidad de energía de los biocombustibles frente a los combustibles de origen fósil equivalentes es sensiblemente superior en febrero de 2009: Entre un 33,76% y un 88,50% para la mezcla E85 frente a la gasolina 95 y entre un 26,19% y un 76,12% para el biodiesel frente al gasoil.

Por lo tanto se concluye que el descenso de la cotización del petróleo provoca una disminución directa en el precio por unidad de energía de los combustibles fósiles, un mayor distanciamiento (una pérdida de competitividad) de los biocombustibles frente a los combustibles fósiles y no provoca una disminución de los costes de producción de los biocombustibles.

Ante la cuestión de qué pasaría si se eliminase la exención fiscal sobre el impuesto especial de hidrocarburos que tienen los biocombustibles, prevista para el año 2012, se llevó a cabo una estimación de los mismos y se mostró que el precio por unidad de energía de los biocombustibles frente a los combustibles de origen fósil sería sensiblemente superior en febrero de 2009: Entre un 33,76% y un 88,50% para la mezcla E85 frente a la gasolina 95 y entre un 26,19% y un 76,12% para el biodiesel frente al gasoil.

Es así previsible que si se eliminase esta exención se provocaría un descenso brusco en el consumo de biocombustibles, eliminándolos prácticamente del mercado de combustibles para automoción.

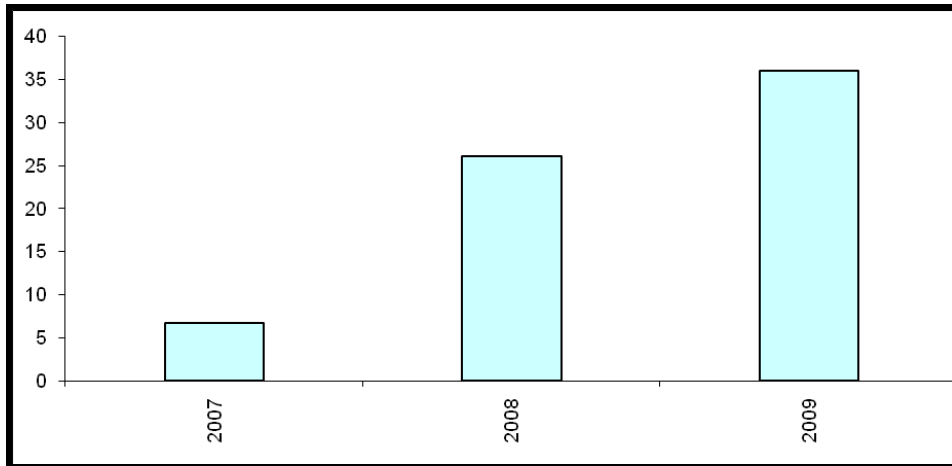
## **5. Análisis de la penetración de los biocombustibles en el mercado de combustibles para automoción.**

Como ya ha sido comentado, en España los biocombustibles están exentos del pago del impuesto especial de hidrocarburos. Esta exención debería, en teoría, ayudar a estos a ganar cuota de mercado entre los combustibles de automoción en detrimento de los combustibles fósiles. Se ha comentado a su vez las consecuencias que tendrían sobre los biocombustibles la eliminación de esta exención.

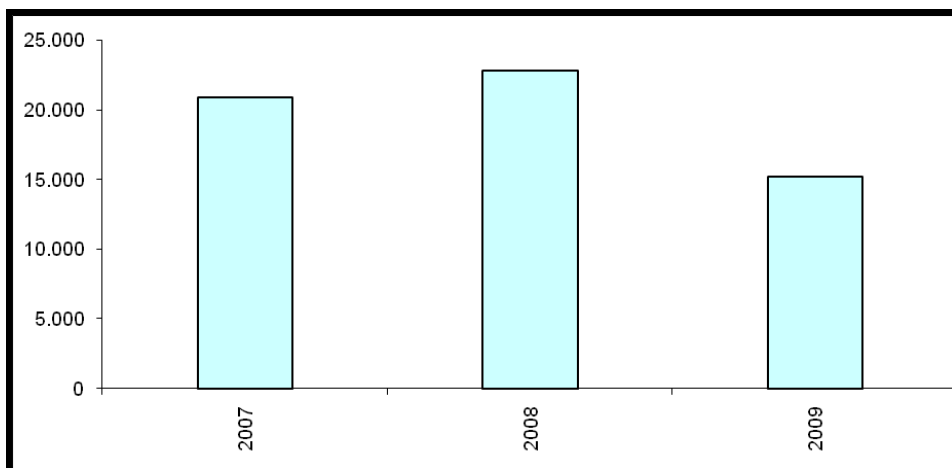
La introducción de los biocombustibles en el mercado español se ha hecho con la exención del pago del impuesto especial de hidrocarburos desde el inicio, por lo que se plantea analizar a lo largo del tiempo la evolución de la penetración en el mercado de la mezcla E85 y del biodiesel.

### **5.1. Análisis de la evolución de consumos de biocombustibles**

La evolución del consumo mensual medio por año de mezcla E85 y biodiesel se muestran en las figuras 1 y 2.



**Figura 1:** Consumo medio mensual de E85 por año, en t Fuente: cores.es. y elaboración propia

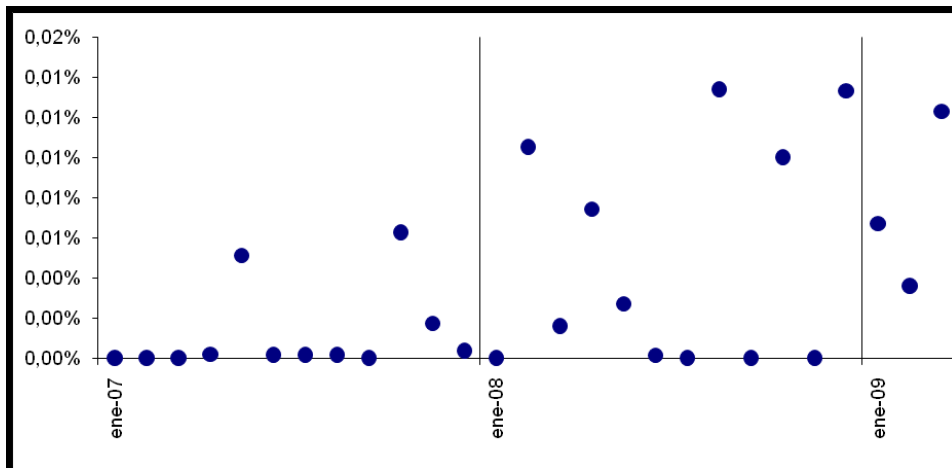


**Figura 2:** Consumo medio mensual de biodiesel y biodiesel mezcla por año, en t Fuente: cores.es. y elaboración propia

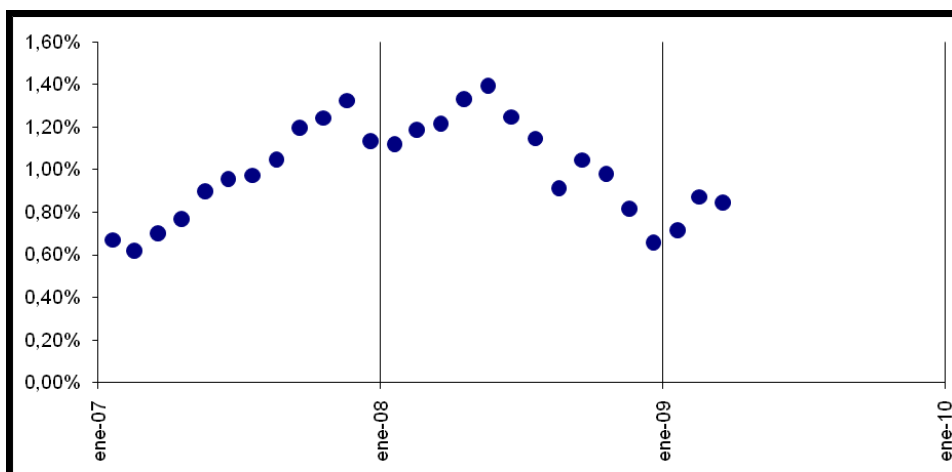
Debido a que sólo se tienen tres datos en cada gráfico no tiene sentido hacer un estudio estadístico. Se hace sólo una observación directa de los datos, de donde se deduce que en el caso del E85 se aprecia que el consumo medio mensual ha crecido en los tres últimos años mientras que en el caso del biodiesel se aprecia que el consumo medio mensual ha crecido entre los años 2007 y 2008, pero ha disminuido en 2009.

## **5.2. Evaluación de la penetración de los biocombustibles en el mercado de combustibles para automoción.**

La figura 3 y 4 muestran, respectivamente el peso del consumo de mezcla E85 sobre el total de gasolinas destinadas a automoción y el consumo de biodiesel y biodiesel mezcla sobre el total de consumos de gasóleos para automoción.



**Figura 3:** Peso del consumo de mezcla E85 sobre el consumo total de gasolinas para automoción. Fuente: cores.es. y elaboración propia



**Figura 4:** Peso del consumo de biodiesel y biodiesel mezcla sobre el consumo total de gasoil para automoción. Fuente: cores.es. y elaboración propia.

Se observa que el peso del consumo de mezcla E85 sobre el total de consumo de gasolinas es muy pequeño (siempre inferior al 0,015%) y que el peso del consumo de biodiesel y biodiesel mezcla es muy pequeño en relación con el consumo total de gasóleos para automoción (siempre inferior al 1,6%), aunque muy superior al de las mezclas de etanol frente a los consumos de gasolinas.

Para evaluar si las mezclas de etanol y el biodiesel están penetrando en el mercado se calculan los coeficientes de correlación de Pearson para ajustes lineales, siendo 0,065 para las mezclas de etanol y 0,237 para el biodiesel es decir, existen correlaciones positivas pero de valor muy pequeño.

Se realizan sendos contrastes de hipótesis K-S y se constata que dichos valores no son significativos con niveles de confianza del 99% ( $\alpha=0,01$ ) y del 95% ( $\alpha=0,05$ ), por lo que se concluye que están poco correlados y los ajustes lineales son muy inadecuados.

En otras palabras, no se puede constatar que la mezcla E85 y el biodiesel estén penetrando en el mercado de forma lineal.

## 6. Resultados.

A pesar de que existen diferencias sustanciales entre el mercado estadounidense y el español, se han constatado ciertas relaciones que se resumen a continuación.

## **6.1. Sobre la cotización del petróleo.**

Las cotizaciones de la gasolina 95 y del gasóleo sin impuestos están linealmente relacionadas con la cotización del petróleo en euros. Y se ha concluido que:

Las cotizaciones de los combustibles fósiles están linealmente relacionadas con la cotización del petróleo. Cuando desciende la cotización del petróleo descienden las cotizaciones de la gasolina y el gasóleo y viceversa.

Los precios de los biocombustibles no están relacionados con la cotización del petróleo (cuando la cotización del petróleo se ha reducido en un 58,11%, el precio de la mezcla E85 ha subido ligeramente y el del biodiesel se ha abaratado levemente). Por este motivo, el abaratamiento del petróleo provoca un mayor distanciamiento (una pérdida de competitividad) de los biocombustibles frente a los combustibles fósiles.

Se ha constatado que la cotización del petróleo y las cotizaciones medias ponderadas de las materias primas que se emplean en la elaboración de biocombustibles en España están relacionadas de forma positiva. Se destaca a su vez que esta relación es mayor en el caso de las materias primas empleadas para la elaboración del etanol que en el caso de las materias primas empleadas en la elaboración del biodiesel.

## **6.2. Sobre las ayudas públicas a la producción.**

Las ayudas públicas en forma de exenciones fiscales no han conseguido que los biocombustibles penetren de forma significativa en el mercado de los combustibles para automoción.

Ante la cuestión de qué pasaría si se eliminase esta exención, prevista para el año 2012, se mostró que, debido a que el precio de producción por unidad de energía de los biocombustibles frente a los combustibles de origen fósil equivalentes sería sensiblemente superior al actual, provocaría un descenso brusco en el consumo de biocombustibles, eliminándolos prácticamente del mercado.

Se ha observado que la cotización del petróleo tiene una relación lineal positiva con la cotización del bono de CO<sub>2</sub>, de tal forma que cuando aumenta la cotización del petróleo aumenta, crece también la cotización del bono de CO<sub>2</sub> y viceversa.

De la misma forma, se ha observado que las cotizaciones de la gasolina y el gasoil están relacionadas con la del bono de CO<sub>2</sub>, aunque en menor medida que la del petróleo.

Se ha constatado que las cotizaciones medias ponderadas de las materias primas que se emplean en España para la elaboración de biocombustibles están linealmente relacionadas con el precio del bono de CO<sub>2</sub>. Se ha observado que esta relación es mayor en el caso de las materias primas empleadas para la producción de etanol que en el caso de las materias primas empleadas para la producción de biodiesel.

Como se ha comentado ya, un alza en la cotización del bono de CO<sub>2</sub> favorece la competitividad de los biocombustibles, ya que éstos generan bonos en el mercado que se canjean por dinero. Sin embargo, una subida en la cotización del petróleo lleva consigo también una subida en las cotizaciones medias ponderadas de las materias primas empleadas para la fabricación de biocombustibles, por lo que éstos se hacen menos competitivos. Son dos efectos contrapuestos que tienen la consecuencia de que no se puede obtener conclusiones sobre el efecto de la cotización del bono sobre la competitividad de los biocombustibles.

### **6.3. Sobre la penetración de los biocombustibles en el mercado de combustibles para automoción.**

Los análisis empíricos no han constatado que los biocombustibles estén ganando cuota de mercado entre los combustibles de automoción. No se ha podido demostrar de forma matemática que las mezclas de etanol estén ganando cuota de mercado frente a la gasolina y que el biodiesel y sus mezclas estén ganando cuota de mercado frente al gasoil de automoción.

### **7. Conclusiones.**

Los resultados de los análisis llevados a cabo muestran que no se puede afirmar que los biocombustibles están penetrando y ganando cuota de mercado entre los combustibles para automoción. Por otra parte, muestran que las cotizaciones medias ponderadas de las materias primas que se emplean para elaborar los biocombustibles depende de forma lineal y positiva de la cotización del petróleo, de tal forma que cuando crece la del petróleo también lo hacen las de los combustibles fósiles y las de los biocombustibles. Además, cuando se ha producido una bajada en la cotización del petróleo se ha constatado una bajada en las cotizaciones medias ponderadas de las materias primas empleadas para la fabricación de biocombustibles, pero esta bajada no se ha trasladado al precio de venta de los biocombustibles.

Se concluye así que no se han evidenciado muestras de que en el futuro los biocombustibles vayan a hacerse competitivos, es más, si no se renueva la exención fiscal de la que disfrutaban previsiblemente saldrán incluso del mercado.

Como alternativa a los combustibles fósiles y a los biocombustibles de origen vegetal se encuentra el uso del hidrógeno en automoción, tanto para ser quemado en un motor de combustión interna alternativo como utilizado en una pila de combustible. Este aspecto ya ha sido analizado por los autores previamente (FH Sobrino et al 2009).

### **Referencias.**

2003/30/EC Directive of the European Parliament and the Council – 8th may 2003. on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport

Belt.es - [http://www.belt.es/noticiasmdb/HOME2\\_noticias.asp?id=342](http://www.belt.es/noticiasmdb/HOME2_noticias.asp?id=342) – enero de 2006 - Último acceso 20-5-09

Canton A, Cooperativas agro-alimentarias 30-7-08

Cores.es - <http://www.cores.es/adjuntos/Consumos%202007.xls> – Último acceso 26-5-09

ECX.eu - <http://www.ecx.eu/EUA-Futures> - Último acceso 13-8-09

F.H. Sobrino, C.R. Monroy. Critical analysis of the European Union Directive which regulates the use of biofuels: An approach to the Spanish case Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 13, Issue 9, December 2009, Pages 2675-2681

F.H. Sobrino, C.R. Monroy. Critical analysis on hydrogen as an alternative to fossil fuels and biofuels for vehicles in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 14, Issue 02, February 2010, Pages 772-780

Hernández Sobrino, F; Rodríguez Monroy C; Hernández Pérez, J.L. Análisis técnico y económico del etanol y del biodiesel como sustitutos de combustibles fósiles para automoción en España. DYNA Ingeniería e Industria. noviembre de 2009



Informes mensuales de los precios de los carburantes - Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

<http://www.mityc.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/Paginas/IndexInformesMensuales.aspx> - Último acceso - 25-5-09

Lechon Y, Cabal Helena et al. "Análisis de Ciclo de Vida de Combustibles Alternativos para el Transporte. Fase II. Análisis de Ciclo de Vida Comparativo de Biodiésel y Diésel" Ciemat 2006 - Centro de publicaciones - Ministerio del medio ambiente - <http://publicaciones.administracion.es> (última visita 5-mayo-09)

Oanda - <http://www.oanda.com/convert/classic> - Última consulta: 3-5-09

Ray Szulczyk, K, Market penetration of Biodiesel and ethanol, Texas A&M University (2007)

wikipedia.org - [http://es.wikipedia.org/wiki/Bonos\\_de\\_carbono](http://es.wikipedia.org/wiki/Bonos_de_carbono) - Último acceso 13-8-09