



Proyecto Final de
Ingeniería Industrial

ANÁLISIS TÉCNICO Y DEL CONTEXTO
ARGENTINO PARA UTILIZAR COMBUSTIBLES
ALTERNATIVOS EN CAMIONES DE TRANSPORTE
EN CERVECERÍA Y MALTERÍA QUILMES

Autores: Florencia Tarocco
 Federico Navarro

Docente guía: Claudio Rancan

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de investigación tiene por objetivo explorar las variables contextuales relevantes en Argentina que permitan a una empresa tomar decisiones sobre la implementación de combustibles alternativos en camiones de transporte de producto terminado.

Por *combustibles alternativos* se entiende a otros tipos de combustibles o fuentes de energía que se complementen con el gasoil o que lo reemplacen completamente para lograr el movimiento del camión, por ejemplo: gasoil-batería eléctrica, gasoil-GNC, GNC, gasoil-biodiesel, etc.

La presente investigación surge de la inquietud de Cervecería y Maltería Quilmes por entender si puede cambiar la tecnología de energía de sus camiones, cuáles serían los beneficios y los costos asociados, y las ventajas y desventajas de cada opción. En el plano nacional, la falta de una política energética sustentable a largo plazo, el incremento constante de los precios de los combustibles, el deterioro medioambiental son algunas de las variables que también motivan la realización de esta investigación.

El objetivo principal de esta investigación es determinar los costos y los beneficios económicos, sociales y ambientales de emplear tecnologías de combustibles alternativos en camiones de transporte; comprender cuáles son las variables más importantes que intervienen y, en consecuencia, cuál es el contexto actual en Argentina. Este análisis permitirá a Cervecería Quilmes tomar una decisión con respecto a qué combustible emplear para la distribución con sus camiones.

En primer lugar, se presenta un análisis macro del contexto nacional, para entender cuál es el estado actual y la evolución en los últimos años de variables como: costo del gasoil, políticas subsidiarias, emisiones de dióxido de carbono debidas a la utilización de combustibles fósiles, regulaciones impositivas y legales.

Por otro lado, se presentarán las características de las tecnologías disponibles y se analizará el funcionamiento de cada una de ellas para analizar su viabilidad técnica. Se analizarán las tendencias mundiales en materia de *green logistics*¹ y su aplicabilidad en Argentina.

Luego, se condensa toda la información relevada en una matriz de puntuación con las variables más importantes para entender los escenarios que permitirían el cambio de la tecnología energética para el transporte y los que no lo permitirían.

Por último, se presenta una matriz de dificultad - impacto con el objetivo de dar a entender fácilmente cuál es el impacto económico y medioambiental de cada una de las alternativas y las dificultades que se interponen para lograr su efectiva aplicación.

¹ Green logistics: la traducción literal es “logística verde” y es el término que se usa para llamar a los métodos logísticos que tienen menor impacto en el medioambiente.

CONTENIDO

1. Contexto.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Información general.....	1
1.1.2. El transporte.....	1
1.1.3. Programa Green Logistics.....	4
1.1.4. Determinación de la tarifa de transporte.....	5
1.2. Combustibles líquidos.....	6
1.2.1. Producción de petróleo.....	6
1.2.2. Mercado interno.....	7
1.2.3. Mercado externo.....	9
1.2.4. Conclusiones.....	10
1.3. Biodiesel.....	11
1.3.1. Producción de Biodiesel en Argentina.....	11
1.3.2. Mercado interno.....	12
1.3.3. Mercado externo.....	14
1.3.4. Conclusiones.....	15
1.4. Gas Natural.....	16
1.4.1. Mercado interno.....	16
1.4.2. Gas Natural Comprimido (GNC).....	20
1.4.3. Motores pesados.....	21
1.4.4. Conclusión.....	22
1.5. Motores eléctricos.....	24
1.5.1. Mercado actual.....	24
1.5.2. Clasificación.....	25
1.5.3. Conclusiones.....	26
2. Análisis Técnico.....	29
2.1. Introducción.....	29
2.2. Biodiesel.....	30
2.2.1. Propiedades del Biodiesel.....	30
2.2.2. Impacto económico.....	32
2.2.3. Impacto medioambiental.....	34
2.2.4. Riesgos.....	36
2.2.5. Implementación.....	36
2.2.6. Conclusiones.....	37

2.3. GNC	40
2.3.1. Propiedades del GNC vs. las del Gasoil.....	40
2.3.2. Impacto económico	42
2.3.3. Impacto medioambiental	44
2.3.4. Riesgos	45
2.3.5. Implementación.....	45
2.3.6. Conclusiones	45
2.4. Motores eléctricos	48
2.4.1. Propiedades de los motores eléctricos.....	48
2.4.2. Principio de funcionamiento	49
2.4.3. Impacto económico	50
2.4.4. Impacto medioambiental	51
2.4.5. Implementación.....	51
2.4.6. Conclusiones	51
3. Conclusiones	53
3.1. Resumen comparativo.....	53
3.1.1. Precio equivalente	53
3.1.2. Reducción de emisiones.....	54
3.1.3. Inversión necesaria.....	55
3.1.4. Autonomía.....	55
3.1.5. Aplicabilidad.....	56
3.1.6. Contexto	56
3.2. Matriz Impacto - Dificultad	58
3.3. Conclusión	60
4. Fuentes	63
4.1. Combustibles líquidos.....	63
4.2. Biodiesel.....	63
4.3. Motores híbridos	63
4.4. Gas Natural Comprimido	63
4.5. En general	64

1. CONTEXTO

1.1. La empresa

1.1.1. Información general

Cervecería y Maltería Quilmes es una empresa que produce, distribuye y comercializa cervezas, aguas, jugos, gaseosas e isotónicos en Argentina y exporta algunas de sus cervezas a otros países del mundo. Originalmente, producía sólo cervezas pero en los últimos años ha logrado expandirse a los mercados de aguas y gaseosas gracias a alianzas con las empresas Nestlé y PepsiCo.

En el marco mundial, desde el año 2002 comenzó un proceso de fusión con la empresa AmBev y hoy forma parte de un holding cervecero, Anheuser Bush In Bev (AB InBev), una de las empresas de consumo masivo más grandes del mundo.

La compañía tiene una dotación de más de 5.000 empleados en sus oficinas centrales ubicadas en la ciudad de Quilmes y cuenta con 5 fábricas de cerveza, 1 maltería, 3 plantas de elaboración de gaseosas, 9 centros de distribución y 9 oficinas de venta directa. Además, integran su red distribución un total de 192 distribuidores independientes a lo largo de todo el país.

1.1.2. El transporte

El sector de Logística juega un papel muy importante en empresas de consumo masivo como Cervecería Quilmes, por lo tanto pequeñas mejoras que puedan ser mantenidas en el tiempo y que sean aplicables en todas las operaciones del mundo generan un gran impacto.

A causa del transporte, AB InBev genera aproximadamente 1.300.000 de toneladas de CO₂ al año, 80 de las cuales son producidas en Argentina.

Anualmente se consumen unos 42.424.000 litros de gasoil, como consecuencia de los movimientos de acarreo, cereal y producto terminado tanto de Directas como de Distribuidores.

En el gráfico 1 puede verse cómo se distribuye el consumo. Es importante destacar que el 51% del consumo lo concentran Distribuidores, por lo tanto es condición necesaria que cualquier cambio en materia de combustible sea apoyado y replicado por ellos para que el impacto sea considerable.

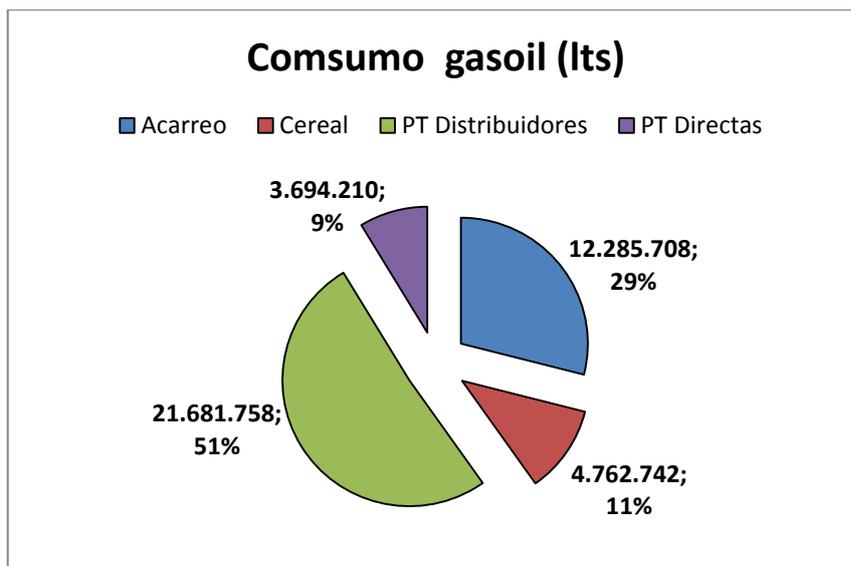


Gráfico 1: distribución del consumo de gasoil; fuente: Cervecería y Maltería Quilmes.

Todo el transporte es tercerizado, sin embargo una parte es gestionada por la empresa y otra no. El acarreo, el transporte de cereal y de PT es administrado por la Gerencia de Transporte mientras que la empresa no tiene ningún tipo de incidencia en el restante 51% que se encuentra en manos de distribuidores.

En cuanto a los movimientos que están a cargo de la empresa, hay dos tipos:

- Tier 1: se realiza con camiones grandes con una capacidad de 25,5 pallets por camión y tienen un recorrido promedio de 630 km por viaje. Pueden ser viajes entre plantas, entre plantas y satélites² o hacia los centros de distribución.
- Tier 2: se efectúa con camiones de menor tamaño, aproximadamente 9,4 pallets por camión y sus recorridos promedios son de 38 km por viaje.

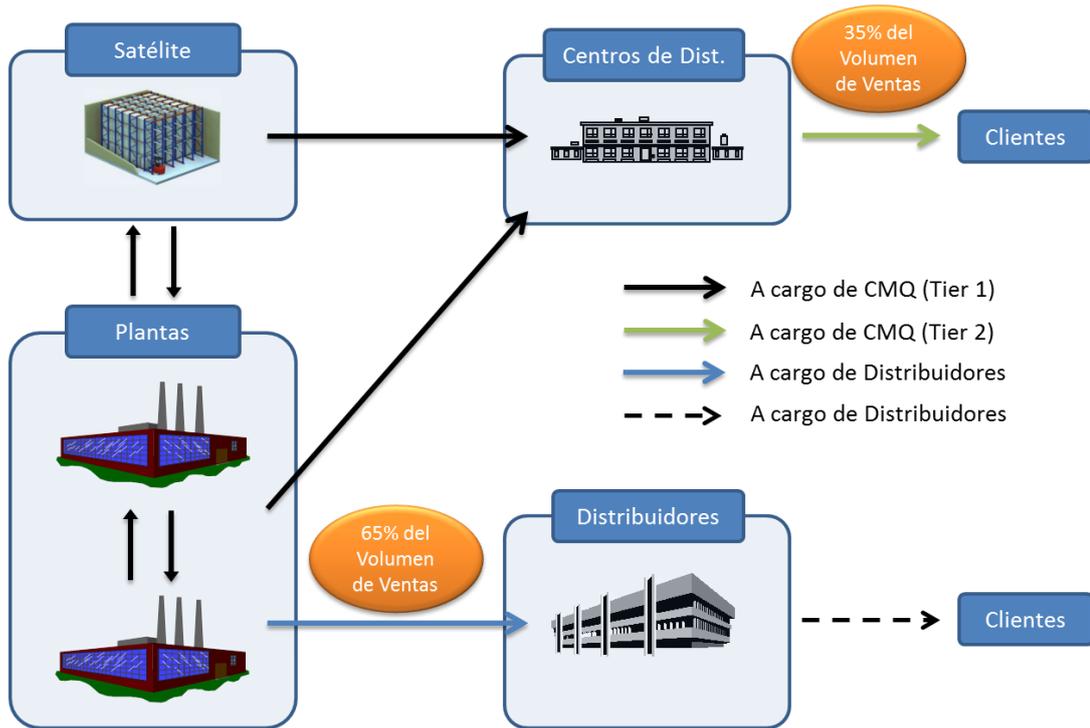
Los distribuidores realizan también dos clases muy diferenciadas de movimientos:

- Retiro de PT: recogen el PT por las plantas mediante un sistema de turnos que asigna Cervecería. Las características de los camiones son las mismas, una capacidad de 25,5 pallets y un recorrido promedio de 630 km.
- Distribución: reparten el PT desde sus centros de distribución hasta sus clientes.

Del último tipo de movimiento no se tiene mayor información porque no entra dentro del programa de Green Logistics de la compañía, sólo alcanza a los primeros 3.

El esquema 1 muestra los distintos tipos de movimiento de PT que pueden realizarse y a cargo de quién están los mismos.

² Satélite: son depósitos alquilados para almacenar PT.



Esquema 1: representa los distintos movimientos de PT que se realizan y quién es el responsable de los mismos; fuente: Cervecería y Maltería Quilmes.

Quilmes emplea en promedio 325 camiones/día para realizar los movimientos Tier 1 con un mínimo 200 y un máximo de 400 dependiendo del mes según una distribución similar a la estacionalidad del negocio (ver gráfico 2). Para el transporte Tier 2 se utilizan en promedio 485 a lo largo de todo el año, con un máximo de 520 en diciembre y un mínimo de 460 en junio (ver gráfico 3).

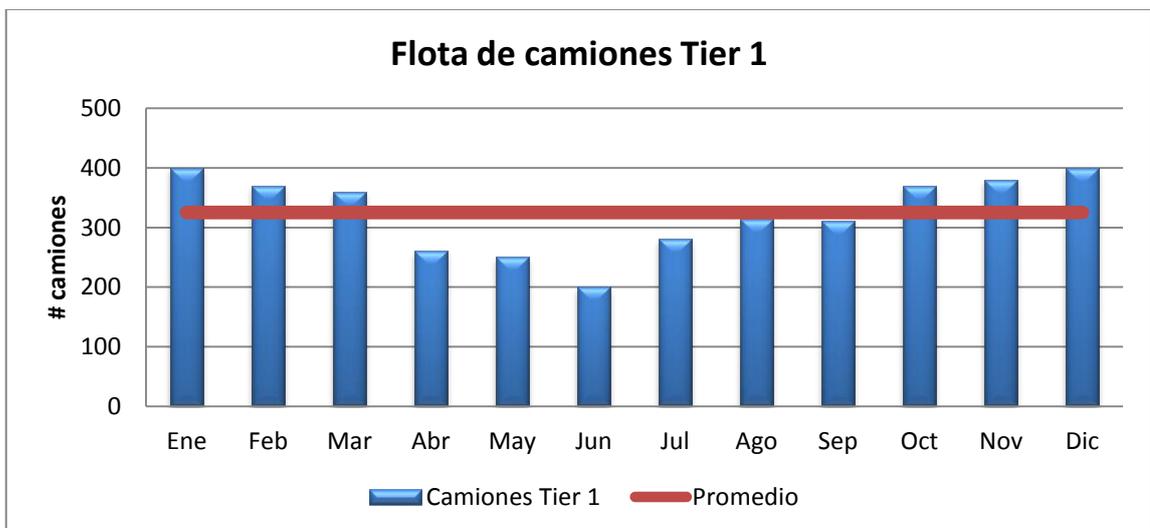


Gráfico 2: flota promedio de camiones a lo largo de los meses para Tier 1.

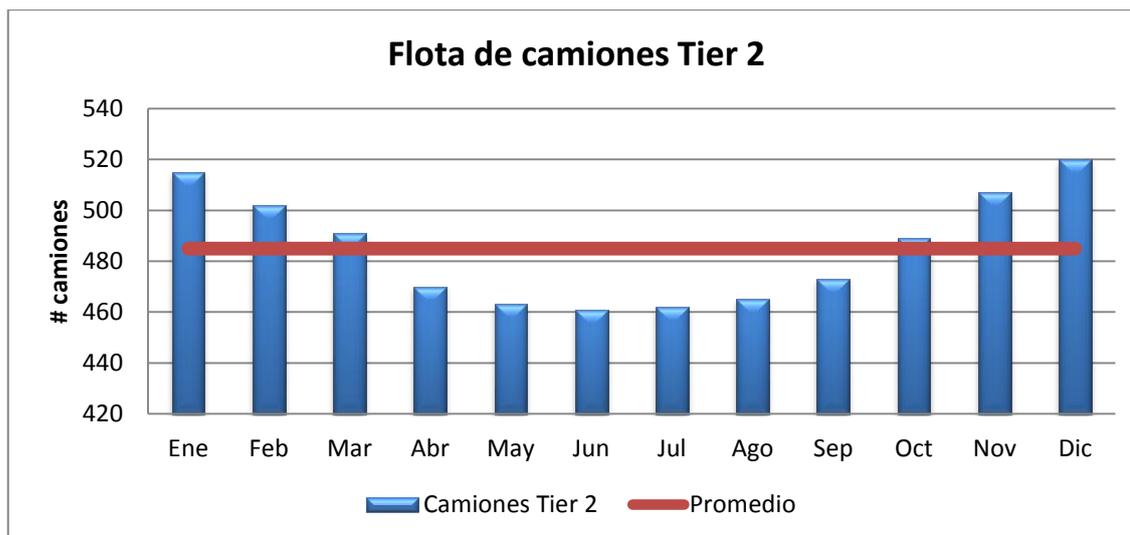


Gráfico 3: flota promedio de camiones a lo largo de los meses para Tier 2.

En cuanto a la distribución del consumo a lo largo del país, un poco más de la mitad se concentra en una zona muy reducida, donde se encuentra el mercado consumidor más importante, la Capital Federal y las 2 plantas de elaboración de cerveza más grandes, Quilmes y Zárate. La tabla 1 muestra la distribución del consumo de diesel a lo largo del país.

Nodo	Consumo GO anual (lts)	Participación	Acumulado
Capital Federal	8.606.854	20,3%	20,3%
Zárate	7.962.662	18,8%	39,1%
Quilmes	6.643.253	15,7%	54,7%
Mendoza	4.820.203	11,4%	66,1%
Tres Arroyos	4.762.742	11,2%	77,3%
Corrientes	3.737.960	8,8%	86,1%
Tucumán	3.280.195	7,7%	93,8%
Córdoba	1.601.137	3,8%	97,6%
Trelew	321.216	0,8%	98,4%
Rosario	307.807	0,7%	99,1%
Mar del Plata	165.408	0,4%	99,5%
Neuquén	146.768	0,3%	99,8%
Santa Fe	68.213	0,2%	100,0%
TOTAL	42.424.418	100,0%	-

Tabla 1: distribución del consumo de gasoil de la empresa, en función de los nodos más importantes.

1.1.3. Programa Green Logistics

El programa de Green Logistics es un proyecto global que tiene como objetivo disminuir las emisiones de CO₂ que genera la empresa en su logística. El KPI sobre el

cual se fijan los objetivos es las toneladas de CO₂ generados por cada 1000 hectolitros de producto vendido (ton CO₂ / khl venta).

El proyecto abarca al movimiento a granel, todo el Tier 1, tanto el que está a cargo de Cervecería como de Distribuidores, el Tier 2 sólo a cargo de Cervecería y las importaciones. En la tabla 2 se presentan los distintos tipos de movimientos y su participación en kilómetros. Puede notarse que tanto el movimiento a granel como las importaciones tienen baja incidencia en el total de los movimientos, mientras que los transportes Tier 1 y el Tier 2 a cargo de Cervecería representan más del 99%. En consecuencia, este trabajo se centrará en analizar las primeras 3 líneas.

Tipo de movimiento	TOTAL 1er semestre 2013	Participación	Acumulado
Tier 1 (retiro de Distribuidores)	28.098.330	69,50%	69,50%
Tier 1 (a cargo de Cervecería Quilmes)	9.942.360	24,59%	94,10%
Tier 2 (Ventas Directas)	2.172.935	5,37%	99,47%
Movimientos a granel	211.446	0,52%	99,99%
Importaciones	2.630	0,01%	100,00%
TOTAL	40.427.702	100,00%	100,00%

Tabla 2: participación de los distintos tipos de movimientos (en km) incluidos en el programa de Green Logistics.

1.1.4. Determinación de la tarifa de transporte

Cervecería Quilmes no gasta directamente en combustible ya que todo su transporte está tercerizado, no tiene camiones propios. Sin embargo, el dinero que el proveedor gaste en transporte tiene un efecto directo sobre la empresa.

Actualmente, el monto que Cervecería paga a sus proveedores de transporte se negocia como un porcentaje sobre los costos del transportista. Por lo tanto, en el caso de lograr un ahorro en el gasto de combustible, habrá una mejora en la estructura de costos del proveedor, lo que terminará beneficiando a Quilmes.

Los costos operativos de un transportista son del 49%, según informa Fabián Andreu de la empresa Transporte Andreu de Mendoza, distribuidor de Cervecería Quilmes. Dentro de los costos operativos el 80% corresponde a combustible mientras que el resto corresponde a gastos de mantenimiento y otros como peajes.

Es decir, que una mejora en el consumo de combustible o el reemplazo por una alternativa más barata tendrán gran impacto en la estructura de costos del transportista e indirectamente también para Quilmes.

1.2. Combustibles líquidos

1.2.1. Producción de petróleo

En los últimos tiempos, la capacidad productiva de petróleo en el país ha tomado una tendencia decreciente. Esto se debe a políticas de los sucesivos gobiernos, que han ido deteriorando la industria.

La evolución de la capacidad productiva se puede ver en el gráfico 4:

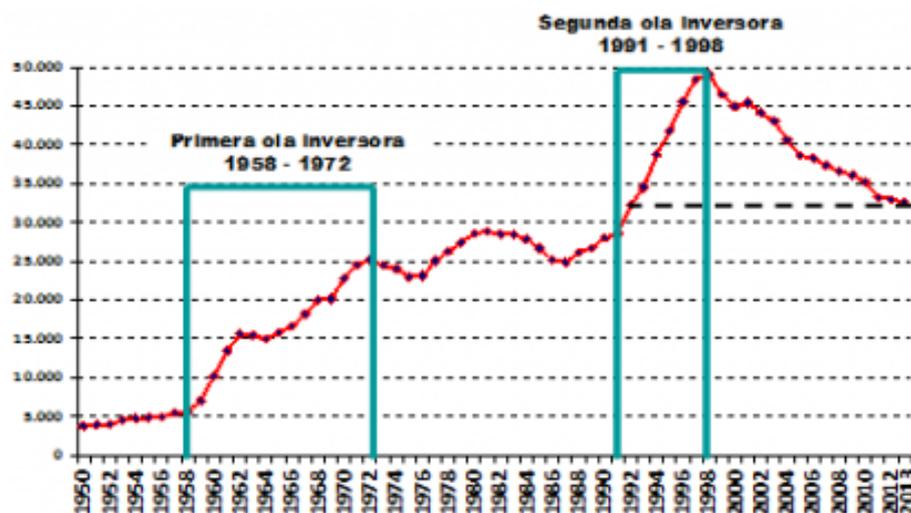


Gráfico 4: producción de petróleo (MM m³); fuente: IDESA

Como se observa en el gráfico 4, hubo dos olas de inversiones importantes en el país. La primera fue entre los años 1958 y 1972, y llevó la capacidad de 6 a 25 MM m³/año. En la segunda, entre los años 1991 y 1998, el aumento se produjo a una velocidad todavía mayor, pasando de 9 a 49 MM m³/año. A partir del año 1998, la producción fue cayendo sostenidamente, hasta alcanzar los 33 MM m³ en el año 2013.

Según la edición 2013 del “Statistical Review of World Energy”, en la última década la producción Argentina de petróleo cayó un 26%. Respecto del 2012, la producción disminuyó en un 4,7%.

En simultáneo a la caída en la producción, el consumo aumentó sostenidamente. En la última década, el aumento fue del 55,3%, llevando a una situación de déficit energético. Una posible causa de esta tendencia a aumentar el consumo son los subsidios en las tarifas impulsados por el gobierno.

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Producción	899	900	868	839	838	813	772	743	722	687	664
Consumo	394	405	425	449	471	523	534	522	557	598	612

Tabla 3: producción y consumo de petróleo en Argentina en miles de barriles por día; fuente: Statistical Review of World Energy 2013.

En la actualidad, el mercado del petróleo en la Argentina se muestra más optimista, ya que en los próximos años se comenzará la explotación de yacimientos no convencionales, como lo es Vaca Muerta.

Esta formación de Shale cuenta con recursos de petróleo que alcanzan los 27 mil millones de barriles.

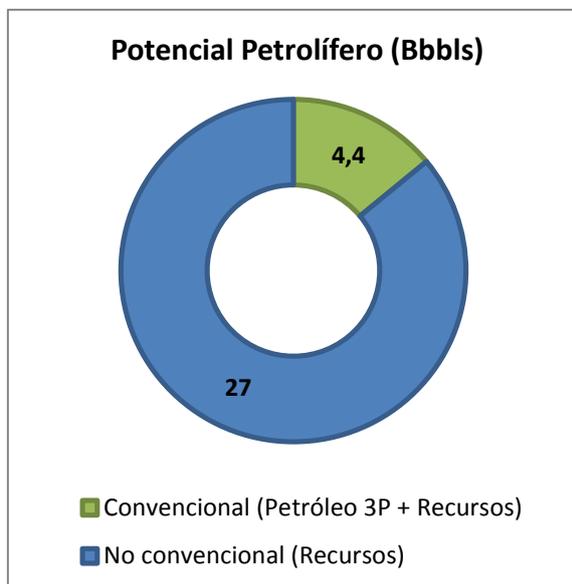


Gráfico 5: potencial petrolífero en Argentina; fuente: YPF

Hoy en día, el petróleo extraído de los pozos convencionales de Vaca Muerta alcanza los 18.000 m³/día, y representa el 7% de la producción de la provincia. Con la explotación del Shale Oil, este número ascendería a 19.300 en el 2014, un 7% más. Para el 2017 se espera extraer del yacimiento 8.000 m³/día de crudo no convencional, y para el 2019 11.840.

1.2.2. Mercado interno

Con el déficit energético que surgió a partir de la disminución en la producción de petróleo, se aumentaron las importaciones de combustibles.

En los primeros 9 meses de este año, las importaciones aumentaron un 35%, representando la mayor parte la importación de Gasoil. En el mes de Agosto se importaron 500.000 m³ de este combustible para alimentar las centrales eléctricas, en reemplazo del gas que se destinó a un mayor consumo residencial durante el invierno.

En cuanto a los precios, estos han seguido una tendencia alcista en los últimos años, como puede verse en el gráfico 6:

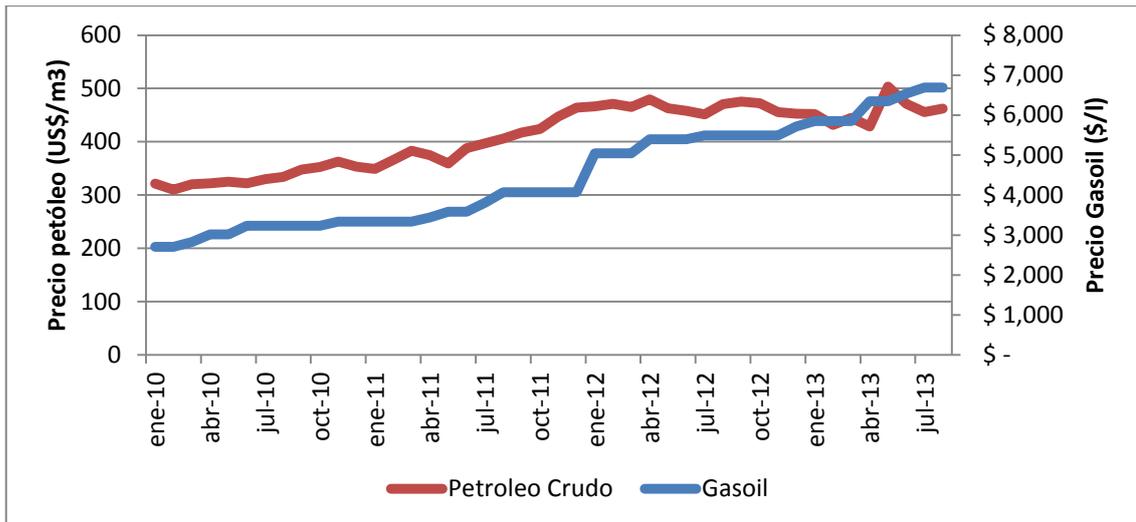


Gráfico 6: evolución del precio del petróleo y gasoil; fuente: Secretaría de Energía de la República Argentina.

Allí se evidencia que el petróleo y el Gasoil han seguido ambos una tendencia creciente, aumentando en forma similar hasta fines del 2011, y acelerándose en mayor medida el aumento del precio del Gasoil desde entonces.

El precio del gasoil en surtidor, si bien sufrió aumentos importantes, se mantiene por debajo del precio del Gasoil Importado, según puede observarse en el gráfico 7:

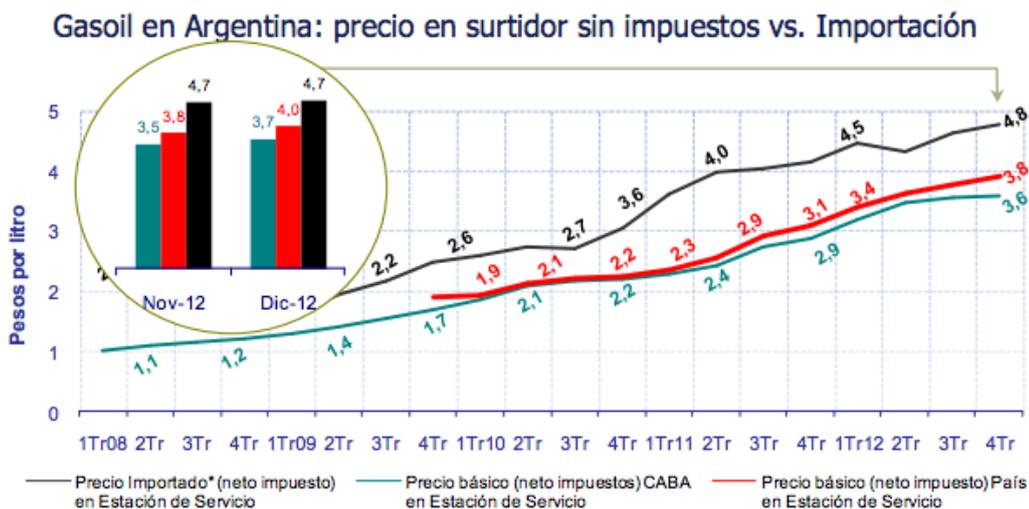


Gráfico 7: precio del gasoil en Argentina vs. importación; fuente: Montamat & Asociados.

Lo mismo ocurre con el precio de crudos argentinos en relación a precios de referencia internacionales, donde la brecha entre estos es muy notable (gráfico 8):

Evolución precio internacional vs. crudos argentinos netos de retenciones*

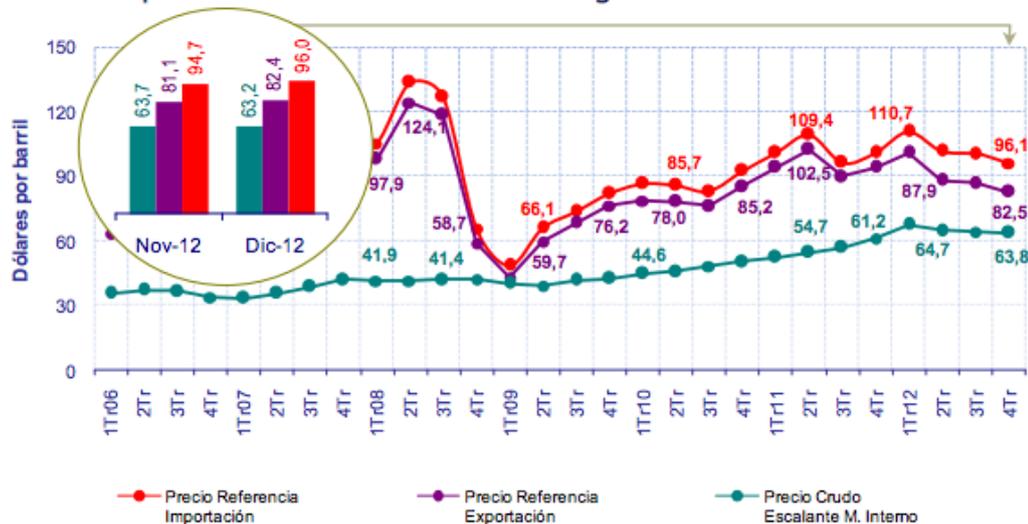


Gráfico 8: precio del crudo en Argentina vs. internacional; fuente: Montamat & Asociados.

Esto sucede por los subsidios a la energía y las regulaciones de los precios, que hacen que los combustibles líquidos en la Argentina no se comporten de la misma forma que el barril de petróleo internacional.

1.2.3. Mercado externo

El Petróleo Crudo ha sufrido muchas fluctuaciones en su precio, ya que se rige por el mercado mundial y está muy afectado por cuestiones políticas y económicas entre países.

Sin embargo, se ha dado en la última década un crecimiento en el precio del barril, notable a pesar de los picos que se han producido. Esto puede verse en el Gráfico 9.

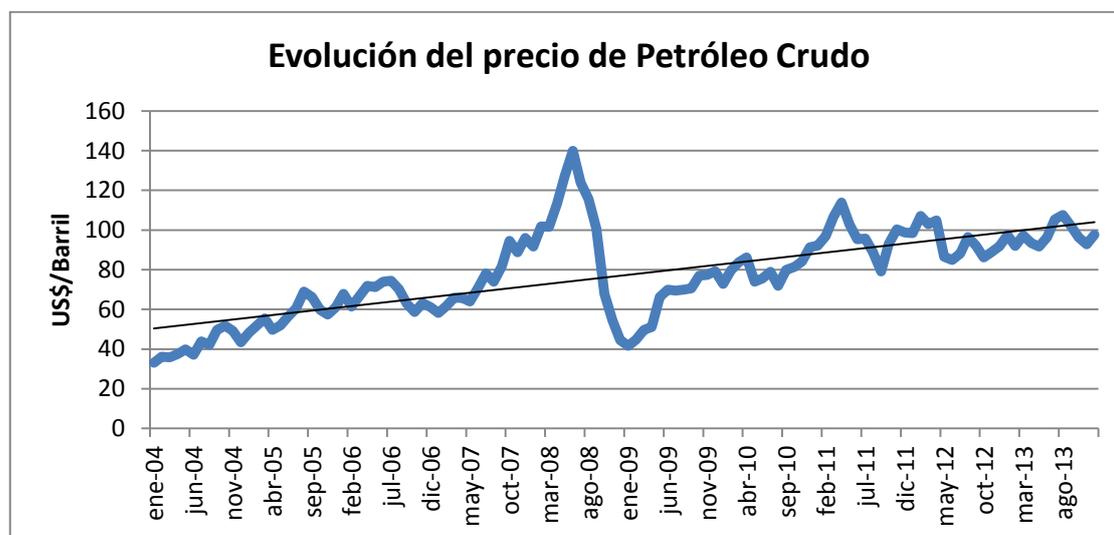


Gráfico 9: evolución del precio del barril de petróleo crudo; fuente: investing.com

El volumen actual de producción de petróleo a nivel mundial es de aproximadamente 90 millones de barriles diarios, donde Argentina representa un 0,8%.

1.2.4. Conclusiones

Por lo expuesto anteriormente, el comportamiento de los combustibles líquidos, y en especial del Gasoil, no puede predecirse de acuerdo a las proyecciones internacionales, ya que las regulaciones y los subsidios que hay en el país distorsionan la relación entre ellos.

En la última década, la producción de petróleo en la Argentina ha disminuido en un 26%, con un aumento del 55% en el consumo, por lo que se presentó la necesidad de importar combustibles para poder satisfacer la demanda. La escasez de combustible ha ocasionado grandes aumentos en los últimos tiempos.

Sin embargo, con la pronta explotación de yacimientos no convencionales, las perspectivas para la Argentina mejoran. Se proyecta que hacia el 2017 podría alcanzarse el autoabastecimiento y acabar con las importaciones.

1.3. Biodiesel

1.3.1. Producción de Biodiesel en Argentina

La capacidad instalada de biodiesel en el país ha crecido sostenidamente desde el año 2006 gracias al apoyo de políticas energéticas impulsadas por el Gobierno nacional. Desde ese año hasta el 2012 el incremento fue del 2.462% como puede verse en el gráfico 10.

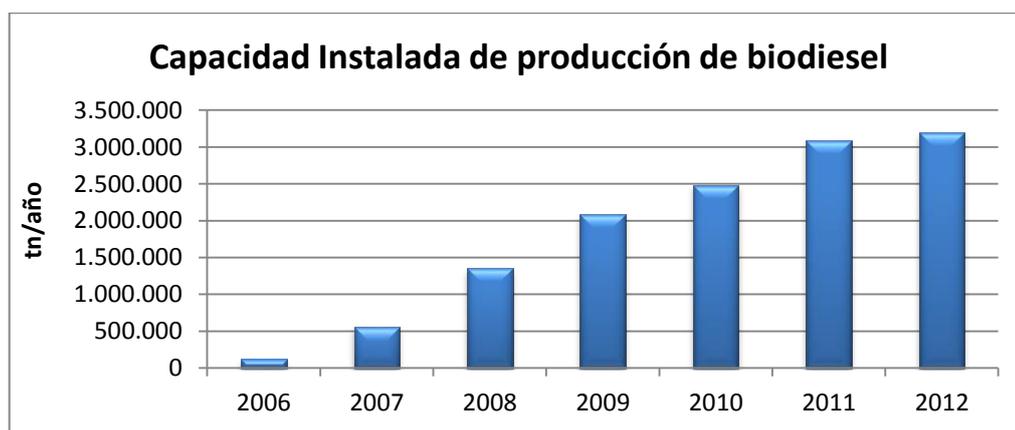


Gráfico 10: capacidad instalada de biodiesel en Argentina expresada en toneladas/año; fuente: Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER).

Otros de los motivos de este importante crecimiento son la demanda del mercado internacional de energías alternativas y el éxito de la soja en el país. Precisamente, el biodiesel producido en el país se hace casi exclusivamente a base de soja.

Un poco más del 85% de la capacidad se reparte entre las provincias de Santa Fe y Buenos Aires con un 77,6% y 8,1% del total nacional, respectivamente (ver gráfico 11). La mayoría de las plantas elaboradoras se ubican en esta zona del país porque ofrece una buena disponibilidad de soja en cortas distancias. Sin embargo, un factor determinante a favor de la provincia de Santa Fe ha sido la presencia del Paraná, para que muchas empresas hayan preferido instalarse cerca de la costa de este río para aprovechar las ventajas del transporte fluvial.

Además, también gracias a la cercanía al agua, las fábricas ubicadas en la ribera del Paraná cuentan con una ventaja comparativa para la exportación, haciendo que Santa Fe represente el 93,88% de las exportaciones de biodiesel del país.

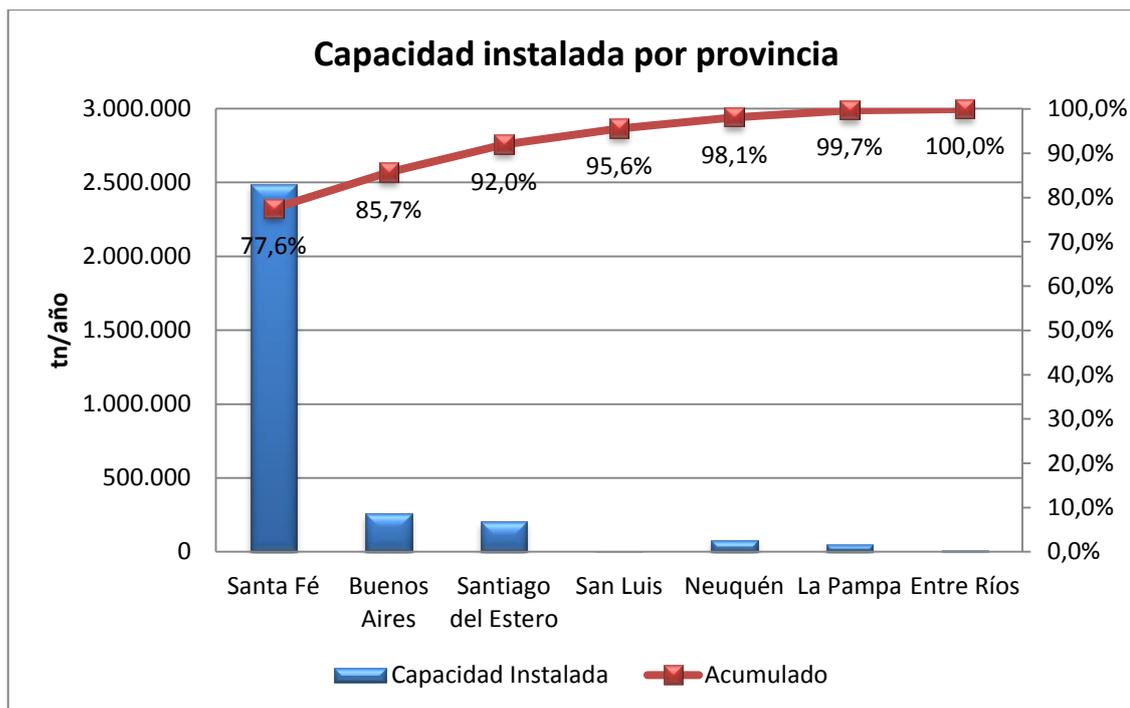


Gráfico 11: capacidad instalada por provincia expresada en toneladas/año; fuente: Secretaría de Energía.

1.3.2. Mercado interno

La ley 26.093 exige que desde el año 2006 todo el gasoil producido en el país contenga un mínimo de 5% de biodiesel. En el 2012 el mínimo pasó a ser del 8% y para fines 2013 el mínimo previsto es de 10%. Esta restricción hace que un porcentaje de la producción tenga que direccionarse al mercado interno.

El precio interno también se encuentra regulado por el Estado, hecho que igualmente afecta el libre desarrollo de este mercado. Sin embargo, la mayor parte de los reclamos por parte de los productores que venden no es la medida regulatoria en sí, sino el hecho de que el valor elegido es poco predecible y no se ajusta al contexto sino a situaciones particulares del Gobierno, dificultando enormemente la planificación de las empresas productoras de biodiesel.

En este contexto, analizaremos el impacto de la expropiación del 51% de Repsol YPF por parte del Estado Argentino. En el gráfico 12 puede verse la evolución de precios del biodiesel en el mercado interno desde febrero del 2010 hasta octubre del 2012. Analizando los precios hasta mayo del 2012 se nota un crecimiento, sin embargo desde mayo de ese mismo año y durante 3 meses consecutivos la tendencia cambió. Durante ese período la variación acumulada fue de -20,3% llegando a un mínimo de -15,21% en agosto.

La hipótesis de este cambio de postura del gobierno se relaciona precisamente con la adquisición de YPF en mayo del 2012. Esta empresa es una de las tres productoras de

gasoil más importantes del país y, en consecuencia, está obligada a comprar grandes cantidades de biodiesel por ley que exige un corte mínimo (8% en ese momento).

En ese contexto, resultaron seriamente afectados los productores más pequeños de biodiesel, porque no tienen una espalda financiera que les permita absorber una variación de precio tan importante, a diferencia de las grandes empresas integradas. Además, estas pymes son las que se encargan de abastecer mayormente al mercado interno, mientras que los grandes productores venden el biodiesel en el exterior.

Como resultado, algunas empresas han tenido que cerrar sus puertas. Luego, en el mes de octubre del 2012 el gobierno dio un pequeño aumento del 5,8% en respuesta al malestar expresado por las pymes del sector.

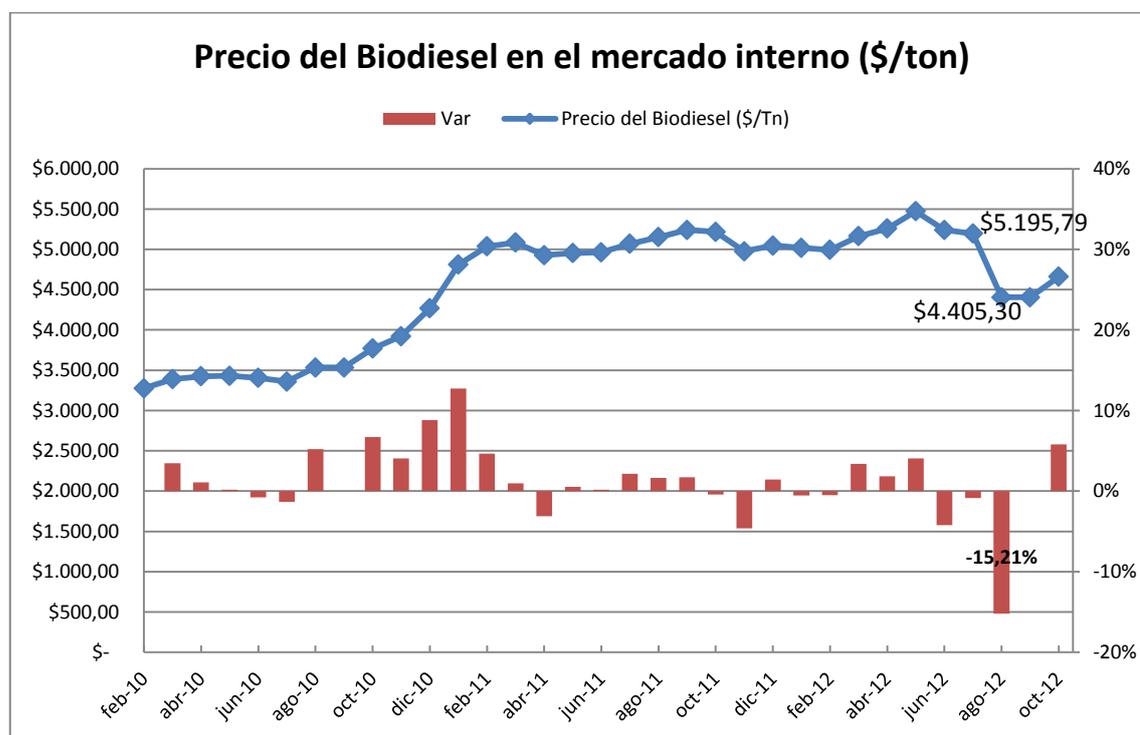


Gráfico 12: evolución de precios del biodiesel en el mercado interno y variación porcentual mensual; fuente: Secretaría de Energía; elaboración propia.

Otra medida tomada en consecuencia fue la de abrir categorías de productores en función de su tamaño y fijar un precio diferente para cada una. El objetivo de la misma era beneficiar a YPF pero a costas de las empresas más grandes, que sí pueden soportar el cambio, y no de los pequeños productores.

Entonces en noviembre del 2012 se abren 3 categorías distintas:

- Pequeñas empresas: aquellas con una producción anual de biodiesel que no supere las 20.000 toneladas.
- Medianas empresas: aquellas que producen entre 20.000 y 100.000 toneladas anuales.

- Grandes empresas: aquellas con una producción mayor a las 100.000 toneladas anuales.

El argumento para esta división es que la mayoría de las consideradas “grandes empresas” están integradas a grupos cerealeros que elaboran aceite de soja (principal insumo), lo que les brinda una ventaja competitiva muy importante, además de que operan con menores costos por la escala y de que exportan su producción (obtienen un mejor precio de venta).

De esta forma, la balanza quedó un poco más equilibrada. Sin embargo, había un último ajuste que realizar, hay empresas que producen más de 100.000 toneladas por año pero no están integradas. En consecuencia, en agosto del 2013 se abrió una cuarta categoría denominada “Grandes empresas no integradas”. Puede verse en el gráfico 13 la evolución de precios por categoría desde noviembre del 2012 hasta agosto del 2013.

El Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, a través de la Secretaría de Energía es la Autoridad de Aplicación determinada por la ley 26.093 de Biocombustibles y el organismo encargado de publicar los precios internos quincenalmente.

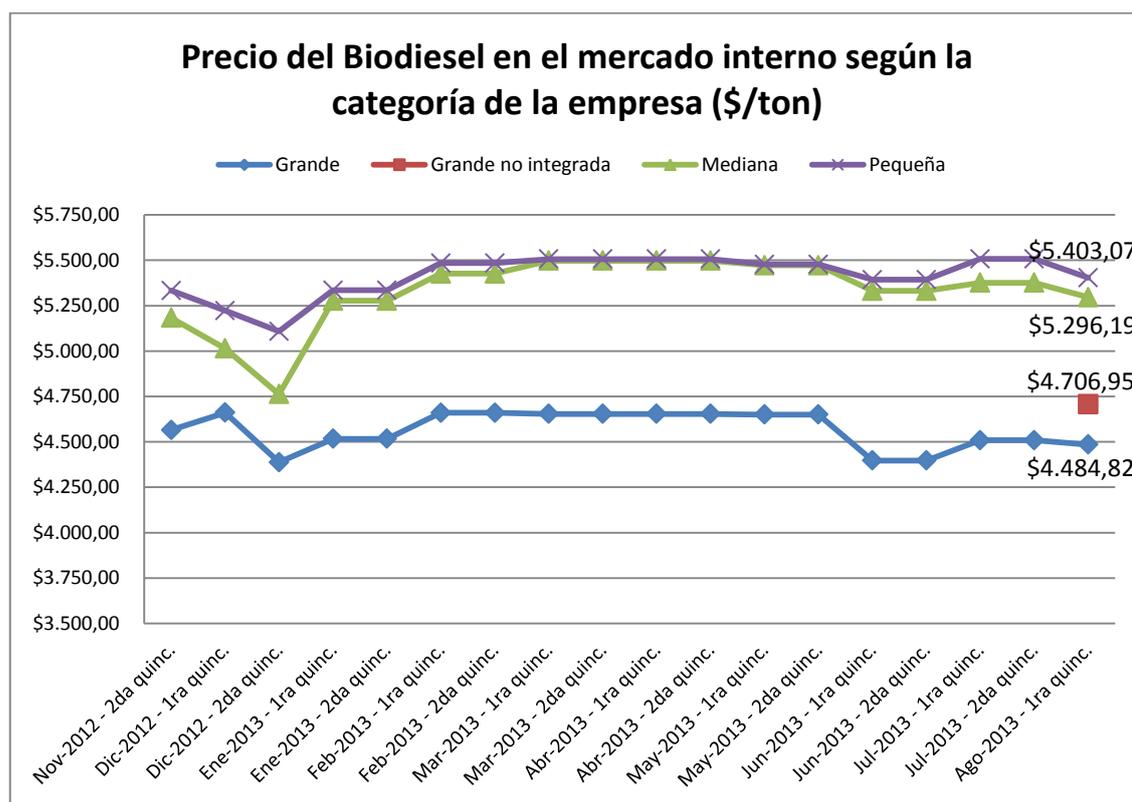


Gráfico 13: evolución de precios del biodiesel en el mercado interno por categoría de empresa; fuente: Secretaría de Energía; elaboración propia.

1.3.3. Mercado externo

El panorama internacional es un poco más optimista gracias a un precio de venta más elevado. Como se menciona en el apartado de “Mercado interno”, las empresas más

grandes son las que vuelcan su producción al exterior, mientras que las más pequeñas se dedican a abastecer al mercado interno.

Entonces, el saldo que no fue destinado al mercado interno, puede exportarse. Hasta julio del 2012 el estado cobraba retenciones por un 14,2% del precio de venta. Este valor no resultaba tan alto si se lo compara con el aceite de soja que recibe una retención del 32%, con lo cual se fomentaba el agregado de valor al producto para venderlo al exterior.

Sin embargo, en agosto del mismo año, el gobierno decidió aumentar las retenciones de 14,2% a 24% (en el mismo mes el precio de venta al mercado interno se bajó un 15,2%, ver “Mercado Interno”). Esta política también tendía a favorecer a YPF, dado que aumentaría la oferta de biocombustible en el mercado interno.

Nuevamente, la medida tomada desfavorecía a los productores más chicos que veían como las empresas más grandes y más competitivas volcaban mayor cantidad de biodiesel al mercado interno. En septiembre, el gobierno tuvo que dar marcha atrás con la medida y se fijó un retención del 19,1%.

En abril del 2013, esta tasa subió 1,6 puntos porcentuales quedando finalmente en 20,7% sobre el precio FOB. El aumento fue muy criticado porque precisamente en mayo del mismo año, la Unión Europea determinó que todo el biodiesel que ingresara debía pagar un arancel que oscilaba entre 70 y 105 euros en concepto de un castigo por antidumping.

1.3.4. Conclusiones

Resumiendo, Argentina presenta un mercado interno fuertemente regulado por el estado y relacionado con el bienestar de YPF, dado que la salud energética del país juega un rol clave en la balanza energética del país. En este sentido, el estado buscará proveer al mercado interno de una buena cantidad de biodiesel a un precio tan bajo como sea posible, sin comprometer el bienestar del sector.

En el plano internacional, por un lado el aumento de las retenciones y por otro, la aparición de un arancel por parte de la UE y la caída de precios del biodiesel son una combinación que provoca que cada vez más biodiesel sea volcado al mercado interno.

Como conclusión, se vislumbra un mercado interno de biocombustible en crecimiento y con buenas perspectivas a futuro pero sujeto a la voluntad del gobierno de turno, lo que lo vuelve impredecible por momentos, aumentando el riesgo del sector.

1.4. Gas Natural

El gas natural es una fuente de energía no renovable formada principalmente por metano y etano. Este se encuentra en yacimientos subterráneos, frecuentemente junto al petróleo, y se extrae en forma similar a este.

Se utiliza principalmente para consumo industrial, doméstico y de automotores, y es la segunda fuente de energía más utilizada después del petróleo a nivel mundial.

1.4.1. Mercado interno

El gas natural siempre ocupó un gran lugar en la matriz energética del país, que actualmente asciende a un 52% (gráfico 14).

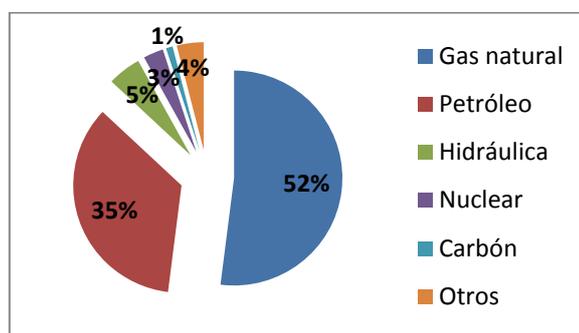


Gráfico 14: Oferta interna de energía primaria por fuente.

La Argentina dispone de 5 cuencas productivas de gas natural: Neuquina, Austral, Golfo San Jorge, Noroeste y Cuyana. En el gráfico 15 se puede observar la proporción de la producción de cada una de ellas para el año 2013, y en la figura 1 su ubicación geográfica.

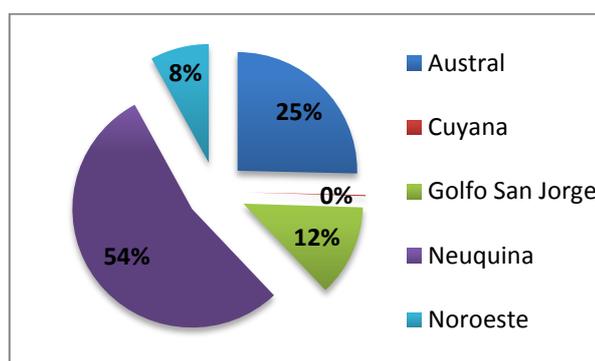


Gráfico 15: cuencas productivas de gas natural en Argentina

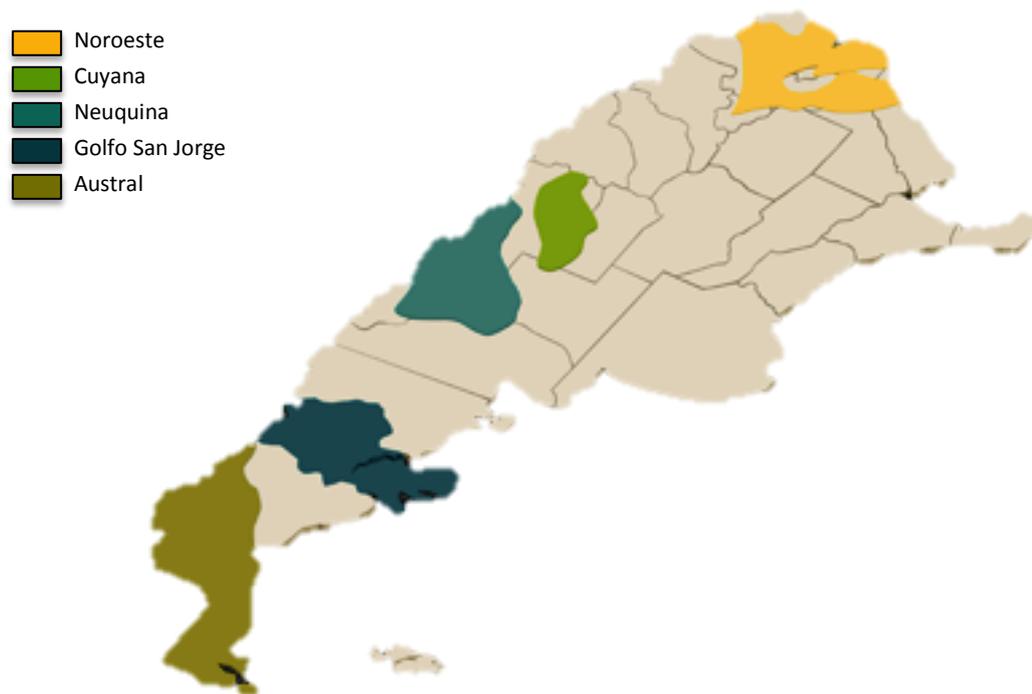


Figura 1: cuencas en la Argentina; fuente: Secretaría de Energía

El mercado del gas natural ha cambiado radicalmente en los últimos años, principalmente por medidas impulsadas por los sucesivos gobiernos.

En el año 1992 se dio un gran crecimiento, ya que se realizaron numerosas inversiones y, como consecuencia de una mayor eficiencia, se logró bajar el precio. Hasta el año 2002, el precio del gas natural estaba fijado por Enargas junto con los principales actores del mercado, por lo que éste se mantuvo estable.

A partir del año 2002, luego de la pesificación, el precio se desagregó por tipos de usuario, y pasó a variar según los subsidios para cada sector. A partir de allí, adquirió una tendencia creciente.

En el año 2012, la presidenta Cristina Fernández de Kirchner anunció un aumento del 300% en el precio del GNC, de 15 a 60 centavos de peso el metro cúbico de gas en boca de pozo.

Lo explicado anteriormente se puede observar en el gráfico 16, que muestra el precio promedio del gas natural en los últimos 20 años.

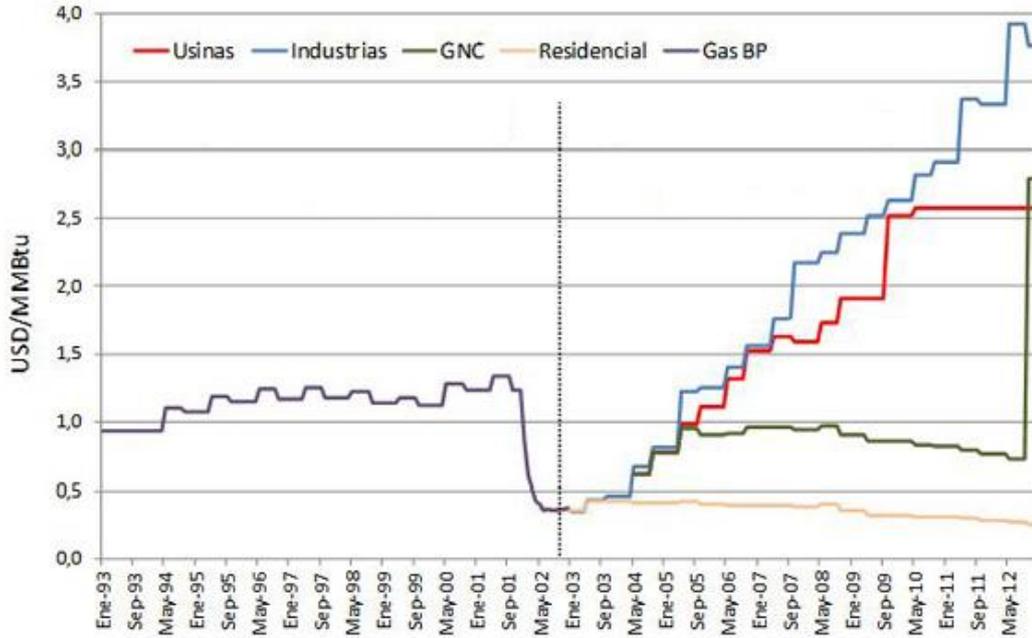


Gráfico 16: evolución del precio promedio del gas natural en boca de pozo; fuente: Unión Industrial Argentina.

En el gráfico 17 se puede ver la evolución de la producción de gas natural en la Argentina desde el 2007 hasta la actualidad, que muestra una tendencia decreciente.

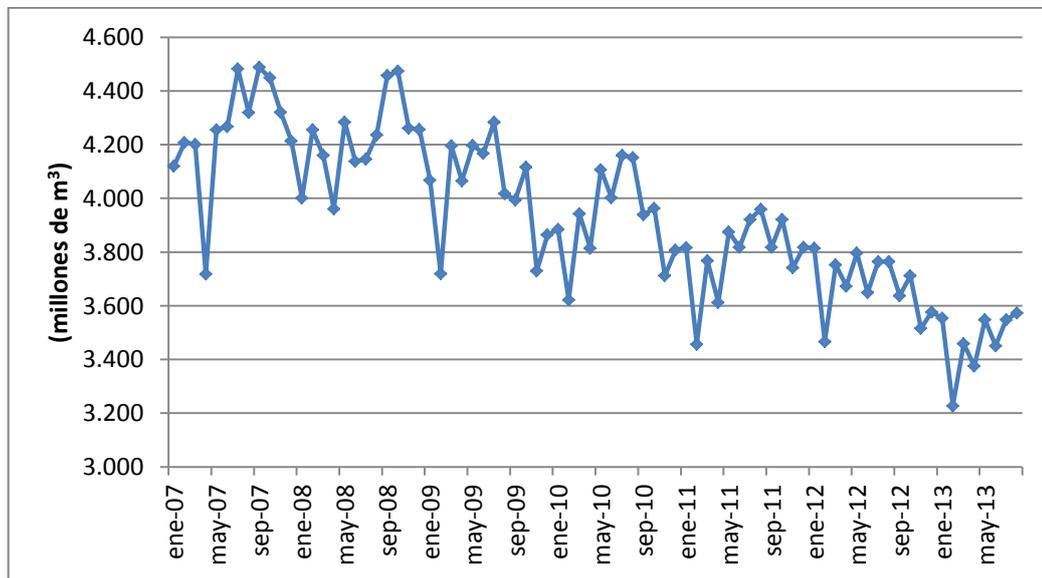


Gráfico 17: evolución de la producción de gas natural.

A partir del año 2008, por una disminución en la capacidad productiva de las cuencas Neuquina y Noroeste, se empezó a importar gas proveniente de Bolivia a través del Gasoducto de Integración Juana Azurduy, que une a ambos países.

Hoy en día, se importan de Bolivia alrededor de 17 millones de metros cúbicos por día. Si bien Bolivia tiene la capacidad para exportar más cantidad, y Argentina tiene una demanda creciente, es necesario aumentar la capacidad de los ductos del país para poder importar más.

Sin embargo, la mayoría del Gas Natural que se utiliza en la provincia de Buenos Aires y alrededores no proviene de Bolivia, sino de la Cuenca Neuquina en el Sur, donde los gasoductos sí cuentan con capacidad ociosa para transportar más gas, pero el problema es la declinación en los pozos.

Para resolver esta situación, se están empezando a explotar a nivel mundial los pozos petroleros denominados “no convencionales”, donde el gas se encuentra en rocas poco permeables, denominadas Shale, y se necesitan nuevas tecnologías para poder extraerlo.

La Argentina ocupa el segundo lugar en el mundo en recursos no convencionales, por lo que cuenta con una gran disponibilidad de gas y es por eso que se impulsa su utilización para aumentar aún más su participación en la matriz energética.

En el corto plazo, se comenzará la explotación de Vaca Muerta, un pozo no convencional en la cuenca neuquina. Se requieren alrededor de 100 días para preparar el pozo para la extracción del gas, mediante un proceso denominado “Fracking”, y se podrá extraer gas por más de 30 años.

Vaca Muerta llegará a aportar hasta 250 MMm³/día, 10 veces más que lo que se importa hoy en día de Bolivia.

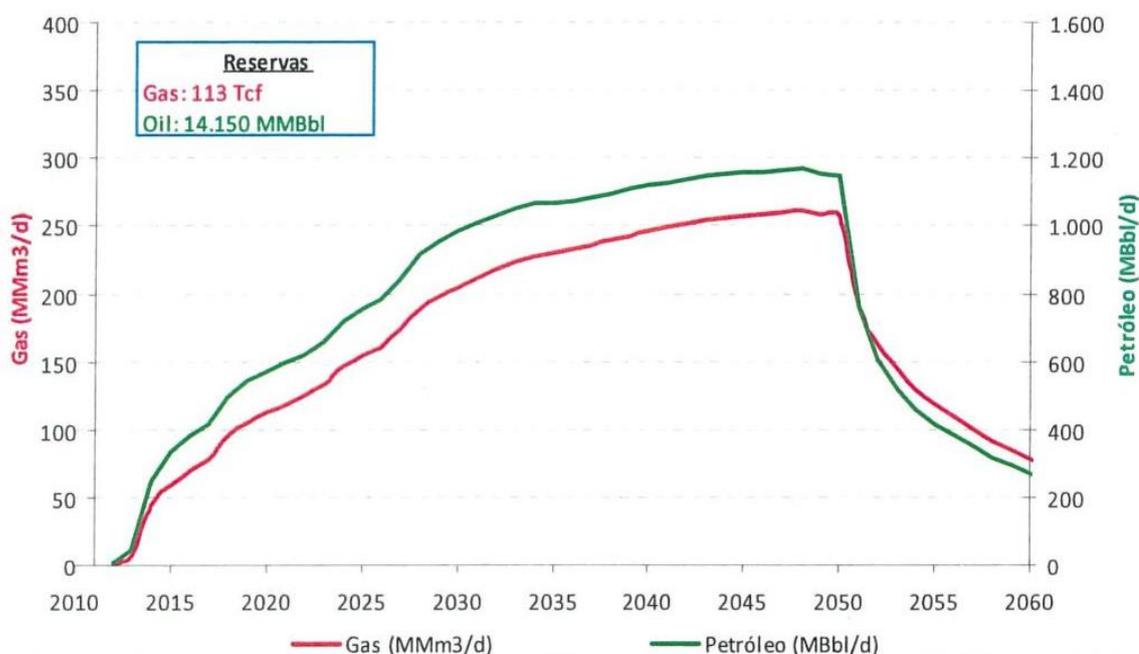


Gráfico 18: producción de gas y petróleo en Vaca Muerta; fuente: Unión Industrial Argentina

1.4.2. Gas Natural Comprimido (GNC)

El GNC es el mismo gas natural que se utiliza en los hogares e industrias, con la diferencia de que para el uso automovilístico se transporta a alta presión en un cilindro de almacenamiento.

Su utilización para transporte tiene como principales ventajas su menor costo en relación a otros combustibles, y sus menores emisiones contaminantes a la atmósfera. Es por este motivo que el parque mundial de vehículos a GNC ha evolucionado considerablemente en los últimos años.

A pesar de su crecimiento, hasta el momento solo ha alcanzado un 1% a nivel mundial. La mayor limitación para su crecimiento es el desarrollo tecnológico necesario para adaptar los motores para que funcionen a gas. Los motores a nafta son fácilmente convertibles a GNC, pero no sucede lo mismo con los Diesel, que son los más utilizados en transportes pesados, como colectivos y camiones.

En los últimos años se ha observado una tendencia a producir motores específicamente diseñados para funcionar con GNC, así como un mayor desarrollo para la conversión de motores Diesel. Por este motivo se espera una creciente penetración de este combustible en el parque automotor en los próximos años.

La Argentina es uno de los países con mayor penetración de GNC en el parque automotor, alcanzando en la actualidad un 10%. En el gráfico 19 se puede observar la evolución de los vehículos que utilizan GNC desde el 1998 hasta el 2013.

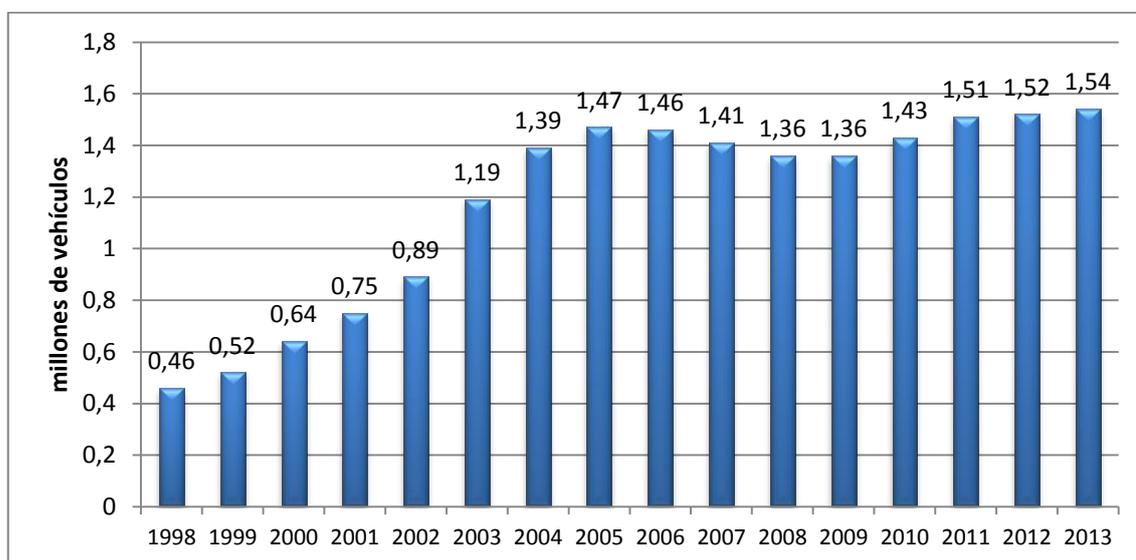


Gráfico 19: evolución del parque automotor a GNC en Argentina; fuente: Enargas.

Este parque automotor está concentrado principalmente en las provincias de Buenos Aires y Córdoba, como se puede ver en la tabla 4:

Provincia	Unidades	Porcentaje
Buenos Aires	671.200	46,77%
Córdoba	222.301	15,49%
Mendoza	133.120	9,28%
Santa Fe	130.333	9,08%
CABA	104.956	7,31%
Tucumán	55.621	3,88%
Entre Ríos	39.891	2,78%
Salta	31.924	2,22%
San Luis	26.990	1,88%
Río Negro	18.812	1,31%

Tabla 4: distribución regional del parque automotor a GNC; fuente: Enargas.

Junto con el crecimiento de los automóviles a GNC, se dio una expansión en la cantidad de estaciones de carga de este combustible en el país, al que cada vez se puede acceder en más provincias.

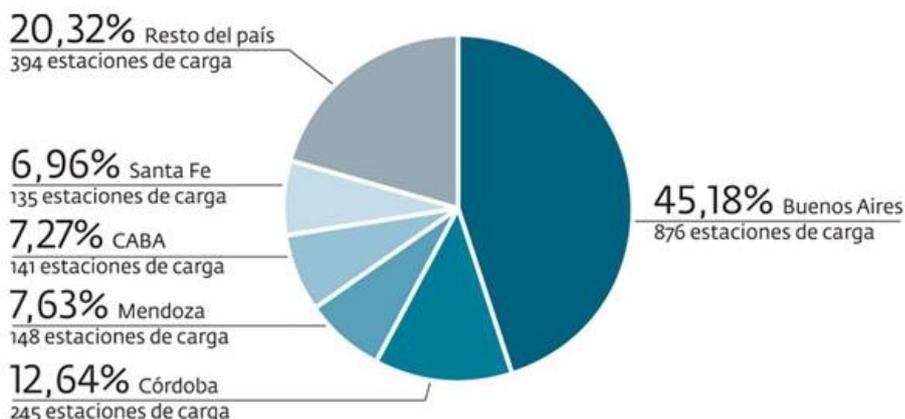


Gráfico 20: proporción de estaciones de GNC por región en Argentina; fuente: Enargas.

1.4.3. Motores pesados

Los transportes pesados, como colectivos y camiones, funcionan en su mayoría con motores Diesel. A diferencia de los transportes livianos, el GNC aún no ha adquirido una gran participación, principalmente por la falta de desarrollo tecnológico en la conversión de motores diesel para funcionar con GNC.

Hay dos tipos de conversión:

- Motor dedicado a GNC

Hoy en día ya está disponible en el país la tecnología para transformar un motor diesel en uno que funcione a GNC. Para lograrlo, se debe pasar del ciclo Diesel al ciclo Otto, y posterior a la transformación el vehículo sólo puede funcionar a gas. El proceso es generalmente irreversible.

Para hacerlo, se debe reducir la relación de compresión de los cilindros hasta un valor adecuado para operar con gas. Los consumos que se obtienen con estos motores son similares a los de gasoil.

Como resultado, se obtiene un motor más duradero, y que trabaja con un combustible más limpio y más económico.

- Motor Diesel/GNC

Este sistema, también denominado dual, es el menos desarrollado, ya que no resulta tan eficiente como el dedicado. Se mantiene el motor original, con su ciclo de funcionamiento, y este pasa a trabajar con los dos combustibles en simultáneo.

La relación Diesel/GNC varía en función del régimen de trabajo del vehículo. En zonas urbanas, donde hay muchos arranques y paradas, la sustitución del gasoil por GNC es baja, por lo que no es muy eficiente.

Esta alternativa cuenta con la ventaja de tener menor costo de implementación, facilidad de desinstalación, y mayor autonomía para el vehículo. Sin embargo, tiene la desventaja de no poder funcionar sin gasoil.

Además de la conversión de motores Diesel, está creciendo la cantidad de motores diseñados específicamente para trabajar con GNC. Este desarrollo está cobrando especial importancia en la Argentina, ya que es uno de los países con mayor penetración de este combustible en su parque automotor.

Tanto este tipo de motores como los motores convertidos del tipo “dedicados” tienen su crecimiento muy atado a la cantidad de estaciones de GNC y su distribución geográfica, ya que dependen de la disponibilidad de este para su funcionamiento.

1.4.4. Conclusión

Dado el contexto de la Argentina, donde hay gran disponibilidad de gas natural tanto dentro del país como en los países limítrofes, se espera un gran crecimiento en la aplicación de este combustible en transporte pesado.

Si bien la tendencia está empezando a hacerse notoria, todavía no ha alcanzado su auge, por lo que es necesario invertir en desarrollo e investigación para poder aplicar las tecnologías existentes correctamente.

El uso del gas tiene numerosas ventajas, siendo la de mayor influencia su bajo precio en relación con los combustibles líquidos. A pesar de las fluctuaciones en los últimos tiempos, su precio se mantuvo siempre muy por debajo del precio del gasoil, y se espera que se mantenga esa tendencia, por lo que el GNC representa una alternativa atractiva para reemplazar a los combustibles fósiles.

Además, dado el habitual faltante de combustibles líquidos en los últimos tiempos, el GNC otorga la seguridad de contar con abastecimiento para poder cumplir con la distribución.

Por último, se espera que el estado incentive la migración hacia el gas natural, ya que esto disminuiría significativamente los subsidios al gasoil que existen en la actualidad.

1.5. Motores eléctricos

1.5.1. Mercado actual

Un vehículo híbrido combina 2 tipos de motores, uno de combustión interna, en el caso de los camiones normalmente de ciclo Diesel, y uno eléctrico alimentado por baterías de almacenamiento.

Los motores híbridos son una realidad desde hace ya varios años, pero han cobrado relevancia tecnológica en la última década a causa del alza de precios de los combustibles derivados del petróleo, la concientización del cambio climático y la necesidad de buscar energías renovables, entre otras.

En un primer momento, las principales limitaciones que se encontraron para su fabricación en serie fueron el alto costo de los equipos necesarios, la falta de una batería que brinde una autonomía que compita con la de los motores de combustión, el gran peso que debían tener las baterías, entre otras. En la actualidad, se han logrado muchos avances en materia de eficiencia energética, lo que ha permitido reducir considerablemente el peso de las baterías y brindar mayor autonomía a los transportes híbridos. Sin duda, los avances surgen de una mayor cantidad de fondos que se destinan a investigación y desarrollo, a causa de las necesidades y motivaciones mencionadas en el párrafo anterior.

Los primeros camiones híbridos desarrollados por los fabricantes eran dados a empresas de logística interesadas para que testeen su comportamiento en la calle. De esta forma fueron apareciendo las primeras unidades híbridas.

Luego de la aceptación por parte del mercado y de los buenos resultados en términos de performance y ahorro energético, los fabricantes se lanzaron a producirlos en serie.

En el 2011, Mercedes Benz lanzó al mercado su camión híbrido con funcionamiento en paralelo, el “Mercedes Atego Blue-Tec Hybrid”. El Atego fue el primer camión híbrido producido en serie en Europa y logra disminuir el consumo de combustible en un 15%.

Desde mayo del 2012, se encuentra en el mercado japonés el “Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid”, del fabricante Mitsubishi, un camión que se ubica en una categoría de menor tamaño. Esta unidad alcanza una reducción del 23% en el consumo de combustible. En septiembre del 2012 comenzó a comercializarse en el mercado europeo.

Volvo también lanzó su versión híbrida al mercado, el “Volvo FE Híbrido” almacena energía durante el frenado lo que lo hace ideal para recorridos urbano. En este ámbito logra optimizar en un 20% el consumo de combustible y un 15% para distribución en mayor distancia (ver ilustración 1).



Ilustración 1: arriba a la izquierda, Volvo FE Híbrido; abajo a la izquierda, Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid; a la derecha, Mercedes Atego Blue-Tec Hybrid.

1.5.2. Clasificación

Volviendo al funcionamiento de los motores híbridos, los mismos pueden clasificarse en 3 grupos, dependiendo de cómo sea la interacción entre el eléctrico y el de combustión interna:

- Híbrido en serie: en este caso la tracción es siempre eléctrica, el motor de combustión interna no tiene conexión mecánica con las ruedas, sólo se usa para generar electricidad. Entra en funcionamiento cuando es necesario recargar la batería y cuando se llena se desconecta temporalmente.
- Híbrido en paralelo: ambos motores se utilizan para dar tracción en simultáneo, es una solución sencilla aunque no la más eficiente.
- Híbrido combinado: tanto el motor eléctrico como el de combustión se usan para dar fuerza a la transmisión aunque no lo hacen en simultáneo. En algunos momentos funciona uno y luego otro, es decir que debe estudiarse cuál es el momento más adecuado para cada uno. En consecuencia, la solución se vuelve mucho más compleja a nivel mecánico y electrónico, pero la eficiencia final del modelo es también mayor.

Otra forma de clasificar a los motores híbridos, que contempla el ciclo de funcionamiento y la forma de carga de las baterías es la siguiente:

- Microhíbrido: cuando el transporte se detiene, el motor térmico se apaga. Al momento de reanudar la marcha, un alternador reversible arranca el motor utilizando energía recuperada previamente durante la detención. Es decir que no hay un motor eléctrico que impulse el vehículo, por lo tanto

el ahorro sólo se concreta en recorridos con paradas y arranques como el urbano.

- Semihíbrido: el motor eléctrico se utiliza como asistencia al térmico, y además es generador de energía en las paradas y retenciones. No puede impulsarse 100% en forma eléctrica.
- Híbrido puro: en determinadas condiciones se puede circular sólo con el motor eléctrico, mientras el térmico está totalmente apagado. El cambio de un motor a otro puede realizarse de forma automática o voluntaria.
- Híbrido enchufable: las baterías son recargadas mediante energía eléctrica convencional y recorre al menos 32 km sin necesidad de otro sistema de propulsión.
- Eléctrico de rango extendido: también son enchufables pero además funcionan como un híbrido en serie. Se los considera como vehículos eléctricos porque en la práctica no necesitan del motor térmico más que para sostener la carga, y pueden funcionar sin ellos al 100%. Esto significa que cuando se acaban las baterías, el motor térmico se usa sólo para generar electricidad a un régimen constante para aumentar la autonomía a un costo por kilómetro muy bajo.

1.5.3. Conclusiones

Resulta de suma importancia que la forma en que la energía eléctrica es producida sea eficiente y lo menos contaminante posible porque si bien al usar un motor eléctrico no hay ningún tipo de emisión, de alguna manera se tiene que haber producido dicha energía. En el caso de los camiones no enchufables, que producen su propia electricidad con el motor de combustión interna es muy importante su eficiencia. En este sentido son convenientes los modelos que aprovechan energía que normalmente se desperdicia como la de frenado. Las emisiones asociadas a las unidades enchufables están íntimamente relacionadas con la matriz energética del país. Es decir, si debido a las fuentes de obtención de la energía, las emisiones son muy altas, por ejemplo a partir de plantas térmicas que usan carbón mineral como combustible, entonces las emisiones asociadas serán muy grandes. En estos casos lo más conveniente es elegir modelos no enchufables. Desde otra perspectiva de la matriz energética, es necesario analizar la demanda extra que agregarían las nuevas unidades para no incurrir en problemas de desabastecimiento energético.

En este sentido, las unidades autónomas brindan grandes ventajas en cuanto a la aplicabilidad en el corto plazo. Sin embargo, si el país en cuestión tiene altas tasas de producción de energía a partir de fuentes renovables como la eólica, la solar o la hidráulica, dispone fuentes que no producen emisiones como las plantas nucleares o cuenta con plantas de gran eficiencia como las centrales de ciclo combinado, entonces los camiones híbridos enchufables llevan la ventaja. Debe estudiarse la situación particular de cada país para poder tomar la mejor decisión.

Por último, no hay duda de que las empresas con grandes costos logísticos ven cada vez más rentable la tenencia de una flota híbrida, que consume menos combustible dado que los beneficios a largo plazo son muy importantes en un contexto donde los precios del gasoil s cada vez más alto y donde el cambio climático es un tema que sensibiliza a gran parte de la sociedad.

2. ANÁLISIS TÉCNICO

2.1. Introducción

El objetivo de esta etapa del informe es dar entender las ventajas, desventajas y consideraciones a tener en cuenta en cada una de las tecnologías estudiada, abordando el análisis desde distintos ángulos.

Se presentará una descripción de la tecnología en cuestión y luego se estudiarán los siguientes 3 aspectos:

- Impacto económico
- Impacto medioambiental
- Implementación

Además, se incluirá un estudio de riesgos en caso de que sea necesario.

Finalmente, se presentan conclusiones y un flujo de fondos de acuerdo a la interpretación del caso hecha por el equipo de investigación de este informe. Se ha tomado una tasa de descuento real del 10%, dado que ese rendimiento es aproximadamente el que un transportista espera de sus inversiones. En cuanto a los valores de inflación y de tipo de cambio, se consideró una proyección hecha por el estudio Bein:

VARIABLE	2013	2014	2015	2016	2017	2018
IPC (inflación)	23%	25%	28%	28%	20%	15%
<i>Inflación</i>	1,23	1,25	1,28	1,28	1,20	1,15
<i>Inflación acumulada</i>	-	1,25	1,60	2,05	2,46	2,83
TC	5,40	6,75	8,58	11,32	13,47	15,49
<i>TC %</i>		25%	27%	32%	19%	15%
Ap. Real	5,0%	0,0%	0,4%	-3,0%	0,8%	0,0%

Tabla 5: proyecciones de inflación y tipo de cambio realizadas por el estudio Bein.

2.2. Biodiesel

2.2.1. Propiedades del Biodiesel

Aquí se presentan las propiedades del biodiesel que deben ser tenidas en cuenta para entender cómo es su desempeño en un motor diesel y cuáles son las diferencias con respecto al gasoil.

En primer lugar, el BD es más denso y viscoso que el GO, lo que puede traer dificultades en la circulación del combustible y generar problemas al momento de la inyección, donde una buena fluidez es importante para un correcto funcionamiento. Sin embargo, como aspecto positivo, una mayor viscosidad permite que se fugue menos cantidad de combustible por los inyectores, aumentando su rendimiento.

Estas propiedades se relacionan con el punto de inflamación, el cual nuevamente es más alto para el BD. ¿Qué problemas puede traer? Cuando la temperatura exterior es muy baja pueden formarse parafinas agravando el problema de fluidez del combustible. Afortunadamente, los motores diesel convencionales se encuentran preparados para estas condiciones porque el diesel tiene un comportamiento similar. Los rodados diesel cuentan con calentadores que permiten aumentar la temperatura del combustible para asegurar una correcta fluidez del líquido. Sin embargo, en el caso del BD, las exigencias son algo mayores, en consecuencia es recomendable tomar las precauciones necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del motor.

Es bueno resaltar que los inconvenientes mencionados en los párrafos anteriores ya se presentan en el diesel convencional, en el caso del biodiesel las propiedades se vuelven algo más adversas. Pero lo importante es que ya hay soluciones diseñadas e implementadas para resolver estos problemas.

Un aspecto positivo de tener un punto de inflamación superior es que su manipuleo y almacenaje se vuelve más seguro.

El índice de cetano³ del biodiesel es mayor, lo que se traduce en un mejor rendimiento, dado que se produce una rápida ignición del combustible.

El poder calorífico del BD, es decir la energía que puede ser entregada por unidad de combustible, es un 10% menor que el del gasoil, por ende se necesita mayor cantidad de biodiesel para recorrer la misma cantidad de kilómetros. Éste es sin duda un factor muy importante para tener en cuenta en el análisis económico de las alternativas. No obstante, gracias a una mayor viscosidad y a un mayor índice de cetano, la diferencia en el rendimiento de ambos combustibles se encuentra entre 6% y 8%, no 10%.

³ Índice de cetano: es una medida del tiempo que transcurre entre la inyección del combustible y el comienzo de su combustión (intervalo de encendido).

En la práctica, el poder calorífico depende del gasoil y del biodiesel que se consideren, pero con el objetivo de poder comprender la diferencia entre ambos se considerarán los siguientes datos:

- Poder calorífico del gasoil: 37,9 MJ/lt
- Poder calorífico del biodiesel: 35,0 MJ/lt

La tabla 6 presenta 11 escenarios donde pueden verse los litros de combustibles que necesitaría Cervecería Quilmes para mantener la misma cantidad de km recorridos. Puede verse que a medida que aumenta la proporción de BD presente en la mezcla, los litros necesarios de combustible crecen.

Corte del combustible	Escenarios		Combustible necesario (lts)	Diferencia de consumo vs. Actual	
	% GO	% BD		(lts)	(%)
B8	92%	8%	42.424.418	0	0,00%
B10	90%	10%	42.489.418	65.000	0,15%
B20	80%	20%	42.817.429	393.011	0,93%
B30	70%	30%	43.150.543	726.125	1,71%
B40	60%	40%	43.488.881	1.064.463	2,51%
B50	50%	50%	43.832.567	1.408.149	3,32%
B60	40%	60%	44.181.729	1.757.311	4,14%
B70	30%	70%	44.536.498	2.112.080	4,98%
B80	20%	80%	44.897.010	2.472.592	5,83%
B90	10%	90%	45.263.406	2.838.988	6,69%
B100	0%	100%	45.635.832	3.211.414	7,57%

Tabla 6: presenta escenarios en función del poder calorífico del combustible en cuestión y el consumo asociado.

El consumo puede llegar a aumentar en un poco más de 3 millones de litros de combustibles, lo que representa un 7,57% del consumo actual, si se observa el extremo de un B100.

Es importante tener en cuenta que el gasoil que actualmente se consigue en el surtidor contiene un 8% de biodiesel, por lo tanto hay que distinguir entre el biodiesel que ya se encuentra en la mezcla y el “adicional” que sería necesario en el caso de que quisiera aumentarse el corte.

La tabla 7 muestra precisamente cómo se compone la columna “Combustible necesario” de la tabla 6:

- Total: combustible total necesario
- GO (surt.): gasoil del surtidor necesario
- GO (real): gasoil real incluido en la mezcla, 92% del gasoil obtenido del surtidor
- BD (incl.): biodiesel incluido en el gasoil que se obtiene del surtidor (8%)
- BD (adc.): biodiesel adicional necesario para llegar al corte deseado

Corte del combustible	Escenarios		Combustible necesario (lts)				
	% GO	% BD	Total	GO (surt.)	GO (real)	BD (incl.)	BD (adc.)
B8	92%	8%	42.424.418	42.424.418	39.030.465	3.393.953	0
B10	90%	10%	42.489.418	41.565.735	38.240.476	3.325.259	923.683
B20	80%	20%	42.817.429	37.232.547	34.253.943	2.978.604	5.584.882
B30	70%	30%	43.150.543	32.831.935	30.205.380	2.626.555	10.318.608
B40	60%	40%	43.488.881	28.362.314	26.093.329	2.268.985	15.126.567
B50	50%	50%	43.832.567	23.822.048	21.916.284	1.905.764	20.010.520
B60	40%	60%	44.181.729	19.209.447	17.672.692	1.536.756	24.972.282
B70	30%	70%	44.536.498	14.522.771	13.360.949	1.161.822	30.013.727
B80	20%	80%	44.897.010	9.760.220	8.979.402	780.818	35.136.790
B90	10%	90%	45.263.406	4.919.935	4.526.341	393.595	40.343.471
B100	0%	100%	45.635.832	0	0	0	45.635.832

Tabla 7: presenta la composición de los distintos cortes de gasoil.

2.2.2. Impacto económico

En esta sección se simularán distintas situaciones según el contexto actual para comprender de una manera más sencilla las ventajas y desventajas y que proponen ambos combustibles.

Para el gasoil se tomará el precio del gasoil regular a septiembre del 2013 según la Confederación de Entidades del Comercio de Hidrocarburos y Afines de la República Argentina (CECHA), el cual es de 6,689 \$/litro.

En cuanto al biodiesel hay 4 alternativas que dependen de la categoría de empresa a la cual se le compre el combustible. Si Cervecería Quilmes hoy se abasteciera sólo de biodiesel demandaría un total de 40.159.532 toneladas, lo que representaría un 6,7% de la producción de la empresa más grande de biocombustible del país que elabora 600 millones de toneladas/año.

Ahora bien, si Quilmes quisiera comprarle a una empresa categorizada como Empresa Grande para beneficiarse de un menor precio, debería apuntar a cualquier que produzca más de 100 mil ton/año. Además si buscara maximizar su poder de negociación frente al proveedor, debería apuntar a aquellas cuya capacidad sea lo menor posible, es decir que esté cerca de las 100 mil ton/año. Por ejemplo, una empresa como Explora S.A. que produce alrededor de 120 mil ton/año. En este caso, la demanda de Cervecería pasaría a ser del 33% de su producción total, dándole mayor poder de negociación frente al proveedor.

Sin embargo, la situación no es tan simple. Por un lado, Cervecería está lejos de demandar tal cantidad de biocombustible. Por otro, los productores de biodiesel que vuelcan su producción al mercado interno son las Pequeñas Empresas y las Grandes Empresas se benefician de mejores precios de venta al llevar su producción al exterior. Es decir, que tampoco será sencillo acceder al menor precio de venta posible.

En el contexto internacional, la situación es un poco más optimista. Desde mayo de este año la Unión Europea, principal importador del biodiesel argentino ha penalizado a este combustible con un arancel que va del 22% al 26% por dumping (vender por debajo de los costos). La situación sucede porque el mercado del biodiesel argentino recibe ayuda por parte del Estado y, en consecuencia, la UE busca “nivelar la cancha” de alguna manera para que todos puedan competir en igualdad de condiciones.

En definitiva, el mercado interno gana relevancia también para los grandes productores que exportan su producción.

Entonces, para explicar la diferencia actual entre el precio en el mercado interno y en el externo, se deben reconocer los actores que influyen en el contexto:

- El estado argentino: regulando el precio en el mercado interno y subsidiando la industria.
- La UE: penando con aranceles a la importación al biodiesel argentino por vender por debajo de los costos para hacer más justa la competencia con otros productores.

Una situación de equilibrio se dará cuando disminuya la brecha entre ambos precios, es decir, cuando el precio interno suba, el externo baje (por aranceles por ejemplo) o cuando ambas sucedan simultáneamente.

Por un lado, un incremento del precio interno no es lo más factible dado que YPF debería pagar ese nuevo precio por la ley que exige el corte mínimo del 10% con biodiesel. Por otro, una fuerte regulación externa resulta más factible si se consideran los intereses del Estado. Ninguno de los 2 extremos es factible pero es mucho más probable un contexto futuro donde el precio interno sube muy poco, se imponen fuertes regulaciones desde el exterior y los productores de biodiesel buscan nuevos mercados, tanto en el exterior como dentro del país. En resumen, se espera una mayor oferta y a un precio no mucho mayor al actual.

A continuación se presenta la tabla 8 donde pueden verse distintos escenarios en función del corte del diesel y el costo que tendría el combustible considerando que el biodiesel es comprado a una empresa grande.

Corte del combustible	Combustible necesario (lts)	Gasto en combustible (millones de \$)			Ahorro vs. Actual (\$)
		GO	BD	TOTAL	
B8	42.424.418	\$ 283,78	\$ -	\$ 283,78	\$ -
B10	42.489.418	\$ 278,03	\$ 4,71	\$ 282,74	\$ 1.036.285
B20	42.817.429	\$ 249,05	\$ 28,46	\$ 277,51	\$ 6.265.711
B30	43.150.543	\$ 219,61	\$ 52,59	\$ 272,20	\$ 11.576.505
B40	43.488.881	\$ 189,72	\$ 77,09	\$ 266,81	\$ 16.970.582
B50	43.832.567	\$ 159,35	\$ 101,98	\$ 261,33	\$ 22.449.915
B60	44.181.729	\$ 128,49	\$ 127,27	\$ 255,76	\$ 28.016.544
B70	44.536.498	\$ 97,14	\$ 152,96	\$ 250,10	\$ 33.672.570
B80	44.897.010	\$ 65,29	\$ 179,07	\$ 244,36	\$ 39.420.164
B90	45.263.406	\$ 32,91	\$ 205,61	\$ 238,52	\$ 45.261.568
B100	45.635.832	\$ -	\$ 232,58	\$ 232,58	\$ 51.199.098

Tabla 8: presenta el gasto en combustible y la diferencia con el escenario actual en función del corte de gasoil utilizado.

Actualmente, se gastan \$283 millones al año. Si se utilizara B100, la suma disminuiría a \$232 millones, es decir que se ahorrarían un poco más de \$51 millones al año, siendo una reducción del 18% del consumo actual.

2.2.3. Impacto medioambiental

El biodiesel presenta bondades muy importantes en términos medioambientales, principalmente en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono CO₂. A continuación se presenta un análisis comparativo de emisiones entre el gasoil y el biodiesel.

Las emisiones de CO₂ disminuyen 74,9% según afirma la Cámara Argentina de Biocombustibles, sin embargo debe tenerse en cuenta que es necesario utilizar más biodiesel para recorrer la misma cantidad de kilómetros. Además, no debe dejarse de lado el hecho de que actualmente el gasoil que se comercializa ya contiene un corte de biodiesel del 8%.

Si se considera un litro de combustible quemado, las emisiones son las siguientes:

- Gasoil puro: 2,79 kg CO₂ /litro
- Gasoil actual (B8): 2,63 kg CO₂ /litro
- Biodiesel puro (B100): 0,70 kg CO₂ /litro

Comparando las emisiones asociadas de CO₂ entre ambos combustibles puros, efectivamente la reducción es del 74,9%, pero si se considera el escenario actual la cifra disminuye a 73,4%. De todas formas, el ahorro de emisiones es más que importante.

Ahora bien, si además se considera que al usar biodiesel la autonomía disminuye aproximadamente un 7%, entonces la reducción de emisiones es de 71,36%.

Si bien el impacto que generan estas consideraciones no es determinante, lo apropiado es tenerlas en cuenta para lograr un resultado objetivo.

La tabla 9 muestra las emisiones asociadas al consumo de combustible de Cervecería Quilmes según distintos combustibles, teniendo en cuenta las consideraciones hechas anteriormente.

Escenarios		Poder calorífico (MJ/lt)	Ton CO ₂ /litro	Emisiones asociadas (ton CO ₂ /año)	Reducción emisiones vs ACTUAL (%)
% GO	% BD				
100%	0%	37,9	0,00279	117.644,24	-5,44%
92%	8%	37,6	0,00263	111.576,22	0,00%
90%	10%	37,6	0,00258	109.666,42	1,71%
80%	20%	37,3	0,00237	101.565,42	8,97%
70%	30%	37,0	0,00216	93.338,38	16,35%
60%	40%	36,7	0,00195	84.982,32	23,83%
50%	50%	36,4	0,00175	76.494,19	31,44%
40%	60%	36,2	0,00154	67.870,82	39,17%
30%	70%	35,9	0,00133	59.108,97	47,02%
20%	80%	35,6	0,00112	50.205,27	55,00%
10%	90%	35,3	0,00091	41.156,25	63,11%
0%	100%	35,0	0,00070	31.958,32	71,36%

Tabla 9: emisiones de CO₂ asociadas al consumo de Cervecería Quilmes según distintos cortes gasoil biodiesel.

Finalmente, considerando que los fabricantes de los camiones que se usan actualmente en Argentina han probado y aseguran que sus motores admiten un B20 sin ningún tipo de problema, se pueden disminuir las emisiones de CO₂ en un 8,97% sin la necesidad de tener que realizar ningún tipo de modificación.

El mayor contenido de oxígeno en el biodiesel permite alcanzar un punto de combustión más alto. En consecuencia, las emisiones de monóxido de carbono por combustión incompleta se reducen en promedio en un 48%.

Además, dado a que el biodiesel es un combustible de origen vegetal la presencia de azufre en su estructura es prácticamente inexistente y, por lo tanto, las emisiones asociadas de óxidos y sulfatos desaparecen casi totalmente.

En cuanto a la emisión de partículas en el escape del motor, en el caso de que se emplee biodiesel la reducción es del 47%. Por otro lado, las emisiones de hidrocarburos son 67% menores que las del diesel.

La principal desventaja del biodiesel se encuentra en las emisiones de óxido de nitrógeno. En promedio los óxidos de nitrógeno (NO_x) emitidos aumentan en un 10%.

En el gráfico 21 se presenta una estimación lineal corregida por el volumen adicional de combustible necesario debido a la menor eficiencia del biodiesel. En consecuencia, los porcentajes de reducción son algo menores a los presentados en los párrafos anteriores.

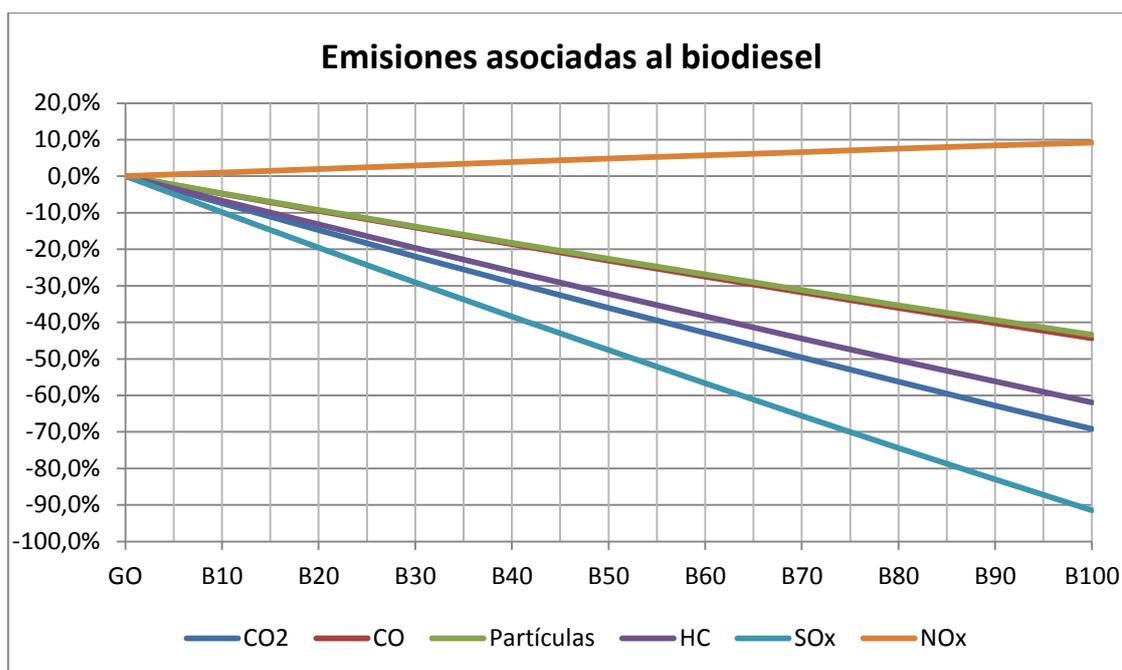


Gráfico 21: emisiones asociadas a diferentes cortes de biodiesel.

2.2.4. Riesgos

Hoy en día el biodiesel es accesible gracias a las políticas que promueven la utilización de energías alternativas pero se debe tener muy en cuenta que su costo de producción es entre 2 y 3 veces más caro que el del diesel convencional. Es decir, que la estabilidad y continuidad de esta industria depende en gran medida del marco político, lo que agrega una gran componente de riesgo a cualquier proyecto que involucre este combustible.

Al tratarse de un combustible a base de soja, puede plantearse el dilema de si el biodiesel competirá contra la producción de alimentos. En este sentido también debe considerarse el riesgo de la deforestación como consecuencia de una búsqueda de mayor superficie de cultivo.

En el plano medioambiental, deben ser tenidas en cuenta las emisiones de NO_x adicionales generadas. Hoy en día existen tecnologías y aditivos que disminuyen la cantidad de gases nitrogenados que son emitidos a la atmósfera. Sería importante incluir alguna en un camión que funciona con biodiesel.

2.2.5. Implementación

Ahora bien, a la hora de llevar los escenarios planteados a la realidad se encuentran algunas limitaciones.

En primer lugar, la mayoría de los fabricantes garantizan un desempeño óptimo de la unidad con un corte máximo del 20% con biodiesel. No es recomendable utilizar combustibles que excedan dicha proporción de biodiesel en los motores convencionales, en estos casos es necesario emplear motores especialmente diseñados para tal fin.

Entonces en el caso de optar por utilizar los camiones actuales, el combustible que maximiza el beneficio sin comprometer el funcionamiento es el B20.

En segundo, en el caso de que sea necesario adquirir unidades nuevas, es lógico pensar que para aprovechar la inversión al máximo se utilice B100.

En consecuencia, los escenarios posibles se reducen a 2, uno en el cual se utilizan los motores actuales con B20 y otro en el cual se invierte en nuevas unidades y se las utiliza con B100.

Por último, en lo que refiere a la calidad del biocombustible, los fabricantes recomiendan el uso de biodiesel que se ajuste a la reglamentación EN 14214.

2.2.6. Conclusiones

El objetivo de esta sección es trasladar todos los análisis hechos anteriormente a un contexto que permita su aplicación con la tecnología disponible.

En primer lugar, la aclaración más importante es sobre los distintos cortes de biodiesel que pueden ser utilizados. Los motores diesel actuales admiten hasta un B20 sin comprometer la performance ni la vida útil del equipo, en consecuencia si se quiere emplear una proporción mayor de biodiesel es necesario utilizar un motor preparado para tal fin. En el último caso, ya que se requiere invertir en un cambio de tecnología, lo más conveniente es utilizar B100 para maximizar el retorno sobre la inversión. Entonces, el abanico de posibilidad se reduce a 2: B20 o B100 (ver tabla 10).

Corte del combustible	Emisiones asociadas (ton CO ₂ /año)	Reducción emisiones vs ACTUAL (%)	Gasto total en combustible (\$)	Ahorro vs. Actual (\$)
B8	111.576,22	0,00%	\$ 283.776.932	\$ -
B20	101.565,42	8,97%	\$ 277.511.221	\$ 6.265.711
B100	31.958,32	71,36%	\$ 232.577.834	\$ 51.199.098

Tabla 10: presenta el escenario actual y los 2 escenarios más probables, B20 y B100.

Si bien los beneficios económicos y medioambientales del B20 son sustancialmente menores que los del B100, tiene la ventaja de que no requiere de ningún tipo de cambio ni de inversión. Es decir que tiene un impacto relativamente bajo pero su aplicabilidad en el contexto actual es excelente, se podría lograr una mejora con muy poco esfuerzo.

En cuanto al B100, el impacto es mayor pero su aplicabilidad no. Requiere de inversión en unidades nuevas, arriesgando una gran cantidad de dinero en un combustible que en definitiva es más caro que el diesel convencional y que sólo es sustentablemente gracias al apoyo del estado.

En consecuencia, aunque las bondades del biodiesel sean muy tentadoras, en el contexto actual es muy riesgoso volcarse plenamente por este combustible. Sin embargo, el B20 no requiere de inversión en equipos nuevos. Por lo tanto, resulta una

excelente decisión para el corto plazo: los beneficios son inmediatos, la inversión muy baja y la capacidad de abandono es absoluta.

A continuación se presentan 4 flujos de fondo según se utilice B20 o B100 en Tier 1 o Tier 2 que corresponden a la compra de un camión que se amortiza en 10 años con un valor residual nulo. El análisis se realiza para 5 años de utilización y por lo tanto se considera que en el quinto año el camión es vendido al 50% de su valor original.

Dado que la distancia recorrida por los camiones varía mucho, se ha optado por analizar varias situaciones que van desde la distancia mínima hasta la máxima pasando por recorridos intermedios.

Los resultados obtenidos en el análisis de Tier 1 se presentan en la gráfica 22. En el caso del B100 se supuso una inversión inicial del 30% del valor de un camión 0 km para representar el mayor precio que debe pagarse su adquisición (30% es aproximadamente el mayor precio que tiene un camión a B100 sobre uno convencional). El precio exacto depende del tipo de camión que se considere. A los fines de este análisis se consideró un precio de \$1.000.000 para el camión convencional 0 km, entonces la unidad a B100 tiene un precio de \$1.300.000, lo que requiere una inversión adicional de \$300.000.

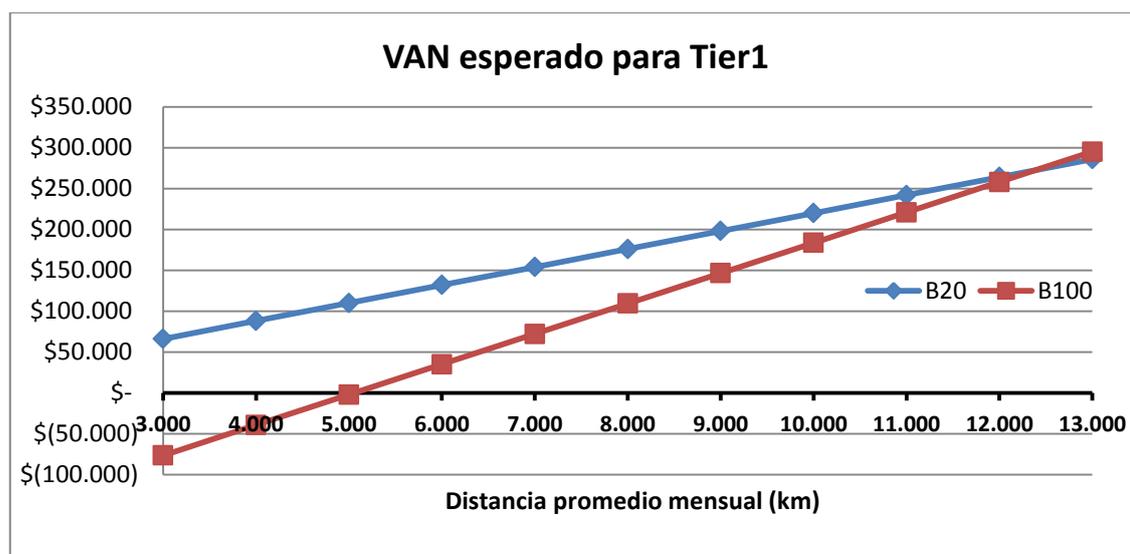


Gráfico 22: VAN esperado según diferentes distancias recorridas (promedios mensuales) en Tier 1.

Respetando la hipótesis del valor de reventa a los 5 años del 50%, el camión convencional tendrá un valor de \$500.000 mientras que el que funciona con B100 valdría \$650.000. En consecuencia, el beneficio adicional que se percibiría en el quinto año es de \$150.000.

Como puede observarse en el gráfico 22, en el caso de la implementación del B20, el VAN resulta ser siempre mayor a cero, dado que no debe realizarse inversión alguna. En el caso del B100, el VAN se convierte en positivo recién a partir de los 5.000 km recorridos en promedio por mes. Es decir, que la inversión carecería de sentido en el caso de que las distancias recorridas sean menores, sin embargo es muy importante

tener en cuenta el valor del camión a biodiesel dado que esa es la variable que puede hacer que la situación cambie drásticamente.

Por otro lado, con el precio actual de los camiones B100 en ningún caso resulta conveniente la inversión dado que siempre tiene mayor VAN el combustible B20. Recién a partir de los 12.500 km por mes comienza a ser conveniente el uso del B100.

En el caso del Tier 2 nuevamente se consideró una inversión del 30% del valor del camión 0 km convencional, pero esta vez el valor de referencia tomado fue de \$430.500. En consecuencia, el valor del camión a B100 resultó de \$559.650, la inversión adicional de \$129.150 y el beneficio adicional percibido por la venta en el quinto año de \$64.575.

El gráfico 23 muestra los resultados obtenidos para Tier 2. En el caso del B100 el resultado no es favorable para ninguna de las distancias presentadas. En cuanto al B20 el VAN es siempre positivo porque no hace falta invertir en nueva tecnología. Al igual que en el caso de Tier 1, debe analizarse el valor del camión a biodiesel en el momento, dado que ese valor determinará la inversión total a realizar modificando considerablemente el VAN del proyecto.

En este sentido, es importante hacer la aclaración de que la tecnología en cuestión no ha alcanzado un nivel de producción tal que permita abaratar los costos, lo que explica la diferencia de precios con los camiones convencionales. Entonces, se recomienda rever el precio de una unidad equipada para B100 llegado el momento de tomar la decisión sobre una inversión.

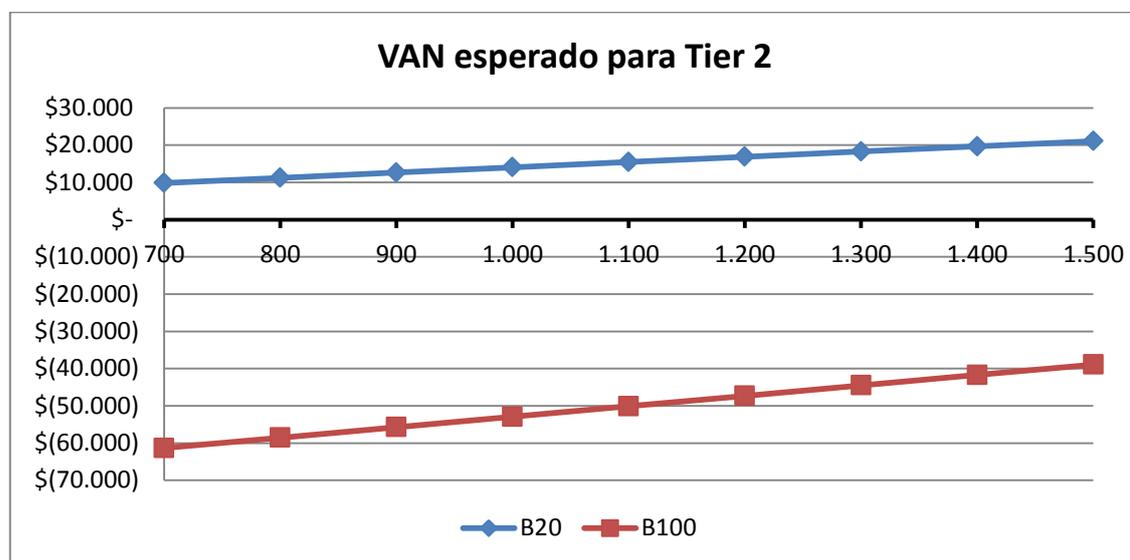


Gráfico 23: VAN esperado según diferentes distancias recorridas (promedios mensuales) en Tier 2.

2.3. GNC

2.3.1. Propiedades del GNC vs. las del Gasoil

En la presente sección se expondrán las ventajas y desventajas del GNC respecto del gasoil, para entender mejor cómo afectaría un cambio de combustible los procesos y el funcionamiento de la distribución de Quilmes.

El principal beneficio que otorga trabajar con motores a GNC en lugar de utilizar motores diesel tiene que ver con la disponibilidad del combustible. Mientras que el petróleo es un recurso muy escaso, hay abundantes reservas de Gas Natural, por lo que se está empezando a notar una tendencia mundial a aumentar la participación del Gas en sus matrices energéticas. Como se explicó anteriormente, con la explotación de pozos no convencionales se espera que la Argentina pueda autoabastecerse en el mediano plazo.

El GNC cuenta además con la ventaja de que, por abastecerse las estaciones de carga a través de gasoductos en forma continua, los paros de transporte no afectan el abastecimiento de combustible, como sucede con las naftas y el Gasoil. Por lo tanto, es más estable a la hora de planificar la distribución, ya que se sabe con seguridad que no habrá faltantes.

Por otra parte, el GNC presenta el problema de los motores tienen generalmente menor autonomía que los Diesel. Es por esta razón que se debe estudiar los recorridos que realizará el camión, y asegurarse de que podrá realizar las cargas necesarias para llegar a destino. Esta inconveniencia puede reducirse utilizando motores duales, que funcionan con Gasoil y GNC combinados, pero de no contar con disponibilidad de GNC pueden seguir funcionando solamente con Gasoil. Esta tecnología todavía se está desarrollando y testeando, sin muchos resultados favorables que justifiquen su aplicación hasta el momento. Sin embargo, se espera en algunos años tener resultados concluyentes respecto de sus beneficios.

Además, el tiempo de carga es considerable, rondando los 20-30 minutos para llenar el tanque, y de haber una fila de camiones, la espera puede tornarse larga. Esto podría afectar los itinerarios de distribución planificados, pero existe la opción de instalar estaciones de carga cautivas (si la flota cuenta con un número razonable de camiones que justifiquen la inversión) donde se cargan localmente los camiones y se minimiza la espera.

Los motores de GNC tienen un mayor consumo de combustible. Un camión Diesel con capacidad para 25 pallets consume 0,38 l/km (trabajando a máxima carga), mientras que uno con motor a gas consume 0,45 m³/km. La relación se encuentra generalmente entre 1,1 y 1,2 m³ GNC / litro de Gasoil.

En cuanto al aspecto económico, el precio del GNC siempre estuvo por debajo del precio del gasoil. La diferencia entre estos se intensificó en los últimos tiempos, donde

el GNC estuvo entre un 65% y un 70% más barato. Cabe destacar que, si bien el precio del GNC se mide en \$/m³ y el Gasoil en \$/l, los consumos por km con sus respectivas unidades son comparables. Esta gran diferencia de precios es levemente compensada por el mayor consumo de gas, lo cual será cuantificado en la sección de análisis económico.

Por último, el precio del GNC es más estable que el precio de derivados del petróleo, como lo es el gasoil. Como se comentó anteriormente, el precio de combustibles líquidos se encuentra regulado por el gobierno, pero en caso de dejar de estar regulado y seguir el precio del barril de petróleo internacional, las fluctuaciones en su precio podrían intensificarse.

En el gráfico 24 se puede ver la evolución del precio del GNC y la del Gasoil, donde se puede apreciar los distintos comportamientos de cada uno, así como la diferencia de precios entre ellos.

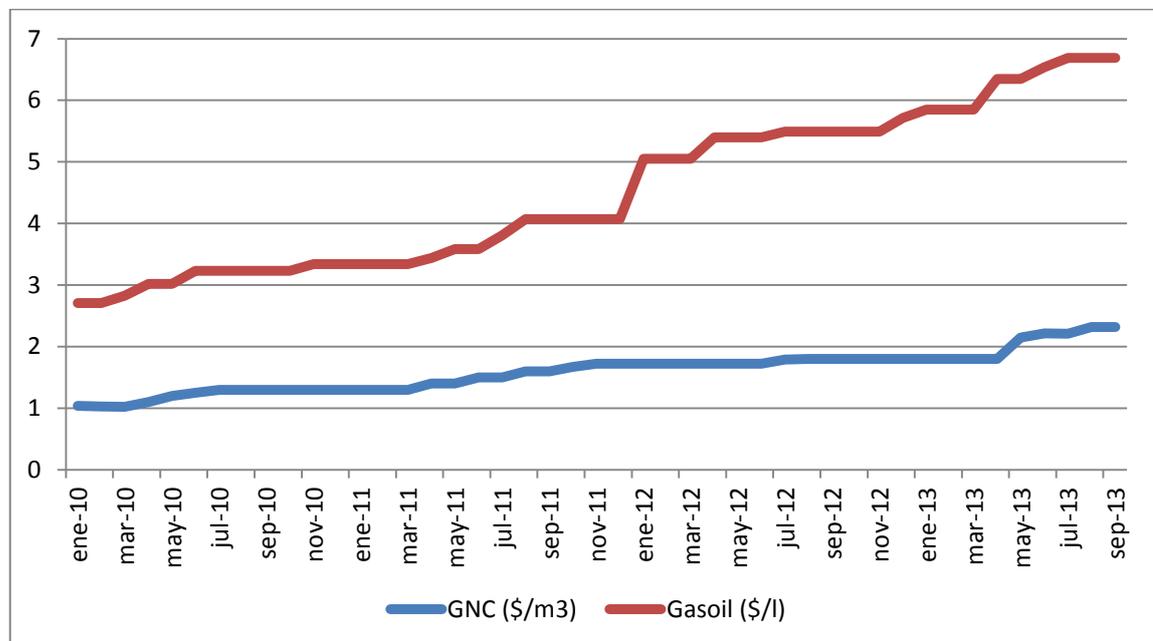


Gráfico 24: evolución de precio del GNC y del gasoil

El Gas Natural es un “combustible limpio”. Dado que el GNC posee una mayor relación Hidrógeno/Carbono que el resto de los combustibles (figura 2), los motores a gas emiten entre un 25% y un 30% menos de CO₂ que el Gasoil.

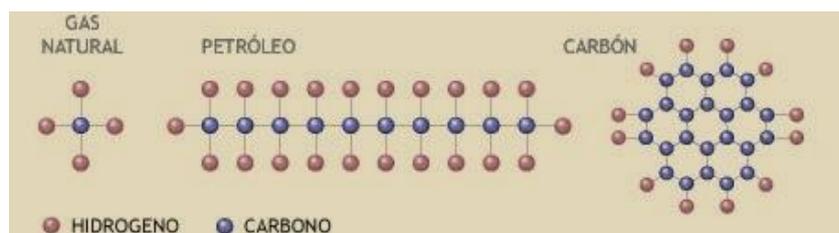


Figura 2: estructura molecular del gas natural, del petróleo y del carbón

Además, no contiene plomo ni metales pesados, y reduce fuertemente las emisiones de SO₂, NO_x y CO. Por otra parte, su contaminación sonora es notablemente menor a la de otros transportes.

Cuenta también con la ventaja de ser un combustible seguro, ya que su temperatura de combustión es muy alta, lo cual reduce la probabilidad de que haya una combustión accidental. Además, al ser el Gas Natural más liviano que el aire, éste se eleva y disipa rápidamente, a diferencia de las Naftas y el Gasoil.

En lo que respecta a la transformación del motor para su funcionamiento exclusivo con GNC, hay ciertas adaptaciones que deben realizarse por tener el GNC algunas propiedades distintas al Gas Natural. Se debe pasar del ciclo Diesel al Otto, y para eso se deben incluir componentes que solo se encuentran en motores nafteros.

La relación de compresión del motor debe bajarse, por tener el GNC alrededor de 130 octanos equivalentes, lo cual supera ampliamente a los combustibles líquidos, que no llegan a 100.

Además, debe agregarse un carburador en lugar de la bomba inyectora, bujías, múltiple de admisión y distribuidor, entre otros.

Por último, es importante destacar que la conversión del motor aumenta su vida útil, ya que la combustión del GNC es más completa que la del Gasoil, por lo que no se forman residuos de carbón. Como consecuencia, el aceite no se contamina tanto, y se deben hacer menos cambios de aceite y de filtros. La disminución en los sedimentos también extiende la duración de las bujías. Además, se mejora la lubricación, ya que al tratarse un gas no barre el lubricante de las paredes de los cilindros, se reduce el desgaste de las piezas metálicas.

2.3.2. Impacto económico

En esta sección se calculará el ahorro en combustible que se obtiene en un mes si se transforma un motor Diesel a GNC, para un camión con una carga de 25 pallets, equivalentes a 30 Toneladas de producto.

Este análisis se realizará para los camiones de Tier 1, que al ser los que llevan el producto de la planta a los centros de distribución, son los que llevan mayor carga. En una segunda instancia, se repetirá el procedimiento para los Tier 2, donde el ahorro resultará menor, ya que recorren menos kilómetros, y ocupan una gran cantidad de tiempo en carga y descarga de productos.

Los camiones de Tier 1 realizan entre 3000 y 13000 km/día, dependiendo del recorrido que tengan asignado, que puede ser urbano si la planta se encuentra cerca del centro de distribución, o de larga distancia en caso contrario.

Al ser el ahorro dependiente de la distancia recorrida, se analizarán varios escenarios de utilización de los camiones, para decidir a partir de qué punto es rentable realizar la inversión.

El precio del GNC es el correspondiente a la estación de carga “Opessa” en la localidad de Quilmes, según el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios para el mes de Septiembre de 2013.

El precio del Diesel es el mismo utilizado en la sección de análisis del Biodiesel.

El consumo de Diesel se calculó a partir de la información real actual de la Cervecería, en promedio para camiones de Tier 1.

El consumo de GNC fue consultado con ESIGAS, una empresa que se dedica a reacondicionar motores para trabajar con GNC y también fabricar motores nuevos a gas.

Los parámetros de precio y consumo por kilómetro para un camión de Tier uno con una carga de 30 Toneladas se pueden ver en la tabla 11.

	Diesel		GNC	
	Precio	Consumo	Precio	Consumo
Precio	6,689	\$/l	2,319	\$/m3
Consumo	0,38	l/km	0,45	m3/km

Tabla 11: precios y consumos del diesel y del GNC.

Con esto, se obtiene un ahorro del 59% en el gasto de combustible, según el siguiente cálculo:

$$\text{Ahorro} = \frac{2,319 \text{ \$/m}^3 \times 0,45 \text{ m}^3/\text{km}}{6,689 \text{ \$/l} \times 0,38 \text{ l/km}} - 1 = 59\% \quad (1)$$

Aplicando esto a los distintos escenarios, se obtienen los siguientes gastos mensuales de combustible:

Escenarios	Diesel		GNC		Ahorro mensual (\$)
	Kms / mes	Lts / mes	Gasto (\$)	m ³ / mes	
3.000	1.140	\$7.625	1.350	\$3.131	\$4.495
4.000	1.520	\$10.167	1.800	\$4.174	\$5.993
5.000	1.900	\$12.709	2.250	\$5.218	\$7.491
6.000	2.280	\$15.251	2.700	\$6.261	\$8.990
7.000	2.660	\$17.793	3.150	\$7.305	\$10.488
8.000	3.040	\$20.335	3.600	\$8.348	\$11.986
9.000	3.420	\$22.876	4.050	\$9.392	\$13.484
10.000	3.800	\$25.418	4.500	\$10.436	\$14.983
11.000	4.180	\$27.960	4.950	\$11.479	\$16.481
12.000	4.560	\$30.502	5.400	\$12.523	\$17.979
13.000	4.940	\$33.044	5.850	\$13.566	\$19.478

Tabla 12: gasto en diesel, GNC y ahorro esperado para distintas distancias de recorrido en Tier 1

En caso de realizar una inversión en un camión que recorre 13.000 km diarios, donde hoy se están gastando \$33.044 por mes en combustible, el gasto pasaría a ser de \$13.566, produciéndose un ahorro de \$19,478.

2.3.3. Impacto medioambiental

El GNC es conocido por ser un “combustible verde”, ya que sus emisiones son mucho menores a las de otros combustibles.

Reduce entre un 35% y 30% las emisiones de dióxido de carbono, pero también las de monóxido de carbono, NO_x y PM.

En este caso, se analizarán las emisiones de dióxido de carbono, por ser las más relevantes.

Como se puede ver en la tabla 13, las emisiones del GNC son 0,0003 Ton/km menores a las del Diesel. Esto representa un 29% menos que las actuales.

	Diesel		GNC	
Emisiones CO ₂	0,0026	Ton/l	0,0016	Ton/m3
Conversión a Kms	0,0010	Ton/Km	0,0007	Ton/Km

Tabla 13: emisiones asociadas al diesel y al GNC.

Nuevamente, se realizó el cálculo de las emisiones para varios niveles de utilización de los camiones. Los resultados se encuentran en la tabla 14:

Escenarios	Diesel		GNC		Ahorro
	Kms / mes	Litros / mes	Ton	Litros / mes	
3.000	1.140	3,0	1.350	2,1	0,9
4.000	1.520	4,0	1.800	2,8	1,2
5.000	1.900	5,0	2.250	3,5	1,5
6.000	2.280	6,0	2.700	4,3	1,7
7.000	2.660	7,0	3.150	5,0	2,0
8.000	3.040	8,0	3.600	5,7	2,3
9.000	3.420	9,0	4.050	6,4	2,6
10.000	3.800	10,0	4.500	7,1	2,9
11.000	4.180	11,0	4.950	7,8	3,2
12.000	4.560	12,0	5.400	8,5	3,5
13.000	4.940	13,0	5.850	9,2	3,8

Tabla 14: emisiones asociadas al GNC y al diesel y ahorro de emisiones para Tier 1.

Como se puede observar, en el caso de mayor utilización se pueden lograr aproximadamente 4 Toneladas menos de emisiones de CO₂ por mes.

2.3.4. Riesgos

En el caso del Gas Natural, los riesgos son muy pocos. Como ya se ha mencionado, el precio se mantuvo siempre muy por debajo del precio del Gasoil, y no se espera que se produzcan picos o grandes aumentos.

Según información de la Cámara de Gas Natural Comprimido, actualmente el gobierno está impulsando el uso de GNC en automóviles y transportes pesados. Se espera que con la explotación de Vaca Muerta, donde se podrán abastecer los consumos de Gas Natural en el país sin necesidad de importarlo, se promueva aún más su uso en transporte. Teniendo esto en cuenta, la disponibilidad de GNC está casi asegurada.

Con un precio de combustibles líquidos en aumento, y las circunstancias del gas en Argentina, es muy pequeña la probabilidad de que la brecha entre el precio del GNC y el Gasoil se achique.

2.3.5. Implementación

El desarrollo de tecnologías para utilizar GNC en transportes pesados ha evolucionado mucho en los últimos años.

La transformación de un motor Diesel a GNC es hoy en día un proyecto de aplicación relativamente fácil, ya que se tiene mucho conocimiento en el proceso, y se tienen certezas de sus buenos resultados.

Sin embargo, falta investigación en tecnologías alternativas para el uso del GNC, como por ejemplo los motores duales Diesel-GNC, cuyos resultados no han sido satisfactorios hasta el momento.

Con respecto a la infraestructura para operar con GNC en la Argentina se puede decir que, si bien queda lugar para su expansión dentro del país, con las estaciones de carga que hay instaladas en la actualidad es suficiente para poder realizar la distribución en las principales ciudades.

2.3.6. Conclusiones

Con lo expuesto anteriormente, se puede concluir que la inversión analizada, que consiste en la transformación de un camión para que pueda funcionar a GNC, es factible de realizar. Al haber casos exitosos en el país y empresas que se dedican a hacerlo, la dificultad del proyecto es moderada: si bien la aplicación de GNC para transporte pesado no ha alcanzado todavía su auge, ya hay suficiente conocimiento en el tema como para que no requiera de tanto esfuerzo.

Además, considerando las circunstancias energéticas en las que se encuentra la Argentina en este momento, Quilmes se estará adelantando a las tecnologías que se utilizarán en el futuro.

Como se demostró anteriormente en el análisis económico, el ahorro que se produce a raíz de esta inversión es de un 59%. Es decir, el proyecto tiene un alto impacto en la estructura de costos del transportista, y por ende en los costos de Quilmes.

A continuación, se procederá a calcular el VAN a 5 años del proyecto para cada escenario de utilización del camión.

Según la información relevada de ESIGAS, el costo de la transformación de un camión ronda los US\$ 30.000, compuesto de la siguiente forma:

- US\$ 15.000 modificación del motor
- US\$ 15.000 cilindros para 1.200 lts

Transformándolo a pesos, con el tipo de cambio actual de 6,15 AR\$/US\$, la inversión resulta de \$184.500. Esta inversión se amortizará en 10 años, con valor residual 0. Para la liquidación de los activos se tomará el valor de libros, equivalente al 50% de la inversión al finalizar el año 5.

Para el precio del Gasoil se utilizó la misma proyección que en el apartado correspondiente al análisis del Biodiesel.

Para la proyección del GNC, estudiando su comportamiento en relación al Gasoil de los últimos años, se encontró que su precio es entre un 65% y un 70% del precio del Diesel. Es por esto que se decidió tomar la relación promedio del año 2013 hasta el mes de Septiembre, y aplicarla a la proyección del Diesel. De esta forma, la relación entre los precios de ambos combustibles se mantuvo constante para el período en análisis. Este es un escenario conservador, ya que en todo caso sería esperable que el Diesel aumente más que el GNC y la brecha entre estos se agrande.

Se tomarán los valores de los combustibles en términos reales (pesos del 2013), y se descontarán los flujos con una tasa del 10%.

A continuación se muestran los resultados para un camión de Tier 1, con un intervalo de kilómetros recorridos por mes que va entre 3.000 y 13.000:

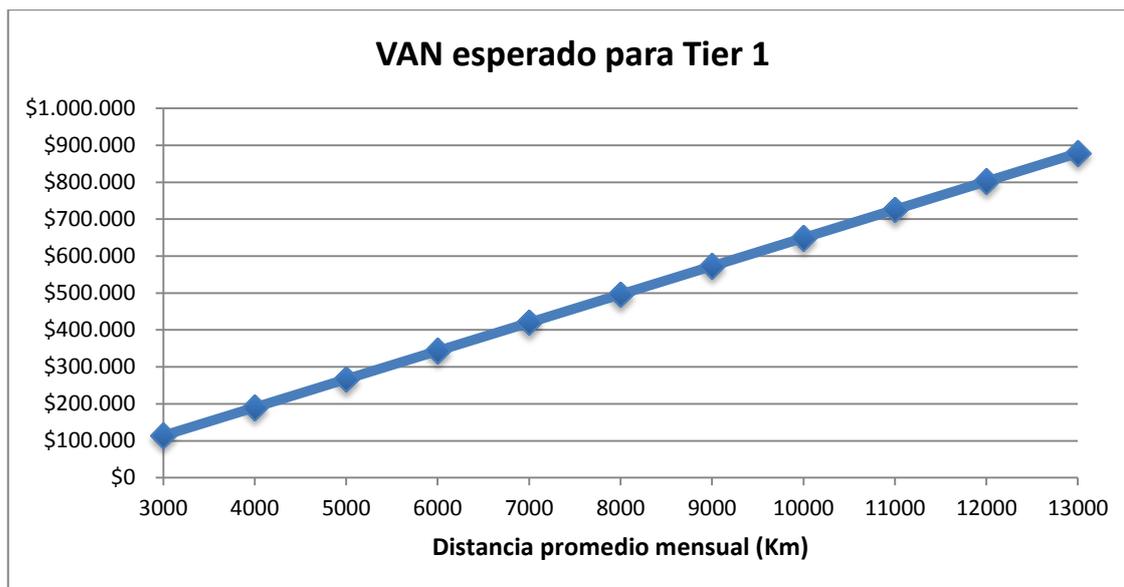


Gráfico 25: VAN esperado en la implementación de GNC en un camión de Tier 1.

El VAN es de \$113.800 para el caso de menor utilización y de \$878.647 en el de mayor, siguiendo una relación lineal entre km recorridos y VAN. El punto de equilibrio a partir del cual el VAN es positivo se encuentra alrededor de los 1.500 Km/mes.

Como se puede observar, para el Tier 1 el proyecto es rentable para cualquier nivel de utilización.

En cuanto al Tier 2, los camiones recorren como máximo una distancia de 1.500 Kms/mes, hallándose su promedio alrededor de 800. Considerando el punto de equilibrio mencionado anteriormente, se puede concluir que el proyecto no será rentable para ningún camión en el Tier 2.

2.4. Motores eléctricos

2.4.1. Propiedades de los motores eléctricos

Los desarrollos de camiones que involucren energía eléctrica se han volcado totalmente hacia los modelos híbridos dado que en la actualidad no se ha logrado una autonomía considerable para las unidades que emplean sólo electricidad. Como se menciona en el análisis contextual esta limitación se debe a la falta de una batería que cumpla con las prestaciones requeridas.

A causa de esto, los camiones eléctricos que pueden verse en la calle funcionan bajo un esquema híbrido en coexistencia con un motor de combustión interna ciclo Diesel. El principio de funcionamiento de estas unidades exige que el camión ande con cargas variables de trabajo, con la mayor frecuencia posible de ciclos de parada y arranque. El motor eléctrico logra su máxima participación a bajas revoluciones, para iniciar el movimiento del camión, y además se aprovecha energía durante el frenado que antes era desperdiciada. En consecuencia, los desarrollos de este tipo de tecnologías involucran camiones de peso medio, utilizados principalmente para recorridos urbanos con la función de “repartir” mercadería. Otro caso en el cual los camiones híbridos eléctricos resultan una buena opción es en la recolección de residuos urbanos.

El gráfico 26 muestra un esquema de cómo es la participación de ambos motores en función de las revoluciones del motor. A bajas revoluciones se logra la máxima participación del motor eléctrico mientras que a revoluciones medias o altas el par resultante está compuesto prácticamente sólo por el motor diesel.

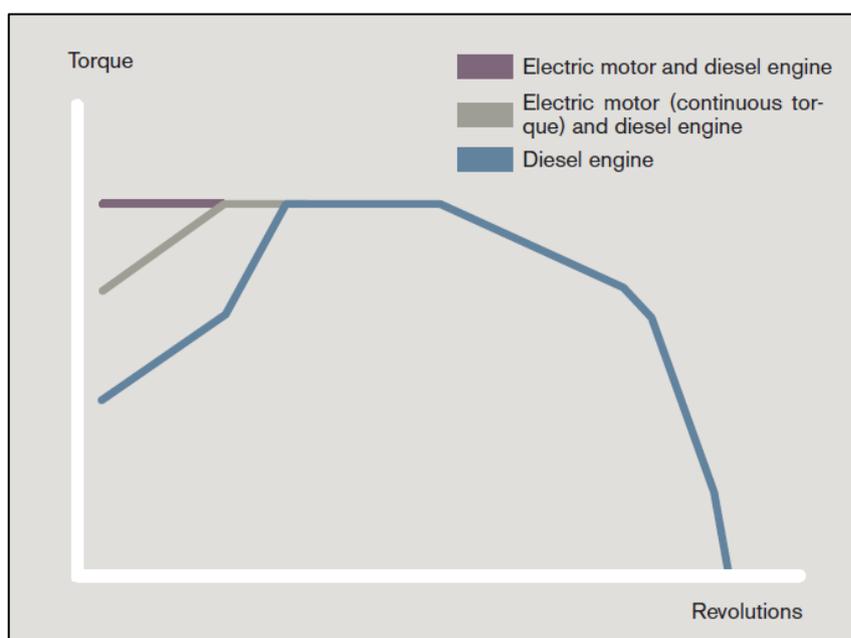


Gráfico 26: participación del motor eléctrico y del térmico en el par total que genera el camión; fuente: Volvo Truck Corporation.

En cuanto a la aplicación en Cervecería Quilmes, de la investigación realizada se desprende que la tecnología disponible actualmente puede aplicarse al transporte Tier 2 de la empresa.

Luego, de los 3 tipos de modelos disponibles según la primera clasificación que se presenta en el análisis contextual, el sistema en paralelo controlador por una unidad electrónica es el elegido para ser aplicado en camiones de carga.

El sistema en serie no logra la potencia adecuada dado que toda la energía que va a las ruedas es proporcionada por el motor eléctrico. En consecuencia, este sistema se ha aplicado a transporte público por ejemplo donde las velocidades de viaje y potencia necesaria no son muy altas.

El sistema en paralelo sólo, sin una computadora que administre y regule la energía, resulta poco eficiente y por lo tanto tampoco ha sido elegido por los fabricantes para impulsar mejoras de eficiencia energética en sus camiones.

En consecuencia, en el análisis técnico de esta sección se ha decidido estudiar aquel sistema que puede ser aplicado al transporte Tier 2 de Cervecería Quilmes, el paralelo controlador por una unidad electrónica computarizada.

2.4.2. Principio de funcionamiento

Un camión híbrido eléctrico con funcionamiento en paralelo se compone de las siguientes unidades:

- Motor de combustión interna
- Unidad integrada de manejo (motor eléctrico y transmisión)
- Sistema de almacenamiento de energía
- Unidad electrónica integrada

La unidad integrada de manejo consiste en un motor o generador eléctrico y en una transmisión híbrida. Este sistema recibe información de parte de la unidad electrónica para administrar el par generado por el motor eléctrico y el generado por el de combustión. Una vez que el camión llega a un régimen estacionario de velocidad de tránsito, la energía eléctrica deja de participar en el mix. La unidad integrada de manejo vuelve a entrar en funcionamiento durante el frenado, ya que a través de ella se captura la energía reciclada y es enviada a las baterías.

El sistema de almacenamiento de energía se compone de un sistema de baterías de ion litio. Su objetivo es almacenar la energía generada durante el frenado y entregarla durante la aceleración para reducir el consumo de combustible.

La unidad electrónica integrada es una computadora que administra la proporción del par generado por ambos motores en función de variables como la velocidad y las revoluciones del camión para reducir al máximo el consumo de combustible.

En la ilustración 2 puede verse la distribución de los componentes mencionados y cómo se conectan entre sí.

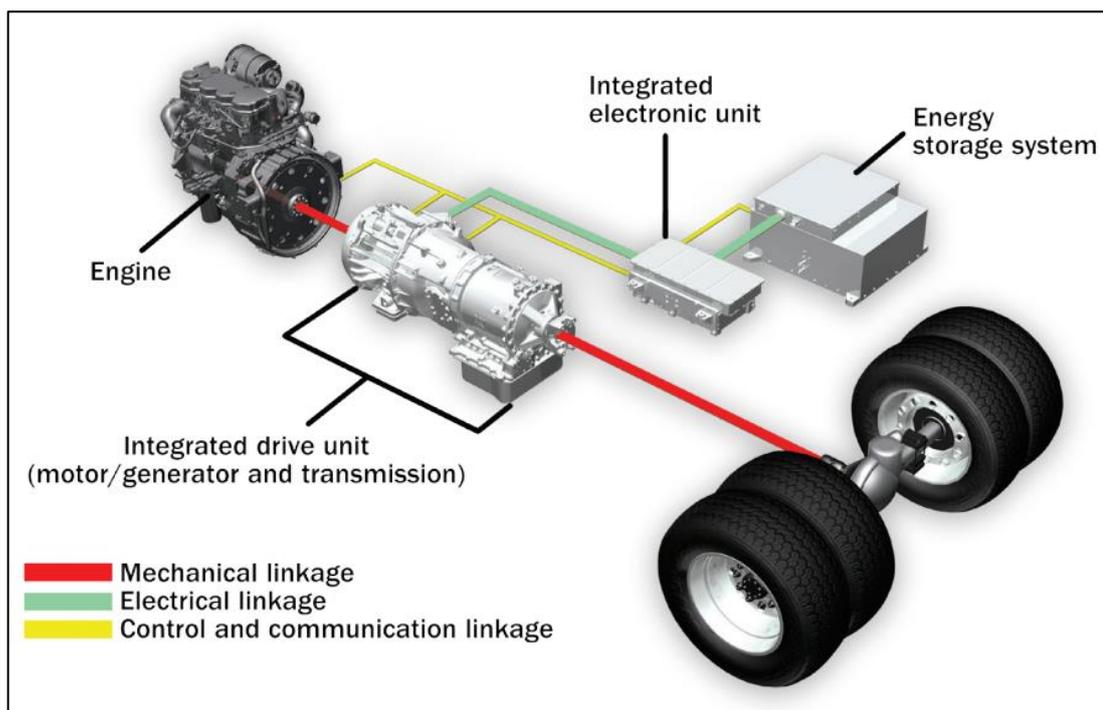


Ilustración 2: muestra los componentes principales de un motor híbrido eléctrico en paralelo; fuente: Hybri Drive.

2.4.3. Impacto económico

De acuerdo a la información provista por Cervecería Quilmes, el transporte Tier 2 relacionado a las ventas directas de la empresa consume anualmente un total de 1.521.055 litros. Tomando el precio del gasoil a 6,6890 \$/litro, el gasto asociado resulta ser \$10.174.334.

Considerando las especificaciones técnicas del camión Volvo FE Hybrid, que se ajusta correctamente al tipo de vehículo necesario para el transporte Tier 2, en distribución el ahorro es entre un 15% y un 20%. Se adoptará la posición conservadora del 15% de ahorro.

Tecnología	Combustible necesario (lts)	Gasto en combustible	Ahorro (\$)
Diesel convencional	1.521.055	\$ 10.174.334	\$ -
Híbrido Diesel-eléctrico	1.292.896	\$ 8.648.184	\$ 1.526.150

Tabla 15: presenta el consumo y el gasto asociado en combustible para el transporte Tier 2.

La tabla 15 presenta un resumen de ambos escenarios y como puede verse el ahorro en combustible puede llegar a ser de \$ 1,5 millones al año si se considera una reducción del consumo del 15%.

El costo incremental de un híbrido es de aproximadamente USD 45.000, lo que equivaldría a \$276.750 si se toma el dólar oficial 6,15 \$/USD.

2.4.4. Impacto medioambiental

El beneficio medioambiental logrado por las unidades híbridas se debe a la reducción del consumo de combustible, a diferencia del biodiesel por ejemplo donde el beneficio se debe a las propiedades del combustible.

En consecuencia, la reducción de emisiones es igual al ahorro de combustible, es decir que CO₂ producido se reduce en un 15%.

Tecnología	Combustible necesario (lts)	Ton CO ₂ /litro	Emisiones asociadas (ton CO ₂ /año)	Reducción de emisiones
Diesel convencional	1.521.055	0,00263	4.000,4	0%
Híbrido Diesel-eléctrico	1.292.896	0,00263	3.400,3	15%

Tabla 16: presenta las emisiones asociadas al diesel convencional y al híbrido diesel – eléctrico.

La tabla 16 presenta las emisiones asociadas en cada caso y como puede verse el 15% de ahorro implica una disminución de 600 toneladas de CO₂ por año. Como es de esperar, el resto de los gases como monóxido de carbono, azufre y partículas disminuye en la en la misma proporción.

2.4.5. Implementación

Como puede deducirse, a diferencia de otras alternativas como la del biodiesel o la del GNC, un camión híbrido eléctrico no ofrece la posibilidad de adaptar algunos de los camiones existente, en consecuencia debe comprar uno 0 km.

En este punto es dónde los motores híbridos eléctricos pierden su atractivo en países como la Argentina. Desafortunadamente, no se encuentra ningún fabricante de este tipo de camiones en el país, con lo cual, en el caso de querer adquirir uno, la única alternativa es la importación. En el contexto actual resulta sumamente difícil para las empresas transportistas enfrentar los largos procesos y costos de la importación.

2.4.6. Conclusiones

Los camiones híbridos, debido al principio por el cual reciclan energía, son aplicables sólo al transporte Tier 2 Cervecería Quilmes, en consecuencia tanto el impacto económico como ambiental se ven reducidos dado que representan sólo el 5% del consumo total que se encuentra bajo el programa de Green Logistics de la empresa.

La reducción del consumo y de emisiones es importante, además se debe tener en cuenta que en este trabajo se ha tomado la posición conservadora del 15%, sin embargo algunos fabricantes garantizan un ahorro del 30%. En este sentido, es recomendable

realizar una prueba “in field” aplicada la distribución de Quilmes para entender cuál es el número real.

Por otro lado, la inversión para obtener un camión híbrido es demasiado alta en comparación con los beneficios que se obtendrían a futuro dado que las escalas de producción aún son muy bajas.

A continuación se presenta un flujo de fondos para el caso de un camión que se utiliza durante 5 años donde la inversión adicional necesaria es de \$276.750. Los supuestos en cuanto a tasa de corte, amortización y valor de liquidación del activo son los mismos que para el caso del biodiesel.

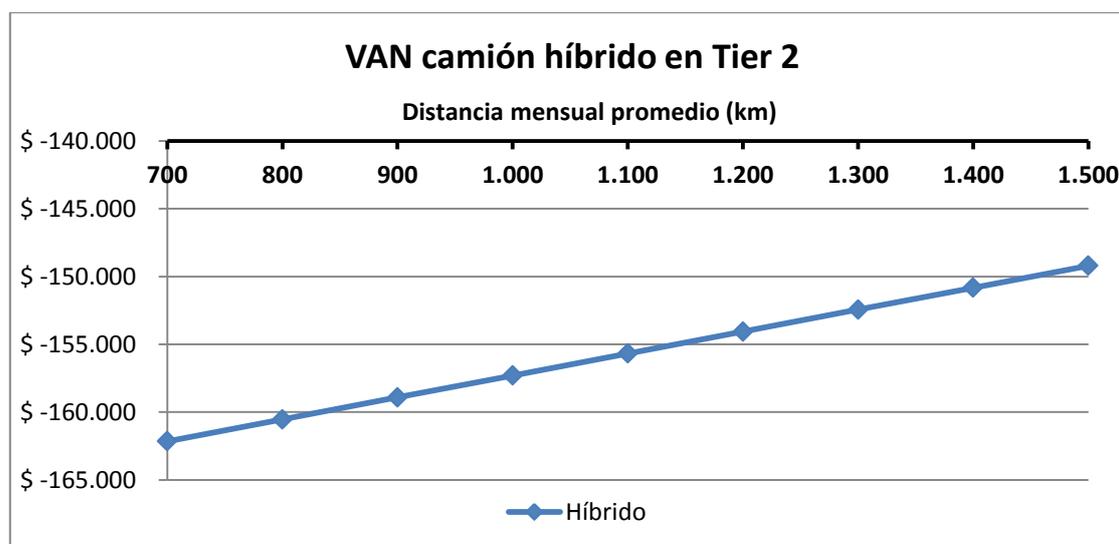


Gráfico 27: VAN para el caso de un camión híbrido en función de varias distancias de transporte Tier 2.

Como puede verse en el gráfico 27 en todos los casos el VAN es negativo. De hecho, se ha simulado una situación irreal en la cual el ahorro del combustible es del 100% y ni siquiera en tal caso el VAN ha dado positivo. De este análisis se desprende que el precio adicional que debe pagarse por esta tecnología es demasiado alto. Como se mencionó oportunamente, la causa principal de este problema es la baja escala de producción.

En consecuencia, este tipo de tecnología no resulta sustentable desde el punto de vista económico actualmente. Sin embargo, los beneficios medioambientales son importantes.

3. CONCLUSIONES

3.1. Resumen comparativo

Luego de haber presentado cada una de las alternativas para el transporte de Cervecería Quilmes, en esta sección el objetivo es presentar un resumen comparativo que permita determinar fácilmente los puntos en los cuáles cada opción es fuerte o débil. También se darán las recomendaciones para que la empresa tenga en claro que caminos puede seguir y cuáles no.

En el gráfico 28 se resumen las variables más relevantes sobre las cuales se evaluó en una escala de 1 a 10 el desempeño de los combustibles analizados.

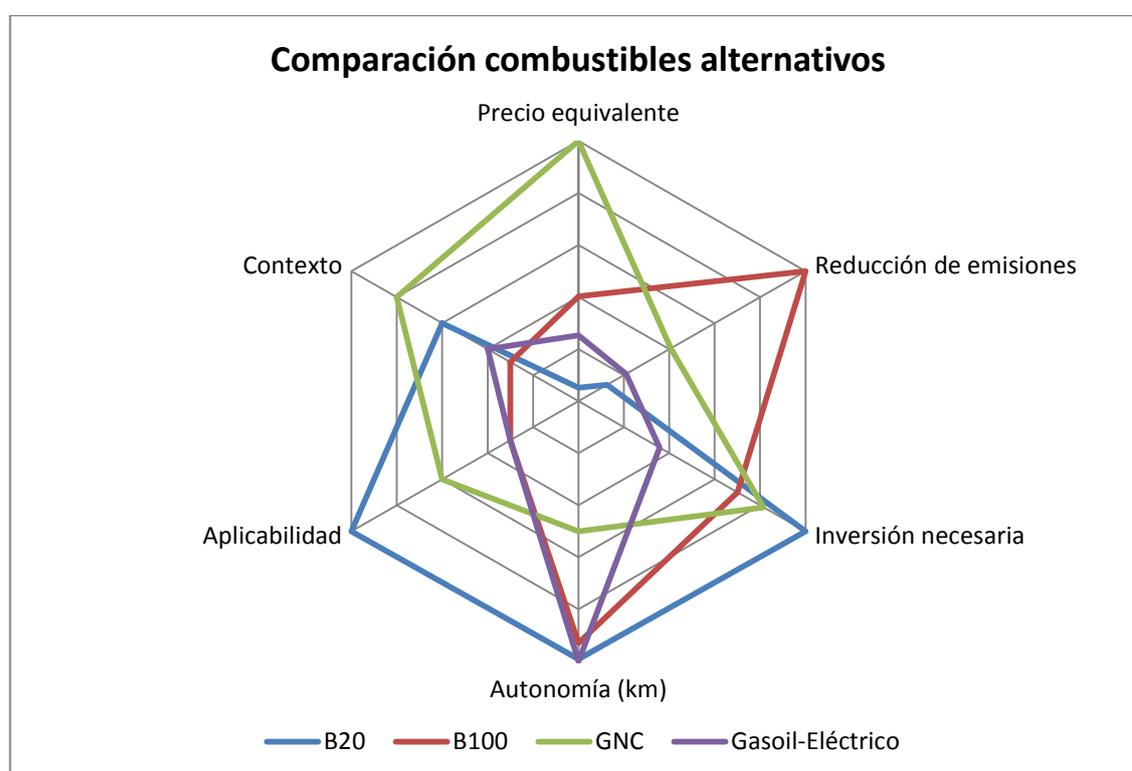


Gráfico 28: presenta el valor en una escala de 1 a 10 para las distintas alternativas según 6 variables consideradas.

A continuación, se desarrollan cada una de las variables consideradas, explicando cuál fue el método de cálculo adoptado y un comentario sobre cada una de las alternativas.

3.1.1. Precio equivalente

La variable *Precio equivalente* no es el precio unitario del combustible, hacerlo de esta manera sería un error porque todas las alternativas tienen un rendimiento diferente. En consecuencia, se tomó un “precio equivalente” que está corregido precisamente para que los combustibles sean comparables.

En este caso se desarrolló el siguiente cálculo para determinar el valor de 1 a 10 correspondiente a cada alternativa:

$$\text{Precio equivalente} = \frac{\text{Reducción de Precio Equivalente}_i (\%)}{\text{Máxima reducción de precio equivalente} (\%)} \times 10 \quad (2)$$

Según esta fórmula, a la alternativa de menor precio le corresponde el valor 10 y al resto un valor proporcional en función del porcentaje de ahorro.

En el gráfico 11 puede verse que la alternativa con mayor puntaje en referencia a la variable *Precio* es el GNC. Este combustible produce un ahorro del 59% respecto al diesel para recorrer la misma cantidad de kilómetros.

En cuanto al híbrido, el porcentaje de reducción del precio equivalente es del 15% dado que está afectado directamente por la reducción del consumo que logra esta tecnología.

El B20 logra su reducción precio por mezclar el gasoil con un combustible (B100) que se consigue a menor precio. Dado que la proporción de mezcla es baja, que el biodiesel no es mucho más barato que el gasoil y que además el consumo aumenta por el menor rendimiento, la puntuación que recibe el B20 es muy baja.

Por último, en el caso del B100 el puntaje en *Precio equivalente* es considerable, aunque no llega a ser tan alto como el del GNC. Además debe tenerse en cuenta que el biodiesel se compra más barato que el gasoil gracias a la intervención del Estado.

3.1.2. Reducción de emisiones

Para esta variable se tomó el porcentaje de reducción de emisiones logrado en comparación con el diesel convencional y luego se lo dividió por el porcentaje de reducción más grande de las 4 alternativas. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Reducción de emisiones} = \frac{\text{Reducción de emisiones}_i}{\text{Máxima reducción de emisiones}} \times 10 \quad (3)$$

En cuanto a la *Reducción de emisiones* el B100 logra un puntaje de 10 ya que logra la reducción más alta de todas las alternativas con un 71,36%.

En segundo lugar se encuentra el GNC con un 29,2% de reducción de emisiones, seguido por el híbrido con un 15%.

En último lugar se encuentra el B20 con un 8,97%. Si bien los beneficios medioambientales del biodiesel son muy altos, el B20 no logra hacer diferencia debido a la baja proporción de este combustible en la mezcla.

3.1.3. Inversión necesaria

En cuando a la inversión requerida se consideró el costo adicional en el que se incurriría en el caso de adoptar la tecnología correspondiente. El cálculo realizado fue el siguiente:

$$Inversión\ necesaria = \frac{Valor\ de\ un\ camión\ 0km - Inversión\ adicional_i}{Valor\ de\ un\ camión\ 0km} \times 10 \quad (4)$$

Para el caso de una alternativa para el Tier1 se tomó como referencia un valor de \$1.000.000 para un camión 0km y para el Tier 2 se consideró \$430.500. Las alternativas del B20, el B100 y el GNC fueron hechas sobre la base un Tier 1 dado que es donde tienen mayor aplicabilidad, mientras que el híbrido sobre la base de un Tier 2 por el mismo motivo.

En este caso la mejor alterativa es el B20 dado que no requiere inversión, por lo tanto recibe un puntaje de 10. En cuanto a las otras alternativas aplicables a Tier 1, B100 y GNC, el puntaje es similar aunque levemente a favor del GNC. En el primer caso la inversión necesaria es del orden de \$300.000 y en el segundo es de \$184.500.

La alternativa menor valuada en cuanto a inversión es el híbrido porque la tecnología necesaria es muy costosa. Un camión híbrido cuesta \$276.750 más que un camión convencional del mismo tipo y, además debe tenerse en cuenta que este adicional se compara contra el valor de un camión de Tier 2 que es de unos \$430.500.

3.1.4. Autonomía

Para calcular el valor correspondiente a *Autonomía* se compararon la distancia máxima que puede ser recorrida con cada combustible con la distancia máxima que puede ser recorrida con un camión diesel convencional. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$Autonomía = \frac{Autonomía_i}{Autonomía\ diesel\ convencional} \times 10 \quad (5)$$

Al considerar la autonomía también debe tenerse en cuenta si la tecnología en cuestión es aplicable al Tier 1 o al 2 dado que la autonomía difiere en esos casos. El B20, el B100 y el GNC fueron comparados con la autonomía de un camión diesel convencional de Tier 1, 1.500 km, mientras que el híbrido fue comparado con un camión diesel convencional de Tier 2, 750 km.

Las 2 alternativas de biodiesel y el híbrido no presentan grandes variaciones en su autonomía. Sin embargo, para el GNC la autonomía es una debilidad ya que tiene la mitad de autonomía que un diesel convencional, en consecuencia recibe 5 puntos.

3.1.5. Aplicabilidad

Esta variable busca representar la aplicabilidad operativa de cada alternativa. A diferencia de las variables anteriores, la *Aplicabilidad* se basa en consideraciones cualitativas.

El B20 recibió una puntuación de 10 dado que no es necesario ningún cambio para su aplicación.

Tanto el B100 como el híbrido tienen un 3 porque en ambos casos es necesario adquirir un camión totalmente nuevo que se ajuste a las necesidades.

En una posición intermedia se encuentra el GNC, con un puntaje de 6, porque en este caso es necesaria una transformación del camión existente.

3.1.6. Contexto

El *Contexto* es otra variable cualitativa que toma en consideración la capacidad de implementar el combustible con el contexto político y productivo del país.

Al B100 se le adjudica un 3 dado que la tecnología aún no está a la venta en el país y se necesita aumentar fuertemente la capacidad productiva para cubrir la nueva demanda. En el plano político, este combustible tiene la desventaja de ser dependiente de subsidios del Estado para ser económicamente sustentable.

El B20 recibe un puntaje de 6 dado que no es necesario aumentar fuertemente la capacidad productiva de biodiesel. Luego, si bien el biodiesel sigue teniendo el problema de estar sujeto a políticas energéticas del país, en este caso no hay inversión de por medio, con lo cual el contexto es más favorable.

El caso del híbrido es similar al B100 en el sentido de que la tecnología aún no está disponible a la venta en el país. Sin embargo, tiene la ventaja de no depender de políticas del Estado, en consecuencia recibe un 4.

Por último, la alternativa que presenta la mayor alineación con el contexto actual es el GNC. Este combustible tiene buena disponibilidad en el país porque una buena parte del parque automotor de la Argentina lo utiliza. Además, los pronósticos respecto a la extracción de Gas Natural en Vaca Muerta son favorables, asegurando la disponibilidad del combustible por varios años más.

Finalmente, se presenta una tabla resumen que incluye ponderaciones para determinar la influencia de las distintas variables en la decisión final.

Como puede verse en la tabla 17 la variable más importante es la del precio, dado que ella va a ser quién determine seguramente la elección de la tecnología o no. En segundo lugar se ubica la aplicabilidad porque es importante que la alternativa sea de fácil aplicación para lograr la adhesión y un mayor impacto.

Luego, con 15 puntos de 100 se ubica la reducción de emisiones. Esta variable, si bien es importante y muchas veces suele ser el objetivo de proyectos como Green Logistics, por sí solas no logran grandes cambios. El factor económico es determinante.

En consecuencia, también se le dio un total de 15 puntos a la inversión necesaria, dado que en algunos casos las sumas a desembolsar son prohibitivas y terminan llevando al fracaso incluso a proyectos con un gran potencial de impacto.

El contexto también fue ponderado con 15 puntos dado que es relativamente importante que la política y sobre todo la disponibilidad de la tecnología en el país acompañen el proyecto desde el inicio.

Por último, la autonomía se ponderó con un total de 10 puntos dado que no resulta condicionante de grandes decisiones aunque sí debe ser tenida en cuenta, especialmente en el caso del GNC donde la autonomía es la menor de todas y porque no hay estaciones con este combustible en todas las rutas del país.

Del estudio realizado surge que el GNC es el combustible alternativo que debería ser adoptado por la empresa.

Escenario		En estudio			
Variable	Pond.	B20	B100	GNC	Gasoiel-Eléctrico
Precio equivalente	25	0,53	4,03	10,00	2,54
Reducción de emisiones	15	1,26	10,00	4,07	2,10
Inversión necesaria	15	10,00	7,00	8,16	3,57
Autonomía (km)	10	9,91	9,30	5,00	10,00
Aplicabilidad	20	10,00	3,00	6,00	3,00
Contexto	15	6,00	3,00	8,00	4,00
TOTAL	100	5,71	5,54	7,23	3,69

Tabla 17: presenta las principales variables, su ponderación y el valor para cada una de las alternativas en estudio.

3.2. Matriz Impacto - Dificultad

En la siguiente síntesis las variables de aplicabilidad, inversión y contexto fueron agrupadas y responden a la *Dificultad* de implementar el proyecto. Las variables precio y emisiones fueron categorizadas como de *Impacto* para representar los beneficios que traería cada alternativa.

En la matriz puede verse claramente que el B20 es una solución de muy sencilla aplicación pero su impacto es muy bajo.

En cuanto al híbrido, su dificultad de implementación se encuentra entre media y alta porque es una tecnología que se encuentra en desarrollo para camiones. Aún no hay fabricantes o concesionarias que ofrezcan esta tecnología en el país. El motivo principal debe ser que debido a la producción en baja escala los costos son muy altos y es difícil venderlos en países en desarrollo como Argentina. Con respecto al impacto, es considerable, del orden del 15% o 30% según el uso que se le dé al camión.

El B100 es una de las alternativas de mayor impacto. Sin embargo, los camiones de este estilo que andan en la calle son muy pocos y la mayoría forma parte de experimentos. Es una tecnología que no ha terminado su etapa de desarrollo aún, en consecuencia la dificultad para su implementación se acrecienta. Además, la industria del biodiesel en Argentina debería invertir en ampliar la capacidad productiva para poder hacer frente a varias empresas grandes que quisieran convertir toda su flota en camiones B100.

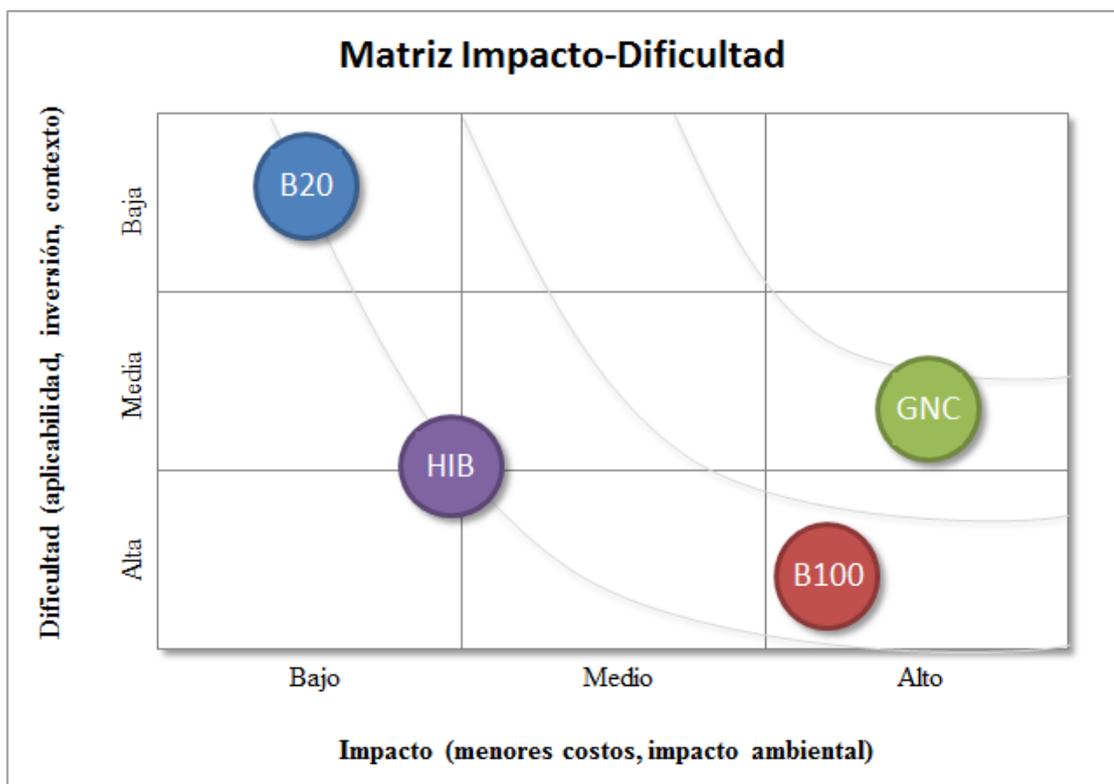


Gráfico 29: matriz impacto – dificultad para la implementación de cada una de las alternativas.

Por último, la alternativa recomendada en esta investigación, el GNC es el combustible de mayor impacto gracias a la marcada diferencia de precio que tiene con las otras alternativas. Sus beneficios ambientales son considerables también, aunque no tan altos como los del B100. En cuanto a la dificultad en su implementación tiene la gran ventaja de que es una tecnología ampliamente utilizada en el parque automotor, pero la desventaja de que las estaciones de carga se encuentran concentradas en las principales ciudades del país, por lo que no es un combustible factible para utilizar en cualquier recorrido. Por otra parte, los buenos pronósticos respecto a las extracciones en Vaca Muerta hacen pensar que el GNC agrandará cada vez más la brecha de precio con respecto a otros combustibles, ya que eventualmente no será necesario importarlo. Asimismo, no es necesario esperar al desarrollo de tecnología o de que llegue al país, como es el caso de los camiones híbridos. Empresas argentinas como Esigas trabajan con GNC y realizan trabajos de conversión de motores diesel a GNC, resolviendo el problema de la aplicación operativa del combustible.

Por lo tanto, dado el contexto actual y evaluando los escenarios más probables a futuro, el GNC es la solución óptima para disminuir los gastos en combustible y reducir el impacto ambiental, sin correr un gran riesgo en la inversión.

3.3. Conclusión

Considerando lo expuesto anteriormente, y dado el actual contexto del país se concluye que la mejor alternativa para la distribución de Cervecería Quilmes es el Gas Natural Comprimido, aplicado a los recorridos de larga distancia. Su VAN positivo, una inversión moderada, y su buena aplicabilidad hacen que la relación dificultad-impacto sea la mejor dentro de las opciones posibles.

Si bien para el análisis realizado esta resulta ser la opción más viable y que tiene mayor impacto económico y medioambiental, las otras pueden ser consideradas en otros contextos.

También es importante destacar que las alternativas expuestas pueden utilizarse en distintos camiones o recorridos de distintas características, por lo que no es necesario elegir una sola de ellas.

En el caso del B20, la facilidad en su aplicación hace que sea conveniente implementarlo, aunque no tenga un gran impacto en los costos de la empresa. Su aplicación es inmediata, y tiene una gran flexibilidad, por lo que de aumentar repentinamente el precio del Biodiesel, existe la posibilidad de abandonar su utilización y retomarla en caso de vuelva a ser conveniente. La gran capacidad de respuesta frente a las fluctuaciones en el precio del combustible hace que esta alternativa cobre especial importancia. Si la situación del Biodiesel en el país continuara como hasta ahora, con altos aranceles en la exportación a países europeos y un exceso de oferta en el mercado interno, llevar el corte al 20% representaría ahorros para Quilmes.

Sin embargo, en el caso del B100 la aplicación no es tan viable. Al tratarse de camiones que funcionan únicamente con Biodiesel, no tiene flexibilidad alguna. Es decir que la inversión es muy riesgosa y muy susceptible a los cambios en las políticas de exportación del Biodiesel y los precios fijados por el gobierno. Además, la inversión que hay que realizar es alta, ya que se debe adquirir unidades nuevas, un 30% más caras que los camiones diesel.

Con respecto a los camiones híbridos, se puede decir que en este momento la inversión no es viable de ninguna manera, aún si fuese factible conseguir estas tecnologías en el país. La inversión es muy alta en relación a los beneficios que se obtienen. Para que esta tenga un impacto económico positivo, debería bajar su precio en relación al de un camión Diesel, y se debería realizar la prueba del porcentaje de ahorro de combustible, para ver si se obtienen resultados superiores al 15% estimado en este estudio. En algunos años, de suceder que se puedan comprar ese tipo de camiones en la Argentina, y que su precio sea menor al actual, sería interesante analizar nuevamente esta opción. Una gran ventaja de los camiones híbridos eléctricos, es que la inversión no cuenta con un riesgo mayor al de operar con Gasoil, ya que los ahorros que se producen en cantidad de combustible utilizado son independientes de políticas y precios. Es decir, si bien esta alternativa está expuesta al precio del combustible, su exposición es menor a

la de utilizar un camión Diesel. Por último, los beneficios medioambientales son muy importantes, es la alternativa más ecológica por el momento.

Por último, la elección del GNC como el combustible más conveniente de utilizar no considera sólo el contexto actual, sino la evolución esperada en la situación energética del país. El estado impulsa la utilización de GNC para el parque automotor y transportes pesados, ya que los combustibles líquidos son muy escasos, y hay gran disponibilidad de Gas Natural en la Argentina. Realizar una inversión en la transformación de un camión a GNC no implica solamente un ahorro económico ahora, sino también adelantarse a lo que probablemente será el combustible más popular en el futuro. Esto queda demostrado por la gran penetración que ha conseguido en automóviles, y el crecimiento en estaciones de carga a lo largo del país. Los beneficios medioambientales de implementar este proyecto, así como la migración hacia un combustible más abundante, hacen que sea una alternativa sustentable.

4. FUENTES

4.1. Combustibles líquidos

- Montamat & Asociados, 2013. Informe mensual de precios de la energía.
- <http://www.energia.gov.ar/> (Secretaría de Energía de la República Argentina)
- <http://www.iapg.org.ar/> (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas)
- <http://es.investing.com/>
- <http://web.iae.org.ar/> (Instituto Argentino de la Energía)

4.2. Biodiesel

- Jorge Antonio Hilbert , Rodrigo Sbarra y Martín López Amorós, 2012. Informe de Producción de biodiesel a partir de aceite de soja. Contexto y evolución reciente. Buenos Aires. Ediciones INTA.
- Paragontech Logsis, 2012. Informe: Mercado de Biodiesel.
- <http://www.carbio.com.ar> (Cámara Argentina de Biocombustibles)
- <http://www.cader.com.ar> (Cámara Argentina de Energías Renovables)
- <http://infocampo.com.ar/nota/campo/46654/las-trabas-europeas-al-biodiesel-argentino-hicieron-caer-el-precio-del-aceite-de-soja>
- <http://www.cronista.com/negocios/Por-menor-produccion-de-biodiesel-local-cae-mas-de-20-el-precio-del-aceite-de-soja-20130716-0088.html>
- Pablo Fraga, 2011. Informe Especial de Biocombustibles.
- Ing. Agr. M. Sc. Lidia B. Donato Ing. Ambiental Ignacio Roberto Huerga Ing.Agr. Jorge A. Hilbert, 2008. Informe de Balance Energético de producción de Biodiesel a partir de soja en la república Argentina.

4.3. Motores híbridos

- <http://www.volvotrucks.com>
- http://www5.mercedes-benz.com/en/vehicles/trucks/the_atego_bluetec_hybrid/
- <http://elfuturoeselectrico.blogspot.com.ar/2012/11/camiones-hibridos-para-distribucion-y.html>
- <http://www.hybridrive.com/literature.asp>

4.4. Gas Natural Comprimido

- <http://www.energia.gov.ar/>
- <http://www.uia.org.ar/>
- <http://www.gnc.org.ar/> (Cámara Argentina del Gas Natural Comprimido)
- <http://revistapetroquimica.com/sigue-batiendo-records-la-conversion-de-automoviles-a-gnc/>
- <http://www.gnc.org.ar/images/pv271-112011.pdf>
- <http://www.inti.gob.ar>

- <http://www.enargas.gov.ar/>
- <http://www.ypf.com/>
- <http://www.idesa.org/>

4.5. En general

- Claudio Molanes, 2008. Compendio de Vapor y Máquinas Térmicas.