

## BIODIESEL Y ETANOL, TRÁNSITO SEGURO HACIA LA ERA DE LOS COMBUSTIBLES RENOVABLES

*Cristóbal Felipe Romero Iragüen \**

### **Introducción.**

**E**n la feria mundial de adelantos de París en el año 1900, uno de los expositores fue el Ingeniero alemán, Rudolph Diesel, quien se presentó con uno de sus inventos patentado años antes: “el motor diesel”; en esa oportunidad utilizó aceite de maní para su combustión, maravillando con ello a gran parte del público asistente. Con este invento, se reemplazarían las máquinas recíprocas accionadas con vapor y le darían un fuerte impulso a la incipiente revolución industrial. Diesel, comentó en esa oportunidad, que el futuro del desarrollo mundial y en definitiva la diferencia del éxito entre los países, dependería exclusivamente del correcto equilibrio en el uso de los suelos, entre los cultivos usados como fuentes de alimentos y los cultivos usados para producir aceites energéticos o biocombustibles. Poco tiempo después, en la primera década del siglo XX, se usaría un recurso energético fósil en vez del aceite, el petróleo, lo que posibilitó el rápido desarrollo de las máquinas motrices, de la mano con la proliferación de la prospección y explotación de otros recursos fósiles.

En 1876, el alemán Nikolaus Otto, patentó un motor que funcionaba con combustibles gaseosos, y al igual que su compatriota Diesel, coincidió en la apreciación del uso de biocombustibles, lo

que sería ratificado más tarde por Henry Ford, quien utilizó el “Etanol” para los motores ciclo Otto, de los autos que fabricó y cuyo uso masificó durante la primera mitad del siglo pasado. Al final del día, sucedería lo mismo que con Diesel, sin tomar en cuenta las voces de sus inventores, los mercados optaron por una solución más económica y de respuesta rápida y eficiente para estos motores; usar un combustible fósil: la bencina.

En aquel tiempo, con el desarrollo de estas nuevas tecnologías los países vieron abiertas las posibilidades de un crecimiento real y sostenido, apoyados por el “positivismo” en la utilización de estos nuevos elementos de respuesta rápida y simple operación; el efecto producido fue la proliferación del uso de máquinas con energía fósil, sentenciando de esta forma negativamente el ordenamiento económico entre los países en todo el mundo, el que quedó sostenido en dos factores relevantes y de los cuales la más mínima variación en el precio de uno de ellos, afecta a todas las economías: el recurso energético combustible y la máquina que lo usa.

### **Uso de Recursos Fósiles en el contexto Mundial.**

Hoy en día, en cada uno de los países del mundo una buena calidad de vida exige, que las políticas de gobierno,

el enfoque económico y el ingreso per cápita, estén orientados para que a sus habitantes, de acuerdo a su enfoque social, se les permita satisfacer gran parte de sus necesidades básicas, desarrollo personal y grupal; exige además que exista el pleno empleo, para que todos tengan opción a este ingreso, y por último, exige un cuidado por el ambiente y un orden establecido, que permita tener una vida limpia sin polución y tranquila. Un elemento en común, que puede dañar drásticamente estos requerimientos de un buen vivir a nivel mundial, es la falta de energía para mover las máquinas de autos, camiones, buques, aviones, centrales termoeléctricas y todo sistema que como energía primaria utilice petróleo o sus derivados para su funcionamiento. Es por este motivo, que vale la pena saber y entender “que significa” realmente el



Nikolaus Otto.

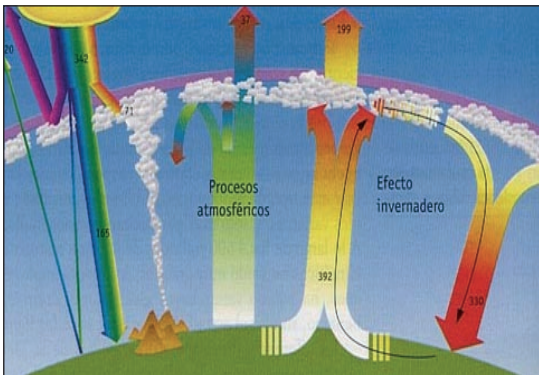
petróleo para el mundo y pensar en establecer políticas de preparación nacional e institucional para enfrentar el posible sustituto cuando la energía fósil comience a escasear. Los países “Visionarios” ya lo asumieron y han tomado acciones para amortiguar los efectos negativos que podría acarrear la falta de combustibles fósiles; aparecen liderando en estos países, sus fuerzas armadas, quienes visualizan el problema y asumen que, en caso que el combustible escasee, deberán seguir operando para mantener el orden y la capacidad de disuasión, aún sin petróleo. Por otro lado, sumado a la problemática económica, el factor ambiental es relevante y cada vez más inserto en la conciencia mundial. La vida en la Tierra, como la conocemos, existe

gracias al efecto invernadero que se produce en forma natural, pero su rápido y creciente aumento afecta drásticamente la supervivencia de algunas especies y al ser humano, siendo éste uno de los temas más preocupantes para todos los países y la comunidad científica mundial. El CO<sub>2</sub> es un gas invernadero y uno de los sub-productos de la combustión de combustibles fósiles, por lo que el tema ambiental y el calentamiento global, son consecuencia directa del uso del petróleo y sus derivados; los últimos registros indican que las concentraciones de CO<sub>2</sub> exceden actualmente de 380 ppm, el nivel más alto registrado hasta el momento y sigue aumentando: en 1958 el nivel era de 315 ppm.

### Reservas Fósiles Finitas.

El petróleo como todos los recursos fósiles, proviene del proceso milenario de la transformación que ha sufrido la energía que proviene del sol en la tierra. Esta energía ha sido transformada desde un principio hasta hoy, por los vegetales; el problema está, en que la energía acumulada por miles de años no se renueva, se agota en una relación inimaginable de acuerdo a las proyecciones de consumo mundial, las que se estiman no durarán por mucho tiempo, quizás hasta el próximo siglo. El escaseo del petróleo, hará a los distintos países en el mundo, querer tener el control sobre el precio de mercado y sus reservas; esto podría acarrear diversas crisis internacionales, lo que sumado a los desórdenes climáticos producto del uso de este combustible, contribuirían a producir un desorden económico, debido a un posible efecto de reacción en cadena al estancarse uno tras otro los diferentes mercados, más aún, en un mundo donde cada día más países se vuelven dependientes de otros, principalmente por los tratados y acuerdos que permiten el comercio entre ellos. Claro está, que estas crisis comenzarán indiscutiblemente, mucho antes de

que se agote por completo; es un escenario con características apocalípticas, que espera el final de la llamada "era del petróleo", de la cual somos protagonistas. Hoy, ya nos damos cuenta que comenzamos a vivir estos problemas, la mayoría de las actividades se ven condicionadas por el precio y la cantidad de combustible que se necesita para el transporte o desplazamientos en general de buques, aviones, autos y camiones.



El factor ambiental es relevante y cada vez más inserto en la conciencia mundial.

### **Panacea Energética:**

La solución *IDEAL* para el consumo energético mundial, es por el momento una utopía: una energía limpia, de uso libre, de aplicación universal e inagotable. Siendo realistas, antes de que se logre lo anterior, habrá que transitar por un camino intermedio donde irán debutando una a una y en forma integrada, todas las nuevas fuentes de energías con sus ventajas y desventajas. Hoy, somos testigos de este estreno de nuevas tecnologías, donde aparecen factores positivos adicionales como la optimización del uso de la energía, al desarrollar por ejemplo, los cables eléctricos superconductores que evitan las pérdidas de energía por resistencia al avance de los electrones. Las celdas de combustible, son otro ejemplo para aplicaciones eléctricas, hoy presente en tecnología militar y comercial, donde los últimos avances por pro-

ducir su combustible base, con un buen balance energético, apuntan a obtener el Hidrógeno de la Glucosa. Junto con los generadores eléctricos eólicos, por movimientos del mar y geotérmicos están los generadores movidos por nuevas formas de sacar la energía de la fisión nuclear, más limpias y seguras, como lo es el caso del reactor "High Temperature Gas Reactor"; este reactor, será posiblemente el reemplazo de los actuales "Boiler Water Reactor", según los últimos avances de las investigaciones de la Internacional "Atomic Energy Agency", ya que minimiza los riesgos de tener contaminación radioactiva producto de un mal funcionamiento, gracias a que separa el combustible radioactivo en mínimas porciones, en un ciclo totalmente cerrado al ambiente, moviéndolo en un gas inerte, generalmente helio, que toma altas temperaturas para luego producir el movimiento de una turbina a gas, que a su vez conduce un generador eléctrico.

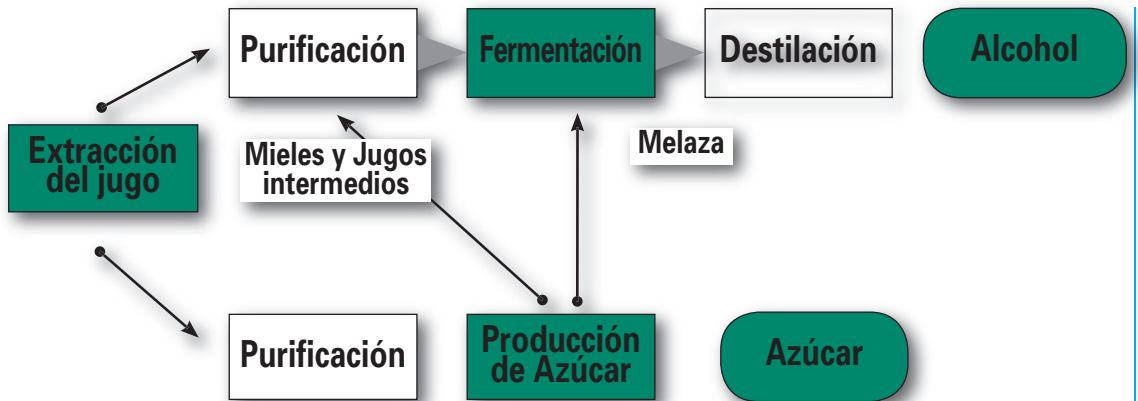
### **Búsqueda de soluciones:**

El análisis y la búsqueda de una solución lo más integral posible al problema energético, se basan en un conjunto de factores mandatorios dependientes de uno general:

*"Minimizar el impacto económico, al momento de reemplazar el combustible y/o la máquina motriz de nuestros actuales medios de transporte y/o productos de energía que utilizan combustibles fósiles, en función de bajar la emisión de contaminantes en el medioambiente y que a su vez presente el mejor balance energético, es decir, la energía que entregue sea cada vez mayor que la que se gasta en producirlo y ambas ineludiblemente renovables y sin contaminación".*

### **Los demás factores a considerar en el tránsito a una energía ideal son:**

- Establecer una política Energética de Estado, con la cual inicialmente se



Cuadro referencial.

debe sensibilizar a la sociedad de lo preocupante del problema que viene.

- El combustible base que se utilice, debe ser renovable y suplir las demandas energéticas de crecimiento y desarrollo del País.
- Se deben eliminar las emisiones nocivas resultantes para el medioambiente y desarrollo de la vida humana.
- Al reemplazar el combustible, se debe tener en cuenta que en lo posible, debe ser lo más parecido al petróleo y sus derivados, para no intervenir la máquina motriz ya existente, mantener las formas de almacenamiento, distribución y comercialización, es decir, mantener la logística del petróleo y sus derivados, para llegar a todos los rincones donde existan usuarios.
- El balance entre el gasto económico, usado para producir el combustible, versus el reintegro que éste genere, debe ser positivo y sustentable en sí mismo para mantener los sistemas económicos estabilizados.

**Biodiesel y Etanol:**

Dos combustibles que cumplen con las características antes mencionadas son el Biodiesel para los motores petroleros y el Etanol para los motores a gas o bencineros. El Biodiesel, no es más que un combustible en base a aceite y alcohol junto a una base o un ácido. Las cantida-

des y las formas de mezclar estas sustancias han sido estudiadas para optimizar el costo económico, el balance energético resultante y la simplicidad del proceso; en líneas gruesas, las cantidades en una proporción básica de la mezcla son 3,5 gramos de hidróxido de sodio (soda cáustica), NaOH,(el cual se fabrica principalmente por medio de la electrólisis de una disolución de sal común, dando lugar a hidrógeno y cloro como subproductos importantes); 200 ml de un alcohol que puede ser Etanol o Metanol; por último 1 litro de aceite. El resultante de la mezcla, será casi un litro de biodiesel y el proceso se denomina transesterificación del aceite en presencia de un alcohol previamente mezclado con una base o un ácido; como subproducto de estas mezclas, queda en el fondo la glicerina, de aplicabilidad múltiple, en aproximadamente un 13% del aceite utilizado, junto a una mínima cantidad de agentes saponificantes que encuentran aplicabilidad en la fertilización de suelos agrícolas. El Biodiesel se puede utilizar puro B100 o mezclado con petróleo diesel en una proporción de 20% Biodiesel y 80% de petróleo, llamada B20. Ambas proporciones se encuentran bajo estrictas normativas de producción como la ASTM D6751 (American Society Testing Materials); como ejemplo de su aplicabilidad está el hecho que la Marina de los Estados Unidos,

ordenó su uso para los vehículos e instalaciones no tácticas a mediados del 2005.

Por otro lado el Etanol, es el alcohol que está presente en las bebidas alcohólicas, siendo su origen a partir de la fermentación anaeróbica del azúcar. Se puede utilizar solo o mezclado con gasolina, del mismo modo bajo estrictas normas de fabricación.

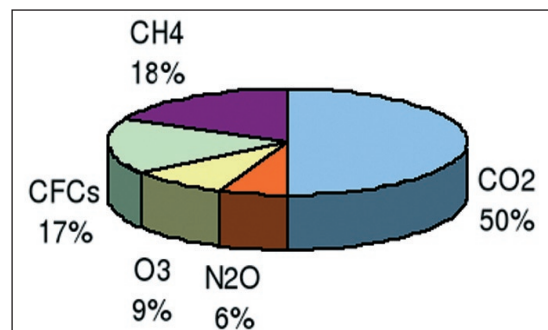
### **Biocombustibles en el Mundo y en nuestro País:**

En Europa y América del Norte ya se ocupan estos combustibles. Los principales líderes a nivel mundial en Biodiesel son los países de la Unión Económica Europea, con una producción de 1.933.400 TON en 2004; en el caso del Etanol, el líder mundial es Brasil, que hace unos meses atrás se declaró independiente energéticamente del resto del mundo, gracias al resultado de una política energética del Estado brasileño, impuesta durante la crisis mundial del petróleo en la década del 70', que ordenó buscar la forma de autoabastecerse implementando máquinas que funcionarán con Etanol, sacado de la caña de azúcar. Uruguay, con la reciente promulgación de la Ley N°17567 en el Art. N°1 declara como interés nacional en todo su territorio la producción de combustibles alternativos. Argentina también tiene establecida políticas de estado energéticas que incluyen el Biodiesel y el Etanol; en Bolivia, hay plantas de Biodiesel que producen 20 m<sup>3</sup> por día. Se podrían seguir enumerando los avances en este tema que han tenido los países vecinos, pero lo importante es tener los conocimientos necesarios para estar preparados en nuestro País y nuestra Armada una vez que el uso de los nuevos combustibles sea inminente para poder seguir cumpliendo los diversos Roles que demanda el Estado, debido principalmente a los siguientes factores y propiedades positivas de los biocombustibles presentados con anterioridad en el Seminario Tecnológico de la Dirección de

Ingeniería y Sistemas Navales el año 2005 en Viña del Mar, bajo el título "Aplicaciones Navales de Biodiesel":

### **Ventajas de los biocombustibles:**

- Producción renovable.
- Sencilla elaboración.
- Utilizan mismas formas de almacenamiento y distribución que los actuales.
- Las modificaciones en la maquinaria son mínimas.
- Mejoran la combustión.
- Limpian circuitos y estanques.
- El Biodiesel no tiene azufre.
- No se degradan con el tiempo.
- Lubrican los motores.
- Aumentan la vida útil de los motores.
- Alargan considerablemente los ciclos de mantenimiento, con la correspondiente economía a escala que produce.
- El biodiesel es aplicable a las turbinas a gas.
- No emiten contaminación nociva.
- El mínimo de CO<sub>2</sub> que produce la combustión, es absorbido por las nuevas plantas necesarias para mantener su producción, lo que permite tener un balance con cero emisión de CO<sub>2</sub>, minimizando con ello el aumento del efecto invernadero.
- Genera mano de obra en todos los procesos de producción.
- Al producirlo dentro del país genera la independencia energética y un aumento del Producto Interno.



Potencial de calentamiento global.



En este contexto, la Armada de Chile, posee el capital humano necesario para el desarrollo inicial de Normativas y Técnicas de aplicabilidad para esta tecnología siguiendo el ejemplo de otras marinas en el mundo, donde luego de desarrollar el "Know How", entregaría los conocimientos prontamente a otros Organismos del Estado o Privados, para luego generar solo la demanda de los Biocombustibles. De esta forma, se mantendrá el liderazgo en este tipo de temas fundamentales del País, lo que sería sólo consecuencia de la excelencia de nuestra formación y al mismo tiempo, estaría contribuyendo una vez más al desarrollo de nuestra Patria, en un momento crucial donde se está importando más del 70% de la energía que consume (MINMINERÍA).

Recientemente en Chile, se logró lo más cercano a la traza de las primeras líneas de una sólida política energética de estado, consciente en parte de la problemática planteada en el presente artículo, la cual viene dada por una consecuencia directa de las modificaciones legales introducidas en el mercado de la generación eléctrica (Leyes N°19940, de 2004 y N°20018, de 2005), donde se generaron oportunidades de US\$ 2 millones entregados por la CORFO, para el desarrollo de pequeños proyectos de generación eléctrica bajo 20 MW, en base a energías renovables en regla con el Protocolo de Kyoto, que establece el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual permite a los países industrializados y empresas comprar parte de las reducciones de gases que provocan el calentamiento de la tierra, a empresas de países en desarrollo. Llama la atención que en estas bases no están considerados los biocombustibles, lo cual es consecuencia de que el organismo encargado de definir las fuentes energéticas renovables en Chile, no considera al biodiesel ni al etanol como tales; este organismo, la Comisión Nacional de Energía, paradójicamente incluyó dentro del concepto

de "Hidrocarburos" a los Biocombustibles no fósiles, lo que literalmente limita su desarrollo, ya que según la Constitución Política de Chile, "el Estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable, e imprescriptible de" entre otros "los depósitos de Carbón, Hidrocarburos y demás sustancias Fósiles", por ende la norma brinda aplicabilidad a los depósitos fósiles y a los biocombustibles, de esta forma el Estado o sus empresas, en este caso ENAP, actualmente fomentan los contratos de operación petrolera y de alguna manera limitan los desarrollos de Biocombustibles; anecdóticamente dicha situación sólo pasa en nuestro País, donde falta normar la inclusión de los Biocombustibles dentro de los combustibles posibles de usar en la Matriz Energética Nacional, para luego comenzar con su consumo - uso y controlar sus precios, es decir, preparar el marco legal para que los distintos proyectos de Biocombustibles se puedan desarrollar cuando se genere la demanda. En relación al mismo tema, dentro de los contenidos que están en la agenda de Gobierno, el problema energético está vigente, pero en el área de abastecimiento eléctrico para instalaciones terrestres, de hecho la actual Ministra de Minería Karen Ponjachik, organizó un "Road Show" en Nueva York, el 15 de septiembre recién pasado, evento que fue encabezado por la Presidenta de la República Michelle Bachelet, donde junto a cerca de 200 ejecutivos, analistas, expertos del sector energía de Wall Street y los Gerentes Generales de las principales empresas de distribución eléctrica del País, presenciaron el primer seminario de negocios destinado a promover las inversiones en el sector energético eléctrico de Chile.

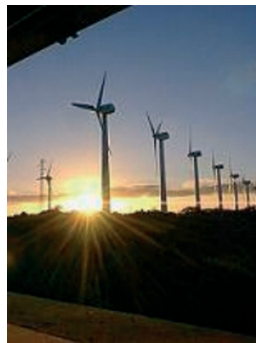
### **Conclusiones Finales.**

Está claro en la comunidad científica mundial, que en el futuro no existirá una sola energía base, como lo es hoy en día el petróleo, sino que será

una integración de energías renovables y limpias que alimentarán principalmente máquinas eléctricas, ya sea para móviles o instalaciones fijas terrestres, ergo debe existir un tránsito hacia ello, ya que el hecho de que sea un cambio drástico desestabilizaría la economía mundial con consecuencias desastrosas. En este contexto el Biodiesel y el Etanol, se presentan como una de las soluciones más prácticas a esta problemática, por lo que debería ser un tema importante y de continuo análisis para lograr pronto su aplicación en nuestro País, como ya lo han hecho nuestros vecinos, hecho que implicará cambios como el de una transformación en las tierras cultivables y una fuente estable de trabajo en el tiempo. Retomando las proféticas palabras de Diesel, efectivamente el éxito entre los países, será determinado muy pronto por el que

logre el mejor equilibrio en el uso de los suelos, entre los cultivos usados como fuentes de alimentos y los cultivos usados para producir aceites energéticos o biocombustibles, es en resumen la transformación hacia una nueva economía mundial, en torno a la tecnología verde. Bill Joy, uno de los pensadores y empresarios más respetados de Silicon Valley, dijo que así como Google ha sido la mayor creación de riqueza en los últimos años, la economía del futuro estará relacionada con el área verde, que dejará atrás a la llamada actual "Era del Petróleo". Tomando el buen ejemplo de otros países, hemos de esperar entonces que las miradas en las políticas energéticas nacionales se vuelquen hacia el Biodiesel y el Etanol, los que serán tránsito seguro hacia la independencia energética y el comienzo de la era de la energía limpia y renovable.

\* \* \*



## BIBLIOGRAFÍA

- [www.minmineria.cl](http://www.minmineria.cl)
- [www.iaea.org](http://www.iaea.org)
- [www.biodiesel.org](http://www.biodiesel.org)
- [www.biodiesel-uruguay.com](http://www.biodiesel-uruguay.com)
- [www.cne.cl](http://www.cne.cl)
- <http://cdiac.ornl.gov/>