

El reto del desarrollo sostenible

The Challenge of Sustainability

Felipe Benjumea Llorente.
Presidente de Abengoa.

Resumen: Los científicos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) han concluido que el calentamiento del planeta es inequívoco y está causado por las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico. Uno de los retos más importantes de los próximos años será avanzar en un nuevo modelo basado en energías renovables no contaminantes y cuyo suministro esté garantizado. Para ello, habrá que adoptar un nuevo paradigma económico en el que los precios de los bienes y servicios incluyan, no sólo su coste de fabricación, sino también su coste medioambiental. El bioetanol es la alternativa más prometedora para disminuir el impacto ambiental del sector transporte, y la energía solar es la mejor opción para cubrir las necesidades eléctricas de nuestro planeta de una manera que permita asegurar el bienestar de las generaciones futuras.

Palabras Clave: Bioetanol; Cambio climático; Energías renovables; Desarrollo sostenible; Solar

Abstract: Scientists from the UN Intergovernmental Panel on Climate Change have concluded that global warming is unequivocal and caused by greenhouse gas emissions of anthropogenic origin. One of the most important challenges in the coming years will be to progress towards a model based on non-contaminating renewable energy sources with a guaranteed supply. For this, we need a new economic paradigm in which the costs of goods and services include not only the manufacturing cost, but their environmental cost as well. Bioethanol represents the most promising alternative for decreasing the environmental impact of the transportation sector, and solar energy is the best option to satisfy the electricity needs of our planet in a way that guarantees the welfare of future generations.

Keywords: Bioethanol; Climate change; Renewable energies; Sustainability; Solar

El año 2007 ha estado protagonizado por el debate sobre el desarrollo sostenible y el cambio climático. Más de 3.000 científicos, de cerca de un centenar de países, pertenecientes al Panel Intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC) de la ONU, han concluido que el calentamiento del planeta es inequívoco y está causado por las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico.¹

Nuestro actual modelo energético, basado en la energía fósil, presenta claros síntomas de agotamiento. Por esta razón, uno de los retos más importantes de los próximos años será avanzar en un nuevo modelo basado en energías renovables no contaminantes y cuyo suministro esté garantizado. Para luchar de una manera efectiva contra el cambio climático creo que es necesario adoptar un nuevo paradigma eco-

The year 2007 was marked by the debate on sustainability and climate change. More than 3,000 scientists on the UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), representing almost a hundred countries, concluded that global warming is unequivocal and caused by greenhouse gas emissions of anthropogenic origin.¹

Our existing energy model, based on fossil sources, is showing clear signs of exhaustion. For this reason, one of the most important challenges in the coming years will be to progress towards a model based on non-contaminating renewable energy sources with a guaranteed supply. In order to effectively combat climate change, I believe that we need to adopt a new economic paradigm in which the costs of goods and services include not

(1) Solomon, S., et al.: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 2007. Pags.727-728.

(1) Solomon, S., et al.: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 2007. Pags.727-728.

nómico en el que los precios de los bienes y servicios incluyan, no sólo su coste de fabricación, sino también su coste medioambiental.

En los próximos años se producirá un aumento sustancial de la población mundial (muy probable que en 20 años se llegue a los 8 G² de personas y, en 2050, a los 9,3 G).³ Esto tendrá importantes consecuencias desde el punto de vista ambiental. En primer lugar viviremos una importante escasez de agua, de manera que en 20 años el 50% de la población podría sufrir carestía.⁴ Además, se incrementarán sustancialmente los residuos generados, tanto industriales como domésticos. Y por último, si no fomentamos el uso de energías limpias, se producirá un importante incremento de la demanda energética y, por consiguiente, de las emisiones de CO₂.

Es importante destacar que las emisiones de CO₂ en el mundo procedentes del sector transporte fueron superiores a 5 G de toneladas anuales en 2002, de las que más de 4,2 G correspondieron al transporte por carretera. Las previsiones de emisiones de CO₂ en el transporte para 2030 superarán las 8,5 G de toneladas.⁵ Por su parte, la Unión Europea prevé que, entre 2000 y 2030, se incrementarán estas emisiones, sólo en Europa, de 1 G a 1,3 G de toneladas anuales.⁶ En resumen, las emisiones de CO₂ provenientes del sector transporte son muy elevadas y tienen, por tanto, importantes consecuencias medioambientales.

Con este panorama, no es de extrañar que los biocombustibles se presenten como la alternativa más prometedora para disminuir el impacto ambiental del sector transporte. El uso de bioetanol como combustible supone un ahorro de más de 144 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido.⁷ De hecho, no existe ninguna alternativa real viable que pueda generar beneficios similares en un plazo de 20-30 años. Y no hay que olvidar que la reducción de estos gases y de contaminantes locales,

only the manufacturing cost, but their environmental cost as well.

The coming years will witness a substantial rise in world population (it is very likely that it will reach 8 G² people within 20 years, and in 2050 will grow to 9.3 G).³ This will have a significant impact from the environmental standpoint. In the first place, we will experience a considerable lack of water, with 50% of the population possibly suffering scarcity.⁴ In addition, waste generated, both industrial and domestic, will increase substantially. And, finally, if we do not promote the use of clean energy sources, there will be a dramatic increase in the demand for energy, resulting in a rise in CO₂ emissions.

We must point out that the world's CO₂ emissions from the transportation sector exceeded 5 G annual tons in 2002, of which more than 4.2 G came from road transportation. CO₂ emissions from transportation for 2030 are projected to exceed 8.5 G tons.⁵ With respect to the European Union, forecasts show that between 2000 and 2030 emissions will increase by 1 G to 1.3 G tons annually in Europe alone⁶. In short, CO₂ emissions from the transportation sector are at a very high level and therefore have tremendous environmental consequences.

7In view of the situation, it is not at all surprising that biofuels represent the most promising alternative for decreasing the environmental impact of the transportation sector. The use of bioethanol as a fuel delivers a reduction of more than 144 grams of CO₂ for each kilometer driven⁷. In fact, there is no other real viable alternative capable of generating similar benefits over the next 20 to 30 years. And we must not forget that the elimination of these gases and of local contaminants, such as nitrogen oxide or

(2) G = 10⁹ = 1.000.000.000 = millardo.

(3) Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, *World Population Prospects: The 2006 Revision and World Urbanization Prospects: The 2005 Revision*. <<http://esa.un.org/unpp>>.

(4) N/WWAP (United Nations/World Water Assessment Programme): *1st UN World Water Development Report: Water for People, Water for Life*. UNESCO and Berghahn Books. 2003.

(5) Stern N.: *The Economics of Climate Change - The Stern Review*. Cambridge University Press. 2006.

(6) European Commission - DG Energy and Transport: *European energy and transport trends to 2030*. 2003.

(7) Lechón, Y., et al.: *Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase I. Análisis de Ciclo de Vida comparativo del etanol de cereales y de la gasolina*. Energía y cambio climático. Ciemat. 2003.

(2) G = 10⁹ = 1,000,000,000 = milliard.

(3) Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, *World Population Prospects: The 2006 Revision and World Urbanization Prospects: The 2005 Revision*. <<http://esa.un.org/unpp>>.

(4) N/WWAP (United Nations/World Water Assessment Programme): *1st UN World Water Development Report: Water for People, Water for Life*. UNESCO and Berghahn Books. 2003.

(5) Stern N.: *The Economics of Climate Change - The Stern Review*. Cambridge University Press. 2006.

(6) European Commission - DG Energy and Transport: *European Energy and Transport Trends to 2030*. 2003.

(7) Lechón, Y., et al.: *Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase I. Análisis de Ciclo de Vida comparativo del etanol de cereales y de la gasolina*. Energía y cambio climático. Ciemat. 2003.

como el óxido de nitrógeno o las partículas en suspensión, disminuye sensiblemente el riesgo de problemas para la salud en la población.

Pero es que, además, los biocombustibles pueden ayudar a disminuir la dependencia energética que gran parte de las naciones del mundo han contraído con el oligopolio de países que producen petróleo, por un lado, y a reducir la factura de las importaciones, por otro. Cada año se consumen en el mundo más de 30 G de barriles de petróleo⁸, lo que supone una factura a pagar, suponiendo que el precio del barril sea de 100 dólares, de más de 3 T\$.⁹ Incluso un país pequeño como España, que consume poco más de 500 M de barriles al año, paga una factura anual superior a los 50 G\$. Y la previsión es, según la Comisión Europea, que la demanda energética aumente hasta 2030 a un ritmo de un 1% anual.¹⁰ Pero si en España en lugar de gasolina convencional se empleara una mezcla del 85 % de bioetanol (E85) de producción local se podría llegar a ahorrar más de 42 G\$ al año, lo que supondría un notable ahorro de divisas.

Los biocombustibles también ayudan al sostenimiento de poblaciones rurales que encuentran en ellos una opción tanto como productores de materia prima como en las industrias para su transformación. En definitiva, el empleo de biocombustibles y el incremento en la eficiencia energética de los vehículos son fundamentales en la lucha contra el cambio climático y en la consecución de una mayor independencia energética de los países. Ambos objetivos son muy importantes para alcanzar un desarrollo sostenible.

El argumento básico que suele utilizarse para atacar el uso de biocombustibles es el siguiente: "Los biocombustibles se obtienen a partir de cereales, por lo que su producción hace que la demanda de cereales aumente, y por ello que se encarezcan sus precios. Este encarecimiento se traslada al bolsillo del consumidor, y a provocar más hambre en el mundo". Todo un conjunto de falacias.

La producción de cereal dedicada a bioetanol en Europa en 2007 habrá sido del 2%, y no superará el 4% para conseguir los objetivos fijados para 2010¹¹. Canti-

suspended particles, leads to an observable reduction in the risk of people's health problems.

And it is a fact, moreover, that biofuels can, on the one hand, help decrease the dependence on energy, which most of the world's nations have contracted with the oligopoly of oil-producing countries; and, on the other, they can contribute to lowering oil import expenditure. Each year, over 30 G barrels of petroleum are consumed⁸, which implies a cost, assuming a price per barrel of 100 dollars, of over \$3 T⁹ dollars. Even a small country like Spain, which uses just over 500 M barrels per year, pays more than \$50 G dollars each year. And, according to European Commission estimates, energy demand will increase at a rate of 1% per year until 2030.¹⁰ However, if a locally produced blend of 85% bioethanol (E85) were used in Spain, over \$42 G dollars could be saved each year, which would considerably reduce currency flight to countries abroad.

Biofuels also contribute to sustaining rural populations by giving them options, both as producers of raw materials as well as in transformation industries. In short, the use of biofuels, along with increased vehicle energy efficiency, is essential in the struggle against climate change and in countries' achieving greater energy independence. Both objectives are very important for attaining sustainability.

The basic rationale usually behind the condemnation of the use of biofuels is as follows: "Biofuels are obtained from cereals, so their production makes the demand for cereals rise, and therefore prices go up. This price increase is transferred to the consumer's wallet and causes more hunger in the world." This, of course, is a distortion.

Cereal production allocated to bioethanol in Europe during 2007 will have been 2%, and will not exceed 4% in order to meet the objectives set for 2010;¹¹ amounts too low to significantly affect prices. To this we must add that second-generation

(8) Energy Information Administration: International Energy Outlook 2007, U.S. Department of Energy. 2007. Pag. 29.

(9) T = tera = 10¹² = 1.000.000.000.000 = billón.

(10) European Commission - DG Energy and Transport: European energy and transport trends to 2030. 2003.

(11) European Commission — DG for Agriculture and Rural Development: Prospects for agricultural markets and income in the European Union 2007-2014. 2007.

(8) Energy Information Administration: International Energy Outlook 2007, U.S. Department of Energy. 2007. Pag. 29.

(9) T = tera = 10¹² = 1,000,000,000,000 = trillion.

(10) European Commission — DG Energy and Transport: European Energy and Transport Trends to 2030. 2003.

(11) European Commission — DG for Agriculture and Rural Development: Prospects for Agricultural Markets and Income in the European Union 2007-2014. 2007.

dades pequeñas para que puedan afectar significativamente a los precios. A esto hay que añadir que la segunda generación de biocombustibles ya no se obtendrá a partir de los cereales, sino de la biomasa proveniente de desecho vegetal (paja, hojas, bagazo, rastrojos) por lo que, a medio y largo plazo, el incremento de la producción de biocombustibles no tendrá ningún efecto sobre el mercado de cereales.

Entonces –cabe preguntarse– ¿a qué se deben los incrementos en el precio de los cereales de los que tanto hablan los periódicos?: A las malas cosechas de los últimos tres años, que reducen la oferta existente. La producción de trigo en España en 2005 fue casi la mitad que la de 2004. Las producciones de 2006 y 2007 han sido de un 21% y un 10% inferiores. A esto hay que añadir otros factores como el aumento del consumo en Asia o la entrada de fondos de inversión en el mercado, cuyo objetivo es aprovechar la volatilidad del precio del cereal para especular con él, lo que está motivando que los fondos actúen como aceleradores del mercado, incrementando aún más la volatilidad de los productos y sus picos de precio.

Para la producción de 28 megajulios de bioetanol sólo se utiliza un megajulio de petróleo.¹² Evidentemente también se utilizan otras energías, especialmente las procedentes del mix eléctrico, pero no el petróleo. Por lo cual el bioetanol tiene el potencial de desplazar el consumo de petróleo masivamente. A la luz de estos datos, corroborados por muchos otros análisis similares efectuados por centros de investigación de prestigio, podemos constatar que el uso de bioetanol como combustible para el transporte presenta dos claras ventajas frente al de la gasolina: menor consumo de energía fósil en su producción y distribución, con lo que se incrementa hasta 28 veces la duración de las reservas de petróleo, y unos mayores ahorros en emisiones de CO₂, que disminuye la incidencia sobre el efecto invernadero.

¿Qué energía usarán nuestros nietos?

El consumo de energía a finales del siglo XXI será 2,5 veces superior al actual, con el consiguiente incremento de las emisiones.¹³ Para obtener una reduc-

(12) Dale B: Thinking clearly about biofuels: ending the irrelevant 'net energy' debate and developing better performance metrics for alternative fuels. Biofuels, Bioprod. Bioref. 1:000-000 (2007).

(13) Nakicenovic N. et al.: IPCC Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press. 2000.

biofuels will no longer be obtained from grain, but rather with biomass from vegetable waste matter (straw, leaves, husks, stalks,...), so, in the mid and long term, the increase in biofuel production will not have any effect whatsoever on the cereal market.

We must ask, then, the following question: To what can we attribute the cereal price increases that are being mentioned so often in the newspapers? To the poor harvests of the last three years, which have reduced the existing supply. Wheat production in Spain in 2005 was almost half of that for 2004. Production levels in 2006 and 2007 were 21% and 10% lower. To this we must add other factors, such as the increase in consumption in Asia or the introduction of investment funds into the market, the aim of which is to take advantage of the volatility of grain prices for speculation. This is making funds act as market drivers, thus increasing volatility in products and causing their price to peak.

In order to produce 28 megajoules of bioethanol, just one megajoule of petroleum is used.¹² Obviously, other energy sources are used as well, especially those derived from the electrical mix; but not petroleum, however. Therefore, bioethanol has the potential of mass displacement of oil consumption. In the light of these facts, corroborated by many other similar analyses conducted by prestigious research institutions, we can see that the use of bioethanol as a fuel for transportation offers two clear advantages over gasoline: a decrease of fossil energy consumption in its production and distribution, which increases the duration of oil reserves by up to 28 times, and a greater reduction in CO₂ emissions, thereby reducing the impact on the greenhouse effect.

What energy will our grandchildren use?

By the end of the 21st century, energy consumption will be 2.5 times higher than it is today, with the resulting increase in emissions.¹³ In order to achieve a reduction in greenhouse gas emissions of around 20% (assuming that the current pattern of

(12) Dale B: Thinking Clearly about Biofuels: Ending the Irrelevant 'Net Energy' Debate and Developing Better Performance Metrics for Alternative Fuels. Biofuels, Bioprod. Bioref. 1:000-000 (2007).

(13) Nakicenovic N. et al.: IPCC Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press. 2000.

ción en la emisión de gases de efecto invernadero de alrededor del 20% (con respecto al supuesto de mantener el patrón actual de generación eléctrica) sería necesario generar entre un 40% y un 50% de la energía a partir de fuentes renovables.

Bastaría cubrir con colectores solares una pequeña parte (menos de un 5%) de los desiertos cálidos para satisfacer las necesidades eléctricas del mundo entero¹⁴. Otras estimaciones señalan que la energía solar disponible en los desiertos es más de 700 veces el consumo de energía primaria en todo el mundo. En cualquier caso, existe un importante consenso, entre la comunidad académica, respecto a que podría multiplicarse varias veces el consumo energético actual y futuro del mundo entero, empleando únicamente la radiación solar que reciben los desiertos. Por lo que respecta a la Península Ibérica podría obtenerse 8,32 veces la demanda energética total en 2050.¹⁵

Actualmente existe gran cantidad de tecnologías alternativas para producir electricidad a partir del sol, que puede agruparse en dos bloques. En primer lugar, la tecnología fotovoltaica, que transforma la radiación solar en electricidad, aprovechando el efecto fotoeléctrico, y, por otra, la tecnología termosolar, basada en la conversión en calor de la energía radiada, que posteriormente se emplea en un ciclo termodinámico.

El escenario futuro se basará a grandes rasgos en las siguientes líneas:

- En el caso de una planta de generación eléctrica de gran tamaño (cientos de MW), cuya finalidad sea abastecer a un gran número de hogares o industrias, y que además esté ubicada en una zona de alta radiación directa, seguramente se utilice tecnología termosolar.
- Para plantas de tamaño medio (pocos MW) conectadas a red y ubicadas en zonas con una alta radiación directa, probablemente sea más adecuado el uso de fotovoltaica de concentración (se concentra la luz solar mediante el uso de sistemas ópticos en un área reducida de células foto

electric power generation holds), between 40% and 50% would have to be generated from renewable sources.

Covering just a small portion (under 5%) of our hot deserts with solar troughs would suffice to satisfy the electrical needs of the entire world.¹⁴ Other estimates indicate that the solar energy available in the deserts surpasses the world's consumption of primary energy by over 700 times. In any case, there is significant agreement among the academic community that the current and future energy needs of the whole world could be met many times over by solely taking advantage of the solar radiation received by deserts. The Iberian Peninsula, for example, could obtain 8.32 times the total demand for energy in 2050.¹⁵

There are numerous alternative technologies available today for producing electricity from the sun, and they can be categorized into two groups. First, photovoltaic technology, which converts solar radiation into electricity by virtue of the photoelectric effect, and, secondly, thermosolar technology, based on the conversion to heat of the radiated energy, which is subsequently used in a thermodynamic cycle.

The future scenario will be based along these lines:

- *In the case of large-scale electrical power plants (hundreds of megawatts), the aim of which is to provide the supply for a large number of homes or industries, which in addition are located in an area with a high level of direct radiation, thermosolar technology will be the most likely option.*
- *For medium-size power plants (few megawatts) that form part of the power grid and which are located in an area with a high level of direct radiation, the most suitable alternative would be the use of concentrated photovoltaics (in*

(14) Kurokawa K. et al.: Energy from the desert: Feasibility of very large scale photovoltaic power generation (VLS-PV) systems. Photovoltaic systems executive committee of the International Energy Agency. 2003.

(15) El informe "Renovables 2050", encargado por Greenpeace al Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Pontificia de Comillas, afirma que "los recursos renovables más abundantes son los asociados a la energía solar: entre todas las tecnologías solares se podría obtener energías equivalente a 8.32 veces la demanda energética total de la Península Ibérica en 2050".

(14) Kurokawa K. et al.: Energy from the desert: Feasibility of very large-scale photovoltaic power generation (VLS-PV) systems. Photovoltaic systems executive committee of the International Energy Agency. 2003.

15 The "Renewables 2050" Report, commissioned by Greenpeace of the Institute for Technological Research at the Universidad Pontificia de Comillas, states that "the most abundant renewable resources are those related to solar energy: if all solar technologies were put together, energy equivalent to 8.32 times the total energy demand on the Iberian Peninsula could be obtained in 2050."

voltaicas). Si la radiación es menor, posiblemente se utilice fotovoltaica convencional.

- Para instalaciones de pequeño tamaño destinadas al consumo individual, la fotovoltaica parece la alternativa más viable.

El otro vector energético del futuro, el hidrógeno, tiene muchas posibilidades de competir y complementará extensamente la electricidad. Este elemento no es una fuente de energía primaria, sino que, al igual que la electricidad, constituye un medio de transmisión de la energía desde las fuentes primarias hasta los usuarios (esta es precisamente la definición de vector energético). Actualmente existen dos vías principales para la utilización del hidrógeno. La primera es su uso en procesos térmicos convencionales (motores de combustión interna o turbinas). En esta conversión térmica no se producen emisiones contaminantes (excepto para algunas relaciones E^{\wedge} /aire donde la temperatura elevada produce óxidos de nitrógeno). La segunda es la transformación en electricidad mediante procesos electroquímicos en pilas de combustible. En este tipo de conversión las emisiones serían nulas.

El hidrógeno será, como he señalado, el vector energético del futuro junto a la electricidad. La solar será la fuente de energía de mayor utilización. No quiero que con ello se me interprete erróneamente: en ambos casos deberán existir alternativas energéticas que complementen el uso de hidrógeno y radiación solar. Aunque, dados los intereses económicos vinculados a las energías fósiles, llegar hasta el punto en el que el sol y el hidrógeno alimenten el 80 por ciento de nuestras necesidades energéticas, no será un camino fácil.

Desgraciadamente, la presión de quienes defienden las energías fósiles nos pueden llenar de dudas a todos. Debemos ser capaces de entender las ventajas de las energías renovables en la tranquilidad de que no nos equivocamos, y seguir dedicando recursos a la investigación.

Las generaciones futuras nos lo agradecerán. ◆

which sunlight is concentrated by means of the use of optic systems within a reduced area of photovoltaic cells). If the radiation level is lower, conventional photovoltaics will possibly be used.

- *In small installations intended for individual consumption, photovoltaic technology would seem to be the most viable alternative.*

The other energy vector of the future, hydrogen, is a safe bet, I believe, and will complement electricity extensively. This element is not a primary source of energy, but rather, like electricity, constitutes a means of transmitting energy from primary sources to users (which is precisely the definition of an energy vector). There are currently two ways of using hydrogen. The first involves its use in conventional thermal processes (internal combustion engines or turbines). In this kind of thermal conversion, no contaminating emissions are produced (except for some H_2 /air ratios where high temperature produces nitrogen oxides). The second involves conversion to electricity through electrochemical processes in fuel cells. There would be no emissions associated with this type of conversion.

Hydrogen, as I have pointed out, will be the energy of the future, in tandem with electricity. And solar energy will be the most widely used energy source. Having said this, however, I do not want to be misinterpreted: in both cases, there must be energy alternatives to complement the use of hydrogen and solar radiation. However, given the economic interests tied to fossil fuels, reaching the point where the sun and hydrogen provide for 80 percent of our energy needs will not be an easy row to hoe.

Unfortunately, the pressure from those who defend fossil energies can make us all have doubts. We will have to show that we are able to understand the advantages of renewable energy sources, confident in the knowledge that we are not making a mistake, and continuing to devote resources to research.

The future generations will be glad we did. ◆