

Conclusiones

Como conclusión de todo lo expuesto hasta el momento en este capítulo, es posible afirmar que existe un importante potencial para reducir el consumo energético a corto, medio y largo plazo, con medidas que van desde la concienciación de los consumidores hasta la I+D. A modo de resumen, la Figura 3 sintetiza las principales actuaciones que podrían desarrollarse en cada una de las fases del ciclo energético.

Conclusions

The conclusion arrived at from what has been put forth up to this chapter is that there is significant potential for reducing energy consumption in the short, medium and long term by means of measures ranging from consumer awareness to R+D. To summarize, Figure 3 synthesizes the main activities that could be developed in each one of the phases of the energy cycle.

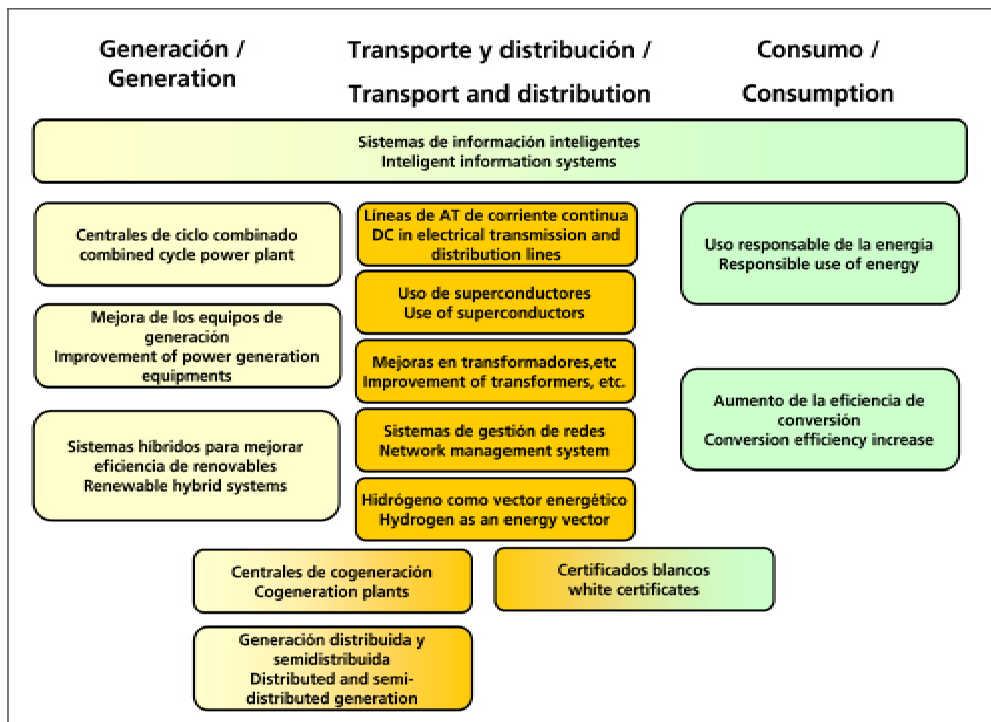


Figura 3: Posibles áreas de actuación para aumentar la eficiencia energética.  
Figure 3: Possible fields of activity to increase energy efficiency.

# Biomasa para Generación Térmica y Eléctrica

## Biomass for Thermal and Electric Generation

### Introducción

Con el término biomasa hacemos referencia a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales y que puede ser convertida en energía. La biomasa es una fuente renovable porque, en última instancia, su energía proviene del sol, ya que es a través de la fotosíntesis como las plantas generan hidratos de carbono a partir del CO<sub>2</sub>, agua y aire.

Además de utilizar la biomasa para generar combustibles líquidos para la automoción (biocarburantes), la biomasa se puede emplear para generar electricidad y calor. En este sentido, la capacidad instalada a nivel mundial a finales de 2005 era de 44 GWe (Gigavattios eléctricos) y de 220 GWth (Gigavattios térmicos).

### La materia prima

La biomasa que puede emplearse con fines energéticos es de naturaleza muy variada:

- Residuos forestales.
- Residuos agrícolas y ganaderos, procedentes de la poda de determinados cultivos, subproductos o excrementos animales.
- Residuos industriales de diferente índole.
- Residuos urbanos, entre los que destaca el biogás procedente de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas y de los residuos sólidos urbanos (RSU).



Figura 1: Cultivo de biomasa

Figure 1: Biomass Greenfield

### Introduction

The term biomass refers to any organic matter that comes from trees, plants and animal wastes that can be converted into energy. Biomass is a renewable source because, ultimately, its energy comes from the sun. Photosynthesis is the means by which plants produce carbohydrates from CO<sub>2</sub>, water and air.

In addition to using biomass to produce liquid fuels for transportation (biofuels), biomass can be used to generate electricity and heat. In this sense, capacity installed worldwide at the end of 2005 was 44 GWe (electric gigawatts) and 220 GWth (thermal gigawatts).

### Raw material

Biomass that can be used for energy purposes is very diverse in nature:

- Forest waste.
- Agricultural and livestock waste, from the pruning of certain crops, animal by-products or excrement.
- Different kinds of industrial waste.
- Urban waste, among which the biogas from city water treatment plants and urban solid waste (USW) stands out.

## Biomasa para Generación Térmica y Eléctrica

### Biomass for Thermal and Electric Generation

Además de las fuentes ya mencionadas, los cultivos energéticos están adquiriendo en la actualidad una gran relevancia. Se trata de cultivos cuya única finalidad es producir biomasa convertible en combustible, y presentan la ventaja de que al seleccionar las plantaciones precisamente para este uso, se obtiene una elevada producción por unidad de superficie. Sin embargo este tipo de cultivos no están exentos de polémica, y es que sus detractores afirman que tienen un efecto negativo debido a la competencia por el suelo que ejercen sobre cultivos destinados a la producción de alimentos o madera.

### Generación térmica y eléctrica

Las aplicaciones térmicas (generación de calor) y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa. Dichas aplicaciones abarcan desde las calderas o estufas individuales utilizadas en los hogares hasta las calderas diseñadas para un edificio de viviendas. E incluso existen sistemas de calefacción centralizada en las que la red de calor y agua caliente abastece a varios edificios e instalaciones.

La producción de electricidad precisa de sistemas más complejos debido al bajo poder calorífico de la biomasa y a su alto porcentaje de humedad, de manera que son necesarias centrales térmicas específicas. Así, en España existen pocas plantas de producción eléctrica, ya que además está el problema del suministro del combustible, que ha de ser continuo y en grandes cantidades.

In addition to the sources mentioned above, energy crops are taking on great importance today. These crops have the sole purpose of producing biomass for conversion to fuel. Their advantage lies in the fact that, as plantations are chosen for precisely this use, they generate high output per unit area. However, such crops are not free from controversy, and indeed their detractors assert that they have a negative effect due to the competition for land that arises with respect to crops intended for the production of food or wood.



**Figura 2: Planta de biomasa en Longannet**  
**Figure 2: Biomass Plant at Longannet**

### Thermal and electrical generation

Thermal applications (heat generation) and sanitary hot water are the most common within the biomass sector. The range of such applications includes boilers and individual heaters used in homes to boilers designed for

apartment buildings. And there are even central heating systems in which a network of heat and hot water supplies several buildings and facilities.

The production of electricity requires more complex systems due to the low calorific value of biomass as well as its high percentage of moisture, which makes specific thermal plants necessary. Thus, in Spain, there are few electrical production plants, as there is the added problem of fuel supply, which must be continuous and in large quantities. Therefore, most of the installed power capacity comes from facilities in industries that have secured fuel for their own production.

## Biomasa para Generación Térmica y Eléctrica

### Biomass for Thermal and Electric Generation

Por ello, la mayor parte de la potencia instalada procede de instalaciones situadas en industrias que tienen asegurado el combustible con su propia producción.

Los costes de las instalaciones para generación eléctrica usando biomasa dependen de si se trata de centrales específicas o instalaciones de co-combustión de biomasa y carbón en centrales térmicas convencionales. Las instalaciones específicas requieren sistemas más complejos y, por tanto, un mayor nivel de inversión. Por el contrario, las centrales de co-combustión sólo requieren equipos adicionales que permitan preparar la biomasa para su inyección a la caldera de carbón y adaptar la caldera existente y sus auxiliares.

### Ventajas e inconvenientes

El uso de la biomasa presenta importantes ventajas, aunque también algunos inconvenientes. Respecto a las primeras, las tres más importantes son las siguientes:

- Se trata de una energía renovable, que además no contribuye al calentamiento global. Es más, la captura del metano de los desechos agrícolas y la sustitución de derivados del petróleo ayudan a mitigar el efecto invernadero.
- La transformación en energía de los residuos forestales, agrícolas y urbanos mitiga los problemas asociados al manejo de estos desechos.
- La biomasa es un recurso local, su utilización reduce la dependencia energética del exterior al mismo tiempo que se incentivan las economías rurales.



The costs of facilities for electricity generation using biomass depend on whether they are specific plants or installations involving co-combustion of biomass and coal in conventional thermal plants. The specific facilities require more complex systems and, therefore, a higher investment. On the other hand, co-combustion plants require only some additional equipment to allow the preparation of biomass for its injection to the coal boiler and adaptation of the existing boiler and its auxiliary equipment.

### Advantages and disadvantages

The use of biomass offers considerable advantages, but it also has some drawbacks. Regarding the former, the three most important are as follows:

- It is a renewable energy source, which, moreover, does not contribute to global warming. Additionally, the capture of methane from agricultural waste and the substitution of petroleum derivatives aid in mitigating the greenhouse effect.
- Conversion to energy of forestry, agricultural and urban wastes mitigates problems associated with the handling of these wastes.
- Biomass is a local resource, so its use reduces dependence on imported energy, while stimulating rural economies at the same time.

## Biomasa para Generación Térmica y Eléctrica

### Biomass for Thermal and Electric Generation

---

Respecto a sus inconvenientes, es necesario mencionar al menos los siguientes:

- La densidad energética de la biomasa es baja, es decir, en comparación con los combustibles fósiles se requiere un gran volumen para producir potencia. Además, el potencial calórico de la biomasa depende en gran medida del contenido de humedad y la densidad de la materia prima.
- Su combustión incompleta genera monóxido de carbono y otros gases nocivos. Y, si se emplea para combustión a altas temperaturas, se producen óxidos de nitrógeno.

### Conclusiones

En el libro blanco de las Energías Renovables se fijó como objetivo de la UE para 2010 que un 12% de la energía primaria debería proceder de fuentes renovables. En el esquema propuesto en dicho documento la biomasa juega un papel muy importante, siendo necesario avanzar en la creación de políticas que fomenten su utilización ya que, en la actualidad, aún nos encontramos con un nivel de desarrollo bastante inferior a lo que sería necesario.



With respect to its disadvantages, we must mention at least the following:

- The energy density of biomass is low; in other words, compared to fossil fuels, a large volume is required in order to produce power. Moreover, the heating potential of biomass depends largely on the moisture content and density of the raw material.
- Its incomplete combustion generates carbon monoxide and other harmful gases. And, if it is used for combustion at high temperatures, nitrogen oxides are produced.

### Conclusions

The White Paper on Renewable Energies established a target for the European Union whereby 12% of primary energy should come from renewable sources by 2010. In the scheme proposed in this document, biomass plays a very important role, thus making it necessary to forge ahead in creating policies that encourage its use. We are currently still at a level of development which is well below what is needed.

# Biocarburantes en el Transporte

## Biofuels in Transportation

### Introducción

Los biocombustibles son alcoholes, éteres, ésteres y otros productos químicos obtenidos a partir de la biomasa. Aunque el término biocombustible también se aplica a combustibles destinados a producir electricidad, en este artículo nos centraremos en su utilización en el transporte, por lo que trataremos un tipo concreto de biocombustibles: los biocarburantes o biocombustibles líquidos, que son los empleados más habitualmente para este tipo de aplicación.

Los biocarburantes se generan a partir de la biomasa mediante procesos de transformación bioquímica, y puede distinguirse entre los bioalcoholes, que provienen de la fermentación alcohólica de cultivos vegetales ricos en almidón, y los bioaceites, derivados de diversos tipos de especies oleaginosas.

Veamos a continuación los dos biocombustibles más importantes en la actualidad: el bioetanol (que es un bioalcohol) y el biodiésel (un bioaceite).

### Bioetanol

El bioetanol es un biocarburante de origen vegetal que se obtiene de la fermentación de la glucosa. La glucosa se encuentra de forma directa en materias primas, como la caña de azúcar o la remolacha, o indirecta, formando parte tanto de las cadenas de almidón (p. ej.: cereal) como de celulosa (p. ej.: paja de cereal o cualquier biomasa lignocelulósica). En el proceso de producción, además del bioetanol, se obtiene CO<sub>2</sub> y un co-producto con un elevado contenido en proteína y fibra que se destina a la alimentación animal.

Se puede emplear como biocarburante de diversas maneras, aunque quizá su aplicación más conocida sean los biocombustibles EXX. Estos biocombustibles se obtienen mezclando un porcentaje de bioetanol con otro de gasolina convencional, dando lugar a una mezcla con buenas propiedades para su utilización en vehículos convencionales o no. Así, el E5 es una mezcla de 5% de bioetanol y 95% de gasolina normal, el E10 es una mezcla de 10% de bioetanol y 90% de gasolina normal, y así sucesivamente.

El E5 y el E10 son las mezclas más habituales y se encuentran en fase de introducción en Europa y EEUU, respectivamente. Ambas mezclas pueden ser empleadas en vehículos convencionales sin que sea necesario rectificar los motores, por lo que tienen una importante ventaja medioambiental con respecto a la gasolina convencional. La mezcla E85 se utiliza en vehículos con motores

### Introduction

Biofuels are alcohols, ethers, esters and other chemical products obtained from biomass. Although the term biofuel is also applied to fuels intended for electricity production, in this article we will concentrate on their use in the transportation sector and will therefore address a specific type of biofuel: biocombustibles or liquid biofuels, which are those most commonly utilized for this type of application.

Biofuels are obtained from biomass by means of biochemical transformation processes, and can be classified into bioalcohols, originating from alcoholic fermentation of starch-rich vegetable crops, and bio-oils, derived from different types of oleaginous plant species.

We will now examine the two most important biofuels at the present time: bioethanol (a bioalcohol) and biodiesel (a bio-oil).

### Bioethanol

Bioethanol is a biofuel of vegetable origin which is obtained through glucose fermentation. The glucose is found either directly in raw materials such as sugar cane and beetroot, or indirectly, as part of the starch chains (e.g. cereal) or cellulose (e.g. straw or any lignocellulosic biomass). In addition to bioethanol, CO<sub>2</sub> and a by-product with a high protein and fiber content that is used as animal feed is obtained during the production process.

It can be used as a biofuel in different ways, although its most common application are perhaps the EXX biofuels. These biofuels are obtained by blending a percentage of bioethanol with another portion of conventional gasoline, which results in a mixture with suitable properties for use in conventional or non-conventional vehicles. Thus, E5 is a blend of 5% bioethanol and 95% ordinary gasoline, E10 is a blend of 10% bioethanol and 90% ordinary gasoline, and so on.

E5 and E10 are the most common blends and are at the introduction stage in Europe and the U.S., respectively. Both blends can be used in conventional vehicles without the need for engine modification and therefore have a significant environmental advantage over conventional gasoline. The E85 blend is utilized in vehicles with special engines that are sold in countries such as the

## Biocarburantes en el Transporte Biofuels in Transportation

especiales que se comercializan en países como EEUU o Brasil. El E95 y E100 se utilizan mucho menos y sólo en Brasil. Sin embargo, cada vez se está popularizando más el uso de vehículos flexi-fuel, que admiten cualquier mezcla de bioetanol y gasolina.

Otra posibilidad es mezclar el bioetanol con el gasoil, dando lugar al denominado e-diésel. Por último, también es posible sintetizar ETBE a partir del bioetanol, un aditivo para las gasolinas cuya finalidad es aumentar el octanaje de la gasolina sin la adición de sales de plomo, siendo esta la aplicación del bioetanol más extendida actualmente en Europa y EEUU.

### Biodiésel

El biodiésel se obtiene a partir de aceites vegetales (principalmente semillas de colza, girasol, soja y palma) o grasas animales, y presenta unas propiedades muy similares al aceite diésel. Se puede utilizar puro o mezclado con el combustible diésel convencional. La Agencia de Protección Ambiental (EPA/EEUU) lo tiene registrado para su utilización como combustible puro (100% de biodiésel o B100), mezcla-base (con 20% de biodiésel y el resto de gasoil, B20) o aditivo de combustibles derivados del petróleo en proporciones del 1 al 5%.

El biodiésel, al contrario que el bioetanol, se puede emplear en motores diésel convencionales sin necesidad de realizar modificaciones, con similares rendimientos y la ventaja de reducir sustancialmente el volumen de emisiones contaminantes. Así, el biodiésel puro (B100), comparado con el gasóleo, reduce las emisiones de todos los contaminantes, excepto los compuestos nitrogenados (NOx).

### El futuro de los biocarburantes

Son muchas las líneas abiertas en el sector de los biocarburantes, ya que apenas hemos empezado a explotar todas las posibilidades que nos ofrecen. A modo de ejemplo, mencionamos tres áreas que en estos momentos están en plena actualidad:

- ✓ Bioetanol lignocelulósico por síntesis enzimática o gasificación.

U.S. or Brazil. E95 and E100 are used much less frequently and only in Brazil. However, the use of flexi-fuel vehicles is becoming ever more popular, and they permit the use of any blend of bioethanol and gasoline.

Another possibility is to blend bioethanol with gas oil, which results in what is known as e-diesel. Finally, ETBE can be synthesized from bioethanol. ETBE is an additive for increasing the octane level of gasoline without adding lead salts, and is the most widespread bioethanol application at present in Europe and the U.S.



**Figura 1. Renault Megane Bioetanol E85.**  
**Figure 1. An E85 Bioetanol Renault**

### Biodiesel

Biodiesel is obtained from vegetable oils (mainly rapeseed, sunflower, soybean and palm) or animal fats. Its properties are very similar to those of diesel oil. It can be used in a pure state or blended with traditional diesel fuel. The Environmental Protection Agency (EPA/U.S.) has registered it for use as a pure fuel (100% biodiesel, or B100),

a base blend (20% biodiesel and the remainder gas oil, or B20) or as an additive for petroleum-derived fuels in proportions of 1 to 5%.

Biodiesel, unlike bioethanol, can be utilized in conventional diesel engines without the need for engine modifications. Its performance is similar, with the advantage of substantially reducing the volume of contaminating emissions. Thus, pure biodiesel (B100), compared to gas oil, reduces emissions of all contaminants, with the exception of nitrogenated compounds (NOx).



**Figura 2. Autobús de la EMT a base de biodiésel.**

**Figure 2. A Madrid City Transport (EMT) bus run on biodiesel.**

### The future of biofuels

There are many options to pursue in the biofuels sector, as we have only just begun to explore all the possibilities they offer. As an example, we will address three areas that are currently of relevance:

- ✓ Lignocellulosic bioethanol by means of enzymatic synthesis or gasification.

## Biocarburantes en el Transporte

### Biofuels in Transportation

- ✓ Biocarburante en aviación. Ya se han desarrollado diferentes pruebas para evaluar la posibilidad de emplear biocarburantes en aviación, y Virgin Atlantic anunció recientemente que lo utilizará en uno de sus boeing para demostrar que estos pueden ser propulsados con biodiésel. El proyecto se está desarrollando con Boeing y General Electric, y pretende ser finalizado a principios de 2008.
- ✓ Cultivos energéticos. Los cultivos energéticos son plantaciones que presentan un rápido crecimiento y cuya única finalidad es generar energía, por lo que no están destinados para el consumo humano. Una de sus utilizaciones posibles es precisamente su transformación en biocarburantes, posibilidad en la que se está trabajando en la actualidad.
- ✓ Biofuels for aviation. Different tests have already been conducted to evaluate the possibility of using biofuels in aviation. Virgin Atlantic recently announced that it will use it in one of its Boeings to demonstrate that they can be propelled with biodiesel. The project is being developed with Boeing and General Electric and is scheduled for completion at the beginning of 2008.
- ✓ Energy crops. Energy crops are rapid-growth crops for the sole purpose of generating energy and therefore are not intended for human consumption. One of their possible uses is, precisely, their conversion into biofuels, a possibility that is currently under development.

### Ventajas e inconvenientes de los biocombustibles

Muchas son las ventajas de los biocarburantes, aunque probablemente las más importantes son las que se derivan de su menor impacto ambiental con respecto a los combustibles fósiles: considerando el ciclo de vida entero de la producción y consumo, el uso de los biocarburantes reduce las emisiones contaminantes hasta el 70% con respecto a los combustibles convencionales.

#### Ventajas medioambientales

- Son carburantes renovables, biodegradables y medioambientalmente favorables, que reducen las emisiones contaminantes de manera sustancial. Sirvan, como ejemplo, las cifras siguientes.
  - ✓ La producción, distribución y uso del E85 evita la emisión de 170 gramos de CO<sub>2</sub> por cada kilómetro recorrido, en comparación con la gasolina, lo que implica un 90% de reducción.
  - ✓ La producción, distribución y uso del E5 evita la emisión de 8 gramos de CO<sub>2</sub> por cada kilómetro recorrido, en comparación con la gasolina, lo que implica un 4% de reducción.
  - ✓ El biodiésel no emite dióxido de azufre y reduce la emisión de partículas y metales pesados. El bioetanol reduce las emisiones de CO e hidrocarburos.

### Advantages and disadvantages of biofuels

There are many advantages to biofuels, although the most important are probably those deriving from their lower impact on the environment than fossil fuels: when the complete life cycle of production and consumption is taken into consideration, the use of biofuels reduces contaminating emissions by 70% with respect to conventional fuels.

#### Environmental advantages

- They are renewable, biodegradable and environmentally-friendly fuels that substantially reduce contaminating emissions. The follow figures exemplify this:
  - ✓ Production, distribution and use of E85 eliminate the emission of 170 grams of CO<sub>2</sub> per kilometer traveled, which, in comparison to gasoline, represents a 90% reduction.
  - ✓ Production, distribution and use of E5 eliminate the emission of 8 grams of CO<sub>2</sub> per kilometer traveled, which, in comparison to gasoline, represents a 4% reduction.
  - ✓ Biodiesel does not emit sulfur dioxide and reduces the emission of particles and heavy metals. Bioethanol reduces CO and hydrocarbon emissions.



## Biocarburantes en el Transporte

### Biofuels for the Transport Sector

- ✓ Según un informe del Gobierno español, si se contempla un escenario en el año 2010 con la totalidad de los automóviles españoles funcionando con combustible E5, y suponiendo que haya un millón de automóviles funcionando con E85, se estima que se reducirían casi tres millones de toneladas de gases de efecto invernadero al año. Esto es el equivalente a las emisiones totales de más de un millón de vehículos, más de la mitad del parque automovilístico de Madrid.

#### Ventajas económicas

- La utilización de los biocarburantes reduce la dependencia de las importaciones de crudo, lo que mitiga el riesgo de la subida de los precios de las gasolinas y gasóleos con las negativas consecuencias económicas que esto implica.
- El crecimiento de la industria de los biocarburantes supone un beneficio para la economía nacional, especialmente en ámbitos rurales, ya que genera inversiones y numerosos puestos de trabajo y fomenta la creación de diferentes industrias agrarias.

Con respecto a sus inconvenientes, la mayoría son debidos a que se trata de una industria que aún no está plenamente desarrollada:

- Actualmente, el coste de los biocarburantes es más elevado que el de los combustibles fósiles, con alguna excepción como Brasil.
- Es necesario crear redes de distribución suficientes.
- El biodiésel presenta algunos problemas de almacenamiento, por lo que se hace necesario una planificación bastante exacta de su producción y expedición.
- Para determinados biocarburantes es necesario emplear vehículos modificados, ya que los motores actuales no funcionan con todas las mezclas.

#### Conclusiones

Los biocombustibles son la alternativa del futuro en lo que respecta al sector del transporte. El agotamiento de los combustibles fósiles unido a los graves problemas medioambientales que generan, hace necesario su progresiva sustitución, lo que implica que la industria de los biocarburantes experimentará un crecimiento sustancial en los próximos años.

- ✓ According to a report by the Spanish government, if we consider a scenario for the year 2010 in which the entire fleet of automobiles in Spain runs on E5 fuel, and assuming there are a million automobiles using E85, estimates indicate that a reduction of almost three million tons of greenhouse gases would be achieved each year. This is equivalent to the total emissions of over one million vehicles, over half the automobile fleet of Madrid.

#### Economic advantages

- The use of biofuels reduces the dependence on crude oil imports, which mitigates the risk of petroleum and gas oil price increases and their resulting negative economic consequences.
- Growth in the biofuels industry benefits the national economy, especially in rural areas, where it generates investment and provides numerous job opportunities while promoting the development of different agricultural industries.

In terms of disadvantages, most are due to the fact that it is not yet a fully developed industry:

- At present, the cost of biofuels is higher than that of fossil fuels, with isolated exceptions, such as Brazil.
- Sufficient distribution networks need to be created.
- There are some problems to biodiesel storage and therefore accurate production and dispatch planning is necessary.
- In the case of certain biofuels, modified vehicles must be used, as today's engines cannot run on all the blends.

#### Conclusions

Biofuels are the alternative for the future in the transportation sector. The exhaustion of fossil fuels, together with the serious environmental problems they cause, means that they must be replaced gradually, and this implies that the biofuel industry will experience substantial growth in the coming years.

# Desalación y Potabilización de Agua

## Water Desalination and Potabilization

### Introducción

Los recursos hídricos globales son limitados y están mal distribuidos. La mayor parte del agua no es fácilmente accesible, o es agua de mar. Además, como parte de las emisiones se vierten al agua disponible, esta sufre alteraciones en su composición. El agua es, por tanto, un recurso escaso, y por ello debemos gestionarla y desarrollarla de forma sostenible, compatibilizando ese desarrollo con el crecimiento económico, el aumento de la población y la amenaza del cambio climático.

Sólo el 3% del agua del planeta es agua dulce, y únicamente se encuentra disponible en los ríos (un 0,3%) y como aguas subterráneas (un 0,6%), ya que el resto del agua dulce forma parte de los casquetes polares.

Los países que cuentan con menos de 1000 m<sup>3</sup> de agua disponible por habitante y año tienen escasez de agua, ya que menos de dicho volumen no es suficiente para suministrar agua potable, mantener las mínimas condiciones de higiene o respaldar el progreso económico, constituyendo, además, una causa potencial de graves daños ambientales.

Del agua que se extrae, aproximadamente el 69% se destina a la agricultura, el 21% a la industria y el 10% restante al abastecimiento de las poblaciones. En los últimos años muchos esquemas productivos se han visto modificados para reducir el consumo de agua, tratando de minimizar la emisión de efluentes fuera de la instalación y teniendo siempre en cuenta el equilibrio con el coste de las medidas ambientales adoptadas y los posibles efectos cruzados entre los contaminantes.

La planificación hidrológica es un instrumento fundamental para la gestión sostenible del agua que permite el incremento de las disponibilidades del recurso, protege su calidad, economiza su empleo y racionaliza sus usos, respetando el medio ambiente.

### Introduction

Global water resources are limited and very unevenly distributed. Most are either not easily accessible or come from sea water. Furthermore, as some emissions are discharged into whatever water is available, its composition becomes altered. Water is, therefore, a scarce resource and as such, we must manage and develop it in a sustainable manner, making this development compatible with economic growth, population increase and the threat of climate change.

Only 3% of the planet's water is fresh water, and it is found only in rivers (0.3%) and ground water (0.6%), as the rest of the fresh water makes up the polar caps.

Countries with fewer than 1,000 m<sup>3</sup> of available water per inhabitant per year lack water, as a lower amount is not enough to provide the necessary supply of drinking water, maintain minimal conditions of hygiene or support economic progress, and it is also a potential cause of serious environmental damage.

Of the water that is extracted, approximately 69% goes to agriculture, 21% to industry and the remaining 10% to population supply. In recent years, many production schemes have been modified to reduce water consumption, the aim

being to minimize the emission of effluents beyond the facility while taking into account the balance of the cost of the environmental measures adopted and the potential cross effects among the contaminants at all times.

Hydrological planning is a fundamental tool for sustainable water management that allows availability of the water source to be increased, ensures its quality, economizes its employment and rationalizes its use, while respecting the environment at the same time.

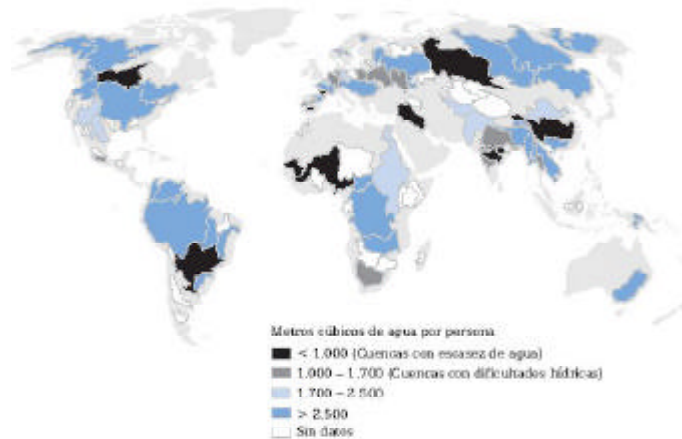


Figura 1: Disponibilidad de agua dulce en el mundo.

Figure 1: Availability of fresh water worldwide.

### Tratamiento y depuración de las aguas residuales

El tratamiento y depuración de las aguas residuales es una herramienta básica para la gestión sostenible de los recursos hídricos, ya que el ciclo hidrológico natural no es capaz de autodepurar la elevada carga de contaminantes que se genera en el agua disponible (materia orgánica, nutrientes en exceso, cloruros, pH inadecuado, metales pesados, microorganismos patógenos, grasas, temperaturas anormales, etc.).

Las aguas residuales pueden tener un origen doméstico, industrial, agrícola o pluvial. Todo el conjunto de las aguas residuales urbanas puede ser tratado según la misma secuencia de operaciones al tener la misma composición. Es lo que se conoce como tratamientos convencionales. Algunas aguas residuales industriales requieren, además, tratamientos específicos.

Una Estación de Recuperación de Aguas Residuales (ERAR) se compone básicamente de tres líneas:

- Línea de agua: tratamientos sucesivos que recibe el agua residual.
- Línea de lodos: operaciones a las que se somete el fango generado antes de ser enviado a su destino definitivo.
- Línea de gas: encargada de transportar y almacenar el biogás generado en los digestores anaerobios.

En la ERAR el agua residual es sometida a diversos tratamientos, resultando un efluente clarificado con la composición y características necesarias para su vertido o su utilización directa. El esquema de funcionamiento de una planta de este tipo es el siguiente:

- El agua residual entra en la ERAR a través de un sistema de colectores y es enviada en primer lugar a la etapa de pretratamiento, donde se eliminan los sólidos de alta densidad o de gran tamaño para proteger a los equipos y a las líneas de conducción de la depuradora.
- A continuación pasa al tratamiento primario, que tiene tres objetivos:
  - Reducir la cantidad de sólidos en suspensión mediante tratamientos físicos: sedimentación y flotación.
  - Reducir la carga orgánica de la corriente, utilizando un proceso físico-químico de coagulación-floculación.
  - Neutralizar en caso de desviaciones de pH mediante un tratamiento químico adecuado.

### Wastewater treatment and purification

Wastewater treatment and purification is a basic tool for sustainable management of water resources because the natural water cycle itself is not capable of purifying the high load of contaminants that are generated in the water available (organic matter, excess nutrients, chlorides, inadequate pH, heavy metals, pathogenous microorganisms, oils, abnormal temperatures, etc.).

Wastewater can be of domestic, industrial, agricultural or pluvial origin. All kinds of wastewater, because they share the same composition, can be treated according to the same sequence of operations. This is what is known as conventional treatment. Certain kinds of industrial wastewater require further specific treatment.

A Wastewater Recovery Station (WWRS) is basically made up of three lines:

- Water line: successive treatments the wastewater undergoes.
- Sludge line: operations the sludge generated is submitted to prior to being sent to its final destination.
- Gas line: in charge of transporting and storing the biogas generated in the anaerobic digesters.

At the WWRS, wastewater undergoes different kinds of treatment that result in a clarified effluent with the composition and characteristics needed for its discharge or direct use. The functioning scheme for a plant of this kind is as follows:

- The wastewater enters the WWRS by means of a system of collectors and is then sent first to the pre-treatment stage, where high-density or large solids are eliminated to protect facility equipment and pipelines.
- It then goes to primary treatment, which has three objectives:
  - Reducing the quantity of suspended solids by means of physical treatment: sedimentation and flotation.
  - Reducing the organic load of the flow by means of a physico-chemical process of coagulation-flocculation.
  - Neutralizing, in the event of pH deviations, through suitable chemical treatment.

## Desalación y Potabilización de Agua

### Water Desalination and Potabilization

- El siguiente paso es el tratamiento secundario o tratamiento biológico, en el que se estabiliza y elimina la materia orgánica biodegradable que permanece en el agua. En esta etapa es fundamental provocar el desarrollo de microorganismos capaces de asimilar la materia orgánica y transformarla en un material mineral insoluble. Ello se consigue en un reactor biológico con la aireación adecuada según el tipo de microorganismo utilizado. El material insoluble se separa posteriormente en sedimentadores secundarios.
- Tanto los lodos primarios como los secundarios son tratados convenientemente en la línea de lodos, donde se lleva a cabo un espesamiento, digestión anaerobia y deshidratación. El producto resultante puede utilizarse por ejemplo en el sector agrícola, o ser incinerado para su recuperación energética. Por su parte, el gas generado en la digestión de los lodos se almacena, eliminando el posible exceso a través de una antorcha. Este gas está compuesto en un 65% por metano, y puede ser aplicado en calefacción, combustible de calderas y motores, e incluso para producir electricidad.
- Volviendo a la línea de agua, en algunas ocasiones es necesario una desinfección posterior al tratamiento secundario. Esta desinfección se lleva a cabo mediante diferentes agentes, como cloro, ozono o radiación ultravioleta.
- Finalmente, es posible que se requiera un tratamiento terciario o avanzado en función de las exigencias medioambientales sobre esa corriente. Uno de los tratamientos avanzados más utilizados es la eliminación biológica de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- The next step is secondary or biological treatment, in which the remaining biodegradable organic matter in the water is stabilized and eliminated. In this stage, it is essential to induce the development of microorganisms capable of assimilating the organic matter and transforming it into insoluble mineral matter. This is achieved in a biological reactor with suitable aeration according to the type of microorganism used. The insoluble matter is subsequently separated in secondary settling tanks.
- Both primary and secondary sludge is suitably treated on the sludge line, where thickening, anaerobic digestion and dehydration take place. The resulting product can then be used, for example, in the agricultural sector, or incinerated for energy recovery purposes. On the other hand, the gas generated during sludge digestion is stored, with possible excess being eliminated by means of a flare. This gas is 65% methane and can be utilized for heating, as boiler and engine fuel, and even to produce electricity.
- Going back to the water line, disinfection is sometimes required following secondary treatment. This disinfection is carried out using different agents, such as chlorine, ozone or ultraviolet radiation.
- Finally, tertiary or advanced treatment may be required, depending on the environmental demands on the flow. One of the most commonly used advanced treatment processes is biological elimination of nutrients (nitrogen and phosphorus).

El agua resultante de este proceso se puede emplear para el riego, usos industriales y el baldeo de calles. En algunos casos, y empleando las tecnologías necesarias para garantizar sus niveles de calidad, puede incluso ser utilizada para el consumo humano.

### La desalación

La desalación tiene como objetivo eliminar las sales presentes en el agua de mar o en aguas salobres, obteniéndose como resultado dos corrientes: agua dulce y salmuera. Si la separación es suficientemente buena, el agua dulce puede ser potable. Esta técnica puede llegar a suponer en un futuro no muy lejano un sólido apoyo a la recuperación del agua para la correcta gestión de los recursos hídricos.

The water resulting from this process can be utilized for irrigation, industrial uses and street cleaning. In some cases, it may even be used for human consumption, provided the technologies required to ensure water quality levels have been employed.

### Desalination

The aim of desalination is to eliminate salt from seawater or brackish water, resulting in two kinds of flow: fresh water and brine. If the separation is good enough, the fresh water can even be drinkable. In the not too distant future, this technique could become a basic pillar for water recovery and proper water resource management.

# Desalación y Potabilización de Agua

## Water Desalination and Potabilization

Para que el proceso se lleve a cabo es necesario la aportación de energía, y la rentabilidad del proceso depende de la calidad, tanto del agua de mar como del agua dulce que se quiera obtener. A modo de referencia, el contenido medio de sal en los océanos es del 3,5% en peso, siendo el Mar Muerto un caso especial con una concentración del 22%.

Según el Ministerio de Medio Ambiente, el coste actual de desalación de agua de mar en España es de 0,45 €/m<sup>3</sup>, coste que se ha visto reducido en un 50% en los últimos 20 años gracias a la automatización de las instalaciones y al descenso del precio de las membranas de ósmosis, que han incrementado notablemente su tiempo de vida útil, siendo el coste de la amortización de 0,15 €/m<sup>3</sup> y el de la explotación de 0,30 €/m<sup>3</sup> (0,17 €/m<sup>3</sup> energía y otros 0,13 €/m<sup>3</sup> de explotación aproximadamente).

### Tecnologías actuales

Existen numerosas tecnologías de desalación, que se pueden clasificar según el tipo de energía utilizada (Figura 2).

En la destilación flash (plantas MSF) se utilizan varias unidades de destilación en serie con presiones cada vez menores. Son instalaciones indicadas para alimentaciones con alto contenido en sales y presentan una elevada robustez en su operación y fácil acoplamiento con plantas de cogeneración. Su principal inconveniente es el alto consumo energético unitario.

La tecnología MED está ganando mucho terreno frente a la MSF, ya que presenta menores consumos específicos. También se suelen emplear instalaciones combinadas de MED y compresión de vapor donde se obtienen menores consumos específicos.

For the process to be carried out, energy must be provided, and profitability depends on the quality of both the seawater as well as the fresh water to be obtained. As a reference, the average salt content in the oceans is 3.5% in weight, with the Dead Sea being an exception with a concentration of 22%.

According to the Ministry of the Environment, the current cost of seawater desalination in Spain is 0.45 €/m<sup>3</sup>, a cost that has been reduced by 50% over the past 20 years thanks to automation of facilities and the decrease in the price of osmosis membranes, whose useful life has also increased considerably, with the cost of amortization now at 0.15 €/m<sup>3</sup> and operational cost at 0.30 €/m<sup>3</sup> (0.17 €/m<sup>3</sup> energy and other operating costs of approximately 0.13 €/m<sup>3</sup>).

### Existing technologies

Numerous desalination technologies exist, and they can be classified according to the type of energy utilized (Figure 2).

In flash distillation (MSF plants), various multi-stage distillation units with increasingly lower pressures are utilized. These facilities are suitable for high salt content feeds, highly robust operationally, and easily connectable to co-generation plants. Their main drawback is high unitary energy consumption.

MED technology is gaining ground with respect to MSF technology, as its specific consumptions are lower. Combined MED and vapor compression installations are also frequently utilized,

where lower specific consumptions are achieved.

Energía aplicada	Operación de separación	Tecnología
Térmica / Thermal	Evaporación / Evaporation	Destilación Flash / Flash Distillation
		Destilación multiefecto / Multieffect distillation
		Termocompresión de vapor / Vapor thermo-compression
		Destilación solar / Solar distillation
Mecánica / Mechanic	Evaporación / Evaporation	Congelación / freezing desalination
		Formación de hidratos / Hydrates
Eléctrica / Electrical	Filtración y evaporación / Filtration and Evaporation	Separación con membranas / Membrane Separation
	Filtración / Filtration	Compresión mecánica de vapor / Mechanical Vapour Compression
Química / Chemical	Intercambio / Exchange	ósmosis inversa / Reverse osmosis
		Electrodiálisis / Electrodialysis
		Intercambio iónico / Ionic Exchange

Figura 2. Principales tecnologías de desalación.

Figure 2. Main desalination technologies.

# Desalación y Potabilización de Agua

## Water Desalination and Potabilization

La destilación solar aprovecha la radiación solar para producir la evaporación, colocando sobre la superficie a evaporar una cubierta transparente en la que choca el vapor generado. El principal inconveniente de esta tecnología es la elevada necesidad de superficie disponible.

Entre las técnicas que utilizan energía mecánica es importante destacar la ósmosis inversa. Esta técnica se basa en la puesta en contacto de dos disoluciones, separadas por una membrana permeable al paso del agua, sobre la que se aplica una presión de forma que se establezca un flujo de agua hacia el compartimento más diluido. Se consiguen altos rendimiento de proceso, aunque no es un método apto si se utiliza como materia prima agua con una elevada concentración de sales, ya que en estos casos es necesario un sistema complementario de separación. Las membranas utilizadas se colocan en módulos compactos para aumentar la superficie de contacto, y para maximizar su periodo de vida útil se realiza un pretratamiento adecuado del agua de alimentación.

En casos extremos, donde el agua de mar es muy salina y se dispone de energía térmica barata, la destilación térmica MED es una solución alternativa.

En todos los casos hay que tener en cuenta el impacto ambiental que produce la salmuera vertida. La solución más adecuada depende del tipo de agua que se haya tratado, y de la concentración de sales resultante. Para el caso del agua de mar, normalmente se realiza un vertido directo a la zona costera o una inyección en zonas profundas. Es posible en algunos casos separar las sales disueltas en la salmuera, principalmente cloruro sódico (sal común) para su aplicación en la industria alimentaria o en industrias de derivados.

### Ventajas e inconvenientes de la desalación

La desalación supone un elemento básico del sistema de gestión de los recursos hídricos. Permite la diversificación de las fuentes de abastecimiento, especialmente en zonas donde existe una gran variabilidad de los recursos disponibles. Otra ventaja es la obtención de un agua de calidad adecuada al uso que se vaya a dar.

Solar distillation employs solar radiation to produce evaporation with a transparent covering being placed over the surface area to be evaporated, against which the generated vapor collides. The main disadvantage of this technology is the great need for available surface areas.

Reverse osmosis is noteworthy among the techniques that utilize mechanical energy. This technique is based on contact of two solutions, separated by a water-permeable membrane on which pressure is applied so that a flow of water towards the most diluted compartment is established. High process performances are achieved, although it is not a suitable method if water with a high salt concentration is used as a raw material because, in this case, a complementary separation system is required. The membranes used are placed in compact modules to increase the contact surface area and feed water is suitably pretreated to maximize their useful lifespan.

In extreme cases, where the seawater is highly saline and cheap thermal energy is available, MED thermal distillation is an alternative solution.

The environmental impact of the discharged brine must be taken into consideration in all cases. The most appropriate solution depends on the type of water that has been treated and on the resulting concentration of salts. In the case of seawater, discharge takes place directly to the coastal area or by injection in deep areas. In some cases, the salts dissolved in the brine, mainly sodium chloride (common salt), can be separated for use in the food industry or in derived product industries.

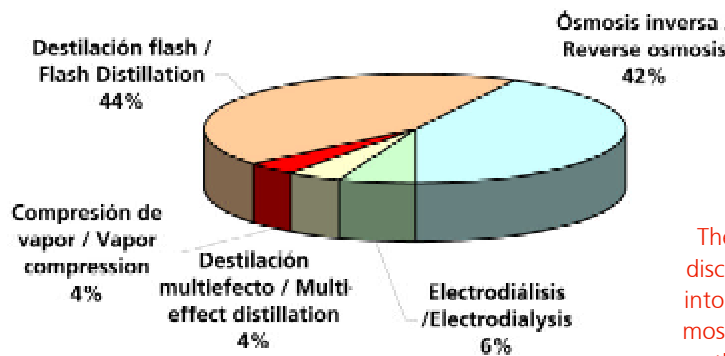


Figura 3: Tecnologías más utilizadas.  
Figure 3: Most commonly used technologies.

### Advantages and disadvantages of desalination

Desalination is a basic element of the water resource management system. It allows diversification of supply sources, especially in areas where there is great variability in available resources. Another advantage is the obtaining of water of quality suitable for its intended use.

## Desalación y Potabilización de Agua

### Water Desalination and Potabilization

Sin embargo, esta tecnología se enfrenta a problemas relevantes: su coste y los posibles impactos ambientales. El coste, que puede resultar elevado dependiendo de diversos factores, provoca que en muchos lugares del mundo sean más interesantes otras alternativas para obtener agua dulce, como el tratamiento de fuentes de agua de baja calidad, la promoción de trasvases regionales, la mejora del ahorro y la eficiencia del uso del agua o la intensificación de la regeneración y la reutilización. Es importante además tener en cuenta la fuerte dependencia del proceso a las variaciones de los precios de la energía necesaria para su explotación. Mientras que el coste típico de la energía eléctrica de una planta de ósmosis inversa representa un 44% del coste total, ese porcentaje alcanza el 60% en el caso de una gran planta de destilación térmica.

Por tanto, la variación de precios de la energía supone un importante riesgo que debe ser valorado adecuadamente a la hora de llevar a cabo inversiones en instalaciones de desalación. Por otra parte, el impacto ambiental de la desalación depende de múltiples factores, aunque en la actualidad existen tecnologías que permiten minimizarlo.

La variación en los precios de la energía tiene una repercusión en el precio final del agua desalada. Como se puede ver en el siguiente gráfico, las tecnologías térmicas se ven más influenciadas por estos cambios que la OI.

Actualmente, la mayor capacidad industrial para desalar agua marina se encuentra en el Golfo Pérsico, en las islas con una disponibilidad limitada de recursos y en ciertas zonas del mundo donde las opciones de abastecimiento son limitadas y el público está dispuesto a pagar precios elevados.

However, there are significant problems associated with this technology: its cost and possible environmental impact. The cost, which, depending on different factors, can be high, makes other alternatives for obtaining fresh water more attractive in many areas of the world. These alternatives include treatment of low-quality water sources, promotion or regional water transfers, improvement in water savings and efficient use, or intensification of water regeneration and reuse. It is also important to bear in mind that the process is highly dependent on the variations in the cost of the energy required for its operation. While the typical cost of electricity at a reverse osmosis plant represents 44% of the total cost, that percentage rises to 60% in the case of a large thermal distillation plant.

Therefore, the variation in energy prices represents an important risk that must be appropriately assessed when investments in desalination facilities are being considered. On the other hand, the environmental impact of desalination depends on multiple factors, although technologies that allow its minimization currently exist.

The variation in energy prices affects the end price of the desalinated water. As can be seen in the graph below, thermal technologies are affected to a greater degree by these changes than RO.

At the present time, the greatest industrial capacity for seawater desalination is found in the Persian Gulf, on islands with limited availability of resources, and in certain areas of the world where supply options are limited and consumers are willing to pay high prices.

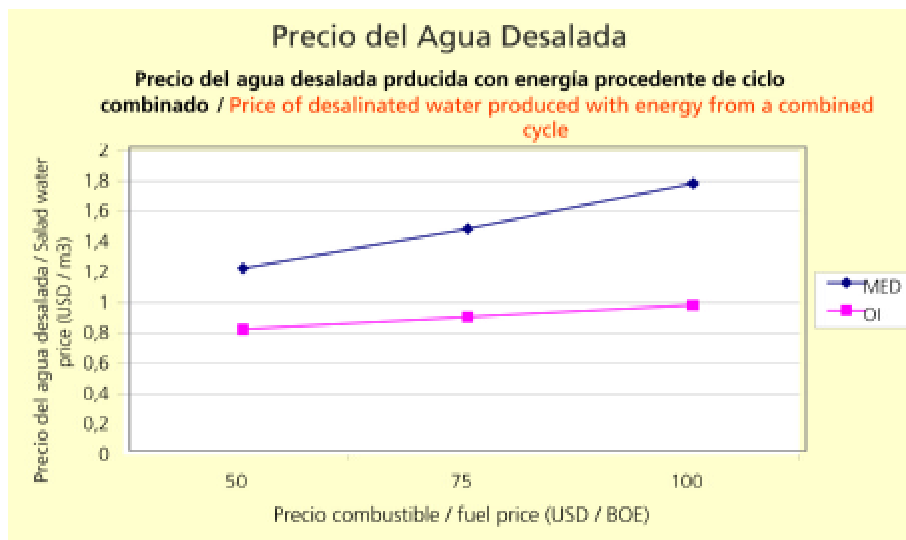


Figura 4  
Figure 4

# Desalación y Potabilización de Agua

## Water Desalination and Potabilization

### Conclusiones

El agua es un recurso escaso y por ello es fundamental llevar a cabo una gestión sostenible. La eliminación de consumos innecesarios, la reutilización y reciclaje y el rediseño de los procesos industriales para minimizar el consumo suponen los pilares básicos de dicha gestión. A ello hay que añadir las nuevas tecnologías que permitirán satisfacer la demanda actual y futura de agua. Así, los recursos hídricos no convencionales derivados de la reutilización o la desalación del agua, se utilizan cada vez con más frecuencia, al igual que otras técnicas como la recarga artificial o la captación de agua de lluvia en el propio lugar donde se producen las precipitaciones.

A pesar del considerable progreso realizado en los últimos años, la desalación sigue siendo una fuente de agua marginal, excepto en las regiones de mayor nivel de vida y con mayores déficit de agua, y en 2006 ha supuesto únicamente un 0,3% del agua dulce utilizada en el mundo.

Cualquier tipo de proceso de producción, reutilización o abastecimiento de agua potable (como el trasvase desde otras cuencas) necesita un aporte energético. En todos los casos, la evolución del precio de la electricidad se verá influida por la mayor o menor dependencia del precio del crudo, afectando, por tanto, al precio del agua.

Sin embargo, debido a sus importantes beneficios potenciales, la desalación se perfila como una herramienta importante para la gestión de los recursos hídricos.



### Conclusions

Water is a scarce resource and therefore its sustainable management is essential. The elimination of unnecessary consumption, its reuse and recycling, and the redesigning of industrial processes to minimize consumption are basic foundations of this management. To this, we must add the new technologies that will allow current and future demand for water to be met. Therefore, non-conventional water resources derived from reutilization or desalination are being employed ever more frequently, as are other techniques, such as artificial recharging or rainfall capture in the actual place where precipitation occurs.

In spite of the considerable progress made in recent years, desalination continues to be a marginal water source, except in regions with a higher standard of living and in areas with greater water shortages. In 2006, desalination produced only 0.3% of the fresh water consumed worldwide.

Any kind of drinkable water production, reutilization or supply process (such as water transfer from other basins) requires energy. In all cases, the evolution of the price of electricity will depend to a greater or lesser extent on the price of crude oil and, therefore, the price of the water will be affected.

Nevertheless, due to its significant potential benefits, desalination is seen as an important water resource management tool.



### Introducción

La gestión de los residuos, según la Ley 10/1998 de Residuos, de 21 de abril, contempla la recogida y el transporte de los mismos, el almacenamiento, la clasificación, las operaciones de valorización y eliminación, así como la vigilancia de las actividades anteriormente citadas y de los lugares de depósito o vertido después de su cierre. A medida que aumenta el nivel de vida de la población de un país la producción de residuos se incrementa, constituyendo la gestión de los mismos una actividad que va tomando día a día mayor importancia

Un residuo se define como cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprende o tiene la intención o la obligación de desprenderse. Los residuos se pueden clasificar según su procedencia en industriales y urbanos o municipales, y según sus características de reactividad y peligrosidad en peligrosos, no peligrosos e inertes.

Existe una nomenclatura de referencia común en la Unión Europea para la codificación de los residuos industriales, conocida como Lista Europea de Residuos (LER), que tiene por objetivo aumentar la eficacia de las actividades de gestión de residuos. Aquellos que figuran en la lista con asterisco (\*) tendrán la consideración de peligrosos

La Unión Europea establece la siguiente jerarquía en la gestión de los residuos:

- 1.- Reducción en origen.
- 2.- Reutilización: el empleo de un producto o material usado para el mismo fin para el que fue diseñado originalmente sin necesidad de someterlo a ningún proceso.
- 3.-Reciclado: la transformación de un residuo, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización.
- 4.-Valorización: todo procedimiento que permite el aprovechamiento de los recursos, materiales o energéticos, contenidos en los residuos.
- 5.-Eliminación: operaciones dirigidas al vertido o a su destrucción total o parcial, plantas de incineración, tratamientos físico-químicos , biológicos, etc.

### Introduction

Waste management, according to the Spanish Waste Act 10/1998, of April 21, includes waste collection and transportation, storage, classification, valuation and disposal operations, as well as monitoring of the aforementioned activities and of waste deposits and dumps following their closure. As the standard of living of a country's population increases, waste production increases as well, thus making waste management an activity that is gaining importance each and every day.

Waste is defined as any substance or object discarded by its owner, or whose owner intends or is obliged to dispose of. Wastes can be classified according to their origin as industrial and urban or municipal, and according to their reactivity and dangerousness as hazardous, non-hazardous and inert.

A common nomenclature for reference has been established in the European Union for coding industrial waste. It is known as the European Waste List (EWL), and its aim is to increase the efficiency of waste management activities. Wastes listed with an asterisk (\*) will be considered hazardous.

The European Union establishes the following hierarchy in waste management:

- 1.- Reduction at the source.
- 2.- Reutilization: the employment of a used product or material for the same end as for which it was originally designed without the need to subject it to any kind of process.
- 3.- Recycling: transformation of a waste, within a production process, for its initial use or for other purposes, including composting and biomethanization.
- 4.- Valuation: any process that allows the resources, materials or energy contained in the waste to be exploited.
- 5.- Disposal: operations aimed at dumping or total or partial destruction of waste, incineration plants, physico-chemical treatment, biological treatment, etc.

## Gestión de Residuos

### Waste Management

#### Residuos urbanos o municipales no peligrosos

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) no peligrosos son los producidos en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios. Engloban un gran número de diferentes componentes: materia orgánica, papel, plásticos, vidrio, textil, metales, etc. La separación en origen permite aumentar el porcentaje de reciclaje y valorización.

#### Gestión de los RSU

La gestión de los RSU debe llevarse a cabo teniendo en cuenta dos parámetros fundamentales: la tasa de generación y la composición de los residuos.

La recogida y el transporte comprende la carga de los residuos en camiones compactadores para aumentar su densidad y reducir el espacio necesario. Se necesita abundante mano de obra, por lo que es indispensable optimizar la utilización del personal y de los equipos. Actualmente esta etapa supone entre un 50 y un 70% del coste total de la gestión de los RSU.

El tratamiento es el conjunto de operaciones encaminadas al aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos (técnicas de aprovechamiento) o a la disposición de una forma ambientalmente segura (técnicas de eliminación).

Las fracciones no recuperables y que no puedan ser recicladas deben ser eliminadas vía incineración, con aprovechamiento de energía, o vía vertedero controlado.

La eliminación de los residuos por su disposición en un vertedero controlado permite en parte también su aprovechamiento energético, ya que debido a las etapas de la digestión anaerobia de la materia orgánica se genera un biogás que puede ser quemado directamente en una antorcha o utilizado para producir energía eléctrica.

El reciclado puede aplicarse sólo a ciertos residuos, como papel, plásticos o vidrio, ya que para que el proceso sea rentable los productos tienen que alcanzar precios razonables en el mercado. Además, para que el reciclaje tenga éxito es muy importante una buena recogida selectiva. Entre las ventajas principales, el reciclado supone menor consumo de materias primas, coste energético inferior en el proceso productivo y reducción del impacto ambiental de los residuos.

El compostaje, operación de reciclaje, es la descomposición por fermentación biológica aerobia de la fracción orgánica

#### Non-hazardous urban or municipal waste

Non-hazardous Urban Solid Waste (USW) is generated by households, commercial centers, offices and services. It covers a wide range of different components: organic matter, paper, plastics, glass, textiles, metals, etc. Separation at the source allows recycling and valuation percentages to be increased.

#### USW management

USW management must be carried out taking two fundamental parameters into account: rate of generation and composition of the waste.

Collection and transportation comprises loading the waste into compacting trucks to increase its density and reduce the required space. It is labor-intensive and thus optimization of the use of personnel and equipment is vital. This stage currently represents between 50 and 70% of the total cost of USW management.

Treatment is the set of operations focused on harnessing of the material and energy sources (harnessing techniques) or ensuring environmentally-safe disposal of the waste (elimination techniques).

The non-recoverable fractions and those that cannot be recycled must be disposed of through incineration, capturing the energy, or by controlled dumping.

The elimination of waste by disposal at a controlled dump also partially allows energy-harnessing because biogas is generated during anaerobic digestion of the organic matter stages and this gas may be burnt off directly with a flare or utilized to produce electric energy.

Recycling can only be applied to certain wastes such as paper, plastics or glass because, in order for the process to be profitable, the products must achieve reasonable prices on the market. Moreover, good selective collection is very important in order for recycling to be successful. Among the main advantages of recycling are lower consumption of raw materials, lower production process energy costs and reduction of the environmental impact of wastes.

Composting, a recycling operation, is the decomposition by aerobic biological fermentation of the biodegradable organic

## Gestión de Residuos Waste Management

biodegradable de los residuos, de forma que el compost obtenido sirve como regenerador orgánico de los suelos. Es un proceso caro y requiere una gran disponibilidad de terreno, pero disminuye los riesgos de contaminación y malos olores, destruye los patógenos y el compost permite mejorar las propiedades de los suelos.

La biometanización se considera también operación de reciclaje, y consiste en la descomposición por fermentación biológica anaerobia de la fracción orgánica biodegradable de los residuos, generando metano. La tecnología utilizada es análoga a la de depuración de aguas residuales y permite el aprovechamiento energético de los residuos, ya que el biogás obtenido tiene un poder calorífico de 22400 kJ/m<sup>3</sup> frente a los 37300 kJ/m<sup>3</sup> del gas natural.

Por último, la incineración es una combustión controlada de los residuos con oxígeno estequiométrico o en exceso. Dado que los RSU tienen un elevado poder calorífico, al quemarlos es posible recuperar su energía.

### Residuos industriales

Son los residuos, peligrosos o no, que se generan en un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento de una instalación o actividad industrial. Entre los peligrosos suelen ser sustancias inflamables, corrosivas o tóxicas. Más del 60% proceden de la industria química y afines.

Los residuos industriales asimilables a urbanos se gestionan como se explicó en el apartado anterior. En el caso de los residuos peligrosos, la gestión es más compleja y requiere de unos pasos previos que en la gestión de los residuos no peligrosos no resultan necesarios.

En primer lugar, se necesita disponer de una aceptación de residuos por parte de un gestor autorizado para el tipo de residuo que se va a tratar. Se debe notificar al organismo ambiental competente, con al menos diez días de antelación, la retirada de los residuos, indicando el residuo que se va a gestionar, la cantidad, el productor, el gestor, el transportista y la ruta que va a seguir. Cada residuo debe llevar en el transporte un Documento de Control y Seguimiento (DCS) que servirá como guía del residuo.

portion of the waste so that the compost obtained may serve as an organic regenerator for land. It is an expensive process and requires a high level of land availability, but it reduces the risks of contamination and foul odors, destroys the pathogens and the compost allows enhancement of soil properties.

Biomethanization is also considered a recycling operation and involves decomposition by anaerobic biological fermentation of the biodegradable organic portion of the waste, which generates methane. The technology utilized is comparable to that for wastewater purification and allows employment of the energy in the waste, as the biogas obtained has a calorific value of 22,400 kJ/m<sup>3</sup> versus natural gas's 37,300 kJ/m<sup>3</sup>.

Finally, incineration is the controlled combustion of wastes with stoichiometric or excess oxygen. Given that USW possesses a high calorific value, energy can be recovered when it is incinerated.

### Industrial waste

It is the waste, whether hazardous or not, that is generated in a manufacturing, transformation, utilization, consumption, cleaning or maintenance process at an industrial facility or in industrial activity. Hazardous wastes are usually flammable, corrosive or toxic substances. More than 60% come from chemical or related industries.

Industrial wastes assimilable to urban wastes are managed as explained in the previous section. In the case of hazardous wastes, management is more complex and prior steps that are not necessary in the case of non-hazardous wastes must be taken.

In the first place, an authorized manager for the type of waste to be treated must have issued an acceptance certificate. The competent environmental body must be notified, at least ten days in advance, of the removal of the waste. Said notification must indicate the type of waste to be managed, its quantity, the producer, manager, transporter and the route to be taken. During transport, each waste must be accompanied by a Control and Tracking Document (CTD) that serves as a guide to the waste.

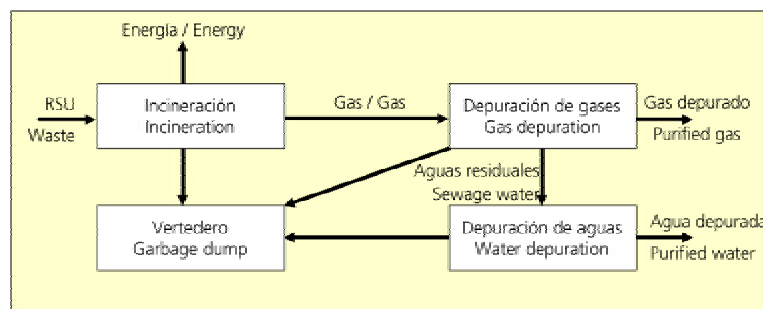


Figura 2. Esquema de las etapas en la incineración de RSU.  
Figure 2. Diagram of USW incineration stages.

## Gestión de Residuos

### Waste Management

El tratamiento del residuo por el gestor tiene como objetivo reducir o anular las características peligrosas del residuo y favorecer su transporte y almacenamiento. Para elegir el método más adecuado hay que tener en cuenta numerosos factores, como el tipo de residuo, la cantidad o el origen.

### Otros residuos

#### • Residuos agrarios

Engloban residuos forestales, agrícolas y ganaderos. Pueden utilizarse en numerosas aplicaciones, ya que tienen:

- Valor energético.
- Valor agrícola, por su alto contenido en materia orgánica, agua y nutrientes.
- Valor ganadero: algunos residuos vegetales sirven como alimento.
- Valor industrial: los materiales lignocelulósicos se pueden aprovechar para la obtención de la pasta celulósica.

#### • Residuos de explotación de minas y canteras

Suponen grandes volúmenes de residuos sólidos compuestos por materiales silíceos, arcillosos, calizos, gravas, pizarras, etc. Tienen una escasa capacidad de reutilización, y se emplean en la restauración de terrenos agotados.

#### • Residuos clínicos o sanitarios

Proceden de centros de atención sanitaria, centros de investigación, laboratorios, o servicios veterinarios asistenciales. Es necesario tratarlos en el lugar donde se generan, ya que algunos pueden tener carácter infeccioso o peligroso. Según su origen y características, podrán ser tratados como asimilables a urbanos, o deberán ser gestionados por un gestor autorizado.

#### • Residuos radiactivos

Procedentes de la producción de energía eléctrica en centrales nucleares o de aplicaciones de radioisótopos en medicina, industria e investigación. Requieren tratamientos específicos con importantes medidas de seguridad.

### Conclusiones

La actividad del hombre genera una gran cantidad de residuos que deben ser gestionados para garantizar la sostenibilidad. Dicha gestión debe estar diseñada de forma específica, de acuerdo al tipo de residuo que se quiera tratar, por lo que existen numerosas técnicas de tratamiento y aprovechamiento de los residuos. En la actualidad, la base para solucionar la problemática de los residuos es la reducción en origen, reciclaje y reutilización.

The objective of treatment of the waste by the manager is to reduce or nullify the waste's hazardous characteristics and facilitate its transportation and storage. Numerous factors, such as the type, quantity and origin of the waste, must be taken into consideration in order to choose the most suitable method.

### Other wastes

#### • Agricultural wastes

These include forestry, agricultural and livestock wastes. They can be utilized in numerous applications because they possess:

- Energy value.
- Agricultural value, due to their high content in organic matter, water and nutrients.
- Livestock value: certain vegetable wastes serve as animal feed.
- Industrial value: lignocellulosic materials can be used to obtain cellulosic pulp.

#### • Wastes from mining and quarrying activities

They produce large volumes of solid wastes made up of siliceous, argillaceous, calcareous, gravel, slate, etc. materials. Their reutilization capacity is limited and they are used in wasteland recovery.

#### • Hospital or sanitary wastes

They come from health care centers, research centers, laboratories or veterinary care services. They must be treated wherever they are generated as some may be of an infectious or hazardous nature. Depending on their origin and characteristics, they can be treated as assimilable to urban wastes, or must be handled by an authorized manager.

#### • Radioactive wastes

Originating from electricity production in nuclear power plants or radioisotopic applications in medicine, industry and research. They require specific treatment and important safety and security measures must be taken.

### Conclusions

Human activity generates a large amount of waste that must be managed to ensure sustainability. This management must be designed specifically, according to the type of waste to be treated, and, as a result, numerous waste treatment and employment techniques exist. At present, the solution to the waste dilemma lies in reduction at the source, recycling and reutilization.

## El Hidrógeno: Combustible y Vector Energético

### Hydrogen: fuel and Energy Vector

#### La necesidad de un nuevo vector energético: el hidrógeno

Uno de los objetivos de la sociedad actual, en todos sus sectores, es la mejora sostenible de la calidad de vida y, en concreto, la búsqueda de nuevos sistemas energéticos que satisfagan a precios asequibles las demandas de esa sociedad (reducir los agentes contaminantes y asegurar el suministro energético, principalmente).

Como una alternativa a los tradicionales vectores energéticos basados en combustibles fósiles, se plantea ahora la posibilidad de emplear un nuevo vector energético, el hidrógeno, del que se dice que es limpio, renovable y eficiente. Además, empleado conjuntamente con pilas de combustible, el hidrógeno puede producir calor y electricidad teniendo como único residuo agua pura.

Sin embargo, hay que destacar que el hidrógeno no es una fuente de energía primaria, como lo son el carbón o el gas natural; es un vector energético que en la actualidad se puede producir utilizando los sistemas energéticos tradicionales (actualmente la mayor parte del hidrógeno se produce a partir del gas natural). A largo plazo, para ver en el hidrógeno un combustible limpio que pueda ser producido a gran escala, es necesario mirar hacia las fuentes de energía renovable capaces de producir este gas.

Así, la producción de hidrógeno a partir de estas fuentes permite una generación distribuida, acorde con las economías locales, siempre a través del método más limpio y adecuado en cada caso; pero, además, libera a las regiones y a los países de la necesidad de importar combustibles fósiles y sus derivados, ya que será posible en muchos casos producir localmente el hidrógeno que se necesite.

Por otra parte, para producir hidrógeno a gran escala en el futuro, todos los expertos coinciden en que será necesario acudir a la producción mediante energía solar (o nuclear en aquellos países que lo consideren). También es común la idea de que, a corto y medio plazo, el mejor método para propiciar la penetración del hidrógeno renovable será la producción a partir de energía eólica o solar fotovoltaica, o bien mediante reformado de biocombustibles, principalmente por las posibilidades que presenta un método de producción susceptible de ser implantado descentralizado.

#### The need for a new energy vector: hydrogen

One of the objectives of today's society, in all its sectors, is sustainable improvement of the quality of life and, more precisely, the search for new energy systems that meet the demands of society (mainly reducing contaminating agents and ensuring the energy supply) at attainable prices.

As an alternative to traditional energy vectors based on fossil fuels, the possibility of utilizing a new energy vector, hydrogen, is under consideration. Hydrogen is said to be clean, renewable and efficient. Moreover, when used together with fuel cells, hydrogen can produce heat and electricity with the only waste being pure water.

However, it must be pointed out that hydrogen is not a primary energy source like coal or natural gas; it is an energy vector that can currently be produced with the use of traditional energy systems (most hydrogen today is produced from natural gas). In the long term, in order for hydrogen to be seen as a clean fuel that can be produced on a large scale, we have to look to the renewable energy sources that are capable of producing this gas.

Thus, the production of hydrogen from these sources permits distributed generation in accordance with local economies, by means of the cleanest and most appropriate method in each case; but, in addition, it frees regions and countries of the need to import fossil fuels and their derivatives because, in many cases, local production of the required hydrogen will be possible.

On the other hand, all experts agree that solar energy (or nuclear energy in countries that deem it opportune) will have to be utilized to achieve large-scale hydrogen production in the future. Another common consideration is that, in the short to medium term, the best way to propitiate renewable hydrogen's entering the market will be its production using wind or solar photovoltaic energy, or by reforming biofuels, mainly due to the possibilities presented by implementation of decentralized production.

# El Hidrógeno: Combustible y Vector Energético

## Hydrogen: fuel and Energy Vector

### El hidrógeno y las pilas de combustible

Las pilas de combustible no son un invento nuevo; su principio fue descubierto por el juez Sir William Grove, en 1839, aunque su verdadero desarrollo tecnológico tuvo lugar gracias a F.T. Bacon, en 1952, con la construcción de una planta de 5 kW. No obstante, fue a partir de los años 70, a raíz de la crisis del petróleo, cuando realmente recibió un impulso decisivo la investigación y el desarrollo de esta nueva tecnología.

Las pilas de combustible son unos dispositivos electroquímicos que convierten la energía química de reacción directamente en energía eléctrica. Su diferencia fundamental con las baterías es que estas últimas son acumuladores de energía, dependiendo la máxima energía que son capaces de suministrar de la cantidad de reactivos químicos almacenados en ellas, y dejando de producir energía cuando se consumen dichos reactivos. Las pilas de combustible son, por el contrario, dispositivos que tienen teóricamente la capacidad de producir energía eléctrica mientras que se le suministre combustible y oxidante; sólo la degradación o el mal funcionamiento de los componentes limitan la vida de operación práctica de las pilas de combustible.

El principio de funcionamiento en el que se basan las pilas de combustible es el inverso al de la reacción electrolítica; oxígeno e hidrógeno se combinan para formar agua, con producción de energía eléctrica y desprendimiento de calor. Se trata, por tanto, de una reacción limpia en la que el único subproducto es agua, que puede ser liberada sin ningún peligro para el medio ambiente.

Además del hidrógeno puro, se pueden emplear otros combustibles, como gasolina, gases licuados del petróleo, metanol, bioetanol, etc., que tan sólo preciserían de un tratamiento adecuado (reformado, purificación) para adaptarlos a los diferentes tipos de pilas de combustible. En este caso, si fuera necesario, estos métodos de producción de hidrógeno a partir de hidrocarburos o alcoholes pueden ser combinados con procesos de «secuestro de CO<sub>2</sub>» para garantizar una producción sostenible.

### Hydrogen and fuel cells

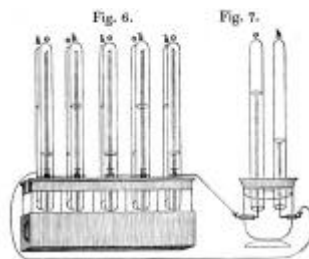
Fuel cells are not a new invention; their principle was discovered in 1839 by the judge Sir William Grove, although F. T. Bacon was responsible for their true technological development in 1952 when he constructed a 5 kW plant. Nonetheless, a decisive push was given to research and development of this new technology in the 70s, as a consequence of the energy crisis.

Fuel cells are electrochemical devices that convert chemical reaction energy directly into electric energy. The basic difference between fuel cells and batteries is that the latter are energy accumulators and the maximum energy they are capable of supplying depends on the quantity of chemical reagents stored in them, and they cease producing energy once these reagents have been used up. Fuel cells, on the other hand, are devices that are theoretically capable of producing electricity as long as they are supplied with fuel and an oxidant; only degradation or malfunctioning of components limit the practical operating life of fuel cells.

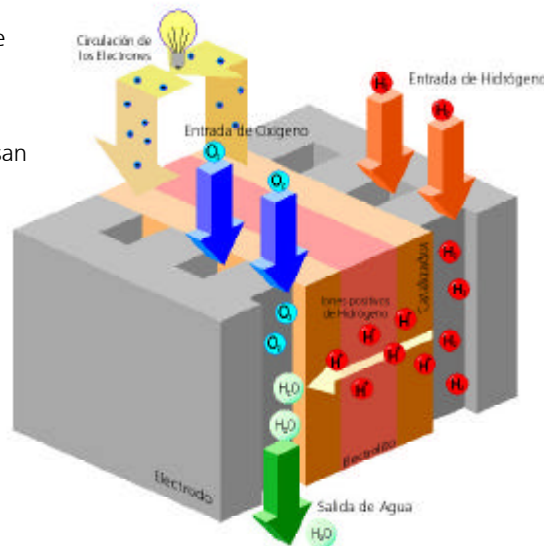
The operating principle on which fuel cells are based is the opposite of that of electrolytic reaction; oxygen and hydrogen are combined to form water, with electricity production and heat release. It is thus a clean reaction in which the only byproduct is water, which can be released without any danger to the environment.

Besides pure hydrogen, other fuels such as gasoline, liquefied petroleum gases, methanol, bioethanol, etc. can also be utilized. They would only require suitable treatment (reforming, purification) to adapt them to the different types of fuel cells. In this event, if necessary, these hydrogen production methods using hydrocarbons or alcohols

can be combined with "CO<sub>2</sub> sequestration" processes to ensure sustainable production.



**Figura 1.- Experimento de Sir William Grove.**  
**Figure 1. - Sir William Grove's experiment.**



**Figura 2.- Esquema básico de una pila de combustible.**  
**Figure 2. - Basic diagram of a fuel cell.**

# El Hidrógeno: Combustible y Vector Energético

## Hydrogen: fuel and Energy Vector

### El hidrógeno renovable

Se habla con frecuencia de la bondad del hidrógeno como vector energético, o de las pilas de combustible como dispositivo para la producción limpia de electricidad; de este modo, es habitual asociarlos al término de «energía renovable», aunque esto no sea siempre del todo exacto.

Así, el hidrógeno será o no «limpio» en la medida en que lo sea su producción; y las pilas de combustible serán o no una fuente de energía renovable en tanto que lo sea el combustible que las alimenta.

Algunas voces manifiestan el estado embrionario en el que se encuentran las energías renovables en la actualidad, su escasa cuota de mercado y las dificultades que tienen para desarrollarse. ¿Es adecuado entonces penalizar estas fuentes energéticas empleando su electricidad para producir hidrógeno con procedimientos todavía poco eficaces para, al fin y al cabo, alimentar pilas de combustible? ¿No sería más provechoso y eficiente producir directamente energía eléctrica?

Los principales inconvenientes de las energías renovables, dentro de la red de generación de energía eléctrica a escala mundial, han sido, tradicionalmente, la limitación en potencia nominal y la discontinuidad en la generación y suministro.

El primer factor ya va siendo neutralizado por dos efectos claros: por un lado, el aumento en la potencia susceptible de ser generada en las nuevas plantas (parques eólicos, plantas fotovoltaicas o termosolares, etc.) debido a los correspondientes avances tecnológicos; y, por otro, la disminución de la centralización de la producción derivada de la tendencia a la generación distribuida.

En cuanto a la discontinuidad en la generación y suministro de las fuentes renovables, la solución buscada ha sido siempre la de encontrar una forma de almacenar temporalmente y de forma eficiente la energía producida, con objeto de desacoplar la oferta de la demanda. De esta forma, se ha considerado el almacenamiento intermedio por medio de volantes de inercia o de baterías eléctricas convencionales.

Sin embargo, si bien estos avances logran aumentar la eficiencia de las fuentes de energía renovable, no salvan su problemática por completo ni su inherente naturaleza intermitente (en el espacio y en el tiempo); tampoco consiguen ligar estas fuentes con sectores como el del transporte, donde todas las voces claman por fuentes de energía limpias y descentralizadas. Así, el hidrógeno surge como solución alternativa ante estos inconvenientes y todos los actores involucrados ven en este vector energético el complementario a la electricidad.

### Renewable hydrogen

There is often talk of the goodness of hydrogen as an energy vector, or of fuel cells as a device for clean electricity production; therefore, they are normally associated with the term "renewable energy", although this is not always exactly accurate.

Therefore, hydrogen will or will not be "clean", depending on whether or not the production process is; and fuel cells will or will not be a renewable energy source depending on whether or not the fuel that feeds them is.

Some voices mention the current embryonic state of renewable fuels, their meager share of the market and the difficulties surrounding their development. Is it right, then, to penalize these energy sources by using their electricity to produce hydrogen with processes that are not yet fully effective to, after all, feed fuel cells? Would it not be more beneficial and efficient to produce electricity directly?

The main drawbacks to renewable energies, within the electricity generation network at the world scale have traditionally been limitation in nominal capacity and discontinuity in generation and supply.

The first factor is now being neutralized by two clear-cut effects: on the one hand, the increase in power susceptible to being generated in new power plants (wind farms, photovoltaic or solar thermal plants, etc.) as a consequence of the corresponding technological advances; and, on the other, reduction in production centralization as a consequence of the tendency towards distributed generation.

In terms of discontinuity in generation and supply of renewable sources, the sought-after solution has always been to find a way to store the produced energy temporarily and efficiently in order to disengage supply from demand. Thus, intermediate storage by means of momentum wheels or conventional electric batteries has been considered.

However, even though these advantages manage to increase the efficiency of renewable energy sources, they do not solve the problem completely nor its inherent intermittent nature (in space and time); neither do they manage to bind these sources to sectors such as transportation, where voices are crying out for clean and decentralized energy sources. Therefore, hydrogen has come to the fore as an alternative solution to these drawbacks, and all the players involved see this energy vector as an ideal complement to electricity.

# El Hidrógeno: Combustible y Vector Energético

## Hydrogen: fuel and Energy Vector

En resumen, es posible encontrar numerosos motivos por los que la integración del binomio pilas de combustible-hidrógeno con las fuentes de energía renovable es viable y necesario; algunos de esos motivos se enumeran a continuación.

### Solución a la aleatoriedad de las energías renovables

La integración de sistemas que empleen las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible se presenta como una solución a la aleatoriedad en la producción (generalmente de carácter intrínseco) de fuentes de energía renovable, como la solar o la eólica, llegando a convertirse en sistemas de almacenamiento intermedios.

### Producción distribuida de hidrógeno

La producción de hidrógeno «limpio» mediante fuentes de energía renovable puede ser una opción de producción de combustible aislada o distribuida, aportando soluciones a la problemática de infraestructura necesaria para el transporte del mismo.

Más aún, el concepto «producción distribuida» del hidrógeno encaja perfectamente con la idea de Desarrollo Sostenible basada en las economías locales, dado que cada región o país podrá producir su hidrógeno (por ejemplo, el hidrógeno que como combustible necesite para el transporte) a partir de las fuentes renovables que se hallen disponibles en cada caso (solar, eólica, biomasa, etc.).

### Reducción del riesgo de apagón

El empleo combinado de hidrógeno como «buffer» de energía eléctrica, con la posibilidad de una producción y almacenamiento distribuidos, propiciaría la prevención de apagones ante picos excesivos de la demanda eléctrica.

### Reducción de las importaciones de petróleo

La producción de hidrógeno mediante diferentes fuentes de energía renovable, dependiendo en cada región de los recursos naturales autóctonos, es lo que hace del hidrógeno un combustible que puede ser producido localmente, independizando la economía de las importaciones de derivados del petróleo.

In short, there are numerous reasons that support the viability and need for integration of the fuel cell-hydrogen binomial with renewable energy sources; some of these reasons are listed below.

### Solution to the randomness of renewable energies

The integration of systems that utilize hydrogen and fuel cell technologies is presented as a solution to randomness in production (generally of an intrinsic nature) from renewable energy sources, such as solar or wind, and has transformed itself into intermediate storage systems.

### Distributed hydrogen production

The production of “clean” hydrogen by means of renewable energy sources may be an option for isolated or distributed fuel production that provides solutions to the problem of infrastructure required for its transportation.

Moreover, the hydrogen “distributed production” concept fits perfectly with the idea of Sustainable Development based on local economies, given that each region or country could produce its own hydrogen (for example, the hydrogen it requires as fuel for transportation) from renewable sources that are available in each case (solar, wind, biomass, etc.).

### Reduction of the risk of blackouts

The utilization of hydrogen as an electric energy “buffer” in combination with the possibility of distributed production and storage would propitiate the prevention of blackouts at times of excessive peaks in demand for electricity.

### Reduction of petroleum imports

The production of hydrogen by means of different renewable energy sources, depending on the indigenous natural resources of each region, is what makes hydrogen a fuel that can be produced locally, thereby freeing the economy of petroleum-derived imports.

As an example, a graph is included that shows the tendency of petroleum imports in the U. S., applied only to the transportation sector (Fuel Cell Report to Congress, February, 2003) if current rates of demand continue.

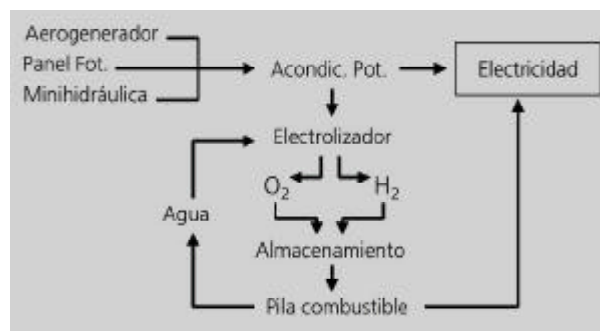


Figura 3.- Estrategia de almacenamiento de energía renovable en hidrógeno.

Figure 3. - Storage strategy for renewable energy in hydrogen.



## El Hidrógeno: Combustible y Vector Energético

### Hydrogen: fuel and Energy Vector

A modo de ejemplo se incluye un gráfico que muestra la tendencia que pueden sufrir las importaciones de petróleo en EEUU, aplicadas sólo al transporte (Fuel Cell Report to Congress, febrero 2003), si se sigue en los actuales ratios de demanda.

Por otra parte, la demanda de energía a escala mundial está creciendo de forma alarmante. La perspectiva de la Política Europea sobre Tecnología Energética y Clima, «World Energy Technology and Climate Policy Outlook» (WETO), predice una tasa de crecimiento medio de la energía primaria mundial del 18 % anual en el período 2000-2030. La creciente demanda ha sido absorbida en gran parte por las reservas de combustible fósil, por lo que estas reservas se están reduciendo y haciéndose cada vez más costosas.

### Reducción de emisiones

Existen diferentes motivos, dependiendo de cada país, para buscar la migración al Vector Hidrógeno; en muchos casos este motivo es el deseo de disminuir las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero y que podría lograrse mediante el uso de un hidrógeno «verde».

Precisamente uno de los objetivos de Kioto es reducir la emisión de estos gases. Para ello se emplean diferentes mecanismos, desde el uso de tecnologías alternativas hasta el llamado «secuestro del CO<sub>2</sub>». El uso del hidrógeno como combustible convertiría las emisiones de CO<sub>2</sub> en «emisiones» de agua, y, si se emplearan pilas de combustible en lugar de motores para el consumo de este hidrógeno, desaparecerían también las emisiones de NO<sub>x</sub>.

### Algunos usos actuales

Una de las características principales de los sistemas basados en pilas de combustible es el grado de independencia entre su eficiencia y su tamaño; es decir, que es posible desarrollar plantas de pequeña potencia (desde vatios) y también plantas de cientos de kilovatios o, incluso, de megavatios, con un rendimiento relativamente elevado.

Las pilas de combustible se hallan presentes en prototipos de aplicaciones portátiles, en automóviles, en el sector estacionario, etc. Así, en la actualidad no hay ningún fabricante de automóviles que no disponga ya de algún prototipo de vehículo propulsado

On the other hand, the demand for energy at the global scale is growing at an alarming rate. The World Energy Technology and Climate Policy Outlook (WETO), predicts an 18% annual average growth in global primary energy for 2000-2030. The growing demand has been absorbed to a large extent by fossil fuel reserves and, therefore, these reserves are diminishing and becoming ever more costly.

### Emissions reduction

There are many reasons, depending on each country, for seeking migration to the Hydrogen Vector. In many cases, this reason is the wish to reduce greenhouse gas emissions and this could be achieved with the use of "green" hydrogen.

One of the Kyoto objectives is precisely to reduce emissions of these gases. Different mechanisms are being employed to this end, ranging from the use of alternative technologies to so-called "CO<sub>2</sub> sequestration". The use of hydrogen as a fuel would convert CO<sub>2</sub> emissions into water "emissions" and, were fuel cells to be utilized instead of engines to consume this hydrogen, NO<sub>x</sub> emissions would be eliminated as well.

Figure 2. U.S. Petroleum Dependence and Transportation

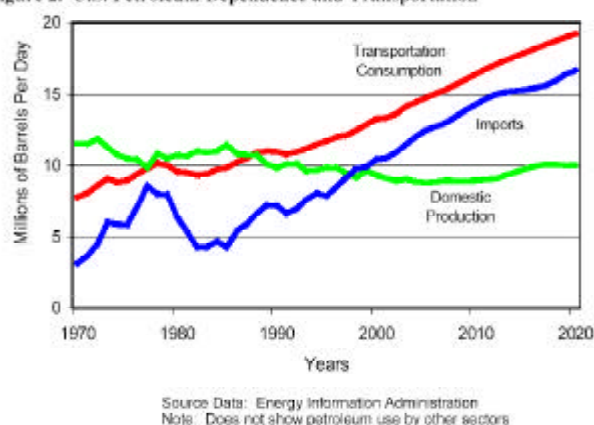


Figura 4.- Importación, producción nacional y consumo en transporte del petróleo en EEUU.

Figure 4.- Importation, national production and consumption of petroleum in the transportation sector

### Some current uses

One of the main features of fuel cell-based systems is the degree of independence between efficiency and size; that is, the possibility exists of developing small output plants (from a few watts) as well as plants for hundreds of kilowatts, or even megawatts, while achieving relatively high performance.

Fuel cells are being utilized in prototypes of portable applications, in automobiles, in the stationary sector, etc. Therefore, there is not one car manufacturer today that does not have some prototype of a hydrogen-powered vehicle; Casio and Motorola, likewise, have

## El Hidrógeno: Combustible y Vector Energético

### Hydrogen: fuel and Energy Vector

con hidrógeno; Casio y Motorola, por su parte, han sacado prototipos de ordenadores portátiles y teléfonos móviles respectivamente equipados con estos dispositivos; y, en el ámbito estacionario, son numerosas las unidades de más de 100 kW instaladas en EEUU.

A nivel nacional, un ejemplo es el Proyecto Hércules, liderado por Hynergreen, y en el que también participan Abengoa Solar Nuevas Tecnologías, Agencia Andaluza de la Energía, Aicia, Carburos Metálicos, GreenPower, Inta y Santana Motor. Este proyecto tiene como objetivo establecer en Sanlúcar La Mayor una estación de servicio de hidrógeno producido in situ a partir de energía solar, así como desarrollar y construir un vehículo eléctrico propulsado por una pila de combustible que se abastezca en ella.

No obstante, actualmente las pilas de combustible tienen todavía una serie de barreras que han de solventar, tanto en el plano tecnológico como en el económico, por lo que son necesarios proyectos de demostración que validen diferentes aspectos.

### Conclusiones

Desde el punto de vista tecnológico, el hidrógeno está sin ninguna duda preparado para convertirse en un vector energético complementario a la electricidad, y situarse como alternativa clara, limpia y renovable a los productos derivados del petróleo y otros combustibles no renovables.

La Unión Europea, los gobiernos nacionales de los principales países y las regiones más influyentes se organizan actualmente en asociaciones y plataformas para promover al hidrógeno como vector energético.

Serán sin duda los proyectos de demostración, el desarrollo de nichos de mercado, el establecimiento de nuevas políticas y la demanda de la sociedad, los que determinen la velocidad y la profundidad de este nuevo «combustible del siglo XXI» que, sin duda, establecerá un nuevo paradigma en el escenario geopolítico mundial.

brought out prototypes of laptops and cellular phones fitted with these devices; and, in the stationary sector, numerous units of over 100 kW have been installed in the U.S.

Here in Spain, an example is the Hercules Project, led by Hynergreen, in which Abengoa Solar New Technologies, the Andalusian Energy Agency, Aicia, Carburos Metálicos, GreenPower, Inta and Santana Motor are also participating. The aim of this project is to establish a service station in Sanlúcar la Mayor for hydrogen produced on-site from solar energy, as well as to develop and construct an electric vehicle run on a fuel cell which is fed at the station.



**Figura 5.- Vehículo seleccionado por Santana Motor para el desarrollo del prototipo con pila de combustible.**

**Figure 5.- Vehicle selected by Santana Motor for developing the fuel cell prototype.**

Nevertheless, there is still a series of obstacles to be overcome with fuel cells, both technological and economic in nature, and thus demonstration projects to validate

different aspects are needed.

### Conclusions

From a technological standpoint, hydrogen is, without a doubt, ready to become an energy vector complementary to electricity and position itself as a clear, clean and renewable alternative to petroleum-derived products and other non-renewable fuels.

The European Union, governments of leading countries and the most influential regions are currently establishing associations and platforms to promote hydrogen as an energy vector.

Demonstration projects, the development of market niches, establishment of new policies and the demand from society will determine the speed and intensity of this new "21<sup>st</sup>"-century fuel" which, undoubtedly, will establish a new paradigm in the world's geopolitical scenario.

### Introducción

El Protocolo de Kioto define la arquitectura del mercado de carbono estableciendo objetivos cuantificados de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para los países desarrollados, y determinando, además, que los países anexo 1 (países desarrollados) pueden cubrir una parte de su cuota de emisiones a través de tres mecanismos, llamados mecanismos de flexibilidad:

- El mecanismo de desarrollo limpio (MDL o CDM en inglés) que permite la transferencia de certificados de reducción de emisiones (CER) a los países anexo 1 desde proyectos de los países no anexo 1.
- El mecanismo de acción conjunta (AC o JI en inglés) en los que hay una transferencia se hace en base proyecto a proyecto de unidades de reducción de emisiones (ERU) entre países de anexo 1.
- Y el comercio internacional de emisiones, que permite el comercio de emisiones unidades asignadas de emisiones (AAU) y otros créditos del protocolo de Kioto (CER y ERU después de haber sido generados por un proyecto) entre países anexo 1.

1 unidad de emisión asignada (AAU) = 1 tonelada de CO<sub>2</sub> = 1 derecho de emisión.

### Origenación de derechos y créditos de emisiones

En el año 1997 se aprueba el protocolo de Kioto, que entra en vigor en febrero de 2005 con su ratificación. Según el protocolo, los países incluidos en el anexo 1 (países industrializados y países en transición a economías de mercado) se comprometen a lograr objetivos individuales y jurídicamente vinculantes para limitar o reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Los países que ratifican el protocolo suman entre todos un total de recorte de las emisiones de gases de efecto invernadero de al menos el 5% con respecto a los niveles de 1990 en el periodo de compromiso de 2008-2012.

La medida de la emisión de gases de efecto invernadero son las toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, estableciéndose así una equivalencia que viene dada por la tabla siguiente:

Un derecho de emisión es el derecho a emitir una tonelada de carbono equivalente a la atmósfera.

Gases Efecto Invernadero	CO <sub>2</sub> Equivalente
CO <sub>2</sub>	1 u
CH <sub>4</sub> . Metano	21 u
N <sub>2</sub> O. Oxido nitroso	310 u
PFCs. Perfluocarburos	740 u
HFCs. Hidrofluocarburos	1300 u
SF <sub>6</sub> . Hexafluoro de azufre	23900 u

The greenhouse gas emissions measurement is the number of tons of CO<sub>2</sub>, thereby establishing an equivalency which is given in the following table:

An emission right is the right to emit one ton of equivalent carbon into the atmosphere.

### Introduction

The Kyoto Protocol defines the architecture of the carbon market by establishing quantified objectives for the reduction of greenhouse gas emissions for developed countries, and also specifying that Annex 1 countries (developed countries) may cover their emissions quota by means of three mechanisms, called flexibility mechanisms:

- The Clean Development Mechanism (CDM), which allows transfer of Emission Reduction Certificates (ERCs) to Annex 1 countries from projects undertaken in Non-Annex 1 countries.
- The Joint Implementation (JI) mechanism, under which a transfer of Emission Reduction Units (ERUs) is made on a project-to-project basis between Annex 1 countries.
- And international emissions trading which allows the trading of Assigned Amount Units (AAUs) and other Kyoto Protocol credits (ERCs and ERUs subsequent to their having been generated by a project) between Annex 1 countries.

1 Assigned Amount Unit (AAU) = 1 ton of CO<sub>2</sub> = 1 emission right.

### Origination of emission rights and credits

The Kyoto Protocol was approved in 1997 and came into force in February of 2005 following its ratification. According to the protocol, Annex 1 countries (industrialized countries and those in transition to market economies) commit themselves to reaching individual and legally-binding goals to limit or reduce their greenhouse gas emissions. The countries that ratify the protocol undertake, all together, to achieve a total reduction in greenhouse gas emissions of at least 5% with respect to 1990 levels during the 2008 to 2012 commitment period.

## Mercados de Carbono

### Carbon Markets

Cada país que ratifica el protocolo de Kioto debe cumplir una cuota (derecho a emitir x toneladas de carbono) que reduce o limita el incremento de sus emisiones. España tiene un límite de crecimiento del 15% de media en el periodo 2008-2012 con respecto a las emisiones de 1990.

Los países asignan a su vez cuotas a determinados sectores, llegando a nivel de instalaciones, a través de los Planes Nacionales de Asignación (PNA), y existen sanciones para los países que no cumplan su cuotas (de 40 euros más la adquisición del derecho de emisión en el periodo 2005-2007, y de 100 euros más la adquisición del derecho de emisión para el periodo 2008-2012).

El protocolo de Kioto introduce flexibilidad en el cumplimiento de las cuotas asignadas, permitiendo que los países cumplan algunos de sus compromisos de reducción a través de las reducciones generadas en proyectos en países en desarrollo (proyectos MDL) y en proyectos en países con economías de transición (proyectos AC).

Estos proyectos generan un ahorro de emisiones adicional al que se hubiera producido en el supuesto de haberse empleado una tecnología convencional. Las reducciones obtenidas se certifican. Estos certificados son los CER para los proyectos MDL y ERU para los proyectos AC, y pueden comercializarse y adquirirse por países que deben cumplir un compromiso de reducción. Los ingresos derivados de la comercialización mejoran la viabilidad de los proyectos.

Existen también otros tipos de créditos o permisos para emitir, como los tCER y los ICER que se generan en proyectos MDL de forestación y reforestación y que son temporales, ya que hay que demostrar a lo largo del tiempo que ese proyecto (bosque) sigue existiendo.

1 crédito de emisión (CER/ERU/tCER/ICER) = 1 tonelada de CO<sub>2</sub>

### Comercio de emisiones

El comercio internacional de emisiones es un instrumento de mercado, es decir, de compra y venta de derechos de emisión de gases de efecto de invernadero. Se trata de redistribuir costes entre empresas y países que hacen inversiones para reducir sus emisiones y, por tanto, tienen menos emisiones de las que les corresponde según su compromiso en el Protocolo de Kioto, y otros cuyas emisiones hayan aumentado más de lo que les correspondería por su cuota. De esta forma, los primeros pueden vender los derechos que tienen de sobra a los segundos. Las transacciones que se producen en el mercado de carbono se agrupan en dos grandes categorías, las transacciones basadas en

Each country that ratifies the Kyoto Protocol must meet a quota (right to emit x tons of carbon) that reduces or limits increase of its emissions. Spain has an average 15% increase limit for the 2008-2012 period with respect to its 1990 emissions levels.

Countries likewise assign quotas to certain sectors, reaching installations level, through National Assignment Plans (NAPs), and countries not meeting their quotas are sanctioned (40 euros plus the acquisition of the emission right for the 2005-2007 period, and 100 euros plus the acquisition of the emission right for the 2008-2012 period).

The Kyoto Protocol brings flexibility to compliance with assigned quotas by allowing countries to meet some of their reduction commitments through reductions generated in projects in developing countries (CDM projects) and for projects in transition economy countries (JI projects).

These projects generate an additional savings in emissions to that which would have been achieved had conventional technology been utilized. The obtained reductions are certified. These certificates are ERCs for CDM projects and ERUs for JI projects. They may be traded and purchased by countries that must meet a reduction commitment. The earnings derived from their trading enhance the viability of the projects.

There are also other types of credits or permits to emit, such as tCERs and 1CERs, which are generated by CDM forestation and reforestation projects. These are temporary, due to the fact that it must be demonstrated over time that the project (forest) continues to exist.

1 emission credit (ERC/ERU/tCER/1CER) = 1 ton of CO<sub>2</sub>

### Emissions trading

International emissions trading is a market tool, that is, for sale and purchase of greenhouse gas emission rights. The objective is to redistribute costs among companies and countries that make investments to reduce their emissions and, therefore, have fewer emissions than those of their Kyoto Protocol commitment quota, and other countries whose emissions have gone beyond their quota. This allows the former to sell their surplus rights to the latter.

Transactions in the carbon market are grouped into two large categories, transactions based on permits such as the Assigned

permisos como las Unidades de emisión asignada (AAU) en el protocolo de Kioto, y los permisos de emisión de la Unión Europea (EUA) bajo el sistema europeo o EU ETS. La otra gran categoría recoge los derechos que se generan en proyectos en los que se verifica que hay una reducción de emisiones, de proyectos MDL (CER) y de proyectos AC (ERU).

Existen varias vías para formalizar la compra-venta de estos derechos de emisión. A través de contratos ERPA (Emissions Reduction Project Agreements) entre empresas, a través de brokers que hacen de intermediarios entre las empresas con contrato, o a través de las Bolsas o mercados electrónicos organizados en los que varía el precio diariamente, siendo las que más volumen mueven Chicago Climate Exchange y la New South Wales.

En el caso de contratos entre empresas o ERPA, se pueden adquirir también derechos de emisión a través de los Fondos de Carbono. En estos, un promotor negocia una cartera de proyectos MDL y/o AC y los créditos de emisiones obtenidos revierten en el fondo. Es el promotor el que formaliza los contratos con cada empresa promotora de proyectos MDL o proyectos AC. Los participantes de los fondos se comprometen a comprarlos según su cuota de participación. Los participantes pueden ser gobiernos o empresas del sector privado que los adquieren, bien para cumplimiento propio o para su comercialización en el mercado secundario.

Existen fondos de carbono promovidos por instituciones como el Banco Mundial, que gestiona el Fondo Español de Carbono o el BioCarbon Fund, y el Banco Europeo de Inversiones con el Multilateral Carbon Fund. Otros fondos los promueven entidades privadas, como el fondo de la empresa española que gestionan el Banco Santander y el ICO.

En 2006 el volumen negociado en el Mercado de Carbono ha sido de 30 000 millones de dólares, correspondientes a 1639 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. El mercado estuvo dominado por la negociación de EUA (83%), seguido de los créditos provenientes de proyectos CER y ERU, que alcanzaron un volumen del 16%.

### Mercados voluntarios

Existen organizaciones que sin tener cuotas que cumplir por legislación son conscientes de la necesidad de reducir sus emisiones al mínimo para frenar el Cambio Climático, siendo capaces de adquirir el compromiso de neutralizar o reducir sus emisiones de forma voluntaria.

Amount Units (AAUs) in the Kyoto Protocol, and European Union emission permits (EUAs) under the European System, or EU ETS. The other major category covers the rights generated in projects in which the existence of a reduction in emissions must be verified, from CDM (ERC) projects and JI projects (ERU).

There are several ways to formalize the purchase and sale of these emission rights: via ERPA contracts (Emissions Reduction Project Agreement) between companies; via brokers that operate as intermediaries between contract companies; or via Stock Exchanges or organized electronic markets where the price would vary daily. Chicago Climate Exchange and New South Wales are those with the highest trading volume.

In the case of contracts between companies or ERPAs, emission rights may also be acquired through Carbon Funds. In this case, a promoter negotiates a portfolio of CDM and/or JI projects and the emissions credits obtained revert to the fund. The promoter is the one who formalizes the contracts with each CDM project or JI project-promoting company. Participants in the funds commit to buying them according to their share of participation. Participants may be governments or private sector companies who acquire them to either meet their own commitment or to trade them on the secondary market.

There are carbon funds that are promoted by institutions such as the World Bank, which manages the Spanish Carbon Fund or the BioCarbon Fund, and the European Investment Bank with the Multilateral Carbon Fund. Other funds are promoted by private entities such as the Spanish company fund which is managed by Banco Santander and the ICO.

In 2006, the volume traded on the Carbon Market was 30 billion dollars, corresponding to 1,639 million tons of CO<sub>2</sub>. The market was dominated by EUA trading (83%), followed by credits from ERC and ERU projects that reached 16% of the trading volume.

### Voluntary markets

There are organizations that, without being legally bound to meet quotas, are aware of the need to reduce their emissions to the minimum in order to halt Climate Change. They voluntarily undertake to neutralize or reduce their emissions.

## Mercados de Carbono

### Carbon Markets

La reducción voluntaria de emisiones de gases de efecto invernadero, si es verificada por una tercera parte independiente, da lugar a créditos de emisión llamados VER (Verified Emission Reductions) que también forman parte del comercio internacional de emisiones. Aunque no son utilizables para el cumplimiento de cuotas dentro del protocolo de Kioto, sí lo son para cumplir con una reducción a su vez voluntaria, una neutralización.

Neutralizar emisiones consiste en equilibrar las emisiones de CO<sub>2</sub> y derivadas de una actividad apoyando proyectos que contribuyan a reducir o eliminar emisiones en otros lugares. Además, para neutralizar nuestras emisiones se debe cuantificar la huella de carbono, lo que en la práctica supone responsabilizarse del propio impacto. Proponer y ejecutar un plan de mejora para disminuirla; asociarle un coste económico, que se destinará a la implantación de tecnologías limpias o sumideros de carbono. La asociación del coste económico se realiza mediante la adquisición de créditos de carbono, ya sean CER, ERU o VER.

La utilización de créditos que sirvan para cumplir los compromisos de Kioto en el abatimiento voluntario de emisiones garantiza la rigurosidad del proceso. Sin embargo, hay proyectos que no serían viables bajo este esquema y utilizan una certificación voluntaria que da lugar a los VER.

La neutralización no se postula como solución global contra el Cambio Climático, pero sí como una herramienta complementaria y eficaz de mitigarlo, y que pone de manifiesto que la organización conoce su impacto medioambiental y toma medidas para paliarlo.

### Conclusiones

Los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero adquiridos por el protocolo de Kioto y la flexibilidad en las vías para su cumplimiento han dado lugar a la articulación de un mercado de carbono.

El mercado de carbono es un instrumento que ayuda a cumplir los objetivos de reducción de emisiones que se modulan en las políticas nacionales y multilaterales.

La compensación de emisiones no es ni pretende ser la solución global para frenar el Cambio Climático. Es una pieza más que puede contribuir a mitigarlo y un paso más entre todos los muchos que hay que dar. Las empresas y organizaciones que trabajan en neutralizarlo reconocen que la medida auténticamente efectiva para prevenir el Cambio Climático es la no emisión.

Voluntary greenhouse gas emission reduction, upon verification by an independent third party results in emission credits known as VERs (Verified Emission Reductions), which are also part of the international emissions trading system. While they cannot be used to meet quotas under the Kyoto Protocol, they can be utilized to meet a voluntary reduction, or neutralization.

To neutralize emissions consists of balancing the emissions of CO<sub>2</sub> and derivatives from an activity by supporting projects that contribute to their reduction or elimination in other places. Moreover, to neutralize our emissions the carbon footprint must be quantified, which in practice means taking on responsibility for the impact itself by proposing and executing an improvement plan to reduce it; associating an economic cost that will be used to implement clean technologies or carbon sinks. Association of the economic cost takes place through the acquisition of carbon credits, be they ERCs, ERUs or VERs.

The use of credits that serve to comply with Kyoto commitments in voluntary abatement of emissions assures rigorosity in the process. However, there are projects that would not be viable under this scheme and therefore utilize voluntary certification which gives rise to VERs.

Neutralization is not being postulated as a global solution to Climate Change, but rather as an efficient complementary tool for its mitigation. This demonstrates that the organization is aware of its environmental impact and takes steps to reduce it.

### Conclusions

The commitments to greenhouse gas emission reduction acquired by the Kyoto Protocol and the flexibility in ways to uphold them have resulted in the articulation of a carbon market.

The carbon market is a tool that helps to reach emission reduction objectives that are modulated in national and multilateral policies.

Emissions compensation is not, nor does it pretend to be, the global solution to halt Climate Change. It is just another element that can contribute to mitigating it and represents another step among the many that must be taken. Companies and organizations working on neutralizing it acknowledge that the truly effective way to prevent Climate Change is zero emissions.

# Desarrollo Sostenible: una Visión de Futuro

## Sustainability: A Vision for the Future

### Introducción

Las previsiones actuales señalan que en los próximos años se producirá un aumento importante de la población mundial, llegando en 20 años a los 8000 millones de personas, y en 2050 a los 11 000 millones. Esto tendrá importantes consecuencias desde el punto de vista medioambiental:

- ✓ Importante incremento de la demanda energética.
- ✓ Aumento de los residuos generados a nivel industrial y doméstico.
- ✓ Escasez de agua. En 20 años el 50% de la población podría sufrir carestía.

Por tanto, y como se ha señalado en todos los artículos de este número, es necesario proporcionar soluciones viables a cada uno de estos problemas.

### El futuro en la gestión del agua

El crecimiento de la población en las últimas décadas y las perspectivas que ya se han mencionado, han creado una presión sobre los recursos hídricos sin precedentes, presión que irá aumentando con el paso del tiempo y que puede desembocar en graves conflictos económicos y sociales:

- ✓ Actualmente más de 1200 millones de seres humanos no disponen de suficiente agua, 2700 millones no tienen acceso al saneamiento y más de 3 millones fallecen anualmente por consumir agua en mal estado.
- ✓ Según el informe de la FAO, «Agricultura mundial: hacia los años 2015-2030», en 2030 uno de cada cinco países en desarrollo sufrirá escasez de agua o estará en situación inminente su aparición.

Esto nos lleva inevitablemente a la siguiente reflexión: sólo una adecuada gestión de los recursos hídricos evitará consecuencias desastrosas en los próximos años. La Asociación Mundial del Agua (GWP) ya ha advertido sobre una crisis en el planeta hacia el 2025, afirmando que la falta de agua podría llevar a una guerra mundial. Y esta gestión ha de basarse en diversas actuaciones que deben ser apoyadas por los organismos reguladores de cada país:

- ✓ La eliminación de consumos innecesarios. Esto incluye desde la concienciación ciudadana con respecto al uso racional del agua hasta la mejora de las infraestructuras para evitar pérdidas en el transporte y el rediseño de los procesos industriales para minimizar el consumo.

### Introduction

Current forecasts indicate that there will be substantial growth in world population over the next few years and that, within 20 years, it will reach 8 billion, and that by 2050, the figure will be 11 billion. This will have a significant impact from the environmental perspective:

- ✓ Significant increase in energy demand.
- ✓ Increase in industrial and household wastes generated.
- ✓ Shortage of water. In 20 years, 50% of the population could be suffering from scarcity.

Therefore, and as has already been emphasized in all of the articles contained herein, viable solutions must be provided to each one of these problems.

### The future in water management

Population growth in recent decades and the aforementioned prospects have put unprecedented pressure on our water resources, and this pressure will continue to increase over time and could lead to serious economic and social conflicts:

- ✓ At present, more than 1.2 billion human beings do not have enough water, 2.7 billion do not have access to treated water and more than 3 million die each year from consumption of unsuitable water.
- ✓ According to the FAO report titled "World Agriculture: Towards 2015-2030", in 2030 one out of every five developing countries will suffer water shortages or find that scarcity is imminent.

Inevitably, this leads us to the following conclusion: only appropriate water resource management will prevent disastrous consequences in forthcoming years. The Global Water Partnership (GWP) has already warned of the crisis the world will face towards 2050, and has stated that the shortage of water could lead to a world war. And this management must be based on different actions that must be backed by each country's regulating bodies:

- ✓ The elimination of unnecessary consumption. This ranges from raising citizen awareness with respect to rational use of water to improving infrastructures to prevent losses during transportation and redesigning industrial processes in order to minimize consumption.

## Desarrollo Sostenible: una Visión de Futuro Sustainability: A Vision for the Future

- ✓ La reutilización y reciclaje del agua, buscando reducir las pérdidas al mínimo posible.
- ✓ También adquiere una importancia considerable la desalinización, ya que si la separación es suficientemente buena el agua obtenida puede ser potable. Esta tecnología puede llegar a convertirse en uno de los pilares en la gestión de los recursos hídricos.

### El futuro en la gestión de los residuos

El aumento de la población no sólo constituirá un problema para el abastecimiento de agua, sino que el creciente volumen de residuos generados hará necesario una gestión mucho más eficiente de los mismos. No sólo para evitar o reducir su impacto medioambiental, sino para recuperar aquellas fracciones reciclables tanto en el caso de los residuos urbanos como industriales.

En definitiva, el problema de los residuos se deberá combatir mediante tres acciones:

- ✓ Reduciendo en origen los residuos generados, tanto mediante una mayor concienciación ciudadana como mediante la utilización de sistemas productivos más eficientes y tecnologías más limpias.
- ✓ Recuperando mediante el reciclaje el máximo volumen posible de residuos. Y esto es crítico no sólo por el derroche medioambiental que supone eliminar materiales recuperables, sino porque algunos de esos materiales están empezando a agotarse y su disponibilidad será cada vez mayor en caso de no tomarse las medidas adecuadas. Este es el caso, por ejemplo, del cobre y el zinc.
- ✓ Valorizando energéticamente la fracción no reciclable, lo que permitiría no sólo reducir el volumen de desechos, sino extraer de ellos un rendimiento energético que contribuya a paliar los problemas derivados de la gestión de la energía, y que se comentan en el punto siguiente.

- ✓ Water reutilization and recycling aimed at attaining a closed-cycle system. Wastewater treatment and purification takes on great importance in this area.
- ✓ Desalination is also of considerable importance because, if the separation is good enough, the water obtained can be apt for human consumption. This technology could become one of the cornerstones in water resource management.

### The future in waste management

Population growth will not only be a water supply-related problem. The growing volume of generated wastes will mean that much more efficient management will be necessary, not only to prevent or reduce their environmental impact, but also to recover the recyclable fractions from both urban and industrial wastes.

In short, the waste problem must be dealt with in three different ways:

- ✓ Reducing generated wastes at the source, by both promoting greater population awareness as well as through the use of more efficient production systems and cleaner technologies.
- ✓ Recovery by recycling the maximum volume of wastes possible. This is critical not only because of the environmental waste resulting from disposal of recoverable materials, but also because some of these materials are showing signs of exhaustion and their availability will continue to decrease if suitable measures are not adopted. This is the case, for example, with copper and zinc.
- ✓ Energy valorization of the non-recyclable fraction, which would not only allow reduction of the volume of wastes, but also extraction of energy from them, which, in turn, would contribute to mitigating problems derived from energy management. These issues are addressed in the next section.



### El futuro en la gestión de la energía: hacia la «era solar»

El espectacular incremento de la demanda energética llevará, en caso de no adoptarse las medidas enfocadas a la utilización de energías limpias, a un incremento sustancial de las emisiones de efecto invernadero. Si a esto unimos los problemas asociados al agotamiento de las energías fósiles, de no remediarse podríamos afrontar a medio plazo una crisis energética sin precedentes.

Por ello se hace necesario fomentar el uso de las energías renovables, aunque no todas pueden ser consideradas en la actualidad una alternativa viable ni sea igual su potencial para abastecer la creciente demanda energética.

En 1960, el físico Freeman Dyson, en un artículo de la revista Science sobre la búsqueda de civilizaciones extraterrestres titulado «Search for Artificial Stellar Sources of Infra-Red Radiation», ya señalaba la importancia que tenía la energía solar para el desarrollo de cualquier civilización. Y apuntaba que una civilización tecnológicamente más avanzada que la nuestra construiría las llamadas «esferas de Dyson», estructuras esféricas que rodearían a una estrella con la finalidad de aprovechar al máximo toda la radiación emitida. Por tanto, su planteamiento era que el futuro de una civilización avanzada pasaría necesariamente por el máximo aprovechamiento de la energía solar.

Al margen de si esta afirmación puede o no considerarse ciencia ficción, lo cierto es que entre la comunidad científica existe un consenso cada vez mayor de que el mundo avanza en esa dirección: aprovechar cada vez más la energía solar como fuente de energía. Y a esto hace referencia la afirmación de que nos dirigimos hacia la era solar («solar age»): una nueva era en la generación energética definida por el aprovechamiento de la energía solar.

### The future in energy management: towards the "solar age"

The spectacular increase in demand for energy will lead to a substantial increase in greenhouse gas emissions if measures focused on utilization of clean energies are not adopted. If we add this to the problems associated with exhaustion of fossil energy sources, we could be facing an unprecedented energy crisis in the medium term.

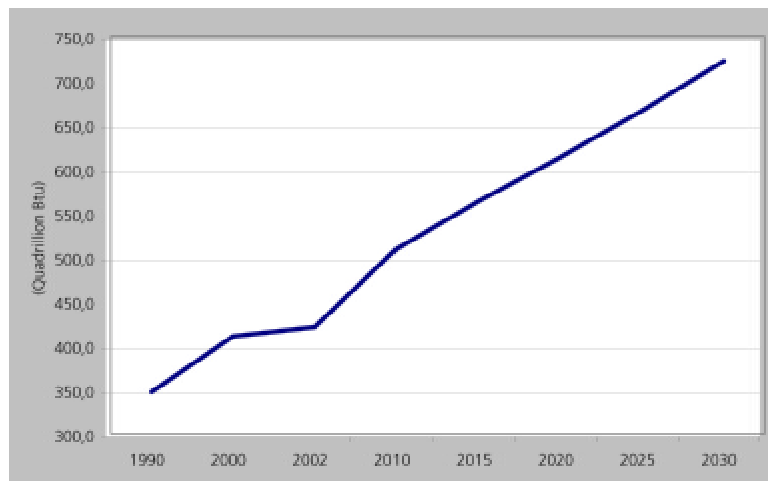


Figura 1. Estimaciones de la demanda energética mundial.

Figure 1. Global energy demand estimates.

Therefore, the use of renewable energy sources must be promoted, even though not all of them can be considered a viable alternative at present, nor is their potential the same when it comes to providing for the growing energy demand.

Back in 1960, in an article in Science magazine on the search for extraterrestrial civilizations titled "Search for Artificial Stellar Sources of Infrared Radiation", physicist Freeman Dyson pointed out the importance of solar energy

for the development of any civilization. He stated that a civilization more technologically advanced than our own would construct the so-called "Dyson Spheres", spherical structures that would surround a star to make maximum use of all the emitted radiation. Therefore, his vision was that the future of a civilization would necessarily depend on maximum harnessing of solar energy.

Regardless of whether or not this statement can be deemed science fiction, the truth is that there is growing consensus among the scientific community that the world is heading in that direction: capturing solar energy as an energy source is steadily increasing. And this is what is meant when reference is made to the fact that the world is heading towards the "solar age": a new age in energy generation defined by solar energy harnessing.

There is currently no match in the world of renewable energy

## Desarrollo Sostenible: una Visión de Futuro Sustainability: A Vision for the Future

Y es que el potencial de la energía solar actualmente no tiene parangón en el mundo de las renovables. Sirvan como ejemplo los datos siguientes:

- ✓ Como ya se ha mencionado en artículos anteriores de esta revista, los científicos alemanes Gerhard Knies y Franz Trieb afirman que bastaría cubrir con colectores solares una pequeña parte de los desiertos cálidos (un 0,5%) para satisfacer las necesidades eléctricas del mundo entero. 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 de que, empleando únicamente la radiación solar que reciben los desiertos, podría satisfacerse muchas veces el consumo energético actual y futuro de todo el planeta.
- ✓ 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 energía equivalente a 8,32 veces la demanda energética total de la península en 2050».

### Conclusiones

El futuro de la sostenibilidad pasa por la atención a tres áreas diferentes: la gestión del agua, la gestión de los residuos y la gestión energética.

La gestión del agua debe estar basada en última instancia en su utilización en ciclo cerrado, evitando pérdidas innecesarias durante el proceso. En una línea parecida, la gestión de los residuos debe estar enfocada a maximizar el reciclaje y a valorizar la fracción no reciclable. Y por último, con respecto a la gestión de la energía, existe una clara tendencia a aprovechar al máximo la energía solar para la generación eléctrica, a sustituir los combustibles fósiles por biocombustibles y a fomentar medidas de seguridad y eficiencia energética.


sources for the potential of solar energy. The following data serve as examples:

- ✓ As we have already mentioned in previous articles here, German scientists Gerhard Knies and Franz Trieb assert that covering a small portion of the hot deserts (0.5%) with solar collectors would suffice to meet the whole world's electricity needs. Other estimates indicate that the solar energy available in the world's deserts is more than 700 times primary energy consumption worldwide. In any event, the academic community agrees that by harnessing just the solar radiation in the world's deserts, current and future energy consumption of the entire planet could be met many times over.
- ✓ The "Renewables 2050" Report, commissioned by Greenpeace of the Institute of Technological Research at the Universidad Pontificia de Comillas states that "the most abundant renewable sources are those associated with solar energy: by utilizing the entire range of solar technologies, energy equivalent to 8.32 times Spain's and Portugal's total energy demand could be obtained in 2050."

### Conclusions

The future of sustainability depends on developments in three different areas: water management, waste management, and energy management.

Ultimately, water management must be based on closed-cycle utilization, thereby preventing unnecessary losses during the process. Along similar lines, waste management must focus on maximizing recycling and valorization of the non-recyclable fraction. And, finally, in terms of energy management, there is a clear tendency towards maximum exploitation of solar energy to generate electricity, replacing fossil fuels with biofuels, and promoting measures for energy security and efficiency.



Fuentes:

Sources:

IPCC (citado en el manual de ciudadanía ambiental global, <http://www.medioambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/ciudadania.pdf>)

NASA (<http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NasaNews/2005/>)

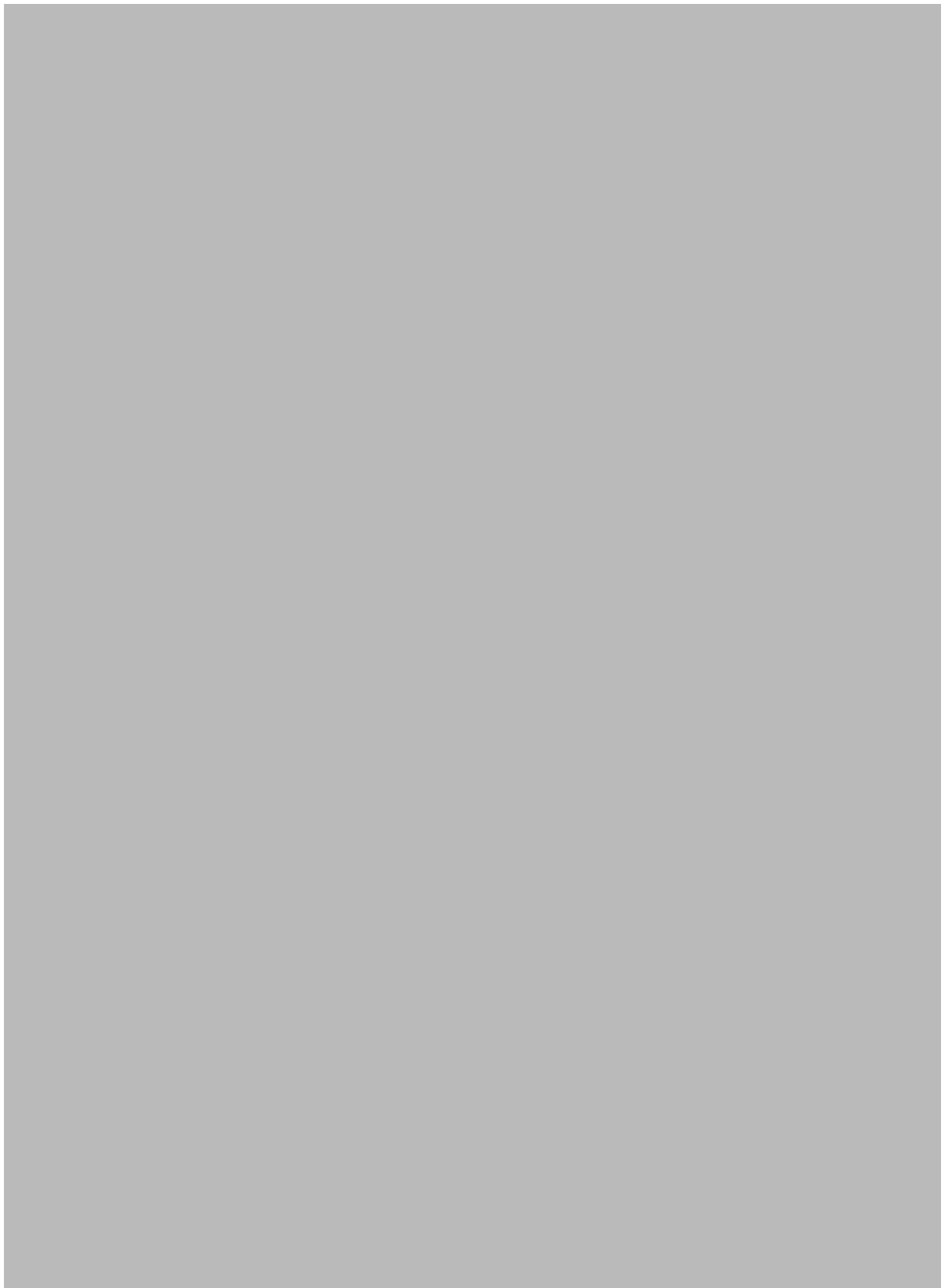
US Department of Energy, council for renewable energy education y Worldwatch institute.

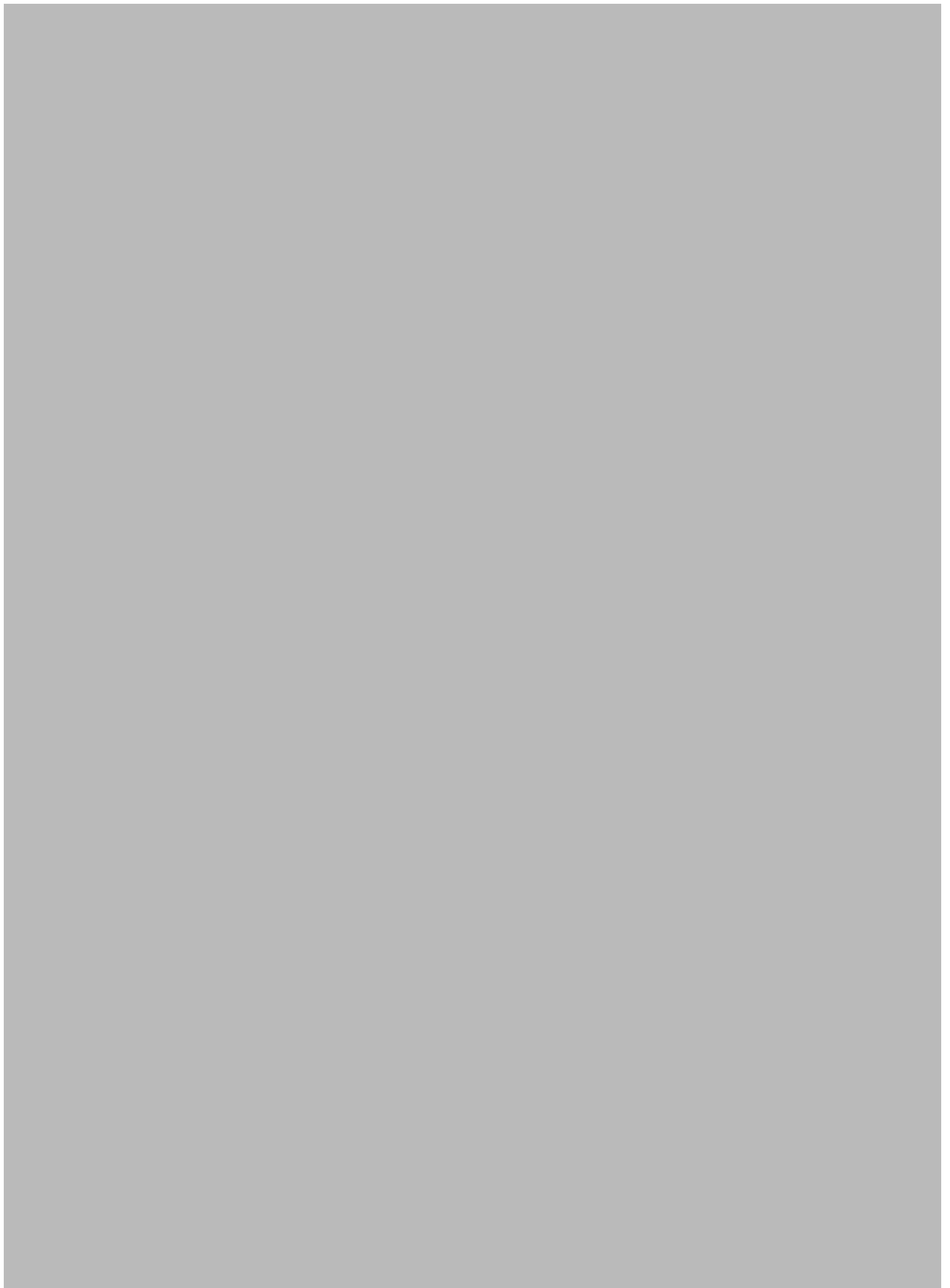
[www.marineturbines.com](http://www.marineturbines.com)

Norsk Hydro Technology Ventures.

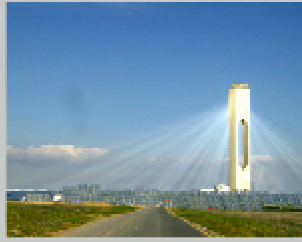
Energy Information Administration.  
[www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/ieoreftab\\_1.pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/ieoreftab_1.pdf)







A partir del sol... producimos energía eléctrica por vía termoeléctrica y fotovoltaica



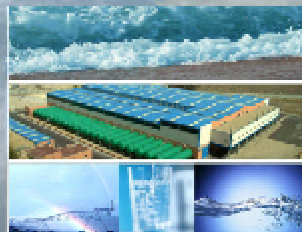
With the sun... we produce thermoelectric and photovoltaic electric energy

A partir de biomasa... producimos biocarburantes ecológicos y alimento animal



With biomass... we produce ecological biofuels and animal feed

A partir de los residuos... producimos nuevos materiales reciclándolos, y depuramos y desalamos el agua



With waste... we produce new materials through recycling, and we treat and desalinate water

A partir de las tecnologías de la información... gestionamos los procesos operativos y empresariales de forma segura y eficiente



With Information technologies... we manage business and operational processes in a secure and efficient way

A partir de la ingeniería... construimos y operamos centrales eléctricas convencionales y renovables, sistemas de transmisión eléctrica e infraestructuras industriales



With engineering... we build and operate conventional and renewable energy power plants, power transmission systems and industrial infrastructures

A partir del desarrollo de políticas sociales y culturales... contribuimos al progreso económico, la equidad social y la preservación del medio ambiente de las comunidades donde Abengoa está presente



With the development of social and cultural policies ... we contribute to economic progress, social equity and the conservation of the environment in communities where Abengoa is present

[www.abengoa.com](http://www.abengoa.com)

Soluciones Innovadoras para el Desarrollo Sostenible  
Innovative Solutions for Sustainability

