

# VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS POR GASIFICACIÓN

LA GASIFICACIÓN ES UN PROCESO QUE MEDIANTE LA OXIDACIÓN PARCIAL DE LA MATERIA NOS PERMITE UTILIZAR LA ENERGÍA QUÍMICA CONTENIDA EN LOS RESIDUOS PARA GENERAR ENERGÍAS TÉRMICA Y ELÉCTRICA DE NUESTRO USO. GREENE DESARROLLA Y PATENTA UNA NUEVA TECNOLOGÍA DE GASIFICACIÓN DE ALTO RENDIMIENTO EN ELIMINACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS QUE APUESTA POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE.

La gasificación consiste en un proceso de oxidación parcial de la materia orgánica transformándola a un gas combustible. De esta manera, la energía química contenida en la materia orgánica se convierte en energía química contenida en un gas. Dicho gas se utiliza como combustible para la obtención de energía en motores, turbinas de gas o calderas.

A diferencia de la incineración, que trabaja en exceso de oxígeno, en la gasificación se emplea tan solo el 25-30% del oxígeno necesario para una combustión completa de la materia orgánica, produciéndose una combustión parcial que conlleva una serie de ventajas medioambientales.

Como residuo resultante de la gasificación, se generan cenizas que por otra parte, pueden ser valorizadas como material de construcción, fertilizante, en la fabricación de vidrio, etc. Si la materia orgánica utilizada en un principio es un residuo con bajo contenido en cenizas y éstas no son aprovechables, se habrá conseguido, en cualquier caso, minimizar considerablemente el volumen de residuo al tiempo que se inertiza y se aprovecha su contenido energético.

En cuanto a los materiales susceptibles de ser gasificados, se encuentran aquellos con un alto contenido en carbono, es decir, cualquier tipo de carbón, biomasa, residuos orgánicos y residuos carbonosos.

El gas sintético (syngas) obtenido del proceso contiene monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrógeno (H<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) en menor proporción, agua (H<sub>2</sub>O) y nitrógeno (N<sub>2</sub>) cuando se usa aire como agente gasificante.

Los gases CO, H<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> contenidos en el gas resultante son aquellos que confieren poder calorífico al syngas, ya que pueden reaccionar con oxígeno en un motor de combustión, una caldera o una turbina de gas.

Así pues, la gasificación es una técnica eficaz para reducir el volumen de residuos sólidos y recuperar su energía, convirtiéndose en la vía más adecuada para la obtención de energías eléctrica y térmica en el marco del desarrollo sostenible. Según Stiegel y Maxwell, de todas las tecnologías avanzadas en estado de desarrollo, las tecnologías basadas en la gasificación son las únicas que tienen el potencial de desarrollar eficiencias térmicas superiores al 60% y costes de KWe muy por debajo de los del mercado eléctrico, además de unos costes de producción iguales o inferiores a los del mercado actual.

## Tecnologías de gasificación

Dentro de la gasificación, se distinguen distintos tipos de tecnologías con diferentes gasificadores:

- Gasificadores de lecho fijo. Se refiere a gasificadores de corriente descendente, donde los flujos de biomasa y agente gasificante van en la misma dirección. Son válidos para biomásas muy puras, aunque se presenta la necesidad de pelletizarlas y que su contenido en cenizas sea inferior al 2,5%.

# WASTE-TO-ENERGY THROUGH GASIFICATION

GASIFICATION IS A PROCESS WHICH, THROUGH PARTIAL OXIDATION OF MATERIAL, ENABLES US TO USE THE CHEMICAL ENERGY CONTAINED IN WASTE TO GENERATE THERMAL AND ELECTRICAL ENERGY. GREENE HAS DEVELOPED AND PATENTED A NEW HIGH-PERFORMANCE GASIFICATION PROCESS FOR THE ELIMINATION AND VALORISATION OF ORGANIC WASTE, WITH THE EMPHASIS ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

Gasification consists of a process of partial oxidation of organic material to convert it into a combustible gas. In this way, the chemical energy content of organic matter is converted into the chemical energy content of a gas. This gas is used as fuel to power engines, gas turbines or boilers.

Unlike incineration, which operates with an excess of oxygen, gasification uses only 25-30% of the oxygen required for complete combustion of the organic matter, producing a partial combustion that brings with it a number of environmental benefits.

Ash is produced as a by-product of the gasification process and this ash can be recovered as construction material, fertiliser, glass production, etc. If the organic material used is a waste with a low ash content and this ash cannot be used, in any case, the volume of the waste will be reduced considerably when inertised and its energy content availed of.

Materials suitable for gasification include those with a high carbon content, i.e., any type of coal, biomass, organic waste or carbonaceous waste.

The synthetic gas (syngas) obtained in the process contains carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), hydrogen (H<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>) in a smaller proportion, water (H<sub>2</sub>O) and nitrogen (N<sub>2</sub>) when air is used as a gasification agent.

The CO, H<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> gas contained in the resulting syngas are what give it its calorific value, because they can react with oxygen in a combustion engine, boiler or gas turbine.

Therefore, gasification is an effective technique for reducing the volume and recovering the energy of solid waste, making it the best way of obtaining thermal and electrical energy within the framework of sustainable development. According to Stiegel and Maxwell, of all the advanced technologies being developed, gasification-based technologies are the only ones with the potential to develop thermal efficiencies of over 60% and costs per KWe well below those of the electricity market, in addition to production costs equal to or less than current market costs.

## Gasification technologies

There are a number of different gasification technologies that use different types of gasifiers:

- Fixed bed gasifiers. These are up-draft gasifiers where the biomass and gasification agent flow in the same direction. They are suitable for very pure biomasses, although they need to be pelletised and have an ash content of less than 2.5%.
- Fluidised bed gasifiers. These gasifiers have a bubbling or circulation current. They normally have higher operating and maintenance costs and the biomass needs to be pelletised and have an ash content similar to that of the biomass used in fixed bed gasifiers.
- GreenE Technology.

- Gasificadores de lecho fluido. Son gasificadores de corriente burbujeante o circulante. Se caracterizan por tener un mayor coste de operación y mantenimiento y la necesidad de pelletizar la biomasa con admisión de contenidos de cenizas similares a los gasificadores de lecho fijo.
- Tecnología GreenE.

### Tecnología GreenE

GreenE es una empresa dedicada a la valorización energética de residuos orgánicos y biomasa mediante el diseño y fabricación de plantas de gasificación de diversas potencias instaladas. Esta sociedad ha desarrollado una tecnología modular propia basada en un reactor rotatorio como gasificador.

La tecnología GreenE para gasificación de biomasa y residuos orgánicos se basa en reactores cilíndricos rotatorios dispuestos horizontalmente, en cuyo interior unos elementos permiten el transporte y homogenización del material a procesar. En estos reactores se producen de forma controlada las reacciones del proceso de gasificación enumeradas a continuación:

1. Secado. Proceso endotérmico donde se produce la evaporación de la humedad contenida en la materia.
2. Pirólisis. Proceso endotérmico de descomposición térmica en ausencia de oxígeno. Ocurre entre 300 – 600°C y se acaban desprendiendo los componentes volátiles.
3. Combustión parcial. Proceso exotérmico de oxidación de parte del carbono (CHAR) que ha quedado tras la pirólisis y que, como se verá más adelante, sostiene las reacciones endotérmicas que constituyen el proceso global de gasificación. Transcurre entre 600 – 1100°C.
4. Gasificación. Proceso endotérmico de reacción del carbono final (CHAR) con el CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O con producción de gases combustibles fundamentalmente CO, H<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>.

La explicación de la procedencia de estos gases resultantes del proceso que conforman el syngas se debe a que la materia orgánica en presencia de oxígeno sufre una combustión. Como el oxígeno introducido en el reactor es insuficiente, se produce una combustión incompleta de la materia orgánica favoreciendo la presencia de CO. El exceso de esta materia orgánica reacciona con los gases presentes, principalmente con CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. La presencia de vapor de agua favorece la producción de H<sub>2</sub>.

Los reactores en los que se llevan a cabo las reacciones endotérmicas del proceso, llevan incorporada a su alrededor una camisa hermética y aislada térmicamente a través de la cual circula el syngas obtenido, aprovechando así su entalpía sensible. Es importante controlar la relación combustible/comburente para conseguir que el calor aportado por las reacciones exotérmicas sea igual al invertido en las reacciones endotérmicas, manteniéndose así un equilibrio térmico que recibe el nombre de autotérmico (Figura 1).

En la actualidad, GreenE dispone de varias plantas, una de ellas localizada en Zaragoza que se mantiene operativa desde septiembre de 2013 (Figura 2). Esta planta de gasificación tiene una capacidad de producción eléctrica de 500 kW, con una producción de energía térmica de 640 kW. La capacidad de carga de material es de 500 kg/h. Los materiales con los que opera actualmente la planta son residuos sólidos urbanos (RSU), neumáticos fuera de uso (NFU) y biomasa.

#### Ventajas de la Tecnología de Gasificación GreenE

La gasificación de la empresa GreenE presenta una serie de ventajas respecto a eliminación de residuos y a generación de electricidad frente a otras tecnologías como la incineración.

### GreenE Technology

GreenE is a company specialising in energy recovery from organic waste and biomass through the design and manufacture of gasification plants with different installed capacities. The company has developed proprietary modular technology based on the use of a rotary reactor as a gasifier.

GreenE technology for biomass and organic waste gasification is based on cylindrical rotary reactors arranged horizontally, inside which there are elements to enable the transportation and homogenisation of the material to be processed. The following gasification process reactions take place in a controlled manner in these reactors:

1. Drying. An endothermic process in which evaporation of the moisture content of the material takes place.
2. Pyrolysis. Endothermic process of thermal decomposition in the absence of oxygen. It takes place at temperatures of 300 – 600°C and causes the release of volatile components.
3. Partial combustion. Endothermic oxidation process of the coal (Char) that remains after pyrolysis, which, as will be seen later, sustains the endothermic reactions that constitute the overall gasification process. This occurs at temperatures of 600 – 1100°C.
4. Gasification. Endothermic process of the reaction of the final coal (Char) with the CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O to produce combustible gases, basically CO, H<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>.

The explanation of the source of the gases produced by the process that make up the syngas is that the organic matter undergoes combustion. As the oxygen fed into the reactor is insufficient, incomplete combustion of the organic matter occurs, favouring the presence of CO. The excess organic matter reacts with the gases present, mainly with CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. The presence of water vapour favours the production of H<sub>2</sub>.

The reactors in which the endothermic process reactions take place are covered with airtight, thermally insulated jackets, through which the syngas obtained circulates, availing in this way of its considerable enthalpy. It is important to control the fuel/oxidising agent ratio in order to ensure that the heat provided by the exothermic reactions is equal to that consumed by the endothermic reactions, thereby maintaining a thermal equilibrium that has been given the name “self-heating equilibrium”. (Fig 1).

GreenE now has a number of plants in operation. One such plant is located in Zaragoza and has been in operation since September of 2013 (Fig. 2). This gasification plant has an electricity production capacity of 500 kW and a thermal energy production capacity of 640 kW. The material loading capacity is 500 kg/h. The plant currently operates with municipal solid waste (MSW), end-of-life tyres (ELT) and biomass.

#### Benefits of GreenE Gasification Technology

GreenE Gasification Technology has a number of advantages over other technologies such as incineration in terms of waste elimination and electricity generation.

#### Waste elimination benefits

- Elimination of between 80% and 90% of initial waste.
- The resulting ash, minimal in volume, is inert and easy to recycle or treat with the possibility of recovering heavy metals.
- It helps to reduce the emission of gases harmful to the environment. Greenhouse gas emissions are lower than those

### Ventajas en la eliminación de residuos

- Eliminación de entre un 80 y 90% del residuo inicial.
- Las cenizas resultantes, de mínimo volumen, son inertes. Éstas son fáciles de reciclar o tratar con posibilidad de recuperar los metales pesados.
- Se ayuda a reducir la emisión de gases nocivos para el medioambiente. La emisión de gases de efecto invernadero se reduce en comparación con la incineración en un 40% para las emisiones de CO<sub>2</sub> y en un 100% para las de CH<sub>4</sub>.
- En el caso del tratamiento del residuo de biomasa, esta tecnología no requiere pelletizar sino unas condiciones máximas de humedad (20%) y tamaño de astillado (30 mm máx.) que suponen un ahorro energético y económico con respecto a otras tecnologías de gasificación que requieren pelletización.
- Se evita la emisión de gases tóxicos como:
  - SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> (promotores de lluvia ácida).
  - Furanos y dioxinas (agentes cancerígenos).
  - No se producen malos olores.

### Ventajas en la generación de electricidad

- Obtención de gas de síntesis, totalmente limpio y utilizable.
- Alta eficiencia energética.
- -Disminución de la dependencia externa del abastecimiento de combustibles.
- La posibilidad de abastecer eléctricamente zonas remotas debido a la movilidad de la planta y su tamaño reducido.
- Alta rentabilidad.
- En cuanto a las ventajas frente a otras tecnologías de gasificación, GreenE presenta una tecnología innovadora con reactores rotatorios que procesan una elevada heterogeneidad de residuos orgánicos. Además, GreenE no requiere de lechos fluidos para transferir la energía térmica al proceso, ahorrando costes y evitando problemas de sinterización del lecho.

### Perspectivas para el futuro

- Apostando por la demanda de eliminación de residuos que exige el panorama mundial, GreenE desarrolla actualmente numerosos proyectos en países de Europa y Sudamérica, donde en este caso, la gestión y valorización de residuos están más castigadas que en otros lugares. Con una tecnología propia para la eliminación de residuos, generación de energía y fácil puesta en marcha, GreenE apuesta hacia un desarrollo sostenible.

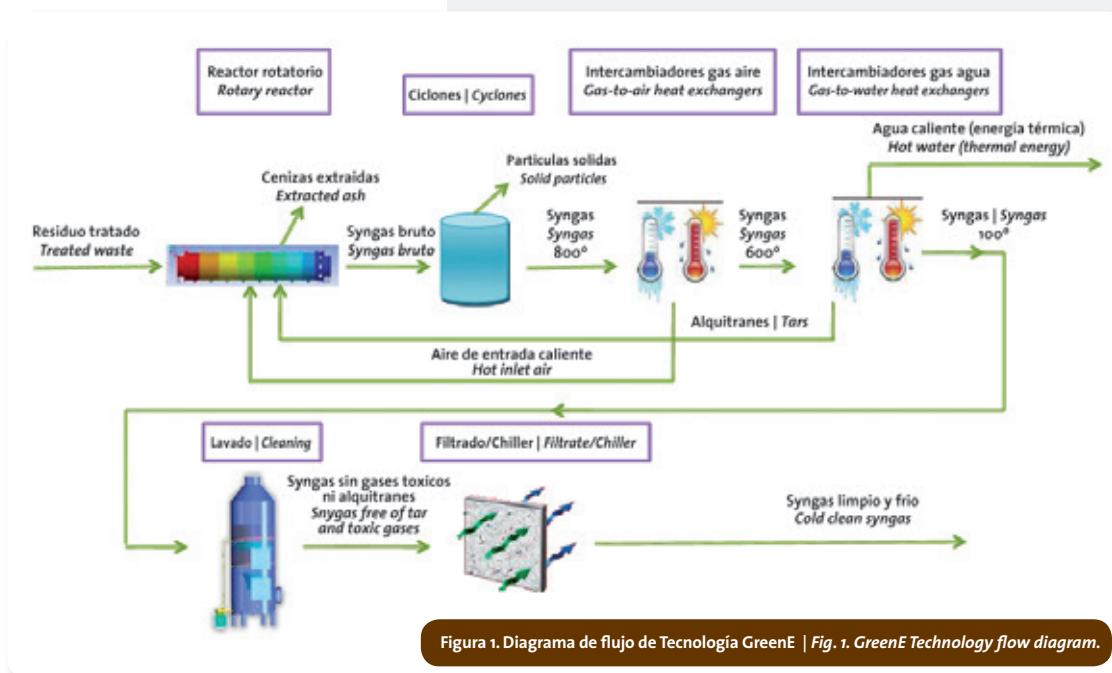


Figura 1. Diagrama de flujo de Tecnología GreenE | Fig. 1. GreenE Technology flow diagram.

- associated with incineration, by 40% in the case of CO<sub>2</sub> and 100% in the case of CH<sub>4</sub>.
- In the case of waste biomass treatment, this technology does not require pelletisation. Instead it requires conditions of maximum moisture content (20%) and chip size (30 mm max.). This results in energy and cost savings with respect to other technologies that require pelletisation.
- Emissions of the following toxic gases are prevented:
  - SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub> (which promote acid rain).
  - Furans and dioxins (carcinogenic agents).
  - Foul odours are not produced.

### Electricity generation benefits

- Completely clean, usable syngas obtained.
- High energy efficiency.
- Reduced dependency on external fuel supplies.
- Possibility of supplying electricity in remote areas due to the mobility of the plant and its compact size.
- Highly cost-effective.
- With respect to advantages over other gasification technologies, GreenE is an innovative technology featuring rotary reactors that process very heterogeneous organic waste. Moreover, GreenE does not require fluidised beds to transfer the thermal energy required to carry out the processes, which reduces costs and prevents bed sintering problems.

### Future prospects

With a commitment to meeting the demand for waste elimination required by the worldwide panorama, GreenE is currently carrying out numerous projects in Europe and South America. In the latter region, the waste management and recovery scenario is more complex than in other parts of the world. With proprietary technology for waste elimination and energy generation that is easy to put into operation, GreenE is committed to achieving sustainable development.



Figura 2. Planta GreenE de Zaragoza  
Figure 2. GreenE plant, Zaragoza.