



Energía
a partir de la biomasa
(Unidad didáctica)

UNIDAD DIDÁCTICA

ELABORADA POR:

Departamento de Física y Química
IES Castilla. Soria



Dulce María Andrés Cabrerizo

Severino Ayuso Jiménez

Lara Roca Martínez

Responsable de laboratorio de la
Planta de Biomasa

Gestamp. Garray (Soria)



Marta Pilar Lázaro Yubero

ÍNDICE

	Página
1. Corporación Gestamp	4
2. Datos generales de la planta de biomasa de Garray	5
3. La energía	6
3.1. Distintas formas de energía	7
3.2. Fuentes de energía	9
3.3. Aprovechamiento de la energía	11
3.4. Unidades de energía	12
4. Fuentes de energía renovables y no renovables	14
5. Qué es la biomasa	16
5.1. Tipos de biomasa	18
5.2. Formas que hay de aprovechar la biomasa	20
6. Planta de biomasa de Garray para la producción de energía eléctrica	21
6.1. Diagrama de la planta de biomasa para la producción de energía eléctrica a partir de residuos forestales	21
6.2. Fase previa de preparación de la biomasa	22
6.3. Isla de combustión	27
6.4. Producción de la energía eléctrica	30
6.5. El cerebro de la planta	31

1. Corporación Gestamp

En 1958 Francisco Riberas Pampliega funda **Gonvarri**, una empresa dedicada a la transformación del acero, que hoy continúa siendo líder en el sector. A finales de la década de 1980, siguiendo un proceso de integración vertical, comienza el suministro de piezas de estampación a fabricantes de automoción, que deriva en la creación de **Gestamp** como empresa diferenciada que se dedica al sector del automóvil.

Finalmente, en 2007 surge una nueva línea de negocio basada en las energías renovables: **Gestamp Renewables**, que cubre toda la cadena de valor: construcción, promoción, mantenimiento y explotación.

Corporación Gestamp está formada por tres grandes compañías:

- **Gonvarri Steel Industries**

Centros de Servicio del acero



- **Gestamp**

Diseño y fabricación de componentes y sistemas de automoción



- **Gestamp Renewables**

Energías Renovables



2. Datos generales de la planta de biomasa de Garray

Garray es una localidad y municipio que se encuentra a 7 km de Soria (Comunidad Autónoma de Castilla y León).

Garray es conocida porque está junto a las famosas ruinas de Numancia. Es asimismo punto de partida para la Ruta de las Icnitas y está situada junto a los ríos Duero, Tera y Moñigón, y crece a la sombra de chopos, fresnos y olmos y un sotobosque rico en manzanilla, tomillo, retama en convivencia con las codornices y las liebres.



Aparte del turismo, los habitantes de Garray cuentan con ganadería lanar y bovina; cultivo de trigo, cebada y girasol; fábricas de piensos y harinas.

Y en este contexto se ha situado la planta de Gestamp dedicada a la producción de energía eléctrica a partir de la biomasa.



En concreto:

Tipo de biomasa: residuo forestal.

Consumo horario de biomasa: 18 T/h.

Potencia total de la planta: 17,024 MWe

Generación de energía por año: 130000 MW·he

Toneladas de CO₂ evitadas: 100000 T

3. La energía

Al interaccionar los objetos se producen cambios que los transforman, a la vez que se transforma el entorno que les rodea. Para analizar las transformaciones de los sistemas materiales hay que recurrir a una propiedad denominada energía.

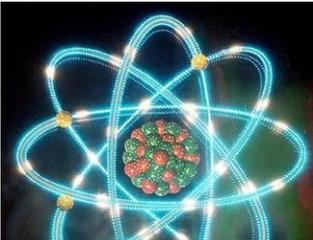
La **energía** es la capacidad que tiene un objeto o un sistema material para transformar lo que le rodea, a la vez que él se transforma.

	Características de la energía
La energía es una magnitud física y por lo tanto, medible, que:	- Se puede presentar bajo diferentes formas, tales como la energía química o la energía cinética.
	- Se almacena en los objetos y en las sustancias materiales.
	- Se manifiesta en todas las transformaciones de la Naturaleza.
	- Con ella se pueden realizar tareas útiles, tales como el movimiento de un automóvil o el calentamiento del agua existente en un recipiente.

Propiedades de la energía
- Se transforma fácilmente de una forma de energía en otra. Así, en un automóvil en movimiento se transforma la energía química procedente de la combustión de la gasolina o del gasóleo en energía cinética.
- Se intercambia o transfiere entre un sistema material y otro en forma de trabajo o de calor.
- Se conserva , es decir, la energía se mantiene constante en las transformaciones y en los intercambios, lo que conduce a afirmar la ley de conservación de la energía, que dice que la energía no puede crearse ni destruirse, sólo se puede intercambiar o transformarse de una forma a otra.
- Se degrada , es decir, la energía con el uso va perdiendo posibilidades o facilidad para intercambiarse o transformarse. Así, un automóvil al quemar combustible se puede desplazar, pero también expulsa gases calientes y se calienta su motor. Ello se debe a que la energía contenida en el combustible se transformado en otras formas de energía y sólo se puede aprovechar parte de ella durante el movimiento del automóvil y el resto no se puede volver a utilizar, por lo que se dice que la energía se ha degradado, pero la cantidad total de energía permanece constante, sólo se ha transformado.

3.1. Distintas formas de energía

La energía se presenta de formas muy diversas y recibe distintos nombres, según sea el sistema material al que se asocie o el cambio que produzca.

Energía cinética	Energía potencial gravitatoria	Energía potencial elástica
		
<p>Se asocia a la masa y velocidad de los objetos.</p>	<p>La que adquiere un sistema material al situarlo a una altura sobre el suelo.</p>	<p>La almacenan los objetos elásticos al deformarse.</p>
Energía eléctrica	Energía interna	Energía térmica
		
<p>Está relacionada con las cargas eléctricas. Es una energía muy versátil, limpia y de fácil transporte.</p>	<p>La que pueden los sistemas debido al movimiento interno de sus partículas.</p>	<p>Pase de un cuerpo a otro cuando están a diferente temperatura.</p>
Energía química	Energía nuclear	
		
<p>Se pone de manifiesto en las reacciones químicas.</p>	<p>Se genera en el núcleo de los átomos. Se produce en las centrales nucleares.</p>	

La energía se puede transferir, almacenar y transformar y durante las transformaciones de la energía un sistema material actúa sobre otro, transformándolo y transformándose.

La energía puede pasar de unos sistemas materiales a otros durante las transformaciones: en forma de trabajo o en forma de calor.

La energía se transfiere en forma de **trabajo** cuando se precisa del concurso de una fuerza, como por ejemplo: al elevar un objeto, al dejarlo caer, al deformarlo o al modificar su velocidad.

Se llama **calor** a la transferencia de energía que tiene lugar cuando se modifica la temperatura de los sistemas materiales o cambia su estado de agregación.

Las formas de transferir la energía están regidas por las leyes de la Naturaleza de conservación y degradación de la energía.

La energía no se crea ni se destruye, se transforma de una forma en otra y en cada transformación pierde capacidad para seguir realizando nuevas transformaciones.



ACTIVIDADES

1. Busca diferentes significados de la palabra energía. ¿Por qué crees que existen varios significados para una misma palabra?
2. ¿Crees que cuando un científico, un especialista en dietas, un deportista o un vendedor de electrodomésticos emplean la palabra energía lo hacen con el mismo sentido? ¿Qué tienen en común los usos que hacen de esa palabra?
3. Explica con tus propias palabras qué es la energía.
4. Identifica en objetos o en situaciones de la vida cotidiana (la llama de la cocina, la lámpara de la habitación, una pelota botando, el alimento, etc.) diferentes tipos de energía.
5. Explica si en una situación determinada (un tren en movimiento, un automóvil frenando o la combustión de la madera) puede haber implicada más de un tipo de energía. Nombra los tipos de energía que pueden reconocerse en cada una de las anteriores situaciones y explica las relaciones que existen entre ellos.
6. Razona qué propiedades de la energía se pone de manifiesto cuando: “se calienta un vaso de leche en el microondas”, “se carga la batería del teléfono móvil”, “se llena el depósito de gasolina”, o “una planta realiza la fotosíntesis”.

3.2. Fuentes de energía

Para satisfacer las necesidades de la sociedad actual sobre alimentos, transporte, calefacción, construcción de edificios y objetos, hay que transformar las distintas formas de energía y las sustancias pueden almacenar diferentes formas de energía. Por ello se dice que la energía es el petróleo, el carbón, el agua embalsada, el viento o los alimentos.

Fuente de energía es toda sustancia, objeto o fenómeno que pueda ayudar a realizar una actividad mediante el empleo de la energía.

Atendiendo a su utilidad, una fuente de energía puede ser:

- **Energía primaria:** se extrae de la Naturaleza, como en el caso de un combustible fósil: carbón, petróleo, gas natural o mineral de uranio.



- **Energía secundaria:** se obtiene de la energía primaria y con ella se realiza una transformación útil en forma de trabajo o calor. Para tener utilidad, la energía secundaria debe mostrar una facilidad en su transporte, distribución y aprovechamiento.

Las energías secundarias son:

- a) la energía química almacenada en los derivados de los combustibles fósiles y que se libera en la combustión de los mismos en forma de calor.
- b) la energía eléctrica.

El **calor** es la forma de transferencia de energía que tiene menos capacidad para realizar nuevas transformaciones, pues parte del mismo se degrada siempre y se transfiere al medio ambiente en forma no útil, por lo que debido a ello, se distingue entre energías de más o menos calidad.

La energía de menos calidad es la transferida durante el rozamiento o fricción entre dos superficies en contacto, ya que solamente calienta el medio ambiente. Por el contrario, la energía eléctrica es de alta calidad porque se transforma con facilidad en otras formas de energía y se puede aprovechar fácilmente mediante un motor para realizar un trabajo. Pero si la energía eléctrica se transforma en luz por una bombilla incandescente el proceso es de menor calidad, pues parte de la energía se transforma también en calor, que solamente calienta el aire del entorno.



ACTIVIDADES

- 7.** Sigue la pista a la energía que utilizas para diferentes actividades, por ejemplo, para realizar una excursión con el grupo de amigos (viajar en autobús), para cocinar los alimentos, para ver la televisión. Se trata de que identifiques en cada caso cuál es la energía final y la energía primaria, de qué tipo de energía se trata (eléctrica, química, mecánica, etc.), y desde dónde te llega el suministro, tanto de la energía primaria como de la final.
- 8.** Localiza en un mapa geográfico los lugares más importantes de procedencia de las energías que utilizas.
- 9.** Averigua qué procesos o transformaciones se producen desde que esas energías salen de las fuentes (en sus orígenes) hasta que las utilizas en tu casa. Se dice que en el transcurso de esos procesos o transformaciones siempre se producen pérdidas, ¿qué significado tiene esto?, pon ejemplos que lo aclaren.
- 10.** ¿Es posible obtener distintas energías finales a partir de una misma fuente de energía primaria? ¿Se puede obtener una determinada energía final a partir de diferentes fuentes de energía primaria? Pon algún ejemplo.
- 11.** ¿Por qué se dice que el Sol es la fuente primaria de casi todas las energías que utilizamos? Explica cómo puede llegar la energía del Sol a la gasolina que consume el automóvil, al gas que utilizas para calentar el agua de la ducha o la electricidad que produce un molino eólico.
- 12.** Aunque estas dos expresiones: “ciclo de la energía” y “flujo de la energía” se suelen utilizar, sólo una de ellas es correcta ¿puedes decir cuál?, ¿sabes por qué? Realiza un esquema sencillo para representar la expresión correcta.

3.3. Aprovechamiento de la energía

El aprovechamiento de la energía se realiza mediante la siguiente serie de operaciones:

1ª: Extracción de la energía primaria del medio natural.



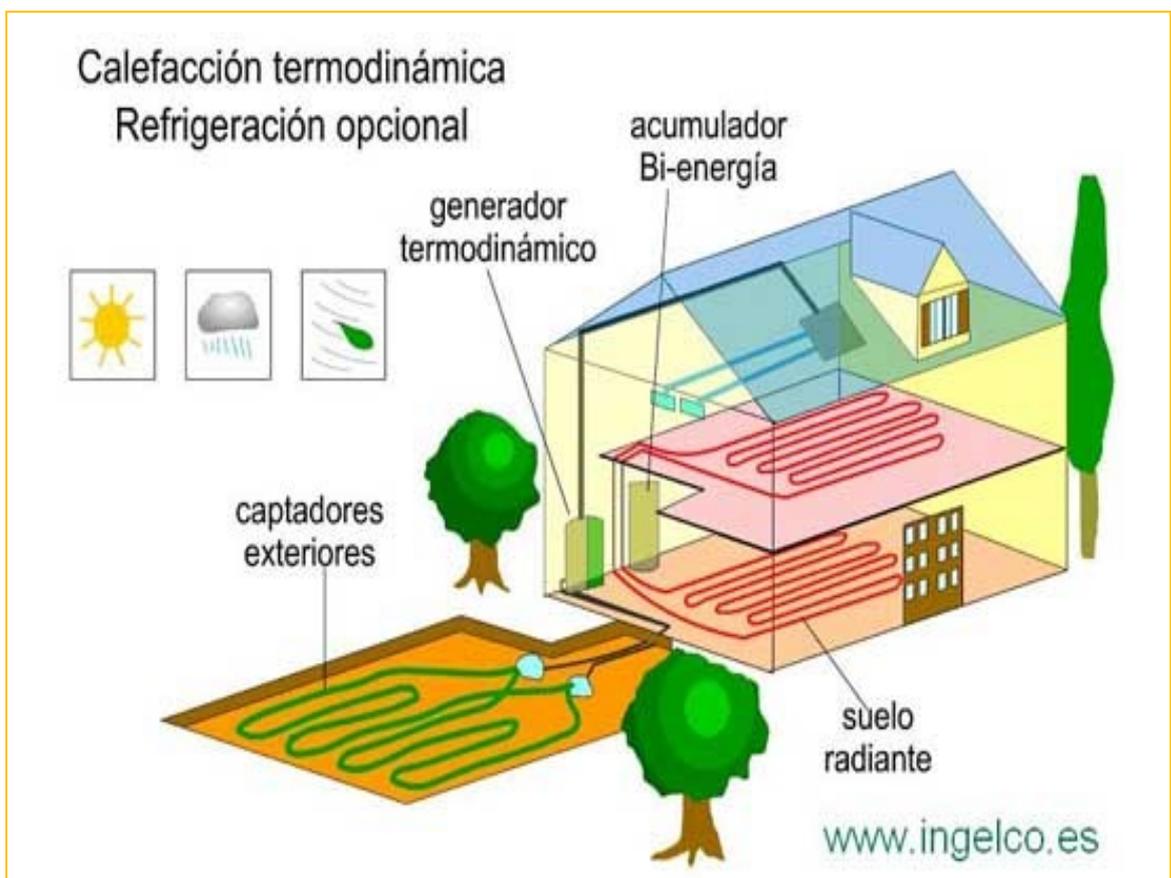
2ª: Transformación, por la cual se realizan una serie de procesos encaminados a convertir la energía primaria en energía secundaria, que es la energía útil y directamente aprovechable en forma de energía química o de energía eléctrica.



3ª: Distribución, por la que la energía secundaria es transportada a las zonas de consumo.



4ª: Utilización y en la cual la energía secundaria se aprovecha en forma de trabajo, calor o luz para ser “consumida” por el usuario.



3.4. Unidades de energía

La energía es una magnitud física medible y sus unidades son las mismas que el trabajo. En el sistema internacional de unidades, la unidad de energía es el julio y se representa por J.

Se define como el trabajo realizado por una fuerza de 1 newton cuando se desplaza su punto de aplicación 1 metro. En el caso de la energía eléctrica se utiliza también la unidad llamada *kilovatio·hora*, que es el trabajo que realiza una máquina cuya potencia es de 1 kW durante 1 hora. $1\text{ kW} = 36 \cdot 10^5 \text{ J}$. Cuando se utilizan combustibles fósiles se suelen utilizar dos unidades para determinar la energía:

tec (tonelada equivalente de carbón): Es la energía liberada por la combustión de 1 tonelada de carbón (hulla). $1 \text{ tec} = 29,3 \cdot 10^9 \text{ J}$

tep (tonelada equivalente de petróleo): Es la energía liberada por la combustión de 1 tonelada de crudo de petróleo. $1 \text{ tep} = 41,84 \cdot 10^9 \text{ J}$



ACTIVIDADES RESUELTAS

1. ¿Por qué el calor es una forma de energía de baja calidad y la energía se degrada en cada transformación? Identifica las transformaciones de la energía que se realizan en el motor de una motocicleta.

La energía intercambiada en forma de calor es de baja calidad porque tiene muy poca capacidad para realizar transformaciones en los objetos. En cualquier transformación de la energía, siempre parte de ésta se intercambia en forma de calor y por ello se dice que la energía se degrada en cada transformación.

La energía química del combustible se transforma en energía térmica al quemarse en el motor. Al expandirse los gases transforman la energía térmica en energía mecánica que proporciona el movimiento a la motocicleta. Los gases calientes que salen por el tubo de escape son una muestra de la energía térmica que no se ha transformado en trabajo.

2. Considerando las unidades de energía, ¿qué libera más energía en forma de calor, una tonelada de hulla o una de crudo de petróleo?

Si $1 \text{ tec} = 29,3 \cdot 10^9 \text{ J}$ y $1 \text{ tep} = 41,84 \cdot 10^9 \text{ J}$, claramente libera más calor 1 tonelada de crudo de petróleo.

3. La combustión de un kilogramo de madera proporciona $5 \cdot 10^7$ J en forma de calor. Si el rotor de un motor realiza un trabajo de $11 \cdot 10^6$ J por cada kilogramo de madera gastado, determina el rendimiento del motor. ¿Qué ocurre con el resto de la energía transformada?

$$\text{rendimiento} = \frac{|W_{\text{realizado}}|}{|Q_{\text{absorbido}}|} \cdot 100 \quad , \text{luego: } \text{rendimiento} = \frac{11 \cdot 10^6 \text{ J}}{5 \cdot 10^7 \text{ J}} \cdot 100 = 22 \%$$

El resto de la energía se intercambia en forma de calor con el ambiente.

4. El poder calorífico de una madera de pino seca, determinado por medidas calorimétricas es 13,7 MJ/kg. Si por simplicidad se admite que el poder calorífico de la madera de pino procede exclusivamente de la combustión del carbono fijo existente en la madera, halla el porcentaje de carbono fijo que contiene la madera, sabiendo que el calor de combustión del carbono es - 393,5 kJ/mol.

La masa molar del carbono es $M = 12$ g/mol, de esta forma el poder calorífico del carbono puro se halla mediante la ecuación:

$$P_C = (-393,5 \text{ kJ/mol}) \cdot \frac{1000 \text{ g/kg}}{12 \text{ g/mol}} = 32,8 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg} = 32,8 \text{ MJ/kg}$$

El poder calorífico de la madera de pino es: $P_{\text{pino}} = 13,7$ MJ/kg, entonces:

$P_{\text{pino}} = P_C \cdot \% \text{ de C en el pino}$, luego:

$$13,7 \text{ MJ/kg} = 32,8 \text{ MJ/kg} \cdot \frac{m}{100} \text{ de C en el pino} \Rightarrow m \text{ de C en el pino} = 41,8 \%$$

5. Un motor eléctrico tiene un rendimiento del 80 % y transforma, en cada minuto, 90000 J de energía eléctrica en trabajo. Determina su potencia útil y la potencia total transformada de la red eléctrica a la que está conectado. Si el precio del kW·h es 0,09 €, calcula el gasto del motor anterior cuando se tiene encendido durante un día.

a) La potencia útil es: $P_{\text{útil}} = \frac{W}{t} = \frac{90\,000 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 1500 \text{ W}$ y la potencia eléctrica

transformada es: $P_{\text{total}} = P_{\text{útil}} \cdot \frac{100}{80} = 1000 \text{ W} \cdot \frac{100}{80} = 1875 \text{ W}$

b) La energía eléctrica transformada es: $E = P \cdot t = 1875 \text{ W} \cdot 24 \text{ h} = 45000 \text{ W} \cdot \text{h} = 45 \text{ kW} \cdot \text{h}$ y el gasto: $45 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot 0,09 \text{ €/kW} \cdot \text{h} = 4,05 \text{ €}$

4. Fuentes de energía renovables y no renovables

Nuestro planeta almacena cantidades enormes de energía. Sin embargo, la cantidad de energía que se obtiene de una fuente depende de si es fácilmente accesible y explotable, y es lo que condiciona la rentabilidad.

Si la fuente de energía existe a disposición del ser humano en forma limitada o si se renueva con facilidad origina la siguiente clasificación:

- Una **fente de energía es no renovable o fósil** si se genera en procesos lentos, de forma que sus reservas son limitadas y disminuyen según se aprovechan, no habiendo tiempo suficiente para su renovación.
- Una **fente de energía es renovable** cuando se genera de procesos continuos y, por tanto, son inagotables.

Fuentes de energía no renovable	Fuentes de energía renovable
<p>Combustibles fósiles que proporcionan energía en las reacciones químicas de combustión de los mismos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Madera y carbón.- Derivados del petróleo.- Gas natural. <p>A dichos combustibles hay que añadir el uranio que libera energía en las reacciones nucleares.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Agua almacenada en los embalses: energía hidráulica o hidroeléctrica.- Viento: energía eólica.- Sol: energía solar.- Energía de la biomasa.- Energía geotérmica debida a la energía térmica interna de la Tierra.- Energía del mar procedente de las mareas, las olas y las corrientes marinas.

Unas y otras fuentes de energía tienen características contrapuestas:

Fuentes de energía no renovable	Fuentes de energía renovable
<ul style="list-style-type: none">- Se agotan a medida que se utilizan.- El suministro depende en gran parte de su importación de otros países.- Su uso afecta negativamente al medioambiente.- Están tecnológicamente muy desarrolladas.- Su transformación en otros tipos de energía es relativamente barata.	<ul style="list-style-type: none">- Son tan inagotables como el Sol.- Llegan a la Tierra en forma discontinua y dispersa.- Su utilización afecta poco al medioambiente.- Están tecnológicamente poco desarrolladas, excepto la hidráulica.- Su transformación en otros tipos de energía es aún relativamente cara.



ACTIVIDADES

- 13.** ¿Por qué a las energías renovables se las llama energías limpias?
- 14.** La biomasa es una fuente de energía renovable, sin embargo algunos autores no la consideran una energía limpia, ¿a qué crees que se debe esto?
- 15.** Localiza en un mapa mundial los principales yacimientos de recursos energéticos no renovables. Haz lo mismo para las fuentes de energía renovables. ¿Se te ocurre alguna consecuencia sobre la forma en qué se distribuyen ambas fuentes de energía?
- 16.** Compara sobre un mapa la localización de los yacimientos de combustibles fósiles con la de las zonas geográficas donde son más frecuentes las tensiones o conflictos. ¿Encuentras alguna relación? ¿A qué crees que se debe?
- 17.** Busca información en internet sobre el consumo de energía en diferentes países. Para ello pueden ser representativos Estados Unidos, Japón, los países de la Unión Europea, África subsahariana, América latina, Oriente Medio y las repúblicas orientales procedentes de la antigua URSS. Compara ese consumo con su producto interior bruto y saca algunas consecuencias.
- 18.** ¿A qué se llama barril de petróleo y porque se utiliza para los intercambios económicos?
- 19.** El precio de la gasolina (o el del barril del petróleo) experimenta continuas variaciones de precio, ¿a qué crees que se debe?, ¿en qué momentos de nuestra historia reciente se han producido las mayores subidas de precio?, ¿qué acontecimientos ocurrieron en esas fechas?
- 20.** ¿A qué llamamos dependencia energética? ¿Tiene algo que ver con el uso de un determinado tipo de fuentes de energía?
- 21.** Razona porqué el uso de energías renovables reduce nuestra dependencia energética.
- 22.** Pon algunos ejemplos de cómo el acceso a los recursos energéticos puede condicionar el desarrollo de un determinado país.
- 23.** ¿Por qué en las provincias de León y de Asturias hay una gran contestación social a la eliminación o reducción del sector minero del carbón, si se sabe que la energía procedente del carbón contribuye enormemente a la contaminación ambiental?

5. Qué es la biomasa

Se llama **biomasa** a la materia orgánica contenida en los seres vivos o la procedente de ellos.

De todas nuestras fuentes de energía, la biomasa es la más antigua, es la que más ha contribuido al desarrollo tecnológico de la humanidad y, en la actualidad, es la energía renovable que presenta una de las mejores tarjetas de visita a la hora de resolver los problemas energéticos de nuestros días.

Y ello es así porque la biomasa puede emplearse como combustible en instalaciones que generan calor o electricidad. Además, en algunos casos puede transformarse para convertirse en un producto que puede emplearse como sustituto del petróleo en los motores de los automóviles.

Biomasa y materia viva son la misma cosa. Cuando nos referimos a ella como fuente de energía de lo que hablamos es del conjunto de la materia orgánica, tanto de origen animal como vegetal, que puede ser utilizada con fines energéticos.

La biomasa es una fuente de energía renovable, de hecho es la fuente de energía renovable que más aporta en la actualidad a las necesidades de la humanidad. La energía de la biomasa proviene del Sol a través de la fotosíntesis, que es el proceso por el cual las células vegetales son capaces de sintetizar sustancias orgánicas a partir del CO_2 presente en el aire y del agua. De las sustancias formadas, que llamamos glúcidos, se puede extraer energía bien quemándolas directamente, bien convirtiéndolas en un líquido combustible como el alcohol o el aceite, o incluso transformándolas en gas. La biomasa incluye la madera, las plantas de crecimiento rápido, las algas cultivadas y los restos vegetales y de animales.

Los residuos orgánicos urbanos y los derivados de la limpieza de los bosques se pueden quemar para producir energía eléctrica tal como ocurre en una central térmica. Esta fuente de energía renovable se dice a veces que es sucia, ya que durante su transformación hay que quemar la biomasa, lo que conlleva a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, como el dióxido de carbono, por lo que la biomasa es una fuente de energía renovables siempre que se use adecuadamente.

La energía contenida en el combustible se intercambia en forma de calor durante la combustión del mismo. Hay que saber que es muy fácil transformar cualquier tipo de energía en calor, pero la transformación inversa nunca se puede realizar íntegramente. Por tanto, la energía no es totalmente reciclable y parte de ella se degrada, inevitablemente, en forma de calor que no se puede utilizar durante las transformaciones que se realicen.

Ventajas de la biomasa	<ul style="list-style-type: none"> - Se favorece el reciclado de materiales, el tratamiento de basuras urbanas y ganaderas y la limpieza de los montes. - Aprovecha terrenos que no son adecuados para plantar cultivos para su uso como biomasa. - La utilización de los denominados biocombustibles reduce el empleo de gasolina y gasóleo.
Inconvenientes de la biomasa	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita grandes cantidades de residuos orgánicos o de superficies de cultivo. - Al quemar la biomasa se produce dióxido de carbono que si se lanza a la atmósfera aumenta el efecto invernadero. - Las redes de distribución de los productos obtenidos de la biomasa no están todavía muy desarrolladas.



ACTIVIDADES

24. Biomasa es el conjunto de la materia _____ que tiene un origen _____, como pueden ser desechos _____ (cáscaras, huesos de aceitunas, hojas o rastrojos), pero también pueden ser residuos _____ (por ejemplo, estiércol) y de los _____. Esta materia puede ser aprovechada para obtener energía de _____ formas.

25. Una planta de biomasa para la producción de _____ es muy parecida a una central térmica, pero en lugar de combustible fósil se emplea _____.

26. A partir de la biomasa se pueden obtener otros productos que sirven de _____ y son los llamados _____, por ejemplo, de la caña de azúcar se extrae el _____ que sirve de combustible a los _____.

27. Como biomasa se pueden utilizar residuos _____ o _____.

28. Da una explicación de a qué se llaman cultivos energéticos y pon algún ejemplo de los mismos.

29 ¿A que puede llamarse biocombustible?

30. ¿Es cierto que los residuos sólidos que generamos en la basura de las viviendas pueden usarse para producir biocombustibles?

5.1. Tipos de biomasa

La biomasa que podremos usar como fuente de energía se encuentra, principalmente, de dos formas: como cultivos con un aprovechamiento claramente orientado a la producción de energía o como un residuo de los trabajos forestales y agrícolas, o de sus industrias asociadas.

5.1.1. Cultivos energéticos

Las plantas que se cultivan con el fin de convertirlas en energía se llaman cultivos energéticos y como hay tantas plantas distintas pueden ser de tantas formas como uno se pueda imaginar.

En la práctica, los cultivos energéticos se adaptan al clima y al suelo de cada lugar y así en lugares como los países nórdicos hay bosques orientados a producir madera que se quema en centrales eléctricas, mientras

que en nuestras latitudes los cultivos energéticos se orientan a plantas herbáceas. Así, por ejemplo, algunos cereales y plantas oleaginosas como la colza, se pueden cultivar de forma expresa con el objetivo de producir, respectivamente, alcohol o aceite, que tras un tratamiento podrán ser empleados en motores de automóviles.



5.1.2. Biomasa de los residuos

La mayoría de las plantas tienen un fin que no es el energético como por ejemplo alimentar el ganado o producir madera para los muebles. Pero de todos esos procesos siempre se genera un residuo que sí tiene un aprovechamiento energético.



Los **residuos forestales** a los residuos procedentes del aprovechamiento de nuestros bosques, los cuales son una fuente muy importante de recursos de biomasa.

Entre ellos se encuentran restos de las limpiezas y entresaca de montes, serrín, virutas, recortes y cortezas, que se generan tanto en el campo como en las industrias donde se aprovecha la madera, que son las principales consumidoras de este recurso con fines energéticos.



En resumen:

Tipos de residuos forestales:



Los **residuos agrícolas** son de muchos tipos, desde las podas de olivos, vides y frutales hasta los residuos de cultivos herbáceos, como la paja de cereales. Parte de estos residuos se queda en el campo, para recuperar los nutrientes de la tierra, pero otra parte puede ser usada como combustible.

Igual que en el caso anterior, dentro de este grupo se incluyen los residuos que se generan en las industrias que tratan los productos agrícolas, como los restos procedentes del orujo en el caso de la producción de aceite de oliva o las cáscaras de almendra en el caso de las industrias de frutos secos. Un caso particular dentro de este apartado lo constituyen los residuos de las granjas de animales, de los cuales puede extraerse el llamado biogás.





5.2. Formas que hay de aprovechar la biomasa

5.2.1. La combustión: generando energía en forma de calor y electricidad

Quemar la biomasa para obtener energía en forma de calor con el que abastecer directamente las necesidades térmicas de una industria o de las viviendas, o bien producir electricidad en una central térmica, que es la forma más habitual de obtener energía a partir de la biomasa.

5.2.2. Obtención de biogás por digestión anaerobia

La digestión anaerobia es el proceso natural de descomposición de la materia orgánica en ausencia de aire a través de bacterias. Uno de los subproductos de ese proceso natural es el **biogás**, que es una mezcla de gases en los que aparece el metano junto con otros gases incombustibles como el CO₂. El biogás es un gas con un poder calorífico menor que el del gas natural o del butano que se utilizan habitualmente. No obstante, tiene a su favor que se genera a partir de un residuo, que es tratado de esta forma, y que se puede producir de forma local y próxima al consumo.

5.2.3. Obtención de biocombustibles líquidos

Los biocombustibles líquidos se emplean en los motores de vehículos, dentro del sector del transporte, e incluyen tanto al biodiesel como al bioetanol. La inclusión del prefijo “bio-” delante de las palabras diesel o alcohol no indica otra cosa que el origen biológico de la materia prima empleada en su elaboración.

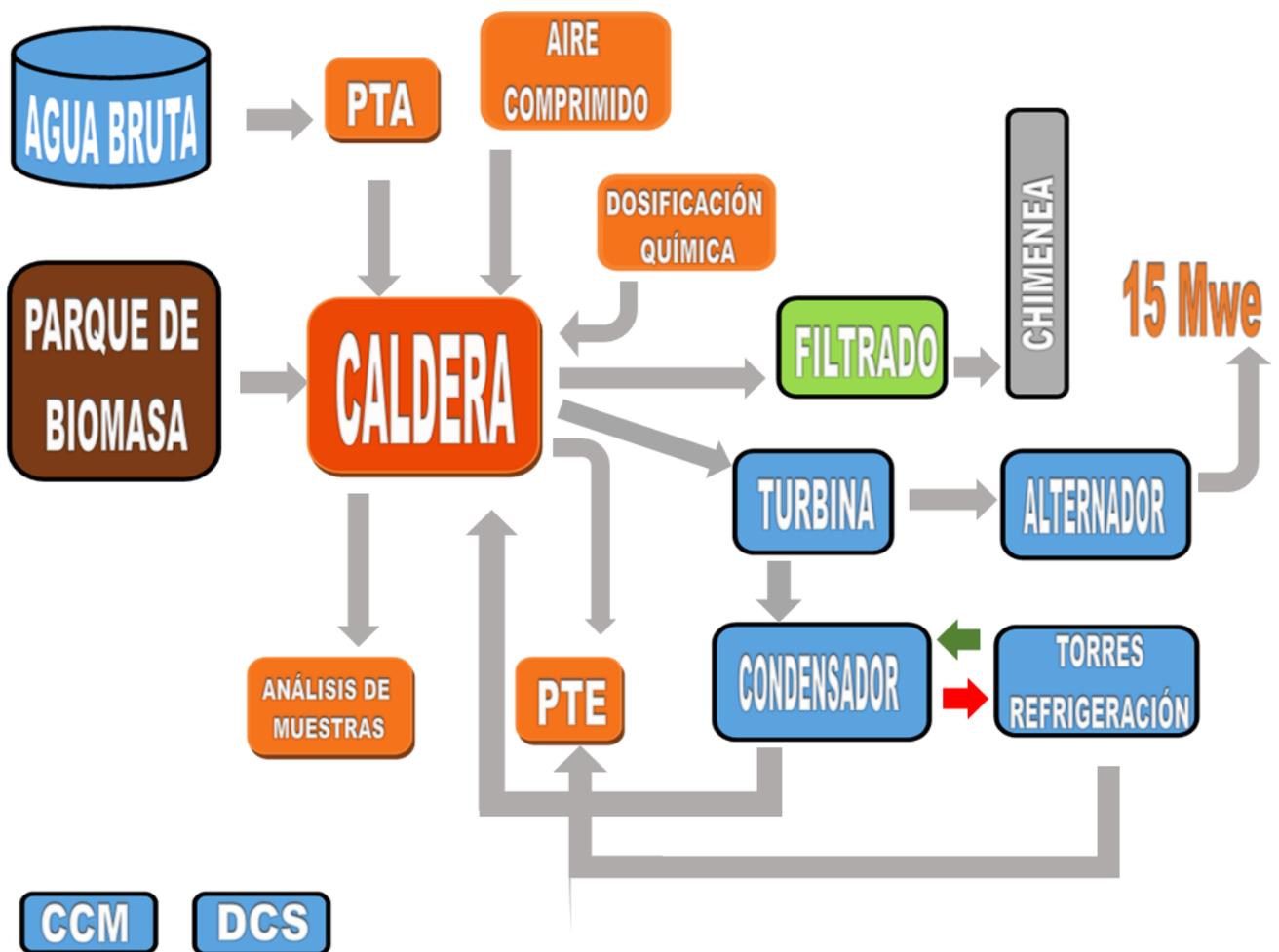
Las materias primas que se usan para producir el biodiesel son los aceites puros de girasol, colza o soja, por ejemplo o bien son los aceites usados o aceites de fritura. El aceite se somete a una transformación química para obtener el biodiesel, que luego es utilizado en los vehículos a motor en sustitución del gasóleo. Por su parte, el bioetanol se produce a partir de plantas que contienen gran cantidad de azúcar, como la remolacha azucarera, la caña de azúcar, el almidón y los cereales, y se emplea como sustituto de la gasolina.

Como se puede ver, un buen número de productos agrícolas que asociamos a la alimentación tienen también una aplicación energética y su uso es bastante más común de lo que puede suponerse. Así, cada vez es más frecuente encontrar puntos de venta de mezclas de biodiesel con gasóleo, al tiempo que, poco a poco se va extendiendo el uso de bioetanol mezclado con la gasolina o bien puro o como aditivo.

6. Planta de biomasa de Garray para la producción de energía eléctrica



6.1. Diagrama de la planta de biomasa para la producción de energía eléctrica a partir de residuos forestales:



6.2. Fase previa de preparación de la biomasa



La Planta de Biomasa de Getamp - Garray es una planta de biomasa para la producción de energía eléctrica a partir de residuos forestales, aunque la etapa crítica es la producción de corriente eléctrica, el pulmón de la planta es la caldera que produce vapor de agua que servirá para mover la turbina y la generación posterior de energía eléctrica por el alternador.

La fase previa de preparación de la biomasa para su entrada en la caldera es una etapa importante y se realiza en lo que se denomina **parque de biomasa** y consta de las siguientes etapas:

- Recepción de la biomasa.
- Trituración de la biomasa.
- Transporte de la biomasa en la planta.
- Tratamiento de la biomasa.
- Almacenamiento de la biomasa.

6.2.1. Recepción de la biomasa

La zona de recepción de biomasa está formada por:

- Parque de almacenamiento de biomasa en rollo y fardos.
- Parque de recepción de astillado.
- Foso de recepción de biomasa astillada.



6.2.2. Trituración de biomasa



Trituradora vertical de alta velocidad

Capacidad de trituración: Fardos: 80T/h

Troncos: 65T/h

6.2.3. Transporte de la biomasa en la planta

- a) Transportadores de banda.
- b) Transportadores de cadena.



Transportadores de banda: Capacidad: 350 m³/h

Transportadores de cadenas: Capacidad: 150 m³/h



6.2.4. Tratamiento de la biomasa



La capacidad de los equipos del tratamiento de la biomasa es: 350 m³/h

En el tratamiento de la biomasa hay una separación de metales con un imán, la eliminación de piedras con un cribado y la existencia de un separador densimétrico para separar por tamaños.



6.2.5. Almacenamiento de la biomasa

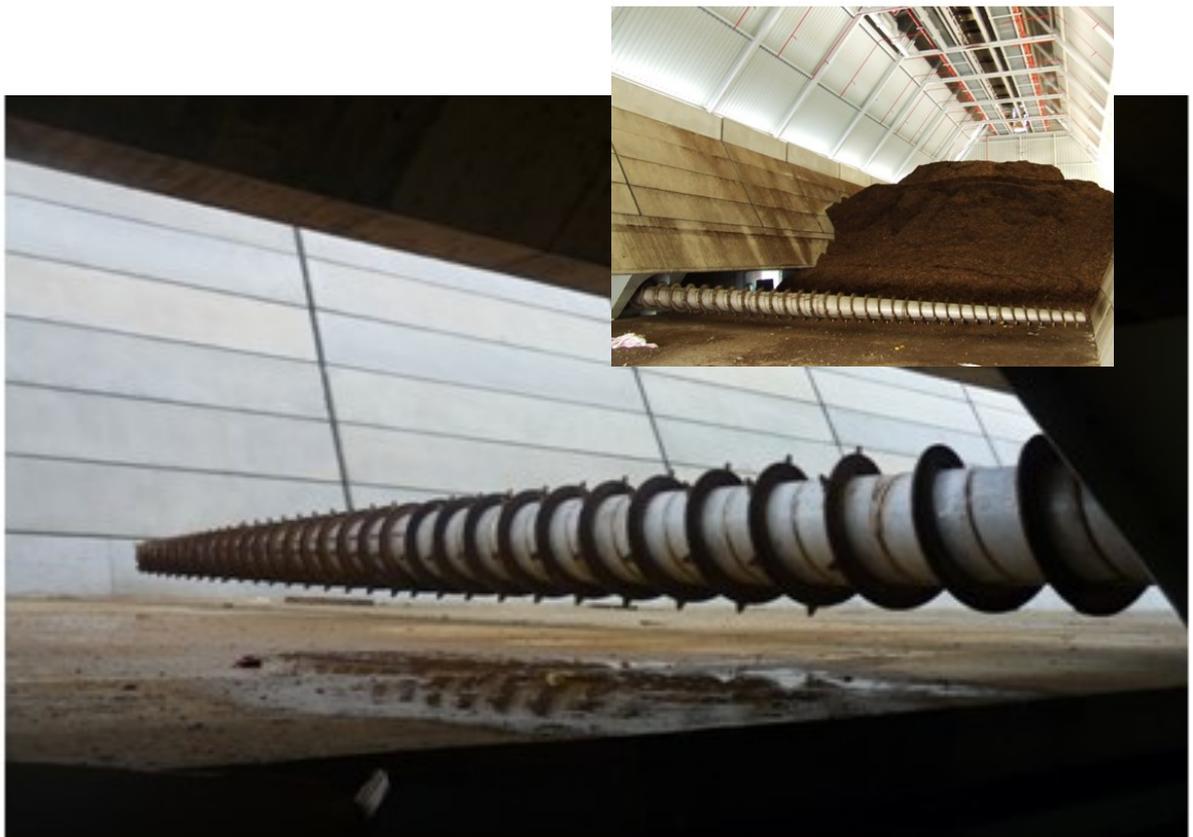
Silo de almacenamiento: Silo A-frame:

Capacidad de almacenamiento: 6.000 m³



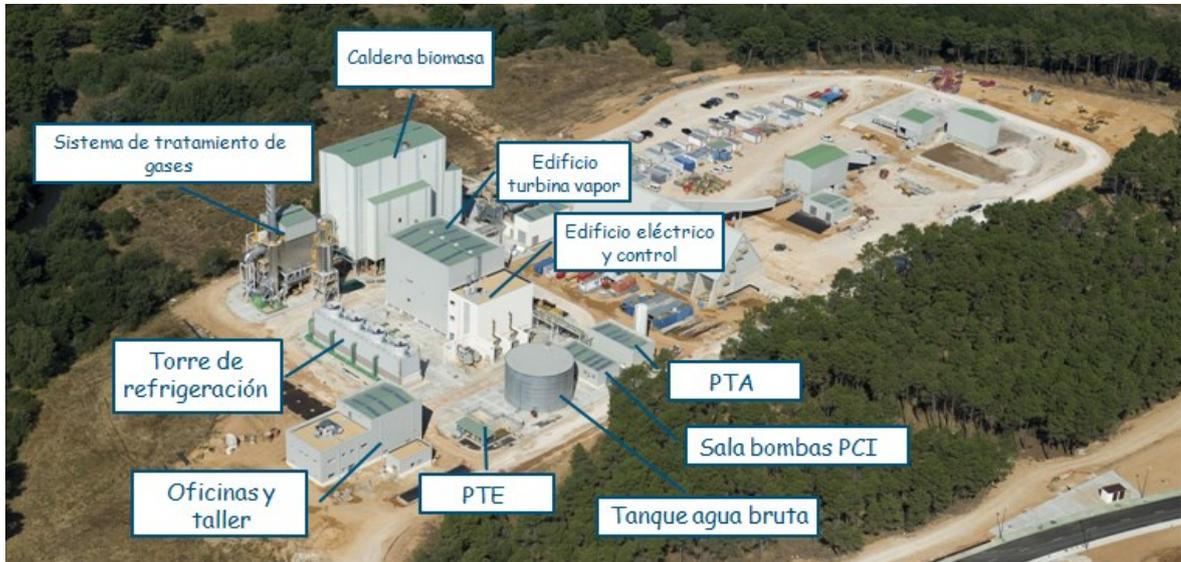
Tornillos sinfines extractores: 2 x 100% sinfines extractores.

Capacidad: 100 m³/h



6.3. Isla de combustión

La isla de combustión es el corazón de la planta y está formado por la **caldera de biomasa**.



Datos técnicos de la caldera de biomasa para la producción de vapor de agua:

- Caldera acuotubular, que funciona en modo de régimen continuo con un caudal de vapor de 58.500 kg/h.
- Potencia: 49,99 MWt.
- Presión y temperatura: $P = 93 \text{ bar}$ y $T = 487 \text{ }^\circ\text{C}$.

La **caldera de vapor** de la planta de biomasa es una instalación diseñada para producir vapor de agua a elevada presión y temperatura elevada, que se utiliza para la alimentación de la turbina de generación de electricidad. Por tanto, una caldera de vapor es una instalación en la que se hace hervir agua para producir vapor de agua y en esencia una caldera de vapor es un recipiente cerrado, que se llena parcialmente de agua a la que se le aplica energía en forma de calor procedente de la fuente de energía de un combustible, para hacerla hervir y producir vapor de agua sobrecalentado (por encima de $100 \text{ }^\circ\text{C}$).

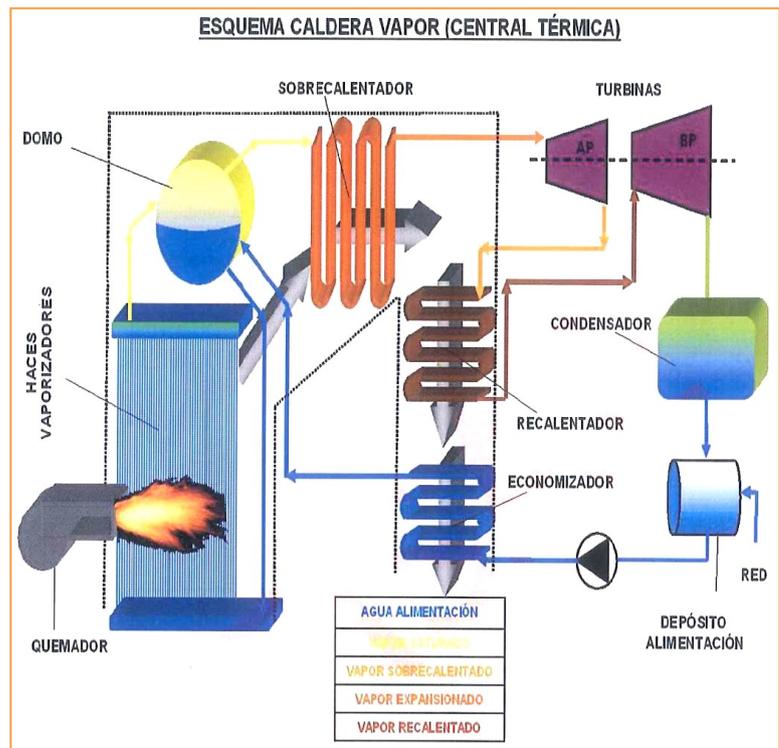
Como el vapor está confinado en un recinto cerrado, se incrementa la presión interior y con ello la temperatura de ebullición del agua, pudiéndose alcanzar finalmente valores muy elevados de presión y temperatura.



Debido a que la presión del vapor generado dentro de la caldera es muy grande, las calderas se construyen con metales altamente resistentes a presiones altas, como el acero laminado.

El vapor se concentra en la parte superior del recipiente inicialmente vacío, conocido como **domo**, de donde se extrae por medio de conductos para ser utilizado en el proceso posterior de alimentación de la turbina.

Aunque el principio de trabajo es simple, las particularidades del proceso son complejas para un trabajo seguro y eficiente de la caldera, especialmente en una gran instalación industrial, como la descrita.



Una caldera es un dispositivo que está diseñado para generar vapor saturado. Este vapor saturado se genera a través de una transferencia de energía (en forma de calor) en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado. La transferencia de calor se efectúa mediante un proceso de combustión que ocurre en el interior de la caldera, elevando progresivamente su presión y temperatura. La presión no puede aumentar de manera desmesurada, ya que debe permanecer constante por lo que se controla mediante el escape de gases de combustión, y la salida del vapor formado.



Las entradas a la caldera son la biomasa a quemar y el aire en forma de aire comprimido para efectuar la combustión de la biomasa. Existe un dosificador de ambos reactivos para efectuar una combustión adecuada.

La otra entrada a la caldera es el agua que va a experimentar el calentamiento. El agua de alimentación bruta puede proceder de un río, y antes de entrar a la caldera se la somete en una **PTA** (planta de tratamiento de aguas) a un tratamiento para eliminar impurezas que podrían dañar la caldera durante el calentamiento de agua.

Las salidas de la caldera es la recogida de muestras para su análisis físico y químicos, el vapor de agua sobrecalentado que alimenta la turbina, el agua no vaporizada y restos líquidos en forma de efluentes, que son sometidos a una depuración en una **PTE** o planta de tratamiento de efluentes, antes de poder volver a utilizarlos o realizar un vertido al exterior al cauce de un río, ya depurados.

La otra salida de la caldera son los gases procedentes de la combustión, que son filtrados antes de lanzarlos a la atmósfera mediante la chimenea. Para el tratamiento de los gases en la planta de biomasa existen un ciclón y un filtro de mangas.

Un **filtro mangas** es un dispositivo para la separación de partículas sólidas en suspensión de una corriente gaseosa. No elimina la contaminación por compuestos volátiles.

El filtro de mangas se trata de un filtro que consta de diversas mangas tejidas dispuestas sobre cestas metálicas. El polvo se acumula en su parte externa. El material del tejido debe adaptarse al uso deseado y las condiciones existentes como la temperatura o la presencia de compuestos corrosivos. El tamaño de los poros limita el tamaño mínimo de las partículas retenidas.

En la planta de biomasa existen 1.008 mangas en 6 cámaras con una superficie para filtrado de 3.192 m^2 y un caudal de gases de $143.490 \text{ m}^3/\text{h}$



6.4. Producción de la energía eléctrica

La corriente eléctrica se produce por medio de una turbina acoplada a un alternador. La turbina es un dispositivo que transforma parte de la energía previa de un fluido en energía mecánica de rotación a través de un rodete con aspas. Posteriormente, el alternador transforma la energía de movimiento de rotación de la turbina en corriente eléctrica alterna gracias al fenómeno de la inducción electromagnética. En la central de biomasa se desarrolla una potencia eléctrica del orden de 15 MW.

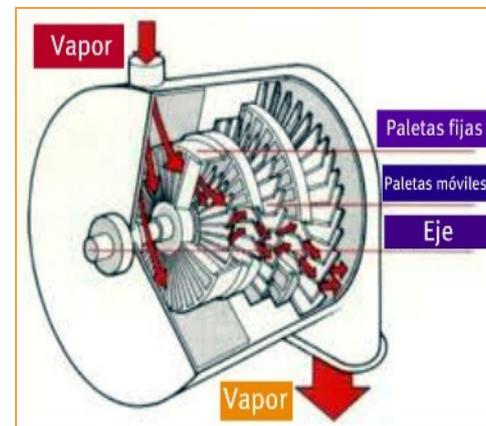
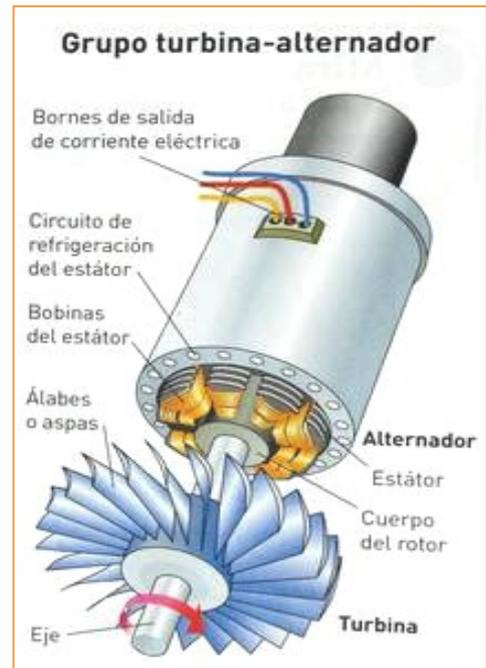
El centro fundamental de la planta es la **sala del turboalternador**, que es el conjunto formado por la turbina destinada a mover un alternador eléctrico.

Se produce corriente eléctrica alterna mediante la conversión de la energía térmica del vapor de agua en energía mecánica de rotación en la turbina y posteriormente se transforma en energía eléctrica en el alternador.

La **turbina de vapor** es un motor rotativo que convierte en energía mecánica de rotación la energía del vapor de agua. El elemento básico de la turbina es una rueda o rotor que cuenta con palas, aspas o hélices, de modo que el vapor produce una fuerza tangencial que impulsa la rueda y la hace girar. Esta energía mecánica se transfiere a través de un eje para proporcionar posteriormente el movimiento del generador eléctrico del alternador.

El vapor de agua sale de la turbina aún caliente y el calor residual no aprovechable se elimina con un sistema de condensación y refrigeración, mediante torres de enfriamiento, que reducen la contaminación térmica atmosférica que ocasiona la central termoeléctrica.

El vapor de agua se recicla mediante un condensador que lo convierte en agua líquida, que pasa de nuevo a la caldera para iniciar el ciclo de obtención de vapor y el agua líquida no aprovechable se dirige a la PTE antes de su eliminación.



6.5. El cerebro de la planta

El control de la planta de biomasa, que es una planta industrial, se realiza desde un puesto de ingeniería llamado **DCS** o sistema de control distribuido, más conocido por sus siglas en inglés DCS (Distributed Control System), que es un sistema de control de ingeniería aplicado a procesos industriales, que trabaja con una sola base de datos integrada para todas las señales, variables, objetos gráficos, alarmas y eventos del todo el sistema de la planta.

Un DCS dispone de herramientas para la gestión de la información de planta, integrándola verticalmente hacia la cadena de toma de decisiones y otros sistemas ubicados más arriba en la jerarquía de la producción.

En el DCS se programa el funcionamiento eficiente de todo el sistema y opera de forma centralizada para desarrollar la monitorización gráfica y la lógica de sus controladores. Todos los equipos del sistema (ordenadores, servidores, controladores) están sincronizados contra un mismo reloj patrón, de forma que todas las medidas, alarmas y eventos tienen una misma marca de tiempo.

Desde el puesto de DCS se cargan los programas de forma transparente a los equipos del sistema, y en donde tiene un papel relevante el sistema de detección de fallos y el centro de control de motores o **CCM** de la planta. En el DCS, la plataforma de programación es multiusuario de forma que varios programadores pueden trabajar simultáneamente sobre el sistema de forma segura sin conflictos de versiones.



ACTIVIDADES

31. ¿Qué es el domo?
32. ¿Hay alguna diferencia entre PTA y PTE?
33. ¿Por qué hay que filtrar los gases de la combustión de la biomasa?
34. ¿A qué se llama vapor sobrecalentado?
35. ¿Es cierto que la isla de la combustión es más importante que el sistema formado por la turbina-alternador de la planta de biomasa?
36. Busca información complementaria en internet y explica cómo funciona una turbina de una central hidroeléctrica.
37. ¿Puede funcionar una turbina desacoplada con el alternador?
38. ¿Qué quiere decir la expresión cerebro de la planta?

