

La Energía: Energías no renovables

Curiosidad

¿Qué entiendes por energías no renovables?

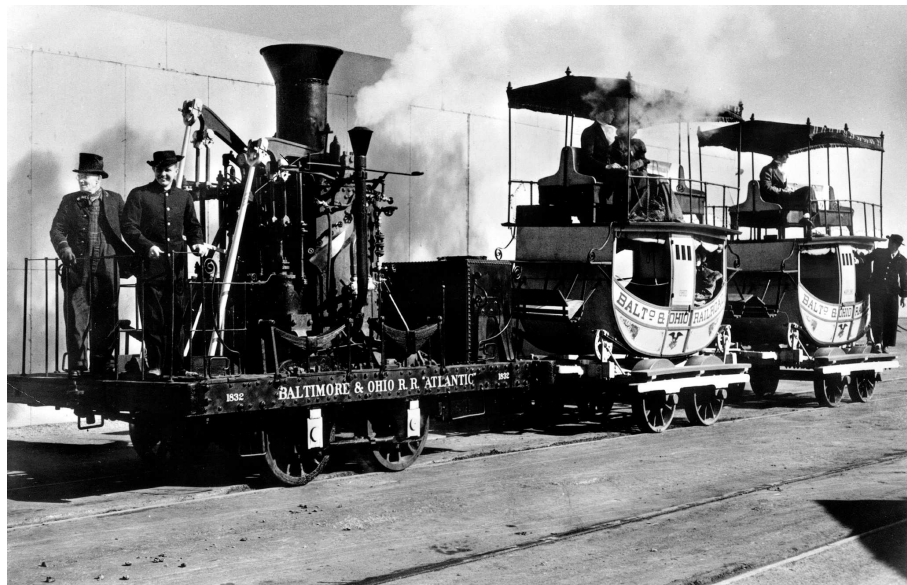
De la producción energética mundial, ¿cuál crees que es el porcentaje que se produce a partir de este tipo de energías?

¿Cuáles son los inconvenientes más significativos de su utilización?

¿Consideras que, con el actual estilo de vida, se podrían sustituir este tipo de centrales por otras alternativas?

¿Cuál sería tu punto de vista si supieras que se ha programado una instalación nuclear en una zona próxima a tu lugar de residencia?

La Revolución Industrial del siglo XIX fue posible gracias al carbón, que permitió el desarrollo de nuevos sistemas de transporte como el tren de vapor, o la mecanización de algunas actividades productivas. En la actualidad la fuente energética fósil de más futuro sigue siendo el carbón, aunque la sensibilidad de la sociedad por las emisiones contaminantes que produce su combustión es actualmente muy elevada.



Máquina de vapor. Imagen en [ITE](#) bajo licencia [CC](#).

Se considera que las reservas de carbón tienen menos de 200 años de vida, que el petróleo se agotará dentro de los próximos 40 años, y que las reservas de gas natural no tardarán más de 65 años en desaparecer. Por todo ello, la Unión Europea insta a sus países miembros al desarrollo de fuentes energéticas alternativas y renovables, habiéndose acordado que en el año 2020 el 20% de la producción energética debe tener su origen en fuentes renovables.

Pero el consumo energético crece muy por encima de lo que las renovables pueden producir actualmente, y la dependencia exterior en el suministro de energías provenientes de fuentes fósiles provoca gran incertidumbre para países como España, que importa del orden del 80% de la energía que consume.

1. Energías no renovables

Importante

Energías no renovables

Las energías no renovables son aquellas que existen en una cantidad limitada en la naturaleza y sin ninguna posibilidad de regenerarse.

Las energías no renovables:

- Se encuentran en la naturaleza con una distribución geográfica irregular.
- Al ritmo actual de consumo, se agotarán en un tiempo limitado.
- A pesar de sus inconvenientes, la mayor parte de la energía que se produce en el mundo actualmente procede de estas fuentes.

Combustibles fósiles

Las principales energías no renovables que utilizamos son los combustibles fósiles.

Los combustibles fósiles proceden de restos vegetales y de otros organismos vivos que en tiempos remotos fueron sepultados por grandes cataclismos, y que se fueron transformando debido a la acción de ciertos microorganismos en unas condiciones de temperatura y presión adecuadas.

Según su antigüedad y el proceso de transformación se generaron combustibles sólidos (carbón), líquidos (petróleo) o gaseosos (gas natural).

A continuación estudiaremos el carbón y el petróleo por ser los más utilizados.

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

¿La energía eólica es renovable?

☐

No, porque en unos sitios hace mucho aire y en otros poco.

☐

Sí, porque se regenera en la naturaleza.

☐

Sí, porque existe en una cantidad ilimitada en la naturaleza.

Solución

1. **Incorrecto**

La energía nuclear no es renovable porque:

☐

El combustible nuclear genera residuos altamente contaminantes.

☐

El combustible nuclear está en una cantidad limitada en la naturaleza.

☐

Hace mucho tiempo que se usa y las energías "de antes" son no renovables.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)

1.1. El carbón

Importante

El **carbón** es un combustible sólido, de color negro, constituido fundamentalmente por carbono y trazas de otros elementos químicos, como hidrógeno, nitrógeno, azufre, oxígeno...



Carbón. Imagen de [Ashok Beera](#) en ITE bajo licencia [CC](#)

Proceso de formación

El carbón se formó cuando, hace unos 300 millones de años, extensas masas vegetales de helechos gigantes morían y quedaban sepultados en los pantanos en los que vivían.

Posteriormente nuevos sedimentos los cubrían y, por la acción combinada de presión y temperatura, la materia orgánica se fue convirtiendo en carbón.



Bosque de helechos. Imagen [R. Peláez](#) en ITE bajo licencia [CC](#)

Tipos de carbón

Según su antigüedad, y según las presiones y temperaturas a las que se hayan formado, distinguimos distintos tipos de carbón: **turba**, **lignito**, **hulla** y **antracita**. Cuanto mayor son las presiones y temperaturas, se origina un carbón más compacto y rico en carbono, con mayor poder calorífico.

TIPO DE CARBÓN	% DE CARBONO	P _C (Kcal/kg)	ORIGEN
Antracita	95%	8000	Era primaria
Hulla	85%	7000	Era primaria
Lignito	75%	6000	Era secundaria
Turba	50%	2000	Muy reciente

Curiosidad

El **azabache** es una variedad del lignito, de color negro intenso, brillante, frágil y

Si se observa al microscopio se puede observar su estructura vegetal.

Existen varios tipos de azabache que difieren en su dureza: el azabache duro, utilizado en joyería y de mayor valor comercial, y el azabache blando.

Considerado una piedra semipreciosa, tuvo la consideración de sustancia mágica. Es famoso el azabache de Asturias por su excelente calidad.



Azabache sin pulir. Imagen de [F. Vallés](#) en ITE bajo licencia [CC](#)



Azabache utilizado en joyería. Imagen de [L. Fischer](#) en ITE bajo licencia [CC](#)

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

El carbón es un combustible:

☐

De reciente formación a partir de carbono y otros elementos.

☐

Formado por el hombre a partir de carbono y otros elementos.

☐

Formado hace millones de años a partir de masas vegetales.

☐

Formado por el hombre a partir de masas vegetales.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)
4. [Incorrecto](#)

Existen cuatro tipos de carbón, (antracita, hulla, lignito y turba) que se diferencian en:

☐

El lugar donde se hallan y su poder calorífico.

☐

La cantidad de carbono que contienen y su color.

Su poder calorífico y la época en que se originaron.



Su composición y la energía calorífica que proporcionan al quemarse.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)
4. [Correcto](#)

Curiosidad

Carbón de coque

Mención aparte merece el carbón de coque.

No es un carbón natural: se obtiene sometiendo la hulla a un proceso de destilación y calentándola fuertemente en hornos cerrados para aislarla del aire .

De este proceso de destilación de la hulla se obtienen una serie de subproductos de gran utilidad industrial y, al final del proceso, queda en el horno el carbón de coque.

El carbón de coque es un carbón liviano y poroso con un poder calorífico de 3000 Kcal/kg. Es indispensable en los altos hornos para la fabricación de acero, y se utiliza también para calefacción en núcleos urbanos porque su combustión desprende muy poco humo y disminuye la contaminación .

Extracción del carbón

La extracción de carbón se realiza en distinto tipo de minas, dependiendo de donde se encuentra situado el filón del mineral:

- **Pozos** : son galerías muy profundas, perpendiculares a la superficie que acceden al filón.
- **En declive** : parecidas a las anteriores, pero la profundidad de la veta es moderada y se accede a ella por medio de pozos en declive.
- **Galerías** : hablamos de galerías cuando el filón de mineral se aflora en superficie, generalmente en las laderas de monte.
- **A cielo abierto** : son las más rentables de explotar y es cuando el mineral se encuentra muy cerca de la superficie y solamente se necesita extraer las capas de piedra que lo recubren para acceder a la veta de mineral.



Comprueba lo aprendido

o

A continuación tienes varias afirmaciones sobre la minería. Indica si son verdaderas o falsas.

Las minas de carbón siempre están a mucha profundidad.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

El filón de mineral puede estar a distintas profundidades.

En las minas de pozo basta con hacer un pozo poco profundo para llegar a la veta de carbón.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Las minas de pozo se utilizan cuando los depósitos de carbón están muy profundos.

Las minas a cielo abierto son las más rentables de explotar.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Como el mineral está muy cerca de la superficie, sólo se necesita remover capas de suelo superficiales.

El carbón de las minas en galería se extrae mediante elevadores.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Las galerías están, generalmente, en las laderas de los montes.

La mina de pozo y la mina en declive se diferencian en que la primera es vertical y la segunda inclinada.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

También se diferencian en la profundidad de la veta de carbón.

Esta animación de CONSUMER.EROSKI tiene varias partes:

La primera parte nos muestra qué es el carbón y cómo se originó, la segunda parte los diferentes métodos de minería y la tercera el funcionamiento de una central térmica convencional de carbón.

Ahora puedes ver las dos primeras partes para asentar lo que hemos trabajado hasta ahora.

La tercera parte es mejor que la veas una vez que hayas estudiado el punto 2 del tema.

Animación sobre el carbón de [Eroski](#) bajo licencia educativa.



Aquí tienes una página en la que encontrarás información sobre el proceso de formación del carbón y sobre las características y usos de sus distintos.

<http://www.areaciencias.com/geologia/carbon.html>

1.2. El petróleo

Importante

El **petróleo** es un combustible sólido, de color negro, constituido fundamentalmente por carbono, hidrógeno y trazas de otros elementos químicos, como nitrógeno, azufre, oxígeno...



Barriles de petróleo. Imagen en [Pixabay](#) bajo [Dominio Público](#).

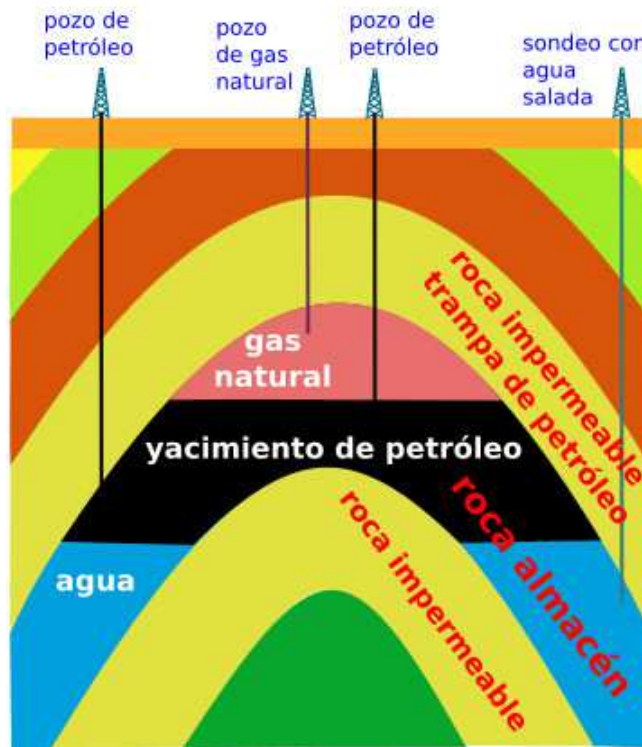
Proceso de formación

El petróleo se originó a partir de la descomposición de restos de animales y algas microscópicas acumulados en terrenos sedimentarios, generalmente en los lechos de mares y lagos. Estas deposiciones de materia orgánica se fueron cubriendo, con el paso del tiempo, con capas de sedimentos que la sepultaron.

En estas condiciones de presión, temperatura y falta de oxígeno, los restos orgánicos se fueron transformando en **hidrocarburos**. Cuanto más antiguo es un yacimiento, mayor es su contenido en carbono.

Para que se pueda formar una bolsa de petróleo en un terreno, éste debe reunir una serie de condiciones:

- es necesario que exista una **roca madre** porosa que actúe a modo de esponja; en ella se forman los hidrocarburos que impregnan esta roca madre.
- de la roca madre los hidrocarburos deben migrar hacia las **trampas de petróleo**, estructuras geológicas en las que el crudo queda atrapado; están recubiertas por estratos de roca impermeable que impide la migración del petróleo a la superficie.
- esta acumulación, llamada **bolsa de petróleo** es de donde se extrae comercialmente el petróleo. El petróleo se encuentra en el subsuelo, a una profundidad variable, bien en las plataformas continentales o bajo el mar. Al estar en el subsuelo es necesario perforar para llegar a él.



Trampas petrolíferas. Imagen de [MiguelSierra](#) en Wikimedia Commons
bajo licencia CC

Curiosidad

El petróleo es una sustancia conocida desde hace miles de años, pero sus usos eran escasos.

Una de sus primeras aplicaciones fue para **calafatear**, es decir, para impermeabilizar embarcaciones.

El primer pozo petrolífero se perforó a mediados del siglo XIX, obteniendo como primer subproducto **queroseno**, que se utilizó como combustible.

A finales del siglo XIX aparecieron los primeros automóviles impulsados por gasolina, y la creciente demanda de éstos convirtió al petróleo en la principal fuente de energía.

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

¿Cuál es la composición del petróleo?

☐

La misma que la del carbón, pero en distintos porcentajes.

☐

☐

Carbono, hidrógeno y fluor.

☐

Carbono e hidrógeno mayoritariamente y trazas de otros elementos

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Incorrecto](#)
4. [Correcto](#)

El petróleo se originó:

☐

A partir de restos animales y vegetales.

☐

Debido a que restos vegetales se transformaron en carbono.

☐

Debido a que restos vegetales se transformaron en carbono e hidrógeno.

☐

Debido a que restos animales y vegetales se transformaron en hidrocarburos.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Incorrecto](#)
4. [Correcto](#)

Las bolsas de petróleo:

☐

Son estructuras geológicas en las que el petróleo queda atrapado.

☐

Son rocas impermeables que contienen el petróleo.

☐

Son acumulaciones de petróleo rodeadas de roca impermeable.

☐

Son la unión de la roca madre y de la trampa de petróleo.

Solución

- 3. [Correcto](#)
- 4. [Incorrecto](#)

La extracción del petróleo provoca un gran impacto ambiental y es un proceso muy contaminante en todas sus fases:

- extracción
- transporte
- consumo

Destilación fraccionada

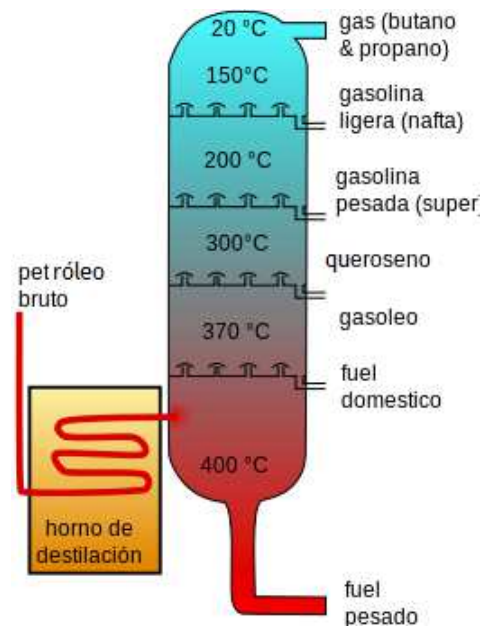
El petróleo no se usa tal como se extrae de la naturaleza sino que es necesario separar sus componentes que van a tener usos específicos distintos.

Este proceso se realiza en las refinerías, y se le conoce como **destilación fraccionada**.

El petróleo caliente a unos 400°C, asciende por la torre de destilación; todas las sustancias pasan como vapores a la cámara superior algo más fría y en ella se condensan las fracciones más pesadas que corresponden a los aceites lubricantes.

Así sucesivamente los distintos hidrocarburos con puntos de ebullición diferentes, van ascendiendo por la torre y se van separando a medida que van atravesando las distintas bandejas de condensación. Por orden de separación, estos son los principales compuestos que se extraen del crudo:

- Gas
- Gasolina
- Queroseno
- Gasóleo
- Fuel doméstico



Destilación fraccionada. Imagen de [T. Knott](#) en Wikipedia bajo licencia [CC](#).

Craqueo

Habitualmente, un 90 % del petróleo se emplea para la producción de combustibles.

Cuando la demanda de un producto es mayor que la de otro, y para evitar almacenajes excesivos de productos no demandados, se somete a éstos a un proceso denominado **craqueo**, que consiste en romper los enlaces de carbono de las cadenas de los hidrocarburos por medio de agitación térmica con lo que se consigue romper moléculas más complejas formándose otras con menor peso molecular, para satisfacer la mayor demanda de éstas.

Comprueba lo aprendido

Blanco

Completa los espacios en blanco para comprobar que has entendido en qué consiste la técnica de la destilación fraccionada.

El petróleo va a tener muchos usos distintos. Para separar sus se utiliza la técnica de la , que tiene lugar en las .

el petróleo se va y el componente de mayor temperatura de ebullición , obteniéndose el primer producto aislado. El resto sigue por la torre de destilación, y el proceso se repite hasta obtener todos los componentes aislados.

Como la mayor parte del petróleo se destina a , para producir mayor cantidad de éstos y menos de los poco utilizados, se utiliza el proceso del , que consiste en romper las cadenas de para formar las estructuras de los productos más demandados.

Enviar

Con la siguiente animación de CONSUMER EROSKI vas a poder afianzar los aspectos que hemos tratado en esta parte del tema: la formación del petróleo, su extracción, transporte y refinado.

Animación sobre el petróleo de [Eroski](#) bajo licencia educativa.



Deberás entrar al apartado de "El recorrido de la energía" y luego entrar a "El petróleo".

http://www.foronuclear.org/recorrido_energia/index.html

2. Centrales térmicas convencionales

Una central eléctrica es el lugar donde se produce la corriente eléctrica.

Existen muchos tipos de centrales eléctricas, dependiendo de la fuente energética que utilizan, y las estudiaremos en este tema y en el siguiente.



Una **central térmica** (o termoeléctrica) es una instalación en la que se transforma la energía química de los combustibles fósiles en energía eléctrica.

Las centrales termoeléctricas convencionales emplean como combustible carbón, fuel o gas natural.

Este tipo de centrales son las más económicas y rentables, por lo que su uso está muy extendido, a pesar de que están siendo muy criticadas por su elevado impacto medioambiental



Central térmica. Fuente propia

El **esquema de funcionamiento** de todas las centrales térmicas convencionales es prácticamente el mismo, independientemente de que utilicen carbón, fuel o gas como combustible.



Básicamente, la producción de energía eléctrica en la central consiste en:

1. Generar **vapor de agua** en la caldera.
2. Con el vapor de agua, hacer girar la **turbina** obteniendo energía mecánica de rotación.
3. Transformar esta energía mecánica de rotación en energía eléctrica por

En el siguiente enlace aparece el esquema de una central térmica convencional de carbón diseñado por UNESA. En él se pueden observar claramente todos los elementos de este tipo de central.



Clic para abrir en ventana nueva

El combustible se quema y con la energía calorífica producida se calienta el agua de la caldera, convirtiéndose en vapor.

El vapor de agua generado entra a gran presión en la turbina, incide sobre sus **álabes** y la hace girar, generando energía mecánica de rotación.

Esta turbina consta de tres cuerpos: el de alta, el de media y el de baja presión, diseñados así para aprovechar al máximo la energía del vapor, ya que éste va perdiendo presión progresivamente.

La energía mecánica de rotación que lleva el eje de la turbina es transformada a su vez en energía eléctrica en el generador acoplado a la turbina.

El vapor, una vez entregada su energía, pasa al condensador, donde se convierte de nuevo en agua, que es devuelta por medio de una bomba otra vez a la caldera para reiniciar el ciclo.

Puedes ver el funcionamiento de una central térmica de carbón en la infografía de CONSUMER EROSKI que tenías en el punto **1.1. El carbón** de este tema.



Turbina de vapor. Fuente propia

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

Las centrales térmicas son:

☐

Lo mismo que las centrales eléctricas.

☐

Las que producen electricidad.

☐

Las que producen electricidad y utilizan combustibles fósiles.

Solución

1. **Incorrecto**
2. **Incorrecto**
3. **Correcto**

El funcionamiento de cualquier central térmica consiste básicamente en:

eléctrica.

☐

Generar vapor, mover una turbina y mover el generador.

☐

Transformar la energía química del combustible en energía eléctrica.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)

La caldera es:

☐

Un recipiente que contiene el agua que se transformará en vapor.

☐

El lugar donde se quema el combustible.

☐

Un compartimento con tuberías por las que circula el agua que se transformará en vapor.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Correcto](#)

El vapor generado en la caldera sirve para:

☐

Calentar otros fluidos de la central.

☐

Mover la turbina.

☐

Absorber el calor de la combustión.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)

Las turbinas tienen tres cuerpos, de alta, de media y de baja presión, para:

☐

Aprovechar la energía del vapor aunque éste vaya perdiendo presión.

Aprovechar la energía del vapor en la parte alta, media y baja de la central.

☐

Aumentar el rendimiento del proceso.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)

El vapor, una vez que ha entregado su energía a la turbina,:

☐

Es expulsado a la atmósfera a través de las torres de refrigeración.

☐

Pasa al condensador para convertirse en agua.

☐

Se condensa para ser devuelto a la caldera.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Correcto](#)

Ventajas e inconvenientes de las centrales térmicas convencionales

VENTAJAS

- Son las centrales **más baratas** de construir.
- Producen una **gran cantidad de energía**.
- Las centrales de ciclo combinado de gas natural son mucho **más eficientes** que una termoeléctrica convencional, **aumentando la energía** eléctrica generada con la misma cantidad de

INCONVENIENTES

- El uso de combustibles fósiles genera **emisiones de gases** de efecto invernadero **CO₂**.
- Emiten **óxidos de azufre y nitrógeno** a la atmósfera que provocan la lluvia ácida.
- Al ser los combustibles fósiles una **fuentes de energía finita**, su uso está limitado a la duración de las reservas y/o su rentabilidad económica.
- Sus **emisiones térmicas y de vapor** pueden alterar el microclima local.
- Afectan negativamente a los

combustible, y
rebajando las
emisiones citadas
más arriba en un
20%.

ecosistemas fluviales debido a
los **vertidos de agua**
caliente en estos.

- **Su rendimiento es bajo**, a pesar de haberse realizado grandes mejoras en la eficiencia (alrededor del 30% de la energía liberada en la combustión se convierte en electricidad).

- Son **difíciles de regular**, ya que presentan una gran inercia a la conexión y a la desconexión.

Comprueba lo aprendido

Ahora daremos un repaso a las ventajas e inconvenientes de las centrales térmicas respondiendo a estas cuestiones de verdadero y falso.

El uso de combustibles fósiles provoca la lluvia ácida.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

La lluvia ácida es provocada por la emisión a la atmósfera de NOx y SOx. Como el combustible suele contener trazas de estos elementos, diremos que provoca lluvia ácida.

Las centrales térmicas producen gran cantidad de energía, por lo que tienen un buen rendimiento.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Producen gran cantidad de energía, pero no tienen buen rendimiento porque sólo un 30% de la energía producida en la combustión se convierte en energía eléctrica.

El vapor de agua que sale a la atmósfera a través de las torres de refrigeración es contaminante.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

No es contaminante, pero altera el ecosistema del entorno y quizás a eso también lo deberíamos considerar contaminación.

Como cualquier central, las térmicas son caras de construir.

[Sugerencia](#)

Verdadero

Son caras, pero son de las más baratas de construir, por las características de la tecnología que usan.

El humo que sale por la chimenea es responsable de la lluvia ácida y del efecto invernadero.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Por la chimenea sale CO_2 , responsable del efecto invernadero y SO_x y NO_x , responsables de la lluvia ácida.

Las centrales térmicas producen mucha energía.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Aunque su rendimiento sea bajo, la energía que producen es alto en términos globales.

Las centrales de ciclo combinado tienen mejor rendimiento.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Su rendimiento es mayor, ya que para producir la misma cantidad de energía necesitan menos combustible.

Las centrales de ciclo combinado contaminan menos.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Aunque depende de como lo veamos. El efecto contaminante depende del combustible utilizado, por lo que, como utilizan el mismo tipo de combustible, contaminarán igual. Lo que ocurre es que como utilizan menos cantidad para la misma producción de energía, si que podríamos decir que contaminan menos.

2.1. Impacto ambiental

Las centrales eléctricas ocasionan un importante impacto ambiental debido a la propia instalación y a los elementos que emiten a la atmósfera.

Importante

La central térmica emite a la atmósfera:

- **CO₂** , causante del efecto invernadero
- **partículas contaminantes** , responsables de la lluvia ácida
- **vapor de agua**

El **CO₂** se obtiene como producto en toda reacción química de combustión de combustión. En la central térmica se obtendrá en mayor o menor medida según el combustible empleado.

Las **partículas contaminantes** dependen del combustible utilizado:

- La combustión de carbón provoca la emisión de partículas y óxidos de azufre y nitrógeno (según la composición del carbón utilizado).
- En las que utilizan fueloil, la emisión de contaminantes es menor, aunque emiten hollines ácidos.
- Si el combustible es gas, estas emisiones son prácticamente nulas.

Tanto el CO₂ como las partículas contaminantes son emitidas a la atmósfera a través de una chimenea de poco diámetro y gran altura (llegan a los 300 m) para intentar minimizar los efectos de la emisión de gases tóxicos en los suelos cercanos y están provistas de unos filtros que retienen las cenizas y otras materias volátiles de la combustión.

El **vapor de agua** se evacua a la atmósfera en las torres de refrigeración, que lo emiten de forma constante.

Si bien el vapor de agua no es contaminante, la emisión de este vapor a la atmósfera puede elevar la temperatura del entorno y modificar las características del ecosistema circundante.



Torre de refrigeración. Imagen de [O. Cliffe](#) en Wikipedia bajo [CC](#) .

Curiosidad

permite un mayor aprovechamiento del combustible y una mejor transferencia del calor producido durante la combustión.

- Un lecho fluido está formado por el combustible molido mezclado con cenizas y piedra caliza triturados. No se permite la fundición del lecho, por lo que la temperatura está limitada a 850-900°C.
- El lecho fluido sustenta el combustible sólido mientras se hace pasar una corriente de aire durante la combustión.
- El resultado es la formación de remolinos que favorecen la mezcla del aire y el combustible, y tienen la ventaja de producir menos NO_x en el gas de salida, y debido a las menores temperaturas de combustión producen menos SO_x , puesto que el azufre reacciona con la cal del lecho.
- También se mejora apreciablemente el rendimiento del proceso.

Comprueba lo aprendido

Recordamos:

Las centrales térmicas emiten a la atmósfera elementos contaminantes.

[Sugerencia](#)

- ☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Eso es, emiten CO_2 , responsable del efecto invernadero y NO_x , SO_x responsables de la lluvia ácida.

Las centrales emiten los elementos contaminantes a través de la chimenea y de la torre de refrigeración.

[Sugerencia](#)

- ☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Por la torre de refrigeración sólo se emite vapor de agua.

Las chimeneas se hacen altas para que las partículas contaminantes no puedan ascender por ella y no salgan a la atmósfera.

[Sugerencia](#)

- ☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Son altas para minimizar los efectos de estas partículas en los terrenos próximos.

La combustión en lecho fluido minimiza la aparición de óxidos de nitrógeno y de azufre.

[Sugerencia](#)

- ☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Si, eso es lo se trata de conseguir, además de mejorar el rendimiento del proceso.

2.2. Centrales de ciclo combinado

Importante

Un **ciclo combinado** es la combinación de un ciclo de gas y un ciclo de vapor.

El ciclo de gas lo compone la turbinas de gas y el ciclo de vapor está constituido por la caldera de recuperación, la turbina de vapor y el condensador.

Ciclo de gas

Para entender de un modo sencillo que es una turbina de gas diremos que es como un motor de avión adaptado a la producción de electricidad en tierra. Está constituido por tres partes: el compresor, la cámara de combustión, y el expansor.

- El **compresor** capta aire del ambiente y lo comprime proporcionándole energía de presión.
- El aire comprimido pasa a la **cámara de combustión**, donde se inyecta el gas natural y tiene lugar la combustión.
- Los gases de combustión resultantes abandonan la cámara de combustión a unos 1100°C y una presión de unos 15 bar, es decir, con un valor energético muy alto. Atraviesan el **expansor** cediendo parte de su energía al rotor del mismo. El rotor hace girar al compresor y al generador de la turbina donde se produce energía eléctrica.



Turbina de vapor. Imagen de [C. Khuna](#) en
Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

Ciclo de vapor

Los gases que abandonan la turbina de gas lo hacen a unos 500°C y a una presión ligeramente superior a la ambiental, por lo que aún poseen una cantidad apreciable de energía térmica y sería un despilfarro devolverlos a la atmósfera.

El objetivo de la **caldera de recuperación** es captar la energía de estos gases de escape (cogeneración) para producir vapor de agua.

El vapor de agua se expande en la **turbina de vapor**, haciendo girar el generador al que ésta se encuentra unida, produciendo una energía eléctrica adicional a la obtenida por la turbina de gas.

El vapor que abandona la turbina de vapor pasa al **condensador** donde se condensa y de este modo se cierra el ciclo de agua.

En el siguiente enlace aparece el esquema de una central térmica de ciclo combinado diseñado por UNESA.

**Central CICLO
COMBINADO**

Teniendo en cuenta que las reservas de carbón son mucho mayores que las de gas y petróleo, el futuro de este tipo de centrales es muy alentador, pues combinan una forma limpia de quemar carbón con una alta eficiencia.

Curiosidad

Gasificación integrada con ciclo combinado

Los ciclos combinados también se integran en otras tecnologías como el **lecho fluido** o la **gasificación integrada con ciclo combinado (GICC)** en la que se obtiene un gas de síntesis a partir de carbón que se quema en el ciclo combinado en lugar del gas natural.

La tecnología GICC es una forma limpia y eficiente de obtener energía eléctrica a partir de carbón, alcanzando eficiencias superiores al 55%, porcentaje significativamente superior al de las convencionales.

Así mismo, las emisiones de productos contaminantes son muy inferiores a las centrales convencionales, ya que entre la producción del gas de síntesis y su consumo, se encuentra una "isla de limpieza del gas", en la que se extraen todos los productos contaminantes y se obtienen subproductos con salida comercial como azufre de alta pureza.

Curiosidad

Cogeneración es la producción conjunta en varias etapas de energía eléctrica y térmica.

La filosofía de la cogeneración consiste en que se produzca recuperación de energía útil, en que la energía se aproveche al máximo.

Por ejemplo, los gases de combustión de una fábrica se utilizan para precalentar una conducción de agua que puede ser empleada en calefacción.

Por lo tanto, podemos decir la cogeneración es menos contaminante, ya que produce más trabajo con la misma emisión de elementos contaminantes a la atmósfera y aumenta aún más la eficiencia global del sistema.

Comprueba lo aprendido **Últiple**

Tratan de aprovechar al máximo la energía contenida en el combustible.

☐

Tratan de mejorar el rendimiento del proceso.

☐

Tratan de disminuir la contaminación.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Correcto](#)

Las centrales de ciclo combinado reducen la contaminación porque:

☐

Gastan menos combustible.

☐

Utilizan vapor y el vapor no contamina.

☐

Los gases salen más "limpios".

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)

La cogeneración:

☐

Es una reutilización de energía

☐

Es el principio en el que se basan las centrales de ciclo combinado.

☐

Es una nueva tecnología para quemar el combustible.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)



Centrales térmicas convencionales en España.

Reflexiona

Localiza las centrales térmicas que existen en tu comunidad autónoma. Busca información sobre la más importante: combustible utilizado, producción...

Fíjate que la mayor parte de ellas están en zonas donde hay yacimientos de carbón.

3. Energía nuclear

La **energía nuclear** es una energía contenida en la materia, que es liberada cuando se producen ciertas reacciones nucleares.

En las reacciones nucleares los núcleos de determinados elementos interactúan dando lugar a una pequeñísima desaparición de materia que se transforma en energía térmica.

En estos procesos la cantidad de energía producida, supera enormemente a las que se obtienen durante cualquier otro proceso químico.



La energía nuclear se caracteriza por:

- Producir una **gran cantidad de energía eléctrica**.
- **Generar residuos nucleares**, muy difíciles de tratar, que hay que confinar en depósitos aislados y controlados durante mucho tiempo.
- **No producir contaminación atmosférica** de gases de efecto invernadero porque no hay combustión.

Existen dos tipos de reacciones nucleares:

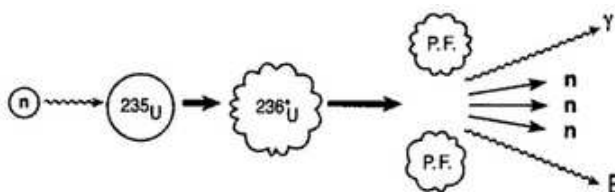
Reacción nuclear de fisión

Es una reacción en la que los **núcleos** de ciertos elementos químicos pesados (uranio-233, uranio-235 y plutonio-239) **se rompen** (fisión) en dos núcleos más ligeros por el impacto de un neutrón sobreexcitado, **liberando** una gran cantidad de **energía térmica** y quedando libres dos o tres **neutrones** energizados.

Estos neutrones están dispuestos a chocar con nuevos núcleos, generando nuevas fisiones, con gran desprendimiento de energía y con la liberación de nuevos neutrones dispuestos a nuevos choques.

A este fenómeno se le llama **reacción en cadena**, y si no se controla el número de escisiones, la energía térmica producida es tan grande que provocaría un efecto asimilable a una bomba atómica.

Este tipo de reacción se emplea para generar electricidad y como propulsión de submarinos atómicos.



Reacción de fisión. Fuente propia

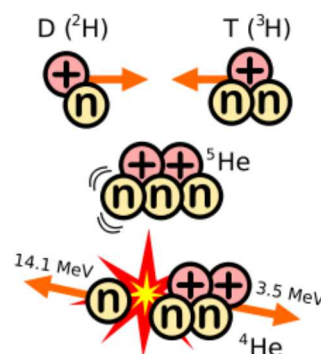
Reacción nuclear de fusión

Es una reacción que consiste en la **unión** (fusión) de **dos núcleos** de elementos ligeros, **deuterio** y **tritio** (isótopos del hidrógeno), a muy elevada temperatura para que la energía que porten sea capaz de superar las fuerzas de repulsión entre núcleos.

El fin de esta unión es **formar un núcleo, de helio**, más pesado y estable, **liberándose** una gran cantidad de **energía térmica**.

Éste es el mismo fenómeno que se produce en la superficie solar y en las estrellas.

El problema que presenta la fusión es puramente tecnológico: la necesidad del desarrollo de nuevos materiales capaces de confinar

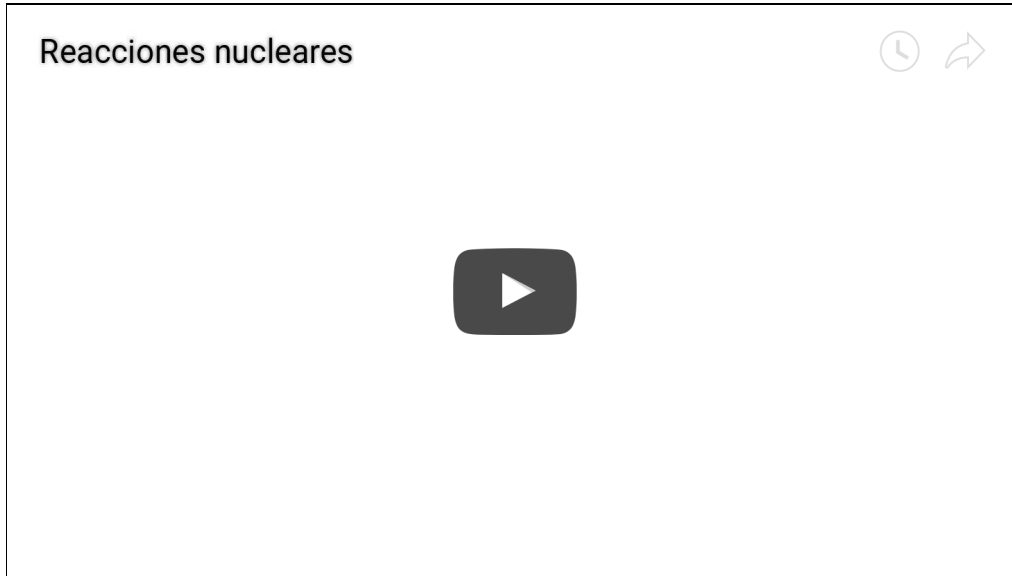


este tipo de reacciones en las que se pueden alcanzar millones de grados centígrados, ya que, a día de hoy, no existe ningún material capaz de soportar esas temperaturas.

Reacción de fusión

Este tipo de generación de energía está actualmente en fase de desarrollo. De poder ser empleada industrialmente tendríamos una fuente de energía prácticamente inagotable, que, además, no produce emisiones contaminantes ni genera residuos peligrosos.

En el siguiente vídeo tienes una clara explicación de estas dos reacciones nucleares.



Comprueba lo aprendido **Múltiple**

La energía nuclear es:

☐

Energía contenida en la materia que se pone de manifiesto cuando chocan átomos.

☐

Energía contenida en la materia que se pone de manifiesto cuando tienen lugar algunas reacciones entre los núcleos de los átomos.

☐

Energía contenida en la materia que se pone de manifiesto cuando se unen dos neutrones.

Solución

1. **Incorrecto**
2. **Correcto**
3. **Incorrecto**

La reacción nuclear de fisión produce:

☐

Gran cantidad de energía mecánica.

☐

Gran cantidad de energía térmica y neutrones.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)

La fusión nuclear:

☐

Produce más energía que la fisión, pero genera residuos radiactivos.

☐

Produce menos energía que la fisión, pero no genera residuos radiactivos.

☐

Produce más energía que la fisión, y no genera residuos radiactivos.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)

La reacción nuclear de fisión:

☐

Es la que se produce en el sol.

☐

Es la que se produce en las bombas atómicas.

☐

Es la que se utiliza en las centrales nucleares y como combustible para mover vehículos pesados como submarinos.

Solución

1. [Incorrecto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Correcto](#)

La fusión nuclear no es viable en la actualidad porque:

☐

Los elementos que se unen son muy caros.

☐

Las temperaturas que se alcanzan en el proceso son muy elevadas.

Genera residuos altamente radiactivos y no se sabe cómo gestionarlos.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Incorrecto](#)
3. [Correcto](#)



Esta página que te proponemos que visites es la misma que ya viste en el apartado del petróleo.

Ahora deberás entrar en "la energía nuclear" y podrás encontrar mucha información sobre ella.

http://www.foronuclear.org/recorrido_energia/index.html

4. Centrales nucleares

Importante

Una **central nuclear** es una central térmica en la que no existe una caldera que queme combustible, puesto que la aportación de energía térmica proviene de un reactor nuclear atómico en el que se encuentran las pastillas de combustible, generalmente uranio, que sufre reacciones de fisión liberando gran cantidad de energía.

Las instalaciones nucleares son construcciones muy complejas tanto por la variedad de tecnologías empleadas como por la elevada seguridad con la que se les dota, ya que pueden resultar muy peligrosas si se producen escapes o si se pierde su control, ya que podrían alcanzar una temperatura a la que se fundirían los materiales del reactor.



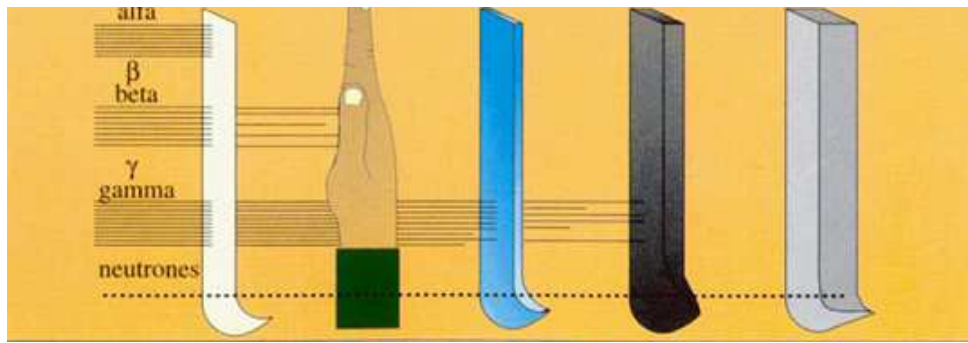
Central nuclear de Cofrentes. Imagen de [J. Halicki](#) en Wikimedia Commons

bajo licencia [CC](#) .

Curiosidad

Tipos de radiaciones:

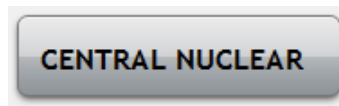
- Las **radiaciones alfa** (núcleos de helio) son partículas pesadas formadas por dos protones y dos neutrones, emitidas por la desintegración de átomos de elementos pesados. Dada su masa, no pueden recorrer más que un par de centímetros en el aire y pueden ser detenidas por una hoja de papel o por la epidermis.
- Las **radiaciones beta** están compuesta por electrones, lo que le da un mayor poder de penetración. No obstante, la radiación beta se detiene en algunos metros de aire o unos centímetros de agua, no puede atravesar una lámina de aluminio, el cristal de una ventana, una prenda de ropa o el tejido subcutáneo.
- Las **radiaciones gamma** es de carácter electromagnético, muy energética, y con un poder de penetración considerable. En el aire llega muy lejos, y para detenerla se hace preciso utilizar barreras de materiales densos, como el plomo o el hormigón.
- Las **radiaciones X** son parecidas a la gamma, pero se producen artificialmente en un tubo de vacío a partir de un material que no tiene radiactividad propia, por lo que su activación y desactivación tiene un control fácil e inmediato.
- Los **neutrones** generados durante la reacción nuclear, tienen mayor capacidad de penetración que los rayos gamma, y sólo pueden detenerlos una gruesa barrera de hormigón, agua o parafina. Por ello, en las aplicaciones civiles, la generación de la radiación de neutrones se limita al interior de los reactores nucleares.



Tipos de radiaciones. Imagen en Página del [Ministerio de Energía, Industria y Turismo](#) .

Como ya hemos dicho, una central nuclear es una central térmica en la que la caldera para quemar el combustible es sustituida por un reactor nuclear.

En el siguiente enlace aparece el esquema de una central térmica convencional de carbón diseñado por UNESA. En él se pueden observar claramente todos los elementos de este tipo de central.



Hacer CLIC para abrir en ventana nueva

Como el elemento diferenciador de este tipo de centrales es el reactor, vamos a centrarnos en él.

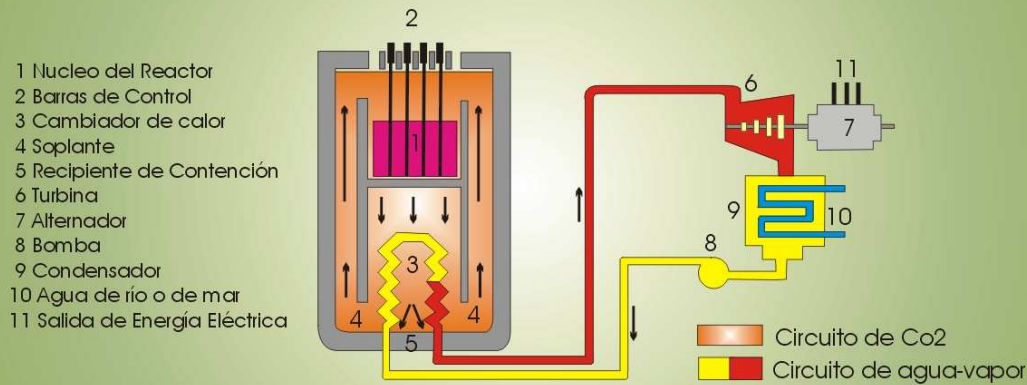


El **reactor nuclear** es una instalación capaz de iniciar, mantener y controlar las reacciones de fisión en cadena, y que está dotado de los medios adecuados para transferir el calor generado.

El reactor nuclear está constituido por los siguientes elementos:

- El **combustible** , generalmente un compuesto de uranio, en el que tienen lugar las reacciones de fisión. Es la fuente de generación del calor.
- El **moderador** , que reduce la velocidad de los neutrones rápidos, convirtiéndolos en neutrones lentos o térmicos. Son moderadores el agua, el grafito y el [agua pesada](#) .
- El **refrigerante** , al que se transfiere el calor generado por el reactor. Generalmente actúan como refrigerantes el [agua ligera](#) y el agua pesada.
- El **reflector** , que reduce el escape de neutrones de la zona del combustible para disponer de mayor cantidad de éstos y así favorecer la reacción en cadena. Se usan como reflectores el agua, el grafito y el agua pesada.
- Los **elementos de control** , que son los que absorben neutrones, permitiendo controlar su número. Los elementos de control se presentan en forma de barras.
- El **blindaje** , que evita el escape de neutrones y de radiación gamma del reactor. Los materiales usados como blindaje son el hormigón, el agua y el plomo. El cierre de cualquier reactor debe ser absolutamente estanco y seguro, ya que cualquier escape podría tener consecuencias catastróficas.

Esquema de una Central Nuclear con reactor de uranio natural



Esquema de reactor nuclear

Comprueba lo aprendido

Blanco

Demuestra que conoces los elementos de un reactor nuclear rellenando los espacios en blanco.

El nuclear es el elemento diferenciador de las centrales nucleares. Su función es , mantener y las reacciones de en cadena.

En él se encuentra el , que suele ser un compuesto de , y en él tienen lugar las reacciones de fisión que aportan el que convertirá el agua en vapor.

Para que la reacción en cadena no se des controle hay que añadir un . Éste reduce la de los rápidos, convirtiéndolos en .

También existe un reflector que evita que se neutrones de la zona del combustible.

Pero tampoco puede haber un número muy de neutrones. Para este número están los que los . Estos elementos de control se presentan en forma de .

El reactor debe ser absolutamente para evitar el escape de y de . Para ello se blindo con , agua y plomo.

El último elemento que nos queda del reactor es el que es el elemento al que se le transfiere el producido en la reacción de para que lo transmita al agua que debe convertirse en y

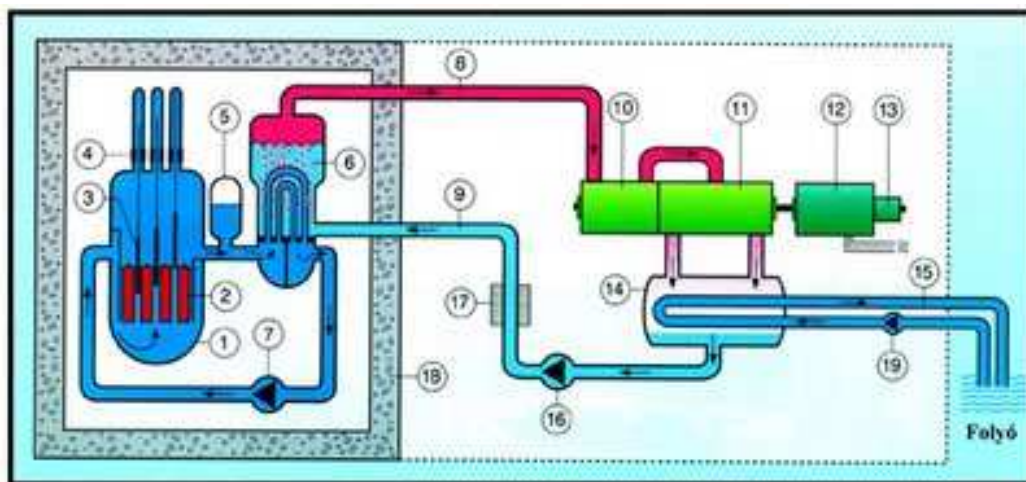
Los reactores nucleares pueden ser de **agua a presión** (PWR) o de **agua en ebullición** (BWR).

Vamos a estudiar el funcionamiento de las centrales nucleares dependiendo del tipo de reactor que incorporen.

Reactor de agua a presión (PWR)

Es el tipo de reactor más común en el mundo hay instalados mas de 230 unidades para generar energía eléctrica, y otros tantos para la propulsión naval.

La figura muestra un esquema del reactor PWR y sus partes principales:



- | | |
|---|--|
| 1. Vasija del reactor | 10. Turbina de alta presión |
| 2. Pastillas de combustible | 11. Turbina de baja presión |
| 3. Varillas de control | 12. Alternador |
| 4. Regulador de las varillas de control | 13. Excitatriz |
| 5. Presurizador | 14. Condensador |
| 6. Generador de vapor | 15. Agua de refrigeración |
| 7. Bomba del circuito primario | 16. Bomba del circuito secundario |
| 8. Circuito secundario, vapor de agua | 17. Precalentador |
| 9. Agua condensada | 18. Blindaje |
| | 19. Bomba del circuito de refrigeración. |

Imagen 25. Reactor nuclear PWR

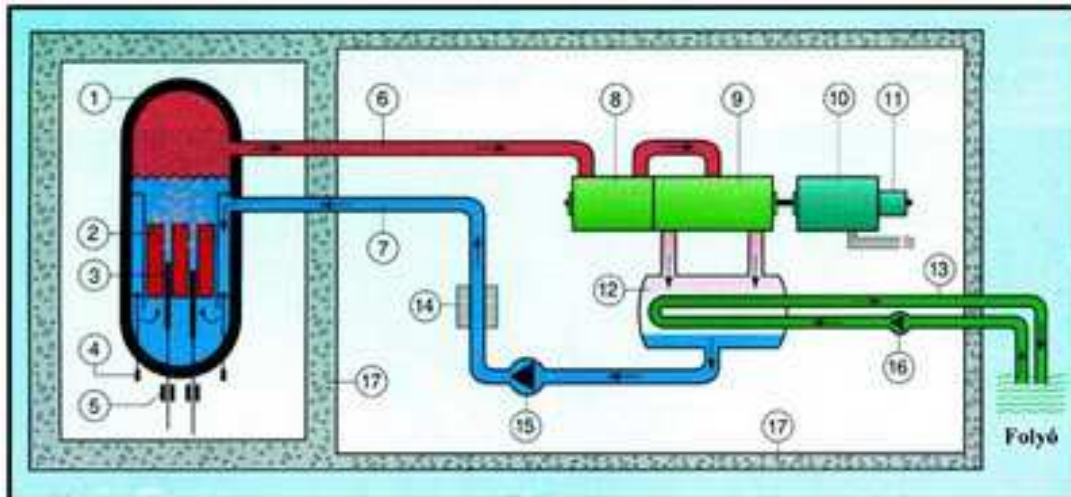
El reactor está constituido por dos circuitos completamente aislados y sólo el circuito primario está en contacto con la vasija del reactor, por lo que si existiese alguna fuga de material radiactivo ésta quedaría confinada al circuito primario y no podría acceder al grupo de turbinas ni al condensador.

- El circuito primario de agua refrigera el núcleo del reactor, captando la energía liberada en las reacciones de fisión.
- El agua del circuito primario se mantiene a alta presión por lo que no se evapora y transfiere la energía térmica al circuito secundario de agua en el generador de vapor.
- Una vez generado, el vapor incide sobre el grupo de turbinas de alta y baja presión, haciéndolas girar.
- Cuando el vapor ha entregado su energía pasa por el condensador para volver a licuarse y ser de nuevo bombeada al generador de vapor tras un precalentamiento.
- El eje de las turbinas está unido al alternador produciéndose energía eléctrica.

El refrigerante es agua ligera que a su vez actúa de moderador ya que los neutrones liberados en las reacciones de fisión colisionan con los átomos de hidrógeno del agua moderando su energía cinética. Emplea como combustible ^{235}U enriquecido.

Reactor de agua en ebullición (BWR)

La figura muestra un esquema del reactor BWR y sus partes principales.



- | | |
|---|---|
| 1. Vasija del reactor | 10. Generador |
| 2. Barras de combustible | 11. Excitatriz |
| 3. Varillas de control | 12. Condensador |
| 4. Conductos de refrigeración del reactor | 13. Agua de refrigeración |
| 5. Varillas de control | 14. Precalentador |
| 6. Vapor de agua | 15. Bomba de agua |
| 7. Agua condensada | 16. Bomba del circuito de refrigeración |
| 8. Turbina de alta presión | 17. Blindaje |
| 9. Turbina de baja presión | |

Reactor nuclear BWR

En este tipo de reactor:

- El agua de alimentación entra en la vasija del reactor por la parte inferior, absorbe el calor generado debido a la fisión del combustible convirtiéndose en vapor.
- El vapor se dirige al grupo de turbinas donde entrega su energía térmica provocando el giro del eje de la turbina.
- La turbina arrastra al alternador produciendo energía eléctrica.
- A la salida de la turbina, el vapor se condensa y vuelve a alimentar el reactor después de un precalentamiento.

La ventaja de este tipo de reactores es que los costes de construcción son comparativamente bajos. El 25% de las centrales nucleares que existen son de este tipo.

El refrigerante es igual que en el caso anterior. Emplea como combustible ^{235}U enriquecido y ^{239}Pu .

Comprueba lo aprendido

Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones sobre los reactores PWR y los BWR.

Tanto en el reactor PWR como en el BWR hay dos circuitos aislados.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Sólo en el PWR hay dos circuitos independientes que no entran en contacto entre sí.

Sugerencia

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

El agua a presión y el agua en ebullición son las que captan el calor de las reacciones de fisión en cada uno de los casos.

El reactor PWR es más seguro que el BWR.

Sugerencia

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

El circuito de agua que está en contacto con el reactor nunca sale al exterior, por lo que hay menor riesgo de "sacar " radiaciones al resto de la central.

Los reactores PWR son los más utilizados.

Sugerencia

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Aunque sean más costosos de construir, son más seguros y por ello son los más utilizados.

Puedes ver el funcionamiento de una central nuclear en la siguiente infografía de CONSUMER EROSKI. Te dejará las cosas muy claras.

Energía nuclear de [Eroski](#) bajo licencia educativa.



En estas dos páginas puedes encontrar información detallada sobre la energía nuclear y las centrales nucleares.

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo5a.html>

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo5b.html>

4.1. Gestión de residuos radiactivos

Importante

Cuando hablamos de **gestión de residuos radiactivos** nos referimos a todos los procesos de tratamiento de éstos, incluido su almacenamiento.

Los residuos radiactivos contienen elementos radiactivos que no tienen utilidad, y son generados:

- Como subproductos de la fisión nuclear.
- Durante el proceso de fabricación de combustible para los reactores.
- Durante el proceso de fabricación de armas nucleares.
- En las aplicaciones médicas como la medicina nuclear o la radioterapia.

	TIPO DE RADIOACTIVIDAD	PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN	TIPO DE ALMACENAMIENTO
Residuos desclasificables (o exentos)	No son potencialmente peligrosos para la salud de las personas o el medio ambiente		
Residuos de baja actividad	Gamma o beta reducidos	Inferior a 30 años	Almacenamiento superficial
Residuos de media actividad	Gamma o beta con niveles superiores a los residuos de baja actividad	Inferior a 30 años	Almacenamiento superficial
Residuos de alta actividad o alta vida media	Alfa, beta o gamma que superen los niveles de los residuos de media actividad	Supera los 30 años	Almacenamiento geológico profundo

Los **residuos de baja y media radiactividad** son introducidos en bidones sellados mezclados con hormigón. Primero se almacenan en instalaciones de la propia central, para después depositarlos en un almacén de residuos radiactivos. En España este almacén de residuos se encuentra en El Cabril (Córdoba), aprovechando las galerías de una mina agotada y geológicamente muy estable. A día de hoy, este depósito se encuentra prácticamente saturado, por lo que se están iniciando los trámites para buscar un emplazamiento para instalar un nuevo almacén.



Almacenamiento de residuos

Los **residuos de alta actividad** se almacenan provisionalmente en piscinas de hormigón en las propias centrales, para posteriormente procesarlos, procurando recuperar el material que pueda ser reutilizado. Los desechos definitivos son encapsulados herméticamente, mezclados con vidrio fundido y depositados en minas profundas y estables.



Carga de combustible

Reflexiona

¿La energía nuclear es buena?

Visita estas dos páginas web:

<http://estaticos01.cache.el-mundo.net/elmundo/2001/graficos/abril/semana3/cherno.swf>

<http://www.nuclenor.org/interior.htm>

En la primera navega por ella (es muy pequeña), y en la segunda visita la galería fotográfica (interior de la planta, exteriores, entorno y visitas).

¿Qué conclusiones sacas?

La información está muy dirigida en ambos casos.

En la primera página nos habla del accidente de Chernobyl, pero ya sólo el diseño de la página, en colores negros, con fotos en blanco y negro, nos transmite una sensación de "algo malo".

En cambio, en la segunda, la página de la central de Santa M^a de Garoña, las imágenes son de zonas verdes, instalaciones muy limpias y asépticas..., como diciendo "aquí no pasa nada".

Debemos ser cada uno de nosotros, estudiando de una forma objetiva los pros y los contra de las centrales nucleares, los que nos formemos una opinión acerca de éstas.

Para saber más

El centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril depende de ENRESA, Empresa Nacional de Residuos Radiactivos.

Aquí tienes su página web para que la visites y conozcas cuál es el tratamiento que se les da a los residuos radiactivos.

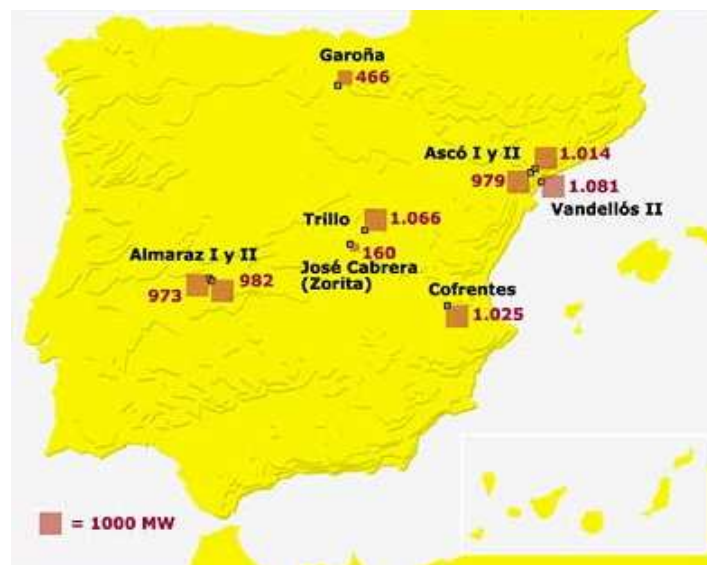
http://www.enresa.es/busquedade/actividades_y_proyectos/all/tratamiento

4.2. La energía nuclear en España

En la actualidad las centrales nucleares españolas generan la quinta parte de la energía eléctrica producida en España.

En España existen diez **instalaciones nucleares**, que forman un total de ocho grupos nucleares:

- Santa María de Garoña. Situada en Garoña (Burgos). Inaugurada en 1970. Tipo BWR. Potencia 466 MWe.
- Almaraz I. Situada en Almaraz (Cáceres). Inaugurada en 1980. Tipo PWR. Potencia 980 MWe.
- Almaraz II. Situada en Almaraz (Cáceres). Inaugurada en 1983. Tipo PWR. Potencia 984 MWe.
- Ascó I. Situada en Ascó (Tarragona). Inaugurada en 1982. Tipo PWR. Potencia 1032.5 MWe.
- Ascó II. Situada en Ascó (Tarragona). Inaugurada en 1985. Tipo PWR. Potencia 1027.2 MWe.
- Cofrentes. Situada en Cofrentes (Valencia). Inaugurada en 1984. Tipo BWR. Potencia 1097 MWe.
- Vandellós II. Situada en Vandellós (Tarragona). Inaugurada en 1987. Tipo PWR. Potencia 1087.1 MWe.
- Trillo. Situada en Trillo (Guadalajara). Inaugurada en 1987. Tipo PWR. Potencia 1066 MWe.



Centrales nucleares en España.

Existen también dos **centrales desmanteladas** o en proceso de desmantelamiento:

- Vandellós I. Situada en Vandellós (Tarragona). Inaugurada en 1972. Clausurada en 1989. Potencia 480 MW.
- José Cabrera. Situada en Almonacid de Zorita (Guadalajara). Inaugurada en 1968 y parada definitiva en 2006. Tipo PWR. Potencia 160 MW.

Además, existe una **fábrica de combustible nuclear** en Juzbado (Salamanca) y un **centro de almacenamiento de residuos radiactivos** de baja y media actividad en El Cabril (Córdoba).

Desde el año 1982 está en vigor la **moratoria nuclear** en España, por la que aquellas instalaciones que estaban en funcionamiento continuarían hasta el fin de su vida útil prevista y se suspendieron todos los proyectos que existían para instalar nuevas centrales. Estos proyectos eran:

- Lemóniz I y II en la provincia de Vizcaya.
- Valdecaballeros I y II en la provincia de Badajoz.
- Trillo II en la provincia de Guadalajara.
- Escatrón I y II en la provincia de Zaragoza.
- Santillán en la provincia de Cantabria.
- Regodola en la provincia de Lugo.
- Sayago en la provincia de Zamora.



En el apartado anterior te ofrecíamos un vínculo a la página del centro de almacenamiento de residuos de El Cabril.

También puedes visitar la página de ENUSA, la empresa que gestiona la fabricación de combustible, en la siguiente dirección:

<http://www.enusa.es/pub/actividad/actividad.html>