

EL URANIO

RESERVAS Y SUMINISTRO A LAS CENTRALES NUCLEARES



• Documento elaborado por Foro Nuclear •

¿QUÉ ES EL URANIO?

El uranio es un elemento químico metálico de color gris de la serie de los actínidos, descubierto en 1789 por el físico alemán M. H. Klaproth, llamándolo así en honor del planeta Urano, que acababa de ser localizado ocho años antes.

Su símbolo químico es 'U' y su número atómico es el 92. Tiene el mayor peso atómico de entre todos los elementos que se encuentran en la naturaleza y es, aproximadamente, un 70% más denso que el plomo.

El uranio en estado natural es una mezcla de tres isótopos: U-234, U-235 y U-238 y es levemente radiactivo. Se localiza principalmente en la corteza terrestre y **es 500 veces más abundante que el oro.**

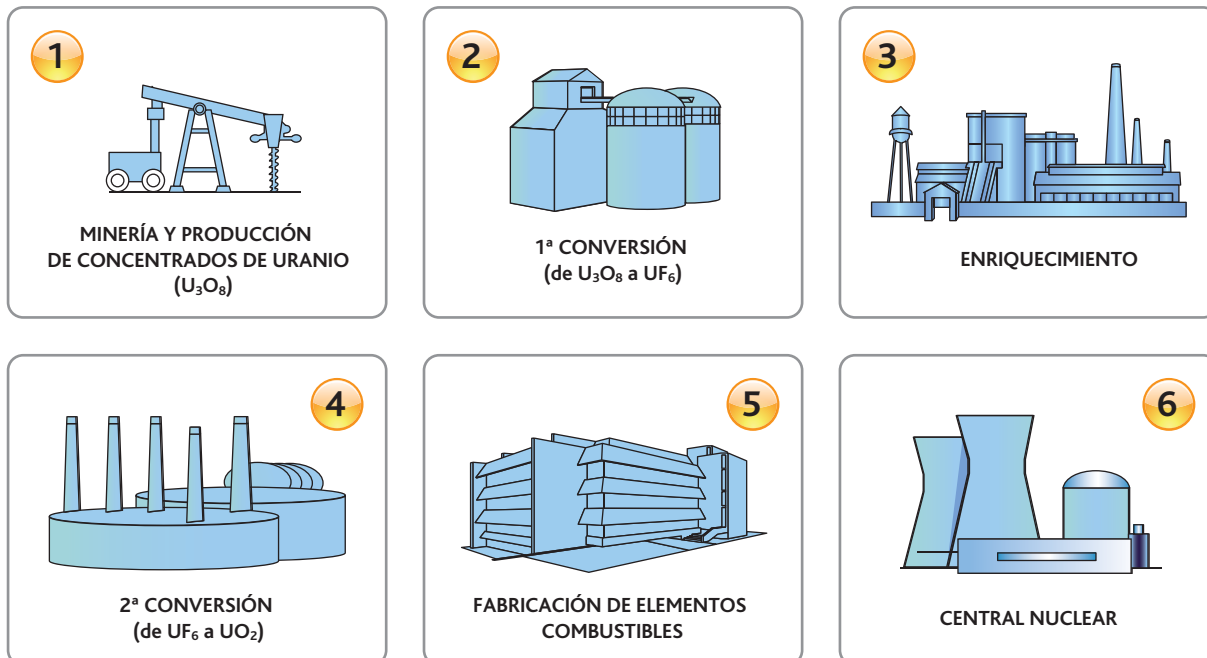


Para utilizar el uranio como combustible nuclear, es necesario que este mineral pase por una serie de técnicas y procesos, porque el isótopo válido para fisurar, es decir, el único utilizable como combustible en las centrales nucleares es el U-235. Como el porcentaje que se obtiene de la naturaleza de este isótopo es bajo, hay que enriquecer su proporción entre un 3% y un 5% mediante procesos físicos

COMBUSTIBLE NUCLEAR PARA PRODUCIR ELECTRICIDAD

PRIMERA PARTE DEL CICLO: DE LA NATURALEZA AL REACTOR

La primera parte del ciclo del combustible nuclear cubre desde la exploración de uranio hasta su uso en las centrales nucleares. Sus fases, tal y como se observan en el gráfico, son las siguientes:



De las distintas etapas que componen la fabricación del combustible nuclear, en España únicamente se lleva a cabo la fase de fabricación de los elementos.

La empresa española Enusa Industrias Avanzadas se encarga del diseño, fabricación y abastecimiento de combustible a centrales nucleares españolas e internacionales

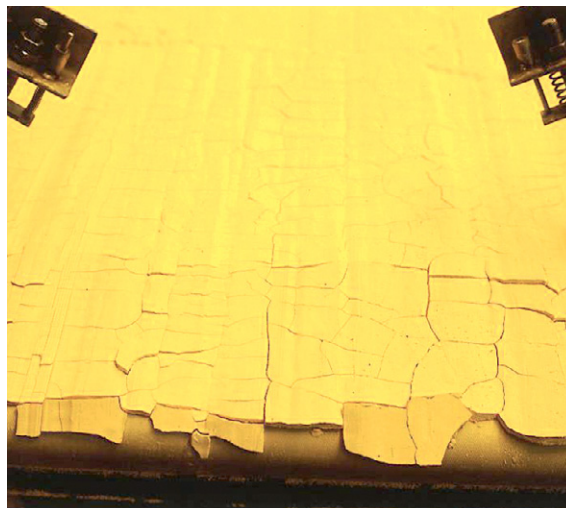
Tras una primera fase de exploración, minería a cielo abierto o subterránea y tratamiento de los minerales, donde a través de un proceso físico-químico se obtiene del uranio natural el concentrado de uranio U_3O_8 , también conocido como *yellow cake*, se alcanza la primera fase de **conversión**. Esta etapa consiste en que el concentrado de uranio se transforma en UF_6 , es decir, se encuentra en fase gaseosa para poder alcanzar la siguiente etapa, la del **enriquecimiento**.

Para incrementar el isótopo 235, y así aumentar la proporción de material físil con respecto al uranio natural, es necesario hacerlo en estado gaseoso. El enriquecimiento va a consistir, por tanto, en el aumento de la proporción del U-235 para pasar desde el 0,71% que se encuentra en la naturaleza hasta un 5% como máximo.

Una vez conseguido el enriquecimiento, es necesario alcanzar **una nueva etapa de conversión** para pasar el uranio en estado gaseoso a sólido, concretamente a un polvo, el UO_2 . A partir de este momento, comienza la **fase de fabricación de elementos combustibles**, una etapa que se realiza en

España, en la fábrica de elementos combustibles que tiene Enusa Industrias Avanzadas en Juzbado, provincia de Salamanca.

Yellowcake



ETAPA DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

Fabricación de pastillas

Del polvo de uranio, una vez prensado y sinterizado, se obtienen pastillas cilíndricas con unas características mecánicas estables a temperaturas elevadas como las que soportarán en el interior del reactor. Las pastillas de UO_2 constituyen las unidades menores del combustible nuclear y su función primaria es la de proveer de una fuente de energía térmica por medio de una reacción de fisión nuclear controlada.

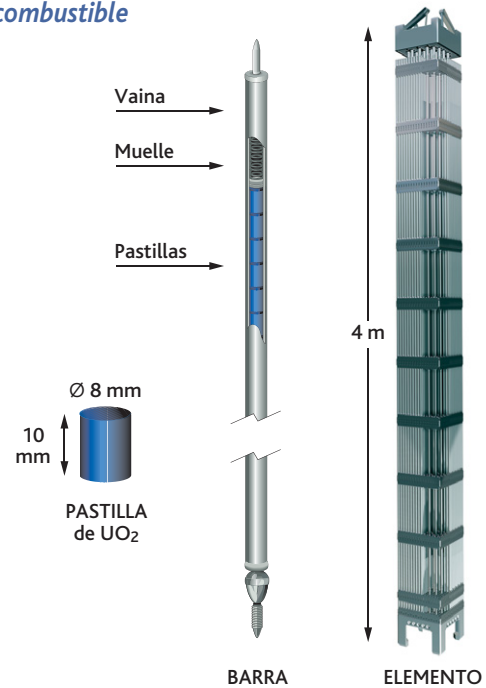
Fabricación de barras

La barra de combustible forma la primera barrera de seguridad en una central nuclear. Dentro de ella se almacenan los productos de fisión que se liberan durante el quemado del combustible, de ahí que el principal requisito funcional de la barra de combustible es garantizar su estanqueidad a lo largo de toda su vida útil.

Elemento combustible

La función principal del elemento o conjunto combustible es generar calor y transferirlo al refrigerante que pasa alrededor del mismo. Para ello, debe alojar las barras combustibles manteniéndolas a una distancia apropiada para que circule el refrigerante entre ellas y reciba el calor generado.

Composición de un elemento combustible



SEGUNDA PARTE DEL CICLO: EL COMBUSTIBLE DENTRO Y FUERA DEL REACTOR

Los elementos combustibles, a medida que generan energía en el reactor, pierden efectividad a causa de la reducción del material fisionable y de la acumulación de productos de fisión. Por ello, es necesario sustituir parte de estos elementos por combustible nuevo, operación llamada recarga. En los reactores nucleares españoles se realizan paradas de recarga cada 12, 18 o 24 meses, momento que se aprovecha para realizar trabajos de mejoras y modificaciones.

La segunda parte del ciclo incluye todas las operaciones a las que es sometido el combustible que se encuentra en el reactor hasta su aislamiento definitivo.

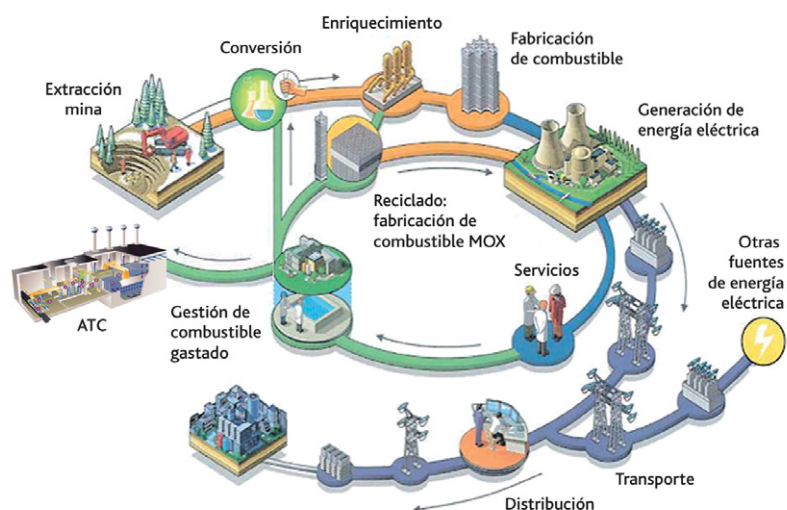
En caso de que se considere la reutilización del U-235 no quemado y del Pu-239 generado, se debe proceder a la reelaboración o reciclado del combustible para su uso en otras centrales nucleares, ya que todavía conserva el 95% de su capacidad energética inicial.

El combustible reelaborado se conoce con el nombre MOX, abreviatura de Mezcla de Óxidos, compuesto por una mezcla de óxido de uranio natural, uranio reprocesado y óxido de plutonio. Con esta operación, que se realiza en plantas de reproceso situadas en Francia, China, Japón, India, Rusia y Reino Unido, se separan estos dos elementos de los productos de fisión, que constituyen los residuos de alta actividad. Esta opción es conocida como **ciclo cerrado**.

Cuando se retira el combustible utilizado del reactor, tan solo se ha consumido el 5% de la energía inicialmente contenida. El combustible usado, por tanto, mantiene aún una gran capacidad energética remanente, susceptible de ser utilizada nuevamente en otros reactores.

Si se opta por no reutilizar los recursos energéticos contenidos en el combustible utilizado, se procede a la gestión del mismo como residuo radiactivo de alta actividad, ya que los productos de fisión quedan confinados en él. El destino final de este combustible es su aislamiento definitivo. Esta opción es conocida como **ciclo abierto**.

Esquema de ciclo abierto y ciclo cerrado



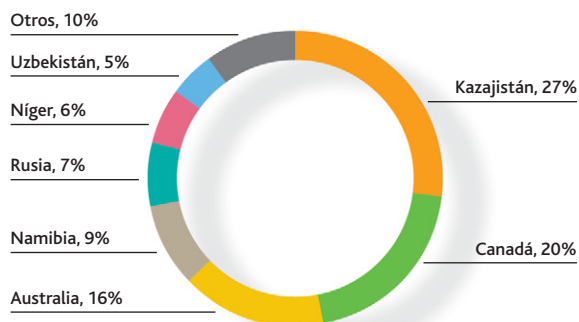
¿CUÁNTO URANIO QUEDA?

Las reservas conocidas de uranio son suficientes para alimentar el parque nuclear mundial actual durante los próximos 100 años, según las cifras del Libro Rojo de la OCDE publicado en julio de 2010.

Las necesidades anuales de combustible actualmente en el mundo son de aproximadamente 67.000 tU. Las estimaciones de todas las reservas esperadas, incluyendo aquellas no suficientemente cuantificadas o no económicas en este momento, suman del orden de 10 millones de toneladas adicionales, lo que representarían unos 200 años más de suministro al ritmo actual de consumo. Estas reservas no incluyen los 22 millones de toneladas de uranio que podrían obtenerse como subproducto de la explotación de los depósitos de fosfatos, ni tampoco los 4.000 millones de toneladas de uranio contenidas en el mar.

Por otro lado, **la investigación y los nuevos desarrollos de la tecnología nuclear permitirán que se haga un mayor aprovechamiento de las reservas de uranio**, ya que los nuevos reactores serán capaces de conseguir del combustible nuclear más de 50 veces la energía que aprovechan los actuales.

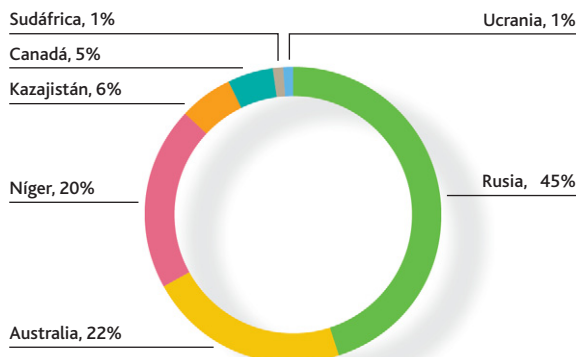
Principales países suministradores de uranio



Con la tecnología actual, hay suficientes reservas de mineral de uranio. Gracias al desarrollo tecnológico, la exploración de nuevos yacimientos, la construcción de reactores más avanzados o el reciclado del combustible utilizado, podría ser del orden de varios milenios.

En España, el concentrado de mineral de uranio se importa desde distintos países en la siguiente proporción:

Importación de uranio en España



El abastecimiento de combustible nuclear en España se considera de carácter nacional, de acuerdo con la metodología utilizada por la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en sus estadísticas. Esto se debe a que la seguridad de tener el combustible a disposición cuando se necesita es comparable a la del combustible nacional.

En definitiva, **la seguridad de suministro en España está garantizada** por las siguientes razones:

- **Diversificación de suministradores** y precio del uranio estable en los mercados internacionales.
- Los **contratos de suministro** se realizan **por cinco años**.
- **La legislación exige tener acopiado el combustible nuclear en la central, al menos, dos meses antes del inicio de la parada de recarga.**
- Junto al *stock* regulado, **las empresas eléctricas disponen de un stock estratégico** que posibilitaría el funcionamiento durante un año de todo el parque nuclear español.
- El combustible nuclear **tiene una gran capacidad energética por unidad de masa**. El consumo anual de combustible de una central nuclear estándar es de unas 30 toneladas de uranio.

Equivalencias de abastecimiento de combustible para una central eléctrica de 1.000 MWe

