

### 4.- Energía Nuclear

Los átomos de los *elementos químicos* están constituidos por:

- a) *Corteza electrónica*.- Donde se encuentran los *electrones* girando alrededor del núcleo.
- b) *Núcleo*.- Donde se encuentran los *neutrones* y *protones* unidos por los llamados *Enlaces Nucleares* de *elevado contenido energético* siendo este la potencialidad de la *Energía Nuclear*.

Los electrones intervienen en las reacciones químicas normales mientras que los *protones* y *neutrones* intervienen en las *Reacciones Nucleares*. En estas reacciones se rompen los enlaces que unían a *protones* y *neutrones* liberándose por tanto una *gran cantidad de energía*.

En las *Reacciones Nucleares* no se cumple la *Ley de Conservación de la Masa* o ley de *Lavoisier*: *En toda reacción química la masa del sistema permanece constante*.

En las *Reacciones Nucleares* hay una pérdida de masa llamada "*Defecto Másico*". Esta masa se transforma en una *gran cantidad de energía*. Este hecho es confirmado por Einstein plasmándolo matemáticamente en su famosa ecuación:

$$E = m \cdot c^2$$

E = Energía (Julios)

m = masa (Kg)

c = Velocidad de la luz = 300.000 Km/s = 300.000 Km/s . 1000 m/ Km =  
= 3 . 10<sup>8</sup> m/s

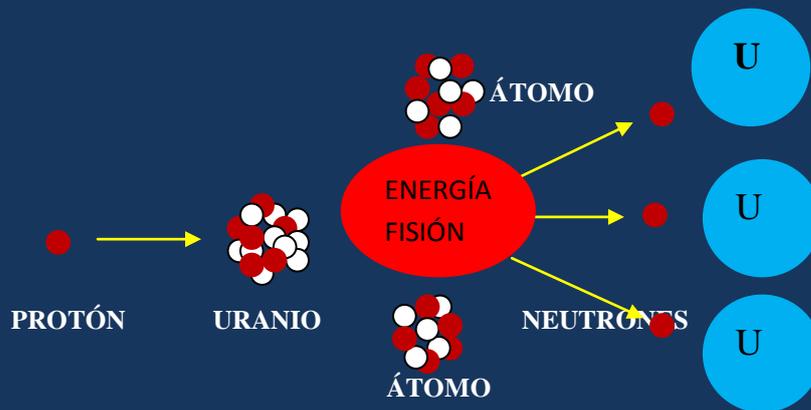
Las reacciones Nucleares son de dos tipos:

- a) *Reacciones de Fisión de átomos*
- b) *Reacciones de fusión de átomos*

## NECESIDAD DE LA ENERGÍA

En la **fisión nuclear**, los átomos se **separan** para formar **átomos** más pequeños, liberando **gran cantidad de energía**.

El funcionamiento de una **Central Nuclear**, para obtener **Energía Nuclear** utiliza el **uranio** como combustible. En concreto se usa el **isótopo 235** del uranio que es **sometido a fisión nuclear** en los reactores. En este proceso el núcleo del átomo de uranio (U-235) es **bombardado por neutrones** y **se rompe** originándose **dos átomos** de un tamaño aproximadamente mitad del de uranio y liberándose **dos o tres neutrones** que inciden sobre nuevos **átomos de U-235** vecinos, que **vuelven a romperse**, originándose una **reacción en cadena**.



La fisión controlada del **U-235** libera una gran cantidad de energía que se usa en la planta nuclear para **convertir agua en vapor**. Con este vapor se mueve **una turbina** que genera **electricidad**.

El proceso de la **fisión** permite el funcionamiento de los **Reactores Nucleares** que actualmente operan en el mundo.

Enlazar, **online**, para visualizar los videos

Video: Fisión del uranio 235

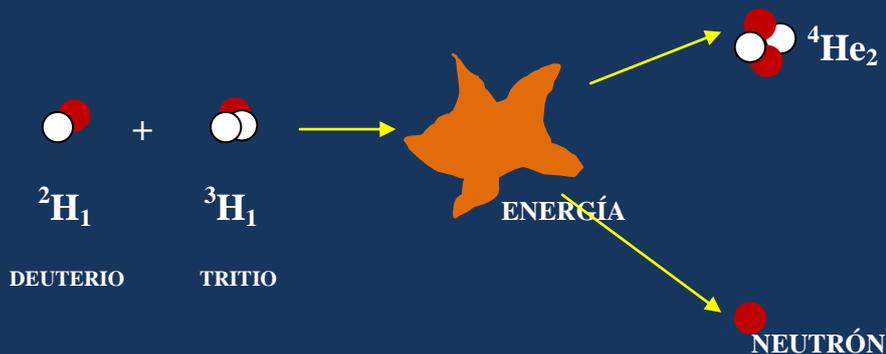
<https://www.youtube.com/watch?v=ND9EZBVMIdE>



## NECESIDAD DE LA ENERGÍA

En la **fusión nuclear**, la energía se libera cuando dos **átomos** se **combinan** o se **fusionan entre sí** para formar un **átomo** más grande.

Cuando **dos núcleos atómicos** (por ejemplo de hidrógeno) **se unen** para formar **uno mayor** (por ejemplo helio) se produce una **reacción nuclear de fusión**. Este tipo de reacciones son las que se están produciendo en el **sol** y en el **resto de las estrellas**, emitiendo **gigantescas cantidades** de energía.



Muchas personas que apoyan la energía nuclear ven en este proceso la solución al **problema de la energía**, pues el combustible que requiere es el **hidrógeno**, que es muy abundante. Además es un proceso que, en principio, produce muy escasa **contaminación radiactiva**.

La principal dificultad es que estas **reacciones son muy difíciles de controlar** porque se necesitan temperaturas de **decenas de millones de grados centígrados** para inducir la **fusión** y todavía, a pesar de que se está investigando con mucho interés, no hay **reactores de fusión** trabajando en ningún sitio.

Enlazar, **online**, para visualizar los videos

Video: reacción de fusión del Hidrógeno

<https://www.youtube.com/watch?v=qfO08qDYaRI>



### *El apogeo y riesgo de la Energía Nuclear*

En los *años cincuenta y sesenta* esta forma de generar energía fue acogida con entusiasmo, dado el poco *combustible* que consumía. *Con un solo kilo de uranio* se podía producir tanta energía como con *1000 toneladas de carbón*. Pero ya en la *década de los 70* y especialmente en la de los *80* cada vez hubo *más voces que alertaron* sobre los peligros de la *radiación* [ 1 ], sobre todo en caso de *accidentes*. El riesgo de accidente grave en una central nuclear bien construida y manejada es muy bajo, pero algunos de estos accidentes, especialmente el de Chernobyl (1986) que sucedió en una central de la URSS construida con muy *deficientes medidas de seguridad* y sometida a unos riesgos de *funcionamiento alocados*, han hecho que en muchos países la opinión pública mayoritariamente se haya *opuesto a la continuación o ampliación* de los programas nucleares.

[ 1 ] La *radiactividad* es una *reacción nuclear* de "*descomposición espontánea*", es decir, un *nucleido* ( Un nucleido es cada una de las posibles agrupaciones de *nucleones: protones y neutrones*) *inestable* se descompone en otro *más estable que él*, a la vez que emite una "*radiación*". El *nucleido hijo* (el que resulta de la desintegración) puede *no ser estable*, y entonces se desintegra *en un tercero*, el cual puede continuar el proceso, hasta que finalmente se llega a un *nucleido estable*.

### *Tipos de radiaciones*

#### a) *Radiación alfa*

Es un tipo de radiación *poco penetrante* que puede ser detenida por una simple hoja de papel. Rutherford sugirió que los rayos alfa son iones de átomos de Helio ( $He^{2+}$ ) moviéndose rápidamente, y en 1909 lo demostró experimentalmente.

Este tipo de radiación la emiten *núcleos de elementos pesados* situados al *final de la tabla periódica* (Número Másico =  $A > 100$ ). Estos núcleos tienen muchos *protones* y la *repulsión eléctrica* es muy fuerte, por lo que tienden a obtener  $N$  ( $N^\circ$  de neutrones) aproximadamente igual a  $Z$

## NECESIDAD DE LA ENERGÍA

(Nº de electrones), y para ello emite una **partícula alfa**. En el proceso se **desprende mucha energía** que se convierte en la **energía cinética** de la **partícula alfa**, es decir que estas partículas salen con velocidades muy altas.

En el proceso un átomo cualquiera de número másico A y número atómico Z ( ${}^A_Z\text{X}$ ), al **emitir una radiación alfa**, se convierte en otro átomo Y con número másico A-4 y número atómico Z-2, y se emite una partícula alfa.

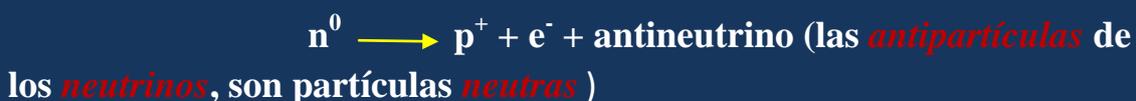


### b) Radiación beta

Su poder de **penetración es mayor que las alfa**. Son frenadas por metros de aire, una lámina de aluminio o unos cm de agua.

Aparece para cualquier tipo de núcleo, pero es típica de núcleos con **exceso de neutrones**, es decir  $N > Z$ . Es un mecanismo usado por los núcleos para llegar a la línea de estabilidad (N aproximadamente igual Z)

La **radiación Beta** consiste en la **emisión espontánea de electrones** por parte de los **núcleos**, pero en el núcleo sólo hay protones y neutrones, ¿cómo puede emitir electrones? En 1934 Fermi explicó esta radiación suponiendo que en la **desintegración beta**, un **neutrón se transforma en un protón, un electrón y un antineutrino** mediante la reacción:



La emisión beta da como resultado otro átomo distinto con un protón más, la reacción sería:



**Neutrino:** Es una **partícula elemental** que pertenece al grupo de los **leptones**. No tiene **carga eléctrica**.



## NECESIDAD DE LA ENERGÍA

### c) *Radiación gamma*

Mediante esta radiación el núcleo *se desprende de la energía que le sobra* para pasar a otro estado de *energía más baja*. Emite *rayos gamma*, o sea *fotones muy energéticos*. Este tipo de emisión acompaña a las radiaciones *alfa* y *beta*.

Es una *radiación muy penetrante*, atraviesa el *cuerpo humano* y sólo se frena con *planchas de plomo* y *muros gruesos de hormigón*. Al ser tan penetrante y tan energética, de los tres tipos de radiación *es la más peligrosa*.



Enlazar, **online**, para visualizar los videos

Vidio: Emisiones de partículas alfa, beta y gamma

[https://www.youtube.com/watch?v=V-L9dFwO\\_X4](https://www.youtube.com/watch?v=V-L9dFwO_X4)

En *función de la energía*, las radiaciones se pueden clasificar en:

- a) *Radiaciones ionizantes*
- b) *Radiaciones no ionizantes*

### *Radiaciones ionizantes*

Corresponden a las *radiaciones de mayor energía* (menor longitud de onda) dentro del *espectro electromagnético*. Tienen energía suficiente como para *arrancar electrones* de los átomos con los que *interaccionan*, obteniéndose los *iones correspondientes*.

Existen dos tipos de radiación ionizante:

- a) Una de *naturaleza electromagnética* (rayos X, rayos gamma)
- b) Otra, *constituida por partículas* (alfa, beta, neutrones).

### *Radiaciones no ionizantes*

Son aquellas que *no poseen suficiente energía para arrancar un electrón del átomo*, es decir, no son capaces de producir *ionizaciones*.

Las radiaciones no ionizantes son de baja energía, es decir, no son capaces de ionizar la materia con la que interaccionan. Estas radiaciones se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- a) *Radiaciones electromagnéticas*. A este grupo pertenecen las radiaciones generadas por las líneas de corriente eléctrica o por campos eléctricos estáticos. Otros ejemplos son las *ondas de radiofrecuencia*, utilizadas por las *emisoras de radio* y los *microondas* utilizadas en *electrodomésticos* y en el área de las *telecomunicaciones*.
- b) *Radiaciones ópticas*. Pertenecen a este grupo los rayos infrarrojos, la luz visible y la radiación ultravioleta.

Enlazar, *online*, para visualizar los videos

Video: Radiaciones ionizantes y no ionizantes

<https://www.youtube.com/watch?v=DK0C9GzyD8>

### *Rayos X*

Se trata de una *radiación electromagnética penetrante*, como lo es la luz visible, o las radiaciones ultravioleta e infrarroja, y lo único que los distingue de las demás radiaciones electromagnéticas es su longitud de onda, que es del orden de  $10^{-10}$  m (equivalente a la unidad de longitud que conocemos como Angstrom).

Los rayos X fueron descubiertos de forma accidental en 1895 por el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen mientras estudiaba los *rayos catódicos* en un tubo de descarga gaseosa de alto voltaje. A pesar de que el tubo estaba dentro de una caja de cartón negro, Roentgen vio

## NECESIDAD DE LA ENERGÍA

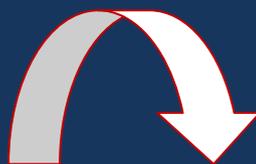
que una pantalla de *platinocianuro de bario*, que casualmente estaba cerca, *emitía luz fluorescente* siempre que funcionaba el tubo. Tras realizar experimentos adicionales, determinó que la *fluorescencia* se debía a una *radiación invisible* más penetrante que la *radiación ultravioleta*. Roentgen llamó a los rayos invisibles "*rayos X*" por su naturaleza desconocida. Descubrió una radiación que tenía la *propiedad de penetrar los cuerpos opacos*.

Los rayos X son invisibles a nuestros ojos, pero producen imágenes visibles cuando usamos *placas fotográficas* o *detectores especiales* para ello.

Las imágenes de rayos X muestran el interior de un cuerpo en diferentes tonos de *blanco* y *negro*. Esto es debido a que diferentes tejidos *absorben diferentes cantidades de radiación*. El calcio en los huesos *absorbe la mayoría de los rayos X*, por lo que los huesos se ven *blancos*. La *grasa* y *otros tejidos blandos* absorben menos, y se ven de color *gris*. El aire absorbe la *menor cantidad*, por lo que los pulmones se ven *negros*.

Tanto la *luz visible* como los *rayos X* se producen a raíz de las *transiciones de los electrones atómicos de una órbita a otra*. La luz visible corresponde a *transiciones de electrones externos* y los rayos X a transiciones de *electrones internos*.

La noción de rayos X, en este sentido, se refiere a las *ondas de tipo electromagnético* que son emitidas por los *electrones internos* de un átomo. Los rayos X cuentan con una energía capaz de *ionizar los átomos de la materia*, algo que permite que sean utilizados con diferentes fines. El uso más habitual se encuentra en el *campo de la medicina* para obtener imágenes *internas del cuerpo humano*.



Ejemplo de una radiografía:



Los *rayos X* se producen *siempre que se bombardea un objeto material con electrones de alta velocidad*. Gran parte de la energía de los electrones se pierde en forma de *calor*; el resto produce *rayos X* al provocar *cambios en los átomos* del blanco como resultado del impacto.

Enlazar, **online**, para visualizar los videos

**Video: Rayos X**

<https://www.youtube.com/watch?v=416DsYvd4kE>

**Video: Tubo de Rayos X**

<https://www.youtube.com/watch?v=AvInW42OIm8>

***Enlaces***

[http://www.xtal.lqfr.csic.es/Cristalografia/parte\\_02.html](http://www.xtal.lqfr.csic.es/Cristalografia/parte_02.html)

### *Riesgos para la salud del ser humano*

Hay muchos tipos de partículas en las radiaciones, pero las que más abundan son las de *tipo gamma*, que atraviesan sin dificultad los *tejidos* e *impactan en el ADN de las células*, precisamente donde se produce el efecto más importante, ya que puede provocar *mutaciones celulares* y dar lugar a diversos *tipos de cáncer*.

Enlazar, **online**, para visualizar los videos

**Video: Energía nuclear**

[https://www.youtube.com/watch?v=c\\_zZE0gukfo](https://www.youtube.com/watch?v=c_zZE0gukfo)

**Video: Funcionamiento de una Central Nuclear**

<https://www.youtube.com/watch?v=pXUXIHfXgA>

**Video: Funcionamiento de una Central Nuclear**

<https://www.youtube.com/watch?v=AOwe5WrruY0>

**Video: Desastre Nuclear de Chernobyl**

<https://www.youtube.com/watch?v=NeFZHcv51Ig>

### *Aplicaciones de la Energía Nuclear*

Aunque la producción de *energía eléctrica* es la utilidad más habitual existen muchas otras *aplicaciones de la energía nuclear* en otros sectores:

a) *En el campo de la Medicina*

Podemos afirmar que uno de cada tres pacientes de un hospital importante recibe los beneficios de la *Medicina Nuclear* por medio de los *radiofármacos*. Estos compuestos son muy utilizados para la *diagnosis*.

## NECESIDAD DE LA ENERGÍA

El *diagnóstico* por *imágenes nucleares* permite obtener información única sobre el funcionamiento de diversos órganos como: el *corazón*, las *tiroides*, los *riñones*, el *hígado* y el *cerebro*.

Mediante el *radioinmunoanálisis* de la sangre del paciente se puede diagnosticar el *cáncer* y hacer un *seguimiento* del mismo por la medición de las sustancias que son *segregadas* en la mayoría de los *tumores*.

La *radioterapia* permite el tratamiento de ciertas enfermedades, *particularmente el cáncer*, a través de la aplicación de *radiaciones ionizantes*. Un ejemplo es el tratamiento del cáncer de útero y de próstata muy comunes en muchos países en desarrollo. Se trata de una terapia muy drástica puesto que pueden producir daños importantes en los tejidos y en los órganos si no se toman las previsiones para evitar que incidan en forma descontrolada en nuestro organismo. En las aplicaciones terapéuticas su *importancia puede ser de vida o muerte*, por lo que es imprescindible que las *dosis administradas* se ajusten lo más estrechamente posible a las *dosis prescritas* y que éstas, a su vez, sean las adecuadas a *cada situación*.

Enlazar, **online**, para visualizar los videos

Video: Radioterapia

<https://www.youtube.com/watch?v=N7KJXfPIIsI>

Video: Radioterapia

<https://www.youtube.com/watch?v=ikeyySGc8Ow>

Video: Radioterapia. cáncer de mama

[https://www.youtube.com/watch?v=AfT7A2Cs\\_OM](https://www.youtube.com/watch?v=AfT7A2Cs_OM)

Video: Radioterapia (sin sonido)

<https://www.youtube.com/watch?v=Ph3Y0wCYY9Y>

Video: Radioterapia. efectos secundarios

<https://www.youtube.com/watch?v=r771bqtSymE>



### b) *En el campo de la Industria*

1.- *Trazadores radiactivos*.- El método consiste en añadir en un determinado proceso muy pequeñas cantidades de sustancias radiactivas llamadas trazadores y seguir su camino gracias a que emiten radiaciones. El hecho de que cantidades insignificantes de sustancias radiactivas puedan medirse rápidamente y con precisión hace que los *trazadores radiactivos* tengan muchos usos en la industria.

2.- Existen *instrumentos de uso industrial* basados en la *interactuación* de la materia con la *radiación gamma*. Así tenemos:

- a) *Medidores de densidad*
- b) *Indicadores de nivel* (en silos, pozos, enlatados, botellas)
- c) *Indicadores de espesor de láminas* (papel, plásticos, chapas)
- d) *Detectores de humo*

3.- *Baterías nucleares*.- De satélites artificiales, estaciones meteorológicas aisladas y marca-pasos cardíacos.

### c) *Agricultura y alimentación*

1.- *Utilización de trazadores*.- Los procesos biológicos de las plantas se estudian, entre otras razones, con la intención de optimizar las técnicas de manejo de los cultivos. El trazador es el  $^{14}\text{C}$  que al ser radiactivo se puede *seguir la evolución* en los *sarmientos* y de esa manera sacar conclusiones *sobre podas* y otras labores tendientes a lograr una mayor *acumulación de azúcar en las uvas*.

2.- La *radiación gamma* puede producir *mutaciones genéticas* en las plantas para obtener cultivos con ciertas características:

- a) *Aumento de la cantidad*
- b) *Aumento de la calidad*
- c) *Resistencia al frío*
- d) *Resistencia a las plagas*

En **ganadería** ( producción pecuaria) las técnicas nucleares nos pueden permitir:

- a) Aumentar el **peso** del cuerpo del animal (consumo de carne)
- b) **Aumentar la producción de leche**
- c) Eliminar **enfermedades** mediante la producción de vacunas usando irradiación con gamma para **atenuar los virus**.

En **alimentación** el alimento es irradiado con **radiación ionizante**. Este proceso consiste en exponer a los alimentos, ya sea a granel o envasados, a una cantidad **minuciosamente controlada de radiación ionizante**. Esa irradiación puede conseguir diversos efectos, entre los cuales tenemos:

- a) **Prolongar el período de conservación** de los alimentos
- b) Inhibir la **germinación** de patatas y cebollas
- c) Retrasar la **maduración** de los frutos
- d) **Esterilizar alimentos envasados**
- e) **Descontaminar** aditivos e ingredientes

Enlazar, **online**, para visualizar los videos

Video: Energía Nuclear en la Agricultura, alimentación e Industria

<https://www.youtube.com/watch?v=5ZGM3TOZUCA>

d) **En el campo del Medioambiente**

1.- Descomponer desechos **sépticos** o **venenosos**.

2.- En la **hidrología** los Isótopos pueden desempeñar un papel de vanguardia en relación con muchas actividades de investigaciones y diversas aplicaciones.

- a) Con empleo de trazadores isotópicos se han estudiado exitosamente las interacciones del **agua subterránea** y la **matriz de los acuíferos**. Por ejemplo, en las zonas áridas y semiáridas puede determinarse la edad del agua subterránea en lugares en que se prevé impulsar un desarrollo industrial. Si la datación dice que el agua tiene miles de años debe concluirse que, en caso de extraerla, no habrá reposición y la

## NECESIDAD DE LA ENERGÍA

zona se secará en poco tiempo.

- b) Las técnicas nucleares ayudan a *explorar los recursos geotermales* y conocer sus *mecanismos de recarga*, así como la *calidad de su agua* y sus posibles conexiones con otros *acuíferos*.

Enlazar, **online**, para visualizar los videos

Video: Tecnología nuclear

[https://www.youtube.com/watch?v=hoxa8FWo\\_Hk](https://www.youtube.com/watch?v=hoxa8FWo_Hk)

### *Ventajas de la Energía Nuclear*

Normalmente cuando pensamos en la energía nuclear, lo relacionamos con un tipo de *energía muy poderosa*, muy *peligrosa de manejar* y que *escapa quizá a nuestro entendimiento*. El miedo es alimentado por hechos como los *bombardeos de Hiroshima y Nagasaki* y la catástrofe de *Chernobyl*.

Las ventajas de la Energía nuclear se basa en:

- a) La energía nuclear es una *energía bastante limpia*, que no emite *sustancias contaminantes* y no necesita del uso de *combustibles fósiles*.
- b) La energía nuclear es *constante*, es decir, *garantiza el suministro eléctrico durante las 24 horas de todos los días del año*.
- c) La constante producción de energía nuclear provoca que los *precios de este tipo de energía* sean mucho *más estables* que los de otros combustibles fósiles, caso *del petróleo*.
- d) La energía nuclear no depende de la naturaleza o de factores naturales o ambientales como el *viento* o la *radiación solar*.



### *Desventajas de la Energía nuclear*

a) Generan *residuos radiactivos* los cuales son muy *contaminantes* y *peligrosos*. Estos residuos eran inicialmente arrojados en las grandes fosa oceánicas. Más tarde se guardaban en grutas profundas y hoy día son guardados en depósitos aislados y controlados. Es igual donde se guarden, un *terremoto* podría destruir estos *depósitos* y producirse un gran escape de *radiación*.

b) Las *centrales nucleares* también son responsables de emisiones contaminantes indirectas derivadas de su *propia construcción*, de la *fabricación del combustible* y de la *gestión* posterior de los *residuos radiactivos*, que suelen ser arrojados a ríos, a veces incluso sin ningún control (Técnicos sin escrúpulos).

c) También *son peligrosas* cuando *no están controladas*, como ha ocurrido en el famoso accidente de Chernobyl, el de Fukushima, y también en los *diversos accidentes* que han ocurrido en las *centrales atómicas españolas*.

El *autor de este trabajo* quiere exponer su humilde opinión acerca de la Energía Nuclear. Todos las personas queremos:

- a) *Mantener un buena Calidad de Vida*
- b) *Que nuestro país esté lo más desarrollado posible*

Sabemos que:

- a) El *uso indiscriminado de los combustibles fósiles* dará lugar al *agotamiento* de tales combustibles
- b) Las *energías renovables* no pueden proporcionar la *demandas de energía* en los países desarrollados

Como conclusión, en *mi opinión*, a pesar de la potencialidad de catástrofes de la Energía Nuclear, no por su construcción o por personal no cualificados, sino por las catástrofes naturales (Terremotos), nuestras *exigencias iniciales* pasan *irremediablemente* por el uso de la **ENERGÍA NUCLEAR**.

Sería interesante que en el *tiempo que nos queda de uso de los combustibles fósiles* los investigadores, del ramo, trabajarán en encontrar el medio de **ELIMINAR LOS RESIDUOS NUCLEARES** no de **ALMACENAR LOS RESIDUOS NUCLEARES**.

### *Enlaces*

<http://energia-nuclear.net/que-es-la-energia-nuclear>

<http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/07Energ/130EnNuclear.htm>

<http://erenovable.com/energia-nuclear/>

<http://www.monografias.com/trabajos/enuclear/enuclear.shtml>

<http://www.definicionabc.com/ciencia/energia-nuclear.php>

<http://www.monografias.com/trabajos15/tecnologia-nuclear/tecnologia-nuclear.shtml>

[http://www.rinconeducativo.org/radiacio/2radiaciones\\_ionizantes\\_y\\_no\\_ionizantes.html](http://www.rinconeducativo.org/radiacio/2radiaciones_ionizantes_y_no_ionizantes.html)

<http://www.cweb.unex.es/eweb/fisteor/vicente/fisicaII/tema7bis.pdf>

