

Energía nuclear: Gran error darte a conocer con la bomba Atómica

Clave de registro: CIN2012A20181

Escuela de procedencia: Instituto Técnico y Cultural (Clave 1229)

Autor: Camarena Lira Marcela Exp.313526558

Asesor: Marco Antonio Alvarado Sánchez Exp.88013527

Área de Conocimiento: Ciencias Fisicomatemáticas
y de las Ingenierías

Disciplina: Física

Tipo de investigación: Documental

Lugar: México D.F. Benito Juárez

Fecha: 15/02/13

Un agradecimiento especial al Profesor Marco Antonio Alvarado Sánchez por su ayuda y guía para este trabajo. También, un agradecimiento a la Maestra Carolina Valdés por su apoyo incondicional.



ÍNDICE

<u>Resumen Español</u>	4
<u>Resumen Inglés</u>	4
<u>Palabras claves</u>	5
<u>Introducción</u>	6
• Hipótesis	6
• Metodología	7
• Objetivo	7
o General	
o Específico	
• Planteamiento del Problema	7
• Síntesis del sustento teórico.	8
<u>Fundamentación teórica</u>	
• Marco histórico	9
• En México	11
• Fisión nuclear	12
• Radiación	13
o Alfa	15
o Beta	15
o Rayos Gamma	16
o Neutrones	16
o Radiación natural	17
o ¿Ventajas o desventajas? La radiación en el cuerpo	17
• Plantas nucleares:	
o Funcionamiento	18
o Seguridad	19
o Hablemos de energía	19



o Ventajas vs desventajas	21
• Otras formas de obtención de energía	
o Solar	23
o Eólica	23
o Hidráulica y Mareomotriz	23
o Geotérmica	23
o Térmica	24

<u>Conclusiones</u>	24
----------------------------	----

Fuentes

LISTAS ESPECIALES (tablas e imágenes)

• Figura # 1 Bombas atómicas utilizadas en la segunda guerra mundial. <i>Fat man</i> parte superior, <i>Little Boy</i> imagen inferior.	6
• Figura # 2 Enrico Fermi 1901-1954.	11
• Figura # 3 Central Nuclear Laguna Verde en Punta Limón, Veracruz.	12
• Figura # 4 Transformación de los radioisótopos en elementos más livianos con liberación de partículas secundarias como los neutrones.	13
• Figura # 5 Ejemplificación de una reacción en cadena producida por el choque de un neutrón con un átomo de Uranio-235.	13
• Tabla # 1 Tabla de vida media de radioisótopos. David R. Lide, CRC handbook of Chemistry and Physics, 8° edición, 1999-2000, CRC Press, Boca Raton, FL, 1999.	14
• Figura # 6. Símbolo de Radiactividad.	15





- Figura # 7 Representación gráfica de el alcance de las distintas partículas liberadas durante los procesos nucleares. 16
- Figura # 8 imagen de corte transversal de una planta nuclear. 19
- Tabla # 2 Energía y minería. Generación de energía eléctrica por fuente productora a nivel nacional, 2000-2010 (Gigawatts/hora). Fuente: SENER. Prontuario Estadístico del Sector Energético, abril 2011. México, D.F., 2011. 24



RESUMEN

La energía nuclear suele ser un tema de gran controversia en la actualidad, esto se debe a las ideas exageradas en cuanto a su seguridad; también suele relacionarse con la destrucción, ya que al oír la palabra nuclear automáticamente se liga con la bomba atómica, esto es principalmente causado por la falta de información. Pero la energía nuclear tiene grandes ventajas que pocas personas conocen, y muchos mitos a su alrededor, uno de ellos es la idea de que siempre es perjudicial, siendo totalmente falsa, ya que la energía nuclear presenta múltiples beneficios para el hombre. Entre sus aspectos positivos podemos encontrar su gran densidad energética, esto quiere decir que con una pequeña cantidad de materia prima se consigue una gran cantidad de energía, a diferencia de la obtenida gracias a los combustibles fósiles de las plantas térmicas, en donde se requiere de una cantidad mucho mayor para generar la misma cantidad de calor y además se produce contaminación, por lo tanto al utilizar las plantas nucleoelectricas en lugar de las térmicas para la obtención de energía, se reducen considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Las plantas nucleoelectricas funcionan a base de un proceso llamado fisión en el cual los átomos de elementos pesados como el Uranio 235 se separan por el choque con un neutrón, liberando partículas alfa, beta, gamma y otros neutrones (esta liberación es conocida como radiación), y con la liberación de estos últimos se genera un efecto en cadena, que es controlado dentro del reactor mediante barras de control. Con este proceso también se da una emisión de calor muy alta, que hace que se evapore agua que esta a lado del reactor y haga girar la turbina del generador creando una electricidad, limpia y económica.

ABSTRACT

Nuclear energy tends to be a controversial subject, due to the lack of information it is thought as insecure and a source of pollution and destruction, because the term nuclear is falsely associated with the atomic bomb. Nuclear energy has lots of advantages that few people know about but there are also several myths surrounding it, such as the belief that nuclear energy contaminates, which, of



course is not true since nuclear stations do not give off pollutants to the atmosphere. Among its advantages we can find that its levels of production of energy compared to the use of raw material is very high, unlike fossil fuels, which need a much larger amount of material to create exactly the same amount of energy, furthermore it produces greenhouse effect, so if fossil fuels are replaced by nuclear power lots of contamination will be avoided. Nuclear power plants work on a basis of a nuclear reaction called fission, this process takes place when a heavy element, such as one of the many of the isotopes of Uranium, is impacted by a neutron it splits, liberating Alfa and Beta particles, Gamma rays and neutrons with by which a chain reaction is started, that is controlled by control bars. With this process a big quantity of energy is released, heating water until the boiling point. This vapor makes a turbine rotate, generating clean and economic energy.

All the myths that surround nuclear energy demonstrate the importance of having information about the theme since kids. This would enable us to elaborate plans for the future based on the best options for the world.

Palabras claves

- ❖ *Energía nuclear*
- ❖ *Energía*
- ❖ *Átomo*
- ❖ *Radiación*
- ❖ *Fisión*
- ❖ *Ventajas*
- ❖ *Desventajas*
- ❖ *Seguridad*
- ❖ *Planta nucleoelectrica*
- ❖ *Combustibles Fósiles*

INTRODUCCIÓN

Tras la explosión de las bombas atómicas "Little Boy" y "Fat Man" (ver figura # 1) en Hiroshima y Nagasaki, la mayoría de la gente no quiere escuchar nada relativo al término "atómico" o "nuclear" por miedo a que se suscite una situación similar a cuando explotaron estas bombas, que destruyeron ciudades enteras y peor aún terminaron con la vida de miles de personas. Por eso mismo, se cierran a



un mundo de posibilidades en cuanto a este tema. Posteriormente sobrevino el accidente de Chernobyl (abril de 1986), y la gente le dio al concepto de la energía nuclear, un significado muy negativo, llegando a preferir muchas otras fuentes de energía, que no necesariamente son mejores e incluso podrían llegar a ser peores por sus repercusiones ecológicas o económicas. Pero, ¿Es en realidad la energía nuclear tan mala como parece o somos los seres humanos los que por desconocimiento la relacionamos únicamente con destrucción y muerte?

Figura#1 Bombas atómicas utilizadas en la segunda guerra mundial. Fat man parte superior, Little boy imagen inferior.

○ HIPÓTESIS

Considerando los costos y beneficios a corto, mediano y largo plazo de las diferentes formas de producción de energía eléctrica, suponemos que con las nuevas medidas de seguridad y control para la producción de electricidad a partir de materiales nucleares, así como el manejo de sus residuos, los efectos negativos para el ser humano y la naturaleza son menores que los que se originan con otras fuentes de energía.

○ METODOLOGÍA

Se analizarán libros y se compararán videos y leerán resúmenes al respecto de tema por internet, logrando juntar toda la información necesaria para poder realizar la investigación correctamente y la obtención de conclusiones adecuadas.

○ OBJETIVO

GENERAL

- Desmentir los mitos sobre la energía nuclear en cuanto a su inseguridad, utilidad y desventajas frente a otras fuentes de energía.



ESPECÍFICOS

- Investigar acerca del átomo, la energía, las partículas alfa, beta y gamma; la fisión nuclear, contaminantes, medidas de seguridad y riesgos de la radiación.
- Entender el funcionamiento de las plantas nucleoelectricas.
- Identificar los beneficios y las desventajas de la energía nuclear.
- Identificar organizaciones serias dedicadas a la investigación del átomo y de la energía nuclear para poder obtener información verídica que nos ayude a llegar a nuestro objetivo general.

○ PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

Después del conocimiento de los accidentes en plantas nucleoelectricas, y de la resistencia de muchas personas a la construcción y funcionamiento de ellas, creemos que el problema en cuestión es determinar hasta qué punto es preferible prescindir de dichas plantas y favorecer la producción de energía eléctrica con procesos considerados más seguros. Es así como surgen las preguntas: ¿Realmente son tan perjudiciales las plantas nucleoelectricas? ¿Realmente son mejores las otras formas de producción de energía eléctrica? ¿Cuáles son los costos y beneficios reales de los diferentes sistemas de producción de energía eléctrica?

○ SÍNTESIS DEL SUSTENTO TEÓRICO

La bomba atómica original funcionaba a través de un proceso llamado fisión nuclear, en el cual los átomos de elementos altamente inestables o pesados como el Uranio 235 (utilizado para "Little Boy", ver figura #1), Uranio 233 o Plutonio 239 (utilizado para "Fat Man", ver figura #1) entran en contacto con un neutrón que se encuentra libre y al no poder soportarlo, se separan en partes más pequeñas volviéndose elementos más ligeros como el Cripton o el Bario, dejando a su vez neutrones libres que



llegan a otros átomos y ocasionan el mismo efecto; produciendo lo que se llama una reacción en cadena. En el momento en el que se produce la separación, una gran cantidad de energía, principalmente de calor, se ve liberada produciendo una gran explosión.

Si combinamos el proceso de fisión con el sistema de una planta termoeléctrica obtenemos una planta nucleoelectrica, estas siguen el proceso de fisión para generar energía, de forma controlada, como si tuviésemos un botón de encendido, acelere y freno. Ese botón es denominado "barras de control", y es un sistema que utiliza materiales con la cualidad de absorber los neutrones que chocan contra él; normalmente es utilizado el Cadmio, y este evita que permanezca la reacción en cadena de la fisión.

Entonces, ¿Cuáles son las ventajas de las plantas nucleoelectricas y que tiene de maravilloso la energía nuclear? Sencillo: las plantas termoeléctricas, al igual que las nucleoelectricas, funcionan en términos generales a base de calentar agua hasta que se convierta en vapor y que este mueva una turbina, encargada de que se genere energía. La principal diferencia es la manera de calentar el agua es que en una planta termoeléctrica común funciona a base de la quema de gas natural, petróleo o carbón, lo que genera una cantidad inmensa de dióxido y monóxido de carbono (dos de los principales gases responsables del efecto invernadero). Mientras que en las plantas nucleoelectricas, calientan el agua aprovechando el calor generado durante la fisión, lo cual no genera ningún tipo de contaminante. Con este proceso en los países de la Unión Europea se produce un tercio de la energía eléctrica utilizada y se evita la emisión de 700 millones de toneladas dióxido de carbono a la atmósfera.

Otra desventaja que tienen las plantas termoeléctricas convencionales es que se utiliza materia prima fósil, es decir, que no se regenera y en un tiempo calculable se puede llegar a terminar. Por ejemplo: se espera que para dentro de 42 años aproximadamente, los pozos petrolíferos mundiales se agoten. Mientras que una gran ventaja que tiene la fisión nuclear sobre la combustión es la cantidad de combustible necesario para generar una cierta cantidad de energía. Una tonelada de Uranio puede



producir más energía que un millón de toneladas de carbón o un millón de barriles de petróleo. Así para las plantas nucleoelectricas se tiene 800 veces más materia prima que para las plantas termoeléctricas.

Cabe mencionar, que la cantidad de residuos que en promedio genera una nucleoelectrica al año, no pasa de 1 m³ en volumen, el cual se puede confinar con relativa facilidad.

Por otra parte, muchas personas justifican su temor a la utilización de la energía nuclear por la radiación que genera, y si bien, es cierto que al dividir los átomos se crean partículas radiactivas (alfa, beta, gamma y neutrones), hoy en día las instalaciones están diseñadas con por lo menos tres capas de seguridad para evitar que vaya al exterior la radiación y llegue a mantos acuíferos, plantas, animales y personas.

Después del incidente de Chernobyl, las medidas de seguridad han aumentado drásticamente. Un cambio entre muchos, es que en lugar de utilizar grafito como moderador (como se hacía en la planta de Chernobyl) se utiliza agua, lo cual reduce considerablemente el riesgo de incendio. Además, el personal de las plantas nucleoelectricas está preparado para enfrentar cualquier posible situación, mientras que ellos no están en riesgo, ya que siguen el método de tiempo, o sea, estar el menor tiempo expuesto a la radiación; distancia, estar lo más alejado posible del punto que irradia; y escudo, tener la mayor cantidad de capas posibles entre el cuerpo y la radiación, con el cual la cantidad de radiación recibida es menor de una quinta parte de lo que podría llegar a causar cambios mínimos en el cuerpo. Para comprobar que cualquier actividad nuclear sea lo más segura posible, existen organizaciones nacionales e internacionales encargados de vigilar e investigar, como es la IAEA (International Atomic Energy Agency) fundada después de la segunda guerra mundial para asegurar el correcto uso de la energía atómica.



FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- **MARCO HISTÓRICO**

Se podría decir que inicia en 1879 con el logro de Crooke al conseguir la ionización de un gas por medio de una descarga eléctrica. Después en 1897 Thomson declara que el electrón es la partícula responsable de la energía. En 1895 Roentgen descubre los rayos X y tan solo un año después, Becquerel encuentra rayos similares en el uranio, ahora conocidos como rayos gamma, lo cual dio a conocer la radiactividad.

En el primer tercio del siglo veinte, una serie de experimentos con materiales radiactivos llevaron a un mejor entendimiento del átomo y su núcleo. En 1919 Rutherford descubrió que las transmutaciones podían ser inducidas. Bothe y Becker en 1930 bombardearon Berilio con partículas alfa del polonio y encontraron lo que creyeron que eran rayos gamma, pero para 1932 Chadwick descubrió que en realidad eran neutrones. Durante 1930 Enrico Fermi (Figura # 2), dedujo que la falta de corriente de un neutrón lo haría muy efectivo para penetrar un núcleo, y también descubrió la gran cantidad de radioisótopos que se podrían producir por la captura de los neutrones.

Pero no fue sino hasta 1939, que Hahn y Strassman dieron a conocer que encontraron el Bario como un producto del bombardeo del Uranio y Frisch y Meitner pensaron que la fisión es la responsable de la aparición de un elemento que es la mitad de pesado del original, y que tendría mucha energía. Finalmente a Fermi se le ocurrió que durante el proceso, se pudieran haber liberado neutrones y que eso podría generar un efecto en cadena, esta idea se extendió muy rápido por el mundo y para la Segunda Guerra Mundial (que inició en 1939), muchos científicos estadounidenses muy brillantes entre ellos Szilard, Wigner, Sachs y Einstein se dedicaron a estudiar este proceso para utilizarlo en la guerra, apoyados por el presidente Roosevelt,. El 2 de diciembre de 1942 Fermi consigue crear un efecto en cadena, lo que hace que se empiece a trabajar aún más arduamente en el tema, y después de una primera prueba en Alamogordo, Nuevo México, el 16 de Julio de 1945, fueron probadas por segunda y tercera vez las bombas nucleares, en Hiroshima (Little boy) y en Nagasaki (fat man), dando fin así a



la segunda guerra mundial, comenzado una nueva era de investigaciones y descubrimientos de este tema y desafortunadamente, generando también un gran miedo hacia él.

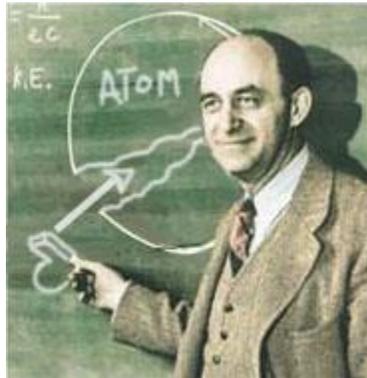


Figura #2 Enrico Fermi 1901-1954

- **EN MÉXICO**

Frente a los actuales problemas energéticos a nivel mundial, México se ve en la necesidad de tener un cambio radical en cuanto a la obtención de energía y de disminuir su dependencia de productos fósiles, ya que se espera que en un lapso relativamente corto de tiempo dichos productos se agoten; mientras que la dependencia a ellos va aumentando de una manera preocupante. Según la AIE, la demanda mundial de petróleo para el 2030 llegará a 116 Mbd, cuando en el 2005 era tan solo de 84 Mbd, lo que equivale a un incremento de dependencia del 38%. Mientras tanto en México, cada día se extrae menos petróleo. En la actualidad, se produce tan solo el 25% del total producido hace algunos años. Considerando estos ritmos de producción/demanda y las reservas probadas, a México sólo le queda petróleo disponible por 9.3 años. De manera que es indispensable encontrar nuevas formas de economizar petróleo y de producir energía teniendo en cuenta su impacto ambiental y su efectividad, ya que se debe garantizar en todo momento la oferta energética al país. Y una de las mejores opciones para ello es la energía nuclear, ya que se cuenta con un capital humano capaz de generar, investigar y desarrollarse ampliamente en este tema; además, hay madurez en la



comunidad científica e interés de inversionistas. Sin embargo, solo existe una planta central nuclear en México, la llamada Laguna Verde (Figura # 3); ésta tiene dos sedes: la I, inaugurada en 1989 y la II, inaugurada en 1995, ambas en Punta Limón, Veracruz. Pero entonces, ¿qué nos impide tener más plantas? Bien, hay varios aspectos que obstaculizan el desarrollo de las energías alternativas en general como son, falta de recursos humanos especializados, de un correcto financiamiento nacional, de coordinación interinstitucional, de planeación y trabajo científico, de conexión con las necesidades del mercado, entre varias otras, contra las cuales se deberá luchar para conseguir el cambio que tanto necesita nuestro país.



Figura #3 Central Nuclear Laguna Verde en Punta Limón, Veracruz.

• FISIÓN NUCLEAR

El proceso llamado fisión, es utilizado tanto en las plantas nucleoelectricas (el proceso es controlado) como en las bombas nucleares (es incontrolado) y funciona de la siguiente manera: cuando algunos elementos pesados (isótopos radiactivos), como el Uranio 235, Uranio 233 o Plutonio 239 entran en contacto con un neutrón libre, se genera un átomo excitado (con exceso de energía), por ejemplo, del Uranio 235 se convierte al Uranio 236. A veces, este exceso de energía se libera como rayos gamma, pero generalmente el núcleo excitado se separa en partes más pequeñas, volviéndose



elementos más ligeros (que pueden seguir siendo radiactivos o no) como el Criptón o el Bario, dejando a su vez neutrones libres (ver figura # 4), que llegan a otros átomos ocasionando el mismo efecto; produciendo una reacción en cadena (ver figura # 5). En el momento en el que se produce la separación, una gran cantidad de energía se ve liberada, principalmente en forma de calor, esto es lo que se aprovecha en las plantas nucleoelectricas.

Algunos de los isótopos radiactivos que se utilizan, se encuentran en la naturaleza o bien, se pueden producir artificialmente al bombardear núcleos estables con ciertas partículas que son capaces de penetrar en el núcleo, como el neutrón, transformándolo.

La fisión podría ser utilizada también en forma de energía mecánica (aplicaciones de propulsión) y en forma de energía térmica (procesos que requieren calor como la desalinización del agua y la producción de Hidrógeno) Sin olvidarse de todas las aplicaciones científico- tecnológicas que tiene en campos como la medicina y la industria agropecuaria entre muchos otros.

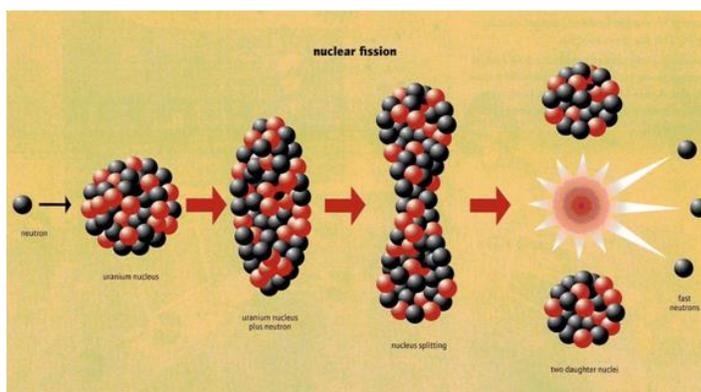


Figura #4 Transformación de los radioisótopos en elementos más livianos con liberación de partículas secundarias como los neutrones.



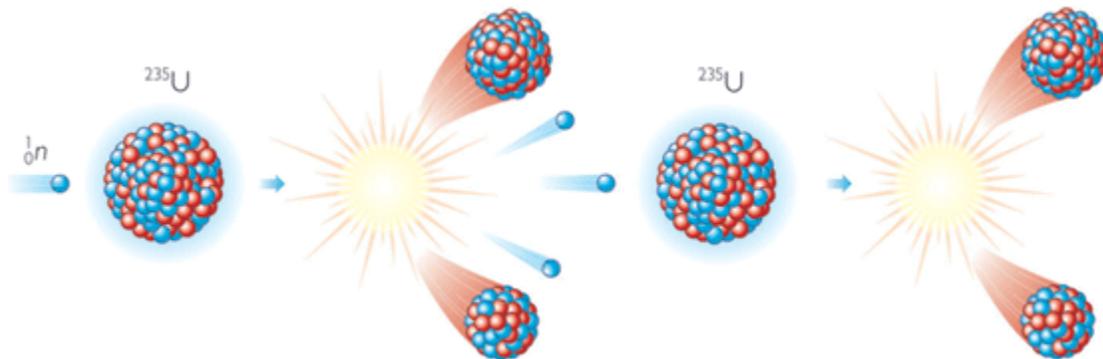
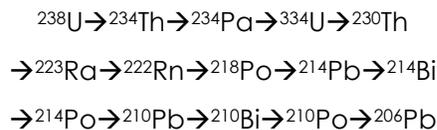


Figura #5 Ejemplificación de una reacción en cadena producida por el choque de un neutrón con un átomo de Uranio-235

- **RADIACIÓN**

Una de las grandes desventajas que las personas ven en la energía nuclear es la radiación, pero para poder juzgar hay que saber primero qué es. Muchos isótopos tienen propiedades radioactivas, esto se refiere a la desintegración espontánea o decadencia del núcleo con la emisión de distintos tipos de partículas (de las cuales hablaremos más tarde). Los isótopos con propiedades radioactivas, son los llamados inestables y son los que tienen un alto estado de excitación en sus capas; para llegar a ser estables deben perder este exceso de energía. Esto se lleva a cabo de distintas maneras, variando la energía de sus electrones (liberando rayos X) variando la de sus nucleones (desprendiendo ondas Gamma) o cambiando el isótopo en sí, liberando electrones, positrones, neutrones, protones y generando, con el tiempo, un nuevo elemento más ligero, que también podría resultar radiactivo (siguiendo siempre la ley de la conservación de la energía). En este caso el elemento sufre varios cambios hasta que llega a ser estable, un ejemplo claro de esto es el caso del isótopo natural Uranio-238 que sufre varios cambios hasta que llega a ser el isótopo estable de ^{206}Pb



El tiempo en el que una sustancia radiactiva se desintegra depende de la especie de isótopo que es. Si pudiésemos ver el núcleo de cierta sustancia radiactiva es posible que esta decayese en un segundo, en unos cuantos días o incluso podríamos morirnos sin que esta hubiese decaído ya que algunas sustancias llegan a tardar millones de años en decaer. A esto se le llama vida media radiactiva o periodo de semidesintegración radiactiva, y es el tiempo requerido para que la mitad del núcleo de un isótopo radiactivo se desintegre o se reduzca a la mitad. La vida media de un neutrón libre, por ejemplo, es de 10.3 minutos, como es mostrada en la Tabla # 1.

Isótopo	Vida media	Tipos principales de radiación y MeV
Neutrón	10.3 minutos (m)	Beta 0.782
Tritio	12.32 años (a)	Beta 0.01860
Carbón-14	5715 a	Beta 0.1565
Nitrógeno-16	7.13 segundos (s)	Beta 4.27, 10.44 Gamma 6.129
Sodio-24	14.96 horas (h)	Beta 1.389 Gamma 1.369, 2.754
Fósforo-32	14.28 días (d)	Beta 1.710
Potasio-40	1.26×10^9 a	Beta 1.312
Argón-41	1.82 h	Beta 1.198 Gamma 1.294
Cobalto-60	5.271 a	Beta 0.315 Gamma 1.173, 1.332
Kriptón-85	10.73 a	Beta 0.687 Gamma 0.514
Estroncio-90	29.1 a	Beta 0.546
Yodo-129	1.7×10^7 a	Beta 0.15
Yodo-131	8.040 d	Beta 0.606
Xenon-135	9.10 h	Beta 0.91 Gamma 0.250
Cesio-137	30.5 a	Beta 0.514 Gamma 0.662
Radón-222	3.8235 d	Alfa 5.490
Radio-226	1599 a	Alfa 4.784
Uranio-235	7.04×10^8 a	Alfa 4.395



Uranio-238	4.46×10^9 a	Alfa 4.196
Plutonio-239	2.411×10^4 a	Alfa 5.156

Tabla #1 Tabla de vida media de radioisótopos. David R. Lide, CRC handbook of Chemistry and Physics, 8° edición, 1999-2000, CRC Press, Boca Raton, FL, 1999.

Al número de desintegraciones por segundo (desintegraciones/segundos) o a la velocidad de desintegración, se le conoce como actividad y sus unidades principales son el Becquerel (Bq) que equivale a 1 desintegración por segundo y el Curio (Ci). Es de suma importancia conocer la actividad y la vida media de un isótopo para proteger contra los posibles daños ocasionados por la radiación, y aún más importante, es conocer si algún material es radiactivo. Por ello el 15 de marzo de 1994, la Agencia Internacional de Energía Atómica, dio a conocer un símbolo que advierte sobre la existencia de radioactividad en algo y que es reconocido internacionalmente (figura # 6).



Figura #6. Símbolo de Radiactividad

Entre los diferentes tipos de emisiones de este proceso se encuentran:

- o **ALFA**

Las partículas alfa están formadas por dos protones y dos neutrones (ya que es lo mismo que Helio-4, pueden ser representadas como tal) y ocurren en los núcleos de elementos pesados, acompañados



por emisiones gamma. Tienen una energía cinética de 5 MeV y viajan a una velocidad de 15000 km/s, pero como es muy fácil que interactúen con otros átomos y pierdan su energía son fácilmente detenidas, por lo tanto es muy fácil protegerse de ellas. Sus radiaciones a nivel externo no son peligrosas ya que unos pocos centímetros de aire, un pedazo de papel (ver figura # 7) o incluso la piel muerta que se encuentra sobre la epidermis es suficiente para pararlas. Sin embargo, en caso de haber contacto directo, estas partículas depositarán un número alto de energía (MeV) en una cantidad pequeña de masa, provocando la posibilidad de daño celular. Es gobernada por la fuerza nuclear y la fuerza electromagnética.

○ BETA

Son emitidas por el núcleo de los átomos. Hay de dos tipos, las negativas que son cuando son liberados electrones y las positivas, cuando se trata de positrones.

La energía de las partículas beta puede ser muy distinta y depende de la energía máxima disponible (que varía según el isótopo padre) y a la cantidad de neutrinos (es una partícula subatómica con cero o muy poca masa y sin carga eléctrica por lo que solo se ve afectado por la fuerza nuclear débil y no por la electromagnética), con los que comparte dicha energía. Se mueven a una velocidad próxima a la de la luz siendo a 270000 km/s. Tienen muy poca masa y pueden ser frenados por una lámina de aluminio de 5 mm de espesor (ver figura # 7).

○ RAYOS GAMMA

Los rayos gama son radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia y por lo tanto de alta energía, más de 100 KeV, pero menos de 10 MeV. Son emitidos por los núcleos de los átomos, después de que estos han emitido partículas alfa y beta lo dejan excitado y para bajar sus niveles de energía pueden emitir un rayo gamma. Para ser bloqueados, son mejores los materiales con un alto número atómico y una alta densidad pero lo más importante es el total de masa por área, sea una masa grande en un espacio pequeño (ver figura # 7).



La diferencia entre los rayos gamma y los rayos X es que los últimos son emitidos por los electrones (fuera del núcleo), mientras que los rayos gamma como ya había sido mencionado, salen del núcleo. También se diferencian en que la longitud de onda en el rayo X es mayor a la longitud de onda en el rayo gamma.

○ **NEUTRONES**

Los neutrones al estar en el núcleo de un átomo son estables, pero al estar fuera de él se vuelven muy inestables. Son emitidos en la fisión nuclear, en la fusión nuclear y en otras formas de reacciones nucleares. No tienen carga por tanto son muy penetrantes, pueden viajar fácilmente grandes distancia por aire (entre cientos y miles de metros) y menores distancias por sólidos (tan sólo algunos metros).

Dentro de los reactores nucleares son los encargados de mantener la reacción en cadena (produciendo la fisión en sí y siendo liberados nuevos neutrones en el mismo proceso). Son muy útiles también para la producción de radioisótopos.

Para bloquearlos son necesarias fuentes ricas en hidrógeno como el agua o el concreto (ver figura # 7).



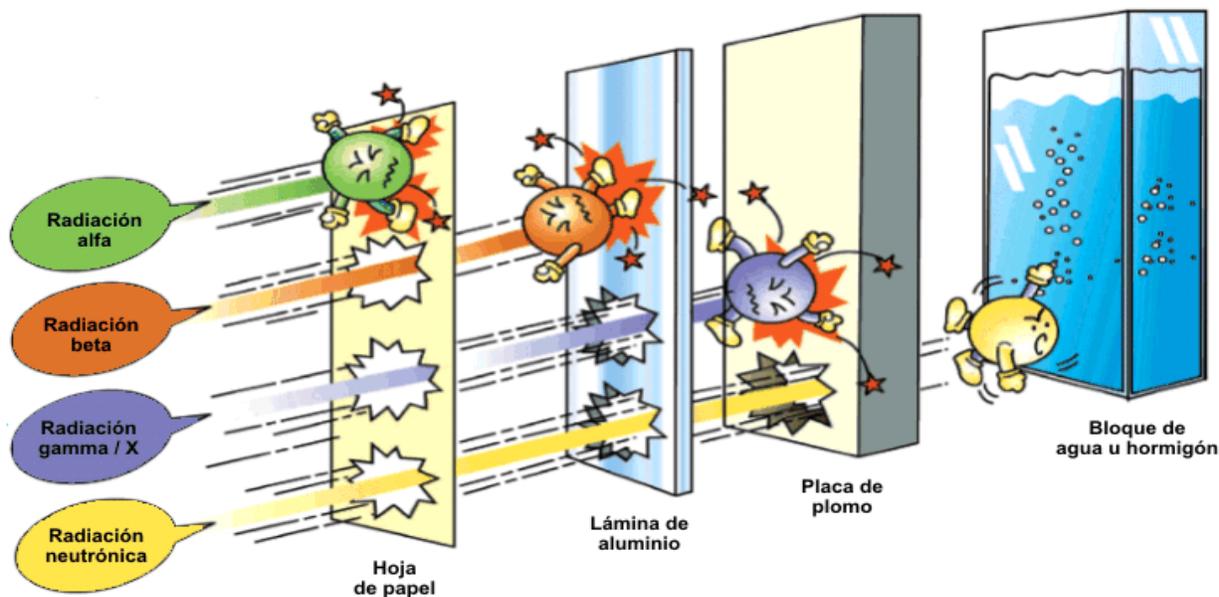


Figura #7 Representación gráfica de el alcance de las distintas partículas liberadas durante los procesos nucleares.

○ LA RADIACIÓN NATURAL

No sólo se da la radiación artificialmente, en la naturaleza también se da este proceso, así que comúnmente nos vemos expuestos a sus efectos, incluso más comúnmente que a los de la radiación artificial. De hecho, hasta la invención del tubo de rayos X, en 1895, la única radiación que existía era la natural. Podríamos dar un gran número de ejemplos de este tipo de radiaciones iniciando, claro, por las radiaciones solares, siguiendo por la radiación de algunos minerales como el Radón, llegando hasta nuestros alimentos y nuestros propios cuerpos que contienen elementos radiactivos. Algunos ejemplos de radioisótopos que se encuentran en plantas y animales son el Carbón 14, el Tiritio o Hidrógeno 3 y el Potasio 4^o. Las radiaciones pueden variar de un lugar a otro dependiendo del tipo de suelo y de su elevación sobre el nivel del mar, aunque siempre se va a tener radiación.



○ **¿VENTAJAS O DESVENTAJAS? LA RADIACIÓN EN EL CUERPO**

La radiación tiene, como todo, sus ventajas y sus desventajas y si afecta directamente nuestro cuerpo es normal que nos importe bastante. Entre las desventajas de la radiación podemos mencionar que al bombardear partículas, éstas tienen energía que puede ser transferida a las células alterando su correcto funcionamiento, pero como el cuerpo está formado por miles de millones de células, los efectos de esto no se ven a menos que la exposición a la radiación sea muy grande. Los efectos de la radiación en el cuerpo depende del tipo de partículas; mientras la partículas alfa solo pueden llegar a las piel externa y sin causarle mayores daños, las ondas gamma, por el contrario, tienen la característica, que pueden llegar a causar daños en el ADN de las células o incluso matarlas, pueden aumentar la incidencia al cáncer y afectar partes críticas del cuerpo.

• **PLANTAS NUCLEARES**

La energía nuclear, producida por la energía liberada durante la fisión del átomo, es limpia, confiable en el suministro, no contaminante, pero con una desventaja, su radiactividad. De acuerdo con el estudio ExternE, la energía nuclear muestra un valor muy favorable según sus externalidades, comparada con otras fuentes de energía. Pero, ¿Cómo funciona una planta nuclear?

○ **FUNCIONAMIENTO**

Actualmente existen distintos tipos de reactores nucleares, pero todos funcionan con la misma estructura básica, utilizando el proceso de fisión nuclear. Un reactor nucleoeléctrico es casi lo mismo que un generador térmico, ambos funcionan a través de elevar la temperatura del agua de forma que llegue a convertirse en vapor. Este vapor viaja por tuberías hasta llegar a una turbina a la cual hace girar. Con el movimiento de esta turbina el generador eléctrico cumple su función, que es precisamente la de producir la electricidad. Mientras tanto, el vapor de agua pasa a un área donde se vuelve a condensar (en las plantas nucleoeléctricas se utiliza agua como refrigerante, esta nunca



tiene contacto directo con el agua del reactor y sirve, también, como barrera para evitar el paso de la radiación). (Figura # 8) La diferencia principal entre estas, además de los índices de contaminación y de vidas humanas que cobra -que son extremadamente altos en el caso de las termoeléctricas y prácticamente nulas en las nucleares-, es la manera en que se genera el calor. Mientras en las termoeléctricas se utilizan combustibles fósiles, en las nucleoeeléctricas se utiliza el proceso de fisión utilizando barras de control, que son cilindros hechos de carburo de boro o aleaciones de plata, indio y cadmio; materiales que tienen la cualidad de absorber neutrones haciendo que se detenga la reacción en cadena.

Actualmente se sigue buscando conseguir una planta que funcione a través de la fusión, que es el proceso nuclear que se realiza en el núcleo del sol donde cuatro átomos de hidrógeno se unen para generar un átomo de helio y al hacerlo emiten radiaciones de rayos gamma, el problema es que para realizar este proceso es necesario de temperaturas muy elevadas, cercanas a la del sol.

Es verdad que al terminar el proceso de fisión los materiales resultantes son altamente radiactivos, sin embargo, son manejados con exceso de cuidados para evitar basura energética. Se divide en tres tipos: residuos nucleares de alta actividad, son residuos directos del combustible, residuos nucleares de media actividad, son radionucleídos producidos durante el proceso y residuos nucleares de baja actividad, son herramientas, ropas y material utilizado para el mantenimiento de la planta. Los residuos de alta actividad son colocados en recipientes de contención, que son de hormigón y que adentro contienen agua, posteriormente son enterrados a grandes profundidades. Mientras que de los residuos de actividad media y baja son procesados, separando los elementos radiactivos que contengan y estos son depositados en recipientes de acero, solidificados con alquitrán, resinas o cemento. Además, se está trabajando en Reactores de generación IV, para que tengan un ciclo de combustible asociado, esto quiere decir que los residuos de combustible sean reprocesados de forma que los recursos energéticos resultantes, sean utilizados más eficientemente, de manera que el volumen y la radiotoxicidad de los residuos de alto nivel se reduzcan considerablemente.



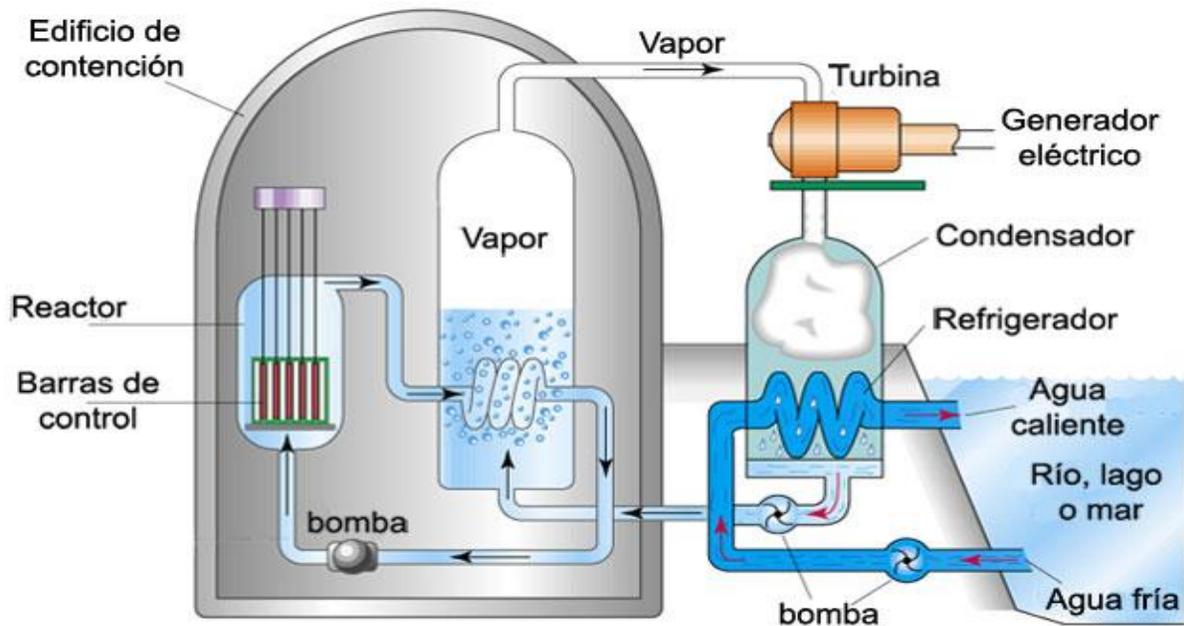


Figura #8 imagen de corte transversal de una planta nuclear.

○ HABLEMOS DE ENERGÍA

La energía nuclear tiene grandes ventajas en cuanto a generación eléctrica. Una tonelada de Uranio puede producir más energía que un millón de toneladas de carbón o un millón de barriles de petróleo. Participa en el 15% de la generación de energía eléctrica mundial habiendo tan sólo 442 reactores nucleares en todo el mundo y cerca del 5% de la energía en México con únicamente dos reactores nucleares contrastado con las 58 plantas hidroeléctricas y las centenas de generadores termoeléctricos que podemos encontrar en México. En 2008, las 58 centrales francesas generaron más de 419,8 teravatios por hora, cubriendo el 76,2% de las necesidades energéticas del país.



o **SEGURIDAD**

Al hablar de seguridad en una planta nuclear, hay muchos aspectos que se deben cuidar, la radiación que se emite, el correcto funcionamiento de la planta, la seguridad de las personas, entre muchos otros. Por eso se han desarrollado planes y programas de acción para saber como mantenerse seguros, al igual que se han creado organismos que se encargan de revisar el correcto funcionamiento de las plantas, como es en México la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS)

En cuanto a protección contra la radiación se realizan varias cosas, entre las que se encuentra chequeos regulares de radiación mediante un papel absorbente en un área de 100 cm², después con un detector de radiación se expresa en términos de desintegraciones por minuto y según el número resultante y el tipo de planta es si se considera que hay contaminación nuclear o no. También todas las personas que trabajan en las centrales son revisadas frecuentemente por un médico físico y no se les permite recibir más de 5 Rems al año, aunque la cantidad de Rems necesarios para que hay una leve modificación en la sangre es de 25 Rems en un periodo corto de tiempo. Los trabajadores de las plantas deben seguir el método del tiempo, distancia y protección, que implica estar el menor tiempo posible expuesto a la radiación, estar lo más alejado posible de la fuente de radiación y tener la mayor cantidad de masa posible entre la persona y la fuente de radiación de manera que funge como escudo o barrera.

Se protege de las radiaciones de ondas gamma con acero y concreto en el contenedor y utilizando agua alrededor de los tubo de almacenaje y transporte.

Para evitar accidentes en las plantas, se han tomado medidas como el uso del agua como moderador, en lugar del grafito utilizado en algunos modelos de reactores soviéticos como el de Chernóbil, reduciendo así el riesgo de incendio



Dentro del núcleo se insertan, con el fin de controlar la potencia de la fisión, las denominadas 'barras de control'. Estas barras son generalmente de Cadmio, un material que absorbe los neutrones que chocan contra ellas durante el proceso de fisión evitando que progrese la reacción en cadena. El núcleo del reactor de Atucha I, por ejemplo, cuenta con 29 barras de control y son necesarias solo 3 para detener el proceso en el acto. En caso de producirse un recalentamiento, y de ser necesario detener el reactor en forma inmediata, también se puede introducir dentro del núcleo ácido bórico que actúa de una forma similar a las barras de control. También se han creado programas computacionales que se encargan de revisar el estado de las plantas y de hacer simulaciones, en base a estas simulaciones se hacen más seguras las plantas y se evitan posibles factores de riesgo.

○ **VENTAJAS VS DESVENTAJAS**

La energía nuclear tiene grandes ventajas, como el hecho de que genera un tercio de la energía eléctrica que se produce en la unión europea, evitando así, la emisión a la atmósfera de 700 millones de toneladas de CO² por año. Del mismo modo se evitan emisiones de otros elementos contaminantes que se generan cuando se hace uso de combustibles fósiles y que producen el efecto invernadero. Evitado así el incremento de la temperatura global y el cambio climático. Además, se reduce el consumo de las reservas de combustibles fósiles, que cada vez es menor, y se genera con una cantidad muy pequeña de combustible una cantidad muy grande de energía, a esto se le conoce como densidad energética y esta es mucho mayor en las plantas nucleoelectricas a la de cualquier otra forma de obtención de energía; ya sea por fuente fósil o por plantas de energía renovables, por ejemplo, una tonelada de Uranio puede producir más energía que un millón de toneladas de carbón o un millón de barriles de petróleo. Otra gran ventaja es que esta es una de las pocas tecnologías que internalizan sus costos ambientales, esto quiere decir que para el cálculo del costo nivelado del kWh se incluyen los costos del manejo de los residuos (de todos los niveles, alto, medio y bajo) y los relacionados con el desmantelamiento de la planta cuando acabe su vida útil, que es de 60 años aproximadamente siendo este un número bastante alto comparado con el de



otros tipos de plantas. Mientras que su disponibilidad, o el tiempo anual en el que el reactor está en operación, es muy alta.

En cuanto al plano económico sus costos son comparables con los de otras tecnologías de producción eléctrica y en muchos países es la opción más barata. También al tener un esquema estandarizado se reducen los tiempos de construcción y de licenciamiento y por lo tanto la inversión necesaria para la construcción de la central.

Estas son algunas de las ventajas directas de las centrales nucleares, pero también hay muchas ventajas indirectas que se dan durante la investigación de los procesos nucleares, entre muchos otros los más destacados en la medicina son la obtención de imágenes y el tratamiento del cáncer. En el área geográfica se encuentran las posibilidades de detectar contaminantes en cantidades muy pequeñas y observar su movimiento, el estudio de recursos hídricos en zonas áridas y semiáridas, el estudio de eco-sistemas agua-suelo-planta, el diagnóstico de filtraciones en lagos y embalses (que también entra en la parte industrial), entre otros. En el área agropecuaria es útil para inducir mutaciones en las plantas para obtener las variedades de cultivos agrícolas deseadas, para optimizar el uso de los fertilizantes, para erradicar o luchar contra las plagas de insectos por medio de la esterilización de los machos. Y una parte muy importante es para la industria que además de la generación de energía es útil para la conservación de alimentos por medio de radiaciones ionizantes al igual que para detectar el desgaste de motores, la corrosión de equipos procesadores, y para estudios de lubricación.

Aunque claro, todo tiene sus pros y sus contras, algunas de las desventajas de la energía nuclear son la radiación, el riesgo de una posible explosión nuclear y que puede ser utilizada con fines no pacíficos. Sin embargo estos puntos se han estado tratando y se han aumentado las medidas de seguridad de una manera impresionante, también se han creado distintos organismos encargados de vigilar e investigar sobre este tema, como es la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y



Salvaguardas (CNSNS), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), el Instituto Nacional de investigaciones nucleares (ININ), entre otros.

- **OTRAS FORMAS DE OBTENCIÓN DE ENERGÍA**

- **SOLAR**

La energía solar es básica para la vida pero en cuanto a energía eléctrica no es suficientemente efectiva, es necesario un panel fotovoltaico de aprox. 1 m² para producir un kW de potencia, por lo tanto puede ser funcional para una casa particular, pero es insuficiente para el uso industrial masivo, además de que es caro y su rendimiento depende directamente del clima.

- **EÓLICA**

Para generar ese tipo de energía se utiliza un generador que funciona a base de hacer girar una turbina con la fuerza del aire, es muy ecológica y económica (sin considerar su instalación), pero tiene la desventaja de que puede interferir con las señales electromagnéticas, estorbar para las aves migratorias y debe de ser en un área de suelo no urbanizable, que se encuentre a más de un kilómetro de distancia de cualquier zona urbana (para que no moleste la contaminación acústica) y en el que al año se tengan más de 2000 horas de producción a máxima potencia.

- **HIDRÁULICA Y MAREOMOTRIZ**

La energía hidráulica es producida por el aprovechamiento de las caídas de agua, mientras que la mareomotriz aprovecha el movimiento de las olas. Ambas son limpias y renovables, pero tienen grandes desventajas como que modifican el ciclo del agua, alteran el ecosistema y son geográfico-dependientes. La energía hidráulica depende del caudal de los ríos que puede variar según las lluvias, por lo que un país no puede depender totalmente de ella. Mientras que la energía



mareomotriz tiene un efecto negativo sobre la flora y la fauna de la región y el traslado de la energía es muy costoso.

○ **GEOTÉRMICA**

Funciona a través del aprovechamiento del calor del interior de la tierra para generar vapor de agua. Tiene grandes desventajas como la liberación de ácido sulfhídrico (gas tóxico e inodoro en grandes cantidades), contaminación de aguas cercanas, que la energía no se puede transportar y solo se puede llevar a cabo en ciertos lugares de la tierra.

○ **TÉRMICA**

La energía térmica es aquella producida al quemar combustibles fósiles y es la más utilizada en la actualidad aunque es altamente contaminante, contribuye al efecto invernadero y consume recursos no renovables: es decir que su combustible -petróleo, carbón, gas- se agotará en un plazo predecible.

Año	Total	Termo eléctrica	Hidro eléctrica	Carbo eléctrica	Geotermo eléctrica	Nucleo eléctrica	Eolo eléctrica
2000	192 721	125 525	33 075	18 696	5 901	8 221	8
2002	200 362	122 345	24 862	16 152	5 398	9 747	7
2004	207 019	102 428	25 076	17 883	6 577	9 194	6
2006	223 568	98 308	30 305	17 931	6 685	10 866	45
2008	234 097	86 069	38 892	17 789	7 055	9 804	255
2010	241 491	97 161	36 738	16 485	6 618	5 879	166

Tabla # 2 Energía y minería Generación de energía eléctrica por fuente productora a nivel nacional, 2000-2010 (Gigawatts/hora) Fuente: SENER. Prontuario Estadístico del Sector Energético, abril 2011. México, D.F., 2011.



- **CONCLUSIONES**

Al analizar la información obtenida durante la investigación llegamos a la conclusión de que hay muchas formas para la obtención de energía eléctrica que son muy eficientes, pero todas tienen sus pros y sus contras. Por lo tanto, dependiendo de la situación y del entorno geográfico del lugar, la eficiencia de estas fuentes puede llegar a variar e incluso a no ser viables debido a la falta de los recursos para llevarse a cabo los procesos necesarios para la obtención de dicha energía (solar hogares, nuclear zonas urbanas).

Los ambientalistas generalmente se enfocan en los resultados finales de cada fuente de energía, no hacen un estudio profundo de los procesos implícitos en cada uno de ellos, a saber, el impacto ambiental y social resultante de la construcción de cada planta, los costos de producción, el tiempo de recuperación de la inversión, la vida útil de cada planta. Debido a lo anterior y a prejuicios, consideran que la energía nuclear es en extremo peligrosa y dañina como medio de obtención de energía eléctrica, sin embargo, a largo plazo, el impacto ambiental y social de plantas termoeléctricas e hidroeléctricas es muy grande, ya que de formas directa e indirecta cobran la vida de muchas especies animales y vegetales y lo que es peor, de muchas personas por la eliminación de su entorno y la contaminación del mismo. A lo anterior, hay que añadir que en muchos casos, las personas se ven afectadas en su medio de vida y en sus costumbres.

La emisión de dióxido de carbono de las termoeléctricas y la deforestación ligada a la construcción de las hidroeléctricas, son dos efectos negativos que contribuyen grandemente al calentamiento global de la Tierra y son más evidentes que los efectos negativos de la radiación de los residuos de las plantas nucleoeeléctricas.

Recomendamos que se recuperen ciertas plantas hidroeléctricas viejas, renovándolas. Es más económico restaurar varias de esas plantas, pues finalmente gran parte de la infraestructura referente ya está ahí.



Recomendamos que se sigan investigando nuevas tecnologías referentes a seguridad en plantas nucleares y al manejo de sus desechos (por ejemplo, reactores de cuarta generación), ya que se espera sean en extremo eficientes.

- **FUENTES**

Robert M. Mayo, Introduction to Nuclear Concepts to Engineers, America Nuclear society, La Grange Park, Il, 1998, Through discussion of the atomic nucleus.

Richard B. Firestone and Virfinia S. Shirlet, Table of Isotopes, 8th Ed ., John Wiley & Sons, New York, 1998. Two volumes with nucleat structure and decay for evere 3, 100 isotiopes.

Estrada Gasca, C., & Islas Samperio, J. (2010). *Energías alternas: Propuesta de investigación y desarrollo tecnológico para México* Retrieved from http://cisex.amc.edu.mx/amc/energias_alternas.pdf

Tanarro Sanz, A. (2008). A. Tanarro Sanz (Ed.), *Diccionario inglés-español sobre Tecnología Nuclear Glosario de términos (2° ed.)*. Madrid, España: TECNATOM, S.A.

Murray, R. (2001). R. Murray (Ed.), *Nuclear Energy: An introduction to the concepts, systems and aplicaciones of nuclear processes (5° ed.)*. United States of America: British Libart Cataloguing-in-Punlication Data.

Radiación natural. (9, 02 13). Retrieved from

http://www.csn.es/index.php?option=com_content&view=article&id=4234&Itemid=242&lang=es

Barranquilla, J. (2011). Como funciona la energía nuclear [Web]. Retrieved from

http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=4_Jd4l0ptYA&feature=fvwp



Herranz, R. (Performer) (2008). Energía nuclear 1 de 2 [Web]. Retrieved from <http://www.youtube.com/watch?v=eR49fWdNuUY>

Diferencias entre fisión y fusión nuclear. (16, agosto 2009). Retrieved from http://www.yosoy nuclear.org/index.php?option=com_content&view=article&id=87:diferencias-entre-fision-y-fusion-nuclear&catid=11:divulgacion&Itemid=22

Funcionamiento de una bomba atómica. (n.d.). Retrieved from http://proyectomanhattan.galeon.com/cvita_e1238687.html

Banchero, A. (2011, Marzo 20). Reacciones nucleares. Retrieved from <http://www.slideshare.net/AnaC64/fisin-y-fusin-nuclear-7323015>

Funcionamiento de una central de energía nuclear. (n.d.). Retrieved from http://energia-nuclear.net/como_funciona_la_energia_nuclear.html

Fisión nuclear. (n.d.). Retrieved from http://www.cienciapopular.com/n/Ciencia/Fision_Nuclear/Fision_Nuclear.php

Radiation safety. (2006, Enero 18). Retrieved from <http://www.nuclear tourist.com/systems/rad.htm>

Emergency planing. (2007, Diciembre 9). Retrieved from <http://www.nuclear tourist.com/operation/e-plan.htm>

Las desventajas de la energía nuclear. (2011, Diciembre 1). Retrieved from <http://twenergy.com/energia-nuclear/las-desventajas-de-la-energia-nuclear-389>

Jinchuk, D. (n.d.). *Energía nucleoelectrica*. Retrieved from <http://www.cnea.gov.ar/xxi/temas-nucleares/energia-nucleoelectrica/Energia-nucleoelectrica.pdf>

Seguridad, ambiente y calidad. (n.d.). Retrieved from http://www.cnea.gov.ar/politica_ambiental/seguridad_ambiental.php

Aplicaciones nucleares. (n.d.). Retrieved from http://www.cchen.cl/index.php?option=com_content&view=section&id=17&Itemid=85

Contribución al país en hidrología. (n.d.). Retrieved from http://www.cchen.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=111:contribucion-al-pais-en-hidrologia&catid=120:agricultura&Itemid=85



Contribución al país en agricultura. (n.d.). Retrieved from

http://www.cchen.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=113:contribucion-al-pais-en-agricultura&catid=120:agricultura&Itemid=85

Plantas nucleoelectricas en la actualidad . (n.d.). Retrieved from

http://internacional.elpais.com/internacional/2011/03/14/actualidad/1300057215_850215.html

Fusión y fisión nuclear [Theater]. (2009). Available from

<http://www.youtube.com/watch?v=GndhY3xlwdU>

Fisión nuclear: energía y poder destructivo de la bomba atómica [Web]. (2009). Retrieved from

<http://www.youtube.com/watch?v=9pRpdfcSLxE>

Energia nuclear como se genera [Web]. (2010). Retrieved from

http://www.youtube.com/watch?v=c_zE0gukfo

Izzo, D. (2008). Nuclear power station [Web]. Retrieved from

<http://www.youtube.com/watch?v=igf96TS3Els>

Torment, K. (2008). How a nuclear power plant works [Web]. Retrieved from http://www.youtube.com/watch?v=cnjGYHOePu0&playnext=1&list=PL63DEACDFD6A07B1&feature=results_video

