

**VIABILIDAD DE LA ENERGÍA NUCLEAR COMO UNA ENERGÍA DE
TRANSICIÓN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES A LAS FUENTES DE
ENERGÍA RENOVABLES.**

CURSO 2022-2023

PROFESORA RESPONSABLE: M^a Dolores Ocaña IES FIDIANA

**ALUMNADO INVESTIGADOR: Sonia Ortiz Gil, Vedant Patel, Javier Manosalva
Pérez y Amanda Ruiz Martínez.**

MATERIA: TECNOLOGÍA

CURSO 1ºBACH A/B



1. ABSTRACT
2. INTRODUCCIÓN
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN
4. MARCO TEÓRICO
5. MATERIALES Y MÉTODOS
6. RESULTADOS
7. DISCUSIÓN
8. CONCLUSIONES
9. AGRADECIMIENTOS
10. BIBLIOGRAFÍA

VIABILIDAD DE LA ENERGÍA NUCLEAR COMO UNA ENERGÍA DE TRANSICIÓN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES A LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Sonia Ortiz¹, Javier Manosalva¹, Vedant Patel¹, Amanda Ruiz¹, M^a Dolores Ocaña²
1 Alumnado del IES Fidiana
2 Profesorado del IES Fidiana

1. ABSTRACT

La creciente demanda de energía, la necesidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero y la disminución de las reservas de combustibles fósiles hacen necesario encontrar otras fuentes de energía alternativa, menos contaminantes e inagotables.

Por otro lado, las fuentes de energía renovables, como la energía eólica y solar, están en auge para satisfacer la demanda energética con un menor impacto ambiental. Pero tienen limitaciones en cuanto a la producción de energía a gran escala, debido a su bajo rendimiento, y su intermitencia, ya que dependen de las condiciones climáticas.

Aunque la energía nuclear ha sido criticada por los riesgos asociados a los accidentes nucleares y la gestión de residuos radiactivos, presenta ventajas en términos de producción energética eléctrica y térmica a gran escala, no produce emisiones de gases de efecto invernadero, presenta eficiencia y bajo costo a largo plazo. Además, nuevas tecnologías en reactores y centrales nucleares están reduciendo los riesgos de accidente y, aunque la gestión de los residuos nucleares sigue siendo un problema político y de conservación que debe ser solucionado, ya existen países que están superando estas adversidades.

Con esta investigación se pretende demostrar cómo la energía nuclear muestra características para su uso como energía de transición entre combustibles fósiles y fuentes de energía renovables. Además, su gran rendimiento a día de hoy permite a las tecnologías de energía alternativa avanzar y mejorar para crear fuentes de energía limpias más eficaces y de menor costo para satisfacer la demanda energética global del futuro.

Palabras clave: energía, nuclear, transición, viabilidad, renovable

2. INTRODUCCIÓN

La necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero ha llevado a buscar fuentes de energía renovables. Sin embargo, la transición completa a estas fuentes no es inmediata y se necesitan soluciones de transición para satisfacer la demanda de energía. En este contexto, se plantea la viabilidad de la energía nuclear como una energía de transición.

El objetivo de esta investigación es evaluar su viabilidad como una energía de transición de los combustibles fósiles a las fuentes de energía renovables. Se parte de la hipótesis de que la energía nuclear puede ser una solución eficaz para reducir las

emisiones de gases de efecto invernadero y satisfacer la demanda de energía durante esta transición.

Para demostrar esta hipótesis, se realizará una revisión y análisis de datos para recopilar antecedentes y establecer el estado actual de la cuestión en relación con la energía nuclear como una solución de transición. Posteriormente, se analizarán los datos disponibles para evaluar el impacto ambiental de la energía nuclear y su contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con otras fuentes de energía.

La originalidad de esta investigación radica en la evaluación de la energía nuclear como una solución de transición, que a menudo se ha pasado por alto en la discusión sobre la transición a las fuentes de energía renovables. Además, se pretende proporcionar información para la toma de decisiones sobre la transición energética.

En cuanto a investigaciones previas, existen estudios que han evaluado la energía nuclear como una solución de transición, pero a menudo se han centrado en aspectos económicos y políticos. Por lo tanto, se pretende ampliar el enfoque incluyendo la evaluación ambiental y la contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos de este proyecto han sido los siguientes:

- Demostrar si es viable económicamente el cambio de los combustibles fósiles a las fuentes de energía renovables usando la energía nuclear.
- Estudiar los beneficios de usar la energía nuclear y entender su funcionamiento.
- Evaluar los impactos ambientales de la energía nuclear en comparación con los combustibles fósiles y las fuentes de energía renovables.
- Analizar la eficiencia y la rentabilidad económica de la energía nuclear como una solución de transición.
- Evaluar la capacidad de la energía nuclear para satisfacer la demanda energética durante la transición a las fuentes de energía renovables.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ¿Cómo se produce la energía nuclear y qué es?

La energía nuclear es la energía contenida en el núcleo de un átomo.

Los átomos son las partículas más pequeñas en que se puede dividir un elemento químico manteniendo sus propiedades. En el núcleo de cada átomo hay dos tipos de partículas (neutrones y protones) que se mantienen unidas. La energía nuclear es la energía que mantiene unidos neutrones y protones. La energía nuclear se puede utilizar para producir electricidad. Pero primero la energía debe ser liberada. Esta se puede obtener de dos formas: por fusión nuclear y fisión nuclear.

1-La fisión nuclear es una reacción en la que un núcleo pesado, al ser bombardeado por neutrones, se convierte en inestable y se descompone en dos núcleos más ligeros, llamados productos de fisión, emitiendo en el proceso neutrones, rayos gamma y grandes cantidades de energía. El núcleo que captura el neutrón incidente se vuelve inestable y, como consecuencia, se produce su escisión en fragmentos más ligeros dando lugar a una situación de mayor estabilidad. Esto tiene un efecto multiplicador que se conoce como reacción en cadena.

2- Por otra parte, la fusión nuclear es una reacción en la que dos núcleos muy ligeros se unen para formar un núcleo estable más pesado, generalmente liberando partículas en el proceso. Estas reacciones pueden absorber o liberar energía, según si la masa de los núcleos es mayor o menor que la del hierro, respectivamente. Un ejemplo de reacciones de fusión son las que tienen lugar en el sol, en las que se produce la fusión de núcleos de hidrógeno para formar helio, liberando en el proceso una gran cantidad de energía que alcanza a la superficie como luz y calor.

2.1- Por otra parte las reacciones de fusión, también llamadas termonucleares a causa de la elevada temperatura a la que tienen lugar, consisten en la unión de núcleos ligeros para producir un núcleo más complejo, yendo acompañado el proceso de una considerable emisión de energía, mayor aún que la que se desprende en las reacciones de fisión. Para ejemplificar esto: la energía liberada por núcleo de helio formado es del orden de los 26 MeV.

La realización práctica de las reacciones de fusión nuclear tropieza con el inconveniente de que, para conseguir que dos núcleos cargados entren en contacto, es necesario vencer enormes fuerzas de repulsión electrostática entre ellos. Esto implica que han de poseer velocidades muy elevadas, lo que se consigue sometiendo los núcleos a temperaturas altísimas, del orden de 10^9 °C.

4.2. EL REACTOR NUCLEAR.

El aprovechamiento con fines prácticos de la energía liberada en las reacciones de fisión se basa en varios hechos que conviene destacar:

-Estas reacciones tienen la posibilidad de verificarse en cadena; es decir, que el número de neutrones desprendidos sea cada vez mayor, aumentando de esta forma el número de reacciones que se producen por unidad de tiempo, con lo que el proceso, si no se controla, transcurrirá con violencia explosiva.

Los neutrones desprendidos (neutrones rápidos) poseen una energía elevada y no son aptos para producir una reacción de fisión; para ello es necesario frenarlos, disminuyendo su energía hasta unos 0,02V (neutrones térmicos), lo que se consigue haciéndoles chocar repetidas veces contra átomos de determinadas sustancias, que reciben el nombre de moderadores. Pueden emplearse como tales, agua ordinaria, agua pesada, grafito o berilio.

Los neutrones producidos:

- a. Pueden escaparse del material fisionable sin producir reacción alguna.
- b. Pueden ser absorbidos por impurezas.
- c. Pueden ser absorbidos por núcleos de U-238 sin producir fisión.
- d. Pueden ser absorbidos por núcleos de U-235 y fisionarlos, dando origen a nuevos neutrones

Por tanto, resulta evidente que para que se produzca y mantenga una reacción de fisión nuclear será necesaria una masa mínima llamada “masa crítica” de material fisionable, pues en caso contrario los neutrones producidos se escaparían sin producir nuevas fisiones.

Para que transcurra la reacción en cadena, el número de neutrones producidos en un determinado intervalo de tiempo ha de ser mayor que la suma de los absorbidos (tanto si producen fisión o no) y los perdidos en ese mismo intervalo.

Las reacciones de fisión se llevan a cabo en instalaciones termoeléctricas conocidas como centrales nucleares, que consta de: un dispositivo básico, llamado reactor nuclear; un turbogenerador, en el que la energía calorífica se transforma en energía eléctrica, y edificios anexos en los que se almacena tanto el combustible nuevo como el ya utilizado. También se emplean reactores nucleares como fuente de energía principal en barcos y submarinos, a los que dotan de una gran autonomía de combustible, así como para investigación y producción de radioisótopos.

4.3. INSTALACIONES NECESARIAS PARA LA PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR

-En la cadena de valor de las empresas que se dedican al sector nuclear se encuentran desde los estudios iniciales, el diseño conceptual, la construcción, los combustibles, el desarrollo, el suministro de equipos y componentes, hasta la gestión de los residuos y los procesos de desmantelamiento de las instalaciones.

-Mundialmente hablando la industria nuclear española participa en el desarrollo de unos 40 países, por lo cual el 70% de la actividad se destina a la exportación.

-Los trabajadores del sector nuclear generan empleo cualificado, de alto nivel tecnológico y alto valor añadido. La energía nuclear genera 30.000 empleos en España de manera directa e indirecta de las cuales un 50% tienen un título universitario.

4.4. INSTALACIONES NUCLEARES

-Las características de este tipo de energía la hacen una de la más sostenibles ya que la operación de las instalaciones nucleares no supone la emisión de gases de efecto invernadero.

-España está comprometido junto con muchos más países a reducir el nivel de combustibles fósiles y la emisión de gases invernadero. Este compromiso se conoce como compromiso kioto.

¿Qué es el compromiso Kioto?

España es uno de los países más atrasados en este compromiso; el compromiso Kioto es un acuerdo internacional de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que tiene como objetivo reducir las emisiones de los 6 principales gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre)

Cada año las centrales nucleares evitan la emisión de unas 50 millones de toneladas.

4.5. FUNCIONAMIENTO DE UNA CENTRAL NUCLEAR

El objetivo principal de una central nuclear es conseguir generar electricidad a partir de la energía nuclear. Esto proviene de la fisión de materiales como el uranio y el plutonio.

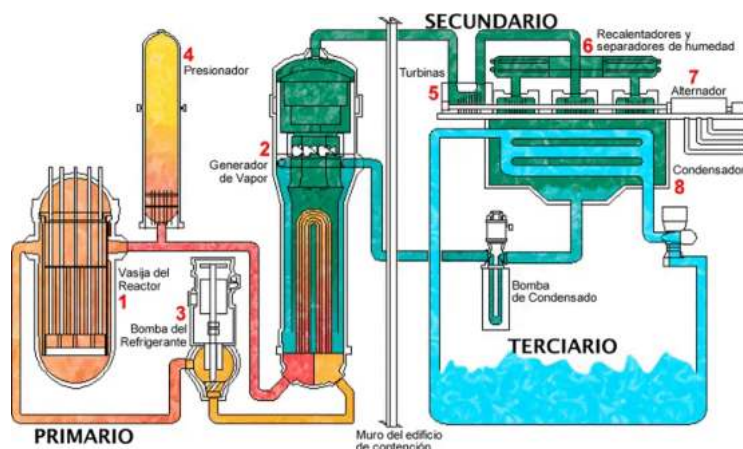
¿Cómo funciona una central nuclear?

El funcionamiento se basa en aprovechar el calor para mover una turbina por la acción del vapor de agua, la cual está conectada a un generador eléctrico.

Cuando el uranio se funde se produce una liberación de energía en forma de calor. Por la acción del vapor de agua las aspas de las turbinas mueven el generador que transforma la energía mecánica en electricidad. Los residuos se almacenan en su propia central en una especie de piscinas de hormigón especiales para materiales radiactivos.

Todas las Centrales Nucleares cuentan con sistemas de refrigeración por agua con la finalidad de reducir las posibilidades de escape de los materiales radiactivos que circulan por estas centrales.

4.6. COMPONENTES Y CIRCUITOS DE UNA CENTRAL NUCLEAR



-Tenemos tres tipos de circuitos dentro de la central nuclear:

-PRIMARIO:

-Vasija del reactor=La vasija del reactor permite la fisión de la extracción del calor generado gracias al refrigerante.

-Bomba del refrigerante= La bomba hace pasar el agua a través de los cambiadores de calor del sistema, donde se enfría, descargando el agua a la propia piscina.

-Presionador= La función del presionador es mantener la presión en el circuito primario.

Todo este circuito está contenido dentro de un reactor hermético y estanco, llamado "contención" consistente en una estructura esférica de acero soportada por una estructura de hormigón.

Dentro del circuito primario hay varios sistemas auxiliares que ayudan a su funcionamiento.

-Sistema de extensión: se activa en caso de que determinados parámetros de funcionamiento del reactor alcancen unos valores que ya no se consideran seguros. En caso de que se active este sistema se interrumpen las reacciones de fisión del núcleo.

-Sistema de refrigeración: actúa ante cualquier fallo en el circuito primario de refrigeración.

-SECUNDARIO:

-Generador de vapor= En este elemento, el agua cede desde el circuito primario hasta el secundario y la transforma en vapor.

-Turbinas= es una máquina rotatoria en la que la energía que desprende del vapor de agua se transforma en energía mecánica de rotación. El vapor se produce y mueve los álabes haciendo girar la turbina, de este modo, la energía contenida en el vapor se transforma en energía mecánica de rotación que impulsa el alternador que está acoplado.

-Recalentadores y separadores de humedad= Recolecta del vapor de agua las gotas de agua que siguen condensadas para conseguir una mejor calidad del aire.

-TERCIARIO

Alternadores= El alternador convierte la energía mecánica producida en la turbina en energía eléctrica

Condensadores= La finalidad del condensador es enfriar el vapor de agua para su condensación.

4.7. TIPOS DE INSTALACIONES NUCLEARES

Se consideran instalaciones nucleares:

a) Las centrales nucleares, es decir, instalaciones fijas cuya función principal es la producción de energía mediante un reactor nuclear.

b) Los reactores nucleares, son las estructuras que permiten la disposición del combustible nuclear de tal modo que dentro de ellos pueda tener lugar un proceso auto-mantenido de fisión nuclear, sin necesidad de una fuente adicional de neutrones

c) Las fábricas que utilizan sustancias nucleares para producir combustibles nucleares u otras fábricas de tratamiento de sustancias nucleares, como las instalaciones de tratamiento o reprocesado de combustibles nucleares irradiados.

d) Las instalaciones de almacenamiento de sustancias nucleares, excepto los lugares en que dichas sustancias se almacenen incidentalmente durante su transporte.

e) Los dispositivos e instalaciones que utilicen reacciones nucleares de fusión o fisión para producir energía o con vistas a la producción o desarrollo de nuevas fuentes energéticas. El Ministerio de Industria puede determinar si se considera como una sola instalación nuclear a varias instalaciones nucleares de un solo explotador que estén emplazadas en el mismo lugar.

4.8. RENDIMIENTO

El rendimiento de un central nuclear promedio se puede describir mediante la siguiente fórmula y las unidades utilizadas son las siguiente:

Rendimiento = Energía eléctrica generada / Energía térmica liberada

La energía eléctrica generada se puede medir en unidades de kilovatios-hora (kWh) y la energía térmica liberada se puede medir en unidades de calorías (cal) o joules (J).

Para empezar, en promedio, una central nuclear tiene un rendimiento del 33%, lo que significa que convierte aproximadamente un tercio de la energía térmica liberada en electricidad utilizable. Por ejemplo, si una central nuclear libera 100 millones de kilocalorías por hora (100 MMBtu/h) de energía térmica, puede generar alrededor de 33 millones de kilovatios-hora por hora (33 MWh/h) de energía eléctrica.

Esto dicho, deberíamos de ver más allá de la energía nuclear y hacer una comparación entre los diferentes tipos de energía.

En términos generales, las fuentes de energía renovable (como la energía solar y la energía eólica) tienen un rendimiento más bajo que las fuentes de energía no renovable (como los combustibles fósiles y la energía nuclear). Sin embargo, las fuentes de energía renovable tienen ventajas en términos de sostenibilidad y seguridad ambiental que las hacen más atractivas a largo plazo. Además, a medida que se desarrollan nuevas tecnologías, se espera que los rendimientos de las energías renovables sigan mejorando en el futuro. A continuación se muestra una [tabla](#) en la cual se detalla numéricamente los valores de rendimiento en diferentes energías:

Combustibles fósiles: (como el carbón y el gas natural): El rendimiento de las centrales térmicas que utilizan combustibles fósiles suele ser de alrededor del 30-40%.

Petróleo: El rendimiento de los motores de combustión interna que utilizan gasolina o diésel suele ser de alrededor del 20-30%.

Energía eólica: El rendimiento de los aerogeneradores varía según la velocidad del viento y el diseño del equipo, pero en promedio se encuentra entre el 30% y el 45%.

Energía solar fotovoltaica: El rendimiento promedio de los paneles solares fotovoltaicos es de alrededor del 15-20%. Sin embargo, los paneles solares más eficientes pueden alcanzar un rendimiento de hasta el 25%.

Energía nuclear: Como se mencionó anteriormente, el rendimiento promedio de una central nuclear es del 33%.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El uso de combustibles fósiles como fuente principal de energía ha tenido un gran impacto en el medio ambiente y la salud humana. Pero la búsqueda de alternativas energéticas más limpias y sostenibles, entre ellas, las fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, han cobrado gran relevancia. Sin embargo, la energía nuclear también ha sido propuesta como una posible solución de transición para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y garantizar el suministro energético.

En este trabajo, se realizará una investigación de tipo bibliográfico para analizar la viabilidad de la energía nuclear como una energía de transición de los combustibles fósiles a las fuentes de energía renovables. Se buscará identificar las ventajas y desventajas de la energía nuclear, su eficiencia y rentabilidad económica, así como los impactos ambientales y sociales asociados.

Para llevar a cabo este estudio, se emplearán diversas fuentes de información, entre las que se incluyen:

Artículos científicos y revistas especializadas: se consultará información relacionada con la energía nuclear, la transición energética y el cambio climático.

Informes gubernamentales y de organizaciones internacionales: se analizarán informes de instituciones gubernamentales y organizaciones internacionales que proporcionen datos y estadísticas relevantes sobre la energía nuclear y su uso como una solución de transición.

Libros y publicaciones académicas: se revisarán libros de carácter académico y técnico sobre la energía nuclear, su tecnología y su implementación.

Medios de comunicación y divulgación científica: se recopilará información sobre la energía nuclear y su impacto en la sociedad a través de medios de comunicación y publicaciones de divulgación científica.

Además, entre los principales problemas que se abordarán en esta investigación se encuentran:

La evaluación de la seguridad y la gestión de residuos nucleares asociados a la utilización de la energía nuclear como una solución de transición.

Estudio de los impactos ambientales de la energía nuclear en comparación con los combustibles fósiles y las fuentes de energía renovables.

5.1. VENTAJAS DE LAS CENTRALES NUCLEARES

Se piensa que la energía nuclear es realmente contaminante y emite niveles de CO₂ elevados que perjudican al medio ambiente, pero esto no es cierto. Los procesos de fisión y generación de electricidad han sido declarados como uno de los más limpios para mitigar la producción de gases de efecto invernadero. A continuación se dan datos para verificarlo:

-La energía nuclear es una fuente de energía muy eficiente. En comparación con otras fuentes de energía, como los combustibles fósiles, las centrales nucleares tienen una mayor densidad energética y pueden producir grandes cantidades de electricidad con menos combustible.

-No se producen gases de efecto invernadero ni otros contaminantes atmosféricos durante la generación de electricidad, lo que las hace una fuente de energía limpia. El humo blanco que vemos salir desde las chimeneas no es un humo con gases contaminantes sino que se trata únicamente de vapor de agua.

-La radioactividad es algo peligroso cuando se está sometida a ella durante largos períodos o son de muy alta intensidad. Hay personas que creen que acercarse a una central nuclear podría ser dañino, perjudicial, hasta letal para su salud. Pero lo cierto es que: la World Health Organization, afirma que es más seguro trabajar en una planta nuclear que en una oficina situada en una ciudad grande, esta contiene contaminación urbana compuesta de: ozono, dióxido de sulfuro, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno... la cual genera hasta 7 millones de muertes anuales.

5.2. DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Al igual que la energía nuclear tiene ciertas ventajas también tiene una serie de desventajas:

-Los residuos nucleares: existen diferentes tipos de almacenamiento de residuos nucleares, dependiendo del nivel de radioactividad del material y del tiempo que se espera que sea necesario almacenarlos. Los residuos nucleares de alta actividad se almacenan temporalmente en piscinas, mientras que los residuos de baja y media actividad se pueden almacenar temporalmente en contenedores. El almacenamiento geológico profundo se utiliza para el almacenamiento definitivo de residuos nucleares, mientras que el almacenamiento en superficie también se utiliza para residuos de baja y media actividad.

-Otra notable desventaja que se tiene muy en cuenta son los accidentes nucleares que aunque es muy raro que se produzca uno son muy peligrosos. Sin embargo desde el accidente de Chernobyl las centrales cuentan con sistemas de seguridad muy sofisticados, en ellos se implementan diferentes metodologías como: diseños de seguridad: las centrales nucleares están diseñadas con múltiples barreras de seguridad que previenen la liberación de radiación y minimizan el riesgo de accidentes. Inspecciones y regulaciones: son inspeccionadas y reguladas regularmente por agencias gubernamentales para garantizar que cumplan con los estándares de seguridad. Entrenamiento: el personal que trabaja en las centrales nucleares recibe un entrenamiento riguroso. Respuesta a emergencias: las centrales nucleares tienen planes de respuesta a emergencias detallados y se realizan simulacros de emergencia regularmente.

-La producción de armas nucleares gracias a la energía atómica. La industria militar hizo uso de la energía atómica construyendo dos bombas atómicas o nucleares.

-El uso de la energía nuclear aumenta nuestra dependencia del uranio. Esto va a conllevar que sea más demandado y que haya una sobreexplotación hasta que no sean suficientes.

-Al mismo tiempo el punto anterior va a producir que el precio del uranio incremente al igual que está ocurriendo con los combustibles fósiles.

5.3. QUÉ HACER CON LOS RESIDUOS

Estrictos protocolos dictan los pasos a seguir para tratar y guardar desechos radiactivos de las centrales nucleares en función de si su actividad es baja, media o alta. El principal reto sigue siendo su almacenaje. Aunque a día de hoy se pueda reciclar y volver a utilizar un porcentaje del uranio, esto no sería una opción del todo viable. El proceso por el cual se hace, emite como desecho plutonio el cual puede ser fácilmente utilizado para la creación de armas nucleares. Esto sustenta más la parte política y humana, la cual en realidad no debería de intervenir si se está hablando de la condición de nuestro planeta.

Existen diferentes tipos de almacenamiento de residuos nucleares, dependiendo del nivel de radioactividad del material y del tiempo que se espera que sea necesario almacenarlos. Los residuos nucleares de alta actividad se almacenan temporalmente en piscinas, mientras que los residuos de baja y media actividad se pueden almacenar temporalmente en contenedores. El almacenamiento geológico profundo se utiliza para el almacenamiento definitivo de residuos nucleares, mientras que el almacenamiento en superficie también se utiliza para residuos de baja y media actividad.

Pero aún siguiendo estas metodologías y protocolos la contaminación más común, que se extiende por tierra, mar y aire, siempre tiene un denominador en común: la actividad de la especie humana. Los diferentes tipos de contaminación van desde las basuras incontroladas, los humos de los coches o los vertidos de aguas residuales, así como otras menos evidentes como la genética en los cultivos o la alteración de los paisajes.

Aunque no todo es malo, Finlandia está implementando actualmente el método de almacenamiento geológico profundo para sus residuos nucleares de alta actividad. El sitio seleccionado para el almacenamiento se llama Olkiluoto y se encuentra en la costa oeste de Finlandia. El almacenamiento de residuos nucleares en Olkiluoto se realiza en un depósito subterráneo a 420 metros de profundidad, en una formación geológica de granito conocida como "bedrock". El diseño del depósito incluye barreras múltiples, como recipientes de cobre, empaquetamiento de escombros de granito, y una capa de arcilla en el fondo del depósito, para aislar los residuos nucleares del medio ambiente y prevenir la liberación de la radiación. La construcción del depósito se inició en 2004 y se espera que esté operativo a partir del año 2023. El almacenamiento geológico profundo se considera una opción segura y efectiva para el almacenamiento a largo plazo de residuos nucleares de alta actividad.

5.4. COMPARACIÓN ENTRE UNA CENTRAL NUCLEAR Y UNA ELÉCTRICA

-Económicamente.

Las centrales eléctricas son un componente clave de nuestra infraestructura crítica. Un factor fundamental que afecta a la rentabilidad de las centrales eléctricas es el coste total de construcción de las mismas son intrínsecamente complejos. Los costes de construcción de las nuevas centrales eléctricas varían mucho en función del tipo de tecnología de generación de electricidad que utilicen. Las instalaciones de generación de electricidad que consumen combustible y las que no lo hacen tienen costes de construcción sustancialmente diferentes.

-Además, los costes de construcción de las nuevas centrales eléctricas se ven moderados por una serie de otros factores. Algunos de estos factores son inherentes a la propia industria productora de energía. Por ejemplo, el entorno normativo, el acceso a las infraestructuras y el coste de la tecnología que soporta la central influyen en el coste final de construcción. También es importante entender cómo la dinámica actual del sector de la construcción en su conjunto puede afectar a los costes de construcción de las centrales. Esto incluye la volatilidad de los componentes de los materiales básicos para las centrales eléctricas, como el acero o los metales, así como la escasez existente de mano de obra cualificada en el sector de la construcción.

- Los costes de construcción pueden variar mucho según se trate de centrales eléctricas de carbón o de centrales alimentadas por gas natural, energía solar, eólica o nuclear. Se tienen en cuenta también otros factores como los costes de mantenimiento continuo y la demanda futura, para determinar una tasa de rendimiento favorable. Por ello, un breve análisis de los costes reales de construcción de diferentes tipos de centrales eléctricas es un punto de partida útil antes de explorar otras dinámicas que influyen en los costes de construcción de las centrales. El acceso a los recursos que impulsan la producción de energía puede tener un gran impacto en los costes de construcción. Recursos como la energía solar, la eólica y la geotérmica están distribuidos de forma desigual y el coste de acceso y desarrollo de estos recursos aumentará con el tiempo. Los costes de construcción de las centrales eléctricas se presentan como el coste en dólares por Kilovatio.

El aumento de los costes laborales en el sector de la construcción también está contribuyendo al aumento de los costes de la construcción. En el caso de los proyectos de construcción de centrales eléctricas cerca de los centros urbanos, el acceso a la mano de obra cualificada puede ser limitado y tener un precio elevado.

-Duración de los residuos.

La vida de diseño de una central nuclear, habitualmente 40 años, es el tiempo mínimo desde su puesta en funcionamiento durante el cual se espera que la instalación funcione con plena seguridad y rentabilidad. Este tiempo coincide con el necesario para amortizar la inversión, por tanto un tiempo menor de vida no haría rentable el proyecto. En cambio, la vida útil de una central nuclear es el tiempo durante el cual la instalación puede funcionar de forma segura y económicamente viable, cumpliendo todos los requisitos establecidos en la normativa vigente.

Por tanto, la vida útil puede ser mayor que la vida de diseño, aunque para ello es necesario cumplir una serie de estrictos requisitos. En España no existe ninguna limitación previa de tiempo, salvo la que imponga el regulador, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), por criterios técnicos.

En EEUU, el 90% de las centrales nucleares tienen permiso para operar durante 60 años, 4 reactores ya han solicitado permiso para 80 años y otros 4 han comunicado su intención de hacerlo.

La estimación de la producción de los residuos sólidos es cercana al medio millón de toneladas anuales por central.

5.5. EFICIENCIA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

En este apartado se ha estudiado detalladamente el uso de energías renovables como abastecedores de la ciudad de Córdoba, en ella se han tenido en cuenta varios factores que alteran la productividad, además de su costo.

Si se tiene en cuenta tanto el consumo eléctrico como el térmico (obviamos transporte), según el estudio realizado por el director de **Relaciones Institucionales de Endesa Andalucía y Extremadura, Rafael Sánchez, para el libro Energía y ciudades del Club Español de la Energía**, Córdoba se encuentra dentro de la media, con **10,7 Mwh utilizados por hogar**, que son los mismos que gastan otras ciudades españolas.

La Consejería de Economía, Hacienda y Fondos Europeos de la Junta de Andalucía estableció en 2020 una población de **319.515 habitantes** para Córdoba.

Suponiendo que estos habitantes se distribuye en unidades familiares de 4 miembros de media, supondría unos 79.879 hogares.

Para una ciudad como Córdoba, supondría un consumo de **854.702,625 MWh=3,08·10¹⁵ J= 3.08·10¹² KJ**

Teniendo en cuenta estos datos, los factores son los siguientes:

- ¿Cuánto produce un panel solar por m²?

Pongamos que tienes una placa solar 400W y que mide 2 metros de largo y 1 metro de ancho. Es decir, en condiciones óptimas, quiere decir que ese panel puede llegar a generar 400W.

Si hemos dicho que, en condiciones óptimas, el sol aporta 1.000W/m², tendríamos lo siguiente:

Superficie del panel: 2m²

Potencia del panel: 400W

Irradiancia: 1000W/m²

- Eficiencia del panel:

Recuerda, no hay que confundir Rendimiento con Eficiencia. El rendimiento es el comportamiento empírico que va a tener el panel solar en condiciones de trabajo, pero la eficiencia es otra cosa:

$(\text{Potencia de Salida del panel}) / (\text{Irradiancia en STC}) * (\text{Superficie en m}^2 \text{ del panel}) = 400\text{W} / (1000\text{W}/\text{m}^2 \times 2\text{m}^2) = 0,20 \rightarrow 20\% \text{ de Eficiencia}$

O dicho en otras palabras, ese panel solar aprovecha el 20% de la energía solar que incide sobre él. Y eso si no hablamos de cómo afecta la inclinación de los paneles solares.

Al haber calculado el rendimiento, se ha decidido implementar una topología de datos acerca de Córdoba; donde se tiene en cuenta la población, horas de sol, consumo energético...

Producción por una placa solar de alta eficiencia energética: 200W

Consumo energético anual de Córdoba: $3,08 \cdot 10^{15}$ J/año

Consumo energético diario: $8,44 \cdot 10^{12}$ J/días

Días de sol anuales: 300 días

Consumo energético en días soleados: $1,03 \cdot 10^{13}$

Horas de sol anuales: 3316 horas

Horas de sol diarias: 9 horas

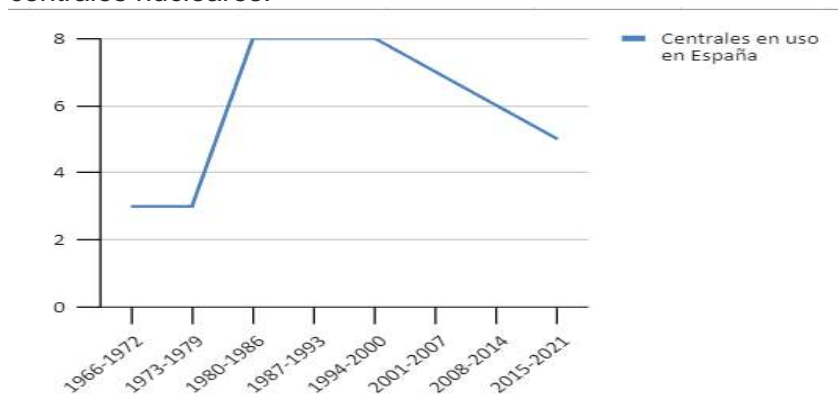
A continuación se muestra el tamaño en metros cuadrados que se deberían de poner para abastecer la ciudad de Córdoba, esta comparativa muestra que la energía solar como fuente de energía renovable definitiva no es viable.

$$1,03 \cdot 10^{13} \text{ W} \cdot s \frac{J}{\text{día}} \frac{1 \text{ día}}{9 \text{ h}} \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \frac{1 \text{ m}^2}{200 \text{ W}} = 15,895,006 \text{ m}^2 = 177 \text{ campos de fútbol}$$

Pasando al coste, suponiendo que se utilizan paneles solares de 400W, cada m² cuesta una media de 761€. Si multiplicamos el coste singular por los m² que se deben de utilizar, obtenemos un total de: 11,92 billones de €

5. RESULTADOS

5.1. En primer lugar hemos observado que las centrales nucleares en España no están avanzando sino descendiendo en número. Cuando más centrales nucleares hubo en España fue en los años 1980 hasta el año 2000 a partir del cual dejaron de funcionar 3 centrales nucleares.



-En la siguiente tabla vemos que desde el año 2007 ha habido una reducción en el uso de la energía que usa combustibles fósiles hasta un 35% en los últimos 13 años frente a la energía nuclear ha aumentado un 4% en este periodo.

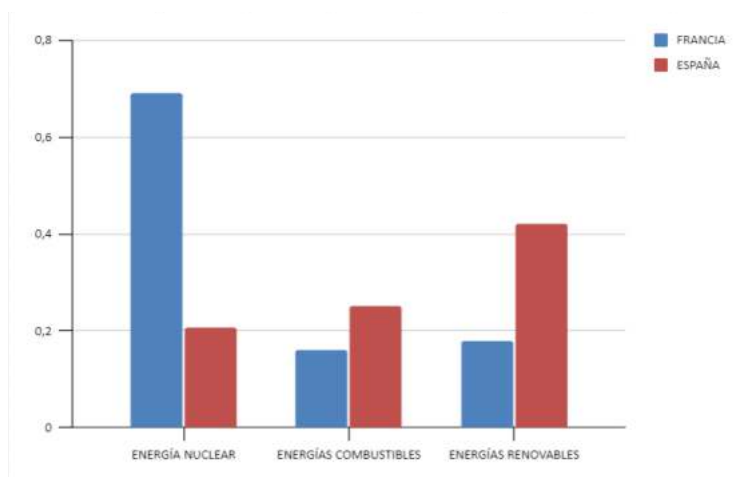


5.2. Comparamos al país europeo que más energía usa que es Francia, este país tiene una estrategia característica que lleva activa desde 1970, qué es la siguiente:

El gobierno francés ha promovido activamente la energía nuclear como una forma de garantizar la seguridad energética del país y reducir su dependencia de los combustibles fósiles importados. Además, la energía nuclear es una fuente de energía limpia que no emite dióxido de carbono, lo que ayuda a Francia a cumplir sus objetivos de reducción de emisiones.

La estrategia francesa también ha incluido la inversión en la innovación tecnológica, lo que da lugar a la construcción de plantas nucleares más seguras y eficientes. Además, Francia ha desarrollado una capacidad significativa en la gestión de residuos nucleares y ha invertido en la investigación y el desarrollo de tecnologías de energía renovable, lo que sugiere que su transición hacia fuentes de energía más limpias y renovables se encuentra en curso.

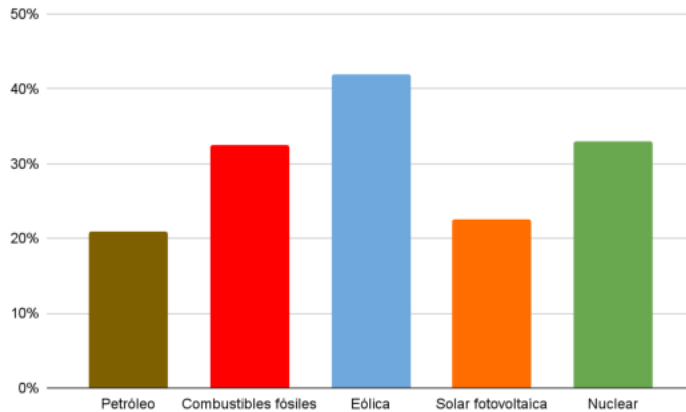
En resumen, la estrategia de Francia para la energía nuclear ha sido una combinación de inversión a largo plazo, innovación tecnológica y promoción activa de la energía nuclear como una fuente de energía limpia y segura. Esto ha permitido a Francia obtener una cantidad significativa de su energía de las plantas nucleares y avanzar hacia un futuro más sostenible.



5.3. En la siguiente tabla se muestra el rendimiento de cada tipo de energía.

Como se muestra en la tabla la energía que más rendimiento energético tiene es la energía eólica que es un tipo de energía renovable. Como podemos observar los

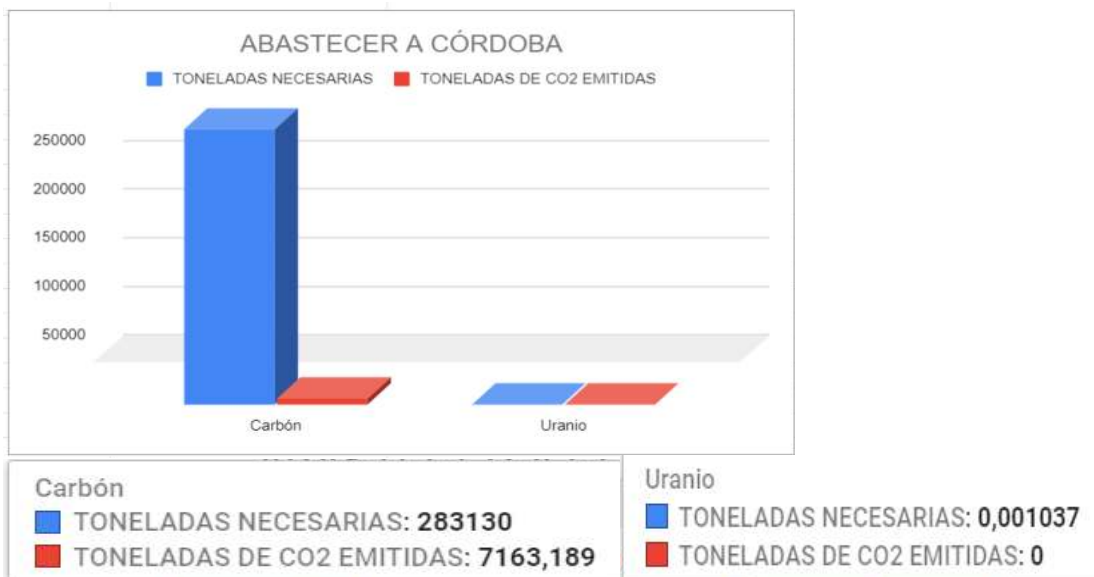
combustibles fósiles tienen casi el mismo porcentaje de rendimiento energético (32.05%)



5.4. Esta tabla comparativa muestra las toneladas necesarias de uranio y carbón para abastecer energéticamente nuestra ciudad, Córdoba.

Con los resultados obtenidos podemos observar que las toneladas de carbón son superiores a las de uranio que necesitamos para abastecer a Córdoba, por lo cual haría falta menos recursos para la energía nuclear que para la energía combustible.

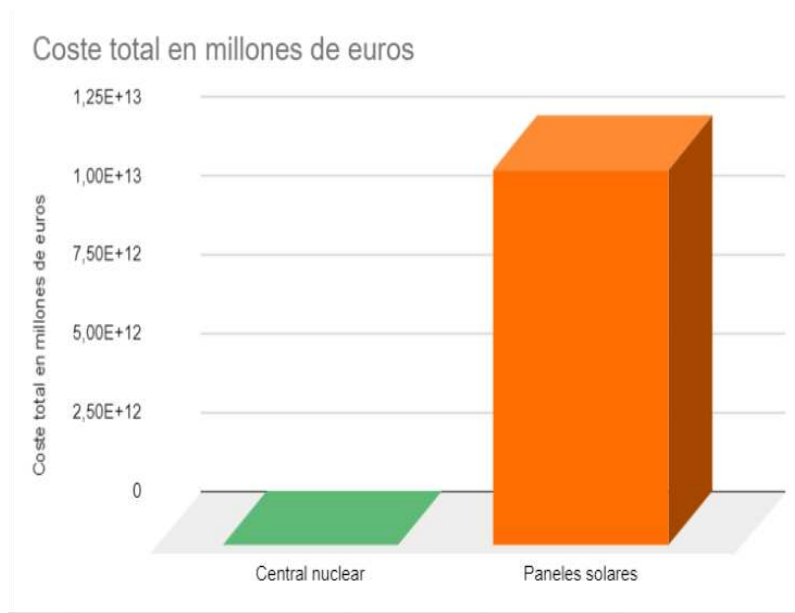
Al mirar por el medio ambiente se ha calculado que la emisión total de toneladas de CO2 del carbón es superior como era de esperar ya que las centrales nucleares tienen una nula emisión de CO2.



5.5. Para finalizar esta investigación se ha comparado el precio para calcular el mismo número de Kw usando energía nuclear y paneles solares.

Tras esta comparación se ha deducido que la energía nuclear es más barata que la energía solar. Esto se debe a que la cantidad de Kw que se han usado para comparar

se abastece solamente con una central nuclear y hacen falta 9.928.000.000.000.000 paneles solares.



7. CONCLUSIONES

A continuación, se presentan algunas posibles conclusiones que podrían surgir de dicha investigación:

-La energía nuclear tiene ventajas significativas en términos de eficiencia energética, emisiones de gases de efecto invernadero y seguridad energética en comparación con los combustibles fósiles. Estas ventajas pueden justificar su uso como una solución de transición.

-Esta también tiene desventajas importantes, como la gestión de residuos radiactivos, el alto costo de construcción y mantenimiento, y los posibles riesgos asociados a accidentes nucleares. Estos factores pueden limitar la viabilidad de la energía nuclear como una solución de transición.

-Para que la energía nuclear sea una solución viable de transición, es necesario abordar cuestiones críticas como la gestión de residuos radiactivos, la seguridad nuclear, la aceptación social y la rentabilidad económica.

-La energía nuclear no es la única opción para una transición energética sostenible, y se debe considerar una combinación de fuentes de energía renovable para alcanzar una transición energética equilibrada y sostenible.

-Podemos ver que aunque España no está en el top de uso de la energía nuclear está sirviendo actualmente de energía de transición. Hasta 2035 que sea el apagón nuclear es una buena opción de transición, sin embargo hay mucho tiempo para desarrollar más esta energía antes de esta fecha.

-Todavía queda mucho camino para poder hacer desaparecer la energía combustible en España ya que todavía abastece a un 25% de la población.

8. AGRADECIMIENTOS

En nombre de los miembros de este proyecto, nos gustaría agradecer, en primer lugar, a nuestra coordinadora y profesora de Tecnología, María Dolores Ocaña, quien nos guió, enseñó y aportó todo su conocimiento y atención, así como dedicación a la elaboración de este proyecto.

Además nos gustaría agradecer a la Consejería de Educación por permitirnos participar en este proyecto innovador. A Fidiciencia por permitirnos formar parte de él y al programa Erasmus +.

9. WEBGRAFÍA

- <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-paneles-solares-como-funcionan-y-cual-es-su-futuro/>
- <https://www.ineaf.es/tribuna/ventajas-desventajas-energia-nuclear>
- <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/como-se-gestionan-los-residuos-nucleares-tipos-de-residuos-y-almacenamiento/>
- http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/sig/mapas_tematicos/01_emisiones_co2_centrales_termicas/met_co2_centrales_2018.pdf
- <http://datos.energia.gob.ar/dataset/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>
- <https://proest.com/es/construccion/estimaciones-de-costes/centrales-electricas/>
- <https://www.xataka.com/energia/derribando-mito-40-anos-vida-central-nuclear-vida-util-frente-a-vida-diseno>
- <https://www.ecologistasenaccion.org>
- <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-electricas-convencionales/central-termica-convencional>
- <https://icaen.gencat.cat/es/energia/formes/electricitat/tecnologies/nuclear>
- https://www.iaea.org/sites/default/files/20405894458_es.pdf
- <https://www.edfenergy.com/energywise/what-are-advantages-nuclear-energy>
- <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained>
- <https://education.nationalgeographic.org/resource/nuclear-energy/>
- <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>
- https://as.com/diarioas/2022/03/14/actualidad/1647254037_125497.html