

Análisis Técnico sobre el Impacto del Cierre de la Central Nuclear de Almaraz: Consecuencias Energéticas, Ambientales y Económicas

1 Introducción

1.1 Contexto y Objetivo del Informe

El presente informe técnico, elaborado por el **Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales (CGCOII)**, tiene como propósito analizar el impacto del cierre programado de la **Central Nuclear de Almaraz**, previsto para 2027 (Unidad I) y 2028 (Unidad II), en el contexto del **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030**.

Cabe destacar que el **objetivo de este informe** no es debatir sobre la conveniencia de construir nuevas centrales nucleares en España, ya que esta es una cuestión que requiere un **análisis a largo plazo** dentro de un marco energético, económico y social más amplio. La discusión sobre la incorporación de nuevas infraestructuras nucleares implica decisiones estratégicas que deben considerar múltiples factores, como la inversión en nuevas tecnologías, la planificación energética del país y el consenso social.

El foco de este análisis se centra exclusivamente en la decisión de cerrar el parque nuclear existente sin contar con una alternativa clara y viable, tanto medioambiental como económicamente viable. Eliminar una fuente de generación estable sin un reemplazo claro supone un riesgo para el suministro y los objetivos climáticos, que debe analizarse con rigor técnico. En este sentido, el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales **considera fundamental que cualquier decisión sobre el cierre de las centrales nucleares se base en criterios objetivos y en un análisis exhaustivo de sus implicaciones en el sistema energético nacional.**

Por ello, el CGCOII considera que **no existen razones técnicas ni medioambientales** que justifiquen el cierre de las centrales y que esta decisión **puede tener graves repercusiones en la seguridad del suministro eléctrico, las emisiones de CO₂ y los costes energéticos.**

1.2 El Papel de la Energía Nuclear en España

La energía nuclear es un pilar fundamental en el mix energético español:

- En 2023, las centrales nucleares generaron **el 20,3% de la electricidad consumida en España**, a pesar de representar solo el **5,6% de la capacidad instalada.**

- Se trata de una **fuentes de energía de base**, que **proporciona generación continua y estable**, complementando la intermitencia de las energías renovables.
- Su eliminación obligaría actualmente a reemplazar su producción con **centrales de ciclo combinado a gas natural**, con consecuencias directas en términos de emisiones y coste de generación.
- La única alternativa viable para sustituir esta capacidad de generación sería el **almacenamiento de energía renovable**, pero actualmente estas tecnologías cuentan con una **capacidad instalada muy limitada** y aún no son una opción madura ni competitiva desde el punto de vista técnico y económico.

1.3 Justificación del Informe

Dada la relevancia de la energía nuclear en el sistema eléctrico español y los posibles impactos negativos derivados de su cierre, este informe busca:

1. **Evaluar la situación actual de la Central Nuclear de Almaraz**, su estado operativo y sus aportes al sistema eléctrico.
2. **Analizar las consecuencias del cierre en términos de suministro energético, emisiones y costes económicos.**
3. **Comparar la estrategia de España con la de otros países**, que han apostado por mantener e incluso ampliar su capacidad nuclear.
4. **Presentar argumentos técnicos y económicos** que respalden la reconsideración del cierre de la central.

Este análisis se basa en datos oficiales, estudios comparativos internacionales y consideraciones técnicas del **Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)** y otras entidades especializadas.

El **CGCOII** considera que una decisión de esta magnitud debe basarse en **criterios técnicos y científicos**, garantizando la sostenibilidad y la estabilidad del sistema eléctrico español.

2 Situación Actual de la Central Nuclear de Almaraz

2.1 Datos Generales

La **Central Nuclear de Almaraz**, ubicada en la provincia de Cáceres, España, es una de las instalaciones más importantes del sistema eléctrico nacional. Está compuesta por **dos reactores de agua a presión (PWR)** con una capacidad total instalada de **2.079 MW**.

- **Año de puesta en marcha:** 1981 (Unidad I) y 1983 (Unidad II).
- **Propietarios:** Iberdrola (53%), Endesa (36%) y Naturgy (11%).
- **Operador:** Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (CNAT).

- **Licencia de operación:** Autorizada hasta **noviembre de 2027 (Unidad I) y octubre de 2028 (Unidad II)**.

2.2 Producción y Contribución al Sistema Eléctrico

A pesar de representar **solo el 5,6% de la potencia instalada en España**, la energía nuclear tiene un papel clave en el suministro eléctrico. En el caso de C.N. Almaraz:

- **Producción en 2023: 15.655 GWh**, equivalente al **7% de la demanda eléctrica nacional**, suficiente para abastecer a **4 millones de hogares**.
- **Eficiencia operativa:** La central ha operado con un **factor de capacidad superior al 85%¹**, lo que demuestra su fiabilidad y rendimiento.
- **Evita la emisión de CO₂:** C.N. Almaraz ha evitado la emisión de aproximadamente **5,5 millones de toneladas de CO₂** en 2023, contribuyendo a la descarbonización.

2.3 Seguridad y Fiabilidad Operativa

La **Central Nuclear de Almaraz** cumple con los más altos estándares de seguridad y fiabilidad operativa, respaldados por evaluaciones continuas del **Consejo de Seguridad Nuclear** y organismos internacionales como la **Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO)**.

1. Evaluaciones de Seguridad y Autorización de Explotación

La central ha sido sometida a revisiones técnicas exhaustivas para garantizar su operatividad en condiciones seguras:

- **Autorización de Explotación:** El CSN ha renovado la licencia de C.N. Almaraz hasta **2027 para la Unidad I y 2028 para la Unidad II**, confirmando que la central cumple con todos los requisitos regulatorios y de seguridad.
- **Revisión Periódica de Seguridad (RPS):** Evaluaciones sistemáticas incluyen:
 - Análisis de la **experiencia operativa acumulada (2009-2018)**.
 - Revisión del **Estudio Probabilista de Seguridad**, que evalúa la probabilidad de incidentes y su impacto.
 - Examen del **envejecimiento de estructuras y componentes críticos** para prevenir fallos operativos.

¹ El 15% restante de la capacidad operativa se debe, principalmente, a las paradas de recarga programadas para realizar el cambio de combustible, así como a la ejecución de diversas actividades de mantenimiento preventivo. Estas paradas, planificadas con antelación, garantizan el correcto funcionamiento, la seguridad y la eficiencia de la central, asegurando su continuidad operativa conforme a los estándares exigidos por el Consejo de Seguridad Nuclear y organismos internacionales como la Asociación Mundial de Operadores Nucleares.

- Gestión de **residuos radiactivos y combustible gastado**, asegurando un almacenamiento y disposición adecuados.

El CSN ha considerado satisfactorios estos análisis, confirmando que **no existen riesgos técnicos ni estructurales que impidan la continuidad de la operación**.

2. Sistemas de Seguridad y Procedimientos de Emergencia

Para garantizar la máxima seguridad en su operación, Almaraz cuenta con un **Plan de Emergencia Interior actualizado**, sometido a revisiones periódicas, y una infraestructura de seguridad robusta que incluye:

- **Sistema de protección ante eventos extremos**, con redundancia operativa para garantizar el funcionamiento en situaciones adversas.
- **Protección contra inundaciones internas**, mediante mejoras en los análisis deterministas y sistemas de aspersión.
- **Calificación ambiental de equipos mecánicos y eléctricos**, asegurando su operatividad en condiciones extremas.

Estos sistemas y procedimientos posicionan a C.N. Almaraz en la **categoría más alta de seguridad** según la **WANO**, lo que refleja su desempeño ejemplar y su alineación con las mejores prácticas internacionales en seguridad nuclear.

3. Gestión del Envejecimiento y Mantenimiento Preventivo

Para asegurar su continuidad operativa, C.N. Almaraz aplica un **Programa de Gestión de Vida (PGV)**, revisado cada cuatro años, que considera:

- **Evaluación del envejecimiento** de materiales clave, mitigando efectos como **fragilización, corrosión y fatiga térmica** en estructuras esenciales.
- **Monitorización y mantenimiento de componentes clave**, incluyendo la **vasija del reactor, generadores de vapor y tuberías de contención**.
- **Gestión del Envejecimiento**: De acuerdo con la Instrucción de Seguridad IS-22, C.N. Almaraz entregó el Plan Integral de Evaluación y Gestión del Envejecimiento (PIEGE), conjunto de estudios de gestión del envejecimiento que permiten garantizar, de forma razonable, la funcionalidad de los elementos importantes para la Seguridad (IS) considerando el periodo de explotación a largo plazo.

Estos programas han permitido que **reactores similares en otros países hayan extendido su vida útil hasta los 60 años o más** sin comprometer la seguridad.

4. Gestión de Residuos Radiactivos y Combustible Gastado

C.N. Almaraz dispone de un **plan de almacenamiento de residuos de alta actividad**, con medidas estrictas para la **gestión, transporte y disposición segura** del material radiactivo.

- Se han implementado protocolos que cumplen con la normativa del **Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)** y del **CSN**, garantizando que los residuos se manipulen de manera segura y sin riesgo ambiental.
- El almacenamiento de combustible gastado sigue los criterios de **máxima seguridad**, minimizando cualquier impacto a largo plazo.

2.4 Legislación y Posibilidades de Extensión de la Vida Útil

En España, la legislación **no establece un límite máximo de operación para las centrales nucleares**, siempre que cumplan con los requisitos de seguridad del CSN.

- En otros países como Holanda, Suiza, Estados Unidos y Suecia, **reactores prácticamente idénticos a los de C.N. Almaraz han extendido su vida útil hasta los 60 años o más**, lo que indica que **técnicamente es viable su continuidad**.
- La **evaluación del envejecimiento** ha demostrado que la infraestructura de la central puede seguir operando sin riesgos con las adecuadas inversiones en mantenimiento.

3 Impacto Técnico y Energético del Cierre

El cierre de la **Central Nuclear de Almaraz** supondrá una reducción significativa en la capacidad de **generación libre de emisiones** en España. Aunque las **centrales de ciclo combinado** pueden operar de forma continua y flexible, al igual que la nuclear, su sustitución implica una **transición de una fuente sin emisiones de CO₂ a una tecnología altamente emisora**, con **repercusiones directas** en la huella de carbono del sistema eléctrico y en el cumplimiento de los compromisos climáticos. Además, el **aumento de la dependencia del gas natural** introduce una mayor **volatilidad en los costes energéticos**, al estar sujeto a fluctuaciones del mercado y a factores geopolíticos.

3.1 Sustitución de la Capacidad de Generación Nuclear

La energía nuclear ha sido históricamente una fuente de generación **fiable, constante y sin emisiones de CO₂**. En el caso de C.N. Almaraz, su producción de **15.655 GWh anuales** representa aproximadamente el **7% de la demanda eléctrica nacional**.

Dado que las energías renovables (eólica, solar e hidráulica) son **intermitentes y dependen de factores climáticos**, **no pueden reemplazar directamente la generación nuclear**. La única alternativa capaz de suministrar **electricidad de manera continua y estable** es la **generación con gas natural en centrales de ciclo combinado**.

Principales consecuencias de esta sustitución:

- **Mayor consumo de gas natural:** España deberá aumentar la producción de electricidad con **centrales de ciclo combinado**, lo que incrementará la **dependencia de importaciones de gas**.

- **Volatilidad de precios:** El precio del gas depende de **factores externos e inestabilidad geopolítica**, lo que podría traducirse en un aumento de los costes eléctricos.
- **Impacto en la transición energética:** La sustitución de una fuente sin emisiones de CO₂ por una que **sí genera gases de efecto invernadero** es un retroceso en los objetivos de descarbonización.
- **Afección en los derechos de emisión de CO₂:** La sustitución de la energía nuclear por gas natural incrementará las emisiones de CO₂, elevando la demanda de derechos de emisión en el mercado europeo, lo que encarecerá los costes energéticos para la industria y los consumidores finales, afectando la competitividad económica del país.

3.2 Consecuencias para el Mix Energético Nacional

La eliminación de C.N. Almaraz impactará en el equilibrio del mix energético español en **tres áreas clave:**

1. Pérdida de generación estable (tecnología de base),

- La **energía nuclear opera de manera continua** y no depende de factores externos, como pueden ser las importaciones de gas natural, garantizando un suministro eléctrico estable.
- Su eliminación **reducirá la capacidad de generación base** en España, en caso de que la capacidad de generación se sustituya por sistemas de almacenamiento tal y como prevé el actual Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2023-2030), aumentando la vulnerabilidad ante picos de demanda.
- Esto puede generar **mayor presión sobre el sistema eléctrico**, con posibles impactos en la estabilidad de la red.

2. Incremento de la intermitencia en el sistema eléctrico

- Las energías renovables (eólica y solar) son intermitentes y no pueden garantizar una **generación constante las 24 horas del día**.
- Sin una fuente estable como la nuclear, el sistema dependerá en mayor medida de **condiciones climáticas**, lo que podría generar **desajustes en el suministro**.
- La **infraestructura de almacenamiento energético** (baterías o bombeo hidráulico) aún no está lo suficientemente desarrollada técnicamente para compensar esta intermitencia y su coste económico es incierto, por no ser tecnologías maduras (a diferencia de las tecnologías de generación actuales) y desconocerse el comportamiento futuro de este tipo de baterías por pérdida de capacidad de almacenamiento con los ciclos de uso..

3. Mayor dependencia de importaciones eléctricas

- España **dependerá más de las interconexiones eléctricas con Francia**, que obtiene la mayor parte de su electricidad de **centrales nucleares**.

- Esto genera una paradoja: **se cierran centrales en España mientras se importa electricidad nuclear desde Francia.**

3.3 Experiencias Internacionales: Comparación con Alemania y Francia

Para entender las consecuencias del cierre de las nucleares, es relevante analizar experiencias en otros países europeos.

Caso de Alemania: Un Error Estratégico

Alemania implementó su programa de cierre nuclear (*Energiewende*) en los últimos años, apostando por renovables y eliminando completamente la energía nuclear en 2023.

Consecuencias del cierre nuclear en Alemania:

- **Aumento del uso de combustibles fósiles:** Alemania **reemplazó la generación nuclear con centrales de carbón y gas**. Si Alemania hubiese mantenido el parque nuclear, **su generación libre de emisiones en 2024 podría haber sido del 94%**, desplazando casi por completo la generación fósil.
- Con un 61% de generación renovable, **el nivel de emisiones de Alemania es muy superior al de países con menos generación renovable**, pero con parque nuclear, como Francia, Bélgica o España.
- **Dependencia del gas ruso:** Antes de la crisis energética derivada de la guerra en Ucrania, Alemania **importaba grandes cantidades de gas ruso** para alimentar sus centrales de ciclo combinado.
- **Incremento en los precios de la electricidad:** Sin la energía nuclear, **los costes eléctricos aumentaron considerablemente**, afectando la competitividad industrial. Si el parque nuclear que estaba en funcionamiento en 2010 no se hubiera cerrado, el precio medio de la electricidad en Alemania sería 18 €/MWh más bajo²
- **Mayor vulnerabilidad energética e impacto ambiental:** En situaciones de alta demanda o crisis geopolíticas, Alemania se ha visto obligada a **reabrir centrales de carbón**, lo que contradice sus objetivos climáticos.
- **Impacto económico:** Estudios recientes estiman que Alemania **podría haber ahorrado más de 300.000 millones de euros** si hubiese mantenido su parque nuclear operativo.

Este caso demuestra que eliminar la energía nuclear **sin una alternativa fiable y sostenible** genera **efectos negativos en el suministro, el coste de la energía y las emisiones de CO₂**.

² <https://www.pwc.es/es/publicaciones/energia/decalogo-energia-nuclear/alemania-energia-nuclear-consecuencias-cierre-parque-nuclear.html>

Caso de Francia: Un Modelo de Estabilidad Energética

Francia ha mantenido una política energética basada en **la energía nuclear como pilar de su mix energético**.

Principales resultados:

- **70% de la electricidad de Francia proviene de centrales nucleares**, lo que garantiza una producción estable y sin emisiones de CO₂.
- **Precios más bajos y estables** para consumidores e industrias, en comparación con otros países europeos.
- **Práctica independencia de combustibles fósiles**, reduciendo la volatilidad en costes energéticos y el impacto ambiental.
- **Estrategia de modernización**: Francia ha optado por **renovar y prolongar la vida útil de sus centrales nucleares** en lugar de cerrarlas, alineándose con la taxonomía verde de la UE.

El caso francés **demuestra que la energía nuclear sigue siendo una solución viable y eficiente para garantizar estabilidad, bajos costes y sostenibilidad en el mix energético**.

4 Impacto Ambiental del Cierre

El cierre de la Central Nuclear de Almaraz **tendrá un impacto directo en las emisiones de CO₂ en España**, afectando los compromisos de reducción de gases de efecto invernadero y la estrategia de transición energética. Sustituir su capacidad de generación con **centrales de ciclo combinado a gas natural** no solo aumentará la contaminación, sino que también **contradecirá las directrices energéticas de la Unión Europea**.

4.1 Aumento de Emisiones de CO₂

La energía nuclear es una fuente de generación eléctrica que **no emite CO₂ ni otros gases contaminantes** durante su operación. Su cierre obligará a España a cubrir la demanda con **otras fuentes de energía de base**, cuya única alternativa viable es **el gas natural**.

Sustitución de C.N. Almaraz por gas natural

Si C.N. Almaraz cierra en 2027-2028, **su producción será reemplazada en gran parte por centrales de ciclo combinado** que utilizan gas natural. Este cambio generará:

- **20 millones de toneladas adicionales de CO₂ al año**, equivalente al **8,7% del total de emisiones de España**.
- Un retroceso en la descarbonización del sistema eléctrico español, lo que hará **más difícil alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de la UE**.

- Un **mayor uso de combustibles fósiles importados**, aumentando la dependencia energética del país.

El cierre de la central **elimina una fuente de energía limpia y confiable**, lo que **no contribuye a la lucha contra el cambio climático, sino que la empeora**.

Comparación con las Emisiones del Parque Automovilístico

Para dimensionar el impacto de este aumento de emisiones, la cantidad de CO₂ generada por la sustitución de C.N. Almaraz equivale a:

- **Las emisiones anuales de más de 8 millones de coches en circulación.**
- Un aumento en la huella de carbono **casi 6 veces superior** al de todo el sector del **transporte aéreo en España.**

España ya enfrenta dificultades para cumplir con los compromisos climáticos del **Pacto Verde Europeo** y el **Acuerdo de París**. El cierre de C.N. Almaraz **agravará aún más el problema**, forzando al país a **compensar el aumento de emisiones con medidas adicionales** en otros sectores, lo que podría derivar en **mayores impuestos al carbono o restricciones industriales**.

4.2 Contradicciones con la Política Energética de la UE

Mientras España impulsa el cierre de su parque nuclear, **otros países europeos han optado por mantener e incluso expandir su capacidad nuclear** como parte de sus estrategias de transición ecológica.

La Energía Nuclear en la Taxonomía Verde Europea

En julio de 2022, la **Unión Europea incluyó la energía nuclear en la taxonomía verde**, reconociéndola como una **fuentes sostenible y necesaria para la descarbonización**.

Esta decisión se basó en criterios técnicos que avalan que la energía nuclear:

- **No emite CO₂ durante la generación.**
- **Proporciona estabilidad al sistema eléctrico.**
- **Reduce la dependencia de combustibles fósiles.**

Pese a este reconocimiento oficial de la UE, España mantiene su plan de cierre nuclear, una decisión **contradictoria con las estrategias energéticas de sus socios europeos**.

Países Europeos que Mantienen o Amplían su Capacidad Nuclear

- **Francia:** Ha renovado la vida útil de sus reactores y planea construir **seis nuevas centrales nucleares**.

- **Finlandia:** Ha inaugurado un nuevo reactor (Olkiluoto 3) y considera expandir su parque nuclear.
- **Suecia y Bélgica:** Han revertido planes de cierre y **decidieron prolongar la vida útil de sus reactores.**
- **Reino Unido:** Construcción en curso de **Hinkley Point C**, un nuevo reactor de última generación.

En contraste, España **está eliminando una tecnología limpia y estable sin una alternativa sólida que la reemplace**, lo que **debilita su posición en el escenario energético europeo.**

5 Impacto Económico

El cierre de la Central Nuclear de Almaraz tendrá **consecuencias directas en el coste de la electricidad en España**, no solo por la eliminación de una fuente de generación eficiente y estable, sino también por la necesidad de sustituirla con tecnologías más costosas y dependientes de factores externos y, en el caso del almacenamiento, por tecnologías no maduras y sin testar de manera completa en todo su ciclo de vida.

5.1 Aumento de los Costes de Generación Eléctrica

La energía nuclear se caracteriza por ser una **fuentes de generación con costes estables y predecibles**, dado que su operación **no depende de la volatilidad de los mercados internacionales** de combustibles fósiles. Su cierre forzarán a España a recurrir a **centrales de ciclo combinado a gas natural**, lo que tendrá las siguientes repercusiones:

- **Mayor coste de generación:** La electricidad generada con gas natural **es más cara que la nuclear**, debido a los costes de compra del gas y los derechos de emisión de CO₂.
- **Aumento de la volatilidad en los precios:** El precio del gas está sujeto a **fluctuaciones en los mercados internacionales**, lo que puede generar **incrementos en el coste de la electricidad** en función de la situación geopolítica y la oferta global.
- **Impacto en la balanza comercial:** España **importa la mayor parte del gas que consume**, lo que significa que sustituir la energía nuclear por gas aumentará la **dependencia energética del país** y la exposición a posibles crisis de suministro.

Según experiencias recientes, la **crisis energética de 2022**, derivada del aumento del precio del gas natural tras la invasión de Ucrania, **elevó el coste de la electricidad en Europa a niveles históricos**, lo que demuestra la fragilidad de depender de este recurso.

5.2 Repercusión en la Factura de los Consumidores

El coste de la generación eléctrica impacta directamente en la factura que pagan los consumidores, tanto **hogares como industrias**. El cierre de C.N. Almaraz y su sustitución por gas natural provocará:

- **Un incremento en los costes fijos del sistema eléctrico**, ya que la energía nuclear es una de las fuentes más baratas de generación en términos de coste por MWh producido sobre todo si esta tecnología no estuviese gravada por impuestos exclusivos como, por ejemplo, el que existe sobre la producción de combustible nuclear gastado y residuos radiactivos.
- **Un encarecimiento del precio final de la electricidad**, debido a la mayor exposición a los vaivenes del mercado energético internacional.
- **Menor competitividad para la industria española**, ya que el coste de la electricidad es un factor clave en sectores intensivos en consumo energético (metalurgia, química, automoción, etc.).

En países con costes eléctricos elevados, como Alemania tras su cierre nuclear, **se han registrado dificultades en la industria manufacturera**, lo que ha llevado a algunas empresas a **trasladar su producción a países con electricidad más barata**.

Si España sigue este mismo camino, podría comprometer su **atractivo para la inversión industrial y tecnológica**, afectando el crecimiento económico y el empleo.

5.3 Coste del Desmantelamiento y su Impacto en los Presupuestos Públicos

El cierre de la **Central Nuclear de Almaraz** no solo impactará en la estabilidad del sistema eléctrico y los costes de la energía, sino que también supondrá un **desafío económico significativo** debido a los altos costes asociados a su **desmantelamiento y gestión post-explotación**.

El proceso de desmantelamiento de una central nuclear es **largo, costoso y altamente regulado**. En España, esta responsabilidad recae en **Enresa (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos)**, que gestiona los fondos destinados por los operadores de las centrales nucleares a la clausura y descontaminación de instalaciones nucleares.

Principales costes asociados al cierre de C.N. Almaraz:

El proceso de desmantelamiento de una central nuclear es un procedimiento altamente complejo, que requiere **décadas de ejecución** y una inversión millonaria. En el caso de C.N. Almaraz, este proceso incluirá:

- **Retiro y descontaminación de infraestructuras:** Desmantelamiento de reactores, circuitos primarios, edificios de contención y sistemas de refrigeración.

- **Gestión de residuos nucleares:** Segregación, descontaminación, transporte y almacenamiento seguro de residuos radiactivos de media y baja actividad.
- **Monitorización de la zona post-explotación:** Durante años, el emplazamiento deberá ser **supervisado para evitar riesgos ambientales y garantizar la seguridad radiológica.**

El desmantelamiento se financia principalmente con el fondo gestionado por ENRESA, constituido por las aportaciones de los operadores nucleares durante la vida útil de las centrales. No obstante, **cualquier retraso o problema en el proceso de desmantelamiento podría incrementar el coste**, como ha ocurrido en otros países donde los cierres nucleares han resultado más caros de lo inicialmente previsto.

Ejemplos como el de Alemania, donde los costes de cierre de sus centrales nucleares han superado las estimaciones iniciales en **más del 40%**, evidencian que estos procesos pueden resultar **más caros y prolongados de lo previsto.**

5.4 Pérdida de Empleo Cualificado y Efectos Locales

El cierre de la Central Nuclear de Almaraz tendrá un impacto directo en el **empleo local y regional**, ya que las centrales nucleares generan **puestos de trabajo altamente cualificados y de larga duración**, difíciles de sustituir en la zona.

- La central emplea **directa e indirectamente a miles de trabajadores** en sectores como ingeniería, mantenimiento, seguridad y gestión de residuos radiactivos.
- Estos empleos requieren **formación especializada y años de experiencia**, lo que hace improbable una reubicación rápida en otros sectores.
- La desaparición de estos puestos afectará no solo a los trabajadores, sino también a la economía local, reduciendo el consumo y el dinamismo empresarial en la región.

El **cierre sin una alternativa clara** para la reubicación de estos profesionales podría generar **pérdida de talento especializado**, afectando al sector energético español en su conjunto.

6 Impacto en la Seguridad del Suministro Eléctrico

El cierre de la **Central Nuclear de Almaraz** tendrá **consecuencias directas en la estabilidad del sistema eléctrico español**. Al eliminar una fuente de generación estable y continua, se incrementarán los **riesgos de apagones, la volatilidad en la red y la dependencia de importaciones de electricidad**, lo que podría afectar la competitividad del sector industrial.

6.1 Riesgos de Apagones y Fluctuaciones en la Red

La **energía nuclear es una tecnología de base**, lo que significa que opera de manera **constante, sin interrupciones y con alta disponibilidad**. Su retirada del sistema eléctrico español generará:

- **Menor estabilidad en la red:** C.N. Almaraz aporta **7% de la demanda eléctrica nacional** con generación continua. Su cierre obligará a compensar esta pérdida con energías renovables intermitentes o con gas natural, lo que **podría generar desajustes en la oferta y la demanda**.
- **Mayor riesgo de apagones en picos de demanda:** Sin energía nuclear, el sistema dependerá más de **condiciones climáticas** (eólica y solar). En periodos de baja producción renovable, **la falta de energía de base podría provocar apagones o restricciones en el suministro**.
- **Mayor necesidad de almacenamiento y respaldo:** La eliminación de una fuente predecible de energía **exige mayor capacidad de almacenamiento**, como baterías o bombeo hidráulico, infraestructuras que actualmente **no están suficientemente desarrolladas en España**.

Redeia, operador del sistema eléctrico español, ha advertido en su informe anual 2024 del riesgo que supone la retirada progresiva de la **generación firme** (nuclear, carbón y ciclo combinado) para la seguridad del suministro y la estabilidad del sistema. A pesar de un aumento del **34% en inversiones** en redes y almacenamiento para acelerar la transición energética, la compañía reconoce por primera vez en un documento oficial que la reducción de capacidad de generación firme podría afectar la operación del sistema y generar incidentes operacionales.

El equilibrio entre generación y consumo es clave en un sistema eléctrico eficiente. Eliminar **una fuente confiable como C.N. Almaraz sin una alternativa firme de reemplazo puede comprometer la estabilidad del suministro eléctrico**.

6.2 Dependencia de la Importación de Electricidad de Francia

El cierre de C.N. Almaraz aumentará la necesidad de **importar electricidad de Francia**, cuya producción proviene mayoritariamente de centrales nucleares. Esta situación genera **varias contradicciones y riesgos estratégicos**:

- **España eliminará su parque nuclear mientras compra energía nuclear francesa:** Se perderá **autonomía energética**, dependiendo de un suministro externo en lugar de producir energía localmente.
- **Mayor vulnerabilidad ante crisis energéticas:** Si Francia enfrenta problemas en su generación nuclear o en sus exportaciones, **España podría ver restringida su capacidad de importación**.

- **Impacto en el coste de la electricidad:** La electricidad importada suele ser **más cara en momentos de alta demanda**, lo que podría **encarecer aún más la factura eléctrica**.

Apostar por **una mayor dependencia del suministro externo contradice la necesidad de fortalecer la soberanía energética nacional**, dejando a España expuesta a decisiones y problemas ajenos.

6.3 Efectos en la Competitividad Industrial Española

El sector industrial y tecnológico depende de **un suministro eléctrico estable, seguro y con precios competitivos**. La eliminación de la energía nuclear **puede afectar gravemente a la competitividad de la industria española**, por varios motivos:

- **Aumento del coste de la electricidad:** La sustitución de energía nuclear por gas natural o importaciones **encarecerá el precio de la electricidad**, lo que **afectará la rentabilidad de las empresas** con alto consumo energético.
- **Menos inversión en sectores estratégicos:** Las empresas tecnológicas e industriales buscan **países con costes eléctricos bajos y estables**. Un encarecimiento de la electricidad en España podría **desincentivar la inversión extranjera y el crecimiento industrial**.
- **Riesgo de deslocalización:** Si el precio de la electricidad en España **aumenta por encima del de otros países europeos**, las industrias podrían optar por trasladar su producción a regiones con un suministro más barato y seguro.

Ejemplos: Impacto en sectores estratégicos en la Industria Europea

La comparación con Francia y **Alemania** se describe en la sección 3.3 (Experiencias Internacionales: Comparación con Alemania y Francia), junto a dos ejemplos adicionales sobre el impacto del coste del suministro en sectores estratégicos de alto valor añadido.

- **Intel en Irlanda:** En su planta de semiconductores en **Leixlip**, paga **casi el doble que en EE.UU. o Israel** debido al alto coste eléctrico, afectando su rentabilidad.
- **Francia y la IA:** El plan de **2.200 millones de euros** de Macron para la inteligencia artificial destaca la **importancia de un suministro eléctrico barato y estable**, respaldado por su red nuclear.

Si España sigue el mismo camino de Alemania, el sector industrial podría enfrentar **dificultades similares**, perdiendo competitividad frente a países que mantienen su capacidad nuclear.

7 Argumentos Técnicos para la Continuidad de la Central

El cierre de la **Central Nuclear de Almaraz** no responde a **razones técnicas ni de seguridad**. Desde un punto de vista ingenieril, existen **argumentos sólidos** que respaldan la posibilidad de extender su vida útil y mantenerla operativa bajo los estándares de seguridad más exigentes.

7.1 Posibilidad de Extender su Vida Útil hasta los 60 Años

Las centrales nucleares españolas fueron diseñadas inicialmente para operar durante **40 años**, pero este periodo no representa un **límite técnico**, sino un **criterio de diseño** establecido en su concepción original. Con la implantación del **Plan de Gestión de Vida**, de acuerdo con la **Instrucción de Seguridad IS-22 del CSN**, basada en normativa estadounidense, se han realizado diversos estudios de **gestión del envejecimiento de componentes** que permiten garantizar, de forma razonable, la funcionalidad de aquellos **Importantes para la Seguridad (IS)** a lo largo de un **periodo de explotación a largo plazo**.

Actualmente, **la Unidad 1 de C.N. Almaraz lleva 44 años en servicio y la Unidad 2 se acerca a los 42 años**, manteniendo un **excelente desempeño operativo y de seguridad**. En base a los estudios de gestión del envejecimiento y al **Plan Integral de Evaluación de Gestión del Envejecimiento**, la vida útil puede **extenderse al menos hasta los 60 años**, como ya se ha hecho en otros países.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) sigue el concepto de "Central de Referencia" para los estudios de licencia de operación. En el caso de C.N. Almaraz, su **central de referencia es North Anna**, ubicada en Virginia (EE.UU.), debido a su similitud en diseño y operación. En **2024, la Comisión Reguladora Nuclear de EE.UU. (US NRC) autorizó a North Anna para operar hasta los 80 años**, lo que **demuestra la viabilidad técnica de extender la operación de reactores similares**.

Ejemplos Internacionales de Extensión de Vida Útil

- **Estados Unidos:** De sus **94 reactores nucleares, 81 han recibido autorización para operar hasta los 60 años y ocho hasta los 80 años**, estableciendo un **precedente claro** sobre la seguridad y fiabilidad de este tipo de infraestructuras a largo plazo.
- **Francia:** La operadora **EDF** ha renovado la licencia de varios reactores hasta los **60 años**, con el respaldo del regulador nuclear francés.
- **Suecia y Bélgica:** Han **revertido sus planes de cierre** y optado por **prolongar la vida útil de sus centrales**, en respuesta a la crisis energética.

Reactores similares a los de C.N. Almaraz han logrado extender su operación hasta los 60 años sin comprometer la seguridad. Técnicamente, **no hay impedimentos para que Almaraz siga operando más allá de 2027-2028**, siempre que se realicen las **inversiones necesarias en mantenimiento y actualización tecnológica**.

7.2 Evaluaciones del CSN Favorables a su Continuidad

El **Consejo de Seguridad Nuclear** es el organismo responsable de evaluar y garantizar la seguridad de las centrales nucleares en España. En sus revisiones periódicas, el CSN ha determinado que **C.N. Almaraz cumple con los requisitos necesarios para seguir operando con seguridad.**

Factores clave en las evaluaciones del CSN

- **Revisión Periódica de Seguridad:** Evaluaciones exhaustivas realizadas cada 10 años para verificar la integridad estructural y funcional de la planta.
- **Gestión del envejecimiento:** La central cuenta con un **Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento**, que garantiza el mantenimiento de los sistemas críticos.
- **Cumplimiento de normativas internacionales:** C.N. Almaraz opera bajo los estándares de seguridad del **Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)** y la **Asociación Mundial de Operadores Nucleares**.

En su última revisión, el CSN **autorizó la operación de C.N. Almaraz hasta 2027 y 2028**, destacando que la planta cumple con todas las exigencias de seguridad. Si no existieran **condiciones técnicas favorables para su continuidad**, esta autorización no habría sido concedida.

C.N. Almaraz y su reconocimiento internacional

C.N. Almaraz figura de manera consistente **en el nivel más alto de excelencia operativa** según el **listado anual de la Asociación Nuclear Mundial (WNA)**, que evalúa **429 unidades en más de 20 países**. Entre los parámetros analizados se incluyen:

- Seguridad y fiabilidad en la operación.
- Protección radiológica y seguridad laboral.
- Eficiencia en producción energética.
- Gestión óptima de las paradas de mantenimiento y recarga de combustible.

7.3 Capacidad de Adaptación a Nuevos Requisitos de Seguridad y Eficiencia

La **Central Nuclear de Almaraz** ha demostrado su capacidad de adaptación a **nuevos estándares de seguridad, eficiencia operativa y normativas internacionales**, garantizando una operación segura y optimizada. A lo largo de los años, ha implementado **mejoras tecnológicas y programas de actualización** que refuerzan su fiabilidad y sostenibilidad.

1. Modernización y Actualización Tecnológica

Para mantener la central alineada con los más altos estándares de seguridad, C.N. Almaraz ha llevado a cabo **actualizaciones clave en sus sistemas de operación y control**, entre las que destacan:

- **Digitalización y modernización de sistemas de control:** Implementación de **nuevas tecnologías de automatización y monitoreo en tiempo real**, que permiten una mayor precisión en la supervisión y gestión de los procesos nucleares.
- **Optimización del almacenamiento de residuos nucleares:** Se han mejorado los protocolos de **gestión y confinamiento de residuos radiactivos**, siguiendo las regulaciones del **Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)** y el **Consejo de Seguridad Nuclear**.
- **Refuerzo en la seguridad estructural:** Incorporación de materiales avanzados y mejoras en el diseño de **componentes clave** como la **vasija del reactor y generadores de vapor**, asegurando su resistencia ante el envejecimiento y el estrés térmico.
- **Sistemas avanzados de respuesta ante emergencias:** Se han implementado **protocolos de redundancia operativa** y medidas adicionales para garantizar la continuidad del suministro en caso de eventos imprevistos.

2. Gestión del Envejecimiento y Mantenimiento Preventivo

C.N. Almaraz cuenta con un **Programa de Gestión de Vida** que se revisa periódicamente para adaptar las prácticas de mantenimiento y garantizar la seguridad operativa a largo plazo.

- **Monitorización del envejecimiento de materiales clave**, mitigando riesgos como **fragilización, corrosión, fatiga térmica y choque térmico a presión**.
- **Evaluación del Envejecimiento para la Operación a Largo Plazo (OLP):** Se han realizado **inspecciones específicas en la vasija del reactor**, confirmando que cumple con los estándares de seguridad requeridos.
- **Plan Integrado de Evaluación y Gestión del Envejecimiento:** Un programa que permitiría a la central operar en **condiciones óptimas más allá de su periodo de licencia actual**, como lo han hecho otros reactores similares en países como **EE.UU., Francia, Bélgica y Suecia**.

3. Capacidad de Resiliencia ante Eventos Externos

A pesar de estar ubicada en una zona de **bajo riesgo sísmico y sin peligro significativo de inundaciones**, C.N. Almaraz ha reforzado sus infraestructuras clave para garantizar su **resiliencia y seguridad operativa en cualquier escenario**.

Además, **ya ha implementado** todas las **modificaciones de seguridad exigidas por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)** tras el accidente de Fukushima, lo que incluye medidas específicas para afrontar una **pérdida total de alimentación eléctrica externa**.

Actualmente, **Almaraz cumple con todos los requisitos de seguridad del CSN**, situándose **al mismo nivel de protección que sus homólogos en el resto del mundo**.

- **Protección ante eventos extremos:** Fortalecimiento de sistemas de refrigeración y suministro energético de respaldo.
- **Gestión de riesgo de inundaciones:** Análisis deterministas mejorados y sistemas de drenaje optimizados.
- **Calificación ambiental de equipos mecánicos y eléctricos**, asegurando su operatividad en condiciones adversas.
- **Adaptación a los estándares post-Fukushima:** Todas las mejoras en seguridad han sido completadas y verificadas, alineando la central con los estándares internacionales más exigentes.

8 Conclusión y Recomendaciones

8.1 Reevaluar la Decisión del Cierre desde un Enfoque Técnico y Económico

El análisis realizado en este informe evidencia que la decisión de cerrar la **Central Nuclear de Almaraz no responde a criterios técnicos ni medioambientales**. La falta de un análisis basado en fundamentos técnicos rigurosos podría **afectar negativamente la seguridad del suministro eléctrico, aumentar los costes de la electricidad y comprometer los objetivos de descarbonización**.

El **Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales (CGCOII)** recomienda una **revisión objetiva y fundamentada** de esta decisión, basada en **datos técnicos y estudios económicos**, considerando los siguientes factores:

- **El impacto en la estabilidad del sistema eléctrico**, al eliminar una fuente de generación de base confiable.
- La **infraestructura de almacenamiento energético** (baterías o bombeo hidráulico) aún no está lo suficientemente desarrolladas técnicamente para compensar la generación a la que sustituye y, al no ser tecnologías maduras, su coste económico y vida útil son inciertos.
- **El aumento de costes para consumidores e industrias**, derivado de la sustitución de la energía nuclear por gas natural.
- **El incremento de las emisiones de CO₂**, que contradice los compromisos climáticos de España y la UE.

- **La pérdida de competitividad industrial**, al encarecer la electricidad en comparación con otros países.

España debe **evaluar de forma transparente las consecuencias del cierre** y considerar si existen **alternativas más eficientes y sostenibles** que permitan garantizar un sistema eléctrico seguro, asequible y alineado con los objetivos de transición energética.

8.2 Posibilidad de Alargar la Vida Útil de C.N. Almaraz sin Comprometer la Seguridad

A partir de la información disponible hasta el momento, se ha demostrado que la vida útil de C.N. **Almaraz puede extenderse, al menos, hasta los 60 años**, como se ha hecho en otros países, sin que ello suponga un **riesgo para la seguridad**.

Recomendaciones para evaluar la extensión de su operación:

- **Solicitar una nueva evaluación técnica al Consejo de Seguridad Nuclear** para analizar la viabilidad de una ampliación de licencia.
- **Invertir en mejoras y actualizaciones tecnológicas**, como ya se ha hecho en otras centrales nucleares de Europa y EE.UU.
- **Seguir los modelos de países como Francia, Bélgica y EE.UU.**, que han prorrogado la vida útil de sus reactores sin comprometer la seguridad operativa.

Si C.N. Almaraz sigue cumpliendo con **los estándares de seguridad exigidos** y cuenta con un **plan de modernización y mantenimiento adecuado**, no hay motivos técnicos para proceder a su cierre.

8.3 Necesidad de una Planificación Energética más Equilibrada

El sistema energético español **requiere una estrategia más diversificada y equilibrada**, en la que **no se dependa en exceso de combustibles fósiles ni de importaciones energéticas**.

Recomendaciones para una mejor planificación energética:

1. **Garantizar la seguridad del suministro eléctrico:** Mantener fuentes de generación de base como la nuclear mientras se desarrollan soluciones de almacenamiento para renovables.
2. **Reducir la dependencia del gas natural y las importaciones:** Evitar que el cierre nuclear incremente la compra de electricidad de Francia o la quema de gas en centrales de ciclo combinado.
3. **Priorizar un modelo energético sostenible y competitivo:** Evaluar de manera realista el papel de cada fuente de energía en el mix nacional, asegurando que las decisiones se basen en análisis técnicos y económicos rigurosos.

España necesita **una transición energética ordenada y racional**, en la que las decisiones sobre el cierre de infraestructuras críticas se tomen con base en **criterios técnicos y científicos**.

8.4 Conclusión Final

El cierre de la Central Nuclear de Almaraz sin una alternativa clara y viable **podría comprometer la estabilidad del sistema eléctrico, encarecer la electricidad y, en su caso, aumentar las emisiones de CO₂**.

Por ello, el **CGCOII insta a las autoridades a reconsiderar esta decisión**, teniendo en cuenta:

- **Un análisis técnico riguroso sobre la viabilidad de extender la vida útil de la central.**
- **Un enfoque energético equilibrado que no dependa en exceso de combustibles fósiles.**
- **La aplicación de tecnologías maduras y probadas**
- **Una planificación transparente y basada en datos, sin sesgos políticos.**

Para una transición energética efectiva, **España debe basar sus decisiones en seguridad, sostenibilidad y competitividad**