

IA GENERATIVA. TRANSFORMANDO LA GESTIÓN DOCUMENTAL EN LA INDUSTRIA NUCLEAR



MIGUEL ÁNGEL CALATAYUD MATEO
Responsable de Gestión de Vida
IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR



JOAN MANUEL BELISARIO ALONSO
Operador SC
IBERDROLA GENERACIÓN NUCLEAR

INTRODUCCIÓN

La industria nuclear ha sido históricamente un sector donde la gestión del conocimiento y la documentación técnica desempeñan un papel crítico. La operación segura y eficiente de una central nuclear depende en gran medida de la capacidad de los profesionales para acceder, analizar y aplicar la información contenida en miles de documentos técnicos. Sin embargo, el proceso de identificación de esta información consume una cantidad significativa de tiempo, mucho más que la dedicada al análisis. Este enfoque tradicional no solo presenta margen de mejora, sino que también limita el tiempo disponible para el análisis profundo, que es donde reside el verdadero valor añadido que la formación y experiencia del profesional nuclear proporciona.

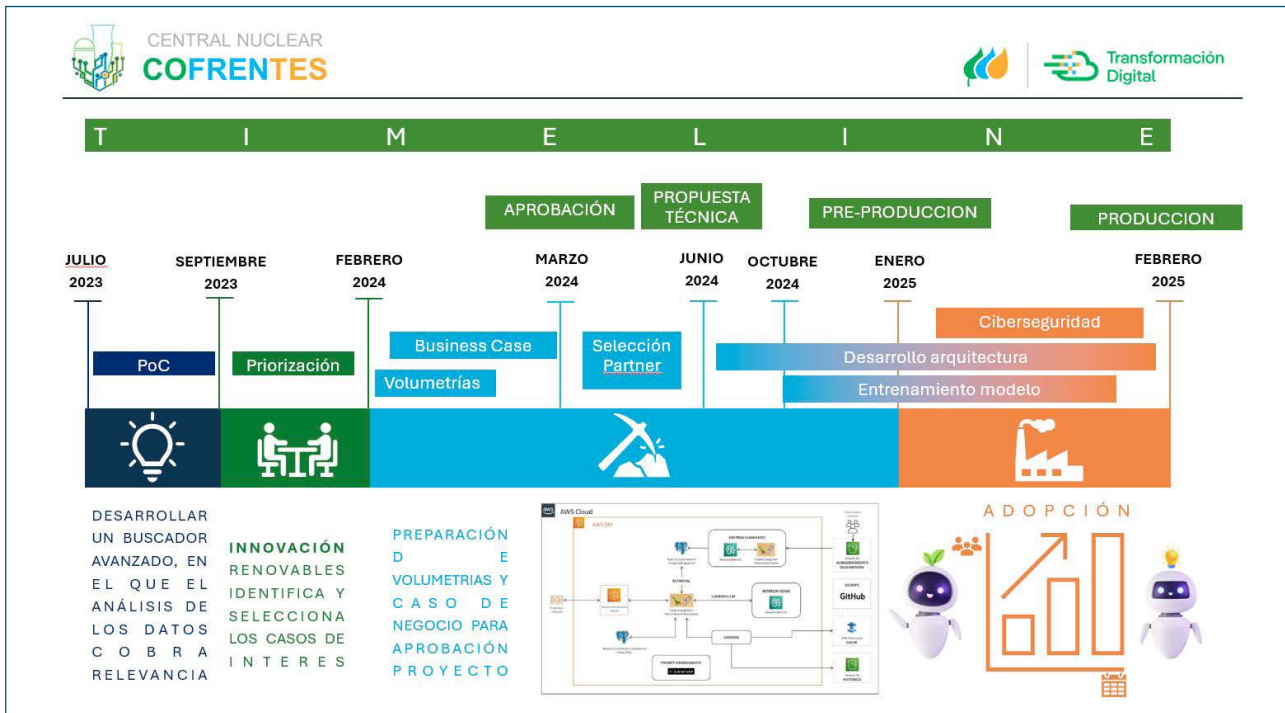
En este contexto, la inteligencia artificial generativa (IAG) emerge como una herramienta transformadora, capaz de revolucionar la forma en que se gestiona y utiliza la información en la industria nuclear. Este artículo presenta una innovadora aplicación basada en IAG, desarrollada para la Central Nuclear de Cofrentes, que consta de dos módulos principales: NAKA (*Nuclear Advanced Knowledge Assistant*) y ONEIA (Operación Nuclear Eficiente IA). Estos módulos están diseñados para asistir en las áreas de Gestión de Vida y Operación, respectivamente, y representan un cambio de paradigma en la gestión del conocimiento de la industria nuclear, en la búsqueda de información en los gestores documentales actuales, deja paso a la solicitud de información mediante el uso de la IAG.

ORÍGENES Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

El desarrollo de esta aplicación comenzó en julio de 2023, pocos meses después del lanzamiento de ChatGPT-4, lo

que permitió aprovechar los avances más recientes en inteligencia artificial generativa. Durante los meses de julio y agosto de 2023, se llevó a cabo una prueba de concepto (PoC) con varios objetivos clave:





1. Garantizar la precisión de los resultados.
2. Evitar alucinaciones (errores en los que la IA genera información incorrecta o ficticia).
3. Establecer la técnica de *prompting* más adecuada para obtener respuestas relevantes y confiables, entre las que se identificó la técnica de *Custom-Compose*.
4. Asegurar la capacidad de la herramienta para reconocer y procesar todo tipo de textos, incluyendo documentos escaneados, tablas, imágenes y formatos antiguos, dado que la documentación abarca desde informes recientes hasta documentos del diseño original de la central de 1974.

La PoC demostró ser un éxito, lo que llevó a la aprobación del proyecto por parte del Centro de Excelencia (COE) de Renovables en marzo de 2024, incluyéndolo en el Plan de digitalización. A partir de ese momento, se inició el desarrollo formal de la herramienta. Entre marzo y septiembre de 2024, se implementó la infraestructura necesaria en AWS, tras haber utilizado inicialmente la plataforma Azure para la PoC. Este cambio permitió la escalabilidad de la solución y garantizar su robustez para el entorno productivo de Iberdrola.

Finalmente, entre octubre de 2024 y enero de 2025, se desarrollaron las aplicaciones NAKA y ONEIA. Uno de los objetivos clave durante esta fase fue demostrar la escalabilidad de la herramienta a otras áreas de la empresa, más allá de las dos disciplinas iniciales (Gestión de Vida y Operación). Esto sentó las bases para futuras expansiones y aplicaciones en otros contextos dentro o fuera de la industria nuclear.

NAKA: Nuclear Advanced Knowledge Assistant

El módulo NAKA está específicamente diseñado para el área de Gestión de Vida, un aspecto esencial en la exten-

sión de vida de una central nuclear. Este módulo incorporará más de 3740 documentos con un incremento anual de aproximadamente 160 y que incluyen, entre otros, informes de alcance, revisiones de gestión de envejecimiento (RGE), programas de gestión de envejecimiento (PGE), análisis de envejecimiento en función del tiempo (AEFT), informes de metodologías, evaluación de componentes, impacto modificaciones de diseño, análisis de transitorios, normativa reguladora, criterios de aceptación de indicaciones en internos de vasija, indicadores de eficiencia de los PGE y una amplia gama de documentos relacionados con la experiencia operativa y la mejora continua.

La principal innovación de NAKA radica en su capacidad para transformar la búsqueda de información en un proceso casi instantáneo. En lugar de dedicar horas a localizar documentos específicos, los profesionales pueden ahora centrarse en el análisis de la información, que es donde su experiencia y conocimiento aportan un valor añadido significativo. En el siguiente ejemplo, se solicita la identificación del transitorio de diseño T03, así como el número de ocurrencias consideradas en el diseño, las actuales y las esperadas para una vida de la central de 60 años.

ONEIA: Operación Nuclear Eficiente IA

Por otro lado, el módulo ONEIA está orientado a la operación eficiente de la central nuclear. Este módulo gestiona del orden de 3500 documentos, incluyendo, entre otros, Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETFMs), Requisitos Reguladores (IS-10), Procedimientos de la central aplicables, Descripciones de sistemas, Procedimientos de operación (normal, pruebas, anormal), Manuales de equipos, Requisitos de Vigilancia, Guías de Emergencia (PEI), flujogramas de transitorios (POGAS, POEs, PAR), bases de diseño de las ETFMs. ONEIA no solo facilita el acceso a esta información, sino que también permite realizar consultas complejas que requieren de la consulta de diversos docu-

mentos y en los que el tiempo de respuesta, en ocasiones, puede estar regulado.

Un ejemplo ilustrativo de la eficacia de ONEIA se observa en la reducción del tiempo requerido para realizar consultas técnicas. En el siguiente ejemplo se solicita la identificación de las acciones recomendadas ante una fuga en una válvu-

la, en donde como puede observarse, el tiempo es un factor relevante.

Garantía de calidad

La herramienta se concibe como un asistente documental avanzado, por lo que es el usuario el responsable de verificar la información y las fuentes utilizadas en la respuesta.

¡Hola, soy NAKA! Tu asistente virtual de Gestión de Vida.

Describe el transitorio de diseño T03 y el número de transitorios establecidos en el diseño, identifica el número de transitorios ocurridos en la central y el número de transitorios esperados para una vida de la central de 60 años. Presenta la información en formato tabla indicando el número de documento

Basándome en la información proporcionada en el contexto, he preparado la siguiente tabla con los datos solicitados para el transitorio de diseño T03:

Aspecto	Información	Número de documento
Descripción del transitorio T03	Arranque	B90-5C489_R01
Número de transitorios establecidos en el diseño	120	B90-5C489_R01
Número de transitorios ocurridos en la central	58	B90-5C489_R01
Número de transitorios esperados para 60 años de vida	84	B90-5C489_R01

Esta información se ha extraído principalmente de las tablas y figuras presentadas en el documento B90-5C489_R01, que contiene el análisis de la extrapolación de transitorios a 60 años de operación de la Central Nuclear de Cofrentes.

ocurrencia del transitorio de tipo T...
[Ver documento](#)

③ B90-5C489_R01.pdf
Página 19
...v.-21 | 24 | 13-dic.-21 | 6-oct.-23 | 25 | 11-nov.-23 | - | Extrapolación a 60 años de los transitorios de operac...
[Ver documento](#)

Arrastra y suelta aquí un fichero
Límite 200MB por archivo
[Buscar archivos](#)

Escribe aquí tu pregunta sobre la Gestión de Vida de las centrales nucleares

Figura 1. NAKA: Nuclear Advanced Knowledge Assistant, diseñado para el área de Gestión de Vida, un aspecto esencial en la extensión de vida de una central nuclear.

Nos encontramos en condición de operación 1, la válvula E12F051A, que tiene un diámetro de 8 pulgadas, tiene una fuga de 16 l/min. ¿Habría que realizar alguna acción según las ETF's?

① Sí, según las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF's) habría que realizar acciones. De acuerdo con el RV 3.4.6.1, el límite de fugas para cada válvula de aislamiento es de 1,9 l/min (0,5 gpm) por pulgada de diámetro nominal de la válvula hasta un máximo de 19 l/min (5 gpm).

Para una válvula de 8 pulgadas, el límite de fugas sería: 8 pulgadas x 1,9 l/min/pulgada = 15,2 l/min

La fuga reportada de 16 l/min excede este límite.

Por lo tanto, según las ACCIONES especificadas:

A.1 Se debe aislar la parte de alta presión del sistema afectado de la parte de baja presión, mediante una válvula manual, una válvula automática desactivada o una válvula de retención en 4 horas.

Y

A.2 Se debe aislar la parte de alta presión del sistema afectado de la parte de baja presión mediante una segunda válvula manual, una válvula automática desactivada o una válvula de retención en 72 horas.

Si no se pueden cumplir estas Acciones Requeridas en los Plazos de Tiempo asociados, se deberá llevar la planta a CONDICIÓN DE OPERACIÓN 3 en 12 horas y a CONDICIÓN DE OPERACIÓN 4 en 36 horas.

Fuentes

① DB-07-R68.pdf
Página 505
...n accidente base de diseño. Los tiempos de aislamiento de las válvulas motorizadas deben estar dentro del límite. Adicionalmente,...
[Ver documento](#)

② DB-07-R68.pdf

Pregunta aquí sobre Operaciones

Figura 2. ONEIA: Operación Nuclear Eficiente IA, orientado a la operación eficiente de la central nuclear.

El cumplimiento con los estándares de Garantía de Calidad en la industria Nuclear es un factor tan importante como la herramienta en sí mismo, es por ello por lo que, se encuentran en marcha diferentes actuaciones entre las que se encuentran:

- **Procedimientos Control de Configuración.** - Que aseguran que la información utilizada por la herramienta es la última versión aprobada, así como que son sustituidas versiones anteriores.
- **Procedimiento de Verificación y Validación.** - Proceso que permite mediante preguntas de control verificar el correcto funcionamiento de la herramienta.
- **Formación.** - Que garantice que el usuario está familiarizado y es capaz de realizar las preguntas de una manera adecuada y profesional, así como recordar que es un asistente y toda información debe ser verificada con la fuente proporcionada.
- **Proyecto piloto.** - Se está desarrollando el proceso para llevar a cabo una auditoría interna en el área de Gestión de Vida utilizando el módulo NAKA, permitiendo verificar el correcto funcionamiento al tiempo que permite testear nuevas formas de integrar la IAG en nuestros procesos actuales.

Ciberseguridad

La seguridad de la información es una prioridad absoluta en Iberdrola. Por ello, tanto NAKA como ONEIA han sido sometidos a rigurosas pruebas de ciberseguridad, tanto en la fase de diseño como en el entorno de producción. Estas pruebas garantizan que la información manejada por la aplicación esté protegida contra accesos no autorizados y otros riesgos cibernéticos. La arquitectura de la aplicación ha sido diseñada para cumplir con los más altos estándares de seguridad, asegurando la integridad y confidencialidad de los datos.

Ventajas

La implementación de NAKA y ONEIA en la Central Nuclear de Cofrentes ha demostrado una serie de ventajas significativas:

1. **Eficiencia en los Procesos:** La reducción del tiempo dedicado a la localización de información permite a los profesionales centrarse en tareas de mayor valor añadido, como el análisis y la toma de decisiones. Esto se traduce en una notable reducción de los tiempos de respuesta y una mayor eficiencia operativa.
2. **Reducción del Error Humano:** Al automatizar la búsqueda y el procesamiento inicial de la información, se minimiza el riesgo de errores humanos. Los profesionales tienen más tiempo para verificar y analizar los datos, lo que aumenta la precisión y la confiabilidad de los resultados.
3. **Ayuda en la toma de decisiones:** La capacidad de acceder rápidamente a la información relevante permite analizar con gran rapidez una mayor cantidad de hipótesis diferentes, lo que sin duda hace de la toma de decisiones un proceso más robusto.
4. **Nuevos Casos de Uso:** La puesta en producción de NAKA y ONEIA, permite identificar nuevos casos de uso entre los que se encuentran formación, auditorías internas de calidad, verificación independiente.

CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial generativa está transformando la forma en que se gestiona el conocimiento en la industria nuclear. Herramientas como NAKA y ONEIA no solo optimizan los procesos de búsqueda y análisis de información, sino que también permiten a los profesionales dedicar más tiempo a tareas de alto valor añadido. Esto resulta en una mayor eficiencia, una reducción del error humano, y una mejora general en la calidad y seguridad de las operaciones nucleares.

En un sector donde el enfoque preventivo y la seguridad son fundamentales, la IAG se presenta como una aliada indispensable. La experiencia en la Central Nuclear de Cofrentes demuestra que esta tecnología no solo es viable, sino también esencial para el futuro de la industria nuclear. Con el tiempo, es probable que veamos una adopción más amplia de estas herramientas, lo que contribuirá a una operación más segura, eficiente y sostenible de las centrales nucleares en todo el mundo. ■

FÁBULA DEL LEÑADOR: UNA LECCIÓN SOBRE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD

En medio de este análisis sobre la transformación tecnológica en la industria nuclear, es relevante recordar una fábula clásica que ilustra la importancia de la eficiencia y el enfoque en el trabajo. La historia cuenta cómo un leñador, conocido por su habilidad para cortar árboles, fue contratado por un capataz para cortar tres bosques enteros, le pagaba el doble debido a su capacidad para talar tres veces más árboles que cualquier otro. Sin embargo, con el tiempo, el leñador comenzó a sentir que algo no iba bien, a pesar de trabajar sin descanso.

El capataz, preocupado, decidió observarlo en secreto. Al acercarse al leñador, este le dijo "Cuanto más días pasan menos rindo y cuantas más horas trabajo menos productivo soy, debería ser al revés ¿no?". Tras observar el hacha, el capataz le dijo: "¡Pero hombre! ¿Cuánto tiempo hace que no afilas tu hacha?" El leñador, desolado, respondió: "Con todo lo que tengo que cortar, ¡no tengo tiempo de parar!".

Esta fábula nos recuerda que, en cualquier tarea, es crucial dedicar tiempo a "afilar el hacha", es decir, a mejorar nuestras herramientas y métodos de trabajo para mejorar la eficiencia y la productividad.