



Reporte entregable 21

Instrucciones paso a paso para la perforación segura

Guías de seguridad en Vaca Muerta

I. Introducción

La industria del petróleo y gas se encuentra en una búsqueda constante de optimización de procesos y mejoras en la eficiencia en la extracción de hidrocarburos. En este escenario, la Inteligencia Artificial Generativa (IAGEN) se presenta como una herramienta con un gran potencial para revolucionar las operaciones en Vaca Muerta, una de las formaciones de shale más importantes a nivel mundial.

Este análisis explora las aplicaciones de la IAGEN en la generación de guías para la perforación y extracción segura en Vaca Muerta, considerando sus ventajas, desventajas, desafíos, limitaciones y perspectivas futuras.

II. Técnicas y Tecnologías Actuales en Vaca Muerta

La Inteligencia Artificial Generativa (IAGEN) es una rama de la inteligencia artificial que se centra en la creación de nuevo contenido, como modelos, imágenes, código o texto, a partir de datos existentes. Esta tecnología utiliza algoritmos avanzados para analizar grandes cantidades de información, identificar patrones y generar contenido nuevo y original que a menudo es indistinguible del creado por humanos.

Antes de profundizar en la IAGEN, es fundamental comprender el contexto actual de la

perforación y extracción en Vaca Muerta. La técnica predominante es la fractura hidráulica o "fracking", que consiste en la inyección a alta presión de una mezcla de agua, arena y químicos en la roca para liberar el petróleo y gas atrapados a grandes profundidades. Esta técnica ha sido crucial para el desarrollo de Vaca Muerta, ya que permite acceder a recursos que de otro modo serían inaccesibles.

Vaca Muerta se posiciona como un yacimiento estratégico a nivel mundial, con la segunda reserva de gas y la cuarta de petróleo no convencional a nivel global. La formación, que se extiende sobre 30.000 km², ha impulsado la producción de gas no convencional en Argentina, pasando de representar el 1% al 35% del total nacional en tan solo 10 años. El desarrollo de Vaca Muerta tiene el potencial de duplicar la producción de crudo de Argentina en los próximos años.

III. Aplicaciones de la IAGEN en la Industria del Petróleo y Gas

La IAGEN está transformando la industria del petróleo y gas a través de diversas aplicaciones. En el ámbito de la exploración y perforación, la IAGEN optimiza la identificación de yacimientos y la planificación de estrategias de perforación. Mediante el análisis de estudios sísmicos, imágenes satelitales y datos geológicos, la IAGEN puede determinar las ubicaciones óptimas para la perforación, reduciendo costos y riesgos.

Además, la IAGEN se utiliza para supervisar las actividades de perforación, identificar oportunidades de automatización y predecir cuándo los pozos se quedarán sin caudal, lo que permite una alerta temprana para evitar paradas de producción.

En cuanto a la optimización de la producción, la IAGEN analiza datos históricos y en tiempo real para identificar oportunidades de mejora en las tasas de producción, el espaciado de pozos y la predicción de fallas en los equipos. También se utiliza para predecir la demanda de petróleo y gas, lo que ayuda a optimizar los niveles de inventario y minimizar los riesgos.

La IAGEN también juega un papel crucial en la seguridad y gestión de riesgos. Ayuda a prevenir accidentes y a responder de manera oportuna a fugas, mal funcionamiento de equipos y condiciones operativas anormales. Además, la IAGEN puede ayudar a crear modelos que predigan comportamientos o resultados con mayor precisión, como mejorar la seguridad de las plataformas, despachar a las cuadrillas con mayor rapidez e identificar fallos en los sistemas incluso antes de que se produzcan.

En el ámbito de la eficiencia energética y la reducción de emisiones, la IAGEN optimiza el consumo de energía y ayuda a la industria a alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones mediante el análisis de datos operativos, el monitoreo en tiempo real y la gestión de emisiones.

La IAGEN también proporciona un valioso soporte a la decisión y planificación, brindando información relevante para la toma de decisiones informadas en áreas como inversiones, análisis de riesgos y planificación de la producción.

Otras aplicaciones de la IAGEN en la industria del petróleo y gas incluyen el mantenimiento predictivo, el manejo de fluctuaciones de precios, la automatización de tareas administrativas mediante RPA, la detección de derrames, la optimización de la cadena de suministro y la optimización de redes de transporte y distribución de petróleo y gas natural.

IV. IAGEN en la Generación de Guías para la Perforación

La IAGEN tiene el potencial de generar guías más precisas y eficientes para la perforación en Vaca Muerta. Puede analizar datos geológicos y operativos en tiempo real para determinar la mejor trayectoria para la perforación, minimizando riesgos y optimizando la producción. Además, la IAGEN puede identificar patrones en los datos que indiquen posibles problemas, como atascos o fallas en los equipos, lo que permite tomar medidas preventivas.

Durante la perforación, la IAGEN puede proporcionar a los perforadores

recomendaciones en tiempo real sobre cómo ajustar los parámetros de perforación para optimizar el proceso. También puede ser utilizada para desarrollar asistentes conversacionales inteligentes que respondan preguntas de los perforadores y brinden información relevante durante la operación. Estos asistentes, basados en IAGEN, pueden acceder a grandes volúmenes de información y proporcionar respuestas precisas y oportunas, mejorando la eficiencia y la seguridad de las operaciones de perforación.

V. Aplicación de agentes impulsados IAGEN

1. Concepto de agentes de IAGEN

En los últimos años, la inteligencia artificial generativa (IAGen) ha revolucionado la manera en que interactuamos con la tecnología, permitiendo el desarrollo de sistemas capaces de generar contenido, responder preguntas complejas y asistir en tareas cognitivas de alta demanda. A partir de esta capacidad, surge una nueva arquitectura tecnológica: los agentes impulsados por IAGen. Estos agentes no son simples interfaces conversacionales, sino sistemas autónomos que pueden interpretar instrucciones, tomar decisiones, ejecutar tareas y aprender de sus interacciones con el entorno.

Un agente de IAGen combina grandes modelos de lenguaje con componentes adicionales como herramientas externas, memoria, planificación y ejecución autónoma. Esto les permite operar en entornos complejos, con capacidad para descomponer objetivos en pasos, coordinar múltiples acciones, interactuar con sistemas digitales (como bases de datos, APIs o documentos) y adaptarse a los cambios del contexto en tiempo real. Estas cualidades los distinguen de los chatbots tradicionales, y abren un espectro de aplicaciones más sofisticadas y personalizables.

En el ámbito organizacional, estos agentes se están utilizando para automatizar procesos, generar análisis de datos, asistir en la toma de decisiones y mejorar la experiencia del usuario, tanto interna como externamente. Por ejemplo, pueden asumir

tareas de recursos humanos, legales, financieras o logísticas, e incluso, vinculadas a las áreas técnicas de procesos productivos, actuando como asistentes inteligentes que colaboran con equipos humanos. Esta capacidad de integrar conocimientos y ejecutar tareas de forma autónoma transforma la forma en que las organizaciones pueden escalar sus operaciones sin perder calidad ni control.

Además, los workflows agénticos —estructuras donde múltiples agentes colaboran entre sí para resolver problemas complejos— permiten distribuir responsabilidades entre distintos perfiles de agentes, cada uno con funciones específicas. Esto genera entornos de trabajo híbridos donde humanos y agentes coexisten, optimizando tiempos, costos y resultados. La posibilidad de conectar agentes con herramientas como Google Drive, CRMs o plataformas de gestión documental amplía aún más sus capacidades.

El desarrollo de agentes impulsados por IAGen representa un paso crucial hacia una nueva era de automatización inteligente.

Entre los beneficios de los workflows auténticos impulsados por modelos de inteligencia artificial generativa, se encuentra la posibilidad de automatizar procesos productivos completos, de punta a punta, e incluso, agregar valor a partir del aprovechamiento de las habilidades de los modelos de lenguaje basados en dichas tecnologías.

Sin embargo, su implementación también plantea desafíos técnicos, éticos y jurídicos, desde el diseño responsable hasta la supervisión humana. Por eso, comprender su arquitectura, su lógica operativa y sus impactos potenciales es fundamental para su adopción efectiva y segura en diversos contextos profesionales.

2. Propuesta de diseño de agente impulsados por IAGEN

a. Agente Inteligente para la Elaboración de Guías de Seguridad Operativa

Carga de Datos

Se recopila información clave desde diversas fuentes:

- Datos técnicos de pozos: profundidades, presiones, caudales, historial de incidentes.
- Normativas y regulaciones: protocolos provinciales, nacionales e internacionales (OSHA, ISO, IRAM, etc.).
- Experiencias previas y lecciones aprendidas: reportes internos de accidentes, near misses, auditorías, informes de cierre de pozo.
- Entradas del personal de campo: formularios, checklists y descripciones no estructuradas.

Todo esto puede ser cargado en un entorno tipo Google Drive o base de datos estructurada, conectado al agente.

Análisis con NLP (Procesamiento de Lenguaje Natural)

El agente aplica modelos de NLP para:

- Extraer patrones comunes de fallas, riesgos y condiciones inseguras.
- Clasificar y resumir documentos extensos (como manuales, actas y reportes).
- Relacionar requisitos regulatorios con condiciones reales del yacimiento.
- Detectar vacíos normativos o inconsistencias entre lo regulado y lo ejecutado.

Aquí pueden usarse embeddings, clasificación semántica y herramientas como LangChain para conectar múltiples fuentes.

Generación Automática de Guía de Seguridad

Utilizando los patrones detectados, el agente (basado en GPT-4 o superior) genera una guía de seguridad personalizada, con:

- Pasos operativos detallados y justificados.
- Indicadores clave de seguridad.
- Puntos críticos de control.
- Recomendaciones prácticas por tipo de pozo y fase operativa (perforación, fractura, producción).
- Códigos de colores o alertas para rápida interpretación en campo.

Este paso puede tener versiones resumidas para dispositivos móviles, y versiones completas para impresión y auditoría.

Validación y Ajuste por Expertos

- Un grupo de expertos en seguridad, operaciones y cumplimiento revisa el documento.
- Se realizan anotaciones, correcciones o ajustes contextuales.
- El agente incorpora ese feedback para futuras guías similares (aprendizaje

supervisado).

Se puede usar una interfaz colaborativa tipo Notion o Google Docs con revisión activa de IA.

Integración en Operaciones

- La guía validada se incorpora al workflow operativo, a través de:
 - Tablets en campo.
 - Instrucciones digitales conectadas a sensores o SCADA.
 - Capacitación asistida por IA.
 - Checklists dinámicos conectados al documento base.

Opcionalmente, se puede conectar con n8n o Zapier para automatizar distribución, alertas y actualizaciones.

Monitoreo y Retroalimentación Continua

- Se recolectan datos del cumplimiento de la guía en el terreno.
- Se documentan incidentes, mejoras propuestas y feedback del personal.
- El agente analiza esta información para:
 - Sugerir ajustes a la guía.

- Priorizar revisiones periódicas.
- Identificar nuevas condiciones de riesgo emergente.

Este monitoreo puede integrar sensores IoT, partes de mantenimiento, y observaciones de HSE.

- Carga de Datos: Se ingresan datos de pozos, regulaciones y experiencias previas.
- Análisis con NLP: Se identifican patrones en documentos y bases de datos.
- Generación de Guía: ChatGPT-4 produce un documento con pasos detallados.
- Validación y Ajuste: Expertos revisan y ajustan el documento.
- Integración en Operaciones: Se implementa en el campo.
- Monitoreo y Retroalimentación: Se incorporan mejoras continuas.

VI. Ventajas y Desventajas de la IAGEN en Vaca Muerta

Ventaja	Desventaja	Ejemplos en Vaca Muerta
Mayor eficiencia en la perforación y extracción	Costos iniciales elevados	Implementación de sistemas de IAGEN para la optimización de la perforación en pozos horizontales.

Reducción de costos operativos.	Falta de transparencia en la toma de decisiones.	Utilización de IAGEN para la predicción de fallas en equipos, lo que reduce los costos de mantenimiento.
Mejora en la seguridad y mitigación de riesgos.	Riesgo de errores en los algoritmos.	Desarrollo de sistemas de IAGEN para la detección de anomalías en tiempo real durante la perforación.
Mayor precisión en la identificación de yacimientos.	Posible desplazamiento de empleos.	Implementación de IAGEN para el análisis de datos sísmicos y la identificación de nuevas áreas de exploración.
Optimización del uso de recursos.	Dependencia de la calidad de los datos.	Utilización de IAGEN para la optimización del consumo de agua en la fractura hidráulica.
Reducción del impacto ambiental.		Desarrollo de sistemas de IAGEN para el monitoreo de emisiones y la reducción de la huella de carbono.

<p>Aumento de la precisión.</p>		<p>Implementación de IAGEN para mejorar la precisión del modelo de propiedad en un 60% y reducir el tiempo de respuesta en un 75%.</p>
<p>Optimización de la perforación.</p>		<p>Utilización de IAGEN para aumentar la consistencia entre equipos de perforación, mejorar la tasa de penetración y reducir los costos de eventos de construcción de pozos.</p>
<p>Gestión de talento.</p>		<p>Aplicación de IAGEN para ayudar al sector del petróleo y el gas con su problema de escasez de talento.</p>
<p>Mejora de la perforación</p>		<p>Utilización de IAGEN para mejorar la perforación en la zona de shale y aumentar las tasas de recuperación de los pozos fracturados.</p>

VII. Desafíos y Limitaciones de la IAGEN

A pesar de su potencial, la IAGEN enfrenta desafíos y limitaciones en su aplicación en Vaca Muerta.

Uno de los principales desafíos es la disponibilidad de datos. La IAGEN requiere grandes cantidades de datos de alta calidad para entrenar sus modelos, y la falta de datos o la presencia de datos incompletos o inconsistentes pueden afectar la precisión y la eficiencia de la IAGEN. Además, el acceso a datos de calidad para entrenar los algoritmos de IA puede ser un obstáculo.

Otro desafío importante es la complejidad geológica de Vaca Muerta. La formación presenta variaciones en la composición de la roca y la distribución de los hidrocarburos, lo que puede dificultar la creación de modelos precisos para la IAGEN. La acumulación de hidrocarburos a miles de metros de profundidad y las limitaciones de las herramientas de teledetección para proporcionar imágenes claras del subsuelo también representan un desafío.

La integración de la IAGEN con los sistemas y tecnologías existentes en Vaca Muerta puede ser un desafío, requiriendo adaptaciones e inversiones en infraestructura. La aceptación y confianza por parte de los trabajadores también es un factor importante, ya que la adopción de la IAGEN puede generar resistencia por parte de aquellos que la perciben como una amenaza para sus empleos.

Las regulaciones ambientales cada vez más estrictas, que exigen un tratamiento exhaustivo del agua producida durante la extracción y producción de petróleo, también representan un desafío. La producción y procesamiento de petróleo pesado, que en ocasiones requiere la mezcla con otros elementos para disminuir su viscosidad, también presenta dificultades.

La falta de regulaciones claras y marcos legales específicos para la IAGEN en la

industria del petróleo y gas puede generar incertidumbre y dificultar su implementación . Además, la capacidad de análisis y toma de decisiones de la IAGEN aún está en desarrollo, lo que implica que se requiere la intervención humana en ciertos casos.

Las empresas de petróleo y gas también enfrentan el desafío de adaptarse a la creciente demanda de fuentes de energía más limpias y garantizar su viabilidad a largo plazo. La volatilidad de los precios del petróleo y su impacto en la inversión también representan un desafío importante. La exploración y producción en aguas profundas y ambientes árticos presentan desafíos adicionales debido a las bajas temperaturas, la alta presión y el aislamiento geográfico .

VIII. Soluciones y Estrategias para Superar los Desafíos

Para superar los desafíos de la IAGEN en Vaca Muerta, se pueden implementar diversas soluciones y estrategias. Es crucial invertir en la recopilación y procesamiento de datos de alta calidad, utilizando tecnologías como sensores avanzados y sistemas de monitoreo en tiempo real. La escasez de agua es un problema global, y el agua se considera cada vez más un recurso valioso , por lo que la optimización de su uso es fundamental.

Se deben desarrollar modelos de IAGEN que consideren la complejidad geológica de Vaca Muerta, utilizando técnicas de aprendizaje automático que se adapten a las características específicas del yacimiento. La integración de la IAGEN con los sistemas existentes debe facilitarse mediante la implementación de plataformas y herramientas que minimicen las interrupciones y maximicen la eficiencia.

Se recomienda la inversión de corto plazo en equipos de implementación de agentes de IA en tecnología y capacitación. Se requiere inversión en pruebas de concepto y pruebas piloto. El foco aquí tiene que ser la formación del talento para implementar, ya que se verifica una tendencia de reducción de costos en sistemas que permiten automatización “no code” y “low code”. Para la primera etapa, también se recomienda

recurrir a equipos con experiencia en diseño e implementación de agentes de IA. Por último, es clave formar un equipo “in house” para el acompañamiento y la apropiación de una cultura agéntica que redefine la interacción humano-máquina.

En cuanto a la fractura hidráulica, se están utilizando fluidos de fractura más avanzados y tecnologías de monitoreo en tiempo real para optimizar el proceso y reducir el impacto ambiental. La inyección de CO₂, vapor y polímeros se presenta como una técnica avanzada de recuperación mejorada de petróleo (EOR) para aumentar la cantidad de crudo extraído de los yacimientos.

La nanotecnología también está siendo aplicada en la industria petrolera para proporcionar soluciones más precisas y eficientes para la extracción de petróleo. Las nanopartículas pueden modificarse para mejorar la interacción con las formaciones rocosas y el petróleo, facilitando la recuperación en áreas difíciles.

Para hacer frente a los desafíos en condiciones extremas, la industria ha desarrollado soluciones como aleaciones especiales para tuberías que resisten la corrosión en agua salada fría y sistemas de aislamiento térmico para maquinaria.

IX. IAGEN y la Sostenibilidad en Vaca Muerta

La IAGEN tiene el potencial de contribuir a una industria del petróleo y gas más sostenible en Vaca Muerta. Al optimizar el uso de recursos, reducir emisiones y minimizar el impacto ambiental, la IAGEN puede ayudar a la industria a cumplir con las regulaciones ambientales y a reducir su huella de carbono. La IAGEN puede monitorear continuamente las emisiones de gases de efecto invernadero en las instalaciones petroleras y sugerir medidas para reducir su impacto ambiental.

X. Conclusiones

La Inteligencia Artificial Generativa (IAGEN) se presenta como una herramienta con un enorme potencial para transformar la industria del petróleo y gas en Vaca Muerta. Su capacidad para generar guías más precisas y eficientes para la perforación, optimizar la

producción, mejorar la seguridad y reducir el impacto ambiental la convierte en un factor clave para el futuro del sector.

La IAGEN puede contribuir a una industria del petróleo y gas más eficiente, sostenible y segura en Vaca Muerta. Al optimizar el uso de recursos, reducir emisiones y minimizar el impacto ambiental, la IAGEN puede ayudar a la industria a cumplir con las regulaciones ambientales y a reducir su huella de carbono.

Si bien existen desafíos y limitaciones, la implementación de soluciones y estrategias adecuadas permitirá aprovechar al máximo las ventajas de la IAGEN. Es crucial invertir en la recopilación y procesamiento de datos de alta calidad, desarrollar modelos específicos para Vaca Muerta, facilitar la integración con sistemas existentes, promover la capacitación y la colaboración, e impulsar la creación de marcos regulatorios.

La IAGEN también plantea importantes consideraciones éticas y sociales, como el posible desplazamiento de empleos, la necesidad de transparencia y responsabilidad en el desarrollo e implementación de la IA, y la protección de la privacidad y la seguridad de los datos.

En última instancia, la adopción responsable de la IAGEN puede contribuir a un futuro más prometedor para la industria del petróleo y gas en Vaca Muerta, impulsando la eficiencia, la sostenibilidad y la seguridad en las operaciones.

Fuentes citadas

1. La Influencia de la Inteligencia Artificial en la Industria Petrolera. - Universidad Politécnica Territorial de los Valles del Tuy, fecha de acceso: febrero 28, 2025, https://uptvallesdeltuy.com/ojs/index.php/revista_criticaconciencia/article/download/411/194/960
2. Generative AI en Oil & Gas: 5 casos de uso de alta complejidad - Nubiral, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://nubiral.com/generative-ia-oil-gas/>
3. Añelo: El Corazón de Vaca Muerta y la Técnica de Perforación que Está Cambiando el

Juego, fecha de acceso: febrero 28, 2025,
<https://vacamuertahousing.com.ar/blog/anelo-el-corazon-de-vaca-muerta-y-la-tecnica-d-e-perforacion-que-esta>

4. YPF en Vaca Muerta: ¿Qué es Vaca Muerta? | No convencional, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://desafiovacamuerta.ypf.com/>

5. Argentina desarrolla tecnología de punta para Vaca Muerta, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-desarrolla-tecnologia-de-punta-para-vaca-muerta>

6. El desafío de Vaca Muerta al 2030: Llegar a generar los 25.000 millones de U\$S que hoy aporta el campo y la agroindustria | Bolsa de Comercio de Rosario, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <http://www.bcr.com.ar/es/sobre-bcr/revista-institucional/noticias-revista-institucional/el-desafio-de-vaca-muerta-al-2030>

7. Seminario: "Vaca Muerta: nuevas tecnologías en perforación direccional y geonavegación", fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=llr34h1kFml>

8. La revolución de la inteligencia artificial en la industria del Petróleo y Gas - Dynatec, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://dynatec.es/2023/11/16/la-revolucion-de-la-inteligencia-artificial-en-la-industria-d-el-petroleo-y-gas/>

9. Inteligencia Artificial aplicada en la Industria Petrolera - EADIC, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://eadic.com/blog/entrada/inteligencia-artificial-aplicada-en-la-industria-petrolera/>

10. IA y Aprendizaje Automático para la Industria del Petróleo y Gas - Chetu, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://www.chetu.com/es/blogs/oil-gas/ai-machine-learning-oil-gas-transformation.php>

11. La IA ofrece a la industria petrolera acelerar las perforaciones y reducir costos,

fecha de acceso: febrero 28, 2025,
<https://oilchannel.tv/noticias/la-ia-ofrece-a-la-industria-petrolera-acelerar-las-perforaciones-y-reducir-costos>

12. Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en la toma de decisiones en la industria petrolera - Inspenet, fecha de acceso: febrero 28, 2025,
<https://inspenet.com/articulo/inteligencia-artificial-y-aprendizaje/>

13. El impacto de la IA en la industria del petróleo y el gas, fecha de acceso: febrero 28, 2025,
<https://acp.com.co/porta1/el-impacto-de-la-ia-en-la-industria-del-petroleo-y-el-gas/>

14. Inteligencia Artificial para acelerar las perforaciones y reducir costos - Perfoblogger, fecha de acceso: febrero 28, 2025,
<https://perfoblogger.wordpress.com/2024/03/21/inteligencia-artificial-para-acelerar-las-perforaciones-y-reducir-costos/>

15. Desafíos en la Transición Energética en el Sector Upstream - Inspenet, fecha de acceso: febrero 28, 2025,
<https://inspenet.com/articulo/transicion-energetica-en-el-sector-upstream/>

16. Ingeniería de petróleo: los desafíos que enfrenta la industria, fecha de acceso: febrero 28, 2025, <https://www.vgingeneria.com/ingenieria-de-petroleos>

17. Extracción del petróleo: Innovaciones y retos hacia una industria sostenible - Inspenet, fecha de acceso: marzo 1, 2025,
<https://inspenet.com/articulo/innovaciones-y-retos-extraccion-del-petroleo/>

18. Resolver los problemas de agua en las explotaciones de petróleo y gas, fecha de acceso: marzo 1, 2025,
<https://onetetra.com/es/blog/solving-the-water-woes-in-oil-and-gas-operations/>

19. Técnicas de Perforación Actuales en la Extracción Petrolera - Inspenet, fecha de acceso: marzo 1, 2025,
<https://inspenet.com/articulo/innovacion-tecnicas-de-perforacion-petroleo/>

20. 4 técnicas avanzadas que optimizan la extracción de petróleo - ISI Oilfield Chemicals, fecha de acceso: marzo 1, 2025,

<https://isioilchem.com/novedades/4-tecnicas-avanzadas-que-optimizan-la-extraccion-d-e-petroleo/>

21. Soluciones para la industria de exploración, extracción y producción de petróleo y gas - Veolia Water Technologies, fecha de acceso: marzo 1, 2025, <https://www.watertechnologies.mx/industries/oil-gas-renewables/upstream-oil-gas>

22. Cómo la GenAI y la complejidad desafían las suposiciones y los modelos de negocio - EY, fecha de acceso: marzo 1, 2025, https://www.ey.com/es_ec/insights/innovation/how-gen-ai-and-complexity-challenge-assumptions-and-business-models

23. En Vaca Muerta, la inteligencia artificial se abre paso en cada vez más procesos, fecha de acceso: marzo 1, 2025, <https://www.mejorenergia.com.ar/noticias/2024/04/30/2721-en-vaca-muerta-la-inteligencia-artificial-se-abre-paso-en-cada-vez-mas-procesos>

24. Casos de aplicación de ciencia de datos en la industria del OIL&GAS - Universidad Austral, fecha de acceso: marzo 1, 2025, <https://www.austral.edu.ar/casos-de-aplicacion-de-ciencia-de-datos-en-la-industria-del-oilgas/>

25. AI en el tamaño del mercado de petróleo y gas y análisis de acciones - Informe de investigación de la industria - Tendencias de crecimiento - Mordor Intelligence, fecha de acceso: marzo 1, 2025, <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/ai-market-in-oil-and-gas>

26. El futuro de la industria del petróleo y el gas | SafetyCulture, fecha de acceso: marzo 1, 2025, <https://safetyculture.com/es/temas/el-futuro-del-petroleo/>