HUB TECH IA

# Reporte entregable 55

## Caso de uso de aplicación de IA e IAGEN

### Inteligencia artificial para optimizar la logística y el transporte de agua en Vaca Muerta

## I. Introducción

El presente informe analiza el potencial de la inteligencia artificial (IA) para optimizar la logística y el transporte de agua en la región de Vaca Muerta, Argentina. El agua desempeña un papel fundamental en las operaciones de petróleo y gas en Vaca Muerta, especialmente en la técnica de fracturamiento hidráulico.

La implementación de la IA ofrece una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia, reducir los costos y potencialmente mejorar la sostenibilidad de estos procesos. Los hallazgos clave del informe destacan los beneficios potenciales de la IA en la previsión de la demanda de agua, la optimización de las rutas de transporte, el mantenimiento predictivo de la infraestructura hídrica, la gestión optimizada del almacenamiento y la distribución del agua, y la mejora de la eficiencia en el tratamiento y la reutilización del agua.

Si bien existen desafíos en la adopción de la IA, como la calidad e integración de los datos y los costos iniciales, las áreas más prometedoras para la aplicación de la IA incluyen el mantenimiento predictivo de los oleoductos de agua y las bombas, la planificación optimizada de las rutas de transporte y el monitoreo en tiempo real de los procesos de tratamiento y reutilización del agua.

## II. Panorama actual de la logística del agua en Vaca Muerta

Actualmente, el agua para las operaciones de fracturamiento hidráulico en Vaca Muerta se obtiene principalmente de ríos. Las regulaciones prohíben el uso de aguas subterráneas para la estimulación hidráulica, lo que hace que los recursos de agua superficial sean cruciales y destaca la necesidad de una gestión eficiente para evitar la presión sobre estos recursos.

El agua se transporta desde la fuente a los sitios de los pozos utilizando principalmente tuberías flexibles. Estas líneas de agua flexibles se están volviendo comunes para el suministro de agua a los sitios de fracturamiento, lo que reduce la necesidad de un intenso tráfico de camiones. Esta tendencia indica un avance hacia métodos de transporte más eficientes y menos disruptivos, que la IA puede optimizar aún más.

La logística actual del agua en Vaca Muerta enfrenta desafíos como los costos de transporte, el potencial de cuellos de botella, las preocupaciones ambientales relacionadas con el uso y la disposición del agua, y la necesidad de una gestión eficiente de los recursos. El fracturamiento hidráulico requiere enormes volúmenes de agua, lo que podría exacerbar los problemas de escasez de agua en regiones

áridas como Vaca Muerta. Además, el cambio climático amenaza la disponibilidad y la cantidad de agua para diversos usos, incluida la producción de petróleo y gas en Vaca Muerta, lo que enfatiza aún más la necesidad de estrategias de gestión del agua resilientes y optimizadas a las que la IA puede contribuir

## III. La promesa de la IA en la logística

En general, la IA se está utilizando para optimizar las cadenas de suministro en diversas industrias, incluyendo la previsión de la demanda, la gestión de inventarios, la optimización de rutas, el mantenimiento predictivo, la gestión de riesgos y la gestión de las relaciones con los proveedores. Los primeros en adoptar la IA en la gestión de la cadena de suministro han obtenido beneficios significativos, como la reducción de los gastos de logística en un 15%, la disminución de los niveles de inventario en un 35% y el aumento de la eficiencia del servicio en un 65%.

La IA ayuda a las empresas de petróleo y gas en la previsión de los precios de mercado, la planificación y la programación, la optimización de la cartera de crudo, la creación de almacenes inteligentes, el mantenimiento de inventarios, la gestión de las operaciones de transporte, la cobertura de riesgos y la mejora de la entrega.

La IA también contribuye a prácticas logísticas más sostenibles al optimizar la utilización de los recursos, reducir el consumo de combustible y minimizar los impactos ambientales. Su potencial para transformar la gestión de la cadena de suministro es significativo, permitiendo a las empresas pronosticar la demanda con mayor precisión, optimizar las rutas de transporte y gestionar los inventarios de manera que se reduzcan las emisiones y el uso de recursos.

**IV. Posibles aplicaciones de IA para la logística del agua en Vaca Muerta**

- La IA puede analizar los programas de perforación, los datos históricos de uso de agua, los patrones climáticos y los niveles de caudal de los ríos para predecir la demanda futura de agua y optimizar las estrategias de abastecimiento. Los algoritmos de ML pueden analizar datos históricos, tendencias del mercado y factores externos para predecir la demanda de productos de petróleo y gas, lo que permite a las empresas optimizar los niveles de inventario y reducir costos. Este principio se puede extender a la previsión de la demanda de agua en función de los programas operativos. Al pronosticar con precisión las necesidades de agua, las empresas pueden evitar la extracción excesiva de los ríos durante los períodos de bajo caudal, mitigando los riesgos ambientales.
- Los algoritmos de optimización de rutas impulsados por IA pueden determinar las rutas más eficientes para los camiones cisterna (si aún se utilizan) y monitorear las condiciones de los oleoductos para prevenir fugas y optimizar el flujo. Los algoritmos de IA optimizan el enrutamiento y la programación del transporte, mejorando los tiempos de entrega y reduciendo el consumo de combustible. Esto es crucial para minimizar los costos y el impacto ambiental del transporte de agua en Vaca Muerta. La reducción del tráfico de camiones debido al enrutamiento optimizado también puede

conducir a una disminución del desgaste de las carreteras y a una mejora de la seguridad.

- Los sistemas de mantenimiento predictivo impulsados por IA pueden monitorear la salud de los oleoductos, las bombas, los tanques de almacenamiento y las instalaciones de tratamiento, prediciendo posibles fallas antes de que ocurran. Al analizar los datos de los sensores de los equipos, la IA puede predecir las fallas de la maquinaria antes de que ocurran, lo que permite a las empresas realizar el mantenimiento de manera proactiva, reduciendo así el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento. Esto es vital para garantizar el suministro confiable de agua para las operaciones de fracturamiento hidráulico. El mantenimiento proactivo evita averías inesperadas, que pueden provocar costosos retrasos en las operaciones de fracturamiento y posibles incidentes ambientales.
- La IA puede gestionar los niveles de agua en los tanques de almacenamiento en función de la demanda prevista y optimizar la distribución de agua a diferentes sitios de pozos en función de sus programas operativos. La IA puede ayudar a coordinar el equipo de operaciones con el almacén para garantizar la disponibilidad de componentes críticos. Este principio se puede aplicar a la coordinación de la disponibilidad de agua con los programas de fracturamiento. El monitoreo en tiempo real de los niveles de agua y la demanda predictiva pueden ayudar a optimizar los programas de bombeo, reduciendo el consumo de energía asociado con la transferencia de agua.
- La IA también puede apoyar decisiones estratégicas de diseño de la red logística, por ejemplo determinando dónde instalar piletas de almacenamiento o centros de acopio de agua para reducir distancias de transporte. Mediante modelos de optimización de ubicación-asignación (facility location), se pueden evaluar miles de posibles ubicaciones candidatas en función de la geografía de los pozos, disponibilidad de agua, y costos de construcción, buscando minimizar el recorrido total de camiones. Técnicas de clústering (agrupamiento) también serían útiles: algoritmos como *k-means* pueden agrupar pozos cercanos de alta demanda, sugiriendo

los mejores puntos para que un solo camión pueda atender múltiples locaciones cercanas eficientemente.

- En lugar de reaccionar cuando “falta agua” o “sobra agua”, la IA permite una planificación proactiva de las entregas. Modelos de aprendizaje automático predictivo (p. ej. redes neuronales o bosques aleatorios entrenados con datos históricos de producción de agua y consumo en fracturas) pueden prever la demanda de camiones con días u horas de anticipación. Asimismo, la IA puede optimizar los horarios de carga y descarga evitando esperas: cada camión recibe una ventana horaria óptima para llegar al punto de acopio o al pozo, sincronizada para que siempre haya personal y equipo disponible para bombear el agua sin demoras. Esto maximiza la utilización de la flota –los camiones pasan más tiempo trasladando agua y menos tiempo detenidos–.

Hoy en día, estas oportunidades se optimizan a partir del uso de modelos de IA Generativa. 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.

## V. Agentes de IA y workflows agénticos. La evolución de la IA generativa.

### 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.

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.

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 modelos de agentes**

## Agente IAGEN para Optimización de Logística de Agua – Vaca Muerta

**Tipo:** Agente de IA Generativa + Predictiva

**Objetivo:** Optimizar el transporte, almacenamiento y uso de agua en operaciones de fractura hidráulica mediante inteligencia artificial.

### a. Funciones principales del agente

**Predicción de demanda de agua**

- Usa modelos de ML y redes neuronales para prever consumo futuro según clima, perforaciones, caudal de ríos y operaciones planificadas.

**Optimización de rutas**

- Planifica rutas eficientes para camiones cisterna o tuberías móviles, considerando condiciones de caminos, tráfico y objetivos ambientales.

**Mantenimiento predictivo**

- Monitorea estado de tuberías, bombas, tanques y propone intervenciones antes de fallos, reduciendo tiempos muertos.

**Generación de reportes en lenguaje natural**

- Produce informes automáticos con KPIs (km recorridos, $CO_2$ emitido, % de utilización de flota) para la gerencia y auditoría.

**Coordinación logística inteligente**

- Asigna camiones, turnos de carga y descarga y sugiere rediseños de la red logística con base en datos históricos y escenarios simulados.

**Planificación de infraestructura**

- Usa algoritmos de clustering y facility location para proponer ubicación de nuevos centros de acopio o tanques, optimizando distancias.

**Monitoreo en tiempo real**

- Integra datos de SCADA, IoT, GPS y sensores para visualizar en vivo operaciones críticas y adaptarse ante contingencias.

### b. Outputs del agente

- Plan logístico diario/semanal automatizado (rutas + horarios)

- Mapa interactivo de operaciones
- Reportes PDF automáticos con KPIs
- Alertas predictivas por mantenimiento o cuellos de botella
- Panel web para operadores, supervisores y analistas

c. **Ejemplos de flujo de uso**

- **Carga de datos** (perforaciones, consumo histórico, rutas)
- **Predicción automática** de demanda por zona
- **Planificación de rutas y asignación de flota**
- **Monitoreo en tiempo real**
- **Reporte generado por IAGEN** para gerencia y mejoras operativas

**Versión avanzada**

Con IAs colaborativas, se puede añadir:

- Integración con n8n para automatizar tareas desde Google Sheets o Drive.
- Comparador de contratos logísticos o cláusulas legales.
- Interacción conversacional con supervisores para explicar decisiones o alternativas.

**VI. Comparación con métodos tradicionales y mejoras clave**

Con los métodos tradicionales, la planificación de recorridos suele hacerse de forma descentralizada: cada empresa transportista o supervisor de campo decide cuándo y por dónde envía sus camiones, a menudo con comunicaciones vía telefónica y coordinación diaria informal. Estas planificaciones tienden a ser reactivas –se actúa ante la necesidad inmediata– más que preventivas.

En contraste, con IA y digitalización la planificación es integral y proactiva. El sistema considera la operación completa como un todo: todas las fuentes de agua disponibles, todos los pozos que requieren servicio, y todos los camiones en circulación, para así coordinar de forma óptima. Esto permite, por ejemplo, agrupar entregas y retiros compatibles geográficamente, algo que manualmente sería muy complejo de calcular en el día a día. Otra mejora clave es la adaptabilidad en tiempo real.

También existe una diferencia sustancial en el uso de datos. Las decisiones tradicionales se basaban en la experiencia del personal y reglas generales ("X camiones por cada equipo de fractura", "tal ruta suele estar en mal estado"). Estas heurísticas humanas, si bien valiosas, no logran capturar la complejidad total ni actualizarse constantemente. Un sistema IA aprovecha grandes volúmenes de datos históricos y en vivo para detectar patrones y anomalías que a ojo humano pasarían inadvertidos.

En cuanto a resultados, la brecha de desempeño entre métodos tradicionales vs IA es notable. Como se mencionó, empresas pioneras lograron 15% de reducción en costos logísticos y mejoras de hasta 65% en nivel de servicio con adopción temprana de IA.

En síntesis, donde antes había fragmentación, demora e incertidumbre, la IA aporta coordinación, velocidad y precisión. Las mejoras clave incluyen: planificación unificada de múltiples variables, respuesta instantánea a cambios, aprendizaje continuo de patrones operativos, y una ejecución más disciplinada (cada actor sabe qué hacer y cuándo según un plan óptimo). Esto se traduce en menos kilómetros, menos costo y mejor cumplimiento. La logística 4.0 potenciada por IA supera así las

limitaciones del paradigma convencional, permitiendo manejar la creciente complejidad de Vaca Muerta de forma sostenible.

## VII. Beneficios operativos y estratégicos directos

- La implementación de la IA en la logística de agua de Vaca Muerta puede generar una reducción de costos a través de rutas de transporte optimizadas, menor consumo de combustible, minimización del tiempo de inactividad debido al mantenimiento predictivo, uso eficiente del agua y tratamiento químico optimizado.
- También se puede lograr una mejora en la eficiencia operativa a través de tiempos de entrega más rápidos, reducción de retrasos, asignación optimizada de recursos y procesos simplificados. La incorporación de IA y ML está transformando el costo operativo, la eficiencia y los procesos de toma de decisiones del sector del petróleo y el gas.
- Se obtienen beneficios menos obvios pero críticos: la estandarización y documentación de la logística. Un sistema IA registra cada viaje, tiempos, volúmenes y cualquier incidencia, generando una base de datos valiosa. Con esa información, los directivos pueden medir KPIs clave (costos por km, toneladas por camión, % de utilización de flota, emisiones de $CO_2$ por $m^3$ transportado, etc.) y detectar cuellos de botella o áreas de mejora continua. En suma, los beneficios directos abarcan eficiencia económica, certeza operativa, seguridad y mejor toma de decisiones. Esto posiciona a la empresa de manera competitiva y preparada para escalar operaciones: la logística deja de ser un freno para el crecimiento y se convierte en un aliado estratégico, capaz de adaptarse rápidamente a nuevos proyectos o picos de actividad.

## VIII. Oportunidades y beneficios concretos: impacto en costos, tiempos, eficiencia y seguridad

La implementación de IA no solo aporta mejoras cualitativas, sino también resultados cuantificables. A continuación, se destacan oportunidades y métricas estimativas de impacto:

- Reducción de kilómetros recorridos: al optimizar las rutas, es posible acortar significativamente las distancias totales recorridas por la flota.
- Ahorro de combustible y costos operativos: menos kilómetros y menos tiempo de marcha se traducen en un ahorro directo de combustible, que suele rondar también el 15-20%.
- Mejora en tiempos de entrega y productividad: con IA, la puntualidad de las entregas aumenta drásticamente, dando mayor certidumbre a las cuadrillas de fractura. En conjunto, la productividad de los equipos sube: los mismos recursos de bombeo pueden fracturar más etapas al mes gracias a una logística sincronizada.
- Mayor eficiencia de la flota y capacidad operativa: un algoritmo de ruteo puede eliminar *viajes en vacío* combinando, por ejemplo, la entrega de agua a un pozo con el retiro de agua de producción de otro cercano en el mismo recorrido.
- Impacto en seguridad y medio ambiente: menos kilómetros recorridos y mejor control operativo se reflejan en menos incidentes viales. Desde el punto de vista ambiental, optimizar la logística del agua aporta reducción de emisiones de $CO_2$ y otros contaminantes. También disminuye el impacto sobre caminos.

**IX. Desafíos para la adopción de IA y estrategias de superación**

Si bien las ventajas son claras, la implementación de soluciones de IA en la logística de Vaca Muerta enfrenta desafíos importantes que deben gestionarse con estrategias adecuadas:

1. **Desafíos técnicos:** integrar IA en operaciones de campo requiere primero disponibilidad de datos confiables. Un obstáculo inicial es recopilar datos precisos de ubicaciones de pozos, mapas actualizados de rutas (muchas no pavimentadas y cambiantes), niveles de tanques en tiempo real, etc. Puede existir dispersión de la información en múltiples sistemas (SCADA, planillas, sistemas de contratistas), por lo que será necesario unificar y depurar datos.

Para el flujo continuo de datos (GPS de camiones, telemetría), podría hacer falta invertir en comunicaciones satelitales o redes privadas en campo.

2. **Desafíos organizacionales y culturales:** la introducción de IA implica cambios en la forma de trabajar de equipos de logística, choferes y supervisores. Puede haber resistencia al cambio por temor a lo desconocido o a que "las máquinas reemplacen a las personas". Para superar esto, es crucial invertir en capacitación y cambio cultural.
3. **Desafíos económicos y de ROI:** implementar sistemas avanzados de IA conlleva una inversión económica en software, infraestructura y entrenamiento. Si bien a largo plazo el retorno en ahorros es positivo, a corto plazo algunas empresas pueden dudar en destinar capital a este tipo de proyectos, especialmente en un contexto macroeconómico desafiante. Para justificar la inversión, se debe presentar un business case sólido. Estrategia: enfocarse en *quick wins* –funcionalidades de IA que generen ahorros inmediatos– e implementar de forma incremental. También es posible explorar modelos de contratación *SaaS* o asociaciones donde el proveedor tecnológico asume parte de la inversión inicial a cambio de pagos ligados a desempeño (ej. un % del ahorro obtenido), reduciendo el riesgo financiero para la operadora.
4. **Desafíos regulatorios y contractuales:** la logística de hidrocarburos está sujeta a normativas (peso máximo por eje, horas máximas de conducción, seguros, etc.) que el sistema de IA debe incorporar como restricciones "duras". Asegurar que el algoritmo cumpla al 100% con las regulaciones de transporte y seguridad es obligatorio; cualquier plan que implique violar una norma (por optimizar costos) debe ser automáticamente descartado. Esto añade complejidad al modelado. La solución es integrar desde el diseño todas estas reglas y validar el sistema con abogados de transporte y representantes de contratistas para alinear expectativas.
5. **Otras barreras:** podrían mencionarse cuestiones como la infraestructura vial deficiente –que escapa al alcance directo de la IA–. Si los caminos están intransitables, ni el mejor algoritmo podrá optimizar la logística. Aquí la estrategia es usar justamente los datos generados por la IA para argumentar

mejoras de infraestructura ante autoridades: por ejemplo, demostrar con números cuántos kilómetros adicionales se recorren por desvíos evitables, o cuántos litros de combustible extra se consumen por el mal estado de una ruta, para impulsar inversiones públicas.

En todos los casos, la clave para superar estos desafíos es un enfoque estratégico y colaborativo: combinar el conocimiento del negocio (logísticos, ingenieros de producción, etc.) con expertos en datos y IA, comenzar de menos a más, y mantener una comunicación abierta con todos los involucrados. Así, los obstáculos se van abordando uno a uno, evitando que descarrilen la iniciativa global.

**Recomendación:**

**Inversión de corto plazo en equipos de implementación de agentes de IAen 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.

**Fuentes consultadas:**


1. Energy connects us acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Vaca Muerta Challenge. Energy connects us | Tecpetrol
2. Vaca Muerta Challenge acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Vaca Muerta Challenge
3. VACA MUERTA RISING: A Trip Along the Learning Curve. acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Energy connects us | Tecpetrol. VACA MUERTA RISING: A Trip Along the Learning Curve. Argentina oil and gas sector: Vaca Muerta shale can drive near-term growth and fuel medium-term opportunities
4. A Trip Along the Learning Curve acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en: VACA MUERTA RISING: A Trip Along the Learning Curve

5. Argentina’s Vaca Muerta: 10 Years of Fracking and Local Resistance acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Argentina’s Vaca Muerta: 10 Years of Fracking and Local Resistance | NACLA. How Oil Exploration in the Vaca Muerta Region is Argentina's Hope to Escape the Economic Crisis | The Atlas Report. Assessing the effects of water withdrawal for hydraulic fracturing on surface water and groundwater – a review. Watershed implications of shale oil and gas production in Vaca Muerta, Argentina | SEI
6. How Oil Exploration in the Vaca Muerta Region is Argentina's Hope to Escape the Economic Crisis acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:How Oil Exploration in the Vaca Muerta Region is Argentina's Hope to Escape the Economic Crisis | The Atlas Report
7. Watershed implications of shale oil and gas production in Vaca Muerta, Argentina acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Watershed implications of shale oil and gas production in Vaca Muerta, Argentina | SEI
8. AI & ML in Oil & Gas Market Size, Forecasts Report 2025-2034. acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en: AI & ML in Oil & Gas Market Size, Forecasts Report 2025-2034.
9. AI & ML in Oil & Gas Market Size, Share | CAGR of 11%. acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:AI & ML in Oil & Gas Market Size, Share | CAGR of 11%.
10. Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review.
11. AI in Logistics: Use Cases, Benefits, Implementation, Challenges and Solutions acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:AI in Logistics: Use Cases, Benefits, Implementation, Challenges and Solutions
12. Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review
13. Original Article: The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Oil Exploration and Production acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Original Article: The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Oil Exploration and Production

14. Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en:Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review
15. How AI is Transforming Logistics and Supply Chain Operations acceso: 3 de abril de 2025. Disponible en: How AI is Transforming Logistics and Supply Chain Operations
16. AI Enhancing Oil & Gas Supply Chain | Knowledge Ridge acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:AI Enhancing Oil & Gas Supply Chain | Knowledge Ridge
17. Assessing the effects of water withdrawal for hydraulic fracturing on surface water and groundwater – a review acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:Assessing the effects of water withdrawal for hydraulic fracturing on surface water and groundwater – a review
18. Original Article: The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Oil Exploration and Production. acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:Original Article: The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Oil Exploration and Production.
19. AI Enhancing Oil & Gas Supply Chain | Knowledge Ridge. acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:AI Enhancing Oil & Gas Supply Chain | Knowledge Ridge.
20. Sustainable water management in the oil and gas industry: Harnessing the power of AI and data-driven solutions for efficient water use. acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:Sustainable water management in the oil and gas industry: Harnessing the power of AI and data-driven solutions for efficient water use.
21. Best Practices for Oil & Gas Water Transport Management acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:Best Practices for Oil & Gas Water Transport Management | Engage Mobilize
22. AI & ML in Oil & Gas Market Size, Share | CAGR of 11%.acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:AI & ML in Oil & Gas Market Size, Share | CAGR of 11%.
23. Inteligencia Artificial en la Planificación de Rutas: Caso de Éxito en Transporte Refrigerado de Larga Distanciaacceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:16 de 52: 🚛❄️ Inteligencia Artificial en la Planificación de Rutas: Caso de Éxito en Transporte Refrigerado de Larga Distancia 🧠📍

24. Augmenting faster value across your supply chains with AI in route optimization acceso: 4 de abril de 2025. Disponible en:Augmenting faster value across your supply chains with AI in route optimization