



Conceptos Generales

Santiago, 2025

Nombre:

Matías Valenzuela

Gestión Integral de Activos en Infraestructura Crítica para la Industria Petrolera

Estrategias de Resiliencia, Robustez, Sustentabilidad y
Mantenimiento para Garantizar la Seguridad y Continuidad
Operativa



Table of Contents

Conceptos Clave en Gestión de Activos para Inf...	03
Infraestructura Crítica	04
Redundancia	05
Resiliencia	06
Robustez	07
Sustentabilidad	08
Sostenibilidad	09
Ingeniería Forense	10
Cambio Climático	11
Mantenimiento	12
Reparación	13
Refuerzo	14



Conceptos Clave en Gestión de Activos para Infraestructura Crítica

Marco Conceptual

Introducción al marco conceptual para la gestión eficiente.

Enfocado en infraestructura crítica en la industria petrolera.

Gestión Eficiente

Aborda estrategias clave para optimizar recursos.

Busca garantizar la sostenibilidad y seguridad operativa.

Infraestructura Crítica

Definición de Infraestructura Crítica

Activos esenciales cuyo fallo o interrupción tendría un impacto severo en la seguridad, economía, salud pública o funcionamiento de la sociedad.

Estos activos son fundamentales para el desarrollo y estabilidad de cualquier nación.

Ejemplos de Infraestructura Crítica

Oleoductos, refinerías, plantas de procesamiento de gas y terminales marítimas de hidrocarburos.

Estos elementos son vitales para garantizar el suministro energético y la operatividad económica.



Redundancia

Definición de Redundancia

Diseño o disposición de componentes adicionales que permiten mantener la operación ante fallos.

Es una estrategia clave para garantizar la continuidad operativa en sistemas críticos.

Ejemplo de Redundancia en la Industria

Sistemas de bombeo paralelo en una refinería para evitar paradas en caso de falla de un equipo.

Este enfoque asegura que la producción no se detenga ante imprevistos técnicos.



Resiliencia



Definición de Resiliencia

Capacidad de un sistema para absorber perturbaciones, adaptarse y recuperar su funcionalidad.

Es un concepto clave en la ingeniería y la gestión de riesgos.

Ejemplo de Resiliencia en la Ingeniería

Diseño de plataformas offshore para resistir huracanes y retomar operaciones rápidamente.

Demuestra cómo la resiliencia se aplica en contextos prácticos y críticos.



Robustez

1

Definición de Robustez

Resistencia intrínseca de un sistema a cargas extremas sin sufrir daños significativos.

Este concepto es clave para garantizar la durabilidad y funcionalidad de sistemas críticos.

2

Ejemplo de Robustez

Tanques de almacenamiento diseñados para soportar sismos de alta magnitud.

Estos diseños aseguran la integridad estructural en condiciones adversas.



Sustentabilidad



Definición de Sustentabilidad

Uso eficiente de recursos para minimizar el impacto ambiental sin comprometer necesidades futuras.

Este concepto busca equilibrar el desarrollo humano con la preservación del medio ambiente.



Ejemplo de Sustentabilidad en la Industria

Recuperación de aguas residuales en plantas petroleras para reutilización.

Este proceso reduce el consumo de agua fresca y disminuye la contaminación.

Sostenibilidad

1

Definición de Sostenibilidad

Equilibrio entre aspectos económicos, sociales y ambientales en el largo plazo.

Es un enfoque integral para garantizar el bienestar de las generaciones futuras.

2

Ejemplo de Sostenibilidad

Proyectos de energía que integran comunidades locales y reducen emisiones de CO₂.

Demuestran cómo la colaboración puede generar beneficios ambientales y sociales.





Ingeniería Forense

Definición de Ingeniería Forense

Análisis técnico de fallas para determinar causas.

Prevención de recurrencias mediante investigación detallada.

Ejemplo de Aplicación

Investigación tras el colapso de una torre de perforación.

Causa identificada: fatiga del material.

Cambio Climático

Definición del Cambio Climático

Alteraciones en patrones climáticos que afectan la infraestructura.

Este fenómeno tiene implicaciones significativas en diversas áreas, incluyendo la economía y el medio ambiente.

Ejemplo de Impacto

Aumento del nivel del mar que amenaza terminales costeras de hidrocarburos.

Este ejemplo ilustra cómo el cambio climático puede poner en riesgo infraestructuras críticas.



Mantenimiento

Definición de Mantenimiento

Acciones para preservar o restaurar un activo a su estado óptimo.

Es esencial para garantizar la funcionalidad y durabilidad de los equipos.

Ejemplo de Mantenimiento

Lubricación periódica de turbinas en una planta de procesamiento.

Este proceso asegura el rendimiento eficiente y prolonga la vida útil de las turbinas.



Reparación



Definición de Reparación

Corrección de daños para recuperar funcionalidad inmediata.

Este proceso es esencial para mantener la operatividad de los sistemas afectados.

Ejemplo de Reparación

Soldadura de grietas en un tramo de tubería corroída.

Este método asegura la integridad estructural y funcional de la tubería.



Refuerzo

1

Definición de Refuerzo

Mejora de la capacidad estructural de un elemento existente.

Es una técnica utilizada para aumentar la resistencia de estructuras ya construidas.

2

Ejemplo de Refuerzo

Añadir placas de acero a columnas en una plataforma petrolera para mayor resistencia sísmica.

Este método es común en áreas propensas a terremotos para garantizar la seguridad estructural.

Gestión Integral y Mantenimiento de Activos Industriales

Estrategias, Evaluación y Optimización para la Vida Útil y Seguridad
de Infraestructuras Críticas



Table of Contents

Rehabilitación	03
Inspección	04
Elemento Crítico y Elemento Funcional	05
Índice de Desempeño (KPI) y Objetivo de Desemp...	06
Daño y Pérdida de Funcionalidad	07
Crisis y Colapso	08
Vida Útil	09
Estado en Servicio	10
Estado Último de Rotura (Límite de Fallo)	11
Activo y Evaluación de Activos	12
Gestión de Activos	13



Rehabilitación

Definición de Rehabilitación

Restauración integral de un activo para extender su vida útil.

Este proceso asegura la funcionalidad y durabilidad del activo.

Ejemplo de Rehabilitación

Revestimiento interno de tanques de almacenamiento para prevenir corrosión.

Esta técnica protege los tanques y prolonga su vida útil.

Inspección

Definición de Inspección

Evaluación sistemática del estado de un activo.

Es un proceso clave para garantizar la seguridad y funcionalidad.

Ejemplo de Inspección

Ultrasonido para detectar grietas en tuberías de alta presión.

Método no invasivo utilizado en la industria.



Elemento Crítico y Elemento Funcional

Elemento Crítico

- Componente cuyo fallo causaría la interrupción total o parcial del sistema.
- Ejemplo: Válvulas de seguridad en un gasoducto.
- Es indispensable para la operación continua y segura del sistema.
- Su ausencia o mal funcionamiento puede generar riesgos significativos.

Elemento Funcional

- Componente que contribuye al desempeño pero no es crítico.
- Ejemplo: Iluminación en una planta de procesamiento.
- Mejora la eficiencia y comodidad, pero no afecta la operación básica.
- Su fallo no detendría el sistema, aunque podría reducir la productividad.

Índice de Desempeño (KPI) y Objetivo de Desempeño

Definición de KPI

Índice de Desempeño (KPI):
Métrica cuantitativa para evaluar eficiencia, seguridad o confiabilidad.

Ejemplo: Tiempo medio entre fallas (MTBF) en bombas de crudo.

Ejemplo de KPI

Tiempo medio entre fallas (MTBF) en bombas de crudo.

Este KPI mide la confiabilidad de los equipos en operaciones críticas.

Definición de Objetivo de Desempeño

Objetivo de Desempeño: Meta específica que un activo o sistema debe cumplir.

Ejemplo: Reducir emisiones de una refinería en un 20% en 5 años.

Ejemplo de Objetivo de Desempeño

Reducir emisiones de una refinería en un 20% en 5 años.

Este objetivo busca mejorar la sostenibilidad ambiental de las operaciones.

Daño y Pérdida de Funcionalidad

Daño

- Deterioro físico que afecta la integridad de un activo.
- Ejemplo: Corrosión en un intercambiador de calor.
- El daño implica un impacto directo en la estructura física del sistema.
- Puede ser causado por factores externos como el ambiente o el uso prolongado.

Pérdida de Funcionalidad

- Incapacidad de un sistema para cumplir su propósito.
- Ejemplo: Parada no programada de una torre de destilación por fallo eléctrico.
- La pérdida de funcionalidad afecta el rendimiento operativo del sistema.
- Generalmente ocurre debido a fallos internos o problemas técnicos inesperados.

Crisis y Colapso

Crisis

- Situación de alto riesgo que amenaza operaciones continuas.
- Ejemplo: Derrame de petróleo que requiere respuesta de emergencia.
- Un evento que puede ser manejado con una respuesta adecuada.
- Generalmente tiene un impacto temporal si se gestiona correctamente.

Colapso

- Falla catastrófica que inutiliza totalmente un sistema.
- Ejemplo: Colapso estructural de una plataforma offshore por fatiga de materiales.
- Un evento que resulta en la pérdida total de funcionalidad.
- Tiene consecuencias permanentes y requiere reconstrucción o reemplazo.

Vida Útil

Definición de Vida Útil

Período durante el cual un activo cumple con los requisitos funcionales, de seguridad y económicos para los que fue diseñado.

Es esencial para determinar la viabilidad y el rendimiento de los activos en diferentes condiciones.

Impacto de Factores Operativos

La corrosión, fatiga y cambios operativos afectan significativamente la vida útil de los activos.

Es necesario implementar medidas preventivas para mitigar estos efectos.

Ejemplo de Tubería Submarina

Una tubería submarina puede tener una vida útil de 30 años, considerando corrosión, fatiga y mantenimiento.

Estos factores son críticos para garantizar su funcionalidad y seguridad a largo plazo.

Ejemplo de Tanque de Almacenamiento

Un tanque de almacenamiento de crudo puede diseñarse para 40 años, pero su vida real depende de inspecciones y reparaciones.

La evaluación constante es clave para maximizar su vida útil y prevenir fallos.

Estrategias en Ambientes Agresivos

En ambientes como offshore y desiertos, se usan estrategias para extender la vida útil de los activos.

Estas incluyen materiales resistentes, mantenimiento avanzado y monitoreo continuo.





Estado en Servicio

Definición del Estado en Servicio

Condición operativa de un activo bajo cargas normales.

Cumple su función sin signos de deterioro crítico.

Ejemplo: Torre de Destilación

Funciona al 90% de capacidad.

No presenta deformaciones ni fugas.

Ejemplo: Compresor de Gas

Opera dentro de sus parámetros de vibración.

Mantiene la temperatura adecuada.

Monitoreo en Tiempo Real

Se utilizan sensores y herramientas de inteligencia artificial.

Permiten evaluar el estado en servicio continuamente.

Protocolos de Detección de Desviaciones

Existen métodos para identificar anomalías tempranas.

Previenen fallas antes de que ocurran.

Estado Último de Rotura (Límite de Fallo)

1

Definición del Estado Último de Rotura

Condición en la que un activo pierde su capacidad de carga o funcionalidad debido a daño extremo, fatiga o sobrecarga.

Este estado representa el límite de fallo estructural o funcional de un sistema.

2

Ejemplo: Reventón de Oleoducto

Otro ejemplo es el reventón de un oleoducto debido a corrosión severa no detectada.

La falta de mantenimiento predictivo puede llevar a este tipo de fallos catastróficos.

3

Métodos Predictivos para Evitar Roturas

Se emplean métodos como análisis de fatiga y FEA para prever y evitar roturas catastróficas.

Estos enfoques permiten identificar puntos críticos antes de que ocurra un fallo.

4

Ejemplo: Colapso de Plataforma Offshore

Un caso típico es el colapso de una plataforma offshore por fractura progresiva en sus soportes.

Este tipo de fallo puede ser causado por una combinación de fatiga y sobrecarga.

5

Modelado del Estado Último en Diseño

El estado último se modela en diseño utilizando normas como API, ISO y Eurocódigos.

Estas normas proporcionan directrices para garantizar la seguridad estructural y funcional.





Activo y Evaluación de Activos

1

Definición de Activo

Activo: Recurso físico o sistema con valor económico que requiere gestión (ej: refinerías, oleoductos, equipos de perforación).

Estos activos son esenciales para las operaciones y su mantenimiento asegura la continuidad del negocio.

2

Ejemplo: Evaluación de una Refinería

Análisis de corrosión en intercambiadores de calor, eficiencia energética y cumplimiento ambiental.

Estas evaluaciones aseguran que la refinería opere de manera segura y eficiente.

3

Discusión sobre Metodologías y Datos

¿Qué metodologías se usan para priorizar inversiones en activos críticos?

¿Cómo se integran datos de inspección con modelos financieros (ROI, TCO)?

4

Proceso de Evaluación de Activos

Evaluación de Activos: Proceso para determinar condición, riesgo y valor residual de un activo.

Este análisis permite tomar decisiones informadas sobre mantenimiento y reemplazo.

5

Ejemplo: Valoración de un Gasoducto

Inspección con pigging inteligente para medir espesores y defectos.

Este proceso ayuda a identificar problemas estructurales y planificar reparaciones.

Gestión de Activos

Definición de Gestión de Activos

Enfoque sistemático para maximizar el valor, desempeño y seguridad de los activos.

Se aplica a lo largo de todo el ciclo de vida de los activos.

Estrategia en una Terminal Petrolera

Incluye monitoreo continuo con sensores IoT y mantenimiento predictivo basado en IA.

También contempla el reemplazo planificado de equipos antes de su fallo.

Alineación con Objetivos Corporativos

Es crucial integrar la gestión de activos con metas de seguridad, rentabilidad y sostenibilidad.

Esto asegura que las operaciones sean eficientes y responsables.

Estándares Internacionales Relevantes

ISO 55000 y PAS 55 son aplicables en la industria petrolera.

Estos estándares proporcionan un marco para la gestión eficaz de activos.

Preguntas para la Discusión

¿Cómo se puede optimizar la gestión de activos para cumplir con los objetivos corporativos?

¿Qué beneficios específicos ofrecen los estándares internacionales en este contexto?



Gestión Integral y Transformación Digital en Infraestructura Crítica

Estrategias, Tecnologías y Herramientas para Optimizar el Ciclo de Vida y la Seguridad Operativa

Table of Contents

Definición del Fin de la Vida Útil	03
Herramientas para Predecir Estado Último de Ro...	04
Integración de Gestión de Activos y Transforma...	05
Instrumentación	06
Monitoreo	07
Structure Management System (SMS)	08
Building Information Modeling (BIM)	09
Big Data	10
Transformación Digital	11
Gestión del Cambio	12
Robotic Process Automation (RPA)	13
Gemelo Digital (Twin Model)	14

Definición del Fin de la Vida Útil

Criterios para definir el fin de la vida útil

¿Cómo se define el fin de la vida útil en sus operaciones?

- Por tiempo - Por deterioro - Por obsolescencia tecnológica

Importancia de la definición

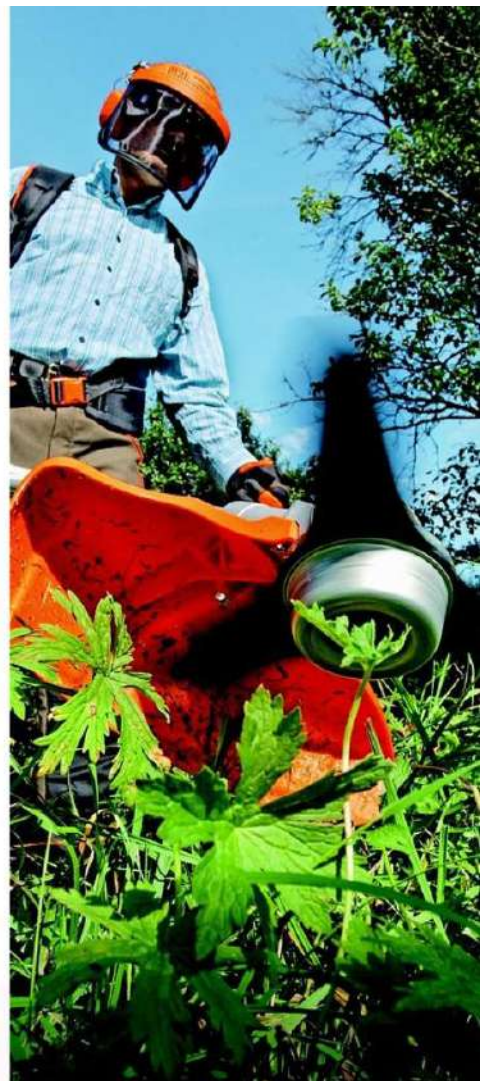
Esta definición es clave para planificar mantenimientos.

También es esencial para reparaciones y reemplazos en infraestructura crítica.

Factores clave en la planificación

El tiempo, el deterioro y la obsolescencia tecnológica son determinantes.

Estos factores ayudan a garantizar la funcionalidad y seguridad de los sistemas.





Herramientas para Predecir Estado Último de Rotura

Importancia de la Predicción

¿Qué herramientas usan para predecir el estado último de rotura en infraestructura crítica?

La predicción precisa permite anticipar fallas y optimizar la gestión de activos.

Seguridad Operativa

La predicción asegura la integridad y seguridad operativa.

Esto es esencial para la gestión de infraestructura crítica.



Integración de Gestión de Activos y Transformación Digital

Tecnologías clave en la integración

Big Data se utiliza para análisis predictivo y optimización.

Los gemelos digitales permiten simulación y monitoreo en tiempo real.

Impulso a la eficiencia

La integración mejora la eficiencia operativa.

Facilita la toma de decisiones basada en datos.

Gestión de activos y transformación digital

La gestión de activos se combina con tecnologías avanzadas.

Esto permite una transformación digital efectiva.

Instrumentación

Definición de Instrumentación

Uso de sensores y dispositivos para medir variables físicas en tiempo real.

Ejemplos incluyen presión, temperatura, vibración y corrosión.

Transductores de Vibración en Turbocompresores

Identifican desbalanceo en equipos críticos.

Contribuyen a la eficiencia y seguridad operativa.

Ejemplo de Sensores de Corrosión

Sensores en oleoductos detectan pérdida de espesor.

Ayudan a prevenir fallos estructurales y accidentes.

Discusión sobre Ambientes Hostiles

Selección de instrumentación adecuada para offshore y zonas áridas.

Incluye protocolos de calibración y mantenimiento específicos.



Monitoreo

Definición de Monitoreo

Proceso continuo de recolección y análisis de datos para evaluar desempeño y condición de activos.

Es esencial para la gestión eficiente y la prevención de fallos en sistemas complejos.

Discusión: Integración con Sistemas de Alerta Temprana

El monitoreo puede conectarse a sistemas que emiten alertas automáticas.

Esto facilita la toma de decisiones rápidas y basadas en datos.

Ejemplo: Monitoreo en Plataformas Petroleras

Uso de strain gauges para medir esfuerzos en tiempo real.

Permite identificar problemas estructurales antes de que se conviertan en fallos críticos.

Ejemplo: Uso de Drones con Termografía

Drones equipados con cámaras térmicas detectan puntos calientes en tuberías.

Esta tecnología mejora la seguridad y reduce costos de inspección manual.

Ventajas de Tecnologías Inalámbricas

Sistemas como LoRaWAN y 5G ofrecen mayor flexibilidad frente al cableado tradicional.

Reducen costos de instalación y mantenimiento en entornos industriales.





Structure Management System (SMS)

Gestión del ciclo de vida

Sistema integrado para gestionar el ciclo de vida de estructuras, desde diseño hasta desmantelamiento.

Basado en datos y normativas para asegurar eficiencia y cumplimiento.

Ejemplo en refinerías

Incluye registro histórico de inspecciones y modelado de degradación por corrosión.

Permite la planificación eficiente de reparaciones necesarias.

Software especializado

Se utilizan herramientas como SAP PM e IBM Maximo en la industria.

Estas plataformas optimizan la gestión y el mantenimiento de estructuras.

Alineación con estándares

El sistema se ajusta a normativas como las de la ISO 55000.

Esto garantiza un enfoque estructurado y reconocido internacionalmente.

Discusión y aplicaciones

El SMS fomenta la integración de tecnología y normativas en la gestión estructural.

Es clave para industrias que buscan maximizar la vida útil de sus activos.

Building Information Modeling (BIM)

1

Definición de BIM

Metodología de modelado 3D inteligente que integra información técnica, operativa y financiera de un activo.

Permite una representación integral y detallada de proyectos complejos.

2

Escalabilidad en mega-proyectos

Discusión sobre la escalabilidad de BIM para mega-proyectos petroleros.

Posibilita la gestión eficiente de recursos y planificación en gran escala.

3

Impacto en la industria

BIM transforma la manera en que se diseñan y gestionan proyectos de ingeniería.

Promueve la colaboración y la innovación en sectores como el petrolero.

4

Aplicación en plantas de LNG

Ejemplo en planta de LNG: coordinación multidisciplinaria (civil, mecánica, eléctrica).

Simulación de mantenimiento antes de la construcción para prever desafíos.

5

Beneficios en fase operativa

BIM facilita la gestión de cambios y documentación durante la operación del activo.

Optimiza procesos y mejora la toma de decisiones en tiempo real.





Big Data

1

Análisis de datos masivos

Exploración de grandes volúmenes de datos estructurados y no estructurados.

Identificación de patrones, predictibilidad y optimización en diversos contextos.

2

Ejemplo: Optimización logística

Uso de datos sobre clima, tráfico y demanda para mejorar rutas y tiempos.

Reducción de costos y aumento de la eficacia en la cadena de suministro.

3

Discusión: Calidad y seguridad en la nube

Garantía de integridad y protección de datos almacenados en plataformas cloud.

Mitigación de riesgos asociados a la gestión de información sensible.

4

Ejemplo: Predictibilidad de fallas

Cruce de datos históricos de vibración, temperatura y mantenimiento.

Anticipación de problemas para mejorar la eficiencia operativa.

5

Discusión: Arquitecturas de datos

Implementación de Data Lakes y Edge Computing para gestionar grandes volúmenes de información.

Mejora en la accesibilidad y procesamiento de datos en tiempo real.

Transformación Digital

Integración de tecnologías digitales

La transformación digital implica la adopción de tecnologías como IoT, IA y blockchain.

Estas herramientas buscan optimizar procesos operativos y estratégicos en las organizaciones.

Barreras organizacionales en la transformación digital

Existen obstáculos internos que dificultan la implementación efectiva de tecnologías digitales.

La resistencia al cambio y la falta de capacitación son algunos de los principales desafíos.

Digitalización en campos petroleros

La automatización de pozos mediante sensores IoT es un ejemplo clave de digitalización.

Esto permite una gestión más eficiente y precisa de los recursos energéticos.

Medición del ROI en iniciativas digitales

Evaluar el retorno de inversión (ROI) es crucial para justificar proyectos de transformación digital.

Esto implica analizar los beneficios tangibles y la rentabilidad de las tecnologías implementadas.

Blockchain en la trazabilidad de combustibles

El uso de blockchain asegura la transparencia y seguimiento en la cadena de suministro de combustibles.

Esta tecnología mejora la confianza y la seguridad en las operaciones.





Gestión del Cambio

Definición de Gestión del Cambio

Enfoque estructurado para manejar la transición de personas, procesos y tecnologías durante transformaciones.

Permite asegurar una adaptación efectiva y minimizar impactos negativos en la organización.

Ejemplo práctico de aplicación

Migración a un nuevo sistema de gestión de activos con capacitación de equipos.

Incluye ajuste de procedimientos operativos para garantizar la eficiencia.

Modelos efectivos en la industria

Modelos como ADKAR y Kotter son ampliamente utilizados en la industria petrolera.

Proporcionan marcos estructurados para implementar cambios organizacionales.

Gestión de la resistencia al cambio

Es crucial abordar la resistencia al cambio en equipos técnicos para garantizar el éxito.

Incluye estrategias de comunicación y participación activa de los involucrados.

Importancia de la capacitación

La capacitación de equipos es esencial para adaptarse a nuevos sistemas y procesos.

Facilita la transición y mejora la aceptación del cambio.

Robotic Process Automation (RPA)

1

Definición de RPA

Uso de 'bots' software para automatizar tareas repetitivas y basadas en reglas.

Esta tecnología permite optimizar procesos y reducir errores humanos.

2

Ejemplo: Órdenes de compra

Procesamiento automático de órdenes de compra para repuestos.

Esto agiliza la gestión de inventarios y reduce tiempos de espera.

3

Escalabilidad hacia IA

Exploración de la transición de RPA hacia inteligencia artificial cognitiva.

Esto abre posibilidades para automatización más avanzada y adaptativa.

4

Ejemplo: Reportes en SAP

Automatización de reportes de mantenimiento en SAP.

Los bots generan informes precisos y en menor tiempo.

5

Discusión: Procesos candidatos

Identificación de procesos ideales para RPA en operaciones petroleras.

Se busca maximizar eficiencia en tareas repetitivas y críticas.





Gemelo Digital (Twin Model)

1

Definición de Gemelo Digital

Réplica virtual de un activo físico que simula su comportamiento en tiempo real.

Utiliza tecnologías como IoT y analytics para su funcionamiento.

2

Plataformas Líderes

Siemens MindSphere y GE Digital Twin son ejemplos destacados.

Estas plataformas dominan el mercado de gemelos digitales.

3

Impacto en la Industria

Los gemelos digitales transforman la gestión de activos físicos.

Permiten optimizar operaciones y prevenir fallas críticas.

4

Ejemplo de Aplicación

Gemelo digital de una turbina de gas para predicción de fallas.

Analiza vibraciones y simula escenarios de estrés operativo.

5

Validación de Precisión

Es crucial comparar la precisión del gemelo digital frente al activo real.

Esto asegura la fiabilidad y utilidad del modelo.



Conceptos Generales

Santiago, 2025

Nombre:

Matías Valenzuela