



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO
MANTENER
2026



ACIEM

GESTIÓN DE LA FALLA CRÍTICA POR ROTURA DE CADENA: INTERVENCIÓN TÉCNICA Y ESTRATÉGICA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE TRITURACIÓN Y DESPACHO DE COQUE DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA

DONALD MARTIN NORIEGA GONZALEZ

23 de Abril de 2026

22 | 23 | 24 | ABRIL

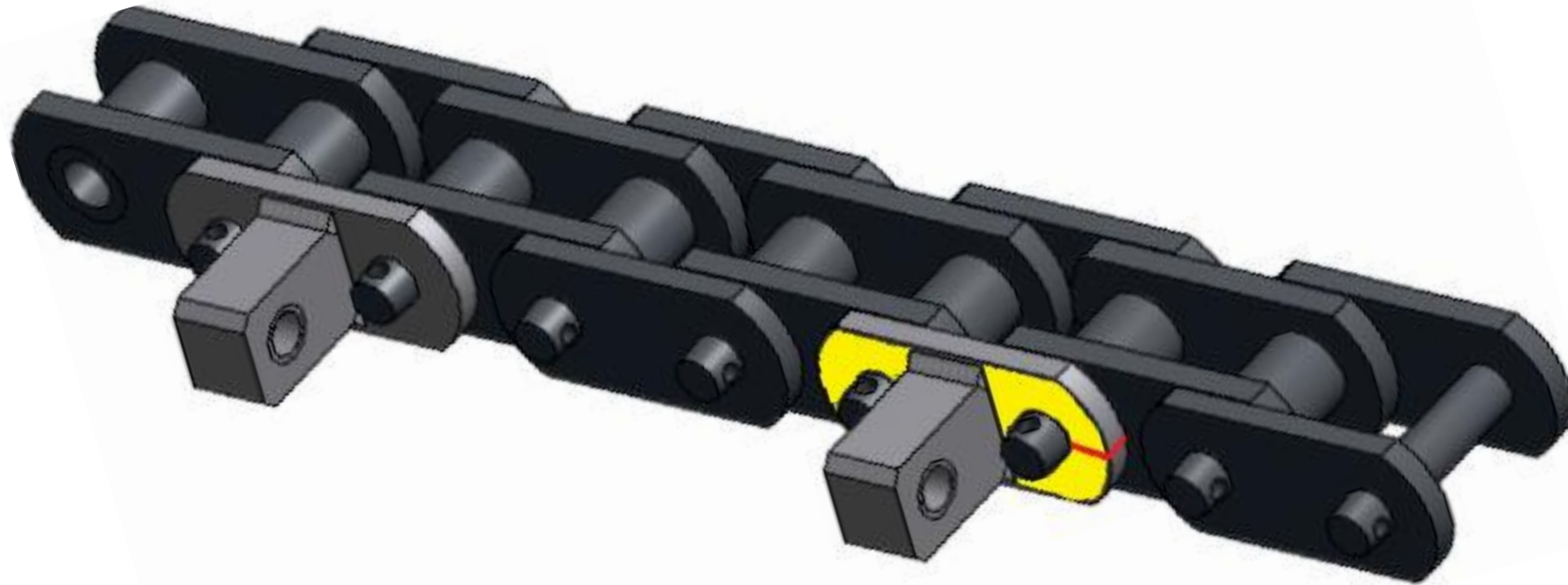


Donald Martin Noriega González

Ingeniero Integral de Mantenimiento y Confiabilidad
Refinería de Cartagena, Bolívar, Colombia

Ingeniero con experiencia en gestión de mantenimiento y confiabilidad de activos industriales. Especialista en análisis de fallas, estrategias RCM, optimización de planes de mantenimiento bajo la norma ISO 14224, implementación e interpretación de pruebas predictivas. Enfoque principal en la mejora continua, mitigación de malos actores y aumento de la disponibilidad operativa de equipos críticos. Liderando actualmente iniciativas técnicas orientadas al fortalecimiento de la confiabilidad en la unidad de Refinación de fondos “PFO”.

LA CADENA ES TAN FUERTE COMO SU **ESLABÓN MÁS DÉBIL**



GESTIONAR EL ESLABÓN CRÍTICO ES GESTIONAR EL RIESGO OPERACIONAL.

A photograph of a large industrial facility, possibly a refinery or chemical plant, at night. The structure is illuminated with warm yellow lights, highlighting its complex steel framework, multiple levels of scaffolding, and various pipes and tanks. The sky is a dark, clear blue.

CONTENIDO

- Configuración del sistema
- Contexto de la falla
- Impacto de la falla
- Plan de acción
- Conclusiones



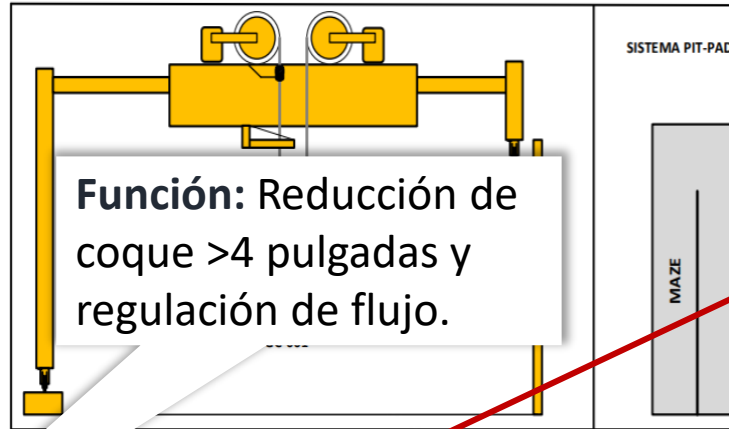
- Configuración del sistema

SISTEMA DESPACHO DE COQUE

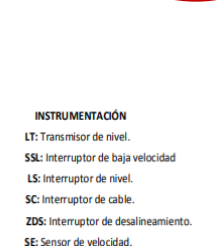
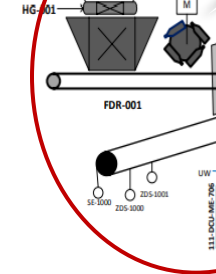
Equipo de trituración de coque



Refinería De Cartagena, S. A ECOPETROL
Sistema De Manejo De Coke
DIAGRAMA GRANDE DE CONTROL DGC
Unidad 113
SGC-001

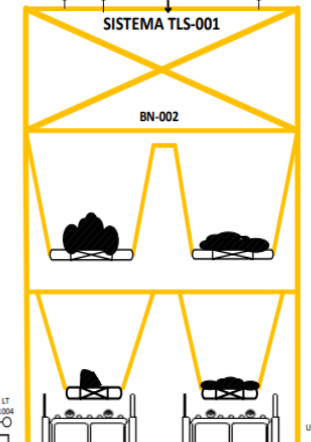
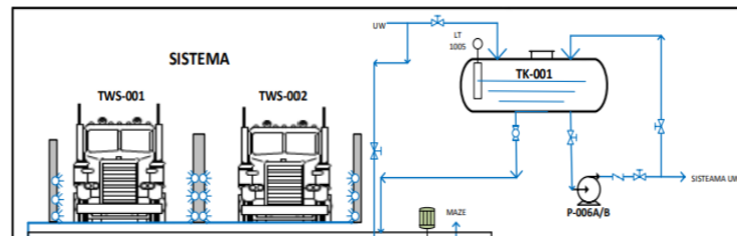
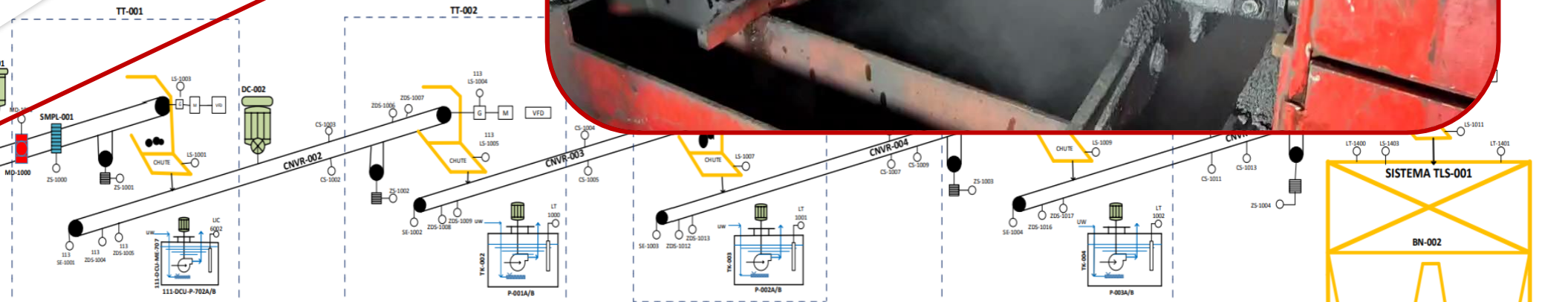


BN-001



INSTRUMENTACIÓN
LT: Transmisor de nivel.
SSL: Interruptor de baja velocidad
LS: Interruptor de nivel.
SC: Interruptor de cable.
ZDS: Interruptor de desalineamiento.
SE: Sensor de velocidad.

SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS





- Configuración del sistema
- Contexto de la falla

CRONOLOGIA DE EVENTOS

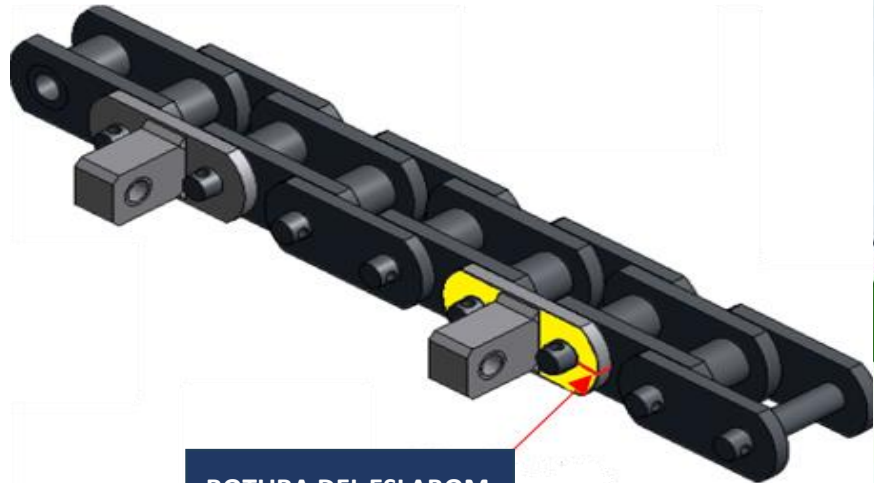


- FALLA** Eventos no deseados que impactan la operación
- CAMBIO A CONDICIÓN** Intervenciones correctivas para restablecer condición
- CADENA NUEVA** Mejoras e implementación para mayor confiabilidad

HALLAZGOS DE LA FALLA 2024

MECANISMOS DE DETERIORO EN LA CADENA

VISTA DE CADENA ATASCADA



ROTURA DEL ESLABOM

Por sobrecarga
concentración de
esfuerzos.



1. DESGASTE ABRASIVO

Pérdida de material en pasadores, bujes y placas por contacto y partículas abrasivas.

DESGASTE EN BUJE

Desgaste evidente en el buje por fricción y contaminación.



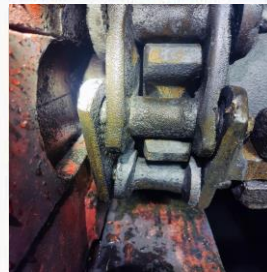
DESGASTE EN PLACA

Desgaste severo en la placa lateral por contacto y abrasión.



DESGASTE EN PASADORES

Desgaste y marcas de fricción en pasadores.



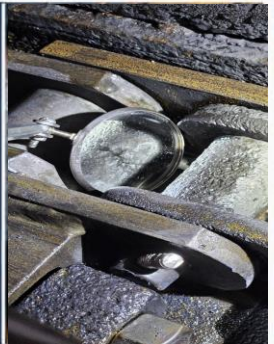
DESGASTE Y DISMINUCIÓN DE ESPESOR

Pérdida de material en la placa por abrasión.



INSPECCIÓN VISUAL

Daños visibles, superficies rugosas y oxidación.



2. CORROSIÓN

Oxidación y corrosión por humedad, agentes químicos y falta de lubricación.

CORROSIÓN EN COMPONENTES

Oxidación en placas, bujes y pasadores.



CORROSIÓN AVANZADA

Pérdida de material por corrosión, comprometiendo la integridad.



IMPACTO EN LA OPERACIÓN



Riesgo de
falla catastrófica



Paradas no
programadas



Costos de
reparación
elevados



- Configuración del sistema
- Contexto de la falla
- Impacto de la falla

IMPACTO DE LA FALLA 2024



EQUIPO CRÍTICO CON FALLAS RECURRENTE

3 FALLAS / AÑO

RIESGO ALTO



\$ IMPACTO ECONÓMICO 2024 (USD)



USD 1,676 M / DÍA

Impacto potencial a la producción



USD 61K / AÑO

Costos de mantenimiento correctivo

\$ CADA DÍA DE FALLA EQUIVALE A **USD 1,676M** DE VALOR NO GENERADO

MODOS DE FALLA IDENTIFICADOS



SISTEMA: TRITURADOR – CADENA

MODO DE FALLA: ROTURA

CAUSA INMEDIATA: CI01. Fallas Mecánicas



SISTEMA: TRITURADOR – EJE DE COLA

MODO DE FALLA: ROTURA

CAUSA INMEDIATA: CI01. Fallas Mecánicas

RESULTADOS – INDICADOR DE CONFIABILIDAD



TASA DE FALLA

La tasa de falla del rompedor se analiza desde el cambio de cadena realizado en **febrero de 2020** hasta el reemplazo en **septiembre de 2024**, donde se presentaron **5** fallas asociadas al sistema de alimentación del *feeder breaker*.

INICIO



Febrero
2020

1703
DÍAS

TIEMPO DE
OPERACIÓN

FIN



Septiembre
2024

5
FALLAS
REGISTRADAS

TASA DE FALLA (λ)



$$\lambda = \frac{\# \text{ DE FALLAS}}{\text{TIEMPO DE OPERACIONES}} = \frac{5}{1703 \text{ DÍAS}}$$

$$\lambda = \mathbf{0.0002935} \text{ fallas/día}$$

MTBF (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS)



$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0002935}$$

$$MTBF = \mathbf{340} \text{ DÍAS}$$

¿QUÉ SIGNIFICA?



En promedio, el sistema presenta una falla cada **340 días**.



- Configuración del sistema
- Contexto de la falla
- Impacto de la falla
- Plan de acción

PLAN DE ACCION

RUTAS PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA



DISEÑO PROTOCOLO DE INSPECCION

ENFOQUE: CONTENER Y CORREGIR



✓ Inspección metalmecánica de la cadena



✓ Paralelismo entre ejes del triturador



✓ Porcentaje de elongación en cadena



✓ Tensión de cadena



✓ Inspección condición sprocket



✓ Fugas de aceite "HPU"

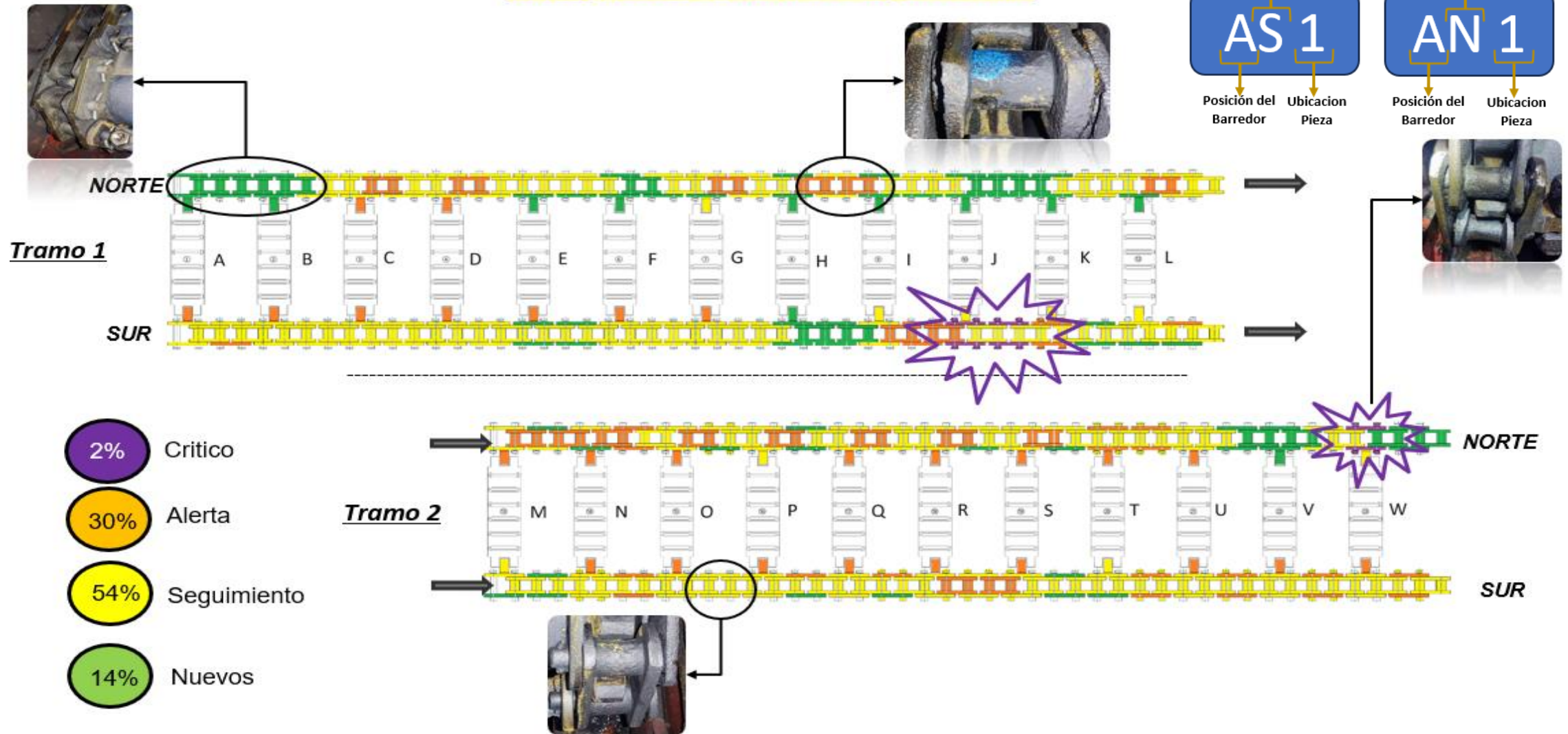
ecopETROL		INSPECCIÓN DE FEEDER BREAKER			F-CTG-19.370.3.OS25-033	
					VERSIÓN: 0	
					FECHA: 30 Enero 2024	
CONTRATO:	ODS: 025	UNIDAD: 111-113	TURNO: 1	FECHA: 6/3/24		
TAG EQUIPO: 113-SFK-FBR-001	SEMANA: 10			OM: 3674169		
MANTENIMIENTO TRITURADOR			OBSERVACIONES			
1	Se realizó la Inspección Visual a todo el Equipo en General.	SI	NO	NA		
2	Se Encontraron fugas de aceite o daños visibles en cadena y sistemas de lubricación hidráulica del triturador.	SI	NO	NA		
3	Se Realizó la Inspección del estado metalmecánico de la cadena y todos sus accesorios de unión, pasadores, eslabones, chavetas. Durante la Inspección de la Cadena Fueron detectados Eslabones Fisurados. (Marcar E Identificar)	SI	NO	NA		
4	Se verificó que la Tensión de la cadena sea la adecuada con una ligera holgura. (Ver Imagen 1)	SI	NO	NA		
5	Se realizó la tensión adecuada a la cadena asegurando igual cantidad de suplementos a ambos cilindros para mantener la cadena paralela desde el eje motor hasta el eje de cola. Espesor Suplementos Lado Norte 11.2cm Espesor Suplementos Lado Sur 12.8cm	SI	NO	NA		
6	Se verificó la Distancia entre Ejes del Triturador Lado Norte y Lado Sur con el fin de Mantener el Paralelismo. Distancia Lado Sur 343.5cm Distancia Lado Norte 342.5cm	SI	NO	NA	PREGUNTA ESA CONFIGURACION POR MOTIVO QUE LA CADENA LADO NORTE SE TIENE FALDONES NUEVOS Y LA SUR NO.	
7	Realizó la verificación del estado de la lubricación de los rodamientos del triturador	SI	NO	NA		
8	Realizó la Inspección de la Cadena y las Ruedas Dentadas para Detectar Desgaste o Daños.	SI	NO	NA		
9	Inspección y Ajuste de Pernos de Anclaje del Reductor.	SI	NO	NA		
10	Inspección y Ajuste de Pernos de Anclaje de las Chumaceras	SI	NO	NA		
11	Inspección y Ajuste de Pernos de Anclaje del Motor.	SI	NO	NA		
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL			PORCENTAJE DE ELONGACIÓN			
1	Realizó el Reengrase de Rodamientos del Motor.	SI	NO	NA		
2	Realizó el Reengrase de las Chumaceras del Triturador	SI	NO	NA		
3	Se Realizó la Revisión interna rodillo rompedor alineando las ruedas dentadas usando el método de los cuatro puntos con un trozo de sogá o una regla.	SI	NO	NA	ELONGACIÓN = $\frac{\text{Longitud de filamento medida} - (\text{Paso nominal} \times \text{Cantidad de pasos medidos})}{\text{Cantidad de pasos medidos}} \times 100$	
4	Se Encontraron fugas de aceite o daños visibles en cadena y sistemas de lubricación hidráulica del triturador.	SI	NO	NA	Elongación = $\frac{21.15 - (3,5 \text{ in} \times 21)}{3,5 \text{ in} \times 21} \times 100$	
5	Se Evidenció daño o Desgaste en la cadena y/o ruedas dentadas del Triturador.	SI	NO	NA	Nota: Todas las Medidas deben ser tomadas en Pulgadas	
6	Verificó que la tensión de alineamiento de la cadena sea adecuada. (Imagen 1)	SI	NO	NA	PORCENTAJE DE ELONGACIÓN: $\frac{L1 - 2.1790}{L3 \times 3.1012}$	
7	Se Verificó el porcentaje de la elongación de la cadena	SI	NO	NA	Paso nominal	
8	Se Inspecciono todo el sistema hidráulico para detectar si hay pérdidas en el Sistema, si la presión y el caudal son correctos	SI	NO	NA		
9	Se Verificó que la presión y el caudal del Sistema sean los Correctos. Valor Presión ()	SI	NO	NA	Longitud de los Filamentos Medidos	
10	Se Verificó el Fluido hidráulico para determinar si hay contaminantes	SI	NO	NA		
11	Se realizó el Reemplazo de filtros hidráulicos y/o elemento del filtro.	SI	NO	NA		
12	Se aplicó aceite Socoony Oven Conveyor a la cadena entre las barras laterales en cada unión.	SI	NO	NA		
OBSERVACIONES:						

MAPA DE CALOR – ANALISIS DE CONDICION

ENFOQUE: CONTENER Y CORREGIR

Riesgo H de la función según RAM

Nomenclatura de ubicacion de elementos de la cadena



INGENIERIA EN REVERSA

ENFOQUE: CONTENER Y CORREGIR

1 MEDICIÓN DE DUREZA



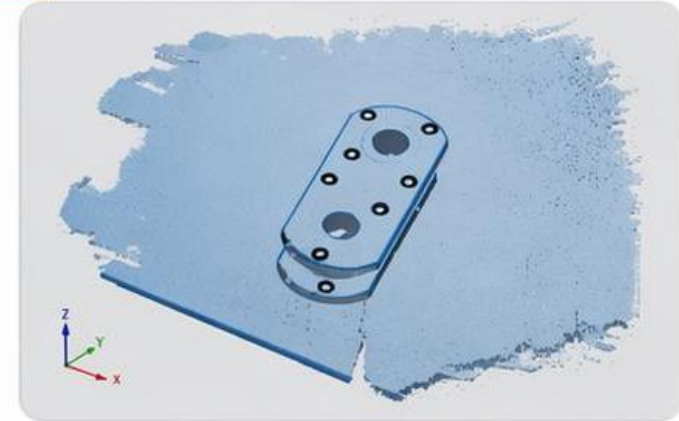
Evaluación de la dureza del material para conocer sus propiedades mecánicas.



2 ESCANEEO 3D



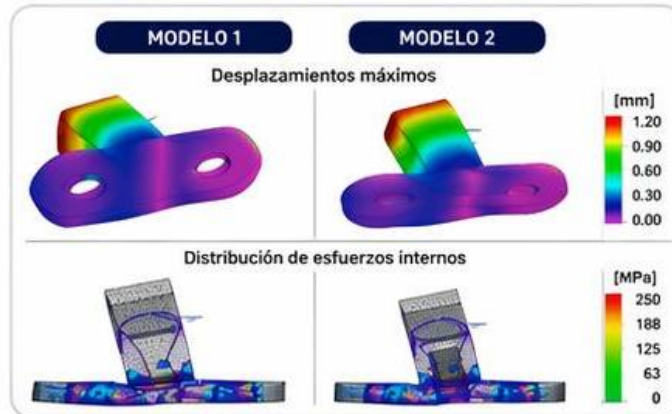
Digitalización 3D de la pieza para capturar su geometría con precisión.



3 DISEÑO Y MODELAMIENTO



Modelamiento CAD y análisis FEM para validar el diseño y el comportamiento estructural.



4 FABRICACIÓN DE ESLABONES



Fabricación de eslabones con parámetros de calidad definidos para garantizar confiabilidad y desempeño.



MAPA DE CALOR – ANALISIS DE CONDICION FINAL

ENFOQUE: CONTENER Y CORREGIR

Nomenclatura de ubicacion de elementos de la cadena



% ESLABONES BUENOS



% ESLABONES SEGUIMIENTO



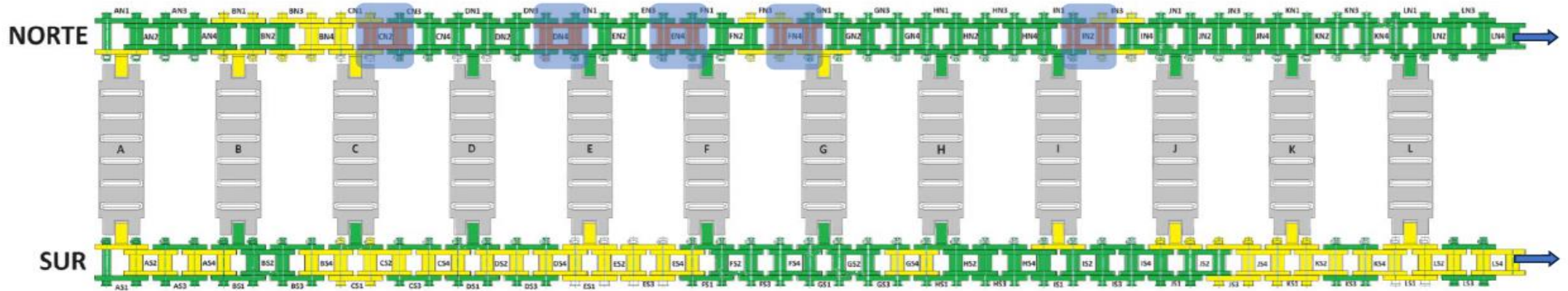
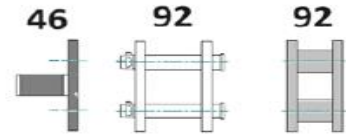
% ESLABONES ALERTA



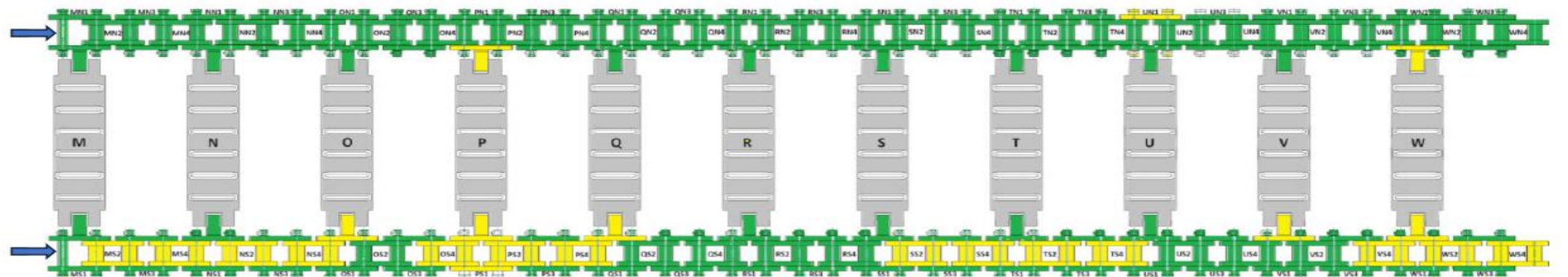
% ESLABONES CRITICOS



Cantidad de elementos

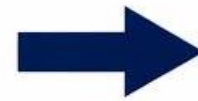


Eslabones con proyección de cambio

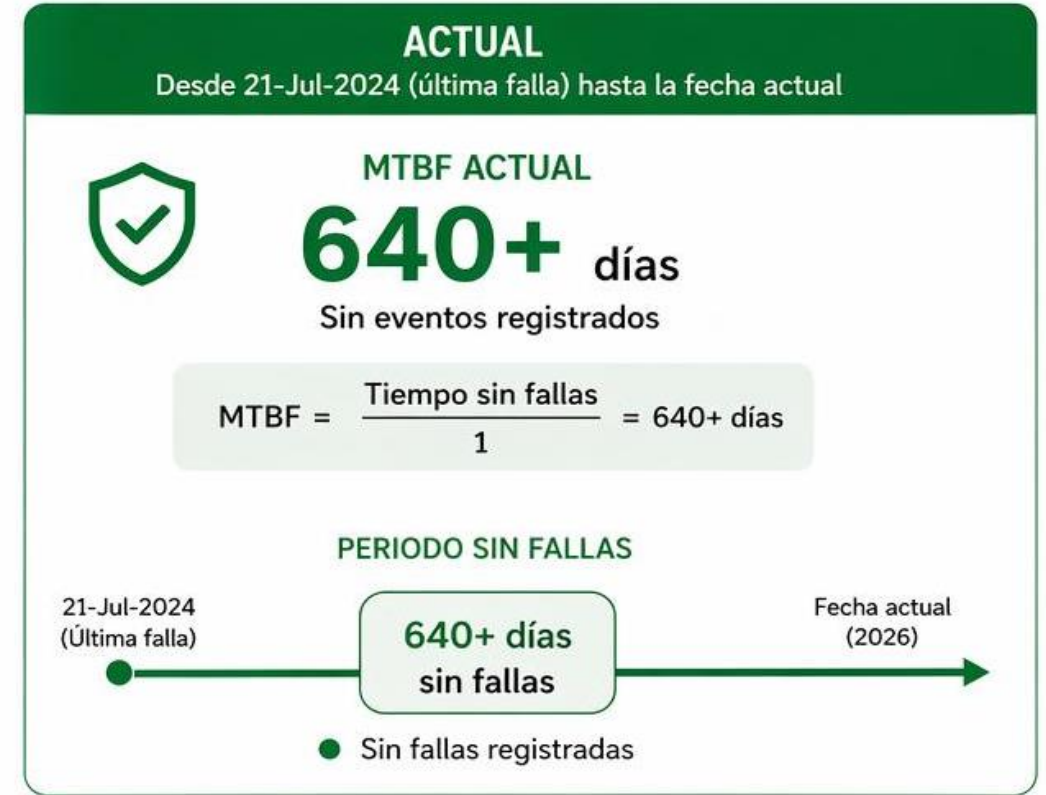


COMPARACION MTBF

MEJORA EN LA CONFIABILIDAD DEL TRITURADOR DE COQUE



MEJORA
88%
en el MTBF
(de 340 a 640+ días)



¿QUÉ SIGNIFICA ESTA MEJORA?



Aumento significativo del tiempo medio entre fallas.



Mayor confiabilidad operacional del sistema.



Reducción del riesgo de paradas no planificadas.



Menor costo por mantenimiento correctivo y repuestos.



- Configuración del sistema
- Contexto de la falla
- Impacto de la falla
- Plan de acción
- Conclusiones

CONCLUSIONES



LOS DATOS CUENTAN LA VERDAD.

El CMMS y el MTBF nos dieron claridad para tomar decisiones basadas en hechos, no en suposiciones.



NO ERA UNA FALLA AISLADA, ERA UN PATRÓN RECURRENTE.

Identificamos el modo de falla y su causa raíz para romper el ciclo de repetición.



DE ALTA INESTABILIDAD A OPERACIÓN CONFIABLE.

El periodo analizado demuestra una transición real hacia la estabilidad y el control.



MENOS FALLAS, MÁS DISPONIBILIDAD, MENOS COSTOS.

La estrategia implementada genera beneficios económicos tangibles y sostenibles.



LA INSPECCIÓN DETECTA, LA INGENIERÍA ELIMINA.

El análisis de condición riguroso es la base para una gestión efectiva de riesgos.



¡Gracias!