



XXV CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS
26 AL 28 DE ABRIL DE 2023. Bogotá - Colombia



Asociación
Colombiana
de Ingenieros

CASO DE ÉXITO

REPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA
UNIDAD DE HIDRÓGENO U115 CON BASE EN
ANÁLISIS TERMOMECÁNICO REALIZADO AL
REFORMADOR PRINCIPAL.




ecopETROL
ENERGÍA PARA EL FUTURO


Refinería de Cartagena



Situación y reto identificado



Alternativas de solución



Resultado y Valor agregado





Situación y reto identificado



Alternativas de solución



Resultado y Valor agregado



99.9% H₂
100 MMSCF
115 KBPD ULS
DIESEL
20 KBPD ULS
NAFTA

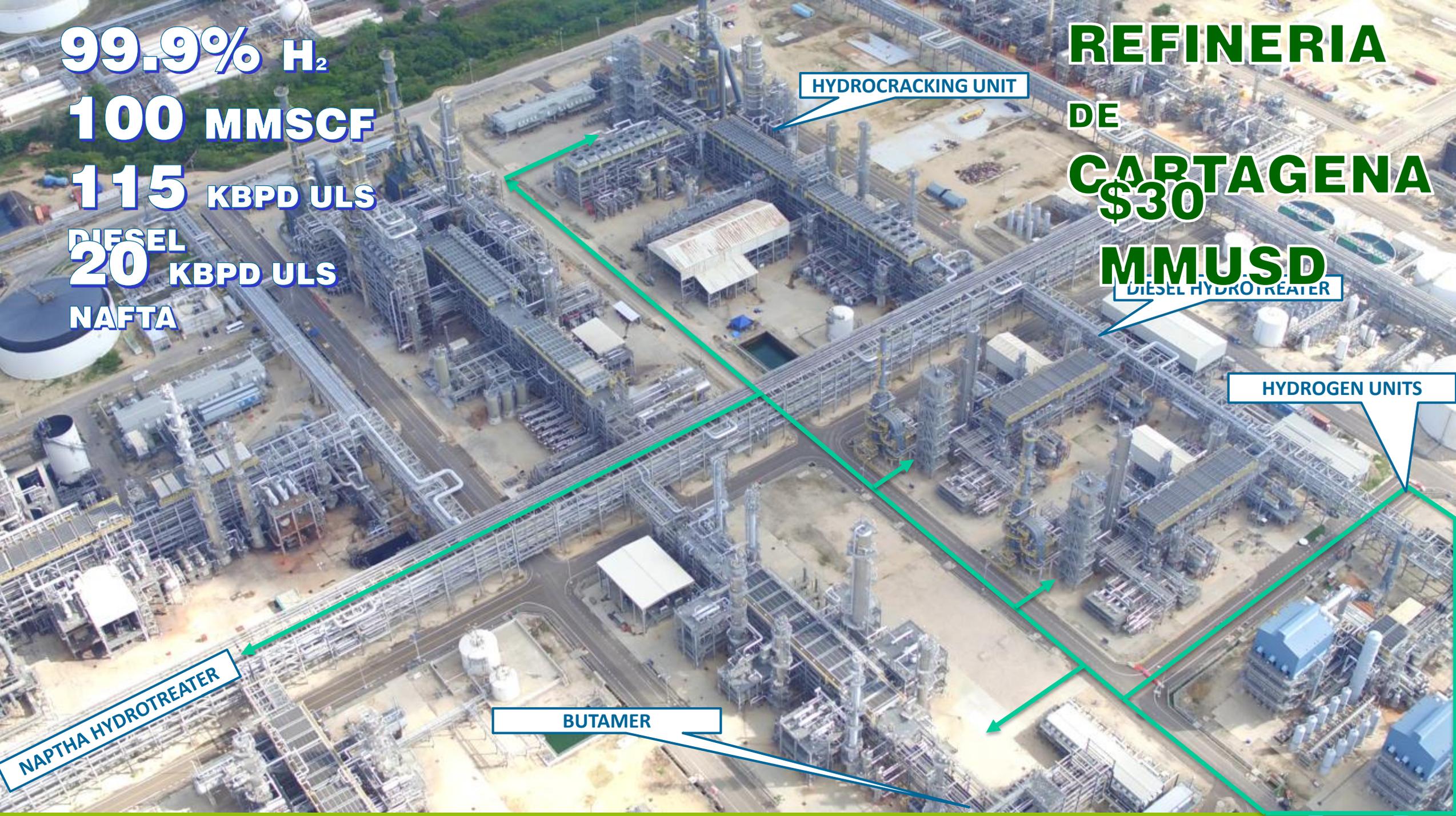
REFINERIA
DE
CARTAGENA
\$30
MMUSD
DIESEL HYDROTREATER

HYDROCRACKING UNIT

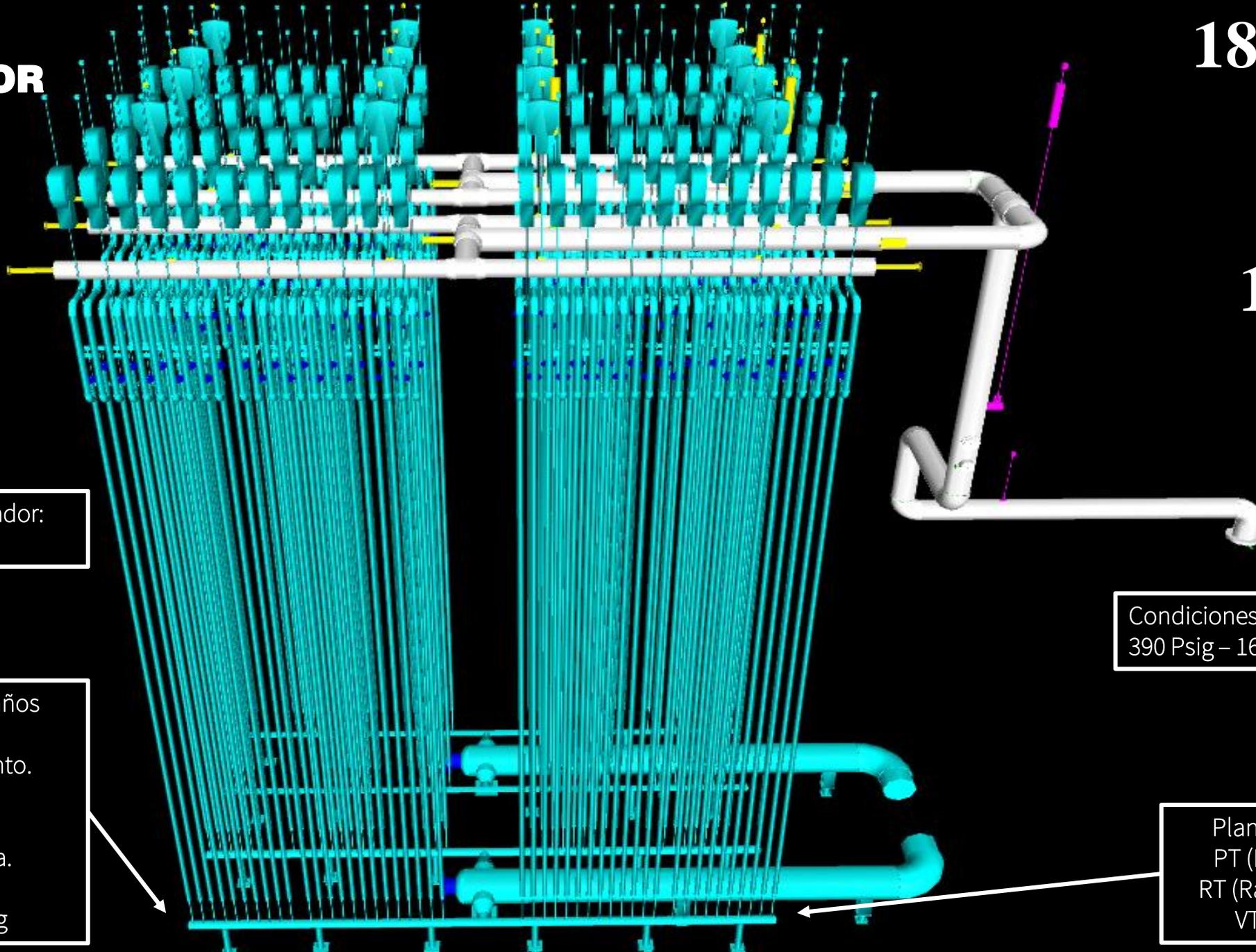
HYDROGEN UNITS

NAPHA HYDROTREATER

BUTAMER



SMR REFORMADOR



184 TUBOS CATALÍTICOS

4 CABEZALES ENTRADAS

4 CABEZALES SALIDAS

11 AÑOS DE VIDA UTIL

6 AÑOS DE SERVICIO

Cabezales del reformador:
20%Ni-32%Cr.

Condiciones Operacionales:
390 Psig – 1650°F

Mecanismos de daños esperados:
sobrecalentamiento.
Creep.
Metal dusting.
Fatiga mecánica.
Fatiga térmica.
Reheat cracking

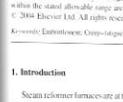
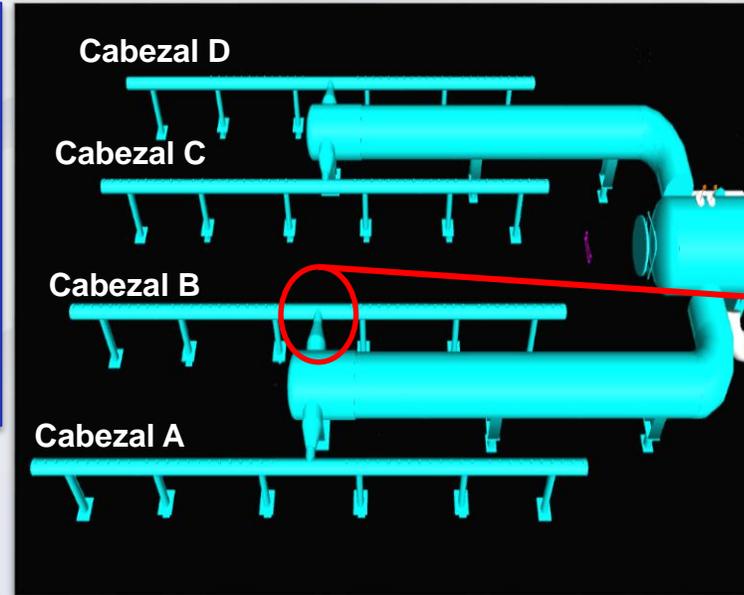
Plan de Inspección:
PT (Penetrant Test)
RT (Radiography Test)
VT (Visual Test)



Situación y reto identificado



- Durante la inspección planeada del reformador en la parada de la unidad se encontraron defectos en las juntas de los cabezales.
- El equipo Ecopetrol y aliado con especialista en soldadura logró reparar las juntas de campo, sin embargo el desafío fue la Tee del subcabezal B que presentó defectos en todos sus extremos y requería reconstrucción a medidas originales disminuidas por la remoción de los defectos



Paper No. C2020-14

Case study: V

In service emb

D.M. K

Abstract
Severe embrittlement has been reported in manifold connections. Attempts to weld repairs with similar components to these failures and laboratory investigation show that the stated allowable range are 5-20% Excess Ltd. All rights reserved.
Keywords: Embrittlement; Composites

1. Introduction

Steam reformer furnaces are an industrially important process, supply feed of methane and used hydrogen and carbon monoxide as the basic building blocks in industry. DR iron production at typical reformer furnace consists of 100 to 150 tubes. The smallest furnace tubes but the largest, with up to 700 and capital intensive items of pipe casting and the feed gas flows in them. Effectively, each tube has a diameter of 100 to 150 mm. At the bottom of the furnace, a manifold connects a system of manifolds to a single stream for distribution for operating temperatures required in a maximum of 1000°C and 100-150 psi outlet temperatures.

Component	Cr	Ni
Wt %	min 19	30
	max 22	32.5

REVIEW OF LIFE A REFORMER

Jeremy Nels
Kishor S. Enar
Rosemount, Mir

Brian Cr
Flint Hills Res
Rosemount, Mir

ABSTRACT
Steam methane reforming is the most important production relevant for plant supplying downstream refining, methanol, and other operators of steam reformers continue to make repair and replacement of the reformer outlet manifold fittings a challenge. The 20Cr-22Ni-18N is a low alloy steel typically used in the outlet manifolds and is subject to stress corrosion cracking, metal fatigue, and other mechanisms which affect its reliability, homogeneity, and fracture toughness. The practices employed to optimize the lifecycle costs of the outlet manifold include but are not limited to specifications, in-service reliability, inspection, and monitoring, and finally, repair and replacement practices such as annealing heat treatment.

INTRODUCTION

The Americas Petroleum Institute is a document on materials, fabrication, and repair for hydrogen reformer furnace outlet pigtail components, alloy grades for the castings

STEAM METHANE REFORMER

Shalishkumar I
Ralliance Industries Limited
Jamnagar, Gujarat
Shalishkumar Oza

ABSTRACT
The steam methane reformer of RIL, commissioned in 2009. Cold header replaced in 2012, due to severe hot spots occurrences field visits at full to to some material failures experienced when welding static cast to the reformer's heat-affected zones. Specific welds were developed. This paper discusses the in-service that apply to these headers including creep, thermal shock, metal dusting, thermal aging, and other cracking. This paper also discusses such as sulfidation cracks, flexibility dip cracks. Then, the metallurgical on the header components are discussed. Finally, the repairs are described in steps that led to the final successful replacement of this paper depicts how the same solution was arrived at, analyzing the operation, inspection, monitoring, and final repair to sustain operation.

Materials, Fabrication, and Repair Considerations for Hydrogen Reformer Furnace Outlet Pigtails and Manifolds

API TECHNICAL REPORT 942-A
FIRST EDITION, JUNE 2014

REFERENCIAS INTERNACIONALES: COMPLEJIDAD DE REPARACIÓN DE CABEZALES DE REFORMADORES



Situación y reto identificado



Alternativas de solución



Resultado y Valor agregado





ALTERNATIVAS SIMULTANEAS DE REPARACIÓN REFORMADOR

RECONSTRUIR DIMESIONES
DE LA TEE SEGÚN PLANO DE
DISEÑO

- La reconstrucción por soldadura no fue exitosa y el procedimiento de recuperación de la Tee tuvo muchos reprocesos



•INSTALAR LA TEE CON LAS
DIMENSIONES MODIFICADAS.
VALIDACIÓN CON
MODELACIÓN DE ESFUERZO
TERMO MECÁNICO

- Instalar la Tee recortada, opción factible pero no referenciada, requería de un estudio técnico riguroso que avalará la integridad del componente

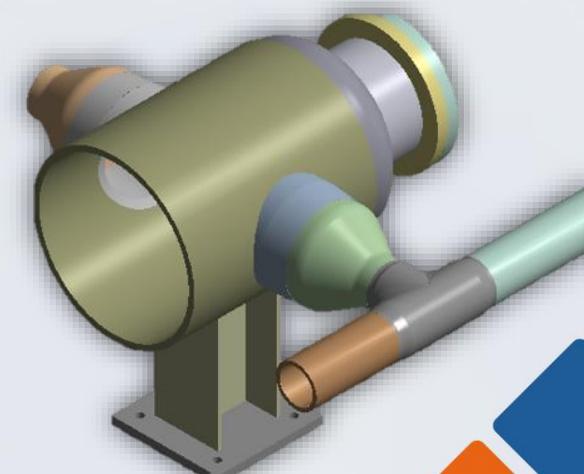


REEMPLAZAR LA TEE POR
UNA NUEVA

- Esperar la Tee nueva significaba extender la parada de la unidad hasta finales de Mayo 2022



**PUESTA EN SERVICIO DE LA
UNIDAD EN EL MENOR
TIEMPO DE FORMA SANA
LIMPIA Y SEGURA.**



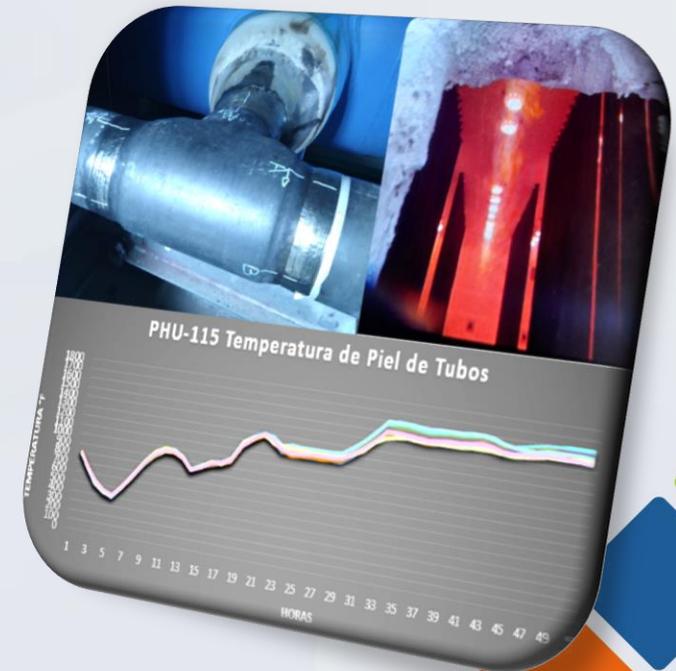
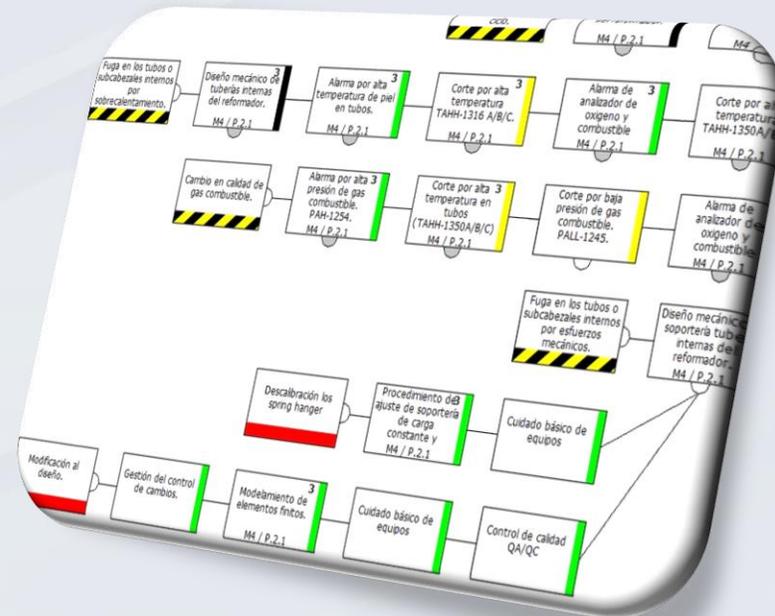
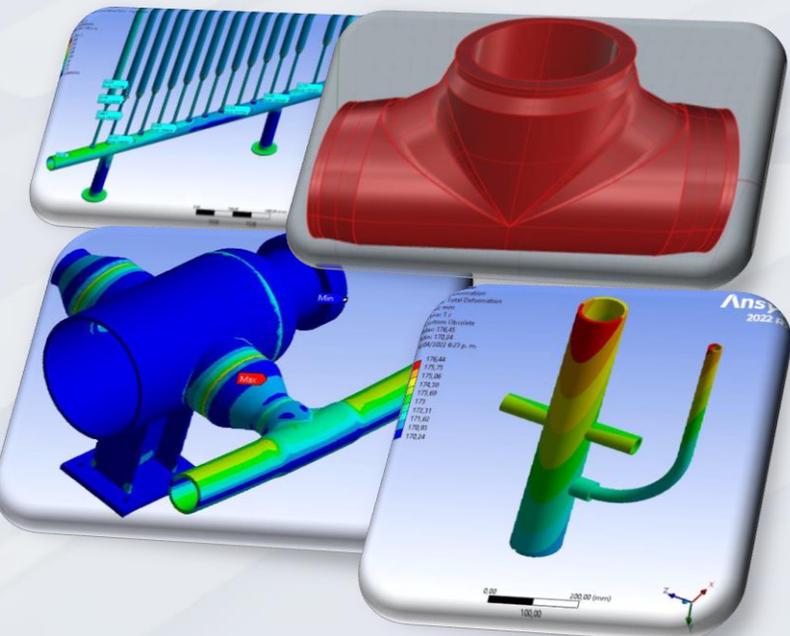
B

- INSTALAR LA TEE CON LAS DIMENSIONES MODIFICADAS. VALIDACIÓN CON MODELACIÓN DE ESFUERZO TERMO MECÁNICO

SOLUCIÓN DE INGENIERÍA AVANZADA. ANÁLISIS TERMO-MECÁNICO.

SOPORTAR EL ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LA TOMA DE DECISIONES.

ARRANQUE SEGURO DE LA UNIDAD GENERADORA DE HIDRÓGENO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA



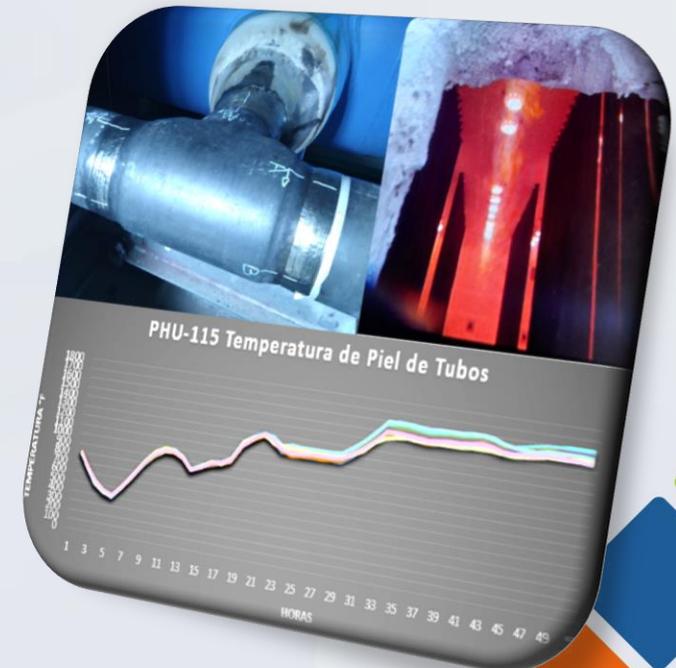
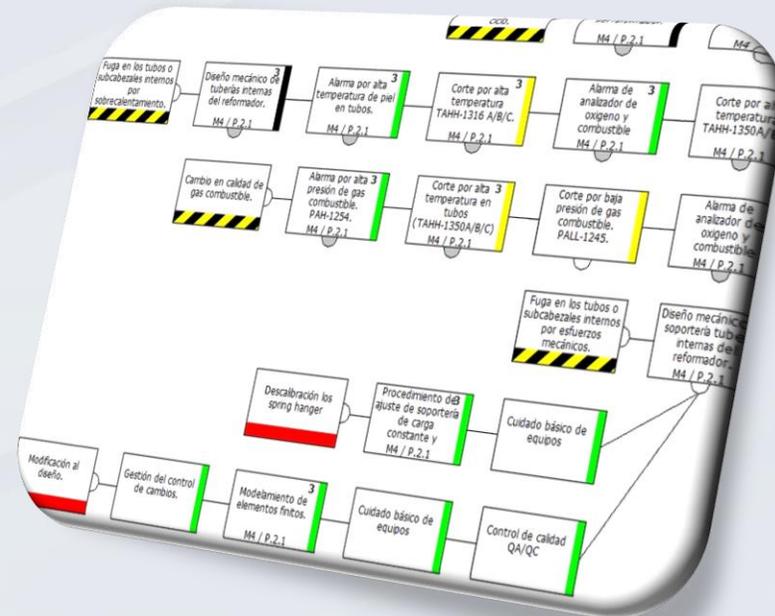
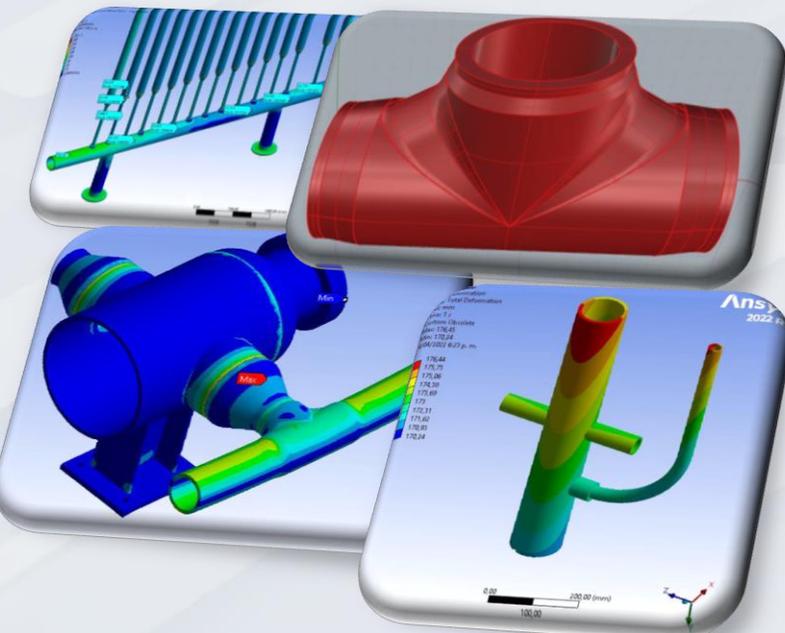
B

• INSTALAR LA TEE CON LAS DIMENSIONES MODIFICADAS.
VALIDACIÓN CON MODELACIÓN DE ESFUERZO TERMO MECÁNICO

SOLUCIÓN DE INGENIERÍA AVANZADA. ANÁLISIS TERMO-MECÁNICO.

SOPORTAR EL ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LA TOMA DE DECISIONES.

ARRANQUE SEGURO DE LA UNIDAD GENERADORA DE HIDRÓGENO DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA



B

- **INSTALAR LA TEE CON LAS DIMENSIONES MODIFICADAS. VALIDACIÓN CON MODELACIÓN DE ESFUERZO TERMO MECÁNICO**

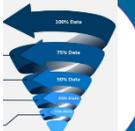
ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS ÁGILES DE TRABAJO



Aumento de capacidades computacionales



Paralelización de trabajos de simulación

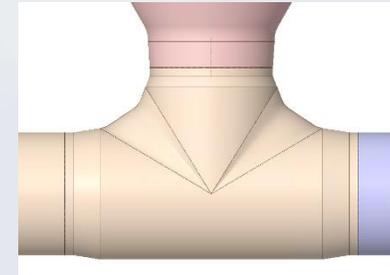


Enfoque incremental de trabajo



Desarrollo colaborativo directo con el cliente

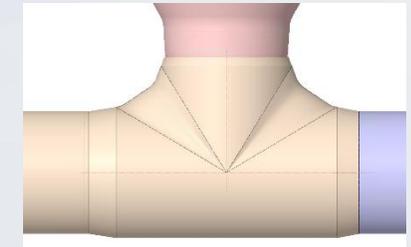
Caracterización de caso de estudio



Configuración original

Condición en frío

Operación en caliente



Configuración modificada

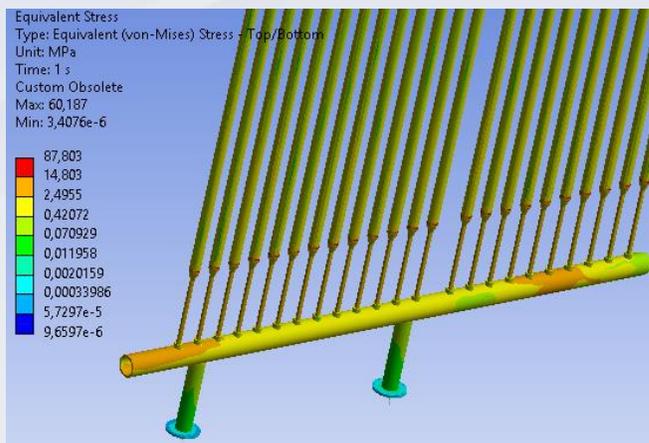
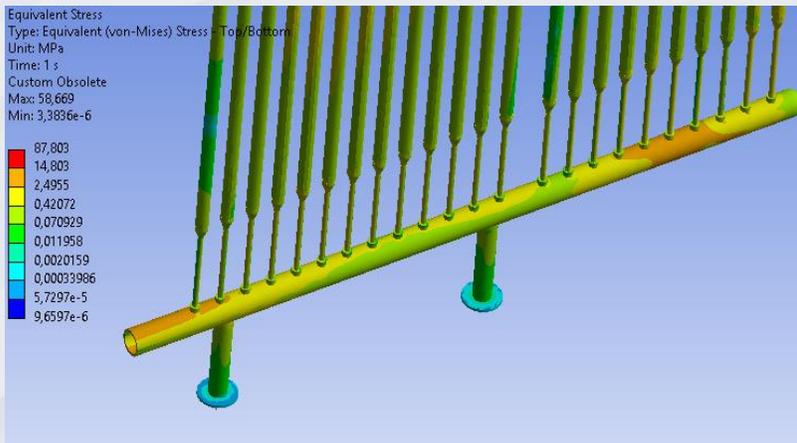
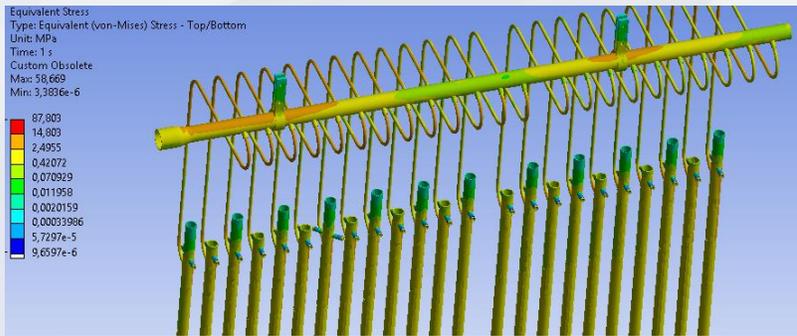
Condición en frío

Operación en caliente

B

• **INSTALAR LA TEE CON LAS DIMENSIONES MODIFICADAS. VALIDACIÓN CON MODELACIÓN DE ESFUERZO TERMO MECÁNICO**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS



Configuración
original

Configuración **modificada**

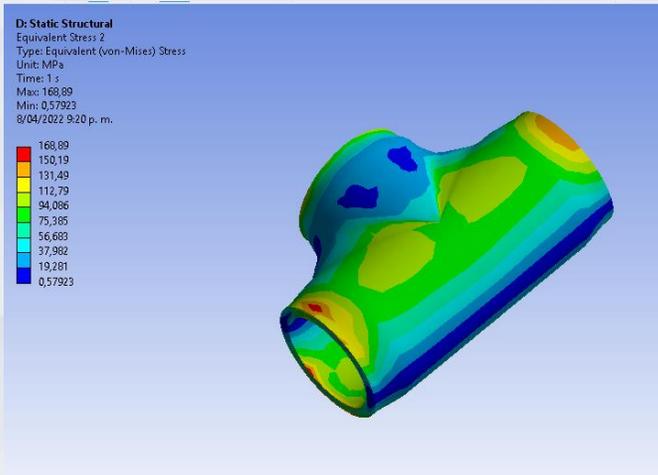
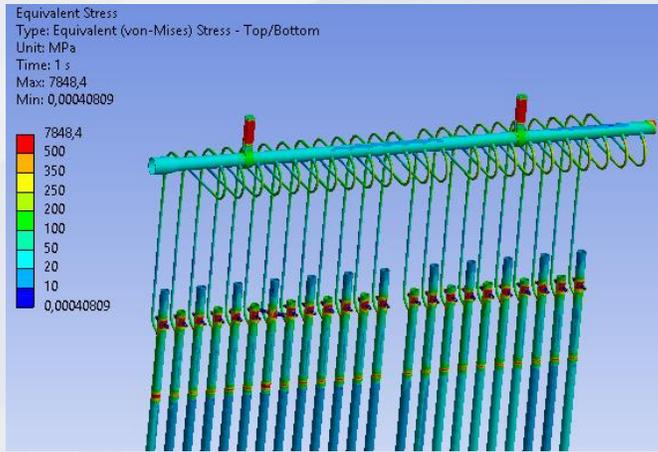
Conclusión No. 1

La modificación en la tee, y el consecuente movimiento en el cabezal, no genera una condición de pre-tensión (en frío) en los componentes que difiera significativamente de la condición correspondiente al diseño original.

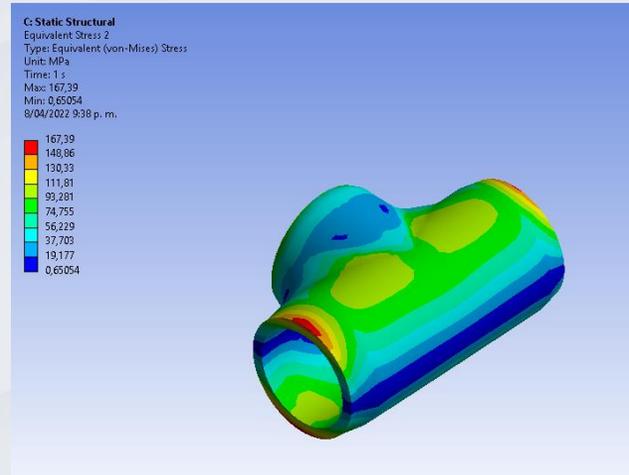
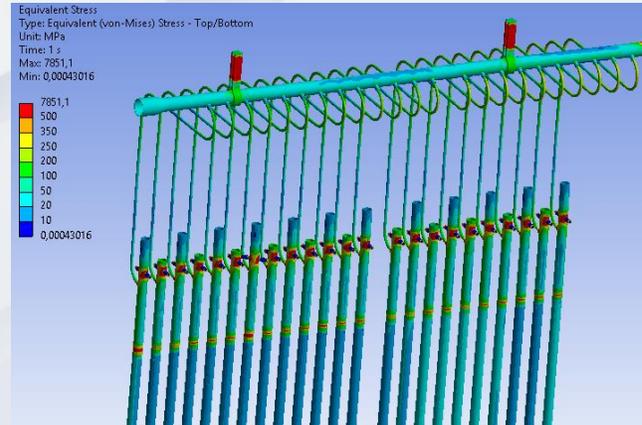
B

• **INSTALAR LA TEE CON LAS DIMENSIONES MODIFICADAS. VALIDACIÓN CON MODELACIÓN DE ESFUERZO TERMO MECÁNICO**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS



Configuración original



Configuración modificada

Conclusión No. 2

La modificación en la tee, y el consecuente movimiento en el cabezal, no conducen a una condición que comprometa la integridad estructural de los componentes, bajo régimen de operación normal en caliente.



Amenazas

Barreras de prevención

Evento Limite

Sobrecalentamiento en tubos catalíticos o subcabezales internos

Diseño Mecánico de loss tubos

Control instrumentado (Alarmas)

Control instrumentado (Alarmas)

Sobrepresionamiento de tubos catalíticos o subcabezales internos

Diseño Mecánico de loss tubos

Control instrumentado (Alarmas y Cortes)

Dispositivo de alivio de presión

Degradación por altas temperaturas en tubos catalíticos o subcabezales internos

Diseño Mecánico de loss tubos

Control instrumentado (Alarmas)

Control instrumentado (Cortes)

Esfuerzos mecánicos en tubos catalíticos o subcabezales internos

Diseño mecánico de soportes de tuberías internas del reformador

Control instrumentado (alarmas)

Control instrumentado (alarmas)

Daño catastrófico al reformador

Fuga interna con pérdida de función del reformador



Situación y reto identificado



Alternativas de solución



Resultado y Valor agregado





Resultado y Valor agregado



- Este trabajo colaborativo aseguró la integridad mecánica del cabezal, **el arranque sano, limpio y seguro de la unidad y redujo en más de 30 días los tiempos de ejecución** comparados con la alternativa de esperar la llegada e instalar una Tee nueva. Evitando un impacto económico aprox. de: **30 millones de dólares**

APROPIACIÓN CULTURAL

SOMOS UN
SOLO
EQUIPO



Trabajo colaborativo, suma de saberes y experiencias para desarrollar una solución de ingeniería inédita

HACEMOS
POSIBLE
LO
IMPOSIBLE



Desarrollo en tiempo récord de 12 modelos de simulación con > 1 millón de elementos finitos.

APASIONADO
S POR LA
EXCELENCIA



Por primera vez, acorde con referencias conocidas y expertos, se soporta un análisis de riesgos y se toma la decisión de instalar a dimensiones recortadas con un estudio de ingeniería tan complejo. El estudio realizado por el equipo Ecopetrol conjunto con compañía aliada permitió soportar el arranque sano, limpio y seguro de la unidad sin compromiso de la integridad mecánica del activo

