



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO
MANTENER
2026



Implementación ingeniería de izajes pesados, soldadura y nuevas tecnologías en ruta crítica del mantenimiento mayor UOPII 2025 GRB, Ecopetrol.

RAFEL NUÑEZ – FELIPE HERNANDEZ – SERGIO NAVARRO

23 de Abril de 2026

22 | 23 | 24 | **ABRIL**

Cracking II

U-4200 (Cracking)

U-4250 (VRU)

U-4280 (Amina)

U-4300 (Etileno)



ALCANCE DE TRABAJO

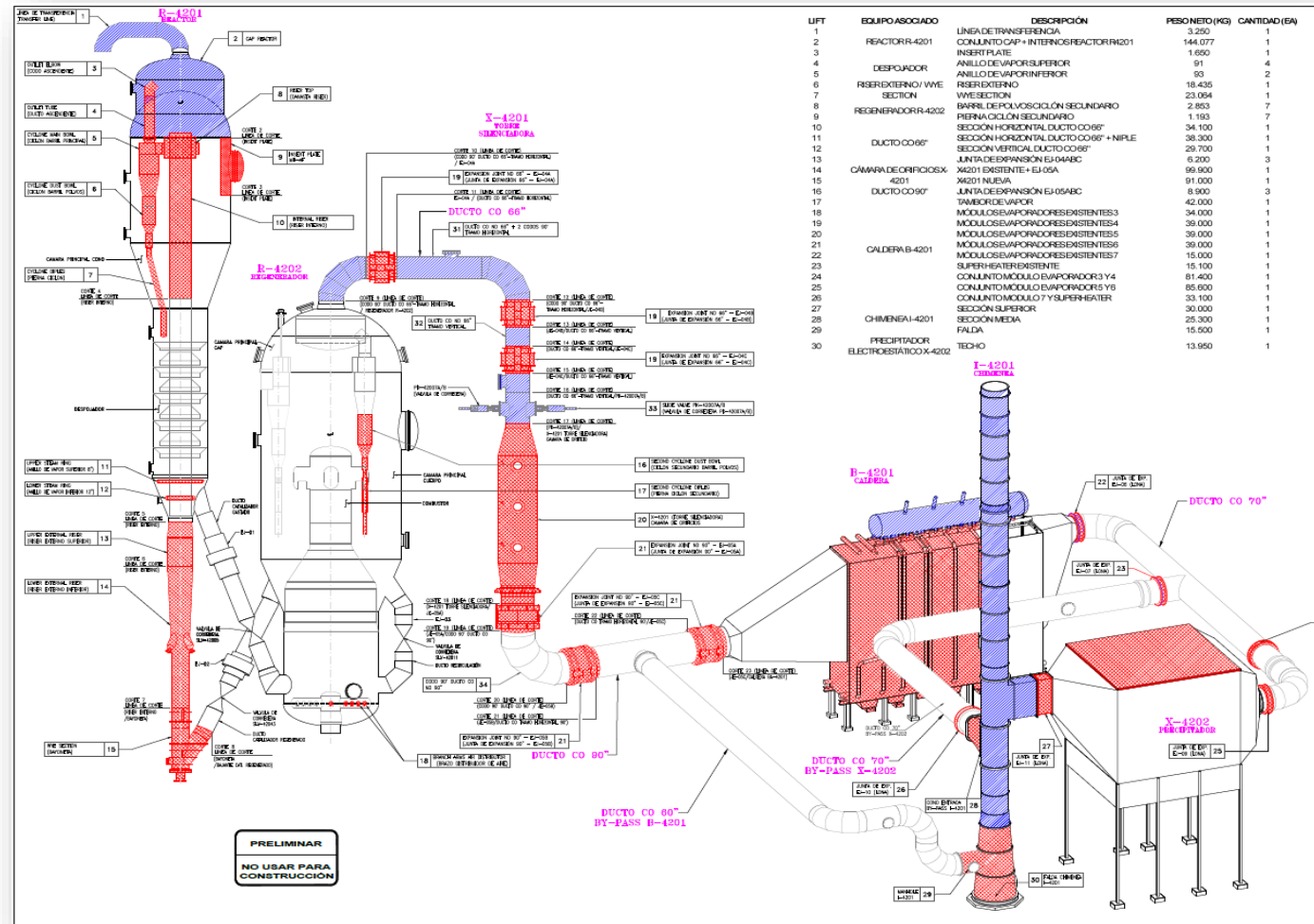
30 Izajes Entre 10 – 160 ton.

42 ton antierosivo.

37 ton lanzado refractario.

46 ton vaciado refractario.

8k In diametrales de soldadura

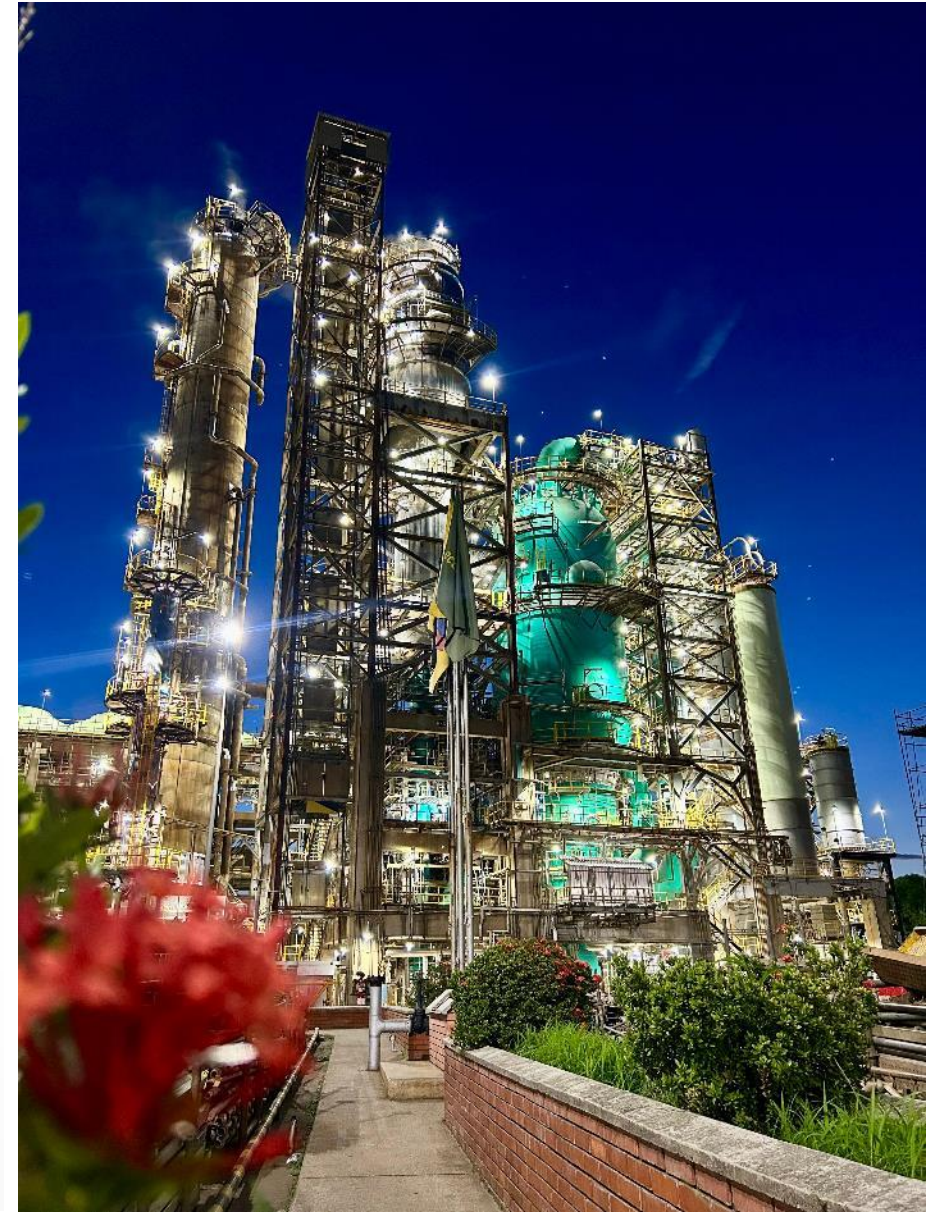
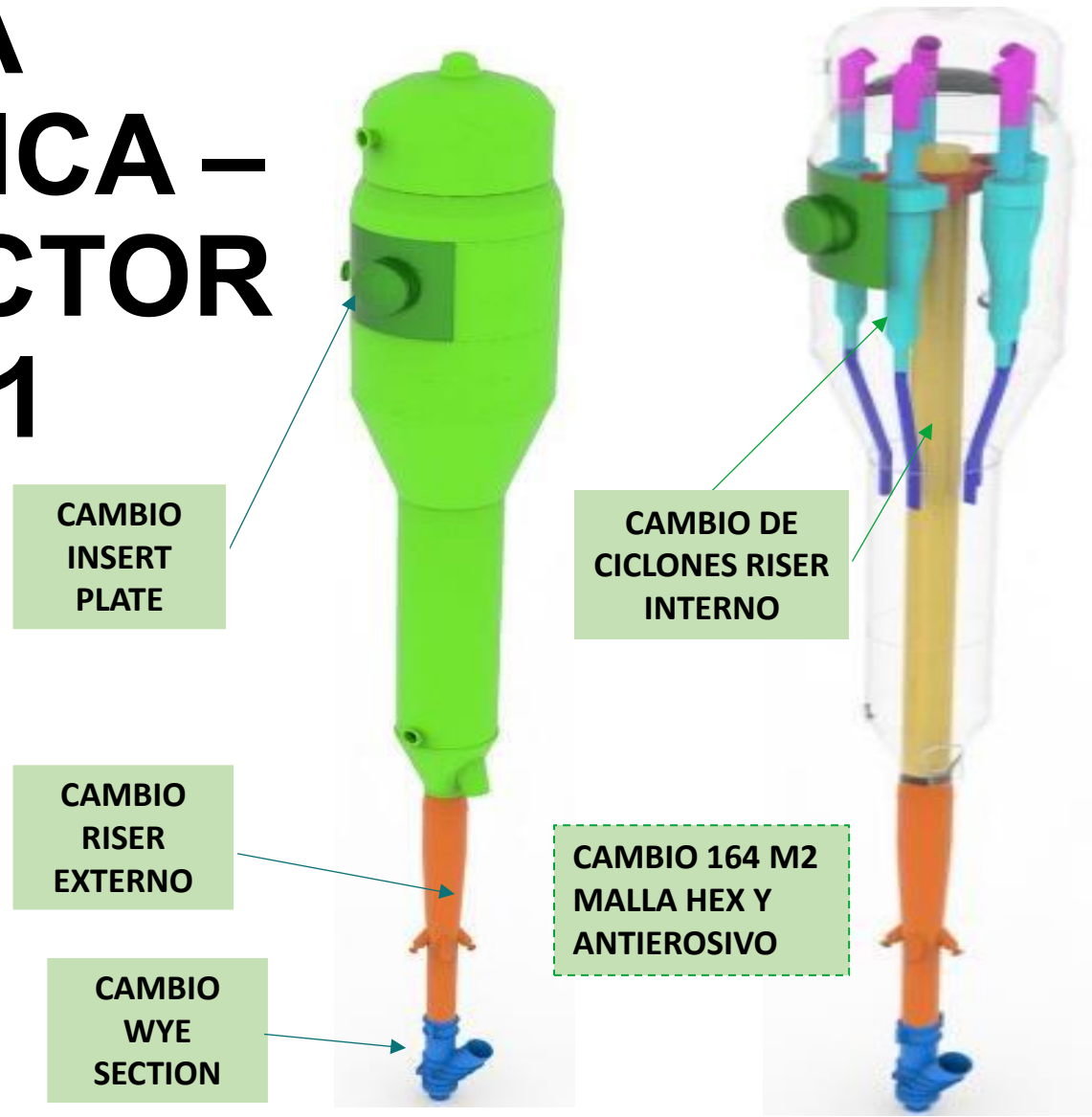


UFT	EQUIPO ASOCIADO	DESCRIPCION	PESO NETO (KGS)	CANTIDAD (EA)
1		LINEA DE TRANSFERENCIA	3.250	1
2	REACTOR R-4201	CONJUNTO CAP + INTERNO REACTOR R-4201	144.077	1
3		INSERT PLATE	1.550	1
4	DESPONADOR	ANILLO EVAPORADOR SUPERIOR	91	4
5		ANILLO EVAPORADOR INFERIOR	93	2
6	RESER EXTERNO WVE	RESER EXTERNO	18.435	1
7		WVE SECTION	23.054	1
8	REGENERADOR R-4202	BARREL DE PALVOSICION SECUNDARIO	2.853	7
9		PREPARACION SECUNDARIO	1.103	7
10		SECCION HORIZONTAL DUCTO CO 60°	34.100	1
11		SECCION HORIZONTAL DUCTO CO 60° + NIPLE	38.300	1
12		SECCION VERTICAL DUCTO CO 60°	29.700	1
13		UNIDAD DE EXPANSION EJ 05486	6.200	3
14	CAMARA DE ORIFICIOS X	X4201 EXISTENTE + EJ 05A	99.900	1
15		4201	91.000	1
16		DUCTO CO 90°	8.500	3
17		TAMBOR EVAPOR	42.000	1
18		MODULO EVAPORADOR EXISTENTES 3	34.000	1
19		MODULO EVAPORADOR EXISTENTES 4	39.000	1
20		MODULO EVAPORADOR EXISTENTES 5	39.000	1
21		MODULO EVAPORADOR EXISTENTES 6	39.000	1
22		MODULO EVAPORADOR EXISTENTES 7	15.000	1
23		SUPERHEATER EXISTENTE	15.100	1
24		CONJUNTO MODULO EVAPORADOR 3 Y 4	81.400	1
25		CONJUNTO MODULO EVAPORADOR 5 Y 6	85.600	1
26		CONJUNTO MODULO 7 Y SUPERHEATER	23.100	1
27		SECCION SUPERIOR	30.000	1
28	CHIMENEA I-4201	SECCION MEDIA	25.300	1
29		FALDA	15.500	1
30	PRECIPITADOR ELECTROSTATICO X-4202	TECHO	13.950	1

 CAMBIO

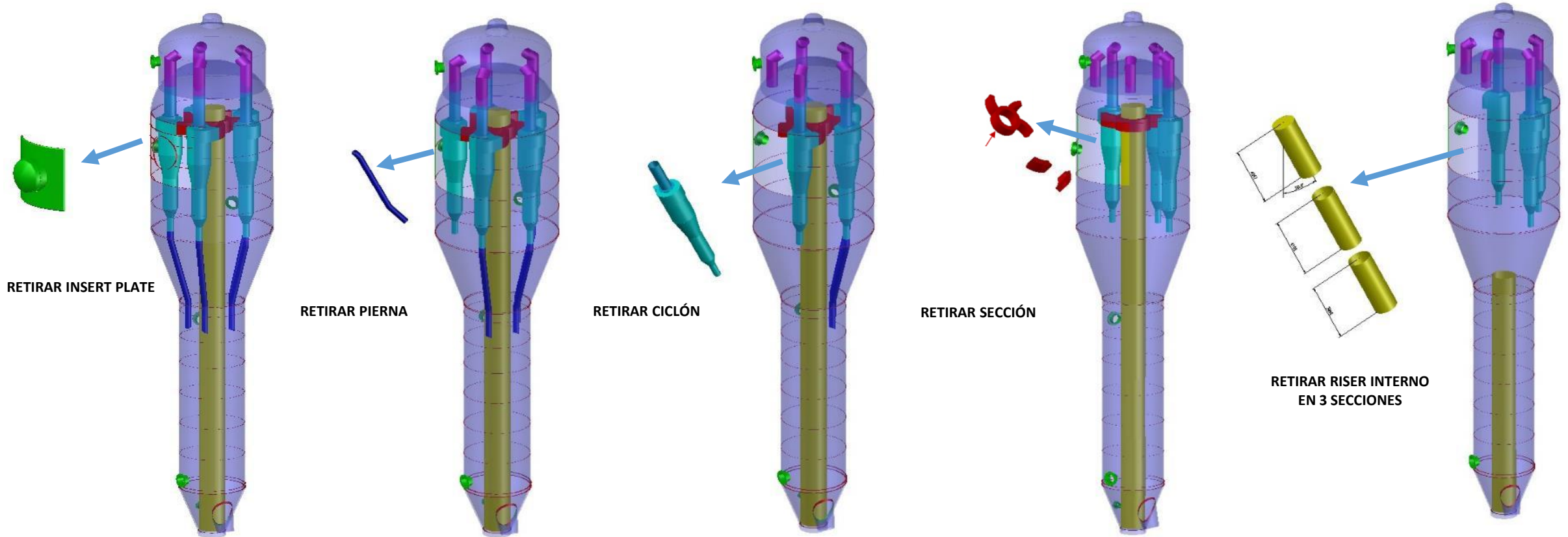
 RETIRO Y RECUPERACION

RUTA CRÍTICA – REACTOR R4201



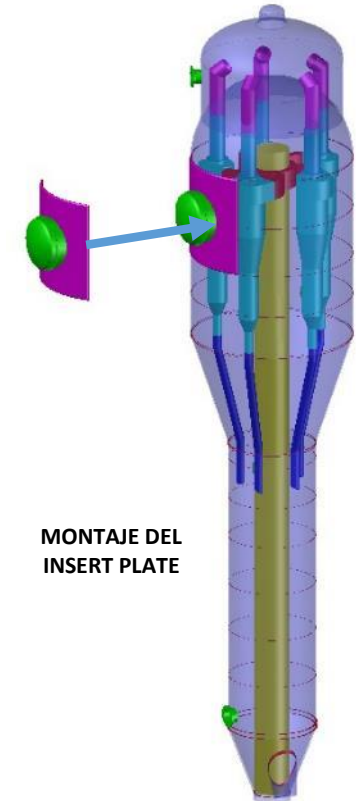
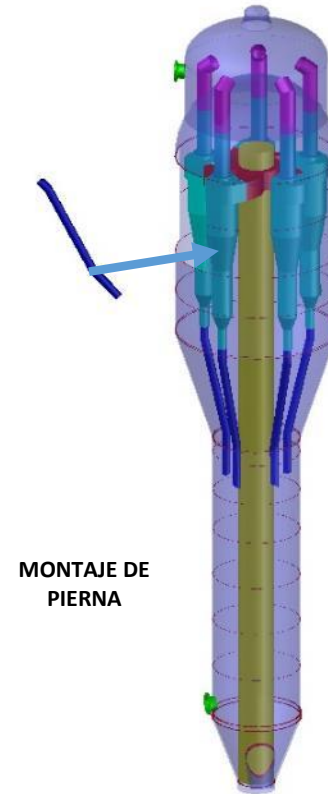
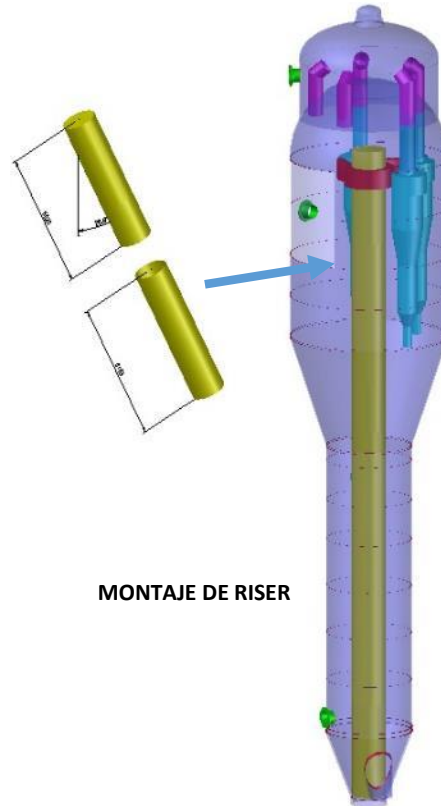
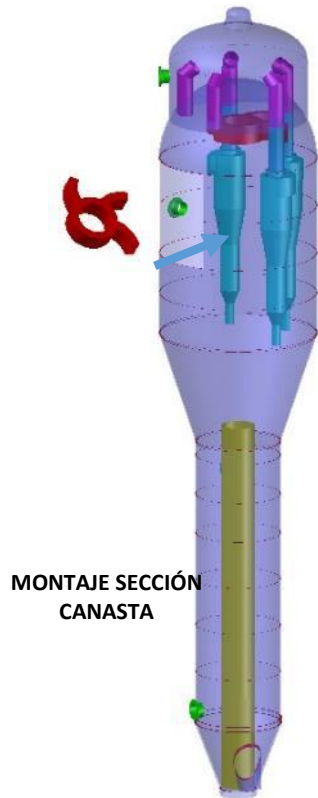
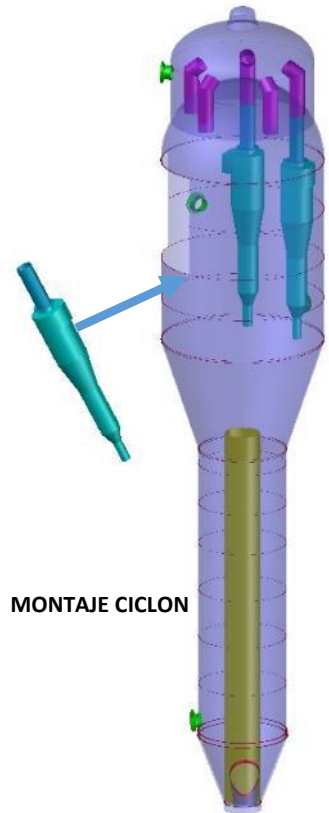
Estrategia de Construcción: Caso 0 – “Ventana”

Desmantelamiento



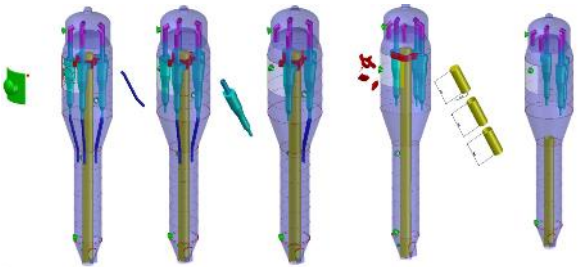
Estrategia de Construcción: Caso 0 – “Ventana”

Montaje

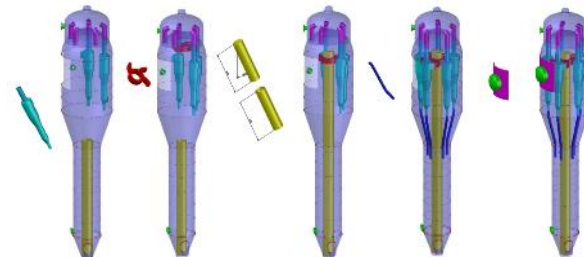


Estrategia de Construcción: Caso 0 – “Ventana”

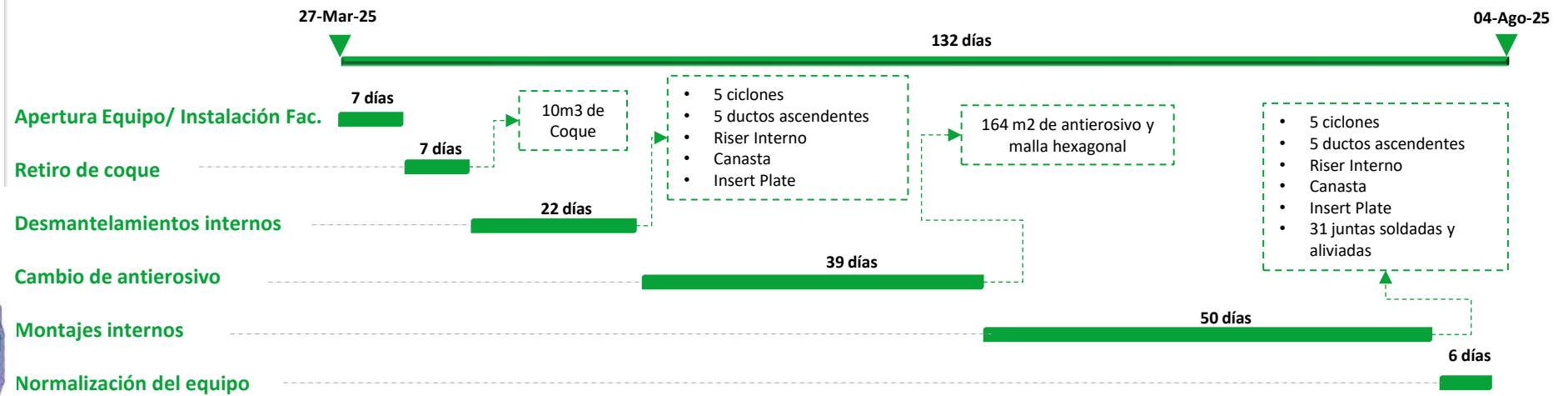
RETIRO



MONTAJE



LÍNEA DE TIEMPO: RUTA CRÍTICA REACTOR R-4201



FAT RAT Tipo A: Definición de la Estrategia



Estrategia Jig Stand: Corte de Cap del reactor R4201

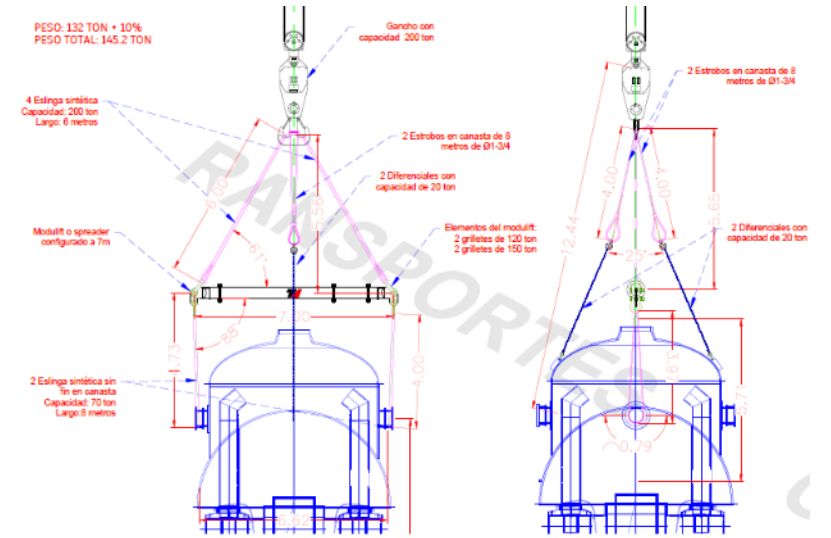
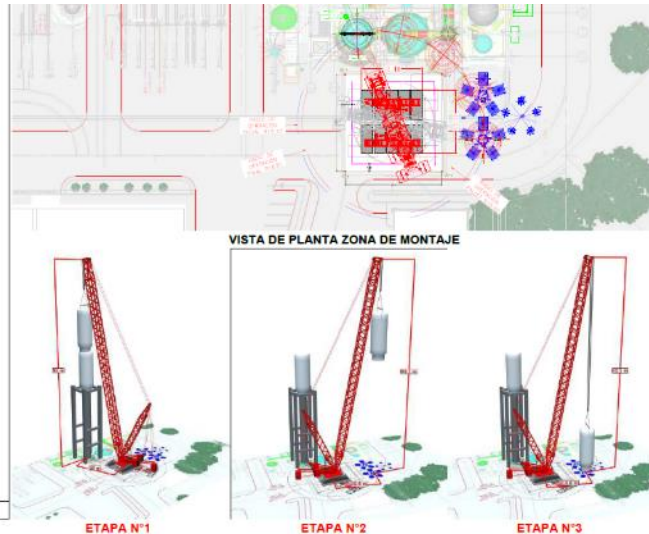
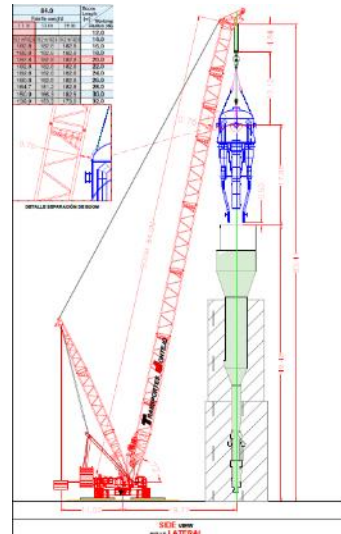
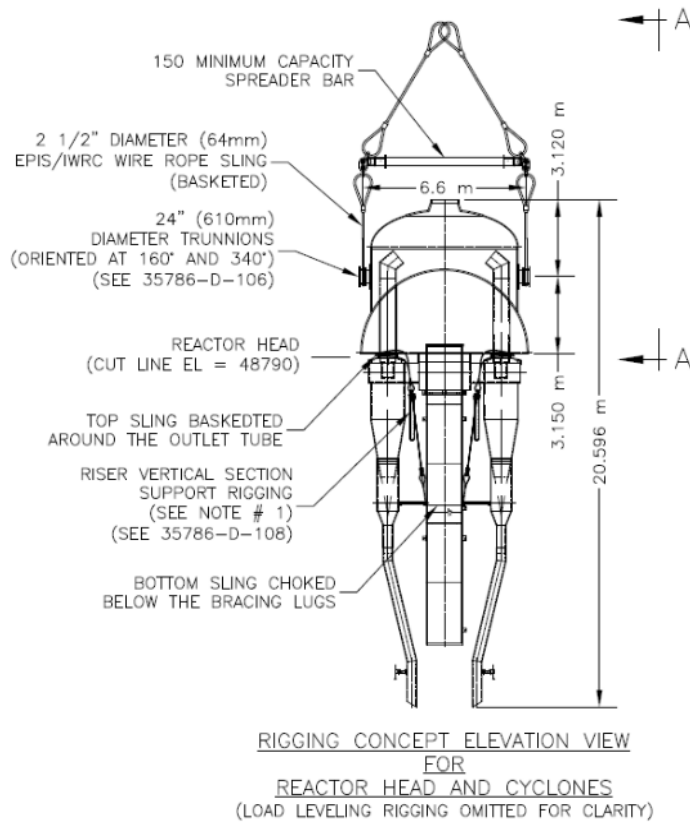
132 – 35 = 97 días

Implementación de tecnologías:

97 – 23 = 74 días

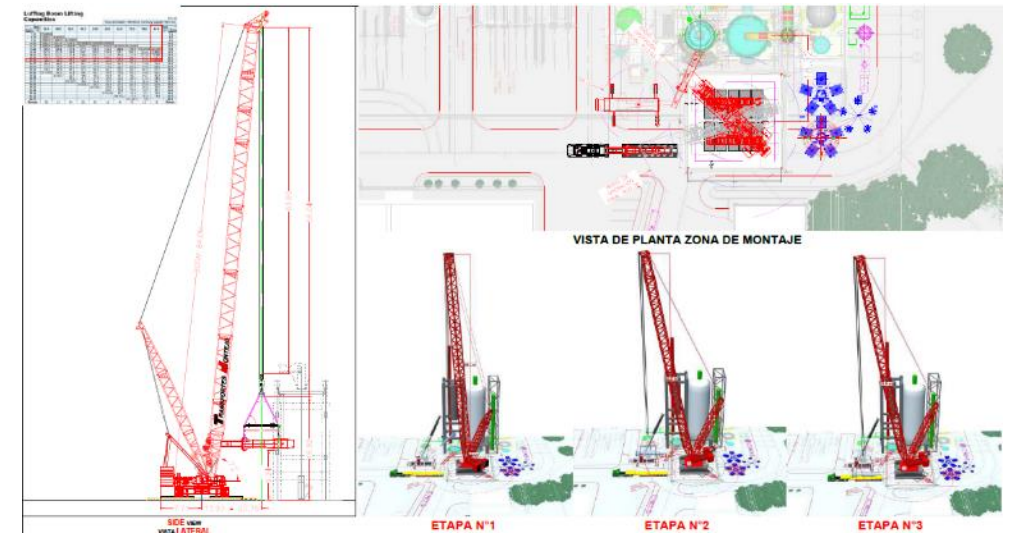
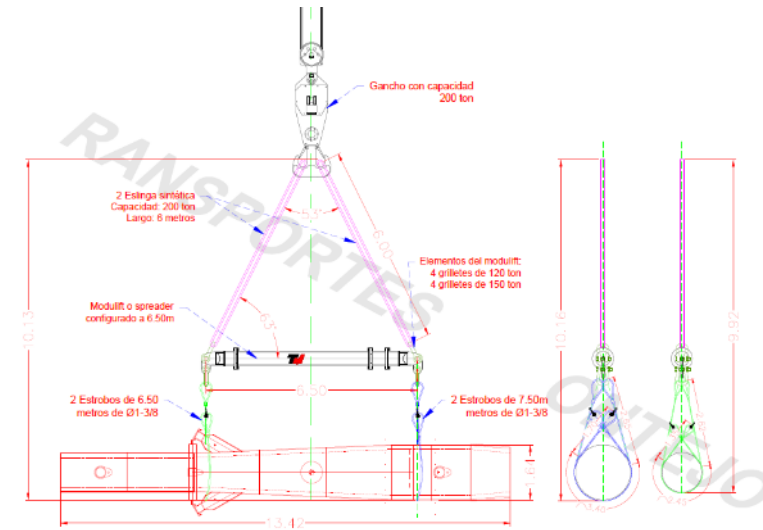
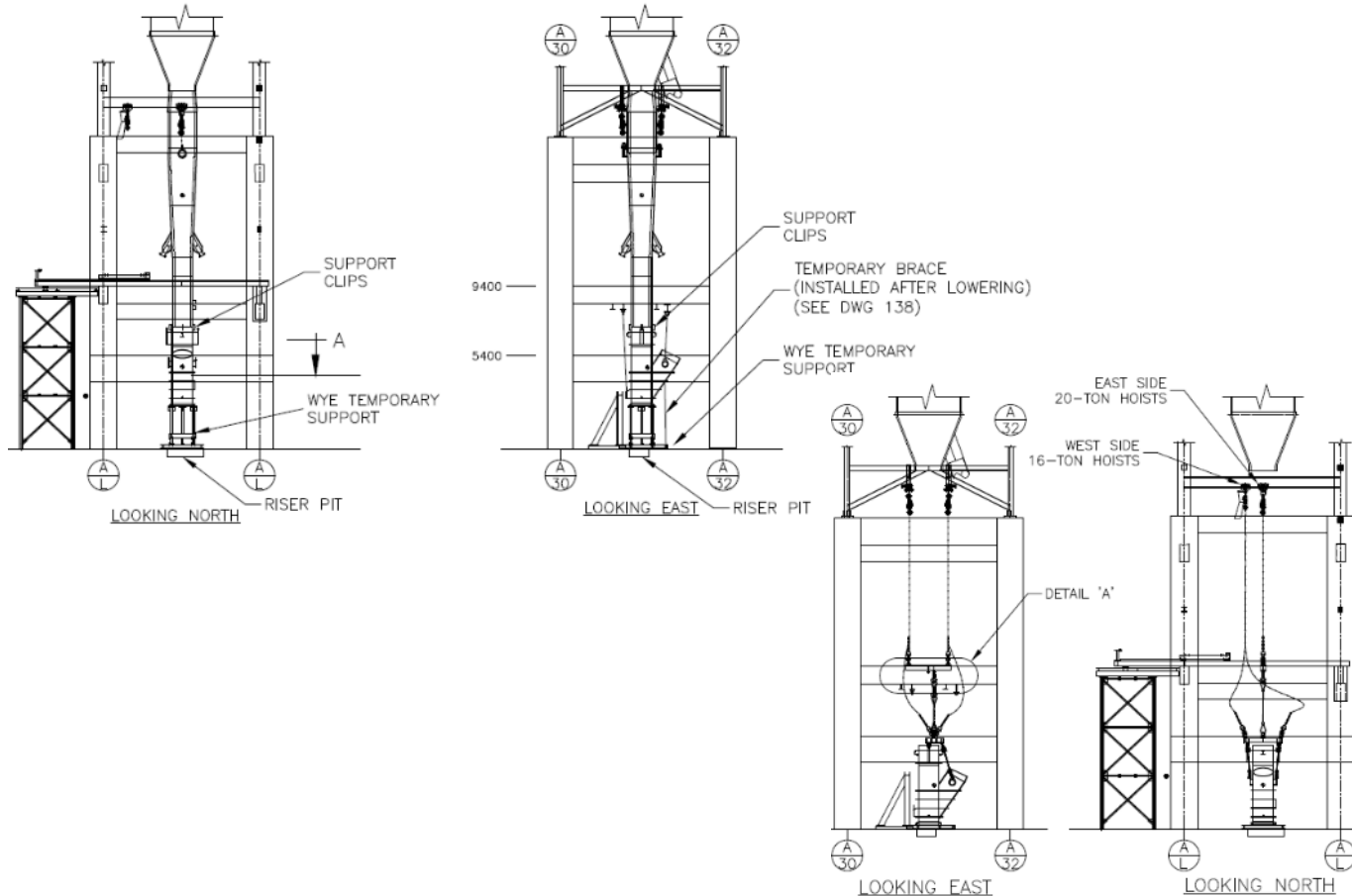
Fase Constructibilidad

Ingeniería de Izajes Pesados: Izaje Cap Reactor



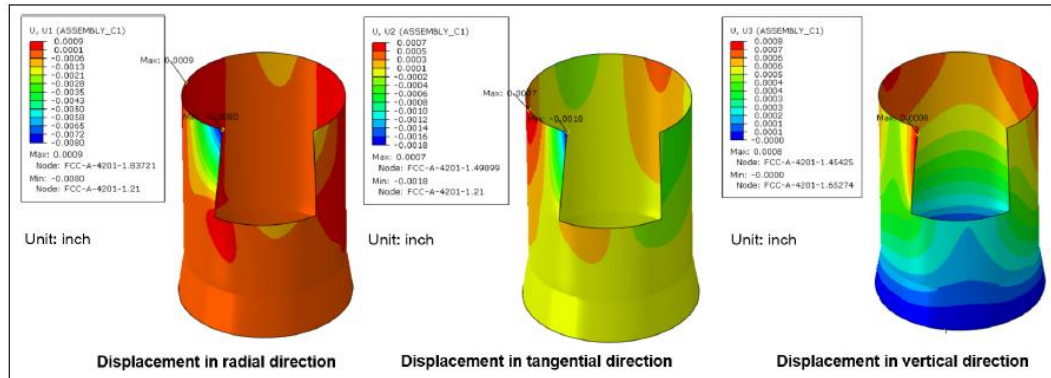
Fase Constructibilidad

Ingeniería de Izajes Pesados: Riser externo



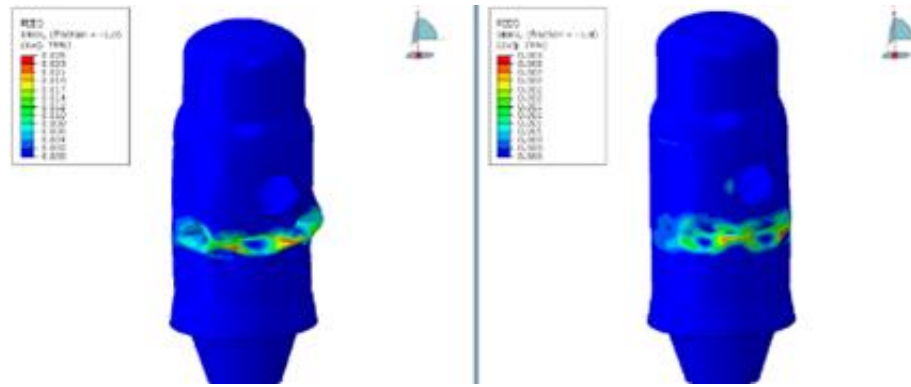
Fase Constructibilidad

Ingeniería de Soldadura: Método de elementos finitos



Corte Cap y ventana

La deformación simulada no excede los criterios de pandeo ni deflexión.

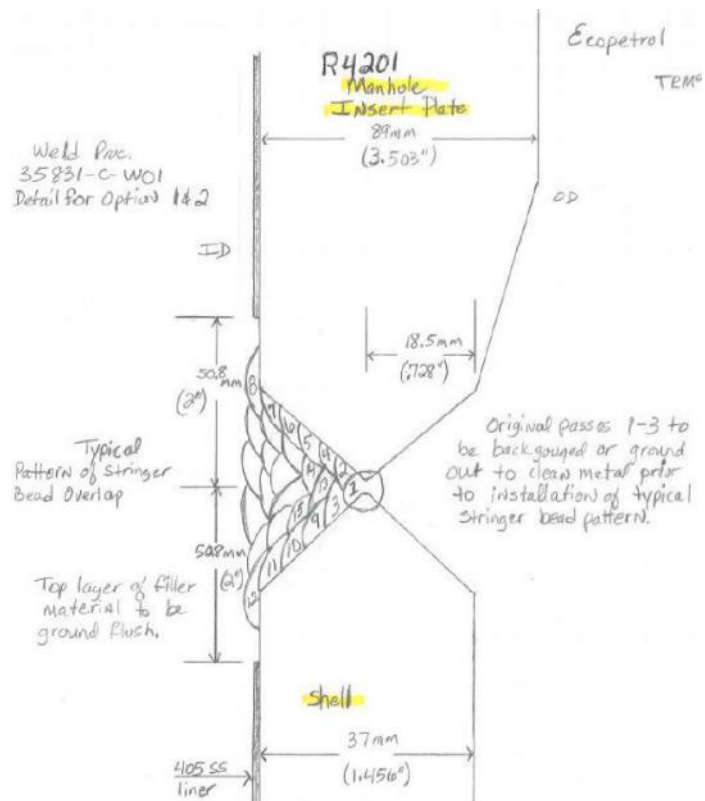


Soldadura y alivio térmico

Se presenta deformación plástica con temperatura de alivio térmico de 1250°F.

Fase Constructibilidad

Ingeniería de Soldadura: Procedimiento de soldadura



TemperBead Welding

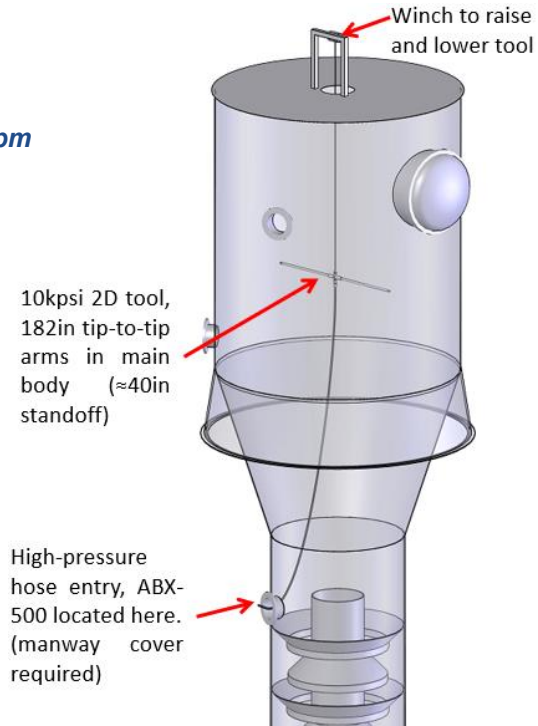
- Deshidrogenado a 600°F
- Tintas penetrantes
- Precalentamiento a 400°F
- Pase Raíz ID: Soldadura GTAW ER80S-B2
- Relleno ID: Cada pase cubre el 50% del pase previo
- Tintas penetrantes
- Limpiar raíz por lado externo (Backgouge)
- Pase Raíz OD
- Relleno OD
- Tintas penetrantes
- Elevar temperatura a 500°F
- TOFD

Fase Constructibilidad

Ingeniería de refractarios: Hidrodemolición de coque y refractarios

Coque: 10kpsi @ 200gpm

Antierosivo: 20kpsi @ 100gpm

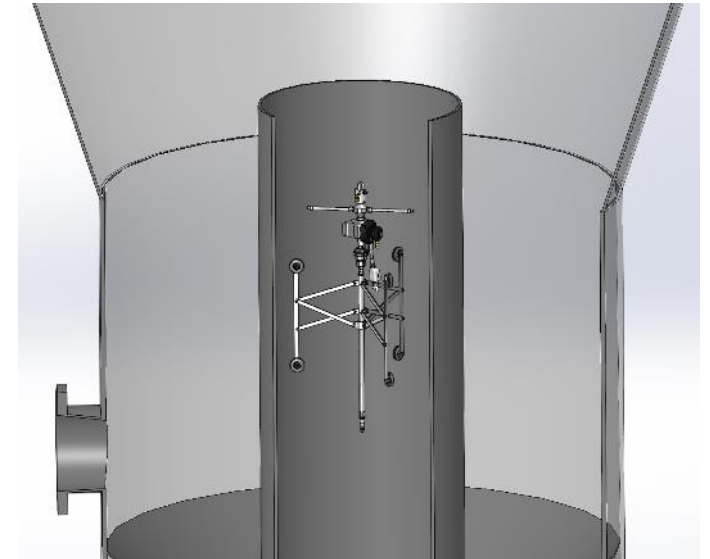


Cámara principal R-4201

Cap Superior R-4201



Riser Interno R-4201



Fase Ejecución



Cap + cyclons + riser top
+ internal riser: 140 ton



Orifice chamber: 100 ton



2 modules of boiler
evaporators: 80 ton



External riser: 28 ton



2 sections of
stack: 38 ton



66" Flue gas: 36 ton



Furnance: 34 ton



Air fin fan: 16 ton

Izajes Pesados

Hidro corte con agua a alta presión

HSE

- Equipo automatizado operado a control remoto.
- Menor exposición al riesgo.
- Menor ruido.
- Menor polución.



CALIDAD

- Corte nivelado (Riel magnético).
- Posibilidad de bisel.



PRODUCTIVIDAD

- Ahorro de 300 horas hombre
- Ahorro 6 Metalistas y 6 refractaristas por turno



Inspección mediante Dron

HSE

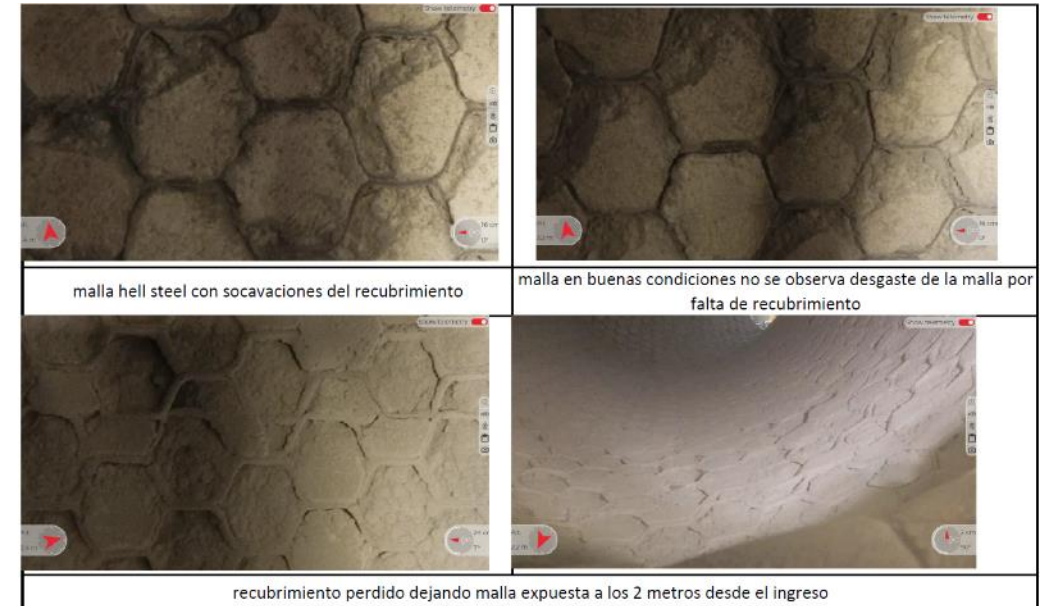
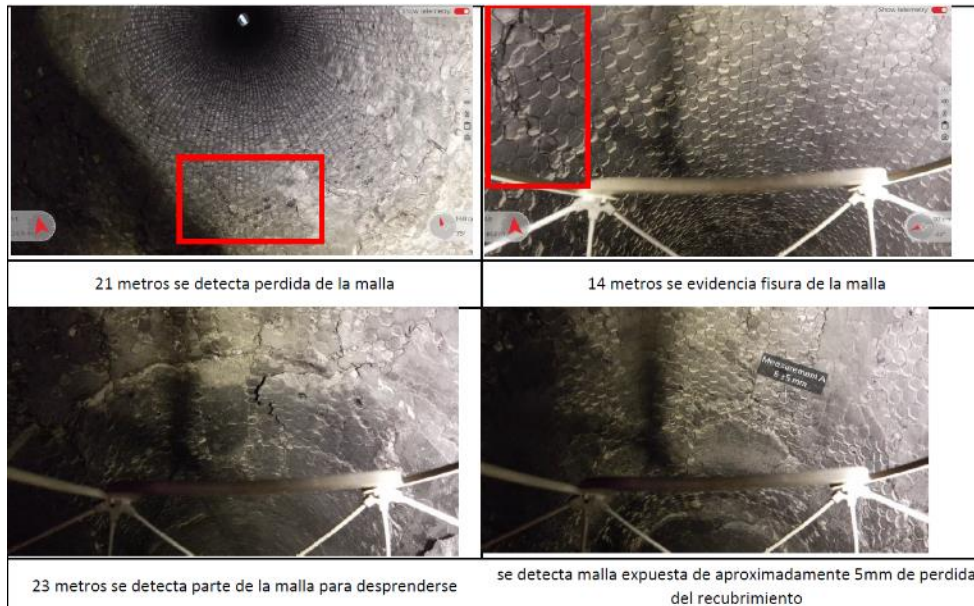
- Eliminación de trabajos en alturas.
- Eliminación de trabajos en espacio confinados.
- Disminución riesgos locativos.

CALIDAD

- Imágenes en alta definición.
- Validación de espesores.

PRODUCTIVIDAD

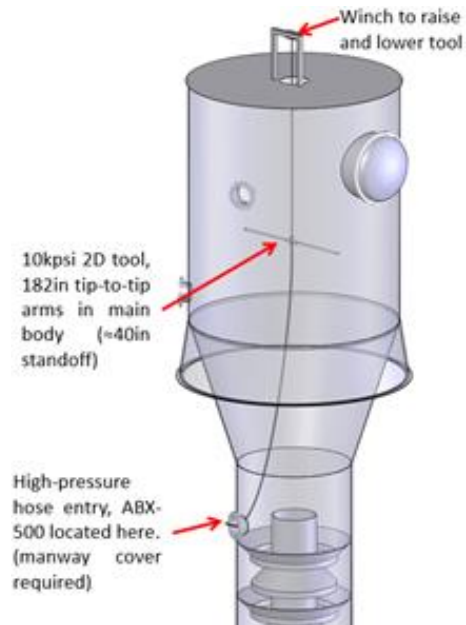
- Anticipación de riesgos por validación de alcances.



Hidrodemolición

HSE

- Equipo automatizado operado a control remoto.
- Menor exposición al riesgo.
- Menor ruido.
- Menor polución



CALIDAD

- Eliminación 100% coque y refractario.
- Menor afectación a paredes de vasijas.



PRODUCTIVIDAD

- Ahorro 13k de horas hombre.
- Ahorro 13 refractaristas por turno.



Andamio PERI-UP

HSE

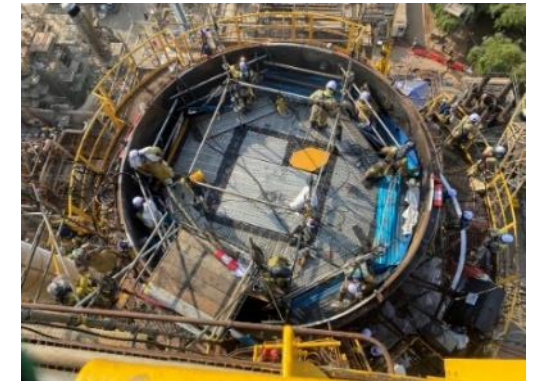
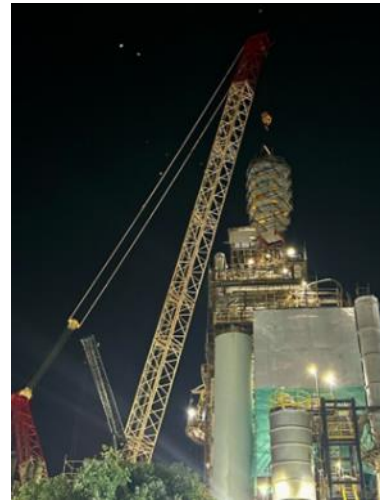
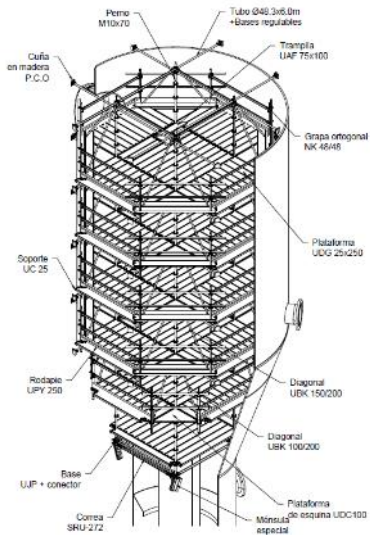
- Disminución de trabajos en alturas.
- Disminución de trabajos en espacio confinados.
- Disminución de izajes de materiales

CALIDAD

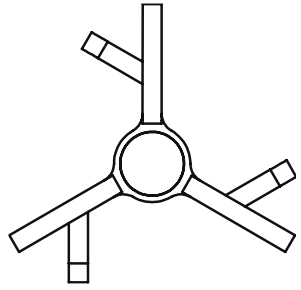
- Diseño de andamio validado.
- Cálculo de cargas validado

PRODUCTIVIDAD

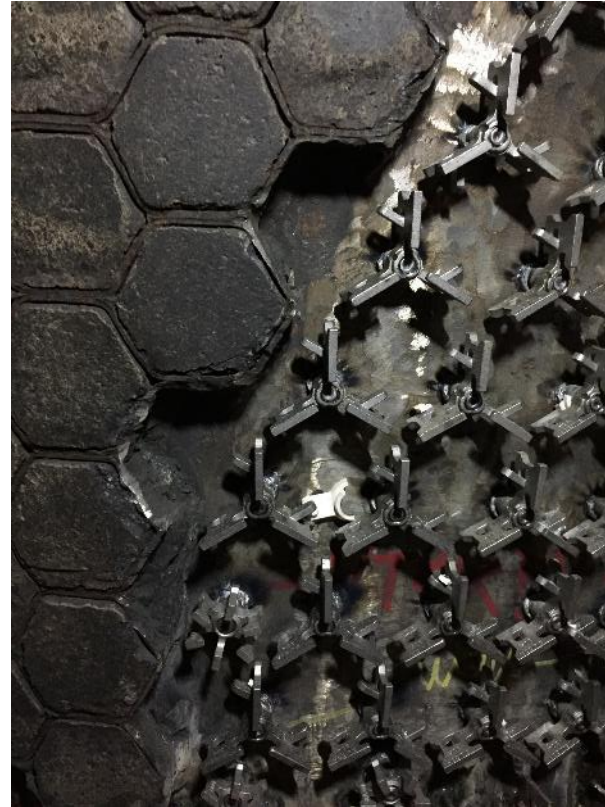
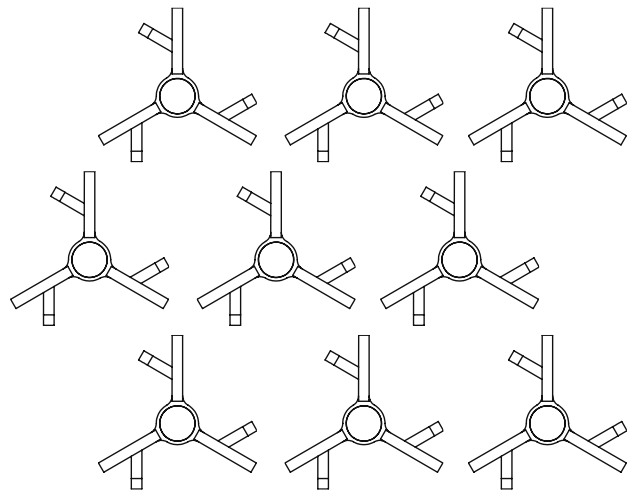
- Ahorro de 480 horas hombre
- Ahorro 6 andamieros por turno



Anclajes Silicon - Soldadura arco rápido (RAW)

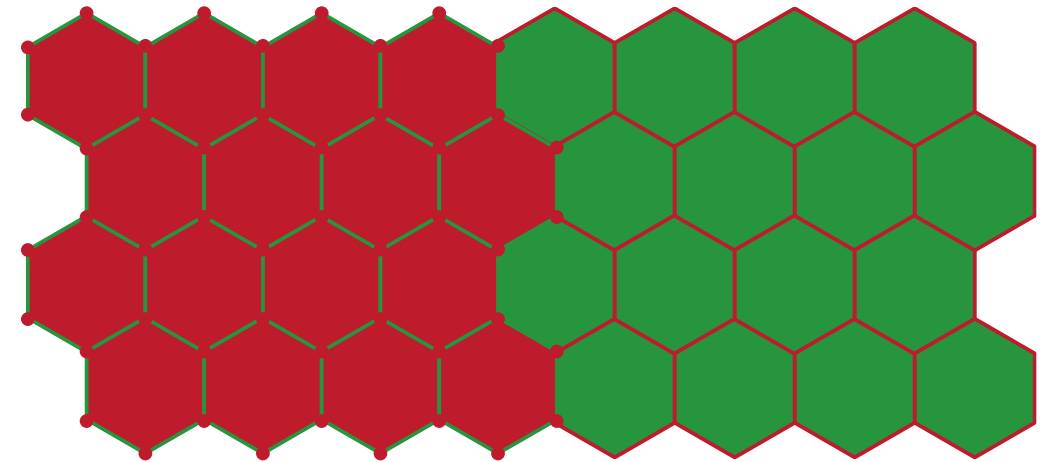


SpeedHex 3



SpeedHex 3

HexMetal



Refractario continuo
Anclaje Intermitente

Anclaje continuo
Refractario Intermitente

Anclajes Silicon - Soldadura arco rápido (RAW)

HSE

- Disminución humos metálicos
- Menor ruido.
- Eliminación de cilindros de argón
- Disminución en cantidad de cables.
- Menor riesgos locativos.



CALIDAD

- Procedimiento de soldadura computarizado.
- WPS de validado con estándares ASME
- Validación de anclaje por UOP - Honeywell.

PRODUCTIVIDAD

- Ahorro 17k de horas hombre.
- Ahorro 12 soldadores por turno.

Lanzado de Antierosivo

HSE

- Menor exposición a riesgos en alturas y espacios confinados
- Menor riesgos locativos.

CALIDAD

- Procedimiento validado con fabricantes
- Validación de pruebas de laboratorio.
- Mayor uniformidad en la aplicación

PRODUCTIVIDAD

- Ahorro 1.3k de horas hombre.
- Ahorro 6 refractaristas por turno.



Soldadura Temper Bead Welding

HSE

- Uso de escafandras climatizadas para disminuir exposición a humos metálicos.
- Implementación de barreras térmicas para disminución de afectación por temperatura.

CALIDAD

- Procedimiento de soldadura verificado y calificado por CWI.
- Menor afectación de la vasija por temperatura.

PRODUCTIVIDAD

- Ahorro de 2 días por no alivio térmico.
- Implementación procedimiento TIG pulsado.

Cap Cámara principal R-4201



Ductos ascendentes R-4201



Insert Plate R-4201



Conclusiones

- 1 Los proyectos tipo Turnaround requieren ser retadas mediante talleres de FAT RAT para escoger la mejor estrategia durante fases tempranas.
- 2 La estrategia de corte de cap y Jig-Stand presenta una ventaja en tiempo sobre la estrategia de “ventana” debido a la oportunidad de abrir frentes de trabajos y realizar tareas de forma simultaneas en cap y vasija.
- 3 El desarrollo de una ingeniería de izajes pesados, soldadura y refractarios fue importante para el entendimiento de los requerimientos durante la fase de ejecución.
- 4 Las nuevas tecnologías como Silicon, Hidro demolición, Hidro corte, Andamios PERI-UP, inspección mediante drone, lanzado de antierosivo y Temper Bead Welding, brindaron beneficios en seguridad, calidad, tiempo y costos para la parada de planta de la UOPII 2025.
- 5 La estrategia Jig-Stand y las nuevas tecnologías, significaron una reducción en ruta crítica de 134 a 74 días de ejecución mecánica. Además, de un beneficio económico del 35%.

¡Gracias!