

La planificación como herramienta de prevención en grandes izajes.

Pablo Felici
AESA
pfelificf@ypf.com

Sinopsis:

Cambio de ciclones en Reactor de FCC B en Refinería La Plata.

En julio de 2008 se finalizó el revamping del Cracking Catalítico B en Refinería La Plata. Entre las tareas llevadas a cabo se destaca el reemplazo del conjunto casquete – ciclones del reactor de la unidad. Este izaje se presentaba como un duro desafío para la seguridad, tanto por la magnitud de la carga como por la complejidad del entorno: altura del equipo, tamaño de la grúa, escasa visibilidad, espacios reducidos y, lo más importante, desarrollar los trabajos con las unidades de la refinería en plena producción.

Uso de nuevas tecnologías.

La clave del éxito se basó en la planificación exhaustiva de cada una de las operaciones, utilizando herramientas de última tecnología: escaneo láser de las instalaciones existentes, modelado en 3D y simulación virtual de la maniobra de izaje.

Otras de las tareas realizadas en la etapa de planificación fueron un estudio de factibilidad, el diseño de la maniobra y dimensionamiento del equipo de montaje, el análisis de riesgos y sus correspondientes medidas de mitigación.

Este proceso de planificación, iniciado con más de un año de anticipación al inicio del paro de planta, dio como resultado una operación de izaje segura y sin imprevistos.

Introducción:

Breve descripción de los trabajos realizados

Entre diciembre de 2006 y julio de 2008 se llevaron a cabo los trabajos de revamping del Cracking Catalítico B en Refinería La Plata. El objeto de los mismos fue la obtención de una mejora en la capacidad de procesamiento de la unidad aumentando su carga y su contenido porcentual de residuos en volumen. La tecnología del sistema de reacción fue actualizada mediante el cambio de las toberas de alimentación y del sistema de ciclones. Para poder procesar la alimentación con un elevado contenido de residuos, se incorporó un Catalyst Cooler al Regenerador con el objeto de extraer el exceso de calor liberado durante el proceso de quemado de coke. Debido a que el compresor de aire existente no podía proveer suficiente aire de combustión para el elevado contenido de coke, se instaló un compresor suplementario que opera en paralelo con el anterior, además de proveer aire al nuevo Catalyst Cooler.

Alcance de los trabajos

Los trabajos se desarrollaron en dos etapas: en la primera se desarrolló la ingeniería de detalle necesaria para la instalación del equipamiento nuevo, la ingeniería de factibilidad de los montajes a realizar durante la parada programada que se realizó en junio y julio de 2008, que a continuación se verá con mayor detalle, y por último los trabajos de obra civil, montaje, alimentación eléctrica e instrumentación de los equipos. Cabe destacar que estas tareas se realizaron en su totalidad con la unidad en operación.

La segunda etapa consistió en la realización de los trabajos durante el paro de planta, entre los que se incluye el cambio de casquete y ciclones del reactor de cracking.

Datos relevantes de la 1ra etapa

Montaje de un Catalyst Cooler (120 tn)
Montaje de un Steam Drum (40 tn)
Montaje de un Compresor Centrífugo
375 m3 de pilotaje

275 m3 de hormigón armado
210 toneladas de estructura metálica modularizada
180 toneladas de cañerías montadas
336 m.l. de cañeros eléctricos subterráneos
20000 m.l. de cables eléctricos tendidos
1440 m.l. de canalizaciones eléctricas aéreas
1100 m.l. de electroducto 33 kV
370.000 horas hombre directas
Dotación promedio 112 personas
Inicio de los trabajos: Diciembre 2006
Finalización: Febrero 2008

2da etapa: Paro Programado FCC B

Descripción:

- Trabajos de interconexión Catalyst Cooler y cañerías
 - Reactor: nuevos ciclones y casquete, y conexión de nuevos instrumentos
 - Nuevo sistema Atomax de inyección de carga
 - Regenerador: reubicación manhole 96", conexiones del Catalyst Cooler y nuevos instrumentos
 - Interconexión nuevas líneas
 - Cambio válvulas deslizantes
- Trabajos de mantenimiento de la unidad
 - Reactor: cambio del riser interno, reparación envolvente, cambio de refractarios e internos
 - Regenerador: cambio grilla aire, reparación quemadores y horno de encendido. Cambio de refractarios.
 - Cambio riser exterior

Datos relevantes

Equipo de izaje para el cambio de casquete y ciclones del Reactor: Grúa Liebherr LR 1750 (750 tn)
Horas Hombre Directas: 145.300
Dotación: 335 operarios
Duración: 42 días (junio y julio de 2008)

Desarrollo

Procedimiento preliminar del izaje y determinación de la grúa.

Como se señaló anteriormente, una parte importante de la ingeniería del proyecto tuvo como objeto la factibilidad y la correcta planificación de la operación de desmontaje del conjunto cabezal y ciclones original del reactor, y el posterior montaje del nuevo conjunto (Fig. 2).

La búsqueda de la grúa y la definición del procedimiento de desmontaje del conjunto existente formado por cabezal superior, cámara plenum, terminación del riser y ciclones, conjunto que denominaremos “medusa”, y el montaje de la así mencionada “medusa” nueva fue realizado considerando como premisas principales que la grúa sea capaz de izar una carga de 120 toneladas con un bajo pluma de 90 metros aproximadamente y que los equipos nuevos debían estar montados previamente a la parada para justamente disminuir la cantidad de tareas durante la misma.

Habiendo analizado la carga a izar, la altura a alcanzar y las características del área disponible para la maniobra, se comenzó con una búsqueda exhaustiva del tipo de grúa disponible en el mercado local y en el mundo capaz de lograr los objetivos buscados.

La búsqueda fue amplia y primero se centró en definir el tipo de grúa a utilizar dentro de la amplia gama de tipos disponibles en el mundo, como ser sobre camión, reticuladas y a oruga.

El área de trabajo disponible para la operación se puede ver en la siguiente figura:

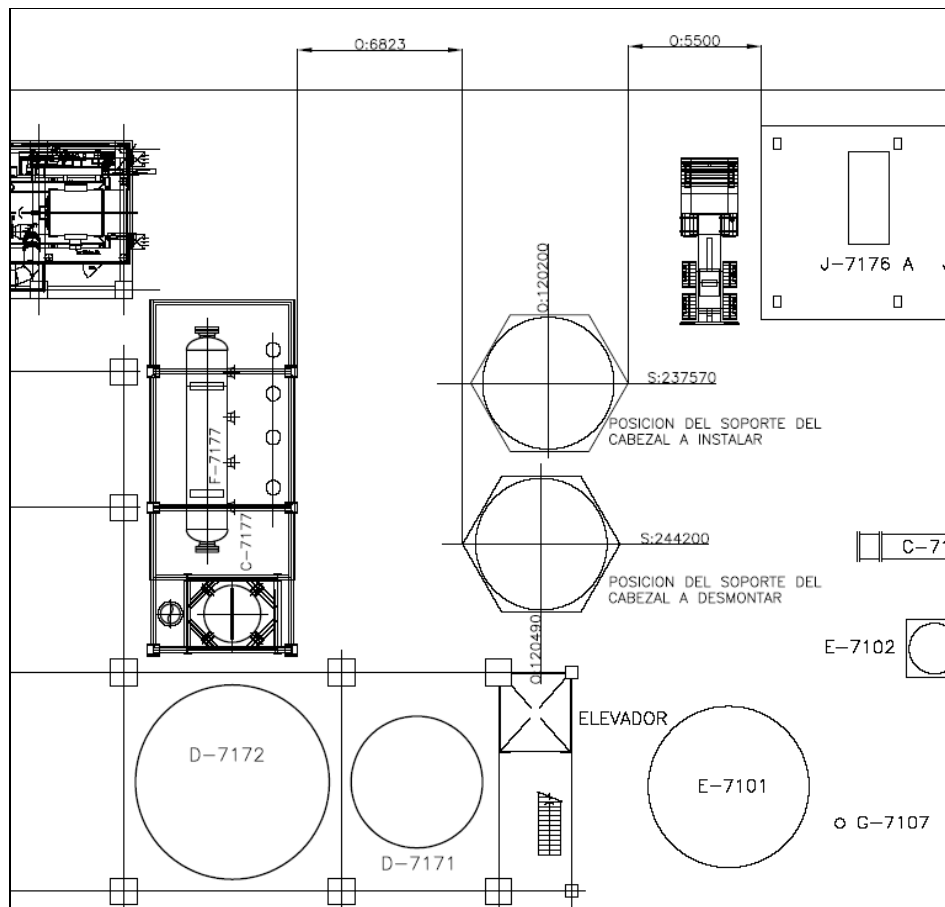


Fig. 1: Area de trabajo

Ya una vez con el tipo de grúa seleccionada, el objetivo fue encontrar dentro de todas las grúas disponibles en el mercado, cuáles podrían cubrir las necesidades de capacidad de izaje y aptitud de maniobra. Esta búsqueda se dividió en dos frentes: un frente técnico en dónde se evaluaron las características técnicas y otro frente comercial en dónde se evaluaron las mejores condiciones de disponibilidad, tanto en el país como en el extranjero, así como los costos asociados. Las grúas que se estudiaron y que verificaban las necesidades de izaje y maniobra del proyecto se listan a continuación:

Marca	Modelo	Verifica
Liebherr	LR 1100	No
	LR 1350/1	No
	LR 1400/2	No
	LR 1750	Si
	LR 1800	Si
Manitowoc	2250	Si
	16000	No
	18000	Si
	21000	No
Kobelco	7800	Si
Versa Crane	CC9600	Si
Terex Demag	CC 2200	No
	CC 2400-1	No
	CC 2500-1	No
	CC 2800-1	Si
	CC-5800	Si

Si bien puede observarse que existe una gran cantidad de grúas aptas para llevar a cabo la maniobra en cuestión, el análisis comercial arrojó que la mejor alternativa de grúa es la Liebherr LR 1750 (Fig. 3), ya que la misma podría estar disponible en el mercado local de compañías de alquiler de grúas sobre orugas. Es dable a destacar que este tipo de grúa, así como las arriba listadas, permiten modificar la configuración de la misma con el objeto de adaptarla a los requerimientos de maniobra. Con esto en consideración, teniendo en cuenta un peso de izaje de 120 toneladas, y basado principalmente en recomendaciones de los proveedores y operadores de esta grúa, se seleccionó la configuración SDB como la mejor alternativa para este proyecto, la cuál se muestra en la Fig. 4.

Estudio de interferencias

En esta etapa, una vez determinada la grúa a utilizar y una definición preliminar de la maniobra, tal como se muestra en la Fig. 5, se debía verificar la existencia de interferencias que pudieran obstaculizar los movimientos previstos.

En este punto se presentó la siguiente dificultad: la unidad fue construída en la década del 80, y por lo tanto no se contaba con documentación técnica en formato electrónico, ni mucho menos en 3D. Por lo tanto, se hacía imposible analizar en forma espacial las distintas posiciones de la pluma y la carga con respecto a las instalaciones existentes. Este análisis era de suma importancia teniendo en cuenta que al momento de la parada de la unidad de Cracking Catalítico las demás unidades, por ejemplo Vacío B, iban a continuar en operación.

Esta dificultad se resolvió mediante la realización de un escaneo laser de las instalaciones existentes. El scanner laser es un instrumento que ubicado en uno o más puntos de las cercanías de una determinada instalación, realiza un barrido con un laser siguiendo una cuadrícula determinada, y tomando las distancias de cada uno de los puntos de los objetos que impacta. La salida de este escaneo es una nube de puntos en el espacio con sus respectivas coordenadas espaciales, la que es posible exportar a un archivo compatible con softwares de tipo Cad.

Fig. 3: Grúa Liebherr LR 1750

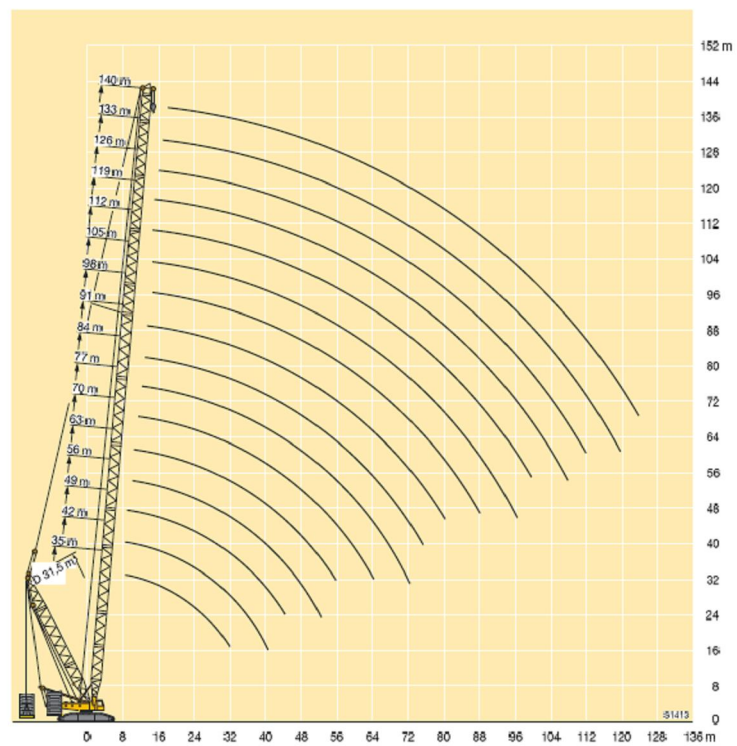
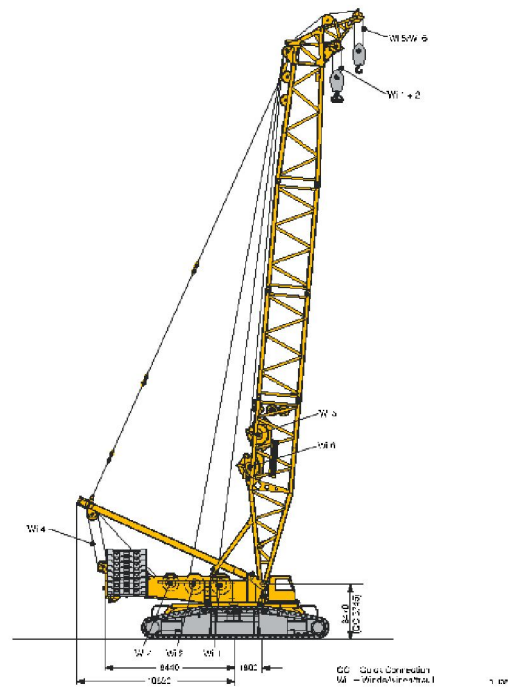


Fig. 4 : Configuración seleccionada (SDB)

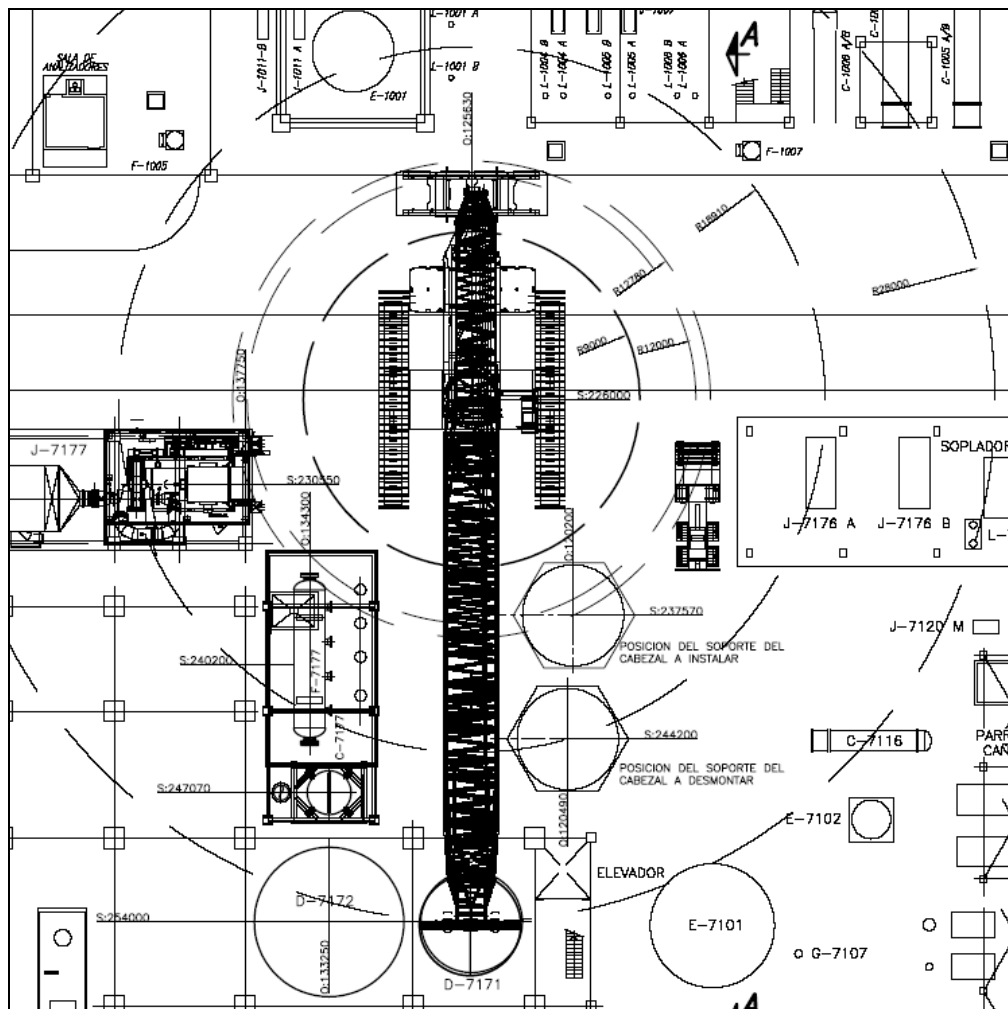
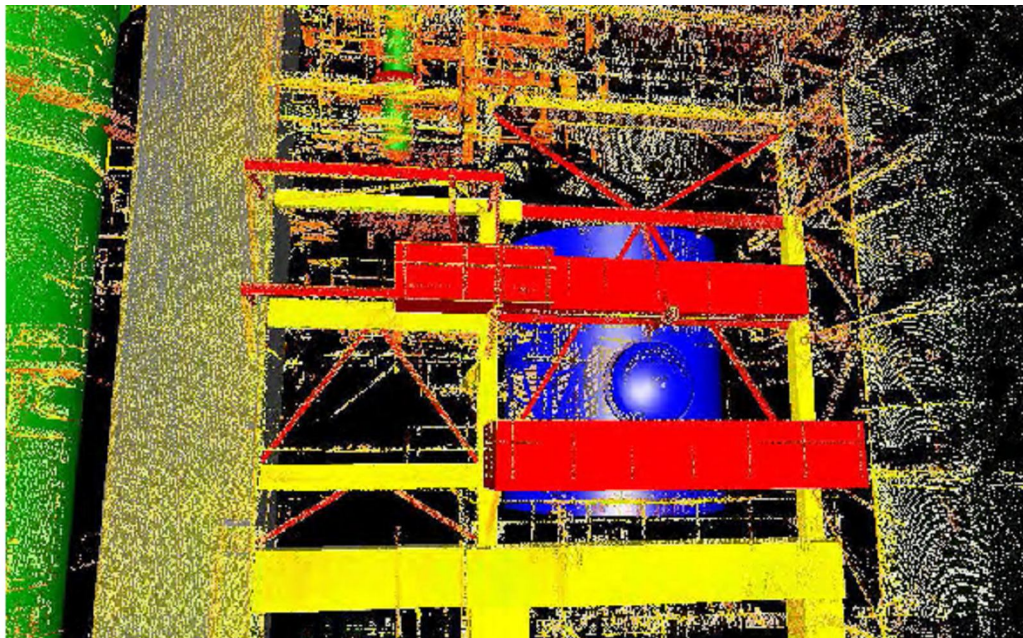


Fig. 5: Implantación de la grúa Liebherr LR 1750 en el área de trabajo.

Fig. 6: Ejemplo de salida de nube de puntos del escaneo láser



La exportación de la nube de puntos obtenida del scanner láser a un archivo Cad es el punto de partida para el modelado 3D de las instalaciones existentes. Este proceso requiere gran cantidad de horas hombre de proyectistas y modeladores con gran experiencia en este tipo de instalaciones. Hay que tener en cuenta que son ellos los que deben interpretar, en base al conocimiento propio, que tipo de elemento está representado por esos puntos en el espacio, ya sean estructuras de hormigón, perfiles metálicos, plataformas o escaleras, o los recipientes y equipos de la unidad. A partir de esto se van generando los sólidos espaciales que van dando forma al modelo 3D.

Una vez concluida la maqueta electrónica de las instalaciones principales que podían interferir con los movimientos del izaje, se procedió a implantar en el mismo el modelo 3D de la grúa, provisto por el fabricante de la misma. El resultado final de esto está representado en las figuras que se muestran a continuación, y que representan las distintas etapas de la maniobra de izaje.

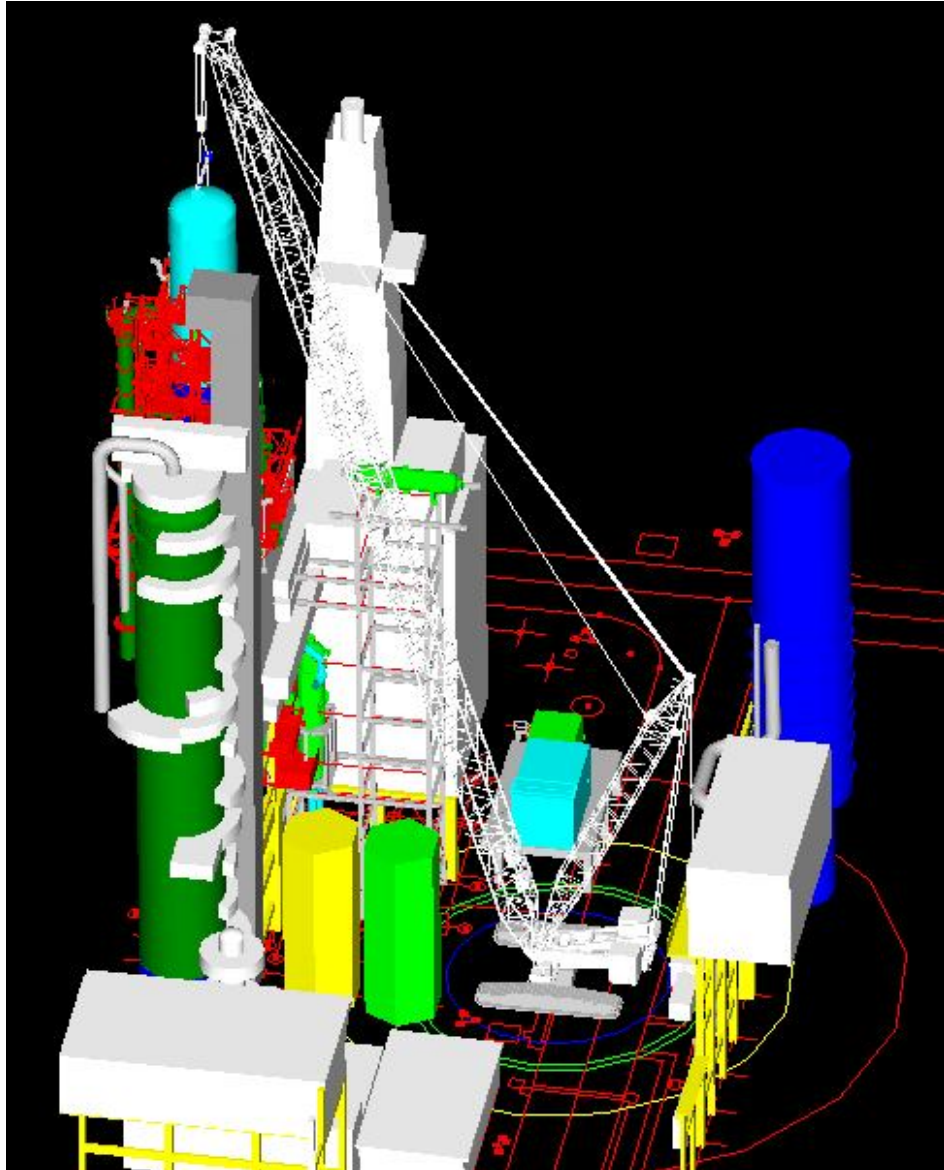


Fig. 7: La grúa comienza con la elevación de la “medusa”, ya desvinculada del Reactor. Nótese en la parte inferior la estructura (prisma hexagonal) verde, que aloja el nuevo conjunto cabezal-ciclones a instalar, y la amarilla que recibirá el conjunto desmontado.

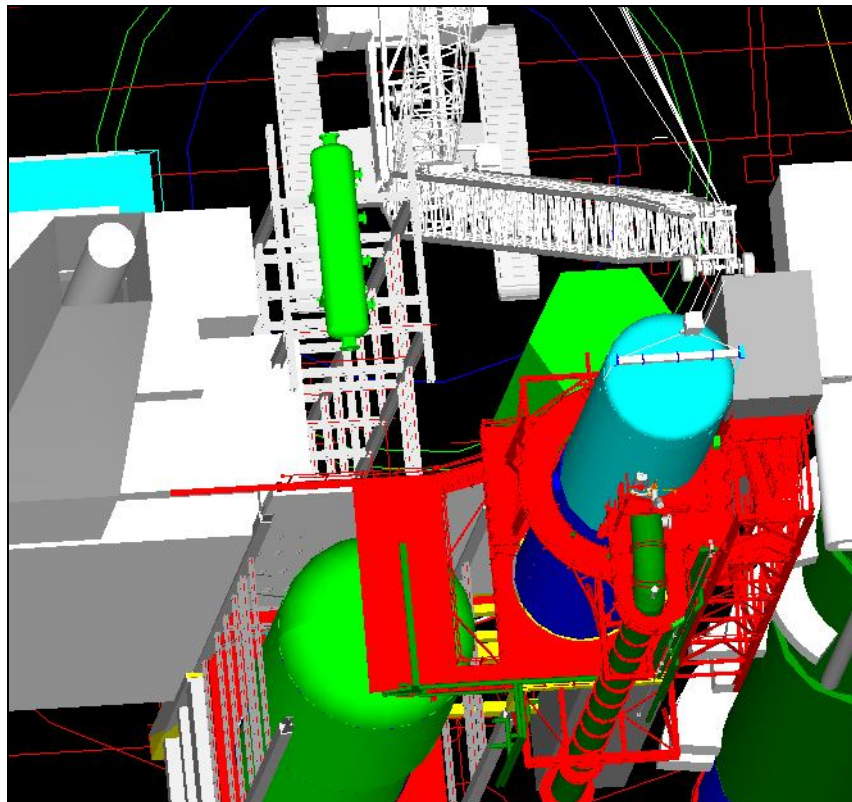
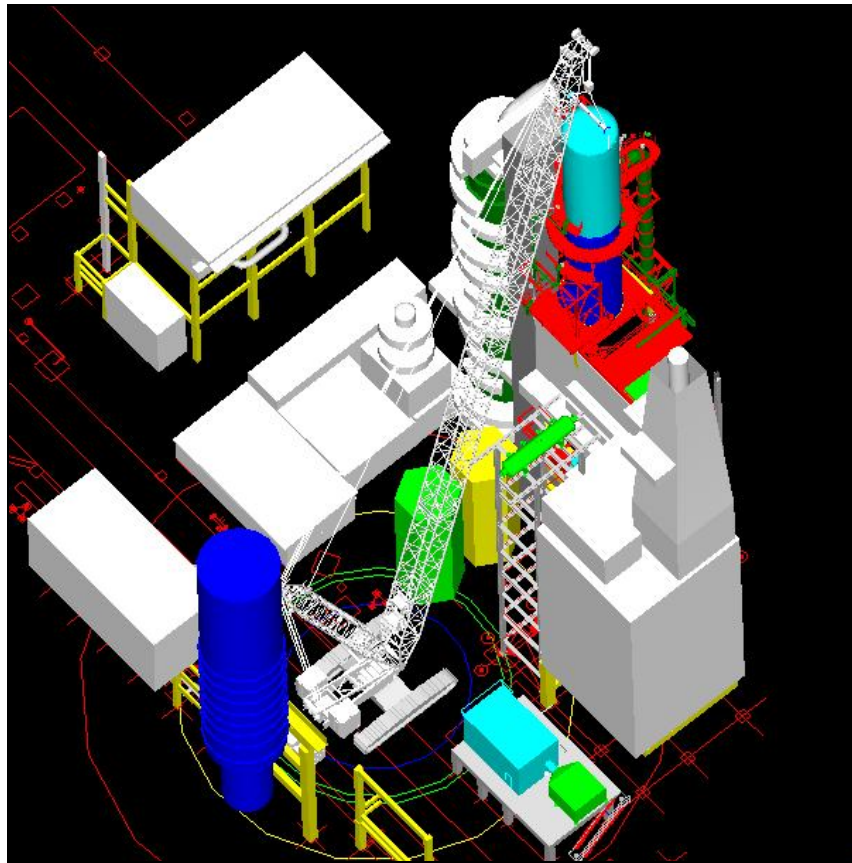


Fig. 8 y 9: La maniobra vista desde otros ángulos. Se puede ver en detalle que el contrapeso de la grúa no interfiere con ningún equipo y/o instalación de la unidad de Vacío B (cilindro azul).

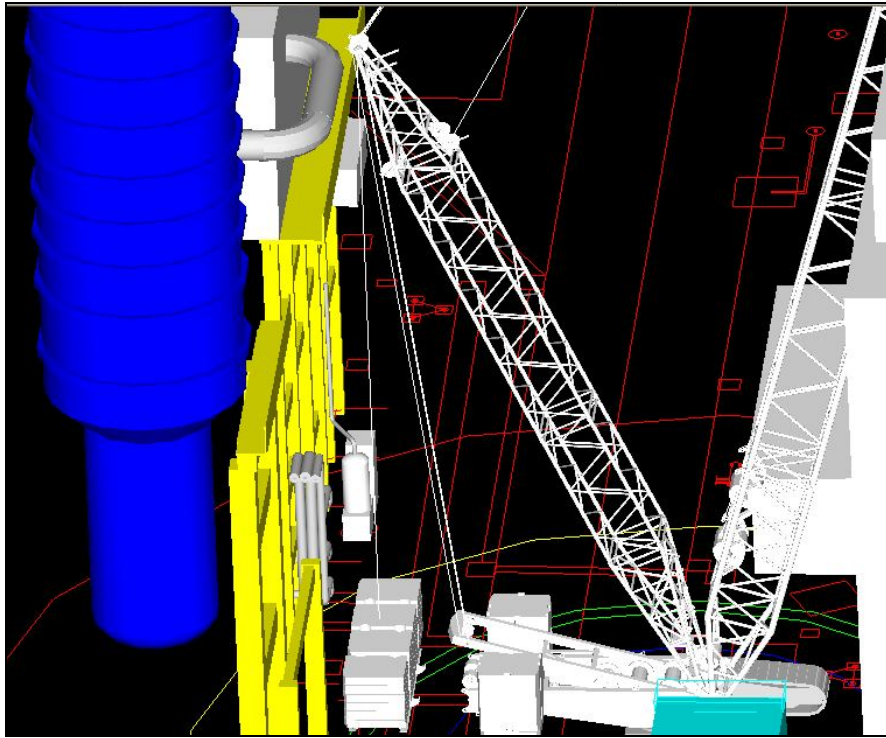


Fig. 10: En esta etapa la grúa retrae la pluma hasta extraer la carga de la línea del reactor alcanzando el menor radio de giro. Aquí se permite analizar interferencias con estructuras de hormigón y plataformas

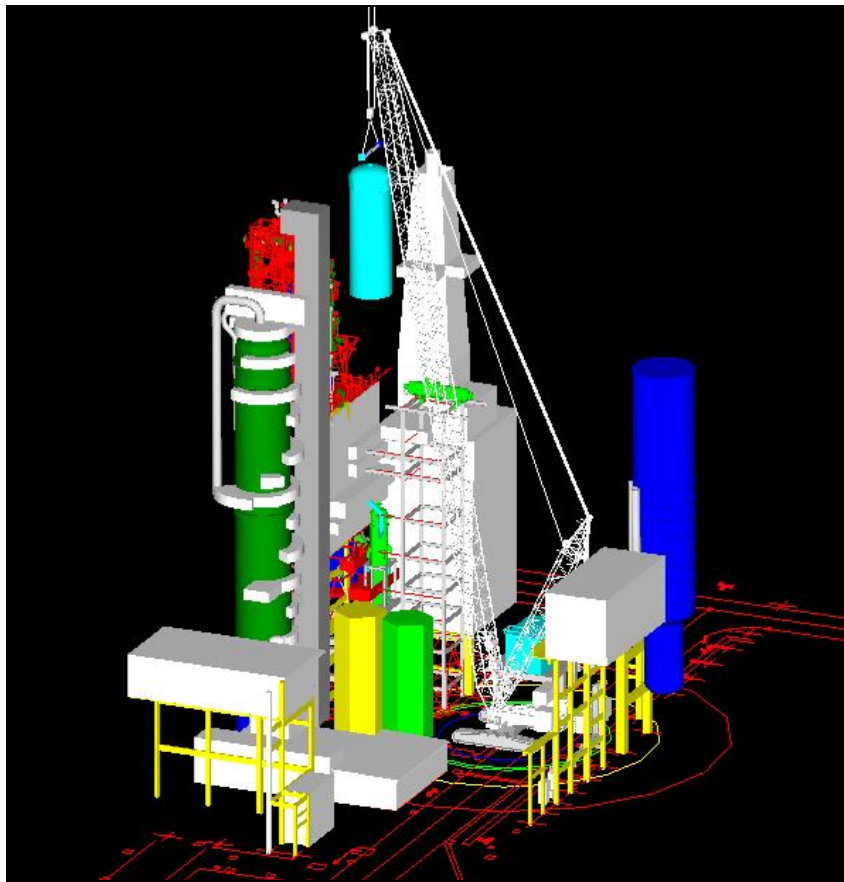
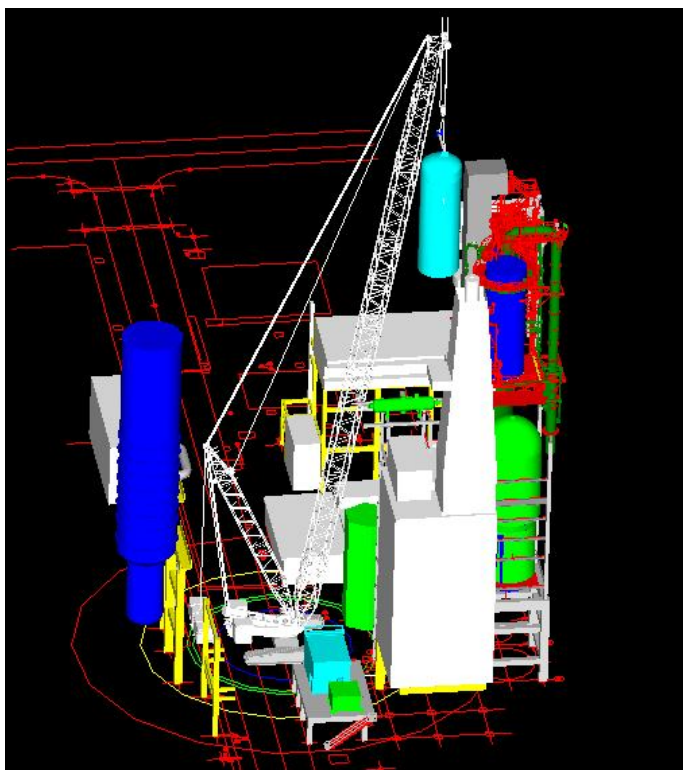


Fig. 11



Figs. 12 y 13

Una vez que la medusa haya sido retraída de la estructura, la grúa debe descender la carga y girar la pluma hacia la izquierda de tal manera de alcanzar la posición de la estructura provisoria, en donde finalmente se apoyará la medusa existente.

Para izar la nueva medusa, la cuál se encuentra montada en la estructura provisoria, la pluma de la grúa debe ser retraída hasta un radio de 12.78 metros, radio que permite posicionar el gancho justo encima de la nueva medusa a montar.

El procedimiento que sigue es exactamente la inversa del procedimiento recién descrito. Esta secuencia de operaciones fue volcada con el mayor grado de detalle al procedimiento correspondiente, el que fue sometido a aprobación del Cliente.

Transmisión de cargas al suelo

Del análisis de riesgos realizado, surgió como riesgo relevante la posibilidad de colapso del suelo bajo las orugas de la grúa, como consecuencia de las altas cargas superficiales que toma al izar el equipo.

En primera instancia se procedió a determinar las cargas transmitidas al pavimento. La herramienta utilizada para tal fin consistió en un software de simulación de los esfuerzos para cada posición de la pluma, provisto por Liebherr. Fue necesario simular cada uno de los pasos de la maniobra, ingresando el peso de la carga, la configuración de la grúa, longitud de pluma, ángulo horizontal y vertical de la misma, entre otros.

Como resultado de este estudio se determinó que en algunas posiciones se excedían las cargas admisibles de este tipo de pavimentos. Se tuvo en cuenta también el factor de incertidumbre debido al desconocimiento de las condiciones del terreno natural por debajo del hormigón.

Se decidió la construcción de una platea de hormigón sobre el pavimento existente a efectos de distribuir las cargas involucradas en el izaje en un área mayor, y bajar consecuentemente la carga específica. Esta platea debía cumplir con la condición indispensable de ser provisoria, o sea, que se pudiera desmontar con relativa facilidad una vez terminados los trabajos de la parada de planta. Teniendo en cuenta esta condición, se optó por una platea en paños, hormigonada sobre una capa de material plástico que cumplió la función de evitar el pegado del hormigón nuevo al existente.

Corte del Reactor. Elementos a Desmontar

Para poder llevar a cabo el desmontaje del conjunto casquete superior, ciclones, terminación del riser, cámara plenum y cámara anti-coque, fue necesario realizar el corte de desvinculación a una determinada elevación a lo largo de la envolvente.

A su vez para poder extraer dicho conjunto desvinculado era necesario desmontar la línea de salida de efluentes del Reactor, así como las cuatro plataformas superiores y parte de las escaleras que las unen. En las siguientes figuras, extraídas del modelo 3D obtenido mediante el escaneo láser anteriormente descrito, se pueden ver los elementos que era necesario desmontar.

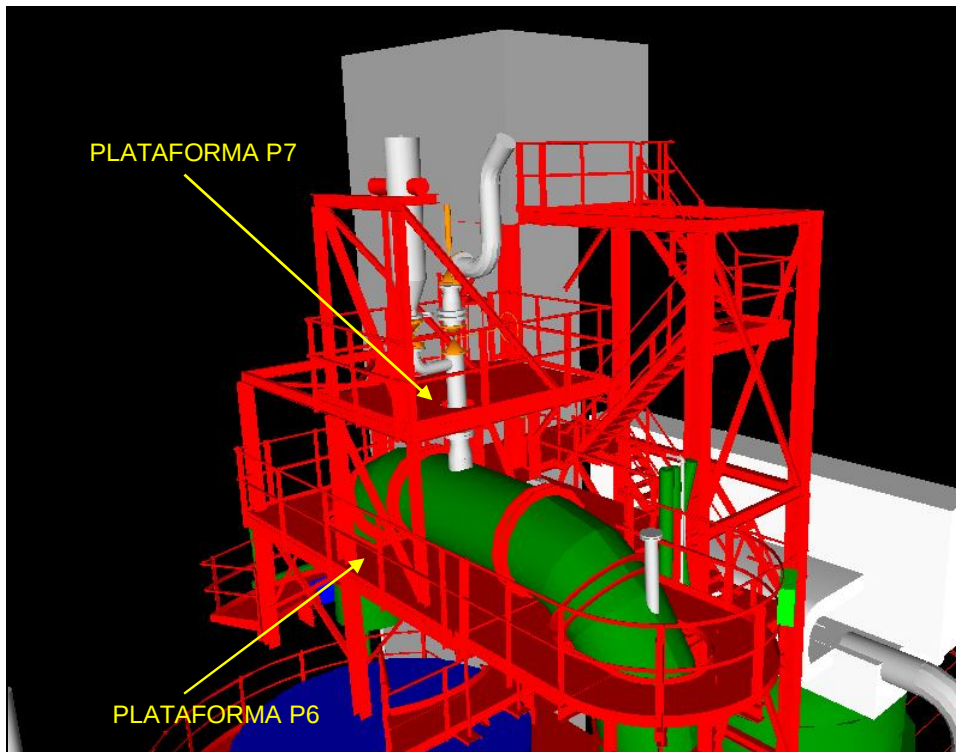


Fig. 14

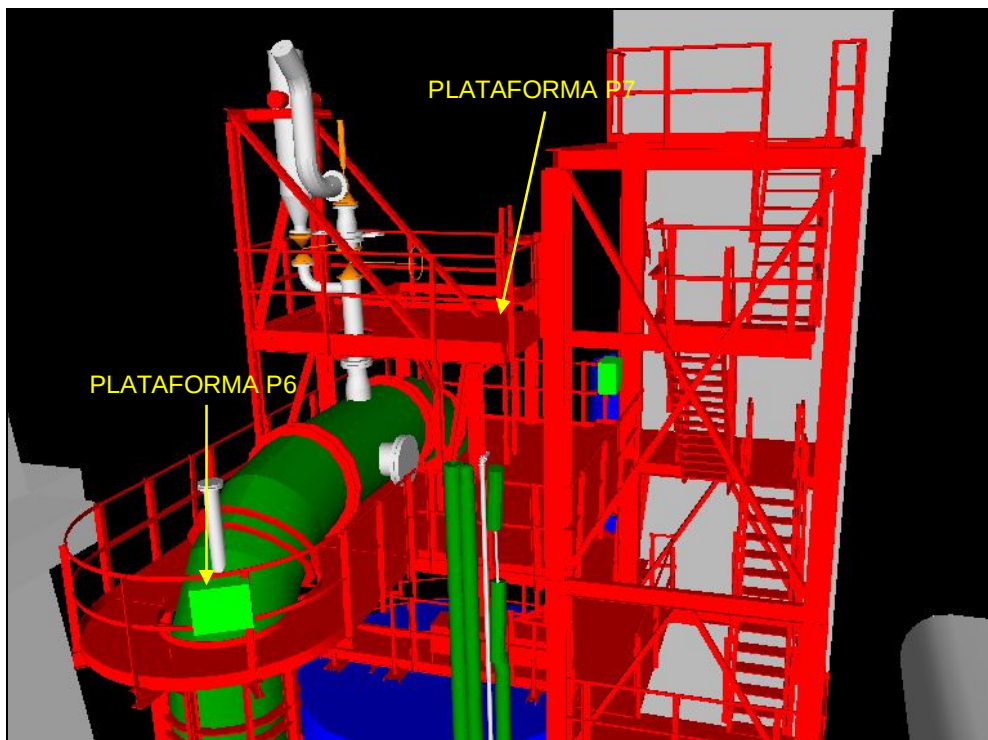


Fig. 15

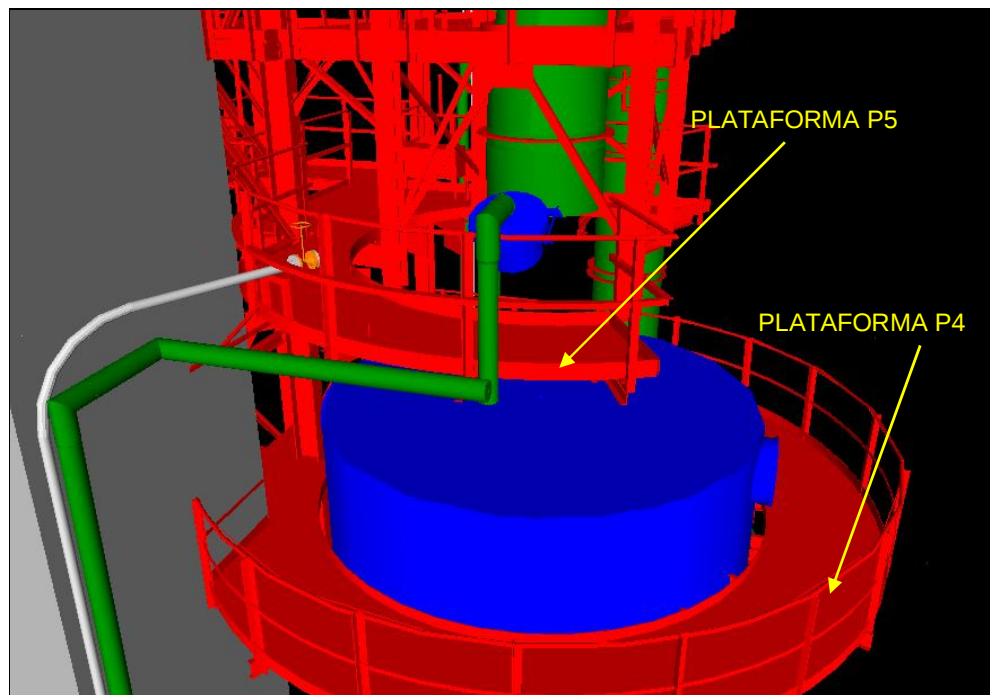


Fig. 16

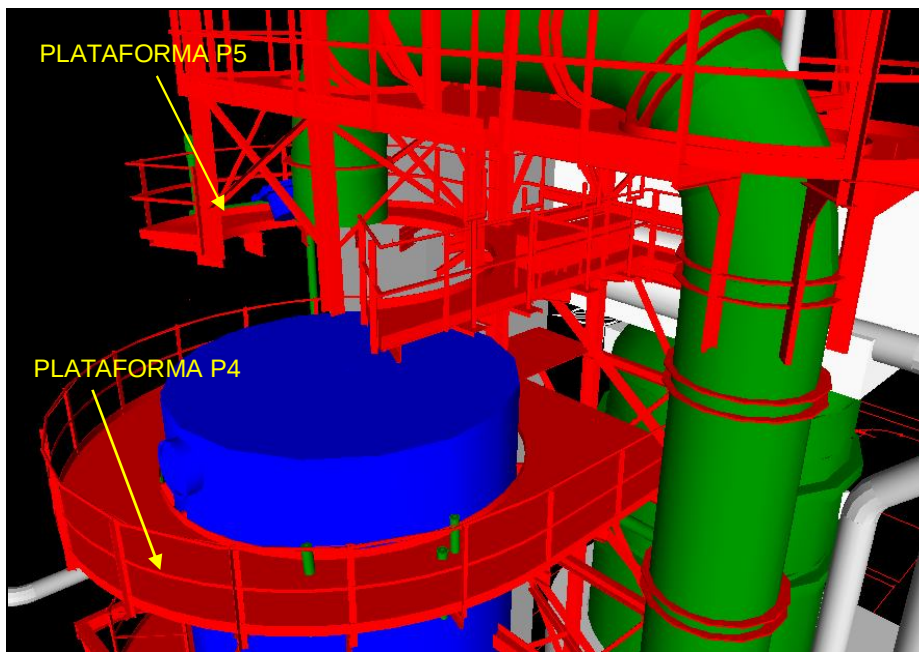


Fig. 17

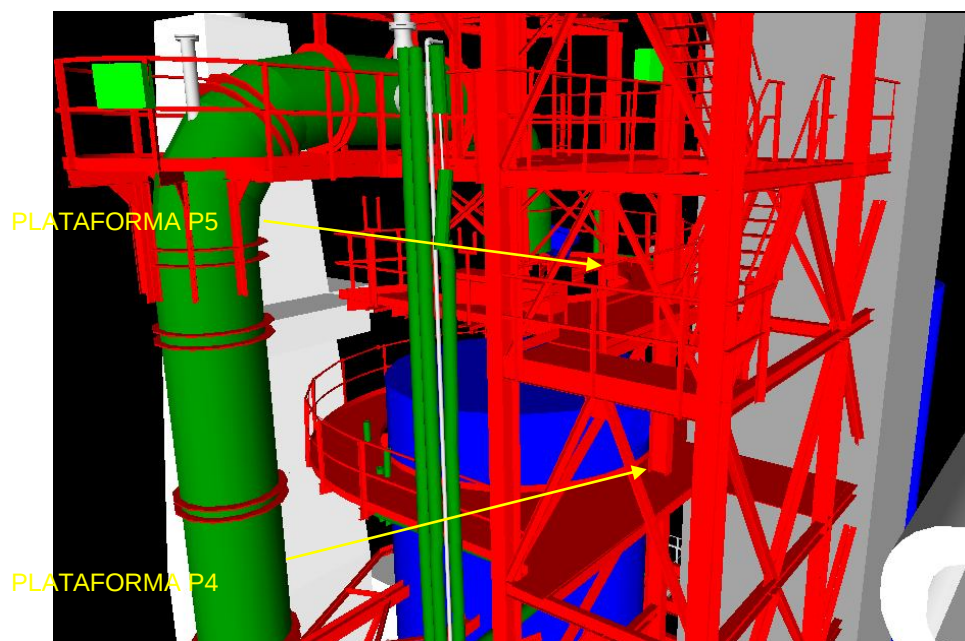


Fig. 18

Las estructuras, plataformas y escaleras a desmontar se detallan en el recuadro de la Fig. 19, a continuación:

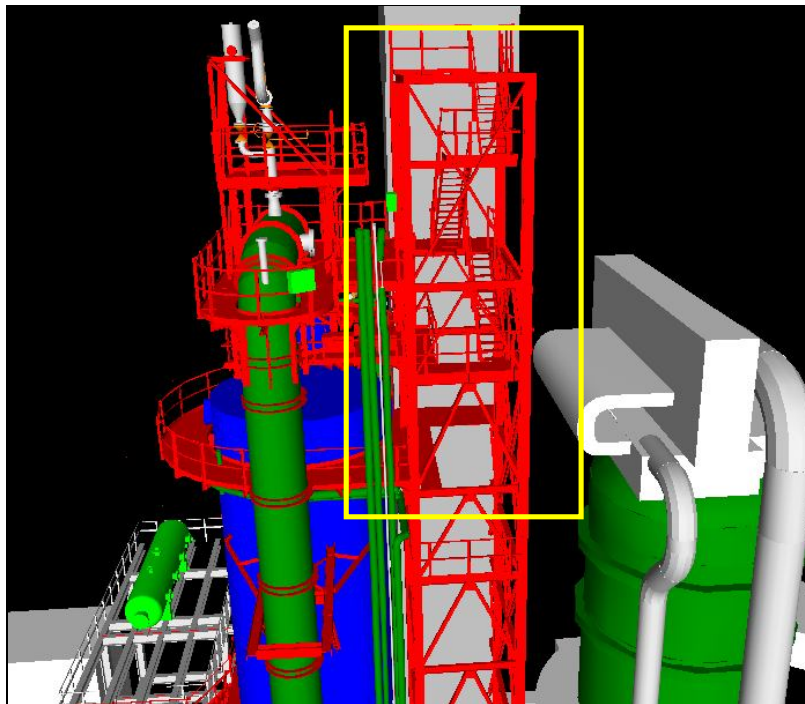


Fig. 19

Como ya se describió, para poder extraer el conjunto casquete superior, ciclones, cámara plenum, terminación del riser y cámara anti-coque, se determinó que el corte de la envolvente debía realizarse por debajo de la elevación de la plataforma P4 a una elevación +55248.

Cabe destacar que los niveles indicados en este diagrama están referidos a un nivel cero que corresponde al nivel +100.000 del resto de los diagramas.

Para poder realizar dicho corte en la envolvente fue necesario el armado de andamios, ya que la plataforma P4 debió ser desmontada. Del análisis del modelo se observó que con el objeto de aprovechar dichos andamios y facilitar las tareas de corte, era aconsejable realizar el corte de la línea de salida de efluentes del reactor (línea O10) totalmente alineado con el corte de la envolvente.

Esto permite además aprovechar las guías actuales de la línea O10 que se encuentran a una elevación +152500.

Con esto en consideración, el corte de la línea O10 se realizó como se indica en la Fig. 20.

La principal interferencia posible durante la maniobra de desmontaje de la medusa existente y el montaje de la medusa nueva es producida por el monorriel utilizado para la apertura del paso de hombre del reactor (conexión 1M) que se indica a continuación:



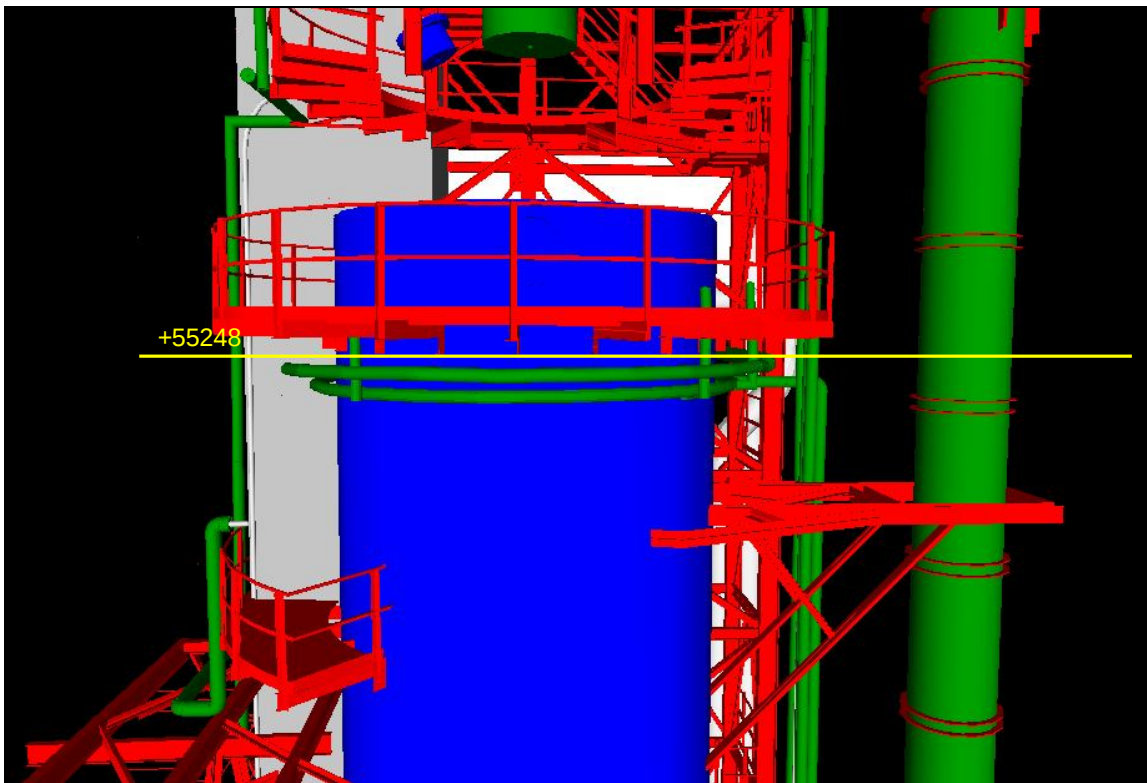


Fig. 20

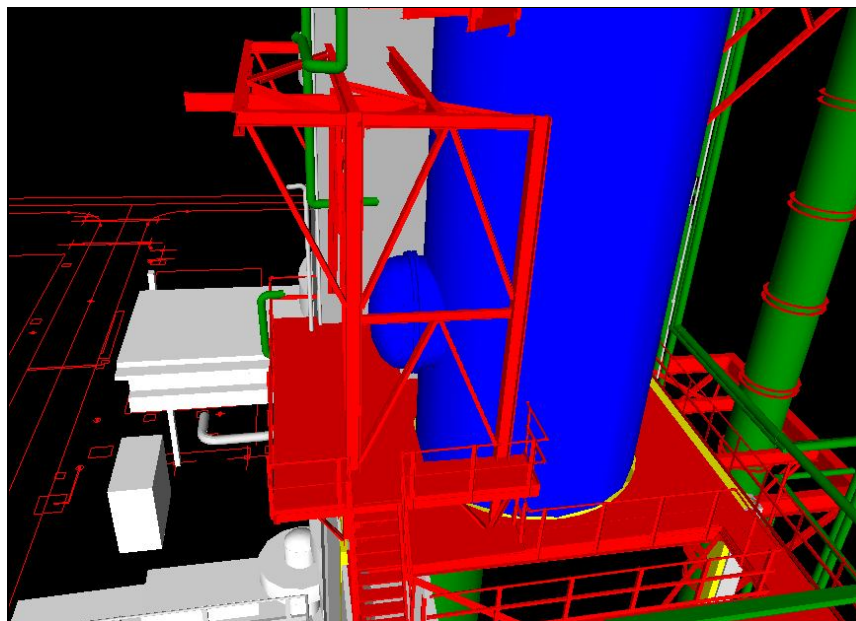


Fig. 21

Esta interferencia pudo ser esquivada mediante el recupero de pluma de la grúa y mediante el giro de la pluma.

La experiencia de trabajos similares realizados con anterioridad.

Se procuró recoger información de experiencias de operaciones similares realizadas anteriormente en otras refineries. A tal efecto se contó con la colaboración de expertos en este tipo de trabajos, que transmitieron las lecciones aprendidas frente a imprevistos que se presentaron.



Panhandle, Texas



Houston, Texas



Lujan de Cuyo, Mendoza



Corpus Christi, Texas

Conclusiones

El proceso de planificación expuesto anteriormente dio como resultado una operación de izaje segura y sin imprevistos. A continuación se muestran algunas imágenes de la maniobra de montaje del nuevo conjunto casquete – ciclones.



Fig. 22 : Grúa Liebherr LR 1750



Fig. 23: Implantación de la grúa en el lugar de trabajo



Fig. 24 : Elevación del conjunto desde la estructura soporte



Fig. 25 : Se observa la percha de izaje, diseñada para tal fin y previamente ensayada



Fig. 26: Conjunto descendiendo dentro del Reactor



Fig. 27 : Elevación del conjunto cabezal-ciclones.



Fig. 28 : Descenso de los ciclones al interior del Reactor.



Fig. 29 : Posicionamiento final del cabezal mediante la utilización de gatos hidráulicos.