

Latin America Refining Workshop	Paradas de Planta Best in Class: Reemplazo del fondo de la Columna de Fraccionamiento de FCCU	Pag. 1
------------------------------------	---	--------

PARADAS DE PLANTA BEST IN CLASS

REEMPLAZO DEL FONDO DE LA COLUMNA DE FRACCIONAMIENTO DE FCCU

Autor: Pablo Aversa
Shell CAPSA - Refinería Buenos Aires
Planificación de Paradas de Planta

1. Sinopsis

Shell Refinería Buenos Aires alcanzó con éxito el cumplimiento de los objetivos Best in Class relativos a la performance de la parada de planta del complejo FCCU 2005:

- Excelente Performance en Seguridad - Cero accidentes
- Proceso de parada y descontaminación, ejecución de los trabajos mecánicos y puesta en marcha libres de fallas en Seguridad, Medioambiente y Calidad.
- Duración de Parada según plan y mejorando los indicadores de benchmark de Solomon.

El presente trabajo expone el camino crítico de la parada de FCCU 2005, el reemplazo del fondo cladeado de la columna de fraccionamiento, se introducen además los otros trabajos críticos de la parada y se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la performance de la parada en general.

La exposición se realiza por medio de la presentación de algunos de los factores importantes a considerar relacionados con el aseguramiento en materia de Seguridad, Medioambiente y Calidad aplicados para la resolución exitosa de una actividad compleja.

Latin America Refining Workshop	Paradas de Planta Best in Class: Reemplazo del fondo de la Columna de Fraccionamiento de FCCU	Pag. 2
------------------------------------	---	--------

2. Introducción

En el año 2000 se produjo una fisura pasante en el fondo de la columna principal de fraccionamiento de la unidad Craqueo Catalítico FCCU (en adelante Columna C-321), la falla se originó debajo de la conexión de ingreso de producto desde el reactor.

Investigaciones posteriores concluyeron que la temperatura operativa en éste caso es demasiado baja para vincular la causa raíz de la falla en forma directa a un fenómeno de grafitización presente en otros equipos de la unidad, pudiendo ser un factor a considerar en el mecanismo de falla la propagación de fisuraciones originadas por el envejecimiento del cladding.

Pese a las reparaciones intensivas realizadas en ese momento, el mecanismo de falla mencionado hace probable la aparición de nuevas fisuras, con lo cual los especialistas convergen en la recomendación de reemplazar el fondo de la columna en la primera oportunidad, durante la parada por Inspección General del complejo en el año 2005. El nuevo fondo sería rediseñado con una metalurgia diferente tanto para el cladding como para la envolvente.

3. Planificación y Ejecución del reemplazo del fondo de la C-321

3.1 Fabricación del nuevo fondo de columna

En primera instancia se analizó la factibilidad de fabricar y reemplazar toda la columna, descartándose posteriormente esta alternativa por motivos económicos. La fabricación del nuevo fondo se realizó en un taller local.

Debido a que el material de la envolvente se rediseñó en aleación cromo molibdeno, esto generaba la necesidad de realizar un tratamiento térmico posterior a la soldadura en campo del nuevo fondo contra el tope existente de la columna de acero al carbono.

Con el objetivo de asegurar una mejor calidad y minimizar los tiempos de ejecución, se incluyó en la fabricación una sección de acero al carbono a modo de transición soldada y tratada térmicamente, a fin de que la soldadura en campo fuese acero al carbono con acero al carbono.

3.2 Proceso de Parada y Descontaminación

El proceso de parada y descontaminación de la unidad de craqueo catalítico llevó 72 horas para el sistema de regeneración y la columna de fraccionamiento.

La planificación de la parada y descontaminación del complejo se realizó utilizando la metodología de sistemas, consistente en la subdivisión de las unidades en sistemas y subsistemas siguiendo ciertas reglas desarrolladas por Shell a fin de optimizar los procesos de parada y marcha.

Los sistemas que constituían caminos críticos eran:

- o Sistema de fraccionamiento, donde los trabajos críticos eran el reemplazo del fondo de la columna y los trabajos sobre el turbocompresor de gas húmedo.
- o Sistema de reacción: incluyendo la inspección general del main air blower, reemplazo de la grilla de aire y modificaciones al sistema ciclónico del regenerador, renovación y rediseño del stripper liftpot y reactor liftpot.
- o Sistema Antorchas: incluyendo el desmontaje en serie y modificación de las dos antorchas de la Refinería.

Latin America Refining Workshop	Paradas de Planta Best in Class: Reemplazo del fondo de la Columna de Fraccionamiento de FCCU	Pag. 3
------------------------------------	---	--------

Se implementaron cinco lavados químicos durante el proceso de descontaminación; tres de los cinco lavados químicos estuvieron vinculados a la descontaminación de la columna C-321:

- Lavado químico de la columna en fase líquido/vapor (se consiguió una columna libre de hidrocarburos y mezcla explosiva 72 hs luego del corte de alimentación)
- Lavado químico desde la columna de los circuitos de Slurry y HCO vinculados al cuidado del medioambiente
- Lavados químicos en planta de gas y ADIP a fin de eliminar olores de H₂S.

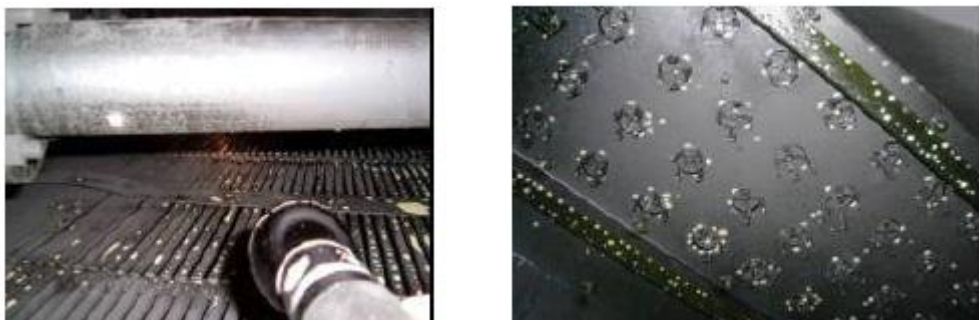


Foto 1: Columna libre de mezcla explosiva 72 horas después del corte de alimentación

3.3 Ejecución de los trabajos mecánicos:

3.3.1 Factores considerados en el reemplazo del fondo de la columna

La ejecución de los trabajos mecánicos del reemplazo del fondo de la columna se realizó en un plazo de 20 días corridos, incluyendo las actividades de inspección, testeo y comisionado del equipo.

La planificación de detalle de la ejecución de la obra comenzó un año y medio antes de la fecha de parada con la implementación del programa de “Paradas sin Fallas” del grupo Shell, donde se analizaron en forma exhaustiva las fallas potenciales, posibles variaciones al plan, interferencias y emergentes que pudieran afectar el desarrollo de la ejecución en función a la experiencia previa de nuestra Refinería y de otras Refinerías del grupo Shell y de la Industria.

Se generaron planes de mitigación con las consiguientes modificaciones en los pliegos de contratación, procedimientos, cronogramas, planes de calidad y seguridad a fin de incluir las mitigaciones propuestas.

A continuación se exponen los puntos principales de la etapa de planificación y ejecución relacionados con el aseguramiento de la performance de la parada.

- La capacitación del personal contratista era una de las áreas a mejorar en cuanto a nuestra performance en Seguridad y Calidad. A tal fin nuestra refinería inició y continúa brindando cursos de formación técnica en conjunto con la Universidad Tecnológica Nacional y el Gremio de la Construcción. El personal contratista que participó en la ejecución de la parada fue evaluado previo al inicio de la misma en cuanto a sus competencias técnicas y de seguridad. A fin de alinear los comportamientos con los objetivos de la parada se introdujo un esquema de incentivos económicos tanto para las empresas contratistas como para su personal, basados en la performance de la parada en cuanto a seguridad, calidad y duración.

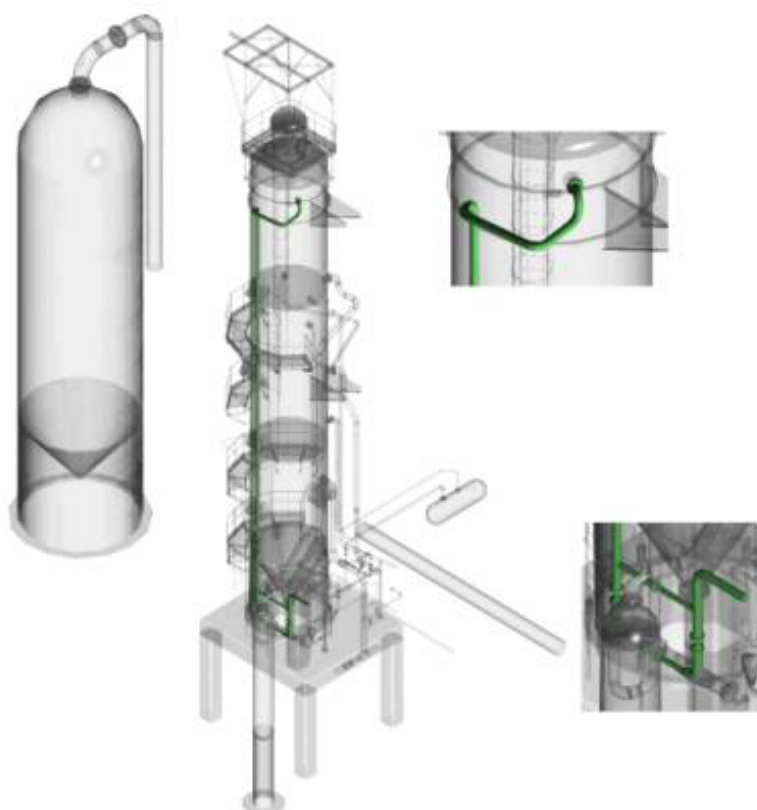


Foto 2: Ingeniería tridimensional de la C-321 para análisis de interferencias en el desmontaje de cada uno de los Tie Ins.

- Se realizó un plan de izaje detallando los movimientos de la grúa de 800 tn desde su ingreso a refinería y posicionamiento, elevación del tope y colocación en la estructura temporaria, retiro del fondo a demoler y reinstalación de la columna completa en posición. La prueba de carga de la percha de izaje a la carga real se realizó en un astillero local que contaba con las facilidades y pesos para realizar dicho ensayo.
- La calidad del corte e izaje del tope de la C-321 es considerada crítica. A tal fin se desarrollaron procedimientos detallados para la realización del corte e ingeniería de los refuerzos internos para garantizar la estabilidad de la envolvente en el momento del corte e izaje. La ingeniería contemplaba a su vez el diseño y ubicación preferente de los trunnions de izaje, a ser confirmada con el perfil de espesores de la envolvente en la zona de ubicación preferente.
- El procedimiento de soldadura del tope con el nuevo fondo de la columna contempló las tolerancias requeridas para garantizar la alineación horizontal, diametral y circunferencial. Para asegurar una correcta coincidencia en la unión se hace foco en la coincidencia de las longitudes de circunferencia del tope con el nuevo fondo, a tal fin es importante la medición de la longitud de circunferencia del tope existente previo al inicio de la fabricación del nuevo fondo, afectada por el correspondiente factor de dilatación térmico en el caso de medición en caliente. No resultó un factor relevante la ovalidad que presentaba la envolvente de la columna existente, dado que esta asimetría puede corregirse previo al proceso de soldadura. En cuanto a la alineación vertical de la columna, debe realizarse una medición visual de precisión a fin de considerar la verticalidad que presente la columna previo al corte en relación con la actual performance sus internos.

Latin America Refining Workshop	Paradas de Planta Best in Class: Reemplazo del fondo de la Columna de Fraccionamiento de FCCU	Pag. 5
------------------------------------	---	--------

- Se soldaron pies para soportar el tope sobre la estructura temporaria y luego por medios hidráulicos se realizó la elevación del nuevo fondo a fin de posicionar y alinear la soldadura y realizar un trabajo libre de tensiones. El diseño de la estructura temporaria contempla tanto la accesibilidad del soldador como las modificaciones necesarias a la estructura temporaria a fin de permitir el izaje de la columna completa.
- Se desarrolló un protocolo de ajuste de la unión bridada de ingreso a la columna desde el reactor, considerada una brida crítica, con foco en un procedimiento de ajuste garantizando no ocasionar daños en la junta o asiento de junta para una marchada sin pérdidas.
- Se verificó la fundación de la columna a fin de garantizar la sustentabilidad de la misma durante la prueba hidrostática.



Foto 3: Vista aérea de la zona de trabajo. Se realizaron las obras de pilotaje necesarias para soportar las cargas relacionadas con los izajes.

3.3.2 Puesta en marcha del sistema de fraccionamiento

- El testeo y comisionado se realizó a nivel equipo (prueba hidráulica de la C-321, pruebas de platos colectores y distribuidores, limpieza final del equipo, en particular de la línea de fondo) y a nivel sistema chequeando la funcionalidad de la C-321 y sus servicios auxiliares, instrumentos asociados a nivel indicación, control y salvaguarda, válvulas y lazos de control y otros equipos del sistema.
- En general el testeo y comisionado del sistema de reacción así como la curva de secado y curado del refractario de los recipientes y líneas de éste sistema pueden realizarse en forma independiente al sistema de fraccionamiento, con lo cual se reduce el tiempo total de ejecución en casos como éste donde el camino crítico es el sistema de fraccionamiento.
- Al momento del completamiento mecánico del camino crítico de la parada, todos los sistemas no críticos se encontraban testeados y comisionados y funcionando correctamente.

3.3.3 Camino Crítico del Sistema de Reacción: Modificaciones en el Regenerador

Los trabajos en el regenerador se desarrollaron en 3 niveles diferentes:

➤ Fondo del Regenerador: La grilla de aire existente presentaba problemas de confiabilidad y fisuras recurrentes en sus brazos principales de sección cuadrangular. Durante la parada por inspección general se realizó el reemplazo de la grilla de aire por un nuevo diseño de sección circular revestida con lining antierosivo. La soldadura de los tramos de la nueva grilla de aire representaba el camino crítico del Regenerador.

➤ Nivel intermedio: Se requería la reparación de un punto caliente detrás del Cat-Bin, lo cual implicaba el desplazamiento del mismo para poder acceder al lugar, adicionalmente se debían renovar las trickle valves. El desafío de este trabajo consistió en lograr la reparación sin ocasionar interferencias sobre los trabajos de reemplazo de la grilla de aire, a tal fin se diseñó una plataforma intermedia con un sistema de izaje interior para poder trabajar en ambos frentes de trabajo simultáneamente.

➤ Tope del Reactor: Se diseñaron y soldaron refuerzos durante la parada de planta para solucionar problemas existentes de fisuración en los crossovers de los ciclones primarios. Durante la etapa de planificación se construyó un modelo a escala del ciclón a fin de realizar una simulación del trabajo de soldadura debido a la limitada accesibilidad del soldador al sitio de las reparaciones.

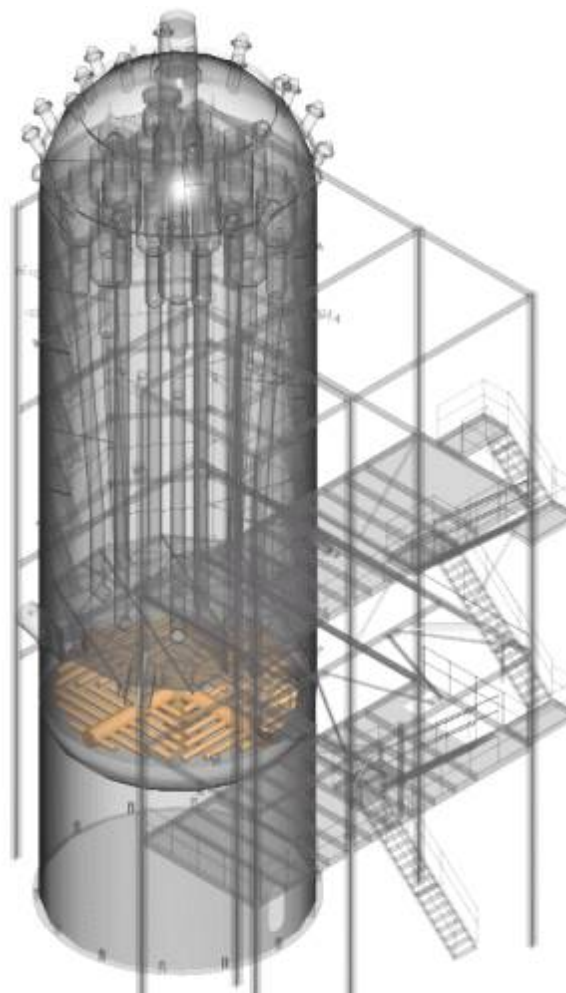


Foto 4: Ingeniería tridimensional del reactor, nueva grilla de aire y diseño de plataforma intermedia



Foto 5: Reemplazo de grilla de aire del regenerador. Nueva grilla de aire (derecha)

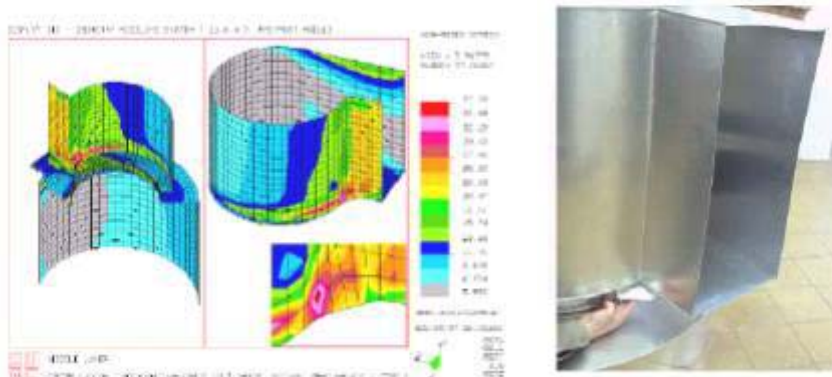


Foto 6: Stress analysis de los crossovers del sistema ciclónico (izquierda), modelo del refuerzo en maqueta a escala del ciclón (derecha)

3.3.4 Modificaciones en el Sistema de Antorchas



Durante la ejecución de la parada de planta se implementó un proyecto de modificación de las dos antorchas de refinería que incluía la modificación del sistema de ignición, nuevos pilotos y la instalación de termocuplas para detección remota de pérdida de llama.

El trabajo era camino crítico del sistema antorchas dado que la ejecución se realizaría en serie, y a su vez crítico desde el punto de vista de seguridad, dado que cada una de las antorchas estaría operativa todo el tiempo mientras se ejecutaran las modificaciones sobre la otra antorcha. Se analizaron diferentes escenarios de descarga a antorchas, aspectos de seguridad de las personas trabajando en diferentes niveles, operabilidad de la refinería con una sola antorcha en marcha, impacto de una parada de Claus y potenciales eventos en plantas alineadas a la antorcha en operación.

4. Indicadores clave de performance de la parada

4.1 Seguridad

Trabajaron en la parada de la unidad de craqueo catalítico y plantas asociadas aproximadamente ochocientas personas, los resultados en cuanto a Salud, Seguridad y Medioambiente fueron los siguientes.

✓ Cero accidentes con tiempo perdido. Cero accidentes sin tiempo perdido.
✓ Cero pérdidas de producto significativas o afectando al medio y cero pérdidas de catalizador (sistema cerrado de descarga de catalizador desde el fondo del regenerador)
✓ Cero quejas de la comunidad debido a ruidos u olores
✓ Cero incidentes con fuego
✓ Menos de dos tickets por desvíos en cuanto a limpieza de planta, movimiento y segregación de residuos

4.2 Calidad

Se implementó con éxito el programa de Shell de “Paradas sin Fallas”, no se registraron eventos de baja performance en materia de calidad, los resultados obtenidos se cuantifican según los siguientes indicadores de desempeño:

✓ Cero pérdidas externas relevantes en la puesta en marcha afectando la producción, seguridad o medio ambiente.
✓ Cero reparaciones de soldadura posterior a la finalización del comisionado mecánico.
✓ Cero demoras en la marchada y performance ininterrumpida hasta el primer test run de la planta, 30 días posterior a la puesta en marcha
✓ Cero válvulas de seguridad fuera de set generando demoras o incidentes
✓ Cero mecanismos de corrosión o pérdidas internas afectando el medioambiente o la producción luego de la puesta en marcha.
✓ Cero puntos calientes luego de la puesta en marcha
✓ Cero demoras, paradas imprevistas o reducciones de carga de las unidades asociadas a electricidad, instrumentación y safeguarding en la puesta en marcha
✓ Excelente performance de las columnas post parada y en particular la C-321
✓ Cero demoras, paradas imprevistas o reducciones de carga de las unidades asociadas a la performance de equipos rotativos
✓ Cero eventos coincidentes, combinación o interferencias de actividades que afecten la puesta en marcha no analizadas y controladas.

4.3 Duración

✓ La parada de CCU se ejecutó en 28,6 días contabilizados desde el corte de alimentación e inicio de proceso de parada hasta la finalización de la puesta en marcha al momento de obtención de los productos en especificación. Esto mejora los indicadores de duración de paradas mejor en su clase para nuestro tamaño de CCU de 32 días¹.

¹ 32 días de duración de paradas de FCCU es el promedio del mejor cuartil de la industria según los indicadores de Solomon.

Latin America Refining Workshop	Paradas de Planta Best in Class: Reemplazo del fondo de la Columna de Fraccionamiento de FCCU	Pag. 9
------------------------------------	---	--------

5. Conclusiones

La parada de CCU 2005 de Shell Refinería Buenos Aires fue reconocida dentro de la comunidad de manufactura del grupo Shell como una parada de excelencia.

El desafío actual para la planificación y ejecución de paradas de planta consiste en implementar una estrategia de ejecución cuya performance este a la par del mejor cuartíl de la industria.

Implementar y sostener en el tiempo este nivel de performance requiere mucho mas que las prácticas empleadas en el pasado. El alcance de las paradas de planta debe ser optimizado a fin de asegurar que contiene lo que debe ser ejecutado exclusivamente en esta ventana de tiempo e incluir todas las actividades de calidad, testeo y comisionado para garantizar la performance de la puesta en marcha y próximo ciclo de producción. Los planes deben incluir todos lo detalles conocidos y considerar apropiadamente los emergentes potenciales, así como reconocer las oportunidades y vulnerabilidades de la unidad de manufactura y en relación con su situación local.

Las organizaciones tanto propias como de las empresas proveedoras de servicios deben estar integradas por individuos preparados para las exigencias actuales y por sobre lo mencionado, deben adoptar una metodología rigurosa para gestionar una performance en Seguridad y Calidad libre de fallas. Sobre la base de esta experiencia, la excelencia en cuanto a la performance en la ejecución de las paradas de planta no muestra relación directa con el tamaño, ubicación geográfica o antigüedad de la unidad de manufactura, sino con los procesos implementados de gestión de la planificación y el nivel de preparación de las personas comprometidas con el proyecto.

5. Datos de contacto del autor:

Ing. Pablo Aversa

Planificación de Paradas de Planta

 Shell Refinería Buenos Aires

 Sargento Ponce 2318, Dock Sud
(1871) Buenos Aires, Argentina

 +54 11 5030-3569

 pablo.aversa@shell.com



Foto 7: Secuencia de los izajes en el reemplazo del fondo de la C-321.

6. Bibliografía

1. FCCU 2005 Flawless Turnaround – Learnings From Implementation. Maintenance Engineers Workshop Europe 2005. [Gandolfo, Joe; Tate, Garry; Torino, Julio; Aversa, Pablo]
2. CAPSA FCCU metallurgical integrity July 2001, including weldment failures, reactor/ stripper / fractionator vessels. [Registros de Inspección de Shell CAPSA OP.01.20592]
3. Turnarounds Operation Excellence. Shell Global Solutions International B.V. – Paul Rushworth
4. Turnaround Uplift. Policies and standards for the Quality Areas. Aug. 2002. Shell Global Solutions International B.V.
5. The Flawless Turnaround - Maintenance Engineers Workshop Europe 2002. R. Gort
6. Tightness Module – Shell Global Solutions International B.V.
7. Cleanliness. Shell Global Solutions International B.V.
8. Clean or not to Clean?. - Shell Global Solutions International B.V.
9. Managing Experience. Shell Global Solutions International B.V.
10. Small Interventions can result in Significant Turnaround Performance Improvements. C. Van Ryk. Shell Canada – Maintenance Engineers Workshop 2001
11. Managing Functional Integrity. Shell Global Solutions International B.V.
12. Managing Complexity. Shell Global Solutions International B.V.
13. Managing Novelty. Shell Global Solutions International B.V.
14. Managing the effects of Coinciding Events. Shell Global Solutions International B.V.
15. Turnaround Operations Excellence, Managing Work process for systematic integrated planning. Shell Global Solutions International B.V.