

00579 13
2Ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

MEJORAMIENTO OPERACIONAL DE LA SECCION DE
FRACCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE
DESINTEGRACION CATALITICA (FCC)

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE
MAESTRA EN INGENIERIA QUIMICA
(P R O C E S O S)
P R E S E N T A :
VERONICA URIBE VARGAS



MEXICO, D. F.

273082 JUNIO 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1999



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.




FCULTAD DE QUIMICA

JURADO ASIGNADO:


PRESIDENTE	Dr. Julio Ricardo Landgrave Romero
1 ^{ER} VOCAL	M. E. Alejandro Villalobos Hiriart
SECRETARIO	Ing. Eduardo Rojo y de Regil
1 ^{ER} SUPLENTE	Ing. Jose Antonio Ortiz Ramirez
2º. SUPLENTE	Dr. Sergio Trejo Martinez

DIRECTOR DE TESIS:




Dr. Reynaldo Sandoval González

ASESOR(ES) TECNICO(S):



M.C. Gildardo González Camacho



Ing. Rene González Fernández

SUSTENTANTE:



VERONICA URIBE VARGAS



DEDICO ESTA TESIS A MIS PADRES POR SU CARIÑO,
COMPRENSION Y APOYO PARA QUE CULMINARA UNA
DE MIS GRANDES METAS.



Doy gracias a Dios por haberme permitido subir un escalón mas en mi vida profesional.

A mis padres por el apoyo incondicional en lo largo de mi trayectoria profesional y personal.

A mis hermanos por sus palabras de aliento para la culminación de este proyecto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme brindado la oportunidad de cursar un posgrado.

Al Instituto Mexicano del Petróleo por permitirme desarrollar mi tesis dentro de sus instalaciones.

A mis asesores de tesis por transmitirme sus conocimientos y experiencias que son base fundamental en el desarrollo del presente proyecto.

Y a todos aquellos que de forma directa e indirecta contribuyeron en la realización de esta tesis.

MIL GRACIAS



INDICE

INTRODUCCION	
1. GENERALIDADES	3
1.1. DESCRIPCION DEL PROCESO	
1.2. ESPECIFICACIONES Y RENDIMIENTOS DE PRODUCTOS	
2. EVALUACION INTEGRAL DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS	21
2.1. PROCESO DE EVALUACION	
2.2. METODOLOGIA DE EVALUACION	
2.3. EVALUACION DE LA TECNOLOGIA A UTILIZAR	
3. PROPUESTAS DE MEJORA	37
3.1. ADICION DE UNA EXTRACCION LATERAL EN LA FRACCIONADORA PRINCIPAL	
3.2. SUSTITUCION DEL ABSORBENTE DEL ABSORBEDOR SECUNDARIO	
3.3. OBTENCION DE PROPILENO GRADO POLIMERO	
3.4. INCLUSION DE UNA COLUMNA DE DEPENTANIZACION	
4. SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA	51
5. ANALISIS DE PROPUESTAS DE MEJORA	56
5.1. ANALISIS INDIVIDUAL	
5.2. ANALISIS INTEGRAL	
6. EVALUACION ECONOMICA	73
6.1. INVERSIÓN TOTAL	
6.2. COSTO DE LA MATERIA PRIMA.	
6.3. CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES Y SUSTANCIAS QUÍMICAS.	
6.4. COSTO DE MANO DE OBRA	
6.5. COSTO DE PRODUCCIÓN	
6.6. INGRESO POR VENTA DE PRODUCTOS	
6.7. FLUJO DE EFECTIVO	
6.8. VALOR PRESENTE NETO	
6.9. TASA INTERNA DE RETORNO	
6.10 PERIODO DE RECUPERACION	
7. ANALISIS DE RESULTADOS	84
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
9. BIBLIOGRAFIA	93
10. ANEXO:	97
SIMULACION INTEGRAL DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	



INTRODUCCION

Uno de los procesos importantes que impactan en la rentabilidad de cualquier centro de refinación es la planta de Desintegración Catalítica Fluida (FCC). Numerosos estudios tecnológicos y de investigación se realizan en forma permanente para el desarrollo de mejores catalizadores, aditivos, así como diseños de las partes que constituyen el reactor-regenerador. Indudablemente el avance tecnológico en la sección de reacción es en todos los aspectos sobresaliente y se augura una continuidad al respecto.

Un rezago significativo en los diferentes centros de refinación, se tiene en la sección de fraccionamiento de las plantas FCC, debido principalmente a que los ajustes operativos para compensar los cambios en la sección de reacción, se han realizado sin un soporte técnico integral que permita la adecuada recuperación de los productos.

La inclusión de nuevos procesos para la obtención de metil-ter-amil-eter (TAME), metil-ter-butil-eter (MTBE) y alquilación entre los más importantes, requieren de una carga selecta la cual proviene de la sección de fraccionamiento de la planta FCC y por consiguiente el maximizar su recuperación, e inclusive, minimizar sus contaminantes, representan aspectos significativos que contribuyen en la aportación de beneficios técnicos y económicos.

El potencial de alternativas para proponer acciones operativas, modificaciones y/o adecuaciones a equipos existentes, utilizar solventes alternos, e inclusive sistemas de purificación de corrientes de interés, es muy extenso en una sección complicada como lo es el fraccionamiento y recuperación de vapores de la planta FCC.

Como resultado de un análisis minucioso de artículos técnicos de revistas internacionales y aplicaciones recientes en la sección de fraccionamiento se detectan áreas de oportunidad factibles de implementar. Lo anterior, implica que las acciones propuestas en el presente



trabajo aplican directamente a las plantas existentes pero no son las únicas factibles de implantar.

La visión de mejorar y adecuar la infraestructura existente de la sección de fraccionamiento de la planta FCC, originada por mejoras particulares en la sección de reacción y/o por requerimientos especiales de los diversos productos que se obtienen, es una de las aportaciones más significativas que permite una aplicación análoga a secciones de purificación, independientemente del proceso de transformación que lo requiera.



CAPITULO 1

GENERALIDADES



1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO⁽¹⁾

Es importante señalar que se dará una muy breve descripción de la Sección de Reacción y la Unidad de Tratamiento con Amina para gas combustible y gas licuado de petróleo (LPG), debido a que el principal objetivo de esta tesis, es la revisión de la Sección de Fraccionamiento y de la Unidad de Recuperación de Vapores donde se proporciona mayor énfasis.

A continuación se describe una unidad de desintegración catalítica tipo Riser con una capacidad de 40,000 BPD de gasóleo, típica en México del Sistema Nacional de Refinación. Los productos finales de la planta son:

- Gas combustible
- Gas ácido
- Propano-propileno
- Butano-butileno
- Pentanos-pentenos
- Gasolina FCC
- Aceite cíclico ligero
- Aceite decantado

Para su descripción, esta planta se dividirá en cuatro secciones:

1. Sección de Desintegración Catalítica
2. Sección de Fraccionamiento
3. Unidad de Recuperación de Vapores (absorbedor, agotador, debutanizadora, depropanizadora y depentanizadora).
4. Unidad de Tratamiento con Amina para gas combustible y LPG.

(1) Petroleos Mexicanos, Instituto Mexicano del Petróleo, MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA CATALITICA F.C.C., Tula, Hgo. 1983



En las figuras 1.1, 1.2 y 1.3 se muestran los diagramas de flujo de proceso de la sección de reacción y fraccionamiento, la sección de recuperación de vapores y el splitter propano-propileno, respectivamente.

1.1.1 Sección de Reacción

El objetivo principal de esta sección es maximizar la producción de gasolinas mediante una reacción de desintegración de gasóleos.

El convertidor de desintegración tipo riser consiste de un tubo elevado que es el *reactor*, un *separador* (que remueve las cantidades del catalizador arrastradas por los vapores y los regresan al separador, mientras que los vapores de los productos de reacción pasan a la fraccionadora principal), un *agotador* (donde una combinación de tiempo de residencia y vapor de agotamiento es utilizada para desplazar los vapores contenidos en los poros del catalizador), un *regenerador* (donde es quemado el carbón depositado en el catalizador para devolverle la actividad requerida para catalizar las reacciones de desintegración) y los medios de transporte para la circulación del catalizador.

La carga de gasóleo fresco puede llegar caliente de plantas de vacío a 188°C o bien fría de almacenamiento a 66°C al acumulador de carga. De ahí pasa a una bomba de carga, de la cual pasa por un tren de precalentamiento en el que se precalienta a expensas del aceite decantado (AD), el reflujo de aceite decantado y del flujo de fondos. Posteriormente se completa el calentamiento de la carga con el calentador a fuego directo.

1.1.2 Sección de Fraccionamiento.

Esta sección tiene como objetivos:

- Separar los productos obtenidos en la reacción, minimizando traslapes y llegando a especificaciones señaladas.
- Aprovechar la energía térmica de las corrientes fuentes de calor.



Para su descripción se subdividirá en dos secciones: 1) Fraccionamiento del efluente del reactor, en donde se dará una breve descripción de los productos obtenidos y 2) recuperación de calor, donde se describirán los sistemas empleados para ello.

1.1.2.1.- Fraccionamiento del efluente del reactor.

Los vapores efluentes del convertidor contienen hidrocarburos desintegrados catalíticamente, vapor y gas, inertes. Estos vapores entran por el fondo de la fraccionadora 1-E y fluyen a través de cinco baffles y un plato de lavado. La corriente de circulación de residuo (fondos) fluye hacia abajo sobre los baffles enfriando los vapores para condensar el producto de aceite decantado neto y la recirculación de residuo (fondos). El calor disipado de la fraccionadora por la circulación de residuo (fondos) es usado para precalentar la carga fresca, precalentar la debutanizadora y generar vapor de presión de media.

El vapor se inyecta al fondo de la fraccionadora en el residuo líquido, éste sirve para *prevenir el asentamiento del catalizador* y para agotar los hidrocarburos ligeros del residuo.

Un asentador de residuo (lodos) se incorpora en la base de la fraccionadora. El residuo (lodos) del fondo de la fraccionadora fluye hacia el asentador a través de un tubo sumergido. El catalizador se alimenta en el fondo de la sección cónica de donde el espeso residuo (lodos) se extrae, *diluido con aceite cíclico pesado*, y es recirculada la carga de alimentación al elevador.

El aceite decantado se extrae de la parte superior del asentador y se bombea al límite de batería después de que ha cambiado calor con la carga fresca y un soloaire. El sistema de aceite decantado está diseñado para manejar el *doble del flujo normal*, y el sistema de recirculación de residuo (fondos) está diseñado para un 50% arriba del flujo normal para agregar flexibilidad.



Encima del asentador, para evitar que se entrapen vapores en la extracción de aceite decantado (AD), hay cuatro tubos de venteo para retornar los vapores al espacio debajo de los baffles. Una parte del aceite decantado puede ser recirculado al nivel líquido superior del asentador para controlar la densidad del aceite decantado y la temperatura del asentador.

El plato de lavado que se localiza entre el baffle superior y el plato de extracción de aceite cíclico pesado, sirve para eliminar arrastres de residuo o catalizador provenientes de los baffles inferiores. El líquido para lavar el plato consiste del retorno de aceite de sellos de las bombas y una porción de la recirculación del aceite cíclico pesado.

El plato de extracción del aceite cíclico pesado es cóncavo con dos chimeneas rectangulares. Una parte del aceite cíclico pesado se utiliza como aceite de dilución al residuo (fondos) de recirculación a la carga, proporciona aceite de sellos para la bomba de recirculación de residuo (fondos) y provee de aceite de lavado a las bombas, a los servicios de instrumentos y válvulas que manejan residuo (fondos). En la operación de máxima producción de gasolina se consigue una conversión mas alta en el elevador en un solo paso ya que la recirculación de aceite cíclico pesado es la mínima consecuente con las cantidades adecuadas de aceite de sellos y dilución para la recirculación de residuo (fondos). En la operación de máxima producción de destilado medio (aceite cíclico ligero), la conversión total de gasóleo disminuye en el elevador y se recircula el aceite para convertirlo en aceite cíclico ligero.

El producto como aceite cíclico, aceite de sello a las bombas, y el aceite esponja para la sección de recuperación de vapores, se extraen del plato 9 de la fraccionadora. El producto como aceite cíclico ligero es agotado con vapor en la torre agotadora (2-E) y los vapores del domo retornan del agotador a la fraccionadora, arriba del plato de extracción. El producto del fondo es enfriado en un soloaire (7-C). El aceite de sellos se toma del producto frío para su circulación a través de los sellos de las bombas. El aceite esponja sin agotarse se bombea (6-J) al absorbedor un poco más frío. El aceite rico retorna a la



columna fraccionadora dos platos arriba de su extracción, eliminando algo de calor de la fraccionadora.

Los vapores del domo de la fraccionadora fluyen a condensadores (1-C) enfriados con agua, obteniéndose corrientes de gases, hidrocarburos líquidos y agua amarga. La corriente de los gases fluye al compresor de gas (2-J) en la sección de recuperación de vapores. Los hidrocarburos líquidos son bombeados (4-J) a la sección de recuperación de vapores y el agua amarga se manda al sistema de aguas amargas, parte del hidrocarburo líquido se utiliza como reflujo al plato del domo de la torre fraccionadora para control de temperatura.

1.1.2.2.- Sistemas de recuperación de calor.

Sistema de reflujo de fondos. Esta sección cumple con tres objetivos básicos: enfriar el efluente del reactor, condensar el producto de fondos y detener el catalizador que se lleva en los vapores que salen del convertidor. Para ello se utiliza el reflujo de fondos como medio de enfriamiento, para llevar a cabo el contacto de estas dos corrientes, utiliza cinco baffles y un plato de lavado. Por otra parte, en la zona inferior de la columna se alimenta vapor a través de un distribuidor, el cual tiene por objetivo agotar el residuo y mantener los finos del catalizador contenidos en el mismo en suspensión.

La energía disponible en este reflujo es retirada en los equipos siguientes en los regeneradores de vapor tipo Kettle, y precalentando la carga fresca procedente del reboiler (14-C) de la torre debutanizadora (5-E), para que una vez enfriado regrese a la fraccionadora principal justo arriba de la sección de baffles.

La fraccionadora principal (1-E) tiene integrado en el fondo un asentador de lodos, los cuales se recirculan al convertidor previa dilución con ACP. En la parte superior del asentador se tiene la extracción de AD el cual se envía a intercambiar calor contra la carga, posteriormente es enfriado y se envía a almacenamiento.



Sistema de Reflujo de Aceite Cíclico Pesado. Se extrae del plato 15 (plato de extracción lateral), una parte es retornado caliente al plato de abajo, el flujo restante es enfriado mediante el precalentamiento de la carga y en el regenerador de vapor, y regresa a la fraccionadora principal en el plato 12.

Sistema de Aceite Cíclico Ligero. Es extraído en el plato 9 y consiste de aceite cíclico ligero producto, aceite de sellos para bombas y aceite esponja para la sección de recuperación de vapores. El producto y aceite de sellos entra al agotador lateral donde es agotada por medio de vapor de media presión, la fracción ligera junto con el vapor de agotamiento son regresados al plato 8 de la fraccionadora principal. El producto agotado es enviado a un soloaire (4-C) para ser enfriado, de esta corriente una parte es usada como aceite de sellos en las bombas y la otra es enviada a producto de almacenamiento.

La corriente que no pasa por el agotador es usada como aceite esponja, para lo cual en primer término es enviada a la sección de recuperación de vapores donde se emplea para recuperar LPG, de esta sección regresa el aceite rico en el regresa a la fraccionadora principal dos platos arriba de donde fue extraído.

Sistema de Reflujo de Domo. Los vapores provenientes del domo del fracionador principal pasan en primer término por el condensador (1-C), los productos parcialmente condensados que salen de este último entran al acumulador de reflujo (3-F), donde es separado el gas húmedo de la gasolina y ésta a su vez del agua amarga. El gas húmedo es enviado al tanque de succión de la primera etapa del compresor. La gasolina inestabilizada es enviada al domo de absorbedor primario (3-E) para ser utilizada como aceite de absorción. Por último el agua amarga es enviada a la planta de tratamiento de aguas amargas.



1.1.3 Unidad de Recuperación de Vapores.

Los objetivos de esta sección son:

- Separar el etano y mas ligeros para integrarlos a la red de gas combustible.
- *Recuperar los C3's y C4's como productos líquidos.*
- Producir gasolina con la temperatura de ebullición y presión de vapor Reid (PVR) requeridos.

1.1.3.1.- Sistema absorbedor agotador primario.

Los vapores del acumulador de hidrocarburos líquidos de la fraccionadora van a un compresor centrífugo (2-J) de dos pasos, movido por una turbina de vapor. Los dos pasos de compresión están provistos para alcanzar la presión de descarga requerida con un mínimo de potencia. Los vapores de reductora de viscosidad llegan a la planta para unirse con los vapores de entrepasos, y juntos fluyen hacia el enfriador de entrepasos (27-C). El agua de lavado se inyecta a la entrada del enfriador de entrepasos donde los vapores se condensan y se separan en el acumulador de entrepasos (15-F). Las aguas amargas se drenan. Los hidrocarburos condensados son bombeados para unirse con la descarga del segundo paso. Los vapores del acumulador de entrepasos es comprimido en el segundo paso del compresor. Se inyecta agua en la corriente de descarga del compresor. El vapor procedente del separador entra abajo del plato del absorbedor, donde se recuperan el propano y más pesados por medio de dos corrientes de absorción: la primera es alimentada en el plato 4 del absorbedor y es el líquido del acumulador de reflujo de la fraccionadora principal, la segunda es una porción de gasolina debutanizada procedente de la debutanizadora, la cual previamente se enfría mediante un paquete de agua helada.

El líquido del separador de alta presión es bombeado al plato 25 del agotador, el cual tiene como función principal eliminar el etano y más ligeros para controlar el contenido de los mismos en el gas licuado a presión (LPG). Esta operación es controlada por el reboiler (10-C) del agotador el cual utiliza vapor de media presión como medio de calentamiento. Los



vapores separados del líquido son enviados al separador de alta presión mientras que el líquido agotado es enviado a la debutanizadora.

Una corriente de importancia en esta sección es el agua de lavado la cual es inyectada en la descarga de la primera y segunda etapa de descarga del compresor, con la finalidad de remover sales solubles en agua que son precursoras de corrosión.

1.1.3.2.- Sistema Absorbedor Secundario(4-E).

El vapor procedente del absorbedor primario contiene pequeñas cantidades de propano-propileno y más pesados, los cuales son recuperados en el absorbedor secundario, en cual se emplea aceite cíclico ligero (ACL) procedente del fraccionador principal. Dicha corriente de absorción es regresada al mismo, una vez recuperados los licuables de la corriente de gas seco. Por otra parte el gas que se obtiene por el domo es enviado a tratamiento con aminas para su posterior integración a la red de gas combustible.

1.1.3.3.- Sistema de la Debutanizadora (5-E).

El líquido del fondo del agotador es flasheado en la válvula de control, intercambia calor contra los fondos de la debutanizadora y entra al plato 18 de la misma. En esta torre se produce la gasolina con una presión de vapor Reid (PVR) específica así como una corriente de propanos (C_3 's) y butanos (C_4 's) que contienen pequeñas cantidades de pentanos (C_5 's). El reboiler (14-C) de la debutanizadora recibe la energía requerida del reflujo de fondos del fraccionador principal, mientras que el condensador (5-E) es total y utiliza agua como medio de enfriamiento.

El producto líquido del domo de la debutanizadora es enviado a tratamiento con amina para eliminación el ácido sulfhídrico (H_2S) y después a tratamiento cáustico para remoción de mercaptanos y posteriormente a fraccionamiento. La gasolina debutanizada (producto de fondo) entra a intercambiar calor (13-C) con la carga a esta torre, después con la carga a la depropanizadora, a continuación es enfriada (16-C) con agua y la misma es dividida en dos corrientes: una sale como gasolina producto previo tratamiento cáustico para eliminar



mercaptanos y la segunda es recirculada al absorbedor primario pasando previamente por el paquete de agua helada (28-C).

1.1.3.4.- Sistema de depropanizado (6-E).

La corriente de C₃'s y C₄'s procedente del tratamiento cáustico entra al acumulador de carga a la torre depropanizadora. La carga es bombeada a intercambiar calor (16-C) contra el fondo de la debutanizadora y alimentada al plato 17 de la torre depropanizadora. Esta torre tiene como finalidad producir dos corrientes una de propano-propileno y la otra de butano-butileno por el fondo, los cuales previo enfriamiento son enviados a almacenamiento.

El condensador (19-C) de la torre es total y utiliza agua como medio de enfriamiento. El reboiler (18-C) utiliza vapor como medio de calentamiento.

1.1.3.5.- Sistema del separador propano-propileno (16-E)

La corriente de domos de la columna 6-E se envía al tanque de balance 52-F para posteriormente ser bombeado por la bomba 61 J/JA y ser alimentada a la columna de destilación de propano propileno (16-E) en el plato 84. En el domo de la columna se dispone de un condensador (57-C) y un acumulador (53-F) que permite la obtención del producto propileno, una parte de este se refluja a la columna en el plato 1. Por el fondo de la columna se obtiene el propano producto.

1.1.4 Sección de Tratamiento con Amina.

El objetivo principal de esta sección es la remoción de ácido sulfhídrico (H₂S) y trazas de bióxido de carbono (CO₂) de las corrientes de gas seco y gas licuado de petróleo (LPG), mediante el empleo de una solución acuosa de dietanol amina (DEA) al 20% peso.

La sección de endulzamiento con amina utiliza una solución acuosa de dietilenamina (DEA) al 20% para remover H₂S y trazas de CO₂ de las corrientes de gas seco y LPG. Esta remoción se logra al poner en contacto en contracorriente las corrientes de hidrocarburos



con la amina pobre, cada una en una torre empacada, posteriormente se junta la amina de ambas torres para ser regenerada en una torre que utiliza vapor como medio de precalentamiento.

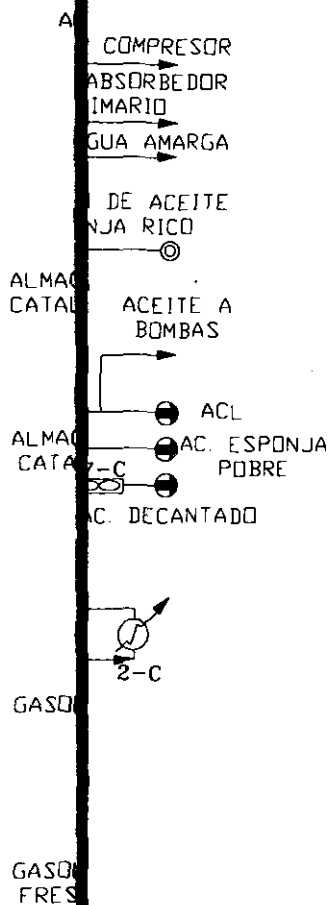
El gas procedente del domo del absorbedor secundario entra a un tanque separador para remover hidrocarburos líquidos que pueden causar espumamiento en la solución de amina. El gas de este separador entra al fondo del contactor donde fluye en contracorriente con la solución de amina que entra por el fondo. El gas dulce sale por el domo del contactor y la amina rica en H_2S y CO_2 sale por el fondo.

La corriente de C_3 's y C_4 's entra por el fondo del contactor, por el domo se alimenta a contracorriente la solución de amina pobre. El LPG tratado sale por el domo y entra al separador donde es separada la amina que haya sido arrastrada por el LPG para ser regresada al sistema de circulación de amina. De aquí el LPG va hacia la sección de tratamiento cáustico.

La amina rica de ambos contactores entra al separador de hidrocarburos, el cual es operado a baja presión para remover los hidrocarburos que hayan sido arrastrados por las corrientes de amina. Los hidrocarburos gaseosos son enviados al sistema de gas combustible, mientras que los líquidos son drenados al sistema de agua amarga.

La amina de este separador pasa por el filtro y después intercambia calor con la amina regenerada procedente del regenerador, y se alimenta al plato 3 del regenerador de amina.

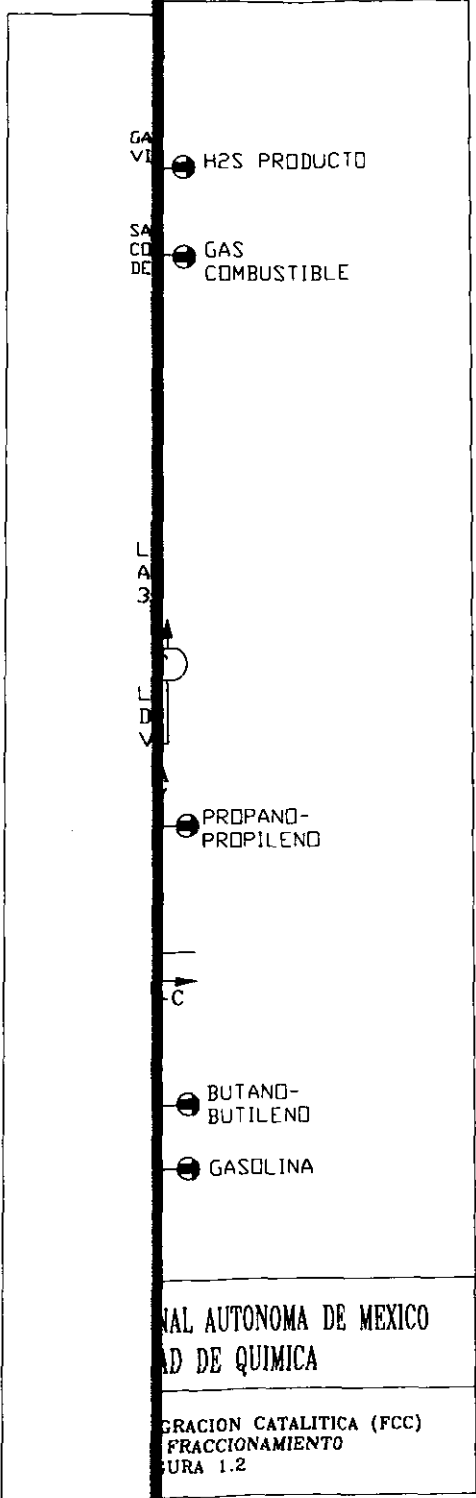
En el regenerador de amina se separa el H_2S y CO_2 contenidos en la amina rica por medio del reboiler, el cual utiliza vapor de baja presión como medio de calentamiento. El gas ácido y vapor de agua salen por el domo y entran en el condensador donde se condensa la mayor parte del agua, la que sirve de reflujo a la torre regeneradora, mientras que el gas ácido es enviado a la planta de azufre a recuperación de azufre. La amina pobre sale por el fondo de la regeneradora e intercambia calor contra la amina rica y de éste al enfriador de amina, para después entrar a la bomba de fondos de la regeneradora. La corriente de amina pobre se divide para entrar a cada uno de los contactores.



ACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ULTAD DE QUIMICA

INTEGRACION CATALITICA (FCC)
DE FRACCIONAMIENTO

FIGURA 1.1



GAS
USTIBLE

D FUERA
DE ESP.

ILENO A
AMIENTO

UTONOMA DE MEXICO
QUIMICA

N CATALITICA (FCC)
PROPILENO

.3

**1.2.- ESPECIFICACION DE LA CARGA ⁽²⁾**

Como se ha venido mencionando la tendencia nacional a fraccionar crudos cada vez mas pesados implica la obtención de cargas a procesos posteriores de menor calidad. Por ello es importante conocer la especificación de la carga para la que fue diseñada la planta de Desintegración Catalítica Fluida (FCC), esto nos permitirá realizar una comparación con el tipo de carga que se recibe actualmente en la misma. En la tabla 1.1. se presentan las características de la carga de diseño.

TABLA 1.1 CARACTERISITCAS DE LA CARGA DE DISEÑO

C A R G A	GASOLEO VIRGEN
Densidad, °API	24.9
Azufre, % en peso	1.6
Carbón ramsbottom, % en peso	0.37
Nitrógeno total, ppm en peso	11.00
Viscosidad: SUS 210 °F	49
Color, ASTM D-1500	6.5/7
Metales, ppm en peso	
Níquel	0.1
Vanadio	0.2
Cobre	0.2
Destilación, ASTM D-1160	
Corregida a760 mm, °C	
TIE	324
10%	357
50%	452
90%	516
TFE	532

(2) Petróleos Mexicanos, Instituto Mexicano del Petróleo, MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA CATALITICA F.C.C., Tula, Hgo. 1983

1.3- ESPECIFICACIONES Y RENDIMIENTOS DE PRODUCTOS ⁽³⁾

Dependiendo del destino de los productos que se obtienen en la sección de fraccionamiento, es de gran importancia conocer sus especificaciones.

En el sistema Nacional de Refinación de México, la mayoría de estas unidades no consideraba la utilización de sus productos como materia prima para obtener compuestos oxigenados, gasolina alquilada y producir propileno grado polímero entre los más significativos. Por ello, conocer las características típicas de los productos que se obtienen, permite establecer un parámetro de comparación relevante para el objetivo que se persigue sobre el mejoramiento operacional de esta sección.

En la tabla 1.2 se muestran las características de los productos que se obtienen en la sección de fraccionamiento. Adicionalmente en la tabla 1.3 se observan los rendimientos de los productos obtenidos de la unidad FCC.

1.2.A. ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS DE LA UNIDAD
DE DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA (FCC)

	Composición, % mol			
	Gas combustible	Propileno	Propano	C4-C4=
Hidrógeno	14.71	----	----	----
Metano	43.39	----	----	----
Etano	13.87	----	----	----
Etileno	19.09	0.44	----	----
Ac. Sulfhídrico	8.94	----	----	----
Propileno	----	94.81	9.95	----
Propano	----	4.75	86.90	----
Butileno	----	----	0.66	51.67
n-Butano	----	----	0.04	12.27
i-Butano	----	----	2.45	36.06

(3) Petróleos Mexicanos, Instituto Mexicano del Petróleo, MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA CATALÍTICA F.C.C., Tula, Hgo. 1983

TABLA 1.2.B. ESPECIFICACION DE LOS PRODUCTOS DE LA UNIDAD
DE DESINTEGRACION CATALITICA (FCC).

Gasolina	
Densidad, ° API	56.5
PVR, psi	7.0
ASTM TFE, °C	214
Azufre, % peso	0.20
Numero de Octano	
Research clear	94.5
+ 3 cc TEP	98.0
Motor clear	83.5
+ 3 cc TEP	87.0
Aceite cíclico ligero	
Densidad, ° API	17.1
Gama de destilación ASTM	
TIE, ° C	216
TFE, ° C	316
Azufre, % peso	2.0
Aceite Decantado	
Densidad, °API	3.0
Azufre, % peso	4.2

TABLA 1.3 RENDIMIENTOS DE LOS PRODUCTOS
OBTENIDOS EN LA UNIDAD FCC.

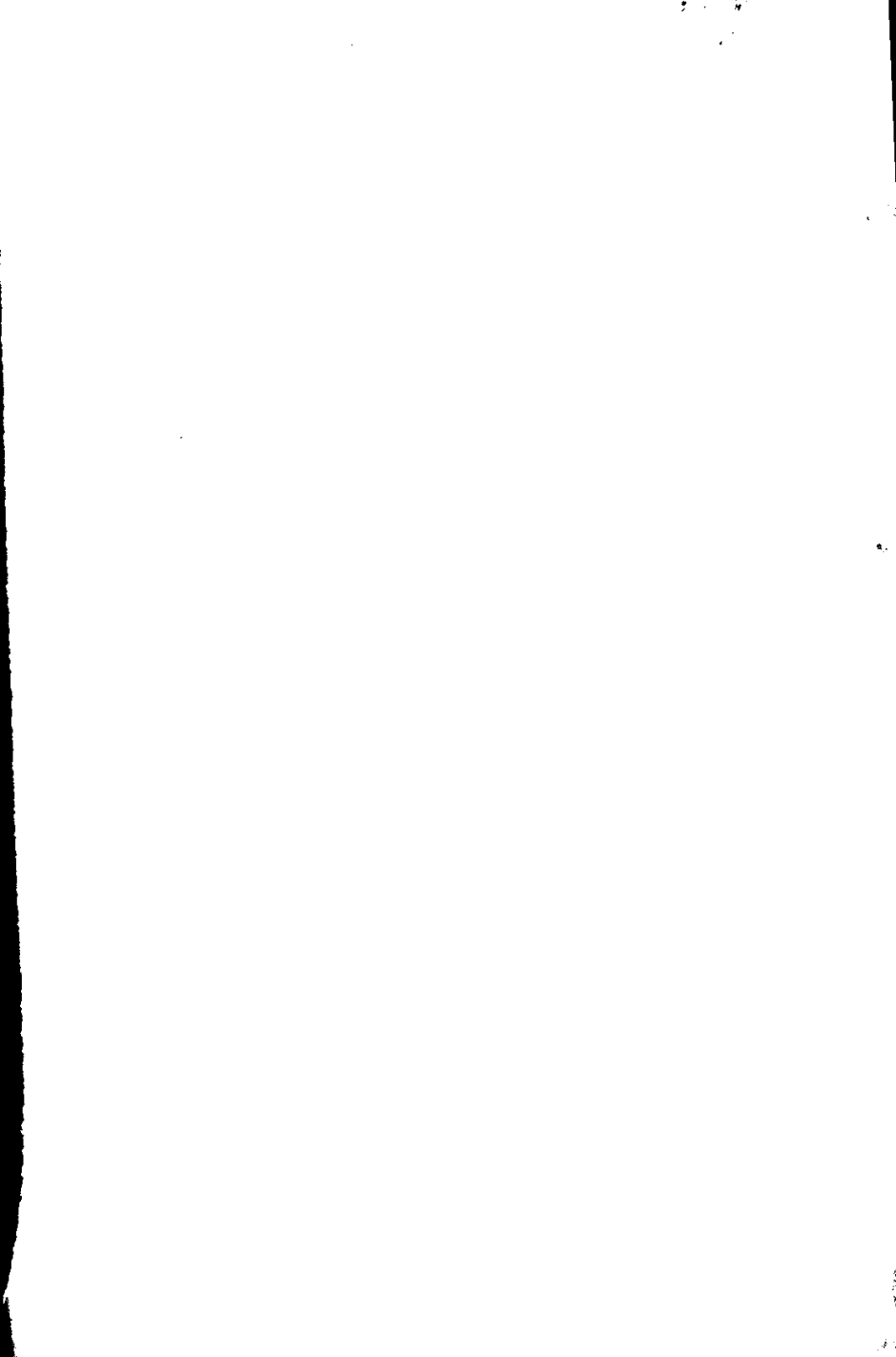
Producto	Rendimiento, % vol.
Gas seco	9.07
Gas amargo	1.08
Propano-propileno	6.95
Butano-butileno	10.02
Gasolina	49.17
Aceite cíclico ligero	17.27
Aceite decantado	6.44



Actualmente la Unidad de Desintegración Catalítica (FCC) obtiene un propileno con una pureza del 95% mol en promedio, sin embargo para fines del estudio es necesario conocer la especificación del propileno grado polímero ya que adicionalmente a la pureza requerida del producto (99.5% mol) también debe cumplir ciertas restricciones en el contenido de contaminantes presentes como sulfuro de carbonilo, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono, bióxido de carbono, agua, arsina, fosfina, dienos y compuestos acetilénicos. En la tabla 1.4 se muestran las especificaciones del propileno grado polímero.

TABLA 1.4. - ESPECIFICACIONES DEL PROPILENO GRADO POLIMERO

<i>Composición, % mol</i>	
Etano (C ₂)	< 450 ppm mol
Propano (C ₃)	0.5 max
Propileno(C ₃ =)	99.5 min
i-Butano (iC ₄)	0.0
i-Butileno (iC ₄ =)	0.0
1-Buteno (1-C ₄)	0.0
2-trans-butileno (2trans-C ₄ =)	0.0
2-cis-butileno (2cis-C ₄ =)	0.0
n-Butano (nC ₄)	0.0
<i>Contaminantes, ppm mol</i>	
Sulfuro de carbonilo (COS)	< 0.03
Acido sulfhídrico(H ₂ S)	< 0.03
Monóxido de carbono (CO)	< 0.05
Bióxido de carbono (CO ₂)	< 2.0
Agua (H ₂ O)	< 5.0
Arsina (AsH ₃)	<0.03
Fosfina (PH ₃)	<0.10
C ₃ = =	<0.03
Metil-C ₂ =	<0.03





CAPITULO 2

EVALUACION INTEGRAL DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS



La importancia de este capítulo radica en disponer de una forma de evaluación integral de las mejoras operativas factibles de ser implantadas, teniendo en consideración los diferentes aspectos que permiten tomar la decisión final de aceptación o rechazo de las mismas.

2.1- PROCESO DE EVALUACION ⁽⁴⁾

El desarrollo de un modelo de evaluación de alternativas tecnológicas deberá realizarse mediante la ejecución de cuatro etapas:

- Identificación de criterios que afectan la selección de la alternativa tecnológica.
- Clasificación de todos los criterios identificados
- Formulación de un modelo en términos de clasificación
- Cuantificación de los términos del modelo.

La ejecución y operación de un proyecto de transformación aplicando el enfoque de sistemas puede ser concebido por los siguientes aspectos:

- 1) Aspectos técnicos del proceso
- 2) Aspectos técnicos complementarios
- 3) Aspectos económico-financieros
- 4) Aspectos contractuales
- 5) Aspectos plausibles
- 6) Aspectos estratégico-tácticos
- 7) Aspectos normativos

2.1.1.- ASPECTOS TÉCNICOS DEL PROCESO.

En este inciso se consideran las características de la tecnología desde el punto de vista de proceso a nivel ingeniería básica. Esto se realiza a través del análisis comparativo entre alternativas tecnológicas disponibles, estableciendo sus ventajas y desventajas, tomando en cuenta el techo tecnológico como referencia.

(4) IMP-PEMEX, EVALUACION DE TECNOLOGIAS EN LA INDUSTRIA DE REFINACION DEL PETROLEO,
Septiembre 1998



Los aspectos técnicos del proceso tiene repercusiones en el comportamiento económico del proyecto, así como posibles efectos en el medio ambiente, y puede establecer una ventaja competitiva; por lo que se requiere de una ampliación detallada este aspecto.

En la etapa de la evaluación técnica del proceso. El análisis debe centrarse en las diferencias técnicas de los procesos de las alternativas tecnológicas que se estén evaluando. De ser posible, estas diferencias deben ser cuantificadas considerando su efecto en la rentabilidad del proyecto. Se proponen los siguientes subaspectos y factores a considerar en esta evaluación:

1. Concordancia del proceso con las bases de diseño
2. Características relevantes del proceso
3. Actualización del proceso (obsolescencia)
4. Flexibilidad del proceso
5. Consumo de materias primas
6. Consumo de servicios auxiliares
7. Consumos de químicos y catalizadores
8. Mano de obra requerida
9. Tratamiento de efluentes
10. Impacto ecológico de la tecnología
11. Riesgos implícitos en la tecnología y sistemas de seguridad.

2.1.2.- ASPECTOS TÉCNICOS COMPLEMENTARIOS.

En este aspecto se agrupan a los criterios que no corresponden apropiadamente a las características de la tecnología, pero que tienen un efecto en la confianza de que ésta tenga un buen funcionamiento en la fase operativa de la planta. Se evalúa básicamente la experiencia de los diferentes tecnólogos, su capacidad organizacional, el tipo y alcance de los servicios ofrecidos, así como el contenido del paquete tecnológico (paquete de ingeniería básica, paquete de ingeniería de detalle, entre los mas importantes) entre otros.



En la evaluación, estos aspectos en ocasiones pueden ser el factor dominante. Los puntos a considerar en ella son:

1. Experiencia técnica administrativa del licenciador
2. Experiencia general de los licenciadores en ingeniería, en construcción, en operación, y en coordinación de proyectos.
3. Información técnica.
4. Servicios profesionales adicionales y experiencia.
5. Características generales
6. Programas de trabajo de los servicios ofrecidos
7. Certificación de sistema de aseguramiento de calidad.

2.1.3.- ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS.

Dada la estrecha relación que existe entre los criterios económicos y los financieros, se propone que éstos sean agrupados en un solo aspecto. Esto permite tener flexibilidad en la profundidad de los cálculos, ya que en ciertos proyectos no es posible determinar con un grado de confiabilidad adecuado los parámetros de rentabilidad de los proyectos, y por lo tanto los criterios clásicos de evaluación financiera. Desde el punto de vista de los inversionistas privados este aspecto es de vital importancia, ya que define el nivel de recuperación de la inversión y las utilidades esperadas cuando la planta esté en operación.

Los factores a considerar en la evaluación de estos aspectos son:

1. Inversión en terreno, edificios, materiales y equipo.
2. Capital de trabajo
3. Economía intrínseca del proceso
4. Costos y forma de pago de los servicios de ingeniería, licenciamiento y servicios profesionales adicionales.
5. Parámetros de rentabilidad del proyecto
6. Sensibilidad de la rentabilidad del proyecto.



2.1.4.- ASPECTOS CONTRACTUALES.

Uno de los puntos importantes que se deben solicitar en las bases de concurso es el incluir un borrador del contrato de licencia que regirá la transferencia de tecnología y los servicios ofrecidos. Tomando esto como referencia, se puede establecer que se dispone de información suficiente para evaluar este borrador y asegurarse con tiempo que las obligaciones, derechos, restricciones, garantías, penalidades, etc., se incluyan en él. En este aspecto se evalúan todos los factores, y aunque éstos pueden modificarse en la etapa de negociación, se esperaría que ésta fuera en beneficio del licenciatarlo (adquiriente) y no del licenciador. Los aspectos contractuales son de vital importancia ya que pueden limitar la capacidad para realizar mejoras a los procesos productivos en su etapa de operación y tienen repercusiones económicas debido al nivel de regalías y la forma de pago de las mismas.

Aunque en algunas ocasiones no se dispone de toda la información necesaria para realizar una evaluación contractual rigurosa, debido principalmente a que son aspectos que pueden entrar en la negociación final de la alternativa tecnológica seleccionada, se propone que se consideren el análisis de los siguientes factores:

1. Licencia y tecnología.
2. Garantía de la información técnica.
3. Alcance de los servicios técnicos profesionales adicionales.
4. *Garantías del funcionamiento del proceso.*
5. Penalidades por incumplimientos.
6. Confidencialidad de la información.
7. Acceso a nuevos desarrollos.
8. Leyes que rigen el contrato.



2.1.5.- ASPECTOS PLAUSIBLES.

En estos aspectos se agrupan los criterios macro-económicos, políticos, sociales y ecológicos que pueden afectar en la evaluación de un proyecto de inversión. Para identificar a estos aspectos se utiliza el término "plausibilidad" que considera que si los proyectos fueran evaluados bajo estos criterios en donde se espera un beneficio social, macro-económico, etc., serían dignos de aplauso. Aunque actualmente los criterios macro-económicos y sociales ya no rigen predominantemente las características de las inversiones en las áreas de refinación, se considera que debido a que las plantas estarán inmersas en un entorno económico, social, político, etc., se recomienda que se analicen si para el proyecto en cuestión son aplicables estos criterios.

Entre los criterios plausibles que pueden tener un efecto en la evaluación de alternativas tecnológicas se encuentran los siguientes:

1. Criterios de mercado.
2. Criterios macro-económicos y sociales.
3. Criterios económicos-financieros
4. Criterios tecnológicos.

2.1.6.- ASPECTOS ESTRATEGICO-TACTICOS.

Dada la importancia que la estrategia tiene sobre el buen funcionamiento de una organización, se propone que ésta sea considerada en la metodología de evaluación. Este aspecto es de gran importancia ya que la tecnología que se adquiera debe ser congruente con la estrategia tecnológica; y ésta a su vez, como es sabido, debe ser congruente con la estrategia general del negocio. Además se incluyen en este grupo a los criterios tácticos (en donde se pueden considerar aspectos de logística), ya que estos pueden tener un efecto en el buen desempeño del negocio. Los productos que se generan en la nueva planta saldrán a la venta en el mercado competido, en donde es obvio, existen otros productores que desean



tener una mayor participación del mercado. Por lo tanto, la ventaja estratégica que una alternativa tecnológica proporciona es algo que debe ser considerado en toda la metodología de evaluación.

En la evaluación de tecnologías es esencial la consideración de los aspectos estratégico-técnicos que son normalmente establecidos por la alta dirección:

1. Usar tecnologías de punta.
2. Usar tecnologías que incluyan en la transferencia la ventaja comercial de participar en forma directa en ciertos mercados nacionales o internacionales.
3. Usar tecnologías que provengan de un tecnólogo con el cual se haya tenido o se tenga un contrato precio.
4. Seleccionar tecnologías que sean ofrecidas como "llave en mano".
5. Congruencia de la tecnología con la estrategia tecnológica de la organización.

2.1.7.- ASPECTOS NORMATIVOS.

En este aspecto se agrupan los criterios que involucran la normatividad que puede regir un proyecto en sus diferentes fases, es decir, desde la licitación hasta la emisión de contaminantes cuando la planta esté operando. Estos aspectos tienen como características que la evolución es del tipo *on/off*, es decir, cumple o no cumplen. Sin embargo, debe considerarse que algunos cumplen con mayor margen y otros apenas cumplen. Las leyes, reglamentos, tratados, etc., pueden inclinar en determinado momento la preferencia de una alternativa tecnológica sobre las otras, por lo que estos criterios deben ser evaluados dentro de la metodología que se propone. Este aspecto es de vital importancia para las empresas del sector paraestatal, ya que éstas deben de cumplir con la normatividad que establecen las leyes mexicanas para las compras en sector público.



En los aspectos normativos se agrupan los criterios relacionados con la normatividad que debe de cumplir el proyecto. Entre éstos se pueden citar a los siguientes:

1. Leyes y reglamentos para compras del sector público.
2. Tratados de libre comercio entre México y otros países.
3. Leyes y reglamentos sobre propiedad industrial.
4. Reglamentos sobre seguridad e higiene.
5. Normas sobre sustancias peligrosas.
6. Normas ecológicas.

2.2.-METODOLOGIA DE EVALUACION⁽⁵⁾

La metodología propuesta toma como base que existen estos siete aspectos, que deben ser considerados en la evaluación de alternativas tecnológicas dentro de los proyectos de inversión. Y se basa en la identificación de criterios restrictivos que pueden ser utilizados como filtros”, que ayudan a la discriminación de las alternativas tecnológicas que se estén evaluando. Después de esta discriminación preliminar se puede pasar, en función de la información disponible, a una evaluación económica-financiera.

Mediante esta integración de conceptos, la metodología presenta la flexibilidad de poder ser aplicada a cualquier tipo de proyecto de inversión que involucre tecnologías de proceso, y más específicamente para procesos de refinación. La metodología puede ser aplicada en los siguientes casos:

- Construcción de plantas de una nueva refinería
- Adición de una nueva planta a una refinería existente
- Modernización (“revamp”) de una planta existente

La utilización de criterios restrictivos (filtros) para descartar desde el principio las alternativas que no cumplan con las restricciones impuestas en las bases de concurso puede significar un ahorro de esfuerzos en el proceso de evaluación, ya que normalmente se

(5) IMP-PEMEX, EVALUACION DE TECNOLOGIAS EN LA INDUSTRIA DE REFINACION DEL PETROLEO,
Septiembre 1998



2. EVALUACION INTEGRAL DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

requiere de la participación de un grupo interdisciplinario de expertos para llevar a cabo esta tarea.

Por otro lado, esta metodología integral presenta flexibilidad al poder seleccionar la técnica de análisis y comparación de alternativas en base al tipo de proyecto y a la información disponible.

La metodología considera la evaluación de alternativas tecnológicas de proceso a partir del punto concerniente al procesamiento de información. En la figura 2.1. se muestra de manera esquemática los pasos a seguir para la evaluación integral de alternativas tecnológicas.

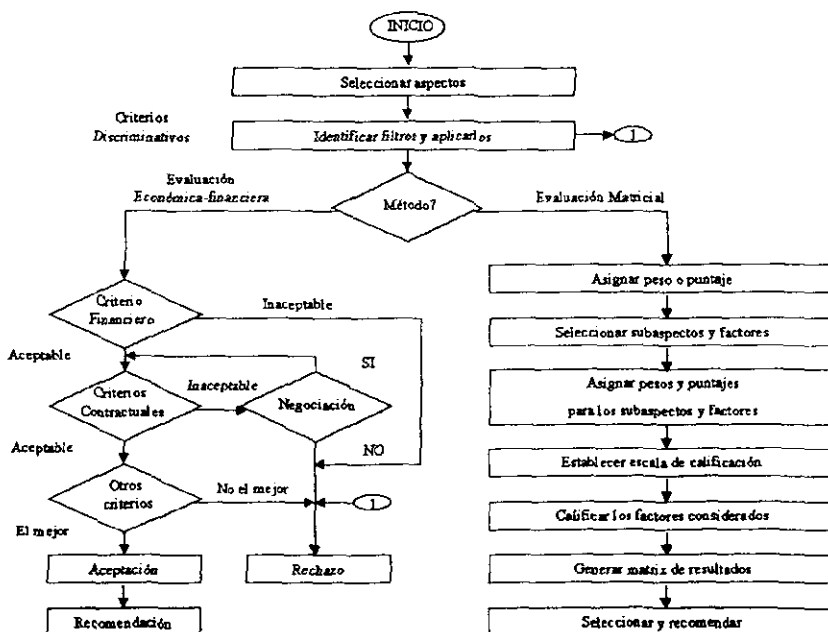


TABLA 2.1.- METODOLOGIA DE EVALUACION INTEGRAL DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS



La metodología propuesta de evaluación puede ser clasificada como una mezcla de técnicas cuantitativas con cualitativas, lo que da una gran flexibilidad.

1. Definir los aspectos a considerar dentro de la evaluación.
2. Dentro de los aspectos, identificar los subaspectos o factores que pueden ser utilizados como criterios restrictivos (filtros). *Estos criterios deben ser congruentes con la información solicitada en las bases de concurso a los tecnólogos. Aquellos tecnólogos, cuya propuesta presente un valor mayor o menor en relación al valor del filtro definido como el mínimo o máximo esperado, según corresponda el caso, podrán pasar al segundo nivel de discriminación. Los que resulten rechazados en este punto, saldrán de consideración para cualquier evaluación posterior dentro del estudio.*

De acuerdo con las características de cada caso es posible la inclusión de tantos filtros como sea necesario. Ejemplos típicos de subaspectos o factores que pueden ser considerados como filtros son los siguientes:

- a) Niveles máximos permitidos de contaminación establecidos en las normas ecológicas.
- b) Criterios de riesgo implícitos en la tecnología, ya sea por el manejo de sustancias tóxicas o relacionados con aspectos operativos.
- c) Cantidad de inversión requerida para la ejecución del proyecto.
- d) Tipo de proceso (batch, semi-continuo, continuo)
- e) Alcance del paquete diseño de proceso o paquete de ingeniería básica.
- f) Requerimientos de proyectos llave en mano.
- g) No-condicionamiento de licenciamiento de la tecnología a participación accionaria.
- h) Forma de pago de las regalías
- i) Especificaciones de productos
- j) Características especiales en el proceso (regeneración "in-situ" y sistemas de separación)



k) Otros

En la identificación de los filtros es importante tomar en cuenta que éstos pueden ser obtenidos por *contrastación (comparación)*, por *abstracción (análisis de lo deseado)*, o por *imposición (cumplimiento de directrices estratégicas dictadas por la alta dirección o cumplimiento con la normatividad ecológica, legal y política)*.

3. Decidir, con base en la información disponible, si se utilizará un criterio económico financiera como criterio discriminativo para la evaluación, y cuál será usado (*valor presente neto, tasa interna de retorno y periodo de recuperación de la inversión*)
4. Si se opta por utilizar un criterio económico-financiero (el cual corresponde a una técnica cuantitativa), es importante asegurarse que las diferencias tecnológicas se evalúen económicamente, es decir, que las ventajas puedan ser cuantificadas y su efecto se refleje en el criterio económico-financiero seleccionado. En la definición del valor *mínimo o máximo* esperado de éste, se pueden utilizar valores nacionales o internacionales de rendimiento empresarial en función del sector productivo a que pertenezca el proyecto. Es conveniente tomar en cuenta que los valores utilizados en las estimaciones de parámetros de rentabilidad económico-financiero, al ser a futuro, no poseen una precisión tal para ser tomados definitivos en la decisión de no considerar las ofertas tecnológicas que proporcionen valores próximos a lo esperado, por lo que se recomienda sólo definir un nivel aceptable antes de pasar al siguiente paso del proceso de evaluación. Con esto en mente, se procede a discriminar a las alternativas tecnológicas que no cumplan el criterio económico-financiero establecido.
5. En este punto se puede estar seguro que las alternativas que han pasado reúnen características técnicas económicas satisfactorias. Ahora se puede pasar a evaluar otros criterios o condiciones para compararlas con ellas que se esté dispuesto a aceptar, o bien para seleccionar las más ventajosas. En este punto, cuando no se propongan condiciones contractuales aceptables, existe la posibilidad de intentar una negociación



con el tecnólogo, cuando éste tenga la disposición de negociar y modificar su posición, puede reconsiderarse su propuesta, en caso contrario deberá ser rechazado ante la existencia de alternativas mejores.

La información obtenida hasta ahora nos ubica en el punto en que se puede decidir cuál propuesta encierra el mayor atractivo además de cumplir con las exigencias técnicas de proceso y los aspectos contractuales pertinentes. Sin embargo, existe la posibilidad de que más de una propuesta resulte atractiva, lo cual resultaría en la necesidad de recurrir a un paso adicional en la evaluación.

Ante la similitud entre la conveniencia técnica, económica y contractual de las propuestas, como punto de decisión se recurrirá a la contrastación de la experiencia que respalde a cada propuesta (ejemplo: número y capacidad de plantas en operación, en construcción, en diseño y años acumulados de operación de las plantas).

En este paso del proceso de evaluación se pueden presentar dos alternativas:

- a) Varias alternativas tecnológicas presentan similares o muy parecidas características técnicas, económico-financieras, contractuales y de experiencia. Si este es el caso, la selección de cualesquiera de ellas es conveniente. Por ello se recomienda ir a la negociación final por lo menos con dos o tres de ellas.
- b) Una alternativa presenta ventajas con respecto a las otras. En este caso se seleccionará a ésta. Sin embargo, es conveniente no descartar a las siguientes dos menos atractivas, ya que se puede presentar el caso de tener dificultades en la etapa de la negociación final.

A la ejecución de esta etapa, se da por concluido el proceso de evaluación basado en parámetros económicos financieros.

Es importante mencionar que existe un método matricial (o logístico) para realizar una evaluación integral de alternativas tecnológicas tal como se muestra en la figura 3.1, sin embargo, únicamente se hace mención de su existencia debido a que no es un punto de interés de este trabajo.



2.3 EVALUACION DE LA TECNOLOGIA A UTILIZAR

Como ya se indicó anteriormente, la metodología a utilizar para la evaluación integral de alternativas tecnológicas, es una herramienta fundamental para seleccionar la mas apropiada, dependiendo de las características y particularidades de cada una. Su principal aplicación se enfoca en la construcción de plantas nuevas o "revamps" (incremento de capacidad).

Para el caso específico de este trabajo, es importante considerar diversos aspectos que influyen en la aplicación de esta metodología:

- 1) Se trata de la comparación de dos tecnologías del mismo licenciador (M. W. Kellogg) en las cuales se muestran diferencias específicas en la sección de fraccionamiento.
- 2) Se tienen requerimientos particulares de las fracciones que el mercado nacional demanda para su apropiada comercialización.
- 3) Se visualiza la factibilidad de aplicar algunas implantaciones que tiene la nueva tecnología comparativamente con la instalada actualmente en los seis centros de refinación de México.
- 4) Es posible cumplir con los requerimientos que a continuación se indican, complementando con otras adecuaciones esta tecnología, a las plantas existentes:
 - Mejorar la calidad de la gasolina catalítica, disminuyendo el contenido de azufre presente en la misma, para enviarla directamente al "pool de gasolina".
 - Incrementar la pureza de propileno.
 - Disminuir los arrastres de propano en la sección de recuperación de ligeros.
 - Obtener una carga selecta para la producción de Teramil metil eter.

Con base en las premisas establecidas, se realizó la selección de los parámetros que aplican de la metodología de evaluación, lo cual se describe de una manera sencilla pero clara.



2. EVALUACION INTEGRAL DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

A continuación se muestran los aspectos a considerar dentro de la evaluación. Para los fines de este estudio consideraremos la tecnología 1 como el de la planta existente en los diversos centros de refinación y la tecnología 2 como de la planta nueva:

Aspecto	Decisión
1. Evaluación técnica del proceso	Sí
2. Evaluación de aspectos técnicos complementarios	Sí
3. Evaluación económica - financiera	Sí
4. Evaluación contractual	No aplica
5. Evaluación de aspectos plausibles	No aplica
6. Evaluación de aspectos estratégico – tácticos	Sí
7. Evaluación de aspectos normativos.	No aplica

1. Aspectos técnicos del proceso.

Dentro de este rubro podemos considerar como punto importante la actualización del proceso, en lo referente a la sección de fraccionamiento.

Equipo principal	Tecnología 1	Tecnología 2
Fraccionador principal	<ul style="list-style-type: none">15 etapas de separaciónRecirculación de aceite esponja al absorbedor secundarioTres extracciones laterales (gasolina, aceite cíclico ligero y aceite decantado)	<ul style="list-style-type: none">20 etapas de separaciónRecirculación de nafta pesada al absorbedor secundarioTres extracciones laterales (gasolina, aceite cíclico ligero y aceite decantado)
Absorbedor-agotador primario	<ul style="list-style-type: none">44 etapas de separaciónTemperatura de domo 40 °C	<ul style="list-style-type: none">50 etapas de separaciónTemperatura de domo 50 °C
Absorbedor secundario	<ul style="list-style-type: none">10 etapas de separaciónAbsorbente aceite esponja (7,000 BPD)	<ul style="list-style-type: none">10 etapas separaciónAbsorbente nafta pesada (10,500 BPD)
Separador C3-C3=	<ul style="list-style-type: none">126 etapas de separaciónPlato de alimentación 94Pureza 95 %mol	<ul style="list-style-type: none">126 etapas de separaciónPlato de alimentación 94Pureza 95 % mol
Depentanizadora	<ul style="list-style-type: none">No dispone de una columna depentanizadora	<ul style="list-style-type: none">Dispone de columna depentanizadora



2. Aspectos técnicos complementarios

Dentro de este concepto es importante señalar que se habla del mismo licenciador, y asimismo de tecnologías ya probadas en el ámbito de la refinación del petróleo.

Adicionalmente se propone la implantación de una extracción lateral de gasolina pesada que permita la disminución del contenido de azufre en este corte, dicha propuesta es complementaria a la tecnología existente.

3. Aspectos económico-financieros

Los beneficios que se obtienen al incrementar la eficiencia en el fraccionamiento de productos del efluente del reactor comparativamente con la inversión requerida, nos dan un panorama prometedor para efectuar a la brevedad las recomendaciones técnicas.

Este concepto es determinante en la implantación de las propuestas de mejora, sin embargo se detalla su evaluación en el capítulo 6 de la presente tesis.

4. Aspectos contractuales

Este rubro no aplica para este estudio ya que se trata del mismo licenciador.

5. Aspectos plausibles

No aplica debido a que actualmente los criterios macro-económicos y sociales ya no rigen predominantemente las inversiones en las áreas de refinación.

6. Aspectos estratégico-tácticos.

Se consideran estos aspectos debido a que la finalidad del presente estudio es mejorar operativamente la sección de fraccionamiento de la planta de desintegración catalítica, es decir, adecuar la tecnología existente a tecnología de punta, incluyendo mejoras complementarias que permiten alcanzar los objetivos citados con anterioridad.



7. Aspectos normativos.

Los aspectos normativos no aplican a este estudio debido a que se habla de plantas existentes, y el enfoque que se le da a este concepto es para cuando la planta es nueva.

De la evaluación somera efectuada a la tecnología de fraccionamiento en plantas de desintegración catalítica fluida (FCC), se concluye que es factible utilizar, adecuar y complementar parte de ella, para cumplir con las perspectivas que las restricciones ecológicas y el mercado de México exigen.

De esta manera más amplia, en los capítulos posteriores se describen mas detalladamente algunos aspectos técnicos que soportan indudablemente esta decisión.

Lo mas trascendente de este capitulo, es que la metodología expuesta se ha aplicado en diversos trabajos para evaluar tecnologías y su contenido es básico par disponer de un soporte aprobado a nivel industrial.



CAPITULO 3

PROPUESTAS DE MEJORA



3. PROPUESTAS DE MEJORA

Bajo el análisis realizado en el capítulo anterior se encuentran las siguientes adecuaciones y/o modificaciones en la sección de fraccionamiento:

1. La adición de una extracción lateral en la fraccionadora principal para disponer de una gasolina con menor concentración de azufre.
2. El incremento de la eficiencia del absorbedor secundario mediante la sustitución del absorbente para aumentar la remoción de propano-propileno.
3. Realizar las adecuaciones y/o adiciones requeridas de equipo para incrementar la pureza del propileno y obtenerlo grado polímero.
4. La depentanización de la gasolina para obtener una corriente de pentenos e isoamilenos que proporcionen carga al proceso TAME

3.1. La adición de una extracción lateral en la fraccionadora principal para disponer de una gasolina con menor concentración de azufre.

Debido a la tendencia de procesar crudos más pesados se han realizado estudios a la gasolina catalítica para poder determinar dónde está presente el mayor contenido de azufre, y de esta forma poder indicar cuales serán las medidas necesarias para lograr un contenido de azufre menor a 0.20% peso en la gasolina. En la figura 3.1, se muestra una gráfica de la distribución del azufre en esta gasolina, en ella se puede apreciar que, el mayor porcentaje del azufre se encuentra contenido a partir del 85% volumen de la destilación, por ello una de las acciones que se ha desarrollado para la reducción del contenido de azufre es separar la gasolina en dos fracciones: una ligera (TFE 185°C) rica en olefinas y bajo contenido de azufre, que puede ser enviada directamente al "pool" de gasolinas; y una fracción pesada (TFE 230°C), donde se encuentran concentrados los compuestos de azufre, y que sería hidrotratada selectivamente antes de utilizarse para formular la gasolina.

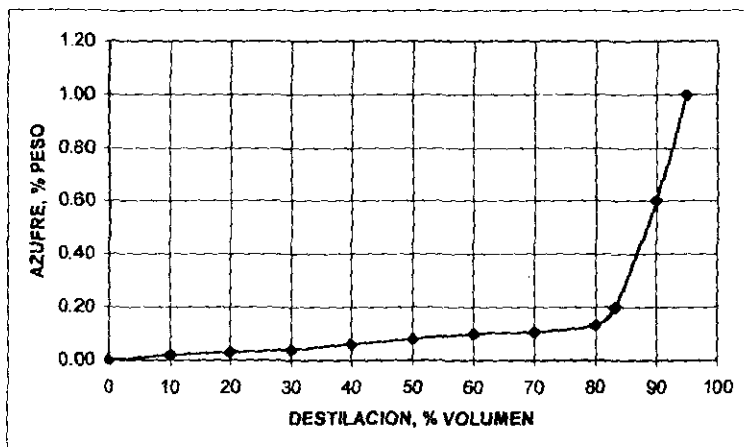


FIGURA 3.1.- DISTRIBUCION DE AZUFRE EN LA GASOLINA CATALITICA ⁽⁶⁾

La forma de efectuar esta separación es incluyendo una extracción lateral en el fraccionador principal, esta adecuación ocasiona alteraciones en el equilibrio líquido vapor en la parte superior de la columna, Esta descompensación provoca que los productos obtenidos no tengan las unidades de transferencia requeridas y por lo tanto no cumplen con la calidad especificada. Para lograrlo, existen dos alternativas:

1. Empacar la sección superior de la columna fraccionadora principal con empaque estructurado de alta eficiencia, con la finalidad de disponer de un número suficiente de etapas teóricas de separación, que permita habilitar o implantar una extracción de nafta pesada con la calidad requerida. Adicionalmente se deberá de disponer de un agotador para rectificar el corte de nafta.

En la figura 3.2 podemos apreciar las adecuaciones que serán requeridas para realizar la extracción del corte pesado de gasolina catalítica.

(6) Sulzer, REHABILITACION DE LAS TORRES DRACCIONADOREAS FCC DE SALAMANCA Y TULA, Marzo 1997

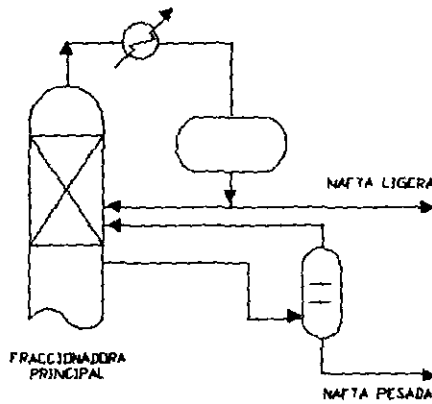


FIGURA 3.2.- ALTERNATIVA I: ADICION DE UNA EXTRACCION LATERAL

2. La otra opción es obtener un corte de nafta más pesada (TFE 230°C) que posteriormente será refraccionado en una nueva columna, obteniendo por el domo la fracción de nafta ligera (TFE 185°C) y por el fondo el corte de nafta pesada (TIE 185°C-TFE 230°C). El esquema de procesamiento que se tendrá corresponde a la figura 3.3 donde se muestra que se empleará la extracción existente, pero se adicionará una columna fraccionadora.

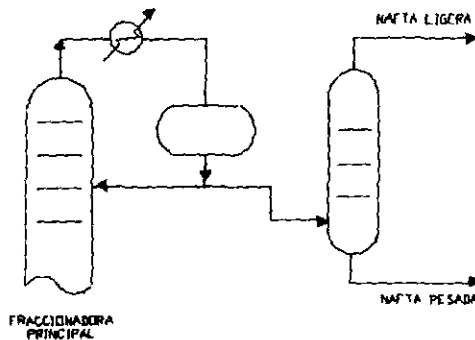


FIGURA 3.3.- ALTERNATIVA II: ADICION DE UNA COLUMNA FRACCIONADORA



El objetivo principal de este trabajo, será determinar la opción mas apropiada tanto técnica como económicamente, evaluando su comportamiento mediante la simulación correspondiente. Para ello será determinante disponer de la composición del efluente del reactor, la cual alimentará al fraccionador principal. Adicionalmente se analizaran las desventajas de esta propuesta en forma integral con las demás propuestas.

3.2. El incremento de la eficiencia del absorbedor secundario mediante la sustitución del absorbente para aumentar la remoción de propano-propileno.

El absorbente que se emplea actualmente es el aceite ciclico ligero proveniente de la columna fraccionadora, sin embargo realizando una revisión de las últimas tecnologías para la modernización de las plantas catalíticas, se observa que se puede incrementar la eficiencia del absorbedor secundario, empleando un absorbente de mayor selectividad como es el corte de nafta pesada que se obtendrá del fraccionador principal, esta extracción representa una excelente alternativa, ya que cuenta con las características requeridas para la recuperación de licuables presentes en el gas seco.

Lo importante en esta sección es determinar los beneficios potenciales que se tendrán con el cambio de solvente (absorbente), para proporcionar los argumentos técnicos y económicos que justifiquen o no su implantación. El análisis comparativo de los resultados que se obtengan de su simulación, serán determinantes para una respuesta al respecto.



3.3. Realizar las adecuaciones y/o adiciones requeridas de equipo para incrementar la pureza del propileno y obtenerlo grado polímero.

La corriente que se alimenta al fraccionador propano-propileno contiene usualmente 65-75% de propileno, del 20-30% de propano, butano-butileno y etano-etileno. La pureza que se obtiene de la unidad FCC es de orden del 95% en promedio y para llegar al grado polímero se requiere de 99.5% además de cumplir otras restricciones de agua, sulfuro de carbonilo (COS), fosfina (PH₃), arsina (ASH₃), dienos y compuestos acetilénicos, las cuales representan contaminantes para procesos posteriores.

Para poder lograr la especificación del propileno grado polímero es necesario incrementar el número de etapas de transferencia de masa, lo cual se puede lograr cambiando los internos de la columna separadora de propano propileno por empaque estructurado de alta eficiencia, el cual permitirá incrementar el número de etapas teóricas en la altura ya especificada, o bien adicionar una columna de destilación que opere en serie con la ya existente. Sin embargo con todo lo descrito anteriormente se logra obtener un propileno con 99.5% de pureza, pero aún con los contaminantes mencionados anteriormente, por lo que es necesario incluir también las siguientes secciones para la remoción de los mismos:

1. **Hidrogenación selectiva**, que tiene como objetivo saturar una de las dos dobles ligaduras del propadieno, así como una de las tres ligaduras de compuestos acetilénicos (metil acetileno CH₃-C≡CH). Este proceso consta básicamente de un reactor de lecho fijo y un separador de hidrógeno (figura 3.4). Esta operación se debe efectuar en condiciones muy controladas, ya que puede llegar a saturar el propileno, convirtiéndolo en propano.

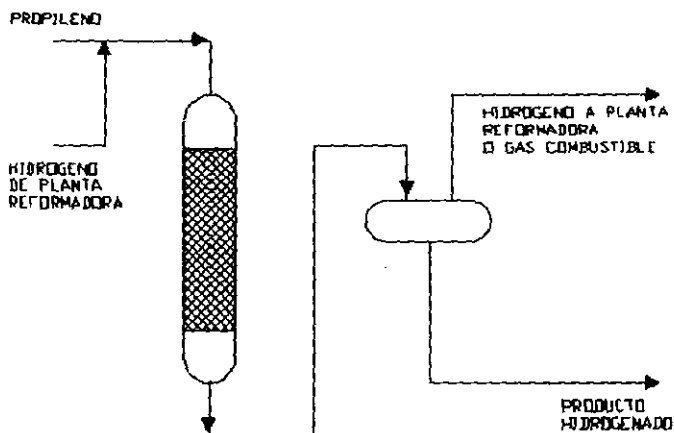


FIGURA 3.4. PROCESO DE HIDROGENACION SELECTIVA

Se disponen de dos tecnologías para ello:

- **Tecnología IFP.** Esta puede ser llevada a cabo en fase líquida o en fase vapor, la más recomendable es la fase líquida, ya que se tienen menores consumos de energía, y se tiene un mejor control de la temperatura con lo que se minimiza la formación de polímeros que bloquean los sitios activos del catalizador.

Se utiliza un catalizador a base de paladio adicionado con promotores, con el cuál, lejos de disminuir la concentración de propileno en la carga, se tienen pequeños incrementos en la misma como consecuencia de la hidrogenación del propadieno y del metil acetileno.

- **Tecnología UOP.** Parte de la tecnología IFP pero se lleva a cabo en un reactor de lecho fijo, poniendo en contacto el propileno con una cantidad muy controlada de hidrógeno.
2. **Sección de eliminación de sulfuro de carbonilo (COS).** Consiste básicamente en una disminución de COS de un valor típico de 30 ppm a valores del orden de 3 ppm, para lo cual se requiere de una mezcla de monoetanol amina (MEA) y sosa (NaOH), llevándose



a cabo la retención del COS por la hidrólisis del mismo ($\text{COS} + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$). En esta reacción el MEA funciona como catalizador para acelerar la hidrólisis del COS en H_2S y CO_2 .

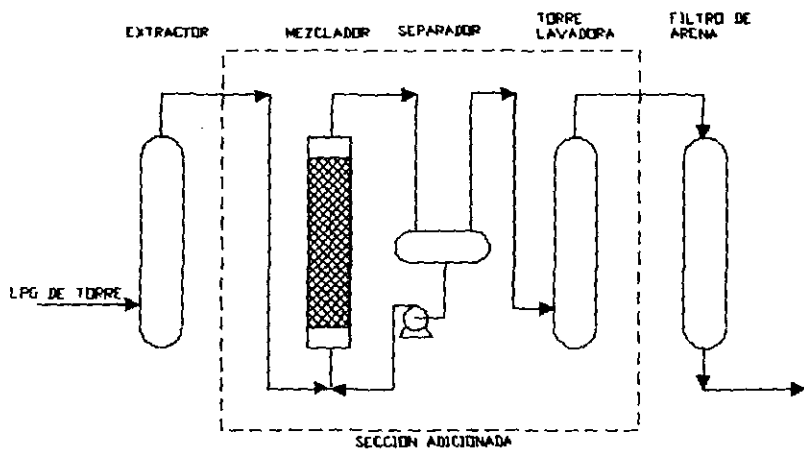


FIGURA 3.5.- PROCESO DE ELIMINACIÓN DE COS

En la figura 3.5 se presenta el proceso de eliminación de COS, en el cual el gas LP procedente del tratamiento MEROX (actual) se mezcla con la corriente de recirculación, la cual es una solución acuosa de sosa y MEA al 10% y 3% peso, respectivamente, posteriormente pasa por los mezcladores estáticos de eliminación de COS a $13.71 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ y 40°C , en donde el COS reacciona con la sosa en presencia de la MEA, formando sulfuro y carbonato de sodio, los cuales permanecen en la solución acuosa. El efluente de los mezcladores se envía al tanque separador, el cual opera a $12.94 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ y 40°C , en éste se separa la solución acuosa de la fase hidrocarburo, la fase pesada (solución acuosa) sale por el fondo del separador y entra a la bomba de recirculación, la cual la envía una vez más a mezclarse con LPG de la carga manteniéndose una relación de 1/1 vol./vol. sosa-MEA/hidrocarburo. Por otra parte, la fase ligera (LPG) sale por el domo del separador para ser enviado a un filtro de arena,



donde se eliminan trazas de solución que hayan sido arrastradas por el LPG. A continuación el LPG es enviado por una bomba a la torre depropanizadora para su separación en propano-propileno y butano-butileno.

Es importante señalar que la solución de Sosa-MEA no se regenera y debe ser cambiado el inventario completo cuando la concentración de Sosa disminuye del 10% peso inicial a 30% peso.

3. *Ajuste del COS, H₂S y agua.* Debido a que el tratamiento cáustico para la eliminación de COS no es suficiente para cumplir la especificación requerida, se tiene que recurrir a una segunda etapa de remoción de este contaminante. Este ajuste se puede realizar empleando mallas moleculares o bien alúminas activadas, en el cual se retiene por adsorción el COS. (Tecnología ALCOA).

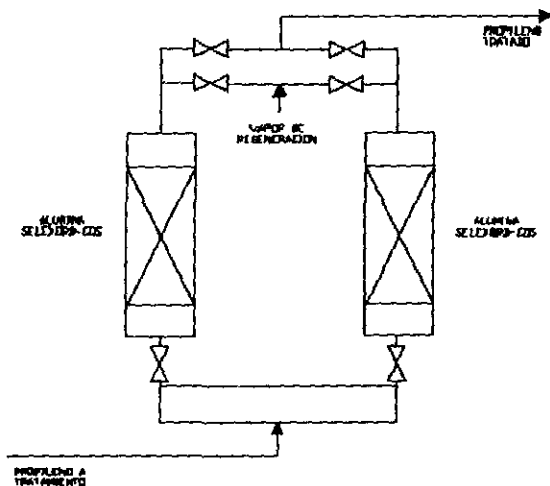


FIGURA 3.6.- PROCESO DE ADSORCION DE COS (TECNOLOGIA ALCOA)



En la figura 3.6 se presenta el proceso de adsorción de COS, en el cual el propileno es enviado a las columnas de adsorción, las cuales operan en ciclos de adsorción-regeneración, es decir, mientras una opera en ciclo de adsorción la otra opera como regeneradora, se estima que este ciclo será de 3 días. Estas columnas están empacadas con Selexorb-COS que presenta como ventaja que además de retener el COS, la retención del agua presente en la corriente. El propileno purificado pasa a la siguiente etapa de purificación. La operación de regeneración se hace con una corriente caliente que arrastra los contaminantes retenidos en la alúmina, dicha corriente puede ser: una parte del propileno el cual debe ser previamente vaporizado, nitrógeno o vapor de agua sobrecalentado.

4. **Eliminación de fosfina y arsina.** Estos dos últimos contaminantes son venenos para el catalizador de polimerización de propileno, donde radica la importancia de su remoción. La forma de lograrlo es pasando el propileno por una columna empacada en la que se tienen óxidos de metales alcalinos los cuales retienen en forma selectiva estos contaminantes. Es importante señalar que este medio de adsorción no es regenerable, por lo que una vez que pierde su capacidad de retención de contaminantes debe ser cambiado.

Con base en lo anterior, esta es la sección que requiere de una atención especial. Adicionalmente, el documentar y soportar las alternativas de purificación mediante información de proveedores, artículos técnicos o bien mediante simulación donde sea factible.



3.4. La depentanización de la gasolina para obtener una corriente de pentenos e isoamilenos que proporcionen carga al proceso TAME

Un potencial importante para obtener productos con un alto valor de octanaje es el teramilmetileter (TAME) el cual se obtiene a partir del metanol ($\text{CH}_3\text{-OH}$) y los isoamilenos (pentenos - C_5H_{10} -) esta última corriente es factible obtenerla mediante el fraccionamiento de la gasolina catalítica, la cual en su fracción ligera contiene una cantidad importante de estos compuestos factible de utilizar como carga a esta planta. A continuación se presenta en la figura 3.7 un diagrama de flujo simplificado de este sistema en el cual se alimenta el corte de nafta ligera en un tanque de balance y posteriormente se succiona la nafta para precalentarse con el flujo del fondo de la misma columna, los pentanos e isoamilenos (TFE 60°C) se obtienen por el domo, estos vapores se condensan y una parte se refluja al plato uno de la columna y por el fondo se obtiene la nafta libre de C_5 's (TFE 60°C y TFE 185°C).

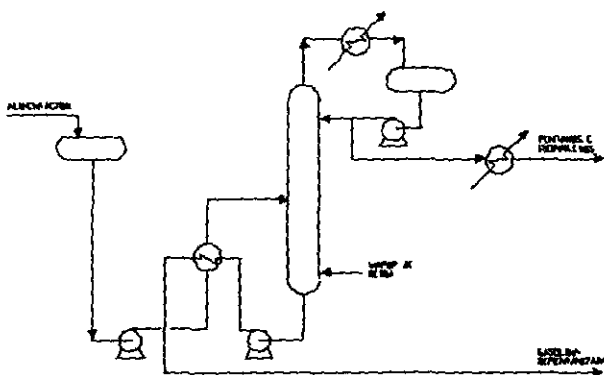
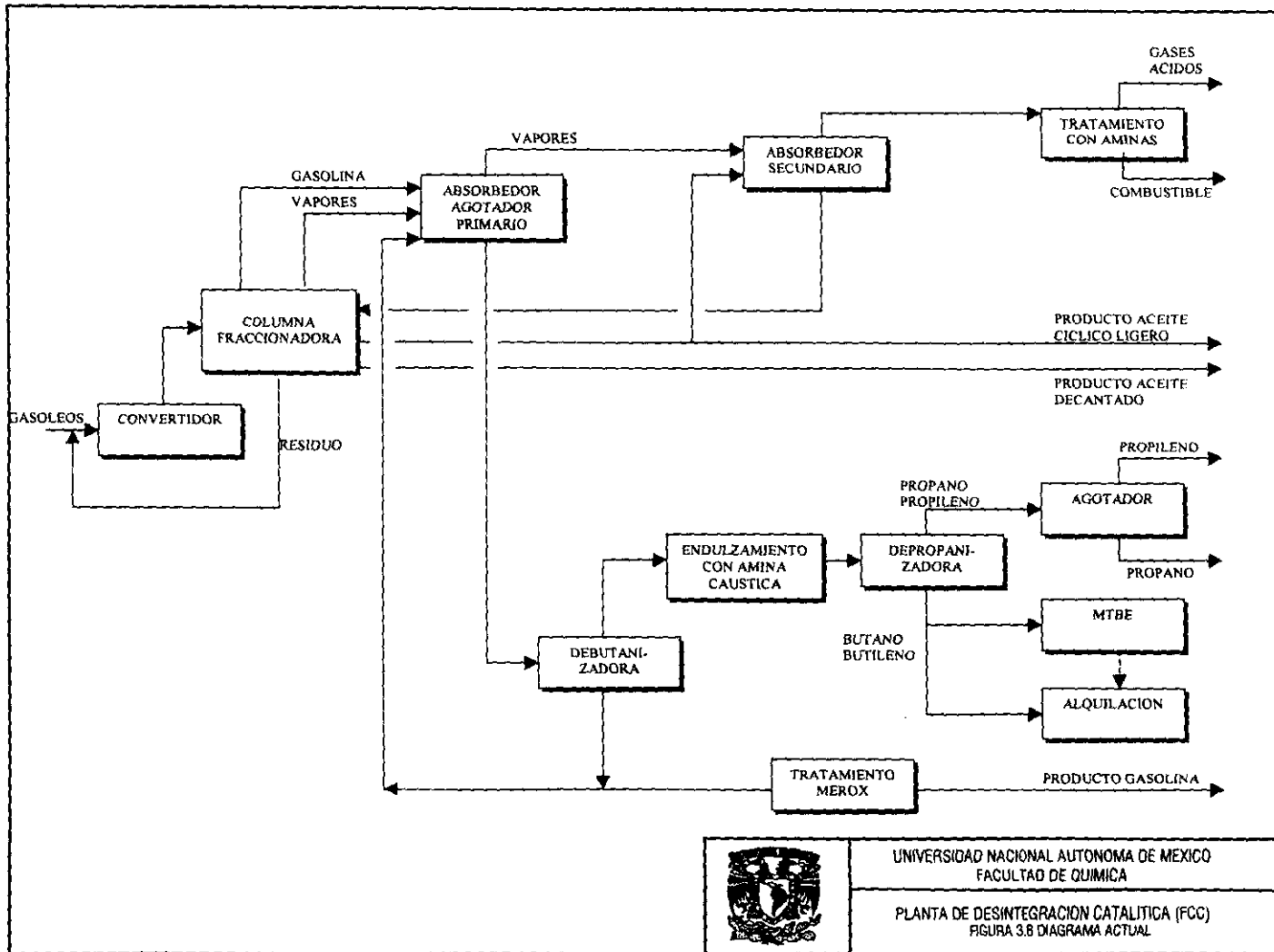


FIGURA 3.7.- PROCESO DE DEPENDANTIZACION

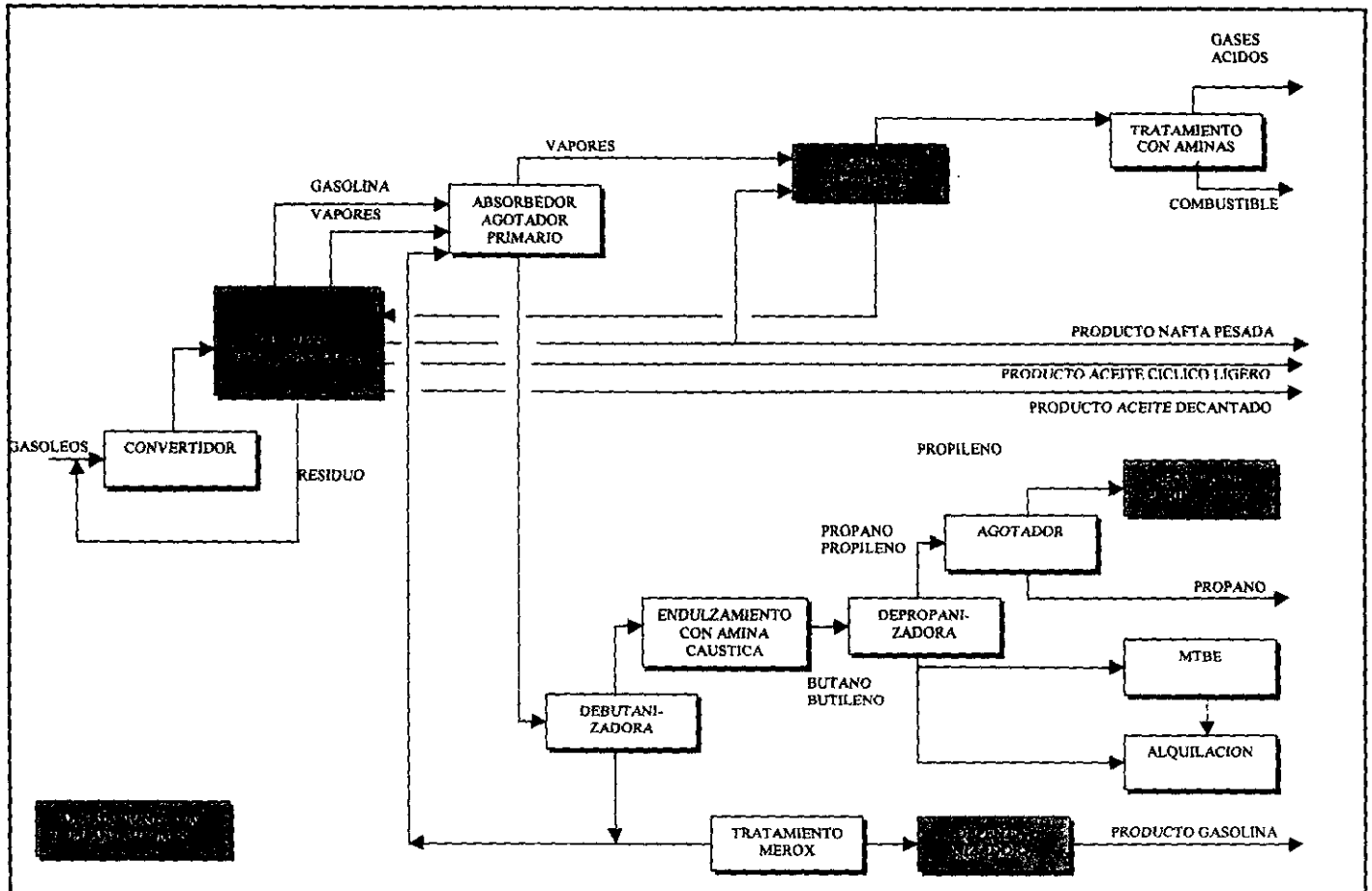


Para una mejor apreciación de la ubicación cada una de las alternativas propuestas anteriormente, a continuación se presentan dos diagramas de bloques, el primero (figura 3.8) muestra el esquema original de la planta en estudio, y en el segundo (figura 3.9) se presenta el esquema con la localización de las adecuaciones propuestas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

PLANTA DE DESINTEGRACION CATALITICA (FCC)
FIGURA 3.8 DIAGRAMA ACTUAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

PLANTA DE DESINTEGRACION CATALITICA (FCC)
FIGURA 3.9 DIAGRAMA MODIFICADO



CAPITULO 4

SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA





Actualmente se disponen de nueve unidades de desintegración catalítica fluida (FCC) a nivel nacional, de las cuales seis son iguales en lo referente a la sección de fraccionamiento. Es por ello que surge el interés de la realización de este estudio, ya que el mismo puede ser aplicado a seis plantas.

Como se menciona en el capítulo 1 del presente estudio, la TFE del gasóleo de carga de diseño es de 532°C mientras que en estadística operacional la TFE del gasóleo de carga es de 544°C, adicionalmente presenta un incremento de 1.6 a 2.1% peso en promedio en el contenido de azufre, confirmando el hecho de procesar cargas cada vez mas pesadas y con mayor contenido de contaminantes.

Para poder realizar la evaluación operativa, se consideran los rangos a los que operan actualmente estas plantas comparados con las especificaciones de diseño.

4.1.- Fraccionador Principal 1-E:

El perfil de temperaturas que presenta esta columna se encuentra en promedio 10°C por arriba de la temperatura especificada por diseño. La presión de operación tiene un rango de 1.2 a 1.25 kg/cm², la cual cae dentro especificación. El vapor de agotamiento que se suministra a la columna fraccionadora oscila entre 0.760 a 0.900 ton/hr, mientras que en diseño se suministran 0.820 ton/hr. De esta columna se obtienen cuatro corrientes: vapores de domo (C1, C2, C3's y C4's) y gasolina (GNA), los cuales pasan a la sección de recuperación de vapores; aceite cíclico ligero (ACL) y aceite decantado (AD). En éstos se observa que el contenido de gasolina en el aceite cíclico ligero es del orden del 1% vol., y el contenido de ACL en el aceite decantado es del orden del 12 % vol., lo cual nos habla de que la columna tiene un buen fraccionamiento. Sin embargo debido a las restricciones ecológicas y los requerimientos para maximizar la producción de gasolina premium, el producto principal que es la gasolina, se obtiene con un alto contenido de azufre mayor al 0.23 % peso, mientras que el valor permitido para estos fines deberá ser menor a 0.20% peso. Bajo esta perspectiva, el esquema de fraccionamiento actual no permite minimizar el



contenido de azufre, por lo que se deberán realizar algunas modificaciones al procesamiento actual para cumplir los requerimientos establecidos. Como se mencionó en el capítulo anterior, el mayor porcentaje de azufre en la gasolina se encuentra contenido en la parte mas pesada (a partir del 85% volumen de destilación), es por ello que el poder implantar una extracción lateral, que permita obtener un corte de nafta pesada, que minimice el contenido de azufre en la gasolina producto, para ser mezclada directamente al "pool" de gasolinas, es una alternativa factible de ser aplicada.

4.2.- Unidad Recuperadora de Vapores.

4.2.1.- Absorbedor-Agotador Primario 3-E

En lo referente a las condiciones de operación de esta columna absorbedora, no se encuentran desviaciones grandes con respecto a las establecidas por diseño. Este equipo tiene como objetivo el remover las cantidades de propano y más pesados contenidos en el gas combustible, sin embargo la corriente de gas seco presenta un contenido de 5.68 % mol de C3's y 1.84 % mol de C4's , por lo que se deberá revisar detalladamente su operación ya que esto representa una disminución de carga a la planta MTBE. En lo referente al agotador primario el cual tiene como función eliminar el etano y más ligeros contenidos en la gasolina, no logra en su totalidad su objetivo ya que la corriente de propano propileno tiene un alto contenido de etano que oscila entre 0.57 % mol a 1% mol, por ello es necesario realizar una revisión de este equipo.

4.2.2.- Absorbedor Secundario 4-E

Las condiciones de operación de esta columna caen dentro de especificación, sin embargo el flujo del absorbente (aceite esponja) que se suministra es muy bajo del orden de 6,890 BPD, mientras que la especificación de diseño es de 15,220 BPD, lo cual ocasiona que no se tenga la absorción adecuada de los C3's presentes, ocasionando que se tenga la presencia del mismo en la corriente de gas seco (5.68% mol). Una forma de minimizar este problema es incrementar el flujo de absorbente a los valores de diseño o bien cambiar el absorbente lo



cual se sustenta en que experimentalmente el emplear un corte de nafta pesada permite tener una mayor absorción de C3's, por la selectividad que muestra.

4.2.3.- Debutanizadora. 5-E

Las condiciones de temperatura y presión de la columna se encuentran dentro del rango de las especificadas por diseño, sin embargo la corriente de butano-butileno presenta un alto contenido de pentanos y más pesados del orden de 1.75% vol llegando a obtener valores hasta del 5% vol, por ello es necesario revisar la operación de esta columna. Una alternativa viable de ser aplicada es incrementar el reflujo del domo de la misma para tener una mejor rectificación y evitar los arrastres de pentanos y más pesados contenidos en esta corriente.

4.2.4.- Despropanizadora 6-E

La presión de fondo de la columna se encuentra 2 kg/cm² por debajo de la de diseño, el perfil de temperatura se encuentra 10°C por debajo de la especificada de diseño. La operación de esta columna no es la óptima ya que la corriente de butano-butileno tiene 4% en promedio de contenido de C3's. La alternativa para resolver este problema es incrementando la temperatura de fondo de la columna con ello disminuiríamos la concentración de C3's presentes en la corriente butano-butileno, adicionalmente a esto es necesario incrementar el reflujo de domo de la columna para incrementar la rectificación de la corriente propano-propileno y evitar los arrastres de C4's.

4.2.5.- Agotador Propano-Propileno

Las condiciones de presión y temperatura están dentro de las especificadas por diseño, la concentración de propileno en la corriente de domo de esta columna oscila entre el 95 y 96 % vol. pureza, que es el valor especificado por diseño.

El problema de estos productos, radica en la falta de comercialización del propileno debido a que su destino normal es la producción de acrilonitrilo. En centros de refinación donde no se canaliza para este fin, se utiliza mezclado con el propano para comercializarlo como LPG.



Las restricciones ecológicas del contenido de olefinas en el LPG limitan este destino, aunque por razones obvias se realiza en la actualidad.

La perspectiva de enfrentar este problema y analizar la factibilidad de purificarlo para ofrecerlo como grado polímero, es una posibilidad que se plantea, indicando la infraestructura requerida para lograrlo.

Asimismo, el canalizarlo para producción de di-isopropil-eter (DIPE) es una alternativa importante que debe ser considerada.



CAPITULO 5

ANALISIS DE PROPUESTAS DE MEJORA



El diagnóstico operativo realizado, nos indica que existen áreas de oportunidad para mejorar el fraccionamiento de la Unidad de Desintegración Catalítica Fluida (FCC), algunas de ellas requieren adecuaciones y/o implantaciones de equipo mientras que otras únicamente requieren de modificar las condiciones de operación.

En el capítulo 3 de la presente tesis, se mostraron las alternativas de mejora factibles de ser aplicadas a este sistema, mismas que fueron evaluadas en forma integral mediante un módulo matemático de simulación de procesos HYSIM, empleando como modelo termodinámico la ecuación de Peng Robinson. El empleo de este módulo de simulación nos permite evaluar el comportamiento de los hidrocarburos no así, el comportamiento del azufre, por lo que éste fue evaluado en forma experimental.

Debido a que no existe un dispositivo que permita determinar las características del efluente del reactor por su alta temperatura (515°C), la forma de caracterizarlo es realizando una mezcla mediante simulación de los productos obtenidos de dicha planta.

A continuación se describe la evaluación de cada una de estas propuestas de mejora.



5.1.1. Adición de una extracción lateral en la Fraccionadora Principal para disponer de una Gasolina con menor concentración de azufre.

La mayor concentración de azufre contenido en la gasolina se encuentra en el corte pesado de la misma, a partir del 85% volumen de destilación, es por ello que se propone la implantación de una extracción lateral en el plato 6 de la columna fraccionadora que permite tener dos extracciones de nafta una ligera (TFE 185°C) y nafta pesada (TFE 235°C). Para realizar esta adecuación es necesario empacar la zona del plato 7 al plato 9 de la columna, así como adicionar una agotador para este producto con diez platos y suministro de vapor de agotamiento. En la figura 5.1 se muestra un diagrama comparativo de antes y después de la inclusión de la extracción lateral en la columna fraccionadora.

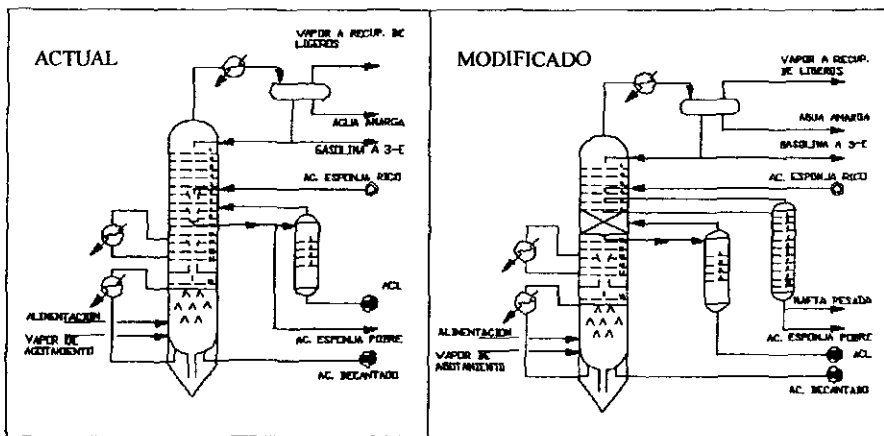


FIGURA 5.1. DIAGRAMA COMPARATIVO DE LA COLUMNA FRACCIONADORA ANTES Y DESPUES DE LA INCLUSION DE LA EXTRACCION DE NAFTA PESADA.

El porcentaje de inundamiento recomendado para esta fraccionadora es de 82 a 86%. Se realizó la evaluación hidráulica de esta columna y de los resultados obtenidos se observa



que cae dentro de estas especificaciones. En la tabla 5.1 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación hidráulica de la columna fraccionadora así como de los agotadores de la nafta pesada y del aceite ciclico ligero.

TABLA 5.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN HIDRAULICA DE LA COLUMNA 1-E

Clave	Servicio	Diseño % inund.	Operación % inund.	Mejoras Op. % inund.
1-E	Fraccionadora Princiopal			
	Etapas 1-6	82	55	86
	Etapas 7-12	82	58	39
	Etapas 13-18	82	68	58
2-E	Agotador aceite ciclico ligero	82	30	61
17-E	Agotador de nafta pesada	82	-----	82

Es importante mantener el perfil de temperaturas que presenta la fraccionadora en operación, por lo que en la figura 5.2 se presenta una gráfica comparativa del perfil de temperatura de la columna fraccionadora como opera actualmente vs con la inclusión de una extracción lateral.

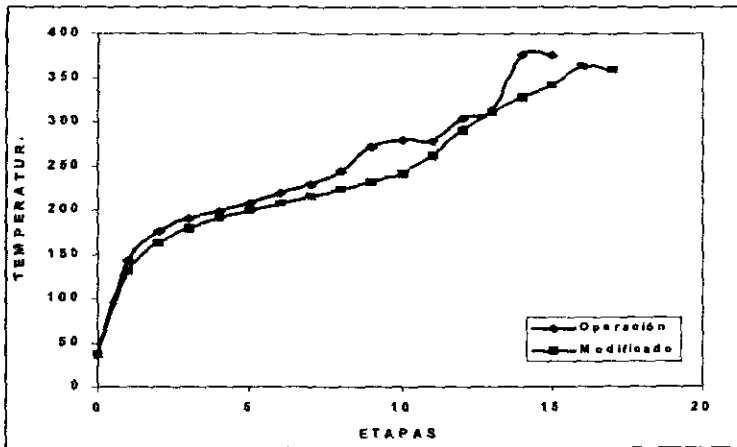


FIGURA 5.2. PERFIL DE TEMPERATURAS DE LA COLUMNA 1-E



La inclusión de una extracción de nafta pesada permite disminuir la concentración de azufre presente en el corte de nafta ligera de un valor actual de 0.215% peso a valores del orden de 0.17%, permitiendo obtener una gasolina factible de ser enviada directamente al "pool" de gasolina para producir una mayor cantidad de gasolina Premium, con un mayor octanaje y valor comercial.

5.1.2 Sustitución del absorbente del absorbedor secundario para incrementar la remoción de Propano-Propileno.

En el diagnostico operativo observamos que se requiere incrementar la selectividad del absorbente actual (aceite esponja) para evitar la presencia de C3's en la corriente de gas seco, la nafta pesada presenta estas características, y una vez realizada la implantación anterior, se dispone de un producto factible de ser empleado como nuevo absorbente. El realizar este cambio permite la remoción de 103 barriles adicionales de los C3's presentes en la corriente gaseosa, en la tabla 5.2, se presentan los resultados obtenidos con el cambio de aceite esponja por nafta pesada.

TABLA 5.2. RESULTADOS DE LA COMPOSICION CON EL CAMBIO DE ABSORBENTE

	Operación, BPD			Modificado, BPD			Diferencia
	Entrada	Salida	Remoción	Entrada	Salida	Remoción	
Hidrogeno	75.98	75.66	0.32	227.56	226.29	1.27	0.94
Nitrógeno	274.40	270.83	3.57	283.41	279.81	3.60	0.03
Metano	1053.57	1009.27	44.31	1428.94	1372.18	56.76	12.45
CO2	89.05	77.19	11.86	114.67	101.98	12.70	0.84
Etileno	921.45	782.05	139.41	1005.31	866.91	138.39	-1.01
Etano	1438.32	1118.92	319.40	1263.76	1012.07	251.69	-67.70
H2S	336.83	201.47	135.36	617.33	421.93	195.40	60.04
Propeno	188.74	74.88	113.86	328.57	144.14	184.43	70.57
Propano	49.85	16.36	33.49	103.98	37.76	66.22	32.73
i-Butano	24.20	3.03	21.17	38.62	0.36	38.26	17.10
n-Butano	9.68	0.74	8.94	17.23	0.02	17.21	8.27
1-Buteno	0.00	0.00	0.00	7.13	0.02	7.11	7.11
i-Buteno	23.71	2.65	21.06	26.74	1.03	25.70	4.64
tr2-Buteno	14.03	1.05	12.98	21.98	0.02	21.96	8.98
cis-Buteno	10.65	0.61	10.04	12.48	0.01	12.47	2.43
3M-1-Buteno	0.00	0.00	0.00	41.59	0.00	41.59	41.59
Total	4510.47	3634.70	875.77	5539.29	4464.52	1074.77	199.00



Es importante mencionar que para poder cumplir las perspectivas de las especificaciones de los productos fue necesario incrementar el flujo del absorbente a 12,000 BPD.

Las recomendaciones de inundamiento para este tipo de absorbedores es de 82%, y la calculada para esta modificación es de 78% (Tabla 5.3)

TABLA 5.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN HIDRAULICA DE LA COLUMNA 4-E

Clave	Servicio	Diseño % inund.	Operación % inund.	Mejoras Op. % inund.
4-E	Absorbedor secundario	82	28	78

El perfil de temperaturas se mantiene con respecto al de operación, como se puede apreciar en la figura 5.3, donde se muestra una gráfica comparativa de la temperatura en cada plato.

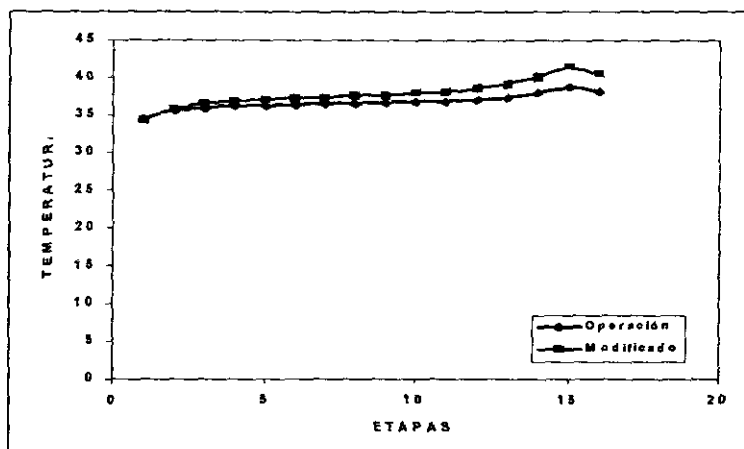


FIGURA 5.3. PERFIL DE TEMPERATURAS DEL ABSORBEDOR SECUNDARIO 4-E

5.1.3 Adiciones y/o adecuaciones requeridas de equipo para incrementar la pureza del propileno y obtenerlo grado polímero.



La corriente que se alimenta al fraccionador propano-propileno contiene usualmente 65-75% de propileno, del 20-30% de propano, butano-butileno y etano-etileno. La pureza que se obtiene de este tipo de unidades es del orden del 95% en promedio y para llegar al grado polímero se requiere de 99.5% además de cumplir otras restricciones de agua, sulfuro de carbonilo (COS), fosfina (PH₃), arsina (ASH₃), dienos y compuestos acetilénicos, las cuales representan contaminantes para procesos posteriores.

Para incrementar la pureza del propileno obtenido es necesario empacar la sección de rectificación (área del plato 1 al plato 83) de esta columna y con ello incrementaremos 60 etapas teóricas de transferencia de masa, también es necesario incrementar el reflujo superior de la columna de 41,290 a 58,493 BPD y la temperatura de fondo de 55 a 60°C, con ello logramos obtener un propileno con 99.5% pureza. En la tabla 5.4 se muestra la tabla de resultados de los productos de la columna fraccionadora de propano-propileno.

TABLA 5.4. COMPOSICION DE LOS PRODUCTOS DE LA COLUMNA 16-E

	Fracción volumen		
	Alimentación	Propileno	Propano
Propeno	0.6992	0.9954	0.0304
Propano	0.2999	0.0036	0.9690
i-Butano	7.13E-05	0.0000	2.38E-04
n-Butano	6.66E-06	0.0000	2.20E-05
1-Buteno	1.37E-05	0.0000	4.50E-05
i-Buteno	7.43E-05	0.0000	2.42E-04
tr2-Buteno	8.37E-06	0.0000	2.70E-05
cis-Buteno	2.18E-06	0.0000	7.10E-06
3M-1-Buteno	2.72E-09	0.0000	8.88E-09
Total, BPD	3376	2340	1036



Es importante realizar la evaluación hidráulica de esta columna ya que el hecho de empaclar la sección de rectificación modifica el perfil liquido-vapor de la misma. De esta evaluación tenemos que el porcentaje de inundamiento recomendado de diseño es del 82% al 86% y con el cambio de internos es de 78% para la sección de rectificación y 82% para la sección de agotamiento (Tabla 5.5).

TABLA 5.5 RESULTADOS DE LA COLUMNA 16-E

Clave	Servicio	Diseño % inund.	Operación % inund.	Mejoras Op. % inund.
16-E	Sección de rectificación	82	70	78
	Sección de agotamiento	82	70	82

El perfil de temperatura de la columna 16-E se incrementa en 5°C en comparación con el de operación (figura 5.4).

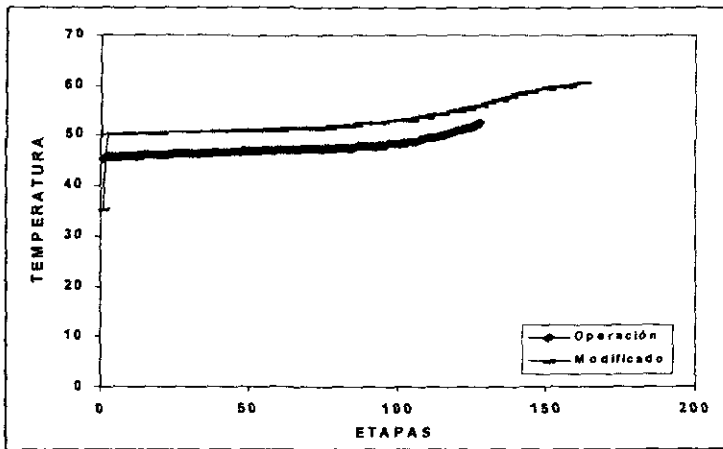


FIGURA 5.4. PERFIL DE TEMPERATURA DEL SEPARADOR DE PROPANO -PROPILENO



Sin embargo únicamente incrementamos la pureza del propileno, pero no quitamos los contaminantes presentes en esta corriente, para ello es necesario adicionar una serie de tratamientos para lograr su remoción, mismos que fueron descritos en el capítulo 3 del presente estudio y que se listan a continuación:

- a) *Hidrogenación selectiva*, que tiene como objetivo saturar una de las dos dobles ligaduras del propadieno, así como una de las tres ligaduras de compuestos acetilénicos (metil acetilénico $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$).
- b) *Sección de eliminación de COS*. Consiste básicamente en una disminución de COS de un valor típico de 30 ppm a valores del orden de 3 ppm, para lo cual se requiere de una mezcla de monoetanol amina (MEA) y sosa (NaOH), llevándose a cabo la retención del COS por la hidrólisis del mismo ($\text{COS} + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$). En esta reacción el MEA funciona como catalizador para acelerar la hidrólisis del COS en H_2S y CO_2 .
- c) *Ajuste del COS, H_2S y agua*. Este ajuste se puede realizar empleando mallas moleculares o bien alúminas activadas, en el cual se retiene por adsorción el COS.
- d) *Eliminación de fosfina y arsina*. Es necesario pasar el propileno por una columna empacada en la que se tienen óxidos de metales alcalinos los cuales retienen en forma selectiva estos contaminantes. Es importante señalar que este medio de adsorción no es regenerable, por lo que una vez que pierde su capacidad de retención de contaminantes debe ser cambiado.

5.1.4. Depentanización de la gasolina para la obtención de una corriente de pentanos e isoamilenos que proporcionen carga al proceso TAME.

La fracción ligera de nafta catalítica tiene un alto contenido de C5's que representan una carga potencial a la unidad de TAME debido a la presencia de isoamilenos (pentenos) que al reaccionarlos con metanol se obtiene un producto de alto octanaje (TAME).



Para poder obtener la corriente de C5's presentes en la nafta ligera es necesaria la inclusión de una columna de destilación con 40 platos localizando la alimentación el plato 21 y las siguientes características.

Columna Depentanizadora

Temperatura:	Operación 156°C	Diseño 181°C
Presión:	Operación 3.2 kg/cm ²	Diseño 4.7 kg/cm ²
Diámetro	2816 mm	
No. De Platos	40	

Bombas

	Psucción kg/cm ² g	Pdescarga kg/cm ² g	Delta de presión kg/cm ²	Flujo, GPM
Bomba de Carga	1.6	7.5	5.9	909
Bomba de reflujo	2.3	9.1	6.8	762
Bomba de Fondos	3.4	6.5	3.1	807

Intercambiadores

	Carga térmica, MMBtu/h	Delta de presión, kg/cm ²
Pre calentador, fondos/carga	20.58	1.0
Condensador	32.34	0.5
Reboiler	40.26	0.5
Enfriador gasolina	6.72	1.0
Enfriador pentanos	1.11	1.0



Como se comento al inicio de este capítulo también se requiere de modificar las condiciones de operación de algunos equipos para mejorar el fraccionamiento, las cuales se indican a continuación:

- a) Columna absorbidora agotadora primaria 3-E. Modificar la temperatura de alimentación de la gasolina al absorbedor primario de 16°C a 10°C (paquete de agua helada).
- b) Columna debutanizadora 5-E. Modificar la temperatura de fondos de la columna a 160°C e incrementar el reflujo superior a 26,375 BPD.
- c) Columna despropanizadora 6-E. Incrementar la temperatura de fondos de la columna a 100°C así como el reflujo de domo a 16,879 BPD.

5.2. Evaluación Integral

Es muy importante realizar un análisis global de las adecuaciones a la planta, el cual nos permitirá visualizar los beneficios obtenidos, así como si existe algún problema en los equipos principales debido a las especificaciones de diseño.

De los beneficios que engloba tenemos que:

- Se incrementa la recuperación de C3's en 225 BPD, 65 BPD correspondientes a propileno y 161 BPD a propano.
- Se incrementa la recuperación de C4's en 808 BPD.
- Se obtienen 14,845 BPD de nafta ligera con menor contenido de azufre (0.17% peso) y una TFE de 185°C.
- Se obtienen 1,991 BPD de nafta pesada producto.
- Se obtienen 4,950 BPD de la corriente de C5's que representa una carga potencial a la planta TAME.



En resumen se obtienen productos de mayor calidad y consecuentemente de mayor valor agregado. En las tablas 5.6, 5.7 y 5.8, se muestra un resumen de las composiciones de los productos, curvas de destilación y balance volumétrico de los mismos.

Para realizar la revisión de los equipos principales tales como bombas, intercambiadores y columnas, se tomo como parámetro principal las características mas importante de cada equipo, es decir, para el caso de las bombas, éstas se evaluaron en función del flujo volumétrico, para los intercambiadores de calor se consideró su carga térmica y finalmente para el caso de las columnas se consideró como parámetro crítico el % de inundamiento.

La comparación realizada entre las características de diseño y las requeridas una vez realizadas las implantaciones, reporta que se requiere de mayor carga térmica en el condensador de la columna fraccionadora (196.06 MMBtu/hr), pero este valor es absorbido considerando el sobre diseño del condensador 1-C (167.70*1.2 MMBtu/hr), los demás equipos (bombas, intercambiadores y columnas), no presentan problemas. En la tabla 5.9 se muestra la evaluación del equipo principal.



TABLA 5.6 COMPOSICION DE LAS CORRIENTES PRODUCTO

	Gas Seco, % vol.		Gas Acido, % vol.		C3-C3=, % vol.		C4-C4=, % vol.		C5, % vol.
	Op.	Modif. Op.	Op.	Modif. Op.	Op.	Modif. Op.	Op.	Modif. Op.	Modif. Op.
Hidrogeno	11.10	11.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrógeno	11.40	11.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Metano	35.84	37.12	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	1.60	0.00	7.19	14.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Etileno	16.71	17.17	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Etano	16.03	17.35	1.11	0.00	1.43	0.07	0.00	0.00	0.00
H2S	2.33	2.59	88.10	85.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propeno	3.66	0.63	0.36	0.00	71.74	71.47	2.84	0.66	0.00
Propano	0.84	0.01	0.31	0.00	26.81	28.45	3.52	0.85	0.00
i-Butano	0.37	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	27.30	24.65	0.28
n-Butano	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	10.90	13.46	0.56
1-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63	5.55	0.10
i-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.07	20.94	0.34
tr2-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.13	19.88	0.73
cis-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.61	10.89	0.61
3M-1-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.72
i-Pentano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	15.47
1-Penteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	2.32
2M-1-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	5.24
M-Pentano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	8.85
2M-13-C4=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.43
tr2-Penteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.25
cis2-Penteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	9.04
2M-2-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.70
1-tr3-C5=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.54
1-cis3-C5=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.96
22-Mbutane=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Ciclopenteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.55
4M-1-Penteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
1-cis3-MCC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ciclopentano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
23M-13-C4=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
23M-1-Buteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
2M-1-C5=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2M-2-C5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
Mciclopentano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1M-ciclopenteno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2M-3Ehexano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3Mhexano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



TABLA 5.7 CURVAS DE DESTILACION DE LOS PRODUCTOS

% vol.	Pentanos		Nafta Ligera		Nafta Pesada		ACL		Aceite decantado	
	Modif. Op.	Op.	Modif. Op.	Op.	Modif. Op.	Op.	Modif. Op.	Op.	Modif. Op.	
TIE	23.2	39.6	79.1	167.9	215.6	232.3	308.2	303.9		
5	35.1	55.0	81.7	180.3	222.7	246.1	341.5	349.8		
10	37.2	60.4	83.4	186.0	237.9	248.8	368.9	374.3		
30	41.7	75.2	87.8	199.5	265.8	272.1	415.4	409.7		
50	42.1	96.6	115.4	205.3	291.6	295.8	438.0	436.2		
70	43.1	134.1	134.7	211.9	326.3	327.9	462.2	460.8		
90	47.0	161.5	156.7	224.7	368.2	366.2	515.7	514.8		
95	47.1	186.0	166.2	227.1	384.3	380.4	533.4	533.0		
TFE	50.5	198.9	182.7	235.0	395.5	396.2	543.8	543.6		

TABLA 5.8. BALANCE VOLUMETRICO DE LOS PRODUCTOS.

	Operación BPD	Modif. Op. BPD	Diferencia
Gas seco	4,114	3,971	(143)
Gas ácido	490	586	96
C3-C3=	3,151	3,376	225
C4-C4=	4,546	5,354	808
Pentanos	----	4,950	4,950
Nafta depen.	----	14,845	14,845
Nafta ligera	22,298	----	(22,298)
Nafta pesada	----	1,991	1,991
ACL	7,832	7,320	(512)
Ac. Decantado	2,921	2,992	71



TABLA 5.9 A. EVALUACION DE EQUIPO PRINCIPAL (BOMBAS).

Clave	Servicio	Diseño	Operación	Mejoras
		BPD	BPD	Op. BPD
1-J	Soplador de aire reg.	10,200	8,300	8,300
2-J	Compresor		2,535	2,758
4-J	Bomba de gasolina a absorbedor lario.	26,088	22,298	18,904
5-J	Bomba de aceite ciclico ligero producto	3,840	7,832	7,320
6-J	Bomba de aceite esponja	13,216	6,829	12,000*
7-J	Bomba de aceite ciclico de reflujo	12,756	22,141	6,000
9-J	Bomba de fondos	60,768	47,544	34,000
10-J	Bomba de aceite decantado	3,144	2,921	2,992
11-J	Bomba de recirculacion de fondos al reactor	1,992	1,440	1,440
13-J	Bomba de carga liquida al aogtador lario.	54,846	44,211	44,778
15-J	Bomba de LPG producto y reflujo de debutanizadora	36,888	25,149	26,376
16-J	Bomba de carga a depropanizadora	10,536	7,697	9,730
17-J	Bomba de de C ₃ -C ₃ = y reflujo de depropanizadora	17,796	15,637	16,879
26-J	Bomba de reflujo de gna debut. a absorbedor lario.	9,024	7,516	9,309
61-J	Bomba de carga separador propano-propileno		3,781	3,376
62-J	Bomba de reflujo separador propano-propileno		50,000	58,493
101-J	Bomba de carga a depentanizadora	----	----	
102-J	Bomba de reflujo de depentanizadora	----	----	
103-J	Bomba de fondos de depentanizadora	----	----	

* Cambio de servicio de aceite esponja a nafta pesada.



TABLA 5.9.B. EVALUACION DE EQUIPO PRINCIPAL (INTERCAMBIADORES).

Clave	Servicio	Diseño	Operación	Mejoras op.
		MMBtu/h	MMBtu/h	MMBtu/h
1-C	Condensador del fraccionador principal	167.70	138.50	196.06
2-C	Generador de vapor (fondos)	29.10	23.90	24.39
4-C	Enfriador ACL producto (soloaire)	11.60	16.40	18.52
6-C	Intercambiador carga aceite decantado	11.60	8.10	6.21
7-C	Enfriador aceite decantado (soloaire)	12.30	6.47	6.56
8-C	Precalentador carga fondos	55.00	48.90	46.10
9-C	Enfriador carga a separador	16.90	15.10	18.02
10-C	Reboiler agotador primario	43.60	35.20	38.21
11-C	Intercambiador aceite esponja pobre aceite esponja rico	22.50	10.60	18.75*
12-C	Enfriador aceite esponja	18.80	5.20	2.28*
13-C	Intercambiador carga fondos debutanizadora	13.50	12.80	7.39
14-C	Reboiler debutanizadora	51.30	39.70	50.40
15-C	Condensador	42.50	30.00	44.83
16-C	Precalentador LPG gasolina debutanizada	5.00	4.00	3.25
17-C	Enfriador gasolina debutanizada	47.10	23.10	30.87
18-C	Reboiler depropanizadora	16.90	8.50	21.24
19-C	Condensador depropanizadora	16.90	14.10	20.18
20-C	Enfriador butano-butileno	4.32	2.84	3.44
22-C	Enfriador propano-propileno	0.25	0.08	0.02
27-C	Enfriador 1er paso compresión	8.40	6.68	10.26
28-C	Enfriador gasolina debutanizada (paquete agua helada)	1.90	2.35	2.96
54-F	Reboiler separador propano-propileno		50.52	65.05
57-C	Condensador del separador propano-propileno		50.81	64.92
101-C	Precalentador fondos/carga depentanizadora	20.58	Nuevo	20.58
102-C	Condensador depentanizadora	32.34	Nuevo	32.34
103-C	Reboiler depentanizadora	40.26	Nuevo	40.26
104-C	Enfriador gasolina	6.72	Nuevo	6.72
105-C	Enfriador pentanos	1.11	Nuevo	1.11

* Cambio de servicio de aceite esponja a nafta pesada.



TABLA 59.C. EVALUACION DE EQUIPO PRINCIPAL (COLUMNAS).

Clave	Servicio	Diseño	Operación	Mejoras Op.
		% inund.	% inund.	% inund.
1-E	Fracionadora Principal			
	Etapas 1-6	82	55	86
	Etapas 7-12	82	58	39
	Etapas 13-18	82	68	58
2-E	Agotador aceite cíclico ligero	82	30	61
17-E	Agotador nafta pesada	82	-----	82
3-E	Absorbedor primario	82	70	70
3-E	Agotador primario	82	48	63
4-E	Absorbedor secundario	82	28	78
5-E	Debutanizadora	82	80	80
6-E	Depropanizadora	82	78	82
16-E	Splitter C ₃ -C ₃ =			
	Sección de rectificación	82	70	78
	Sección de agotamiento	82	70	82
18-E	Depentanizadora	82	-----	82



CAPITULO 6

EVALUACION ECONOMICA





Uno de los parámetros indiscutibles que avalan o no la realización de cualquier proyecto, es sin duda la evaluación económica del mismo. La evaluación económica toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y son básicamente el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) los indicadores de la rentabilidad para efectuar las diversas alternativas propuestas para lograr eficientar la operación de la sección de fraccionamiento de la planta FCC.

Necesariamente las premisas utilizadas como base para realizar esta evaluación económica, son relevantes y en ellas se sustentan los resultados obtenidos. Aún cuando los parámetros a utilizar son diversos, a continuación se indican los que para el estudio se consideran apropiados.

- a) *Horizonte de planeación: 12 meses para la realización de la ingeniería, procura, construcción y 20 años para la operación.*
- b) *Tasa de descuento del 10%.*
- c) *Se considera un valor de rescate igual a cero.*
- d) *El costo estimado de inversión fue calculado en base a características técnicas de predimensionamiento.*
- e) *Los precios de productos (gas seco, gas ácido, propano, propileno, butano butileno, naftas, ACL y aceite decantado) y costos de servicios auxiliares, se consideran precios del estado de interorganismos de Petróleos Mexicanos promedio de enero a diciembre de 1998 para la refinería de Tula, Hgo.*

**6.1. Inversión Total**

En este punto se considero el costo del equipo así como su instalación y construcción, mismos que se desglosan en la tabla 6.1.

TABLA 6.1.2. INVERSIÓN DE EQUIPO:

CONCEPTO	COSTO. USD
Empacar la zona del plato 7 al plato 9 de la fraccionadora	\$ 212,646.00
Empacar la sección de rectificación del separador C3-C3=	\$ 1,901,669.00
Adición de un agotador de nafta pesada (cuerpo e internos)	\$ 84,910.00
Mezcladores estáticos	\$ 3,700.00
Separador sosa MEA- hidrocarburos	\$ 179,300.00
Fosa de amina	\$ 22,900.00
Adición de una columna depentanizadora (cuerpo e internos)	\$ 154,515.00
Bomba de recirculación de sosa/MEA (2)	\$ 35,800.00
Bomba de carga (2)	\$ 63,259.08
Bomba de reflujo (2)	\$ 42,717.64
Bomba de fondos (2)	\$ 62,172.64
Condensador	\$ 232,035.00
Precaentador	\$ 32,550.00
Enfriador de pentanos	\$ 91,450.00
Acumulador de domo	\$ 32,705.00
Materiales (tubería, concreto, acero, eléctrico, instrumentos, aislamiento, pintura)	\$ 1,922,460.30
Total	\$ 3,152,329.36

* Costo proporcionado por proveedores nacionales y extranjeros

TABLA 6.1.2. INVERSIÓN TOTAL:

CONCEPTO	COSTO. USD
Equipo	\$ 3,152,329.36
Construcción (Mano de obra, indirectos)	\$ 2,009,139.85
Partes de repuesto	\$ 59,420.30
Fletes	\$ 350,781.97
Ingeniería	\$ 600,000.00
Integración	\$ 459,676.45
Administración	\$ 512,954.65
TOTAL :	\$ 9,066,762.87



6.2. Costo de la Materia Prima.

En este punto únicamente se considero el hidrógeno, debido a que es la única materia prima adicional que se requiere (en el sistema de hidrogenación selectiva). Es importante mencionar que no se considero como materia prima el efluente del reactor que es la carga a la sección fraccionadora de esta unidad, debido a que la evaluación económica se realizó tomando como base la operación actual de estas unidades.

TABLA 6.2 MATERIA PRIMA

MATERIA PRIMA	UNIDAD	UNIDADES DE DIA	UNIDADES AÑO	U.S. UNIDAD	U.S. AÑO
Hidrógeno	ton	0.15	50.76	\$365.24	\$18,540.69
Total					\$18,540.69

* Precios del estado de interorganismos de Petróleos Mexicanos promedio de enero a diciembre de 1998 para la refinería de Tula, Hgo.

6.3 Consumo de Servicios Auxiliares y Sustancias Químicas.

En este concepto se engloban tanto los servicios auxiliares requeridos por la modificación de condiciones de operación como por la inclusión de la columna de pentanización y los paquetes para la purificación del propileno a grado polímero.

TABLA 6.3 SERVICIOS AUXILIARES

SERVICIO	UNIDAD	UNIDADES DIA	UNIDADES AÑO	U.S. UNIDAD	U.S. AÑO
Energía eléctrica	KWH	3,049.20	1,006,236.00	\$0.030	\$30,187.08
Vapor baja presión	TON	998.00	329,340.00	\$6.425	\$2,116,009.50
Vapor media presión	TON	67,476.00	22,267,080.00	\$0.020	\$445,341.60
Agua de Enfriamiento	TON	33,604.20	11,089,386.00	\$0.050	\$554,469.30
Total					\$3,146,007.48

* Precios del estado de interorganismos de Petróleos Mexicanos promedio de enero a diciembre de 1998 para la refinería de Tula, Hgo.



La inclusión del sistema de purificación de propileno para obtenerlo grado polímero requiere de la inclusión de sustancias químicas y catalizador, mismos que se listan a continuación en la tabla 6.4.

TABLA 6.4. SUSTANCIAS QUIMICAS Y CATALIZADOR

DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDADES DIA	UNIDADES AÑO	U.S. UNIDADES	U.S. AÑO
Sosa	Ton	0.02434	8.03	\$2,400.00	\$19,277.28
Monoetanol amina	Ton	0.00730	2.41	\$2,740.00	\$6,603.37
Alúmnia Selexorb-COS	Ton	0.02080	6.86	\$3,746.80	\$25,711.85
Oxidos abs. Fosfina y arsina	USD		0.00		\$100,000.00
Catalizador Hidrogenación selectiva	USD				\$333,333.00
				Total	\$489,925.51

* Costo proporcionado por proveedores nacionales y extranjeros

6.4 Costo de Mano de Obra

Por este concepto se considera el salario de aquellos trabajadores cuyos esfuerzos se aplican al producto durante el día de labor en la refinería.

TABLA 6.5 COSTO DE MANO DE OBRA

CATEGORIA	UNIDADES DIA	UNIDADES AÑO	U.S. UNIDADES	U.S. AÑO
3.5 Oper. Espec. de Ptas.	N-19.00	TC	\$86,509.30	\$302,782.55
3.5 Ay. Esp. de Opn. Ptas.	N-07.00	TC	\$64,817.69	\$226,861.92
7.00			\$	\$529,644.47
			U. S. \$	\$50,442.33

* Información proporcionada por PEMEX para 1997.



6.5 Costo de Producción

En este punto se consideran todos los costos generados por materia prima, reactivos químicos, catalizador, servicios auxiliares, mano de obra, gastos fijos y depreciación.

TABLA 6.6 COSTO DE PRODUCCION

	SUBTOTAL USD	TOTAL USD
1. Costos variables totales de producción		
1.1 Materias primas y químicos		
1.1.1 Materia prima	\$18,540.69	
1.1.2 Catalizadores y sustancias químicas	\$489,925.51	
1.2 Servicios auxiliares	\$3,146,007.48	
		\$3,654,473.68
2. Costos de operación		
2.1 Operación (M.O.D)	\$50,442.33	
		\$50,442.33
3. Costos Fijos		
3.1 Generales de Planta (65% M.O. y supervisión + mantenimiento)	\$32,787.51	
3.2 Fijos directos (45% M.O. y Supervisión)	\$22,699.05	
3.3 Seguro, impuesto sobre la propiedad (1.5% inversión)	\$0.00	
		\$55,486.56
4. Costo total en efectivo de producción		\$3,760,402.57
5. Cargos a capital		
5.1 Depreciación (L.R. 20 años)	\$453,388.14	
6. Costo total de producción		\$4,213,790.71

Notas: M.O.D. Mano de obra directa.
M.O. Mano de obra.
L.R. Línea recta.



6.6 Ingreso por venta de productos

Como se comentó en el inciso 6.2, el beneficio generado por la implantación de las propuestas de mejora, se realizó haciendo la comparación con respecto a los productos obtenidos en operación

TABLA 6.7. INGRESO POR VENTA DE PRODUCTOS

PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	INGRESO
Gas seco	BPD	-143	\$0.08	-3,767
Gas ácido	BPD	96	\$0.02	698
C3=	BPD	22	\$23.88	173,369
C3	BPD	203	\$14.75	988,036
C4-C4=	BPD	808	\$5.26	1,401,791
Pentanos	BPD	4,950	\$11.63	18,990,128
Nafta ligera	BPD	-22,298	\$21.90	-161,132,929
Nafta depentanizada	BPD	14,845	\$29.00	142,065,310
Nafta pesada	BPD	1,991	\$16.76	7,637,207
Aceite cíclico ligero	BPD	-512	\$17.97	-3,035,535
Aceite decantado	BPD	71	\$15.41	361,056
Total				7,445,363

*Precios del estado de interorganismos de Petróleos Mexicanos promedio de enero a diciembre de 1998 para la refinería de Tula, Hgo.

6.7 Flujo neto de efectivo (FNE)

Flujo de efectivo. El flujo de efectivo es el ingreso anual esperado en un periodo de 20 años a partir del arranque de la planta. Queda definido por los siguientes conceptos.

- + Ingresos
- Depreciación
- Intereses
-
- Utilidad antes de impuestos
- Impuestos
-
- Utilidad después de impuestos
- + Depreciación
- Pago d capital
-
- Flujo neto de efectivo**

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



Para este estudio no se consideran los conceptos por intereses ni pago a capital debido a que no se solicita un préstamo a institución bancaria.

TABLA 6.8. FLUJO NETO DE EFECTIVO

TIEMPO AÑOS	FLUJO NETO DE EFECTIVO USD
0	\$ (9,066,763)
1	\$ 2,568,156
2	\$ 2,568,156
3	\$ 2,568,156
4	\$ 2,568,156
5	\$ 2,568,156
6	\$ 2,568,156
7	\$ 2,568,156
8	\$ 2,568,156
9	\$ 2,568,156
10	\$ 2,568,156
11	\$ 2,568,156
12	\$ 2,568,156
13	\$ 2,568,156
14	\$ 2,568,156
15	\$ 2,568,156
16	\$ 2,568,156
17	\$ 2,568,156
18	\$ 2,568,156
19	\$ 2,568,156
20	\$ 2,568,156

**6.8 Valor presente neto (VPN).**

Valor presente neto. Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Para este estudio la tasa de descuento considerada es del 10%.

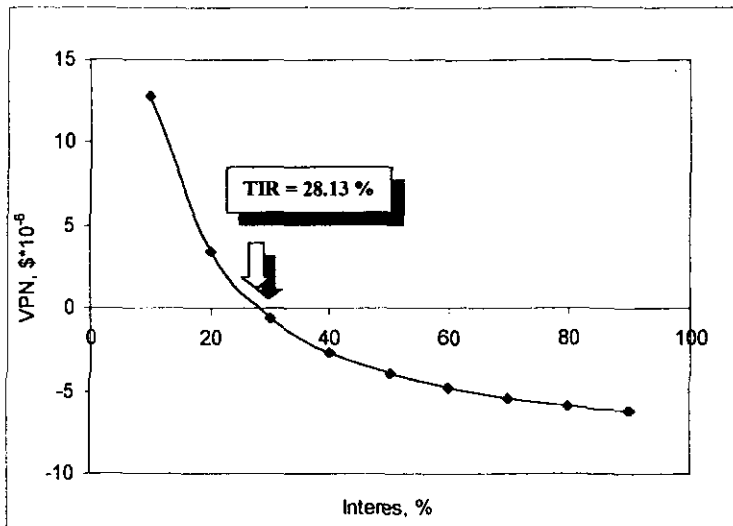
TABLA 6.9 VALOR PRESENTE NETO

ANO	FNE USD	VPN, USD
0	\$ (9,066,763)	\$ (9,066,763)
1	\$ 2,568,156	\$ 2,334,687
2	\$ 2,568,156	\$ 2,122,443
3	\$ 2,568,156	\$ 1,929,494
4	\$ 2,568,156	\$ 1,754,085
5	\$ 2,568,156	\$ 1,594,623
6	\$ 2,568,156	\$ 1,449,657
7	\$ 2,568,156	\$ 1,317,870
8	\$ 2,568,156	\$ 1,198,064
9	\$ 2,568,156	\$ 1,089,149
10	\$ 2,568,156	\$ 990,135
11	\$ 2,568,156	\$ 900,123
12	\$ 2,568,156	\$ 818,294
13	\$ 2,568,156	\$ 743,903
14	\$ 2,568,156	\$ 676,276
15	\$ 2,568,156	\$ 614,796
16	\$ 2,568,156	\$ 558,906
17	\$ 2,568,156	\$ 508,096
18	\$ 2,568,156	\$ 461,905
19	\$ 2,568,156	\$ 419,914
20	\$ 2,568,156	\$ 381,740
Total	\$ 42,296,357	\$ 12,797,397



6.9 Tasa interna de retorno (TIR)

TIR. Es la tasa de descuento que hace el VPN sea igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

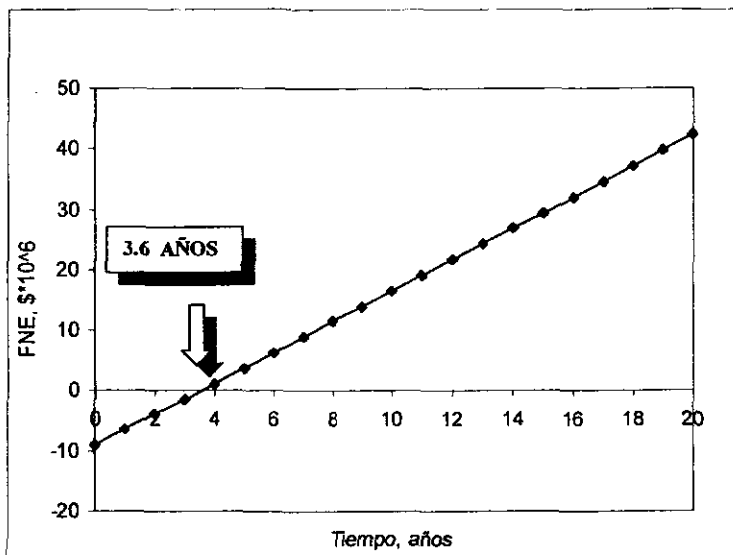


GRAFICA 6.1 VPN VS. INTERES



6.10 Periodo de recuperación

Periodo de recuperación de la inversión. Considerado con el tiempo en el cual se recupera la inversión realizada en dicho proyecto



GRAFICA 6.2 FLUJO NETO DE EFECTIVO VS. TIEMPO



CAPITULO 7

ANALISIS DE RESULTADOS



Soportado en la realización de un mejoramiento integral de la sección de fraccionamiento de la planta FCC, así como de la simulación de cada una de las alternativas propuestas utilizando el simulador de procesos HYSIM, se obtuvieron resultados por demás satisfactorios que hacen posible su implantación.

Es importante mencionar que su aplicación es posible en cuando menos 6 unidades existentes en el sistema nacional de refinación y por consiguiente representa un tema selecto y de gran interés.

La descripción global de los requerimientos a realizar en esta sección de fraccionamiento, como consecuencia de un análisis de resultados, se indican a continuación y los cuales podemos constatar y visualizar con mayor amplitud en los capítulos 5 y 6 del presente estudio.

1. Con la finalidad de obtener una nafta ligera que permita una mayor formulación de gasolina premium, así como la extracción de un corte de nafta pesada para sustituir el aceite esponja (ACL) en el absorbedor secundario, se requiere cambiar los platos existentes 7, 8 y 9 de la columna fraccionadora principal por empaque estructurado de alta eficiencia, esta sección equivale a 2286 mm de altura de este interno. Adicionalmente se requiere de la modificación del plato 6 a plato de extracción. Como equipo complementario, se considera un agotador de nafta pesada de 10 platos con suministro de vapor de agotamiento, su equipo de bombeo y la debida instrumentación.
2. Como parte sobresaliente para eficientar la recuperación de ligeros, es importante disminuir la temperatura de la gasolina debutanizada que se utiliza en el absorbedor primario (3-E) de 16°C a 10°C. Lo anterior, implica mejorar el funcionamiento del paquete de agua helada a base de eyectores que se encarga de enfriar la gasolina utilizada.
3. Para garantizar el adecuado fraccionamiento de los butanos y demás ligeros contenidos en la gasolina, se recomienda incrementar la temperatura en los fondos de la columna debutanizadora (5-E) a 160°C así como, el reflujo del domo a 26375 BPD.
4. La separación de propano-propileno de butanos-butilenos se lleva a cabo en la columna depropanizadora (6-E), la cual requiere incrementar su temperatura en el fondo a



100°C, incluyendo su reflujo superior a 16879 BPD, con la finalidad de garantizar un fraccionamiento apropiado de estas corrientes.

5. La factibilidad de obtener propileno grado polimero en la planta FCC, trae consigo una serie de requerimientos como:
 - a) **Separador C3-C3=**. Sustituir los internos de la sección de rectificación del splitter de propano-propileno por empaque estructurado de alta eficiencia. Lo anterior implica el cambio de 83 platos por 40589 mm de empaque, lo cual permite incrementar 60 etapas teóricas empleando la misma sección.
 - b) **Hidrogenación selectiva**, que tiene como objetivo saturar una de las dos dobles ligaduras del propadieno, así como una de las tres ligaduras de compuestos acetilénicos (metil acetilénico $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$).
 - c) **Sección de eliminación de COS**. Consiste básicamente en una disminución de COS de un valor típico de 30 ppm a valores del orden de 3 ppm, para lo cual se requiere de una mezcla de monoetanol amina (MEA) y sosa (NaOH), llevándose a cabo la retención del COS por la hidrólisis del mismo ($\text{COS} + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$). En esta reacción el MEA funciona como catalizador para acelerar la hidrólisis del COS en H_2S y CO_2 .
 - d) **Ajuste del COS, H_2S y agua**. Este ajuste se puede realizar empleando mallas moleculares o bien alúminas activadas, en el cual se retiene por adsorción el COS.
 - e) **Eliminación de fosfina y arsina**. Es necesario pasar el propileno por una columna empacada en la que se tienen óxidos de metales alcalinos los cuales retienen en forma selectiva estos contaminantes. Es importante señalar que este medio de adsorción no es regenerable, por lo que una vez que pierde su capacidad de retención de contaminantes debe ser cambiado.

6. La obtención de un corte de pentanos isoamilenos par utilizarlos en la producción de teramil metil eter (TAME) es posible al incluir una columna de destilación con todos sus periféricos para fraccionar la gasolina debutanizada.



La estimación económica de las seis implantaciones resumidas reportan una inversión de \$9,066,762.87 USD, lo cual presenta una incertidumbre de $\pm 25\%$.

Como resultado de las adecuaciones indicadas, se describen en forma resumida los siguientes beneficios:

- Se obtienen 14,845 BPD de nafta ligera con menor contenido de azufre (0.17% peso) y una TFE de 185°C.
- Se disminuye el contenido de propano propileno en la corriente de gas seco de 5.68 % vol a 0.64 % vol.
- Se disminuye el contenido de etano en la corriente de propano-propileno de 1% vol. a 0.07 % vol.
- Se disminuye la concentración de pentanos y más pesados en la corriente de butano-butileno de 5% vol. a 2% vol.
- Se disminuye la concentración de propano-propileno en la corriente butano-butileno de 4 % vol. a 1.51 % vol.
- Se obtiene propileno grado polímero con una pureza del 99.5 % vol.

Es importante señalar que el efficientar en forma integral la sección de fraccionamiento de la planta FCC, permite la obtención de productos de mayor calidad y por consiguiente de mayor valor agregado. Estos beneficios se cuantifican en \$ 7,445,363.35 USD/año.

De la revisión de los equipos principales (bombas, intercambiadores y columnas) no presentan problema alguno, para llevar a cabo las diversas alternativas que se plantean.

La evaluación económica nos permite visualizar la rentabilidad de este proyecto ya que se tiene un periodo de recuperación de 3.6 años TIR de 28.13%, haciendo la aclaración que se tiene un margen de error de $\pm 25\%$.



CAPITULO 8

CONCLUSIONES



La actualización tecnológica de diversos procesos que constituyen los diferentes centros de refinación de México, son indispensables para eficientar su funcionamiento, proporcionar mayor flexibilidad operativa y atender los nuevos requerimientos de productos que el mercado exige.

El caso específico de la presente tesis, se basa en proporcionar una serie de propuestas enfocadas a mejorar la recuperación de productos y el funcionamiento integral de la sección de fraccionamiento de la planta de Desintegración Catalítica Fluida (FCC). Conviene mencionar que la diversidad de alternativas de mejora son múltiples y solo se atendieron las que se consideran con mayor impacto e importancia de acuerdo a la situación actual de estas plantas y a los requerimientos de productos.

Bajo esta perspectiva, a continuación se resumen las propuestas evaluadas técnica y económicamente para su implantación.

➤ *Obtención de un corte selecto de gasolina para maximizar la producción de gasolina premium.*

Las especificaciones en la formulación de gasolina premium indican que se debe cumplir con un número de octano de 93 y un contenido de azufre máximo de 0.17% peso. La obtención del corte de gasolina actual (TIE = 42°C, TFE = 211°C) en la planta FCC, contiene valores superiores a 0.20% peso de azufre lo cual limita su utilización para esta formulación. De acuerdo a estudios experimentales sobre determinación de azufre a diferentes volúmenes de este corte, resulto que del 85% vol. al 100% vol. se encuentra la mayor concentración de azufre, lo cual vislumbra la factibilidad de separarlo para emplear la mayor parte del corte para la obtención de gasolina premium. Para ello se realizó el análisis técnico de los requerimientos en la columna fraccionadora principal (1-E), resultando la sustitución de los platos 7, 8 y 9 por empaque estructurado de alta eficiencia, habilitar un plato de extracción en lugar del plato 6 e instalar un agotador de nafta pesada.



- *Incrementar la eficiencia de recuperación de propano-propileno en el absorbedor secundario (4-E).*

Actualmente el absorbedor secundario utiliza como disolvente aceite esponja (aceite cíclico ligero) permitiendo que 103.3 BPD adicionales de propano-propileno salga con el gas tratado. De acuerdo al análisis de información de recientes tecnologías, se recomienda la utilización de un corte de gasolina pesada (mucho más ligera que el aceite esponja), con la cual se obtiene una mayor recuperación de propano-propileno.

Con la finalidad de evaluar esta alternativa, se utilizó el corte de nafta pesada indicada en el punto anterior en sustitución del aceite esponja, logrando resultados satisfactorios al disminuir a 0.64 % vol. el contenido de propano-propileno en el gas combustible.

- *Eficientar la recuperación de licuables en el absorbedor-agotador primario.*

Para recuperar una carga con menos contenido de licuables al absorbedor secundario, se realizaron una serie de simulaciones para proporcionar las condiciones óptimas de operación para lograr este objetivo. Los resultados obtenidos, indican que se debe disminuir la temperatura de la gasolina debutanizada que es empleada como disolvente en el absorbedor primario de 16°C a 10°C.

- *Garantizar el adecuado fraccionamiento de los ligeros contenidos en la gasolina.*

Para ello se recomienda incrementar la temperatura en los fondos de la columna debutanizadora (5-E) a 160°C así como, el reflujo del domo a 26375 BPD.

- *Eficientar la separación de propano-propileno de butanos-butilenos*

Esta se lleva a cabo en la columna depropanizadora (6-E), para ello se requiere incrementar su temperatura en el fondo a 100°C, incluyendo su reflujo superior a 16879 BPD, con la finalidad de garantizar un fraccionamiento apropiado de estas corrientes.



➤ *Obtención de propileno grado polímero.*

Uno de los problemas significativos de todos los centros de refinación y específicamente en la sección de fraccionamiento de las plantas FCC, es la comercialización de propileno. El propileno industrial que se obtiene actualmente con 95 % pureza, se utiliza como carga para la obtención de acrilonitrilo y la saturación del mercado a nivel internacional de este producto ha originado el cierre parcial de las plantas existentes, por lo que el destino del propileno se encuentra muy limitado. Las restricciones en la especificación de gas licuado de petróleo (LPG) no permiten la inclusión del propileno en cantidades importantes, principalmente por cuestiones ecológicas. Por ello, la factibilidad de obtener propileno grado polímero es una alternativa sensata y efectiva para incrementar el margen de comercialización y a un mayor precio.

Para ello es necesario sustituir los internos de la sección de rectificación del separador propano-propileno por empaque estructurado de alta eficiencia, adicionar una serie de paquetes que permiten garantizar un propileno libre de contaminantes y dentro de las especificaciones señaladas, como son la hidrogenación selectiva, una sección de eliminación de sulfuro de carbonilo (COS,) ajustar el COS, ácido sulfhídrico (H_2S) y agua, y finalmente la eliminación de fosfina y arsina.

Con ello, se podrá comercializar el propileno grado polímero a 23.88USD/B.

➤ *Enfocados a la mayor producción de gasolina mediante la obtención de productos oxigenados como metil-ter-amil-eter (TAME), la gasolina catalítica dispone de un contenido de pentanos -isoamilenos que se utilizan como carga a la planta TAME.*

La alternativa de separarlos mediante un sistema de destilación es la mas apropiada y se dispone de unidades operando actualmente con este fin. Por lo anterior, se determinó mediante simulación los requerimientos de equipos como la columna principal incluyendo los periféricos para obtener el corte de pentanos-isoamilenos.



En conclusión es factible mejorar la operación actual de la sección de fraccionamiento de plantas FCC existentes, mediante la implantación integral de las propuestas expuestas, lo cual es factible realizar mediante una inversión global de \$9'066,762.87 USD, lo cual redituará un ingreso adicional de \$ 7,445,363.35 USD/año por la recuperación y purificación adicional de productos. La evaluación económica indica una TIR de 28.13 %, y un periodo de recuperación de 3.6 años lo cual hace atractiva esta perspectiva.

Es importante mencionar que todas las propuestas evaluadas están debidamente soportadas por la utilización del simulador de procesos HYSIM, los criterios técnicos de proveedores de equipos, internos de columnas y paquetes de purificación, así como por la bibliografía especializada que se analizó.

Asimismo que la metodología utilizada para desarrollar este trabajo aplica satisfactoriamente para efectuar estudios similares, la cual es factible de consultar en los capítulos anteriores.



CAPITULO 9

BIBLIOGRAFIA



9. BIBLIOGRAFIA

- 1 John Black, Jon Petrunia, Robert T. Powell
MAXIMISING DISTILLATE PRODUCTION FROM THE FCC UNIT
Petroleum Technology Quarterly
Summer 1998
- 2 Lark Chapin, Warren S. Letzsch and Timothy E. Swaty
PETROCHEMICAL OPTIONS FROM DEEP CATALYTIC CRACKING AND THE FCCU
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 15-17 1998.
- 3 Bud Dahlstrom, Kevin Ham, Myron Becker, Tom Hunk, Larry Lacijan, and Tom Lorsbach
FCC REACTOR REVAMP PROJECT EXECUTION AND BENEFITS
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 4 Dilip J. Dharia, William H. And Joseph L. Ross.
FCC MODIFICATIONS AND THEIR IMPACT ON YIELDS AND ECONOMICS
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 5 Mrk Doran and Dave Harpham
REMOVAL OF TRACE H₂S AND COS FROM LIQUID STREAMS
Petroleum Technology Quarterly
Autumn 1996
- 6 R. M. Foley, K. L. Rock, A. Bakshi, W. Broten, G. Gildert, D. Weidert and T. McQuirk
CATALYTIC DISTILLATION TO ENHANCE GASOLINA QUALITY: PART II
Petroleum Technology Quarterly
Summer 1998
- 7 J. H. Gary, G. E. Handwerk
CRAQUEO CATALITICO
Refino del Petróleo
España 1980
- 8 R.J. Glendinning, T. Y. Chan, Licensing and C. D. Fochtman.
RECENT ADVANCES IN FCC TECHNOLOGY MAXIMIZE UNIT PROFITABILITY
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 9 S. W. Golden, G. R. Martin and A. W. Sloley
FCC MAIN FRACTIONATOR REVAMPS (STRUCTURED PACKING CAN INFLUENCE
UNIT PRESSURE PROFILES AND INCREASE CAPACITY)
Hydrocarbon Processing
March 1993



- 10 S. W. Golden, A. W. Sloley and B. Fleming.
REVAMPING FCC MAIN FRACTIONATOR ENERGY SYSTEMS (OPTIMIZING HEAT INTEGRATION WITH GAS PLANT REBOILERS WILL INCREASE PRODUCT PURITY AND ENERGY SAVINGS).
Hydrocarbon Processing
November 1993
- 11 S. G. Hall, T. P. Pignisty and A. H. Northup.
USE PROCESS INTEGRATION TO IMPROVE FCC/VRU DESIGN (PINCH ANALYSIS TOOLS MEASURE DESIGN EFFICIENCY AND SUGGEST IMPROVEMENTS)
Hydrocarbon Processing
March 1995
- 12 E. L. Hartman and D. W. Hanson.
FCCU MAIN FRACTIONATOR REVAMP FOR CARB GASOLINE PRODUCTION (HERE IS ONE REFINER'S EXPERIENCE WITH MAJOR PROJECT TO PRODUCE CLEAN GASOLINE)
Hydrocarbon Processing
February 1998
- 13 Instituto Mexicano del Petróleo
ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS PARA LA SEPARACIÓN DE NAFTA PESADA DE LA PLANTA FCC. REFINERÍA "ING. M. AMOR", SALAMANCA, GTO.
EOD-8205-2
Mayo de 1997.
- 14 Instituto Mexicano del Petróleo
ESTUDIOS SOBRE LAS ALTERNATIVAS DE PURIFICACIÓN PARA OBTENER PROPANO GRADO POLÍMERO, UTILIZANDO COMO CORRIENTE DE ALIMENTACIÓN PROPANO-PROPILENO DE LA PLANTA FCC.
Febrero 1994
- 15 IMP-PEMEX
EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN LA INDUSTRIA DE REFINACIÓN DEL PETRÓLEO
Septiembre 1998.
- 16 William A. Kelly, Larry Hunt, Xinjin Zhao.
FCC UNIT SHORT CONTACT TIME OBSERVATIONS
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 17 Daniel A. Kauff, David B. Bartholic, Chris A. Steves and Mark R. Keim.
SUCCESSFUL APPLICATION OF THE MSCC PROCESS
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 18 R. E. Palmer, Sachin Nijhanwan, and Debra Andrzejewski.
A FINANCIAL ANALYSIS FOR THE RECOVERY OF HIGH PURITY PROPYLENE FROM REFINERY LPG.
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 15-17 1998.

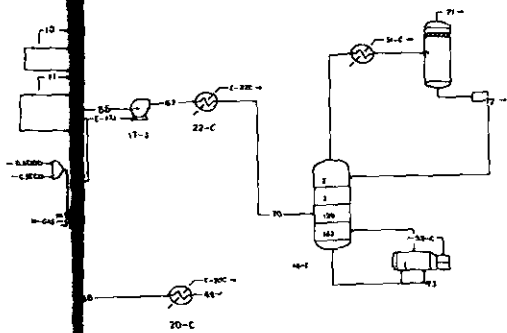
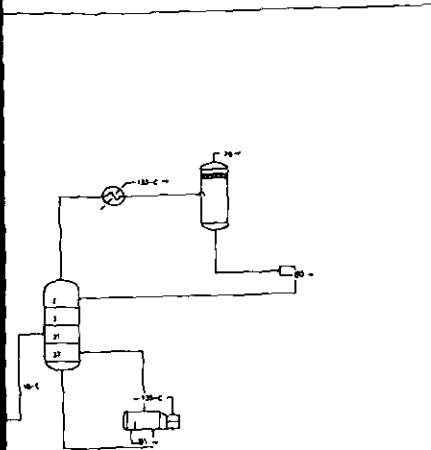


- 19 Stephen K. Pavel, Frank J. Elvin,
NEW FCC DEMET PROCESS TO PRODUCE DENETALLIZED SPENT CATALYST WITH
HIGH ACTIVITY AND LOW HYDROTHERMAL DEACTIVATION RATES
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 20 Petroleos Mexicanos
MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA CATALITICA F.C.C.
Tula, Hgo. 1983
- 21 Terence Poles, Dennis R. Anderson, Michael Durilla, Ronald Heck, Jeffrey Hoke, Ray Ober and
Wayne Rudy.
PREM AIR CATALYST SYSTEMS: A NEW APPROACH TO CLEAN AIR
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 22 J. A. Reid and D. R. McPhaul.
CONTROL CONTAMINANTS IN OLEFIN FEEDSTOCKS AND PRODUCTS (NEW
TECHNOLOGIES SELECTIVELY REMOVE PROBLEMATIC COMPOUNDS).
Hydrocarbon Processing
September 1996
- 23 D.F. Shaw, R. E. Walter, and S. Zaczepinski.
FCC RELIABILITY MECHANICAL INTEGRITY
National Petroleum Refiners Association
Annual Meeting March 17-19 1996.
- 24 Andrew W. Sloley and Scott W. Golden
POLYMER GRADE PROPYLENE FROM C3's
Hydrocarbon Technology International Quarterly
Spring 1995
- 25 SULZER
REHABILITACION DE LAS TORRES FRACCIONADORAS FCC DE SALAMANCA Y
TULA
Marzo 1997
- 26 Baca Urbina, Gabriel
EVALUACION DE PROYECTOS
Tercera Edición
Mc Graw Hill
Septiembre 1998



ANEXO

SIMULACION INTEGRAL DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA



D NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE QUIMICA

INTEGRACION CATALITICA (FCC)
 AMIENTO, SECCION DE RECUPERACION
 EPARADOR PROPANO PROPILENO
 MEJORAS OPERATIVAS



BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

Corriente		1	2	3	4
Fraccion vapor		1.0000	1.0000	0.1073	1.0000
Temperatura	C	511.2	280.0	165.0	280.0
Presión	kg/cm2_g	1.8	5.0	10.5	5.0
Flujo molar	kgmol/h	2621	111	582	56
Flujo másico	kg/h	220448	2000	71565	1000
Flujo vol_liq	barri/día	45352	303	13447	151
Flujo std_gas	STD_m3/h	61972	2625	13767	1312
Peso molecular		84.11	18.02	122.91	18.02
Energia	kcal/h	7.09E+07	4.91E+05	2.54E+06	2.45E+05
Entalpia molar	kcal/kgmol	27056	4420	4371	4420
Entropia	kcal/kgmol-C	87	43	51	43
Cp_másico	kcal/kg-C	0.7124	0.4859	0.5700	0.4859
Densidad	kg/m3	3.6073	2.3572	247.5043	2.3572
Factor Z		0.9934	0.9832	---	0.9832
Hidrógeno	fracción mol	0.0198	0.0000	0.0006	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0204	0.0000	0.0012	0.0000
Metano	fracción mol	0.0647	0.0000	0.0120	0.0000
CO2	fracción mol	0.0048	0.0000	0.0027	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0299	0.0000	0.0215	0.0000
Etano	fracción mol	0.0303	0.0000	0.0339	0.0000
H2S	fracción mol	0.0284	0.0000	0.0514	0.0000
Propileno	fracción mol	0.0793	0.0000	0.0259	0.0000
Propano	fracción mol	0.0317	0.0000	0.0087	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0348	0.0000	0.0042	0.0000
n-Butano	fracción mol	0.0195	0.0000	0.0020	0.0000
1-Buteno	fracción mol	0.0079	0.0000	0.0008	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.0297	0.0000	0.0032	0.0000
tr2-Buteno	fracción mol	0.0288	0.0000	0.0027	0.0000
cis2-Buteno	fracción mol	0.0161	0.0000	0.0016	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0184	0.0000	0.0060	0.0000
1-Penteno	fracción mol	0.0034	0.0000	0.0010	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0064	0.0000	0.0020	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0098	0.0000	0.0026	0.0000
2M-13-C4==	fracción mol	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0192	0.0000	0.0050	0.0000
cis2-Penteno	fracción mol	0.0108	0.0000	0.0028	0.0000
2M-2-buteno	fracción mol	0.0286	0.0000	0.0070	0.0000
1-tr3-C5==	fracción mol	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
1-ci3-C5==	fracción mol	0.0136	0.0000	0.0029	0.0000
22-Mbutano	fracción mol	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0038	0.0000	0.0008	0.0000
4M-1-penteno	fracción mol	0.0010	0.0000	0.0002	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0012	0.0000	0.0001	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0013	0.0000	0.0002	0.0000
23M-13-C4==	fracción mol	0.0060	0.0000	0.0006	0.0000
23M-1-buteno	fracción mol	0.0056	0.0000	0.0008	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

2M-3Eptano	fracción mol	0.0125	0.0000	0.0019	0.0000
2M1C5=	fracción mol	0.0270	0.0000	0.0032	0.0000
2M-2-penteno	fracción mol	0.0199	0.0000	0.0019	0.0000
Mciclopentano	fracción mol	0.0227	0.0000	0.0021	0.0000
1Mcicpenteno	fracción mol	0.0123	0.0000	0.0011	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0099	0.0000	0.0042	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0068	0.0000	0.0035	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0099	0.0000	0.0008	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0127	0.0000	0.0011	0.0000
3Mcicpenteno	fracción mol	0.0145	0.0000	0.0014	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0070	0.0000	0.0009	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0275	0.0000	0.0032	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0071	0.0000	0.0038	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0073	0.0000	0.0015	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0066	0.0000	0.0025	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0129	0.0000	0.0057	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0049	0.0000	0.0022	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0107	0.0000	0.0059	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0021	0.0000	0.0019	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0123	0.0000	0.0230	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0116	0.0000	0.0322	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0073	0.0000	0.0362	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0079	0.0000	0.1273	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0058	0.0000	0.1142	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0045	0.0000	0.0816	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0025	0.0000	0.0553	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0010	0.0000	0.0132	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0015	0.0000	0.0024	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	1.0000	0.0013	1.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0055	0.0000	0.0670	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0035	0.0000	0.0675	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0042	0.0000	0.0632	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0102	0.0000	0.0505	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0101	0.0000	0.0094	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0104	0.0000	0.0014	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0101	0.0000	0.0002	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0092	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0084	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0078	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0081	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0067	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0057	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0028	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0071	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

	5	6	7	8
Corriente				
Fracción vapor	1.0000	1.0000	0.0003	1.0000
Temperatura C	280.0	197.1	198.7	259.6
Presión kg/cm ² g	5.0	1.5	1.5	1.5
Flujo molar kgmol/h	56	133	614	91
Flujo másico kg/h	1000	11151	87357	6424
Flujo vol líq barril/día	151	2083	15923	1081
Flujo std_gas STD_m3/h	1312	3148	14513	2146
Peso molecular	18.02	83.76	142.32	70.78
Energía kcal/h	2.45E+05	1.50E+06	4.51E+06	1.01E+06
Entalpia molar kcal/kgmol	4420	11283	7346	11090
Entropia kcal/kgmol-C	43	65	59	62
Cp_másico kcal/kg-C	0.4859	0.5094	0.6059	0.5173
Densidad kg/m ³	2.3572	5.4250	670.8959	4.0963
Factor Z	0.9832	0.9616		0.9786
Hidrógeno fracción mol	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
Nitrógeno fracción mol	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001
Metano fracción mol	0.0000	0.0011	0.0002	0.0007
CO2 fracción mol	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
Etileno fracción mol	0.0000	0.0009	0.0002	0.0006
Etano fracción mol	0.0000	0.0011	0.0002	0.0007
H2S fracción mol	0.0000	0.0014	0.0003	0.0008
Propileno fracción mol	0.0000	0.0051	0.0011	0.0028
Propano fracción mol	0.0000	0.0022	0.0005	0.0012
i-Butano fracción mol	0.0000	0.0038	0.0008	0.0019
n-Butano fracción mol	0.0000	0.0025	0.0006	0.0012
1-Buteno fracción mol	0.0000	0.0009	0.0002	0.0005
i-Buteno fracción mol	0.0000	0.0035	0.0008	0.0017
tr2-Buteno fracción mol	0.0000	0.0037	0.0008	0.0017
cis2-Buteno fracción mol	0.0000	0.0022	0.0005	0.0010
3M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001
i-Pentano fracción mol	0.0000	0.0039	0.0008	0.0016
1-Penteno fracción mol	0.0000	0.0007	0.0001	0.0003
2M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0014	0.0003	0.0006
n-Pentano fracción mol	0.0000	0.0023	0.0005	0.0009
2M-13-C4== fracción mol	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
tr2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0046	0.0010	0.0019
cis2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0026	0.0006	0.0011
2M-2-buteno fracción mol	0.0000	0.0067	0.0015	0.0027
1-tr3-C5== fracción mol	0.0000	0.0002	0.0000	0.0001
1-ci3-C5== fracción mol	0.0000	0.0039	0.0009	0.0017
22-Mbuteno fracción mol	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Cyclopenteno fracción mol	0.0000	0.0011	0.0003	0.0005
4M-1-penteno fracción mol	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001
1-ci3-MCC5 fracción mol	0.0000	0.0006	0.0002	0.0003
Cyclopentano fracción mol	0.0000	0.0004	0.0001	0.0002
23M-13-C4== fracción mol	0.0000	0.0025	0.0006	0.0010
23M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0019	0.0004	0.0008
2M-3Epentano fracción mol	0.0000	0.0083	0.0037	0.0038
2M1C5= fracción mol	0.0000	0.0099	0.0023	0.0039
2M-2-penteno fracción mol	0.0000	0.0081	0.0020	0.0032



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciclopentano	fracción mol	0.0000	0.0096	0.0024	0.0040
1Mcicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0056	0.0015	0.0024
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0105	0.0069	0.0038
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0080	0.0056	0.0028
1-tr3-MCCS	fracción mol	0.0000	0.0051	0.0016	0.0023
n-Heptano	fracción mol	0.0000	0.0067	0.0022	0.0028
3Mcicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0060	0.0015	0.0025
223-Mpentano	fracción mol	0.0000	0.0043	0.0018	0.0020
Tolueno	fracción mol	0.0000	0.0163	0.0064	0.0082
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0085	0.0060	0.0029
n-Octano	fracción mol	0.0000	0.0055	0.0028	0.0023
E-Benceno	fracción mol	0.0000	0.0064	0.0041	0.0027
m-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0137	0.0092	0.0054
p-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0052	0.0035	0.0021
o-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0127	0.0092	0.0047
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0035	0.0028	0.0009
n-Pbenceno	fracción mol	0.0000	0.0316	0.0323	0.0064
2-Mnonano	fracción mol	0.0000	0.0404	0.0443	0.0058
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0374	0.0482	0.0039
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0765	0.1574	0.0059
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0491	0.1370	0.0091
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0342	0.0977	0.0094
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0206	0.0656	0.0044
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0029	0.0152	0.0056
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0003	0.0027	0.0095
H2O	fracción mol	1.0000	0.3871	0.0013	0.5939
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0449	0.0838	0.0042
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0284	0.0808	0.0061
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0184	0.0739	0.0181
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0103	0.0581	0.0611
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0013	0.0107	0.0517
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0015	0.0388
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0002	0.0271
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0177
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0113
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0073
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

		9	10	11	12
Corriente					
Fraccion vapor		0.0000	0.0003	0.0011	1.0000
Temperatura	C	262.3	341.4	359.3	514.0
Presión	kg/cm ² _g	1.5	1.6	1.6	1.8
Flujo molar	kgmol/h	284	171	898	393
Flujo másico	kg/h	51749	40934	238419	7081
Flujo vol_liq	barril/día	8249	6000	34000	1071
Flujo std_gas	STD_m3/h	6706	4046	21238	9294
Peso molecular		182.46	239.19	265.43	18.02
Energía	kcal/h	3.29E+06	4.08E+06	2.57E+07	2.57E+06
Entalpia molar	kcal/kgmol	11600	23865	28593	6551
Entropia	kcal/kgmol-C	73	112	128	48
Cp_másico	kcal/kg-C	0.6021	0.6286	0.6307	0.5166
Densidad	kg/m ³	752.7507	769.3975	753.5414	0.7666
Factor Z		0.0137 ---	---		0.9976
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.0002	0.0003	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
H2S	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000
Propileno	fracción mol	0.0009	0.0008	0.0001	0.0000
Propano	fracción mol	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0006	0.0005	0.0001	0.0000
n-Butano	fracción mol	0.0004	0.0003	0.0001	0.0000
1-Buteno	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.0005	0.0004	0.0001	0.0000
tr2-Buteno	fracción mol	0.0006	0.0004	0.0001	0.0000
cis2-Buteno	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0005	0.0004	0.0001	0.0000
1-Penteno	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000
2M-13-C4==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0006	0.0004	0.0001	0.0000
cis2-Penteno	fracción mol	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000
2M-2-buteno	fracción mol	0.0009	0.0006	0.0001	0.0000
1-tr3-C5==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-C5==	fracción mol	0.0005	0.0004	0.0001	0.0000
22-Mbutano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
4M-1-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
23M-13-C4==	fracción mol	0.0003	0.0002	0.0001	0.0000
23M-1-buteno	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
2M-3Epentano	fracción mol	0.0013	0.0007	0.0003	0.0000
2M1C5=	fracción mol	0.0013	0.0008	0.0002	0.0000
2M-2-penteno	fracción mol	0.0010	0.0006	0.0002	0.0000



Meciclopentano	fracción mol	0.0013	0.0008	0.0003	0.0000
1Mecicpenteno	fracción mol	0.0008	0.0005	0.0002	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0014	0.0007	0.0003	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0011	0.0005	0.0002	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0008	0.0004	0.0002	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0009	0.0005	0.0002	0.0000
3Mecicpenteno	fracción mol	0.0008	0.0005	0.0002	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0007	0.0004	0.0002	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0028	0.0015	0.0007	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0011	0.0005	0.0003	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0008	0.0004	0.0002	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0010	0.0005	0.0003	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0021	0.0010	0.0005	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0008	0.0004	0.0002	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0019	0.0009	0.0005	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0030	0.0013	0.0007	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0026	0.0010	0.0005	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0019	0.0007	0.0004	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0037	0.0010	0.0006	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0081	0.0011	0.0008	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0098	0.0011	0.0008	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0036	0.0004	0.0003	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0065	0.0002	0.0002	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0159	0.0004	0.0003	0.0000
H2O	fracción mol	0.0012	0.0012	0.0058	1.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0029	0.0008	0.0006	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0057	0.0007	0.0005	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0218	0.0011	0.0008	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0959	0.0033	0.0026	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.1060	0.0042	0.0032	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.1065	0.0056	0.0044	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.1000	0.0074	0.0056	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0892	0.0097	0.0068	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0786	0.0135	0.0084	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0711	0.0209	0.0113	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0715	0.0391	0.0181	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0559	0.0610	0.0258	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0462	0.1054	0.0456	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0331	0.1490	0.0727	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0162	0.1468	0.0877	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0058	0.0987	0.0752	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0025	0.0805	0.0833	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0025	0.1512	0.2261	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0004	0.0492	0.1262	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0001	0.0169	0.0819	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0077	0.0965	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

	13	14	15	16
Corriente				
Fracccion vapor	1.0000	1.0000	0.0000	0.0019
Temperatura C	511.2	38.0	38.0	184.9
Presión kg/cm2_g	1.8	1.2	1.2	1.5
Flujo molar kgmol/h	3014	1364	1024	536
Flujo másico kg/h	227529	56962	91405	77206
Flujo vol_liq barril/dia	46423	15723	18904	13991
Flujo std_gas STD_m3/h	71266	32251	24209	12678
Peso molecular	75.49	41.76	89.28	143.99
Energía kcal/h	7.35E+07	4.52E+06	-1.55E+06	3.26E+06
Entalpia molar kcal/kgmol	24382	3311	-1516	6072
Entropia kcal/kgmol-C	83	42	24	56
Cp_másico kcal/kg-C	0.7061	0.3948	0.4809	0.5887
Densidad kg/m3	3.2330	3.6296	719.9865	617.4500
Factor Z	0.9949 ---		0.0105 ---	
Hidrógeno fracción mol	0.0172	0.0383	0.0001	0.0000
Nitrógeno fracción mol	0.0177	0.0395	0.0001	0.0000
Metano fracción mol	0.0563	0.1286	0.0012	0.0000
CO2 fracción mol	0.0042	0.0102	0.0003	0.0000
Etileno fracción mol	0.0260	0.0650	0.0023	0.0000
Etao fracción mol	0.0264	0.0701	0.0036	0.0000
H2S fracción mol	0.0247	0.0723	0.0055	0.0000
Propileno fracción mol	0.0690	0.1465	0.0226	0.0000
Propano fracción mol	0.0276	0.0572	0.0099	0.0000
i-Butano fracción mol	0.0303	0.0519	0.0224	0.0000
n-Butano fracción mol	0.0170	0.0263	0.0160	0.0000
1-Buteno fracción mol	0.0069	0.0113	0.0057	0.0000
i-Buteno fracción mol	0.0259	0.0427	0.0211	0.0000
tr2-Buteno fracción mol	0.0250	0.0383	0.0242	0.0000
cis2-Buteno fracción mol	0.0140	0.0208	0.0143	0.0000
3M-1-buteno fracción mol	0.0014	0.0018	0.0020	0.0000
i-Pentano fracción mol	0.0160	0.0182	0.0263	0.0000
1-Pentano fracción mol	0.0030	0.0034	0.0048	0.0000
2M-1-buteno fracción mol	0.0056	0.0059	0.0096	0.0000
n-Pentano fracción mol	0.0085	0.0082	0.0157	0.0000
2M-13-C4== fracción mol	0.0005	0.0005	0.0008	0.0000
tr2-Penteno fracción mol	0.0167	0.0159	0.0310	0.0000
cis2-Penteno fracción mol	0.0094	0.0088	0.0175	0.0000
2M-2-buteno fracción mol	0.0249	0.0224	0.0472	0.0000
1-tr3-C5== fracción mol	0.0006	0.0005	0.0012	0.0000
1-ci3-C5== fracción mol	0.0118	0.0096	0.0236	0.0000
22-Mbutano fracción mol	0.0002	0.0001	0.0004	0.0000
Cyclopenteno fracción mol	0.0033	0.0028	0.0066	0.0000
4M-1-penteno fracción mol	0.0009	0.0006	0.0020	0.0000
1-ci3-MCC5 fracción mol	0.0011	0.0002	0.0029	0.0001
Cyclopentano fracción mol	0.0011	0.0008	0.0024	0.0000
23M-13-C4== fracción mol	0.0052	0.0023	0.0126	0.0001
23M-1-buteno fracción mol	0.0049	0.0028	0.0110	0.0000
2M-3Epentano fracción mol	0.0109	0.0010	0.0307	0.0022
2M1C5= fracción mol	0.0235	0.0117	0.0552	0.0002
2M-2-penteno fracción mol	0.0173	0.0069	0.0426	0.0002



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciopentano	fracción mol	0.0197	0.0076	0.0490	0.0003
1Mciopenteno	fracción mol	0.0107	0.0037	0.0271	0.0003
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0086	0.0003	0.0244	0.0053
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0059	0.0002	0.0168	0.0044
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0086	0.0018	0.0231	0.0005
n-Heptano	fracción mol	0.0111	0.0018	0.0303	0.0008
3Mciopenteno	fracción mol	0.0126	0.0052	0.0308	0.0002
223-Mpentano	fracción mol	0.0061	0.0007	0.0170	0.0010
Tolueno	fracción mol	0.0239	0.0030	0.0665	0.0033
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0062	0.0002	0.0175	0.0048
n-Octano	fracción mol	0.0064	0.0004	0.0181	0.0018
E-Benceno	fracción mol	0.0057	0.0003	0.0162	0.0031
m-Xyleno	fracción mol	0.0112	0.0004	0.0319	0.0071
p-Xyleno	fracción mol	0.0043	0.0002	0.0122	0.0027
o-Xyleno	fracción mol	0.0093	0.0003	0.0262	0.0074
n-Nonano	fracción mol	0.0018	0.0000	0.0051	0.0024
n-Pbenceno	fracción mol	0.0107	0.0002	0.0286	0.0292
2-Mnonano	fracción mol	0.0101	0.0001	0.0263	0.0407
n-Decano	fracción mol	0.0064	0.0000	0.0151	0.0458
n-C11	fracción mol	0.0069	0.0000	0.0076	0.1612
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0050	0.0000	0.0025	0.1446
Naftaleno	fracción mol	0.0040	0.0000	0.0020	0.1033
n-C12	fracción mol	0.0022	0.0000	0.0006	0.0700
n-C13	fracción mol	0.0009	0.0000	0.0000	0.0167
n-C14	fracción mol	0.0013	0.0000	0.0000	0.0030
H2O	fracción mol	0.1304	0.0300	0.0008	0.0089
NBP[1]_189	fracción mol	0.0047	0.0000	0.0071	0.0848
NBP[1]_208	fracción mol	0.0030	0.0000	0.0014	0.0854
NBP[1]_223	fracción mol	0.0037	0.0000	0.0004	0.0800
NBP[1]_237	fracción mol	0.0089	0.0000	0.0001	0.0640
NBP[1]_250	fracción mol	0.0088	0.0000	0.0000	0.0120
NBP[1]_264	fracción mol	0.0090	0.0000	0.0000	0.0017
NBP[1]_278	fracción mol	0.0087	0.0000	0.0000	0.0002
NBP[1]_292	fracción mol	0.0080	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0073	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0068	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0059	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0022	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000



	17	18	19	20
Corriente				
Fración vapor	0.0019	0.0019	0.0008	0.0000
Temperatura C	184.9	184.9	249.5	249.7
Presión kg/cm ² g	1.5	1.5	1.5	5.3
Flujo molar kgmol/h	460	76	248	248
Flujo másico kg/h	66220	10986	46324	46324
Flujo vol_liq barril/dia	12000	1991	7320	7320
Flujo std_gas STD_m3/h	10874	1804	5872	5872
Peso molecular	143.99	143.99	186.53	186.53
Energía kcal/h	2.79E+06	4.63E+05	2.53E+06	2.54E+06
Entalpia molar kcal/kgmol	6072	6072	10184	10214
Entropia kcal/kgmol-C	56	56	71	71
Cp másico kcal/kg-C	0.5887	0.5887	0.5877	0.5875
Densidad kg/m ³	617.4500	617.4500	732.2707	774.8577
Factor Z				0.0344
Hidrógeno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Metano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2 fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2S fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propileno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Butano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
cis2-Buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Pentano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-Penteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-13-C4== fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
cis2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-2-buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-tr3-C5== fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-C5== fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22-Mbutano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4M-1-penteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5 fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Cyclopentano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-13-C4== fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
23M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Epentano fracción mol	0.0022	0.0022	0.0001	0.0001
2M1C5= fracción mol	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
2M-2-penteno fracción mol	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciclopentano	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000
1Mcicpenteno	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0053	0.0053	0.0002	0.0002
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0044	0.0044	0.0002	0.0002
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000
3Mcicpenteno	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0033	0.0033	0.0002	0.0002
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0048	0.0048	0.0002	0.0002
n-Octano	fracción mol	0.0018	0.0018	0.0001	0.0001
E-Benceno	fracción mol	0.0031	0.0031	0.0002	0.0002
m-Xyleno	fracción mol	0.0071	0.0071	0.0005	0.0005
p-Xyleno	fracción mol	0.0027	0.0027	0.0002	0.0002
o-Xyleno	fracción mol	0.0074	0.0074	0.0005	0.0005
n-Nonano	fracción mol	0.0024	0.0024	0.0001	0.0001
n-Pbenceno	fracción mol	0.0292	0.0292	0.0011	0.0011
2-Mnonano	fracción mol	0.0407	0.0407	0.0008	0.0008
n-Decano	fracción mol	0.0458	0.0458	0.0007	0.0007
n-C11	fracción mol	0.1612	0.1612	0.0021	0.0021
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.1446	0.1446	0.0059	0.0059
Naftaleno	fracción mol	0.1033	0.1033	0.0078	0.0078
n-C12	fracción mol	0.0700	0.0700	0.0026	0.0026
n-C13	fracción mol	0.0167	0.0167	0.0054	0.0054
n-C14	fracción mol	0.0030	0.0030	0.0147	0.0147
H2O	fracción mol	0.0089	0.0089	0.0078	0.0078
NBP[1]_189	fracción mol	0.0848	0.0848	0.0018	0.0018
NBP[1]_208	fracción mol	0.0854	0.0854	0.0043	0.0043
NBP[1]_223	fracción mol	0.0800	0.0800	0.0183	0.0183
NBP[1]_237	fracción mol	0.0640	0.0640	0.0872	0.0872
NBP[1]_250	fracción mol	0.0120	0.0120	0.1021	0.1021
NBP[1]_264	fracción mol	0.0017	0.0017	0.1074	0.1074
NBP[1]_278	fracción mol	0.0002	0.0002	0.1043	0.1043
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0954	0.0954
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0857	0.0857
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0785	0.0785
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0798	0.0798
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0628	0.0628
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0522	0.0522
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0375	0.0375
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0184	0.0184
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0066	0.0066
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0029	0.0029
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0028	0.0028
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0004	0.0004
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Corriente		21	22	23	24
Fracción vapor		0.0000	0.0011	0.0000	0.0000
Temperatura	C	49.0	359.3	359.5	232.0
Presión	kg/cm ² _g	4.9	1.6	5.3	4.9
Flujo molar	kgmol/h	248	79	79	79
Flujo másico	kg/h	46324	20983	20983	20983
Flujo vol_liq	barril/dia	7320	2992	2992	2992
Flujo std_gas	STD_m3/h	5872	1869	1869	1869
Peso molecular		186.53	265.43	265.43	265.43
Energía	kcal/h	-2.13E+06	2.26E+06	2.26E+06	6.97E+05
Entalpía molar	kcal/kgmol	-8593	28593	28634	8820
Entropía	kcal/kgmol-C	27	128	128	93
Cp_másico	kcal/kg-C	0.4120	0.6307	0.6305	0.5390
Densidad	kg/m ³	933.4243	753.5414	803.0689	903.9666
Factor Z		---	---	0.0390	0.0410
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO ₂	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H ₂ S	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propileno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
Propano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
n-Butano	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
1-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
tr2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
cis2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
1-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-13-C ₄ ==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
cis2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
2M-2-buteno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
1-tr3-C ₅ ==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-C ₅ ==	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
22-Mbutano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4M-1-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-13-C ₄ ==	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
23M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Eptano	fracción mol	0.0001	0.0003	0.0003	0.0003
2M1C5=	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002
2M-2-penteno	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Meciclopentano	fracción mol	0.0000	0.0003	0.0003	0.0003
1Mecicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002
n-Heptano	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002
3Mecicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002
223-Mpentano	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002
Tolueno	fracción mol	0.0002	0.0007	0.0007	0.0007
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003
n-Octano	fracción mol	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
E-Benceno	fracción mol	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003
m-Xyleno	fracción mol	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
p-Xyleno	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
o-Xyleno	fracción mol	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
n-Nonano	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
n-Pbenceno	fracción mol	0.0011	0.0007	0.0007	0.0007
2-Mnonano	fracción mol	0.0008	0.0005	0.0005	0.0005
n-Decano	fracción mol	0.0007	0.0004	0.0004	0.0004
n-C11	fracción mol	0.0021	0.0006	0.0006	0.0006
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0059	0.0008	0.0008	0.0008
Naftaleno	fracción mol	0.0078	0.0008	0.0008	0.0008
n-C12	fracción mol	0.0026	0.0003	0.0003	0.0003
n-C13	fracción mol	0.0054	0.0002	0.0002	0.0002
n-C14	fracción mol	0.0147	0.0003	0.0003	0.0003
H2O	fracción mol	0.0078	0.0058	0.0058	0.0058
NBP[1]_189	fracción mol	0.0018	0.0006	0.0006	0.0006
NBP[1]_208	fracción mol	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005
NBP[1]_223	fracción mol	0.0183	0.0008	0.0008	0.0008
NBP[1]_237	fracción mol	0.0872	0.0026	0.0026	0.0026
NBP[1]_250	fracción mol	0.1021	0.0032	0.0032	0.0032
NBP[1]_264	fracción mol	0.1074	0.0044	0.0044	0.0044
NBP[1]_278	fracción mol	0.1043	0.0056	0.0056	0.0056
NBP[1]_292	fracción mol	0.0954	0.0068	0.0068	0.0068
NBP[1]_307	fracción mol	0.0857	0.0084	0.0084	0.0084
NBP[1]_321	fracción mol	0.0785	0.0113	0.0113	0.0113
NBP[1]_335	fracción mol	0.0798	0.0181	0.0181	0.0181
NBP[1]_349	fracción mol	0.0628	0.0258	0.0258	0.0258
NBP[1]_364	fracción mol	0.0522	0.0456	0.0456	0.0456
NBP[1]_377	fracción mol	0.0375	0.0727	0.0727	0.0727
NBP[1]_391	fracción mol	0.0184	0.0877	0.0877	0.0877
NBP[1]_405	fracción mol	0.0066	0.0752	0.0752	0.0752
NBP[1]_421	fracción mol	0.0029	0.0833	0.0833	0.0833
NBP[1]_439	fracción mol	0.0028	0.2261	0.2261	0.2261
NBP[1]_463	fracción mol	0.0004	0.1262	0.1262	0.1262
NBP[1]_491	fracción mol	0.0001	0.0819	0.0819	0.0819
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0965	0.0965	0.0965



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Corriente		25	26	27	28
Fraccion vapor		0.0000	1.0000	0.8497	0.0000
Temperatura	C	66.0	89.8	36.0	36.0
Presión	kg/cm2_g	4.6	5.0	4.6	4.6
Flujo molar	kgmol/h	79	1364	1364	177
Flujo másico	kg/h	20983	56962	56962	11997
Flujo vol_liq	barril/dia	2992	15723	15723	2758
Flujo std_gas	STD_m3/h	1869	32251	32251	4174
Peso molecular		265.43	41.76	41.76	67.95
Energía	kcal/h	-9.56E+05	5.66E+06	3.07E+06	-2.30E+05
Entalpia molar	kcal/kgmol	-12098	4151	2254	-1304
Entropia	kcal/kgmol-C	43	43	37	22
Cp_másico	kcal/kg-C	0.4066	0.4451	0.4344	0.5223
Densidad	kg/m3	1024.1730	8.5753	11.2538	644.8817
Factor Z		--	0.9547	--	0.0228
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0383	0.0383	0.0002
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0395	0.0395	0.0004
Metano	fracción mol	0.0000	0.1286	0.1286	0.0042
CO2	fracción mol	0.0000	0.0102	0.0102	0.0008
Etileno	fracción mol	0.0000	0.0650	0.0650	0.0073
Etano	fracción mol	0.0000	0.0701	0.0701	0.0115
H2S	fracción mol	0.0000	0.0723	0.0723	0.0157
Propileno	fracción mol	0.0001	0.1465	0.1465	0.0672
Propano	fracción mol	0.0000	0.0572	0.0572	0.0296
i-Butano	fracción mol	0.0001	0.0519	0.0519	0.0587
n-Butano	fracción mol	0.0001	0.0263	0.0263	0.0389
1-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0113	0.0113	0.0144
i-Buteno	fracción mol	0.0001	0.0427	0.0427	0.0534
tr2-Buteno	fracción mol	0.0001	0.0383	0.0383	0.0584
cis2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0208	0.0208	0.0338
3M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0018	0.0018	0.0042
i-Pentano	fracción mol	0.0001	0.0182	0.0182	0.0499
1-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0034	0.0034	0.0090
2M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0059	0.0059	0.0175
n-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0082	0.0082	0.0266
2M-13-C4==	fracción mol	0.0000	0.0005	0.0005	0.0015
tr2-Penteno	fracción mol	0.0001	0.0159	0.0159	0.0518
cis2-Penteno	fracción mol	0.0001	0.0088	0.0088	0.0291
2M-2-buteno	fracción mol	0.0001	0.0224	0.0224	0.0765
1-tr3-C5==	fracción mol	0.0000	0.0005	0.0005	0.0019
1-ci3-C5==	fracción mol	0.0001	0.0096	0.0096	0.0354
22-Mbutano	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0005
Cyclopenteno	fracción mol	0.0000	0.0028	0.0028	0.0101
4M-1-penteno	fracción mol	0.0000	0.0006	0.0006	0.0025
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0002	0.0002	0.0014
Cyclopentano	fracción mol	0.0000	0.0008	0.0008	0.0033
23M-13-C4==	fracción mol	0.0001	0.0023	0.0023	0.0117
23M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0028	0.0028	0.0128
2M-3Eptano	fracción mol	0.0003	0.0010	0.0010	0.0068
2M1C5=	fracción mol	0.0002	0.0117	0.0117	0.0573
2M-2-penteno	fracción mol	0.0002	0.0069	0.0069	0.0369



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Miclopentano	fracción mol	0.0003	0.0076	0.0076	0.0408
1Micipenteno	fracción mol	0.0002	0.0037	0.0037	0.0207
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0003	0.0026
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0002	0.0016
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0002	0.0018	0.0018	0.0115
n-Heptano	fracción mol	0.0002	0.0018	0.0018	0.0120
3Micipenteno	fracción mol	0.0002	0.0052	0.0052	0.0273
223-Mpentano	fracción mol	0.0002	0.0007	0.0007	0.0051
Tolueno	fracción mol	0.0007	0.0030	0.0030	0.0202
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0003	0.0002	0.0002	0.0017
n-Octano	fracción mol	0.0002	0.0004	0.0004	0.0028
E-Benceno	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0003	0.0019
m-Xyleno	fracción mol	0.0005	0.0004	0.0004	0.0032
p-Xyleno	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0002	0.0012
o-Xyleno	fracción mol	0.0005	0.0003	0.0003	0.0024
n-Nonano	fracción mol	0.0001	0.0000	0.0000	0.0003
n-Pbenceno	fracción mol	0.0007	0.0002	0.0002	0.0013
2-Mnonano	fracción mol	0.0005	0.0001	0.0001	0.0009
n-Decano	fracción mol	0.0004	0.0000	0.0000	0.0003
n-C11	fracción mol	0.0006	0.0000	0.0000	0.0001
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0058	0.0300	0.0300	0.0008
NBP[1]_189	fracción mol	0.0006	0.0000	0.0000	0.0001
NBP[1]_208	fracción mol	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0056	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0068	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0084	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0113	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0181	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0258	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0456	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0727	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0877	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0752	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.2261	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.1262	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0819	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0965	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

	29	30	31	32
Corriente				
Fraccion vapor	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Temperatura C	36.0	36.0	36.5	86.4
Presión kg/cm2_g	4.6	4.6	12.6	12.6
Flujo molar kgmol/h	1159	28	177	1159
Flujo másico kg/h	44453	512	11997	44453
Flujo vol_liq barril/dia	12887	77	2758	12887
Flujo std_gas STD_m3/h	27405	672	4174	27405
Peso molecular	38.35	18.02	67.95	38.35
Energia kcal/h	3.53E+06	-2.28E+05	-2.26E+05	4.35E+06
Entalpia molar kcal/kgmol	3048	-8036	-1277	3751
Entropia kcal/kgmol-C	40	14	22	40
Cp_másico kcal/kg-C	0.4038	1.0303	0.5215	0.4576
Densidad kg/m3	8.8157	999.0640	645.9670	18.7483
Factor Z	0.9431	0.0039	0.0545	0.9121
Hidrógeno fracción mol	0.0450	0.0000	0.0002	0.0450
Nitrógeno fracción mol	0.0465	0.0000	0.0004	0.0465
Metano fracción mol	0.1507	0.0000	0.0042	0.1507
CO2 fracción mol	0.0119	0.0000	0.0008	0.0119
Etileno fracción mol	0.0754	0.0000	0.0073	0.0754
Etano fracción mol	0.0807	0.0000	0.0115	0.0807
H2S fracción mol	0.0826	0.0005	0.0157	0.0826
Propileno fracción mol	0.1621	0.0000	0.0672	0.1621
Propano fracción mol	0.0628	0.0000	0.0296	0.0628
i-Butano fracción mol	0.0521	0.0000	0.0587	0.0521
n-Butano fracción mol	0.0251	0.0000	0.0389	0.0251
1-Buteno fracción mol	0.0110	0.0000	0.0144	0.0110
i-Buteno fracción mol	0.0421	0.0000	0.0534	0.0421
tr2-Buteno fracción mol	0.0362	0.0000	0.0584	0.0362
cis2-Buteno fracción mol	0.0194	0.0000	0.0338	0.0194
3M-1-butenol fracción mol	0.0015	0.0000	0.0042	0.0015
i-Pentano fracción mol	0.0138	0.0000	0.0499	0.0138
1-Penteno fracción mol	0.0026	0.0000	0.0090	0.0026
2M-1-butenol fracción mol	0.0043	0.0000	0.0175	0.0043
n-Pentano fracción mol	0.0056	0.0000	0.0266	0.0056
2M-13-C4== fracción mol	0.0003	0.0000	0.0015	0.0003
tr2-Penteno fracción mol	0.0108	0.0000	0.0518	0.0108
cis2-Penteno fracción mol	0.0059	0.0000	0.0291	0.0059
2M-2-butenol fracción mol	0.0147	0.0000	0.0765	0.0147
1-tr3-C5== fracción mol	0.0003	0.0000	0.0019	0.0003
1-ci3-C5== fracción mol	0.0059	0.0000	0.0354	0.0059
22-Mbutano fracción mol	0.0001	0.0000	0.0005	0.0001
Cyclopentano fracción mol	0.0018	0.0000	0.0101	0.0018
4M-1-penteno fracción mol	0.0003	0.0000	0.0025	0.0003
1-ci3-MCC5 fracción mol	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000
Cyclopentano fracción mol	0.0005	0.0000	0.0033	0.0005
23M-13-C4== fracción mol	0.0009	0.0000	0.0117	0.0009
23M-1-butenol fracción mol	0.0013	0.0000	0.0128	0.0013
2M-3Epentano fracción mol	0.0001	0.0000	0.0068	0.0001
2M1C5= fracción mol	0.0051	0.0000	0.0573	0.0051
2M-2-penteno fracción mol	0.0025	0.0000	0.0369	0.0025



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Miclopentano	fracción mol	0.0027	0.0000	0.0408	0.0027
1Micipenteno	fracción mol	0.0012	0.0000	0.0207	0.0012
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0026	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0016	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0004	0.0000	0.0115	0.0004
n-Heptano	fracción mol	0.0003	0.0000	0.0120	0.0003
3Micipenteno	fracción mol	0.0020	0.0000	0.0273	0.0020
223-Mpentano	fracción mol	0.0001	0.0000	0.0051	0.0001
Tolueno	fracción mol	0.0004	0.0000	0.0202	0.0004
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0028	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0019	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0032	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0012	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0024	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0107	0.9994	0.0008	0.0107
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Corriente		33	34	35	36
Fraccion vapor		0.8864	0.0000	0.0000	0.0000
Temperatura	C	68.6	38.6	38.0	185.8
Presión	kg/cm2_g	12.6	13.0	1.2	15.0
Flujo molar	kgmol/h	1336	1024	567	460
Flujo másico	kg/h	56449	91405	10215	66220
Flujo vol_liq	barril/día	15645	18904	1545	12000
Flujo std_gas	STD_m3/h	31579	24209	13404	10874
Peso molecular		42.27	89.28	18.02	143.99
Energía	kcal/h	4.12E+06	-1.51E+06	-4.54E+06	2.84E+06
Entalpia molar	kcal/kgmol	3086	-1470	-8004	6171
Entropía	kcal/kgmol-C	38	24	14	56
Cp_másico	kcal/kg-C	0.4711	0.4805	1.0310	0.5878
Densidad	kg/m3	24.9254	721.3450	997.5345	705.4984
Factor Z			0.0657	0.0015	0.0841
Hidrógeno	fracción mol	0.0391	0.0001	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0404	0.0001	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.1313	0.0012	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol	0.0105	0.0003	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0664	0.0023	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0715	0.0036	0.0000	0.0000
H2S	fracción mol	0.0738	0.0055	0.0002	0.0000
Propileno	fracción mol	0.1496	0.0226	0.0000	0.0000
Propano	fracción mol	0.0584	0.0099	0.0000	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0530	0.0224	0.0000	0.0000
n-Butano	fracción mol	0.0269	0.0160	0.0000	0.0000
1-Buteno	fracción mol	0.0115	0.0057	0.0000	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.0436	0.0211	0.0000	0.0000
tr2-Buteno	fracción mol	0.0391	0.0242	0.0000	0.0000
cis2-Buteno	fracción mol	0.0213	0.0143	0.0000	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0019	0.0020	0.0000	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0185	0.0263	0.0000	0.0000
1-Penteno	fracción mol	0.0035	0.0048	0.0000	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0061	0.0096	0.0000	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0084	0.0157	0.0000	0.0000
2M-13-C4==	fracción mol	0.0005	0.0008	0.0000	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0162	0.0310	0.0000	0.0000
cis2-Penteno	fracción mol	0.0090	0.0175	0.0000	0.0000
2M-2-buteno	fracción mol	0.0229	0.0472	0.0000	0.0000
1-tr3-C5==	fracción mol	0.0005	0.0012	0.0000	0.0000
1-ci3-C5==	fracción mol	0.0098	0.0236	0.0000	0.0000
22-Mbutano	fracción mol	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0029	0.0066	0.0000	0.0000
4M-1-penteno	fracción mol	0.0006	0.0020	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0002	0.0029	0.0000	0.0001
Cyclopentano	fracción mol	0.0009	0.0024	0.0000	0.0000
23M-13-C4==	fracción mol	0.0023	0.0126	0.0000	0.0001
23M-1-buteno	fracción mol	0.0029	0.0110	0.0000	0.0000
2M-3Eptano	fracción mol	0.0010	0.0307	0.0000	0.0022
2MIC5=	fracción mol	0.0120	0.0552	0.0000	0.0002
2M-2-penteno	fracción mol	0.0071	0.0426	0.0000	0.0002



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciclopentano	fracción mol	0.0077	0.0490	0.0000	0.0003
1Mcicpenteno	fracción mol	0.0038	0.0271	0.0000	0.0003
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0004	0.0244	0.0000	0.0053
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0002	0.0168	0.0000	0.0044
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0019	0.0231	0.0000	0.0005
n-Heptano	fracción mol	0.0019	0.0303	0.0000	0.0008
3Mcicpenteno	fracción mol	0.0053	0.0308	0.0000	0.0002
223-Mpentano	fracción mol	0.0008	0.0170	0.0000	0.0010
Tolueno	fracción mol	0.0030	0.0665	0.0000	0.0033
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0002	0.0175	0.0000	0.0048
n-Octano	fracción mol	0.0004	0.0181	0.0000	0.0018
E-Benceno	fracción mol	0.0003	0.0162	0.0000	0.0031
m-Xyleno	fracción mol	0.0004	0.0319	0.0000	0.0071
p-Xyleno	fracción mol	0.0002	0.0122	0.0000	0.0027
o-Xyleno	fracción mol	0.0003	0.0262	0.0000	0.0074
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0051	0.0000	0.0024
n-Pbenceno	fracción mol	0.0002	0.0286	0.0000	0.0292
2-Mnonano	fracción mol	0.0001	0.0263	0.0000	0.0407
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0151	0.0000	0.0458
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0076	0.0000	0.1612
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0025	0.0000	0.1446
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0020	0.0000	0.1033
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0006	0.0000	0.0700
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0167
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030
H2O	fracción mol	0.0094	0.0008	0.9998	0.0089
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0071	0.0000	0.0848
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0014	0.0000	0.0854
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0004	0.0000	0.0800
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0000	0.0640
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0120
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Corriente		37	38	39	40
Fracción vapor		0.0000	0.0000	0.9905	0.9881
Temperatura	C	49.5	30.0	29.4	34.3
Presión	kg/cm2_g	14.6	14.3	10.9	9.5
Flujo molar	kgmol/h	460	460	657	534
Flujo másico	kg/h	66220	66220	17838	12492
Flujo vol_liq	barril/dia	12000	12000	5942	4495
Flujo std_gas	STD_m3/h	10874	10874	15526	12633
Peso molecular		143.99	143.99	27.16	23.38
Energía	kcal/h	-1.89E+06	-2.46E+06	1.58E+06	1.23E+06
Entalpia molar	kcal/kgmol	-4110	-5358	2405	2303
Entropia	kcal/kgmol-C	30	26	40	40
Cp_másico	kcal/kg-C	0.4528	0.4333	0.4103	0.4218
Densidad	kg/m3	818.6606	833.6374	13.4921	9.8805
Factor Z					
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0796	0.0972
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0823	0.0999
Metano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.2690	0.3175
CO2	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0217	0.0237
Etileno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.1385	0.1468
Etano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.1508	0.1484
H2S	fracción mol	0.0000	0.0000	0.1440	0.1210
Propileno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0410	0.0221
Propano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0121	0.0054
i-Butano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0038	0.0000
n-Butano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0018	0.0000
1-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0029	0.0000
tr2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0024	0.0000
cis2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0054	0.0000
1-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000
2M-13-C4==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0045	0.0000
cis2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0025	0.0000
2M-2-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000
1-tr3-C5==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
1-ci3-C5==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0025	0.0000
22-Mbutano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000
4M-1-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
23M-13-C4==	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0005	0.0000
23M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000
2M-3Epentano	fracción mol	0.0022	0.0022	0.0002	0.0000
2M1C5=	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0027	0.0000
2M-2-penteno	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0015	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciclopentano	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0016	0.0000
1Mcicpentero	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0008	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0053	0.0053	0.0001	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0044	0.0044	0.0000	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0005	0.0005	0.0004	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0008	0.0008	0.0004	0.0000
3Mcicpentero	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0011	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0010	0.0010	0.0002	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0033	0.0033	0.0006	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0048	0.0048	0.0000	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0018	0.0018	0.0001	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0031	0.0031	0.0001	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0071	0.0071	0.0001	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0027	0.0027	0.0000	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0074	0.0074	0.0001	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0024	0.0024	0.0000	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0292	0.0292	0.0000	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0407	0.0407	0.0000	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0458	0.0458	0.0000	0.0000
n-C11	fracción mol	0.1612	0.1612	0.0000	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.1446	0.1446	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.1033	0.1033	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0700	0.0700	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0167	0.0167	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0030	0.0030	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0089	0.0089	0.0090	0.0173
NBP[1]_189	fracción mol	0.0848	0.0848	0.0000	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0854	0.0854	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0800	0.0800	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0640	0.0640	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0120	0.0120	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0017	0.0017	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Corriente		41	42	43	44
Fraccion vapor		1.0000	0.9891	0.0000	0.9902
Temperatura	C	44.0	46.0	40.4	42.5
Presión	kg/cm ₂ _g	10.2	10.4	10.9	11.6
Flujo molar	kgmol/h	77	457	582	643
Flujo másico	kg/h	2761	9731	71565	24343
Flujo vol_liq	barril/dia	524	3971	13447	6882
Flujo std_gas	STD_m3/h	1829	10804	13767	15206
Peso molecular		35.70	21.30	122.91	37.85
Energía	kcal/h	1.87E+05	1.11E+06	-2.18E+06	1.79E+06
Entalpia molar	kcal/kgmol	2414	2438	-3749	2779
Entropia	kcal/kgmol-C	41	39	29	38
Cp másico	kcal/kg-C	0.2531	0.4769	0.4504	0.3957
Densidad	kg/m ³	16.0300	9.3486	808.9644	20.6007
Factor Z		0.9305			
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.1137	0.0006	0.0020
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.1168	0.0012	0.0040
Metano	fracción mol	0.0000	0.3712	0.0120	0.0418
CO ₂	fracción mol	0.1638	0.0000	0.0027	0.0098
Etileno	fracción mol	0.0000	0.1717	0.0215	0.0914
Etano	fracción mol	0.0000	0.1735	0.0339	0.1648
H ₂ S	fracción mol	0.8362	0.0000	0.0514	0.2862
Propileno	fracción mol	0.0000	0.0259	0.0259	0.2091
Propano	fracción mol	0.0000	0.0063	0.0087	0.0701
i-Butano	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0042	0.0238
n-Butano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0020	0.0097
1-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0008	0.0046
i-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0032	0.0179
tr2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0027	0.0136
cis2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0016	0.0070
3M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0004	0.0005
i-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0060	0.0055
1-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0010	0.0010
2M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0020	0.0017
n-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0026	0.0023
2M-13-C4=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001
tr2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0050	0.0044
cis2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0028	0.0024
2M-2-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0070	0.0061
1-tr3-C5=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001
1-ci3-C5=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0029	0.0025
22-Mbutano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0008	0.0007
4M-1-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
Cyclopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002
23M-13-C4=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0006	0.0005
23M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0008	0.0007
2M-3Epentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0019	0.0002
2M1C5=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0032	0.0028
2M-2-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0019	0.0016



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0021	0.0017
1Mciopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0011	0.0008
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0042	0.0001
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0035	0.0001
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0008	0.0004
n-Heptano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0011	0.0004
3Mciopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0014	0.0012
223-Mpentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0009	0.0002
Tolueno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0032	0.0007
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0038	0.0001
n-Octano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0015	0.0001
E-Benceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0025	0.0001
m-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0057	0.0001
p-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0022	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0059	0.0001
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0019	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0230	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0322	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0362	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0000	0.1273	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0000	0.1142	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0816	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0553	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0132	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0024	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	0.0203	0.0013	0.0043
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0670	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0675	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0632	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0505	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0094	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

	45	46	47	48
Corriente				
Fracción vapor	0.4119	0.2877	0.2864	0.0000
Temperatura C	61.1	38.0	38.1	38.1
Presión kg/cm ² _g	11.2	11.2	11.3	11.3
Flujo molar kgmol/h	3978	3978	3978	2831
Flujo másico kg/h	236930	236930	236930	199871
Flujo vol_liq barril/dia	56148	56148	56148	44778
Flujo std_gas STD_m3/h	94064	94064	94064	66946
Peso molecular	59.56	59.56	59.56	70.59
Energía kcal/h	4.44E+06	-1.01E+05	-1.01E+05	-3.10E+06
Entalpia molar kcal/kgmol	1117	-25	-25	-1095
Entropia kcal/kgmol-C	32	29	29	25
Cp_másico kcal/kg-C	0.5019	0.4922	0.4926	0.5085
Densidad kg/m ³	63.5736	92.5480	93.5798	671.3383
Factor Z				0.0491
Hidrógeno fracción mol	0.0137	0.0137	0.0137	0.0004
Nitrógeno fracción mol	0.0146	0.0146	0.0146	0.0009
Metano fracción mol	0.0552	0.0552	0.0552	0.0095
CO2 fracción mol	0.0061	0.0061	0.0061	0.0022
Etileno fracción mol	0.0459	0.0459	0.0459	0.0208
Etano fracción mol	0.0660	0.0660	0.0660	0.0375
H2S fracción mol	0.0991	0.0991	0.0991	0.0684
Propileno fracción mol	0.1264	0.1264	0.1264	0.1167
Propano fracción mol	0.0463	0.0463	0.0463	0.0443
i-Butano fracción mol	0.0322	0.0322	0.0322	0.0378
n-Butano fracción mol	0.0168	0.0168	0.0168	0.0206
1-Buteno fracción mol	0.0070	0.0070	0.0070	0.0084
i-Buteno fracción mol	0.0266	0.0266	0.0266	0.0318
tr2-Buteno fracción mol	0.0245	0.0245	0.0245	0.0301
cis2-Buteno fracción mol	0.0135	0.0135	0.0135	0.0168
3M-1-buteno fracción mol	0.0015	0.0015	0.0015	0.0020
i-Pentano fracción mol	0.0193	0.0193	0.0193	0.0255
1-Penteno fracción mol	0.0034	0.0034	0.0034	0.0045
2M-1-buteno fracción mol	0.0068	0.0068	0.0068	0.0090
n-Pentano fracción mol	0.0103	0.0103	0.0103	0.0138
2M-13-C4== fracción mol	0.0006	0.0006	0.0006	0.0008
tr2-Penteno fracción mol	0.0202	0.0202	0.0202	0.0271
cis2-Penteno fracción mol	0.0113	0.0113	0.0113	0.0152
2M-2-buteno fracción mol	0.0299	0.0299	0.0299	0.0402
1-tr3-C5== fracción mol	0.0007	0.0007	0.0007	0.0010
1-ci3-C5== fracción mol	0.0141	0.0141	0.0141	0.0190
22-Mbutano fracción mol	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003
Cyclopenteno fracción mol	0.0040	0.0040	0.0040	0.0054
4M-1-penteno fracción mol	0.0011	0.0011	0.0011	0.0015
1-ci3-MCC5 fracción mol	0.0012	0.0012	0.0012	0.0017
Cyclopentano fracción mol	0.0013	0.0013	0.0013	0.0018
23M-13-C4== fracción mol	0.0060	0.0060	0.0060	0.0082
23M-1-buteno fracción mol	0.0057	0.0057	0.0057	0.0077
2M-3Epentano fracción mol	0.0121	0.0121	0.0121	0.0170
2M1C5= fracción mol	0.0272	0.0272	0.0272	0.0374
2M-2-penteno fracción mol	0.0198	0.0198	0.0198	0.0274



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Miclopentano	fracción mol	0.0226	0.0226	0.0226	0.0312
1Miclopentano	fracción mol	0.0122	0.0122	0.0122	0.0170
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0094	0.0094	0.0094	0.0132
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0065	0.0065	0.0065	0.0091
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0097	0.0097	0.0097	0.0135
n-Heptano	fracción mol	0.0124	0.0124	0.0124	0.0174
3Miclopentano	fracción mol	0.0144	0.0144	0.0144	0.0199
223-Mpentano	fracción mol	0.0068	0.0068	0.0068	0.0096
Tolueno	fracción mol	0.0268	0.0268	0.0268	0.0374
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0067	0.0067	0.0067	0.0094
n-Octano	fracción mol	0.0071	0.0071	0.0071	0.0099
E-Benceno	fracción mol	0.0063	0.0063	0.0063	0.0088
m-Xyleno	fracción mol	0.0123	0.0123	0.0123	0.0173
p-Xyleno	fracción mol	0.0047	0.0047	0.0047	0.0066
o-Xyleno	fracción mol	0.0101	0.0101	0.0101	0.0141
n-Nonano	fracción mol	0.0020	0.0020	0.0020	0.0027
n-Pbenoeno	fracción mol	0.0109	0.0109	0.0109	0.0154
2-Mnonano	fracción mol	0.0100	0.0100	0.0100	0.0141
n-Decano	fracción mol	0.0057	0.0057	0.0057	0.0081
n-C11	fracción mol	0.0029	0.0029	0.0029	0.0040
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0010	0.0010	0.0010	0.0014
Naftaleno	fracción mol	0.0007	0.0007	0.0007	0.0011
n-C12	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0043	0.0043	0.0043	0.0010
NBP[1]_189	fracción mol	0.0027	0.0027	0.0027	0.0038
NBP[1]_208	fracción mol	0.0005	0.0005	0.0005	0.0008
NBP[1]_223	fracción mol	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

	49	50	51	52
Corriente				
Fracción vapor	0.0000	0.0000	0.1108	0.0000
Temperatura	C 38.4	118.0	127.0	174.0
Presión	kg/cm ² g 15.0	11.9	11.5	10.0
Flujo molar	kgmol/h 2831	2188	2188	1541
Flujo másico	kg/h 199871	175528	175528	142716
Flujo vol. liq	barril/día 44778	37896	37896	29104
Flujo std_gas	STD_m3/h 66946	51740	51740	36448
Peso molecular	70.59	80.21	80.21	92.58
Energía	kcal/h -3.06E+06	4.75E+06	6.62E+06	8.44E+06
Entalpia molar	kcal/kgmol -1083	2172	3023	5473
Entropia	kcal/kgmol-C 25	34	36	42
Cp_másico	kcal/kg-C 0.5082	0.6104	0.6076	0.6690
Densidad	kg/m ³ 671.8493	598.2363	214.6517	576.3132
Factor Z	0.0638	0.0523		0.0468
Hidrógeno	fracción mol 0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol 0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol 0.0095	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol 0.0022	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol 0.0208	0.0000	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol 0.0375	0.0001	0.0001	0.0000
H2S	fracción mol 0.0684	0.0044	0.0044	0.0000
Propileno	fracción mol 0.1167	0.0896	0.0896	0.0000
Propano	fracción mol 0.0443	0.0366	0.0366	0.0000
i-Butano	fracción mol 0.0378	0.0419	0.0419	0.0009
n-Butano	fracción mol 0.0206	0.0238	0.0238	0.0018
1-Buteno	fracción mol 0.0084	0.0095	0.0095	0.0003
i-Buteno	fracción mol 0.0318	0.0359	0.0359	0.0011
tr2-Buteno	fracción mol 0.0301	0.0350	0.0350	0.0025
cis2-Buteno	fracción mol 0.0168	0.0197	0.0197	0.0021
3M-1-buteno	fracción mol 0.0020	0.0024	0.0024	0.0020
i-Pentano	fracción mol 0.0255	0.0314	0.0314	0.0418
1-Penteno	fracción mol 0.0045	0.0056	0.0056	0.0066
2M-1-buteno	fracción mol 0.0090	0.0111	0.0111	0.0153
n-Pentano	fracción mol 0.0138	0.0172	0.0172	0.0242
2M-13-C4=	fracción mol 0.0008	0.0010	0.0010	0.0013
tr2-Penteno	fracción mol 0.0271	0.0337	0.0337	0.0475
cis2-Penteno	fracción mol 0.0152	0.0190	0.0190	0.0267
2M-2-buteno	fracción mol 0.0402	0.0502	0.0502	0.0708
1-tr3-C5=	fracción mol 0.0010	0.0012	0.0012	0.0018
1-ci3-C5=	fracción mol 0.0190	0.0239	0.0239	0.0339
22-Mbutano	fracción mol 0.0003	0.0004	0.0004	0.0005
Cyclopenteno	fracción mol 0.0054	0.0068	0.0068	0.0096
4M-1-penteno	fracción mol 0.0015	0.0018	0.0018	0.0026
1-ci3-MCC5	fracción mol 0.0017	0.0022	0.0022	0.0031
Cyclopentano	fracción mol 0.0018	0.0023	0.0023	0.0033
23M-13-C4=	fracción mol 0.0082	0.0105	0.0105	0.0149
23M-1-buteno	fracción mol 0.0077	0.0098	0.0098	0.0139
2M-3Epentano	fracción mol 0.0170	0.0219	0.0219	0.0311
2M1C5=	fracción mol 0.0374	0.0475	0.0475	0.0674
2M-2-penteno	fracción mol 0.0274	0.0350	0.0350	0.0496



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciopentano	fracción mol	0.0312	0.0399	0.0399	0.0566
1Mciopenteno	fracción mol	0.0170	0.0217	0.0217	0.0308
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0132	0.0171	0.0171	0.0242
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0091	0.0117	0.0117	0.0166
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0135	0.0174	0.0174	0.0247
n-Heptano	fracción mol	0.0174	0.0224	0.0224	0.0317
3Mciopenteno	fracción mol	0.0199	0.0254	0.0254	0.0361
223-Mpentano	fracción mol	0.0096	0.0123	0.0123	0.0175
Tolueno	fracción mol	0.0374	0.0482	0.0482	0.0684
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0094	0.0122	0.0122	0.0173
n-Octano	fracción mol	0.0099	0.0128	0.0128	0.0182
E-Benceno	fracción mol	0.0088	0.0113	0.0113	0.0161
m-Xyleno	fracción mol	0.0173	0.0223	0.0223	0.0317
p-Xyleno	fracción mol	0.0066	0.0085	0.0085	0.0121
o-Xyleno	fracción mol	0.0141	0.0183	0.0183	0.0260
n-Nonano	fracción mol	0.0027	0.0036	0.0036	0.0050
n-Pbenceno	fracción mol	0.0154	0.0198	0.0198	0.0282
2-Mnonano	fracción mol	0.0141	0.0182	0.0182	0.0259
n-Decano	fracción mol	0.0081	0.0104	0.0104	0.0148
n-C11	fracción mol	0.0040	0.0052	0.0052	0.0074
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0014	0.0018	0.0018	0.0025
Naftaleno	fracción mol	0.0011	0.0014	0.0014	0.0019
n-C12	fracción mol	0.0003	0.0004	0.0004	0.0006
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0038	0.0049	0.0049	0.0070
NBP[1]_208	fracción mol	0.0008	0.0010	0.0010	0.0014
NBP[1]_223	fracción mol	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004
NBP[1]_237	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Corriente		53	54	55	56
Fraccion vapor		0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Temperatura	C	153.9	38.1	38.1	10.0
Presión	kg/cm ² _g	9.6	11.3	11.3	13.1
Flujo molar	kgmol/h	1541	1139	8	493
Flujo másico	kg/h	142716	36922	137	45648
Flujo vol_liq	barril/dia	29104	11349	21	9309
Flujo std_gas	STD_m3/h	36448	26939	179	11658
Peso molecular		92.58	32.41	18.05	92.58
Energía	kcal/h	6.57E+06	3.06E+06	-6.04E+04	-1.39E+06
Entalpia molar	kcal/kgmol	4264	2685	-7975	-2814
Entropia	kcal/kgmol-C	39	39	14	19
Cp másico	kcal/kg-C	0.6308	0.4046	1.0280	0.4443
Densidad	kg/m ³	603.9698	16.5275	997.2017	754.8185
Factor Z		0.0452	0.9163	0.0085	0.0725
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0466	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0489	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.0000	0.1691	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol	0.0000	0.0156	0.0001	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0000	0.1085	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0000	0.1374	0.0000	0.0000
H2S	fracción mol	0.0000	0.1759	0.0023	0.0000
Propileno	fracción mol	0.0000	0.1513	0.0000	0.0000
Propano	fracción mol	0.0000	0.0519	0.0000	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0009	0.0186	0.0000	0.0009
n-Butano	fracción mol	0.0018	0.0075	0.0000	0.0018
1-Buteno	fracción mol	0.0003	0.0036	0.0000	0.0003
i-Buteno	fracción mol	0.0011	0.0140	0.0000	0.0011
tr2-Buteno	fracción mol	0.0025	0.0105	0.0000	0.0025
cis2-Buteno	fracción mol	0.0021	0.0054	0.0000	0.0021
3M-1-buteno	fracción mol	0.0020	0.0004	0.0000	0.0020
i-Pentano	fracción mol	0.0418	0.0041	0.0000	0.0418
1-Penteno	fracción mol	0.0066	0.0008	0.0000	0.0066
2M-1-buteno	fracción mol	0.0153	0.0013	0.0000	0.0153
n-Pentano	fracción mol	0.0242	0.0017	0.0000	0.0242
2M-13-C4=	fracción mol	0.0013	0.0001	0.0000	0.0013
tr2-Penteno	fracción mol	0.0475	0.0033	0.0000	0.0475
cis2-Penteno	fracción mol	0.0267	0.0018	0.0000	0.0267
2M-2-buteno	fracción mol	0.0708	0.0046	0.0000	0.0708
1-tr3-C5=	fracción mol	0.0018	0.0001	0.0000	0.0018
1-ci3-C5=	fracción mol	0.0339	0.0019	0.0000	0.0339
22-Mbutano	fracción mol	0.0005	0.0000	0.0000	0.0005
Cyclopenteno	fracción mol	0.0096	0.0005	0.0000	0.0096
4M-1-penteno	fracción mol	0.0026	0.0001	0.0000	0.0026
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0031	0.0000	0.0000	0.0031
Cyclopentano	fracción mol	0.0033	0.0002	0.0000	0.0033
23M-13-C4=	fracción mol	0.0149	0.0004	0.0000	0.0149
23M-1-buteno	fracción mol	0.0139	0.0005	0.0000	0.0139
2M-3Epentano	fracción mol	0.0311	0.0002	0.0000	0.0311
2M1C5=	fracción mol	0.0674	0.0020	0.0000	0.0674
2M-2-penteno	fracción mol	0.0496	0.0011	0.0000	0.0496



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciclopentano	fracción mol	0.0566	0.0012	0.0000	0.0566
1Mcicpenteno	fracción mol	0.0308	0.0006	0.0000	0.0308
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0242	0.0001	0.0000	0.0242
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0166	0.0000	0.0000	0.0166
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0247	0.0003	0.0000	0.0247
n-Heptano	fracción mol	0.0317	0.0003	0.0000	0.0317
3Mcicpenteno	fracción mol	0.0361	0.0009	0.0000	0.0361
223-Mpentano	fracción mol	0.0175	0.0001	0.0000	0.0175
Tolueno	fracción mol	0.0684	0.0005	0.0000	0.0684
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0173	0.0000	0.0000	0.0173
n-Octano	fracción mol	0.0182	0.0001	0.0000	0.0182
E-Benceno	fracción mol	0.0161	0.0000	0.0000	0.0161
m-Xyleno	fracción mol	0.0317	0.0001	0.0000	0.0317
p-Xyleno	fracción mol	0.0121	0.0000	0.0000	0.0121
o-Xyleno	fracción mol	0.0260	0.0001	0.0000	0.0260
n-Nonano	fracción mol	0.0050	0.0000	0.0000	0.0050
n-Pbenceno	fracción mol	0.0282	0.0000	0.0000	0.0282
2-Mnonano	fracción mol	0.0259	0.0000	0.0000	0.0259
n-Decano	fracción mol	0.0148	0.0000	0.0000	0.0148
n-C11	fracción mol	0.0074	0.0000	0.0000	0.0074
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0025	0.0000	0.0000	0.0025
Naftaleno	fracción mol	0.0019	0.0000	0.0000	0.0019
n-C12	fracción mol	0.0006	0.0000	0.0000	0.0006
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	0.0058	0.9976	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0070	0.0000	0.0000	0.0070
NBP[1]_208	fracción mol	0.0014	0.0000	0.0000	0.0014
NBP[1]_223	fracción mol	0.0004	0.0000	0.0000	0.0004
NBP[1]_237	fracción mol	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Corriente		57	58	59	60
Fración vapor		0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Temperatura	C	51.3	38.6	38.0	30.0
Presión	kg/cm ² _g	11.2	13.0	9.5	-1.0
Flujo molar	kgmol/h	2000	1024	647	10
Flujo másico	kg/h	156138	91405	32812	327
Flujo vol_liq	barril/día	33620	18904	8792	63
Flujo std_gas	STD_m3/h	47279	24209	15293	227
Peso molecular		78.08	89.28	50.73	34.08
Energía	kcal/h	-1.47E+06	-1.51E+06	-4.16E+05	2.32E+04
Entalpia molar	kcal/kgmol	-733	-1470	-644	2421
Entropía	kcal/kgmol-C	27	24	20	55
Cp másico	kcal/kg-C	0.5094	0.4805	0.6194	0.2408
Densidad	kg/m3	684.3444	721.3450	537.9560	0.0108
Factor Z		0.0507	0.0657	0.0377	1.0000
Hidrógeno	fracción mol	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0009	0.0001	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.0086	0.0012	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol	0.0019	0.0003	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0175	0.0023	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0306	0.0036	0.0003	0.0000
H2S	fracción mol	0.0558	0.0055	0.0148	1.0000
Propileno	fracción mol	0.0843	0.0226	0.3030	0.0000
Propano	fracción mol	0.0306	0.0099	0.1240	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0210	0.0224	0.1396	0.0000
n-Butano	fracción mol	0.0123	0.0160	0.0762	0.0000
1-Buteno	fracción mol	0.0048	0.0057	0.0314	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.0181	0.0211	0.1186	0.0000
tr2-Buteno	fracción mol	0.0182	0.0242	0.1126	0.0000
cis2-Buteno	fracción mol	0.0105	0.0143	0.0617	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0017	0.0020	0.0034	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0244	0.0263	0.0067	0.0000
1-Penteno	fracción mol	0.0042	0.0048	0.0031	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0089	0.0096	0.0012	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0142	0.0157	0.0005	0.0000
2M-13-C4==	fracción mol	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0280	0.0310	0.0010	0.0000
cis2-Penteno	fracción mol	0.0158	0.0175	0.0005	0.0000
2M-2-buteno	fracción mol	0.0422	0.0472	0.0011	0.0000
1-tr3-C5==	fracción mol	0.0011	0.0012	0.0000	0.0000
1-ci3-C5==	fracción mol	0.0207	0.0236	0.0001	0.0000
22-Mbutano	fracción mol	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0058	0.0066	0.0000	0.0000
4M-1-penteno	fracción mol	0.0017	0.0020	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0022	0.0029	0.0000	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0020	0.0024	0.0000	0.0000
23M-13-C4==	fracción mol	0.0102	0.0126	0.0000	0.0000
23M-1-buteno	fracción mol	0.0091	0.0110	0.0000	0.0000
2M-3Epentano	fracción mol	0.0234	0.0307	0.0000	0.0000
2M1C5=	fracción mol	0.0451	0.0552	0.0000	0.0000
2M-2-penteno	fracción mol	0.0342	0.0426	0.0000	0.0000



Mciopentano	fracción mol	0.0392	0.0490	0.0000	0.0000
1Mciopentano	fracción mol	0.0216	0.0271	0.0000	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0185	0.0244	0.0000	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0127	0.0168	0.0000	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0180	0.0231	0.0000	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0234	0.0303	0.0000	0.0000
3Mciopenteno	fracción mol	0.0248	0.0308	0.0000	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0130	0.0170	0.0000	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0510	0.0665	0.0000	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0132	0.0175	0.0000	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0138	0.0181	0.0000	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0122	0.0162	0.0000	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0241	0.0319	0.0000	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0092	0.0122	0.0000	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0198	0.0262	0.0000	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0039	0.0051	0.0000	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0216	0.0286	0.0000	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0199	0.0263	0.0000	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0114	0.0151	0.0000	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0057	0.0076	0.0000	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0019	0.0025	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0015	0.0020	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0005	0.0006	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0054	0.0071	0.0000	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0011	0.0014	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Corriente	61	62	63	64
Fraccion vapor	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperatura C	29.6	30.0	30.2	69.0
Presión kg/cm2_g	-1.0	15.0	17.3	16.9
Flujo molar kgmol/h	87	637	637	637
Flujo másico kg/h	3088	32485	32485	32485
Flujo vol_liq barril/día	586	8730	8730	8730
Flujo std_gas STD_m3/h	2055	15066	15066	15066
Peso molecular	35.52	50.98	50.98	50.98
Energía kcal/h	2.10E+05	-5.72E+05	-5.67E+05	2.53E+05
Entalpia molar kcal/kgmol	2415	-897	-890	397
Entropia kcal/kgmol-C	55	19	19	23
Cp másico kcal/kg-C	0.2350	0.5954	0.5946	0.7253
Densidad kg/m3	0.0113	549.9293	550.3301	486.0246
Factor Z	1.0000	0.0578	0.0660	0.0650
Hidrógeno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Metano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2 fracción mol	0.1457	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etano fracción mol	0.0000	0.0003	0.0003	0.0003
H2S fracción mol	0.8543	0.0000	0.0000	0.0000
Propileno fracción mol	0.0000	0.3076	0.3076	0.3076
Propano fracción mol	0.0000	0.1258	0.1258	0.1258
i-Butano fracción mol	0.0000	0.1417	0.1417	0.1417
n-Butano fracción mol	0.0000	0.0774	0.0774	0.0774
1-Buteno fracción mol	0.0000	0.0319	0.0319	0.0319
i-Buteno fracción mol	0.0000	0.1204	0.1204	0.1204
tr2-Buteno fracción mol	0.0000	0.1143	0.1143	0.1143
cis2-Buteno fracción mol	0.0000	0.0626	0.0626	0.0626
3M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0034	0.0034	0.0034
i-Pentano fracción mol	0.0000	0.0068	0.0068	0.0068
1-Penteno fracción mol	0.0000	0.0032	0.0032	0.0032
2M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0012	0.0012	0.0012
n-Pentano fracción mol	0.0000	0.0005	0.0005	0.0005
2M-13-C4== fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0010	0.0010	0.0010
cis2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0005	0.0005	0.0005
2M-2-buteno fracción mol	0.0000	0.0011	0.0011	0.0011
1-tr3-C5== fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-C5== fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
22-Mbutano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4M-1-penteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5 fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopentano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-13-C4== fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Epentano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M1C5= fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-2-penteno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciclopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1Mcicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3Mcicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Corriente		65	66	67	68
Fracción vapor		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperatura	C	40.0	40.0	40.5	102.0
Presión	kg/cm ² _g	16.7	16.7	20.0	17.3
Flujo molar	kgmol/h	0	271	271	366
Flujo másico	kg/h	0	11552	11552	20933
Flujo vol_liq	barril/día	0	3376	3376	5354
Flujo std_gas	STD_m3/h	0	6404	6404	8661
Peso molecular		42.59	42.65	42.65	57.14
Energía	kcal/h	0.00E+00	-1.24E+05	-1.22E+05	6.45E+05
Entalpia molar	kcal/kgmol	-482	-459	-450	1761
Entropia	kcal/kgmol-C	12	12	12	31
Cp_másico	kcal/kg-C	0.7377	0.7376	0.7321	0.8059
Densidad	kg/m ³	477.1454	477.0698	478.0299	466.0847
Factor Z		0.0596	0.0597	0.0706	0.0707
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0015	0.0007	0.0007	0.0000
H2S	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propileno	fracción mol	0.7348	0.7147	0.7147	0.0066
Propano	fracción mol	0.2636	0.2845	0.2845	0.0085
i-Butano	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.2465
n-Butano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.1346
1-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0555
i-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.2094
tr2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.1988
cis2-Buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.1089
3M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060
i-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0118
1-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0055
2M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021
n-Pentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009
2M-13-C4==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
tr2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018
cis2-Penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009
2M-2-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019
1-tr3-C5==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-C5==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
22-Mbutano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
4M-1-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-13-C4==	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Epentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M1C5=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-2-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1Mciopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3Mciopenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Corriente		69	70	71	72
Fracion vapor		0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
Temperatura	C	40.0	40.0	35.2	35.2
Presión	kg/cm2_g	16.9	19.6	14.0	14.0
Flujo molar	kgmol/h	366	271	0	192
Flujo másico	kg/h	20933	11552	0	8071
Flujo vol_liq	barril/día	5354	3376	0	2340
Flujo std_gas	STD_m3/h	8661	6404	0	4536
Peso molecular		57.14	42.65	42.06	42.08
Energía	kcal/h	-2.23E+05	-1.26E+05	0.00E+00	-1.78E+05
Entalpía molar	kcal/kgmol	-609	-465	2277	-927
Entropía	kcal/kgmol-C	24	12	16	6
Cp_másico	kcal/kg-C	0.5845	0.7298	0.4499	0.7084
Densidad	kg/m3	566.9216	478.8062	31.5065	488.6587
Factor Z		0.0683	0.0694	0.7678	0.0495
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0000	0.0007	0.0023	0.0010
H2S	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propileno	fracción mol	0.0066	0.7147	0.9947	0.9957
Propano	fracción mol	0.0085	0.2845	0.0030	0.0033
i-Butano	fracción mol	0.2465	0.0001	0.0000	0.0000
n-Butano	fracción mol	0.1346	0.0000	0.0000	0.0000
1-Buteno	fracción mol	0.0555	0.0000	0.0000	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.2094	0.0001	0.0000	0.0000
tr2-Buteno	fracción mol	0.1988	0.0000	0.0000	0.0000
cis2-Buteno	fracción mol	0.1089	0.0000	0.0000	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0060	0.0000	0.0000	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0118	0.0000	0.0000	0.0000
1-Penteno	fracción mol	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
2M-13-C4=	fracción mol	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000
cis2-Penteno	fracción mol	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
2M-2-buteno	fracción mol	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000
1-tr3-C5=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-C5=	fracción mol	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
22-Mbutano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopenteno	fracción mol	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
4M-1-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-13-C4=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23M-1-buteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Epentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2MIC5=	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-2-penteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Mciiclopentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1Mciicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3Mciicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
223-Mpentano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

	73	74	75	76
Corriente				
Fraccion vapor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperatura C	60.4	144.7	45.0	45.0
Presión kg/cm ² _g	21.0	9.3	9.0	9.0
Flujo molar kgmol/h	79	1541	1541	493
Flujo másico kg/h	3481	142716	142716	45648
Flujo vol_líq barril/día	1036	29104	29104	9309
Flujo std_gas STD_m3/h	1869	36448	36448	11658
Peso molecular	44.04	92.58	92.58	92.58
Energía kcal/h	7.72E+04	5.75E+06	-2.03E+06	-6.49E+05
Entalpia molar kcal/kgmol	976	3732	-1317	-1317
Entropia kcal/kgmol-C	25	38	24	24
Cp_másico kcal/kg-C	0.9024	0.6157	0.4850	0.4850
Densidad kg/m ³	427.9464	615.7327	722.0568	722.0568
Factor Z	0.0802	0.0439	0.0478	0.0478
Hidrógeno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Metano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO ₂ fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etano fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H ₂ S fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propileno fracción mol	0.0327	0.0000	0.0000	0.0000
Propano fracción mol	0.9668	0.0000	0.0000	0.0000
i-Butano fracción mol	0.0002	0.0009	0.0009	0.0009
n-Butano fracción mol	0.0000	0.0018	0.0018	0.0018
1-Buteno fracción mol	0.0000	0.0003	0.0003	0.0003
i-Buteno fracción mol	0.0002	0.0011	0.0011	0.0011
tr2-Buteno fracción mol	0.0000	0.0025	0.0025	0.0025
cis2-Buteno fracción mol	0.0000	0.0021	0.0021	0.0021
3M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0020	0.0020	0.0020
i-Pentano fracción mol	0.0000	0.0418	0.0418	0.0418
1-Penteno fracción mol	0.0000	0.0066	0.0066	0.0066
2M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0153	0.0153	0.0153
n-Pentano fracción mol	0.0000	0.0242	0.0242	0.0242
2M-13-C4= fracción mol	0.0000	0.0013	0.0013	0.0013
tr2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0475	0.0475	0.0475
cis2-Penteno fracción mol	0.0000	0.0267	0.0267	0.0267
2M-2-buteno fracción mol	0.0000	0.0708	0.0708	0.0708
1-tr3-C5= fracción mol	0.0000	0.0018	0.0018	0.0018
1-ci3-C5= fracción mol	0.0000	0.0339	0.0339	0.0339
22-Mbutano fracción mol	0.0000	0.0005	0.0005	0.0005
Cyclopenteno fracción mol	0.0000	0.0096	0.0096	0.0096
4M-1-penteno fracción mol	0.0000	0.0026	0.0026	0.0026
1-ci3-MCC5 fracción mol	0.0000	0.0031	0.0031	0.0031
Cyclopentano fracción mol	0.0000	0.0033	0.0033	0.0033
23M-13-C4= fracción mol	0.0000	0.0149	0.0149	0.0149
23M-1-buteno fracción mol	0.0000	0.0139	0.0139	0.0139
2M-3Epentano fracción mol	0.0000	0.0311	0.0311	0.0311
2M1C5= fracción mol	0.0000	0.0674	0.0674	0.0674
2M-2-penteno fracción mol	0.0000	0.0496	0.0496	0.0496



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Meiclopentano	fracción mol	0.0000	0.0566	0.0566	0.0566
1Meicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0308	0.0308	0.0308
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0242	0.0242	0.0242
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0166	0.0166	0.0166
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0000	0.0247	0.0247	0.0247
n-Heptano	fracción mol	0.0000	0.0317	0.0317	0.0317
3Meicpenteno	fracción mol	0.0000	0.0361	0.0361	0.0361
223-Mpentano	fracción mol	0.0000	0.0175	0.0175	0.0175
Tolueno	fracción mol	0.0000	0.0684	0.0684	0.0684
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0000	0.0173	0.0173	0.0173
n-Octano	fracción mol	0.0000	0.0182	0.0182	0.0182
E-Benceno	fracción mol	0.0000	0.0161	0.0161	0.0161
m-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0317	0.0317	0.0317
p-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0121	0.0121	0.0121
o-Xyleno	fracción mol	0.0000	0.0260	0.0260	0.0260
n-Nonano	fracción mol	0.0000	0.0050	0.0050	0.0050
n-Pbenceno	fracción mol	0.0000	0.0282	0.0282	0.0282
2-Mnonano	fracción mol	0.0000	0.0259	0.0259	0.0259
n-Decano	fracción mol	0.0000	0.0148	0.0148	0.0148
n-C11	fracción mol	0.0000	0.0074	0.0074	0.0074
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0000	0.0025	0.0025	0.0025
Naftaleno	fracción mol	0.0000	0.0019	0.0019	0.0019
n-C12	fracción mol	0.0000	0.0006	0.0006	0.0006
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0000	0.0070	0.0070	0.0070
NBP[1]_208	fracción mol	0.0000	0.0014	0.0014	0.0014
NBP[1]_223	fracción mol	0.0000	0.0004	0.0004	0.0004
NBP[1]_237	fracción mol	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Corriente		77	78	79	80
Fraccion vapor		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Temperatura	C	45.2	45.0	45.0	45.0
Presión	kg/cm ² _g	13.5	9.0	2.1	2.1
Flujo molar	kgmol/h	493	1048	0	307
Flujo másico	kg/h	45648	97068	0	21539
Flujo vol liq	barril/dia	9309	19795	0	4950
Flujo std_gas	STD_m3/h	11658	24790	0	7269
Peso molecular		92.58	92.58	69.47	70.06
Energia	kcal/h	-6.40E+05	-1.38E+06	0.00E+00	-3.27E+05
Entalpia molar	kcal/kgmol	-1299	-1317	-921	-1064
Entropia	kcal/kgmol-C	25	24	27	26
Cp_másico	kcal/kg-C	0.4849	0.4850	0.5478	0.5423
Densidad	kg/m ³	722.5815	722.0568	623.3623	629.0392
Factor Z		0.0690	0.0478	0.0129	0.0129
Hidrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Metano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CO2	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Etano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2S	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Propileno	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0004	0.0001
Propano	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0009	0.0009	0.0092	0.0029
n-Butano	fracción mol	0.0018	0.0018	0.0145	0.0060
1-Buteno	fracción mol	0.0003	0.0003	0.0033	0.0012
i-Buteno	fracción mol	0.0011	0.0011	0.0112	0.0039
tr2-Buteno	fracción mol	0.0025	0.0025	0.0203	0.0085
cis2-Buteno	fracción mol	0.0021	0.0021	0.0162	0.0073
3M-1-buteno	fracción mol	0.0020	0.0020	0.0103	0.0069
i-Pentano	fracción mol	0.0418	0.0418	0.1668	0.1425
1-Penteno	fracción mol	0.0066	0.0066	0.0286	0.0225
2M-1-buteno	fracción mol	0.0153	0.0153	0.0564	0.0522
n-Pentano	fracción mol	0.0242	0.0242	0.0782	0.0824
2M-13-C4=	fracción mol	0.0013	0.0013	0.0045	0.0046
tr2-Penteno	fracción mol	0.0475	0.0475	0.1525	0.1612
cis2-Penteno	fracción mol	0.0267	0.0267	0.0845	0.0907
2M-2-buteno	fracción mol	0.0708	0.0708	0.2165	0.2401
1-tr3-C5=	fracción mol	0.0018	0.0018	0.0047	0.0058
1-ci3-C5=	fracción mol	0.0339	0.0339	0.0840	0.1084
22-Mbutano	fracción mol	0.0005	0.0005	0.0005	0.0008
Cyclopenteno	fracción mol	0.0096	0.0096	0.0246	0.0308
4M-1-penteno	fracción mol	0.0026	0.0026	0.0016	0.0028
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0031	0.0031	0.0000	0.0000
Cyclopentano	fracción mol	0.0033	0.0033	0.0068	0.0095
23M-13-C4=	fracción mol	0.0149	0.0149	0.0000	0.0001
23M-1-buteno	fracción mol	0.0139	0.0139	0.0023	0.0044
2M-3Eptano	fracción mol	0.0311	0.0311	0.0000	0.0000
2M1C5=	fracción mol	0.0674	0.0674	0.0018	0.0039
2M-2-penteno	fracción mol	0.0496	0.0496	0.0001	0.0002



ANEXO: SIMULACION INTEGRAL DE MEJORAS OPERATIVAS

Miclopentano	fracción mol	0.0566	0.0566	0.0001	0.0002
1Miclopenteno	fracción mol	0.0308	0.0308	0.0000	0.0000
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0242	0.0242	0.0000	0.0000
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0166	0.0166	0.0000	0.0000
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0247	0.0247	0.0000	0.0000
n-Heptano	fracción mol	0.0317	0.0317	0.0000	0.0000
3Miclopenteno	fracción mol	0.0361	0.0361	0.0001	0.0002
223-Mpentano	fracción mol	0.0175	0.0175	0.0000	0.0000
Tolueno	fracción mol	0.0684	0.0684	0.0000	0.0000
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0173	0.0173	0.0000	0.0000
n-Octano	fracción mol	0.0182	0.0182	0.0000	0.0000
E-Benceno	fracción mol	0.0161	0.0161	0.0000	0.0000
m-Xyleno	fracción mol	0.0317	0.0317	0.0000	0.0000
p-Xyleno	fracción mol	0.0121	0.0121	0.0000	0.0000
o-Xyleno	fracción mol	0.0260	0.0260	0.0000	0.0000
n-Nonano	fracción mol	0.0050	0.0050	0.0000	0.0000
n-Pbenceno	fracción mol	0.0282	0.0282	0.0000	0.0000
2-Mnonano	fracción mol	0.0259	0.0259	0.0000	0.0000
n-Decano	fracción mol	0.0148	0.0148	0.0000	0.0000
n-C11	fracción mol	0.0074	0.0074	0.0000	0.0000
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0025	0.0025	0.0000	0.0000
Naftaleno	fracción mol	0.0019	0.0019	0.0000	0.0000
n-C12	fracción mol	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000
n-C13	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0070	0.0070	0.0000	0.0000
NBP[1]_208	fracción mol	0.0014	0.0014	0.0000	0.0000
NBP[1]_223	fracción mol	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000
NBP[1]_237	fracción mol	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Corriente		81
Fraccion vapor		0.0000
Temperatura	C	149.7
Presión	kg/cm ² _g	3.0
Flujo molar	kgmol/h	741
Flujo másico	kg/h	75529
Flujo vol_liq	barril/dia	14845
Flujo std_gas	STD_m3/h	17521
Peso molecular		101.93
Energia	kcal/h	3.15E+06
Entalpia molar	kcal/kgmol	4257
Entropia	kcal/kgmol-C	38
Cp_másico	kcal/kg-C	0.5990
Densidad	kg/m ³	643.4894
Factor Z		--
Hidrógeno	fracción mol	0.0000
Nitrógeno	fracción mol	0.0000
Metano	fracción mol	0.0000
CO2	fracción mol	0.0000
Etileno	fracción mol	0.0000
Etano	fracción mol	0.0000
H2S	fracción mol	0.0000
Propileno	fracción mol	0.0000
Propano	fracción mol	0.0000
i-Butano	fracción mol	0.0000
n-Butano	fracción mol	0.0000
1-Buteno	fracción mol	0.0000
i-Buteno	fracción mol	0.0000
tr2-Buteno	fracción mol	0.0000
cis2-Buteno	fracción mol	0.0000
3M-1-buteno	fracción mol	0.0000
i-Pentano	fracción mol	0.0000
1-Penteno	fracción mol	0.0000
2M-1-buteno	fracción mol	0.0000
n-Pentano	fracción mol	0.0001
2M-13-C4=	fracción mol	0.0000
tr2-Penteno	fracción mol	0.0003
cis2-Penteno	fracción mol	0.0002
2M-2-buteno	fracción mol	0.0005
1-tr3-C5=	fracción mol	0.0001
1-ci3-C5=	fracción mol	0.0030
22-Mbutano	fracción mol	0.0004
Cyclopenteno	fracción mol	0.0008
4M-1-penteno	fracción mol	0.0025
1-ci3-MCC5	fracción mol	0.0043
Cyclopentano	fracción mol	0.0007
23M-13-C4=	fracción mol	0.0211
23M-1-buteno	fracción mol	0.0179
2M-3Eptano	fracción mol	0.0441
2M1C5=	fracción mol	0.0938
2M-2-penteno	fracción mol	0.0701



Meciclopentano	fracción mol	0.0800
1Mecicpenteno	fracción mol	0.0436
2M-3Ehexano	fracción mol	0.0343
3M-4Ehexano	fracción mol	0.0235
1-tr3-MCC5	fracción mol	0.0349
n-Heptano	fracción mol	0.0449
3Mecipenteno	fracción mol	0.0510
223-Mpentano	fracción mol	0.0247
Tolueno	fracción mol	0.0968
3M-3Ehexano	fracción mol	0.0245
n-Octano	fracción mol	0.0257
E-Benceno	fracción mol	0.0228
m-Xyleno	fracción mol	0.0448
p-Xyleno	fracción mol	0.0171
o-Xyleno	fracción mol	0.0367
n-Nonano	fracción mol	0.0071
n-Pbenceno	fracción mol	0.0399
2-Mnonano	fracción mol	0.0366
n-Decano	fracción mol	0.0209
n-C11	fracción mol	0.0105
n-Pentyl-BZ	fracción mol	0.0035
Naftaleno	fracción mol	0.0027
n-C12	fracción mol	0.0009
n-C13	fracción mol	0.0000
n-C14	fracción mol	0.0000
H2O	fracción mol	0.0000
NBP[1]_189	fracción mol	0.0099
NBP[1]_208	fracción mol	0.0020
NBP[1]_223	fracción mol	0.0006
NBP[1]_237	fracción mol	0.0001
NBP[1]_250	fracción mol	0.0000
NBP[1]_264	fracción mol	0.0000
NBP[1]_278	fracción mol	0.0000
NBP[1]_292	fracción mol	0.0000
NBP[1]_307	fracción mol	0.0000
NBP[1]_321	fracción mol	0.0000
NBP[1]_335	fracción mol	0.0000
NBP[1]_349	fracción mol	0.0000
NBP[1]_364	fracción mol	0.0000
NBP[1]_377	fracción mol	0.0000
NBP[1]_391	fracción mol	0.0000
NBP[1]_405	fracción mol	0.0000
NBP[1]_421	fracción mol	0.0000
NBP[1]_439	fracción mol	0.0000
NBP[1]_463	fracción mol	0.0000
NBP[1]_491	fracción mol	0.0000
NBP[1]_529	fracción mol	0.0000