

Cartagena, Agosto 1. 2017



Radicado: NC2017/0006628

Folios: 043

Dependencia: 2020 Fecha: 2017-08-01 10:1

Tipo aplicación: Respuesta a requerimiento

Señores: Superintendencia de Industria y Comercio
Referencia: Respuesta a requerimientos oficio #10247
Expediente NC2017/0006628

La presente es para hacer entrega de los requerimientos exigidos en el oficio #10247

Dirección del Solicitante: Es la misma que se encuentra registrada en el sistema: Martinez Martelo transversal 25 #19-22
En la presente patente no se necesitan graficas o dibujos para soportar el procedimiento de la invención

Se da respuesta a lo solicitado en la descripción y Reivindicaciones

Se le anexa publicaciones requeridas
"optimización del proceso de endulzamiento de la carga a la planta de polimerización" (Duque y ortiz, 2001)

Pedro Joaquín Gómez Pedraza
CC 869.666

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	Espacio reservado para el adhesivo de radicación
---	--

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad	
2	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos) Procedimiento Para evitar que dos líquidos no miscibles permanezcan mezclados durante el tratamiento de refinación de la carga total de gases licuados del petróleo al utilizar soluciones básicas o ácidas		
3	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
1	APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
	Gomez Pedraza	Pedro Joaquin	869.666
5	DATOS DEL SOLICITANTE NUPI (Número Único de Propiedad Industrial)		
	DIRECCIÓN	No. TELÉFONO	
	CIUDAD	CORREO ELECTRÓNICO	
	DEPARTAMENTO/ESTADO	NACIONALIDAD O	
	PAÍS DE RESIDENCIA	LUGAR DE CONSTITUCIÓN	
	Martinez Martelo transversal 25	3006294388	
	Cartagena	# 19-22	
	Bolivar	Pedrogomez@pedraza@hotmail.com	
	Colombia	Colombia	
6	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
	APELLIDOS	NOMBRES	NACIONALIDAD
1.	Gómez Pedraza	Pedro Joaquin	Colombiana
2.	Gómez Ladeos	Daniel Ramón	Colombiana
3.	Gómez Coronel	Maria Magdalena	Colombiana
4.			
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO :			
7	DATOS INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
	PAÍS RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD
1			
2			
3			
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en hoja de información complementaria.			
8	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☐ APODERADO		
	APELLIDOS	NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
			C.C. T.P.
	DIRECCIÓN	No. TELÉFONO	
	CIUDAD	CORREO ELECTRÓNICO	
	PAÍS	No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL	
9	DECLARACION(ES) DE PRIORIDAD ☐ SI ☐ NO		
	(33) PAÍS DE ORIGEN	CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO
1.			
2.			
3.			
	(32) FECHA (AAAA/MM/DD)		

Procedimiento para evitar que dos líquidos no miscibles permanezcan mezclados durante el tratamiento de refinación de la carga total de gases licuados del petróleo al utilizar soluciones básicas o ácidas

RESUMEN

Elementos como el azufre elemental (S), ácido sulfídrico (H_2S) y los mercaptanos que hacen parte de la carga total de gases licuados dentro del tratamiento de refinación del petróleo, requieren de procedimientos especiales para eliminarlos y obtener derivados libres de estos elementos contaminantes, que son muy perjudiciales para la salud y el medio ambiente. La carga total de gases licuados está compuesta por un 50% de olefinas (propileno y butileno) y es la materia prima del proceso de polimerización del petróleo.

En la actualidad el procedimiento que se lleva a cabo en la Refinería de Cartagena (REFICAR) presenta inconvenientes en la obtención de productos totalmente libres de azufre, ácido sulfídrico, mercaptanos y olefinas, debido a la presencia de incontrolables arrastres de reactivos utilizados para este fin, como la Monoetanolamina (MEA), la Dietanolamina (DEA), la soda cáustica y el ácido fosfórico (H_3PO_4). Estos reactivos son indispensables en las diferentes etapas de refinación del petróleo, que al ser empleados en concentraciones acuosas por encima del 10% ocasionan su arrastre y el taponamiento del catalizador de los reactores encargados de la transformación de los gases a gasolina, impidiendo su trabajo en una forma óptima.

El procedimiento que se lleva a cabo en esta inventiva utiliza soluciones de MEA, DEA, soda cáustica y ácido fosfórico como reactivos en una concentración máxima del 4%, siendo fundamental para que desaparezcan los arrastres de estos reactivos. Evitando por lo tanto que se presente una mezcla permanente de soluciones de MEA, DEA y ácido fosfórico con la carga total de gases licuados del petróleo, obteniendo en un 100% la conversión de olefinas a gasolina

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para evitar que dos líquidos no miscibles permanezcan mezclados durante el tratamiento de refinación de la carga total de gases licuados del petróleo al utilizar soluciones básicas o ácidas

1) Campo técnico

La siguiente inventiva está relacionada con un procedimiento con el cual se obtiene la solución de un problema técnico dentro de la técnica utilizada en los procesos de refinación del petróleo, evitando que dos líquidos no miscibles permanezcan mezclados durante el tratamiento de refinación de la carga total de gases licuados del petróleo. La carga total de gases licuados, es la materia prima de la planta de polimerización encargada de transformar las olefinas en gasolina polimera. El problema se origina cuando son empleadas soluciones básicas o ácidas tales como la Monoetanolamina (MEA), la Dietanolamina (DEA), la soda caústica y el ácido fosfórico (H_3PO_4) como reactivo en concentración por encima del 10% para eliminar elementos contaminantes como el azufre elemental (S), ácido sulfídrico (H_2S) y los mercaptanos que hacen parte de la carga total de gases licuados.

Cuando estos líquidos no miscibles permanecen durante el procedimiento de refinación del petróleo sin separarse, promueven su salida de los lechos de contacto donde deberían permanecer reaccionando entonces con el catalizador. Disminuyendo la eficiencia de los reactores de conversión. Lo que ocasiona pérdidas de reactivos, baja conversión de olefinas a gasolina que al ser incineradas en las teas, contamina el medio ambiente. La gasolina polimera contaminada con olefinas atenta a la salud humana ya que son reconocidos como elementos cancerígenos.

2) Estado de la técnica conocido

Actualmente en el tratamiento de los derivados líquidos y los gases licuados del petróleo en la Refinería de Cartagena (REFICAR) es utilizado el proceso de endulzamiento con soda causticas, pero en el caso de los gases licuados es necesario un riguroso control de la corrosión del gas propano producto y por lo tanto se hace necesario utilizar soluciones de aminas como la Monoetanolamina (MEA) o la Dietanolamina (DEA), soda caustica y el ácido fosfórico en soluciones acuosas en una concentración por encima del 10%. El uso de estas soluciones durante el procedimiento es del 50% de gastado y su altura en los lechos de contacto está por encima del 70%

Por décadas han aplicado en el tratamiento de los derivados del petróleo las recomendaciones de la firma Universal Oil Product (UOP) haciendo énfasis en la necesidad relacionada en el uso de mayores o menores concentraciones de reactivos acorde a la cantidad de impurezas presente en los crudos.

El petróleo en su proceso de refinación pasa por diferentes etapas, encontrando que en la primera etapa, el petróleo que va hacer refinado es almacenado en tanques que tienen grandes volúmenes. Posteriormente, el petróleo pasa por un horno donde se cocina a temperatura de 400 °C, que lo transforma en vapores. Estos vapores entran por la parte inferior de la torre de destilación primaria o atmosférica. En su interior, esta torre opera a una presión próxima a la presión atmosférica y presenta numerosos compartimientos llamados bandejas donde se van separando los diferentes derivados del petróleo de acuerdo a su escala de temperatura de enfriamiento. De estos sitios salen los derivados del petróleo por conductos ya sea para ser almacenados o para ser enviados a la planta de tratamiento. Las fracciones liquidas más importantes son: el gasóleo pesado (carga fresca), A.C.P.M., kerosene y Jet- Fuel (J-1A).

En la primera etapa de refinación, los derivados líquidos del petróleo A.C.P.M., kerosene y Jet- Fuel (J-1A) cuando son enviados a la planta de tratamiento, originalmente esta unificado la utilización de soluciones de soda cáustica con una densidad de 5°Be para

extraerles las impurezas que se presentan con un alto contenido de compuestos náftenicos.

En la segunda etapa de refinación, el gasóleo pesado obtenido en la primera etapa del proceso de refinación es la materia prima del craqueo catalítico. Este gasóleo pesado, entra en un reactor que tiene una temperatura de 450°C donde circula un catalizador a base de alúmina, encargado de fraccionar por craqueo catalítico las moléculas pesadas del gasóleo. En este proceso se obtienen derivados importantes como la carga total de gases licuados, las naftas livianas y pesadas craqueadas. Estas naftas craqueadas son enviadas a la planta de tratamiento donde entran en contacto con lechos de soluciones de soda cáustica con densidad de 5°Be, seguido por un segundo tratamiento con soluciones de soda cáustica con una densidad de 22°B. Estas dos densidades sirven para extraer de las naftas craqueadas, compuestos cresílicos bajo la forma de cresilato de sodio.

La tercera etapa del proceso de refinación del petróleo se lleva a cabo en la planta de polimerización y la carga total de gases licuados, compuesta por un 50% de olefinas (propileno y butileno), es la materia prima del proceso de polimerización. En los reactores de polimerización, las olefinas son polimerizadas pasando de gases a gasolina. La carga total de gases licuados, por estar con un alto contenido de mercaptanos, ácido sulfídrico y compuestos cresílicos se deben emplear soluciones de aminas como la Monoetanolamina (MEA) o la Dietanolamina (DEA), soda caustica y ácido fosfórico como reactivo en una concentración por encima del 10%. Se hace un lavado final con agua antes de entrar a los reactores de polimerización, motivado por un riguroso control de la corrosión del gas propano producto.

Cuando se utilizan soluciones de aminas como la Monoetanolamina (MEA) o la Dietanolamina (DEA), soda caustica y ácido fosfórico en concentraciones por encima del 10% permiten que estas soluciones liquidas no miscibles sigan mezcladas durante el procedimiento de refinación del petróleo, promoviendo por lo tanto su salida de los lechos de contacto. Se presenta entonces baja conversión de las olefinas a gasolina

debido, a que el catalizador reacciona entonces con estos reactivos que no se lograron separar, causando su taponamiento, ya que el catalizador actúa como un filtro.

3) Descripción de la invención

Elementos contaminantes como el azufre elemental (S), ácido sulfídrico (H_2S), mercaptanos, y compuestos cresílicos que hacen parte de la carga total de gases licuados del petróleo durante el proceso de refinación, al entrar en contacto con soluciones de MEA o DEA, soda caustica y ácido fosfórico por encima de 10% de concentración empleadas como reactivos para eliminar estos contaminantes, son las causantes de que dos líquidos no miscibles permanezcan mezclados durante el proceso del tratamiento de refinación, ocasionando arrastres incontrolables de estos reactivos. Los cuales son la causa de la baja conversión de las olefinas a gasolina durante el proceso de refinación del petróleo.

Para evitar que se presente esta problemática es necesario que durante el tratamiento de la carga total de gases licuados, para extraer el azufre elemental (S), ácido sulfídrico (H_2S), mercaptanos y compuestos cresílicos emplear soluciones de MEA o DEA, soda caustica y el ácido fosfórico en una concentración máxima del 4% y mínima de 1%. Al emplear la concentración máxima del 4% en estas soluciones se evita que ellas permanezcan mezcladas con la carga total de gases licuados impidiendo la formación de jabones de cresilato de aminas y de sodio. Estos jabones al formarse debido a que poseen dos radicales orgánicos uno hidrófilo y otro hidrófobo hace soluble los hidrocarburos en el agua. Además, el uso de estas soluciones durante todo el procedimiento no debe exceder el 30% de gastado y su altura en los lechos de contacto debe ser del 50%.

Hay que resaltar que el uso de soluciones diluidas son un factor importante por la alta solubilidad en el agua que tienen los mercaptanos corrosivos de bajo peso molecular, lo que también amerita la necesidad de un lavado extra con agua antes del tratamiento con soluciones de MEA o DEA, soda caustica y ácido fosfórico en concentraciones de 4%.

Las modificaciones del procedimiento ofrecen las siguientes ventajas

1. Optimización de la conversión de las olefinas en gasolina en un 100%. Con cero faltante de conversión. Recuperando el 4% del faltante adicional permanente.
2. Eliminación de la contaminación del catalizador, aumentado la vida útil de servicio.
3. Conservación del medio ambiente, al evitar la incineración de olefinas.
4. Eliminación de la corrosión de la gasolina polimera y del gas propano producto.
5. Transformar las perdidas en ganancias al optimizar la planta de polimerización.

REINVINDICACIONES

Procedimiento para evitar que dos líquidos no miscibles permanezcan mezclados durante el tratamiento de refinación de la carga total de gases licuados del petróleo al utilizar soluciones básicas o ácidas

Caracterizado según las siguientes etapas:

A) Primera etapa:

- a) Lavar la carga total de gases licuados con agua antes del tratamiento con las soluciones de MEA, DEA, soda cáustica y ácido fosfórico.
- b) Tratar la carga total de gases licuados lavados, con lechos de solución de MEA, DEA, soda cáustica y ácido fosfórico en una concentración máxima del 4% y mínima del 1% antes de entrar a los reactores de polimerización.
- c) Emplear las soluciones de MEA, DEA, soda cáustica y ácido fosfórico hasta un gastado que no exceda el 30% y la altura de estas soluciones en los lechos de contacto debe ser del 50%



DIVISION DE TECNOLOGIAS COMPLEMENTARIAS

PROYECTO

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA
CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACION**

**Gerencia Refinería Cartagena - GRC
División Tecnologías Complementarias - ICP**

Piedecuesta, Agosto de 2001

Instituto Colombiano del Petróleo



Javier Duque / Olga P. Ortiz	Jorge Forero / Fredy Nariño	Omar Cáceres
Elaboró	Revisó	Aprobó

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 2 de 34	

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE GRAFICAS	4
LISTA DE TABLAS	5
1.0 INTRODUCCIÓN	7
2.0 OBJETIVOS	8
<u>2.1 Objetivo General</u>	8
<u>2.2 Objetivos Específicos</u>	8
3.0 JUSTIFICACIÓN	9
4.0 ANTECEDENTES	10
5.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO	11
<u>5.1 Sección de endulzamiento</u>	11
<u>5.2 Sección de polimerización.</u>	12
<u>5.3 Bases de diseño.</u>	13
6.0 LINEA BASE	15
<u>6.1 Metodología.</u>	15
<u>6.2 Resultados obtenidos.</u>	16
7.0 CONCLUSIONES	21
<u>7.1 Contaminantes en la carga</u>	21
<u>7.2 Remoción de ácido sulfhídrico</u>	21
<u>7.3 Arrastre de amina en GLP</u>	22
<u>7.4 Arrastre de soda en GLP</u>	23
<u>7.5 Solución de lavado ácido</u>	24
<u>7.6 Solución de lavado cáustico</u>	24
8.0 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROPUESTO	26
<u>8.1 Sistema de Contacto</u>	27
<u>8.2 Nivel de soda</u>	28
<u>8.3 Concentración de soda</u>	29
<u>8.4 Concentración de MEA</u>	29

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 3 de 34	

8.5 Recirculación de soda	30
9.0 BENEFICIOS ESPERADOS	31
10.0 RECOMENDACIONES	32
11.0 CONCLUSIONES	33
12.0 BIBLIOGRAFIA	34

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 4 de 34	

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica No. 1. Contenido de ácido sulfhídrico en GLP	17
Gráfica No. 2. Contenido de amina (MEA) en corrientes de GLP	18
Gráfica No. 3. Contenido de soda (NaOH) en corrientes de GLP	18
Gráfica No. 4. Alcalinidad libre vs. Gastado en corriente de soda	19
Gráfica No. 5. PH de agua ácida y contenido de sulfuros en soda	19

 DIVISION DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 5 de 34	

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1.	
Composición de diseño de la carga fresca a la planta de endulzamiento	13
Tabla No. 2.	
Resumen de pruebas realizadas a las corrientes monitoreadas.	14
Tabla No. 3.	
Registro cronológico del monitoreo realizado	15
Tabla No. 4.	
Contenido de H ₂ S en las corrientes de GLP	16
Tabla No. 5.	
Contenido de amina (MEA) y soda en corrientes de GLP	16
Tabla No. 6.	
Caracterización de corrientes de soda y agua ácida	17

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 6 de 34

1.0 INTRODUCCIÓN

La mayoría de corrientes de hidrocarburos refinados contienen azufre en diversas formas y además pueden contener dióxido de carbono (CO_2). El Gas Licuado del Petróleo (GLP), contiene ácido sulfhídrico (H_2S) y mercaptanos que producen olor desagradable y corrosión. El sulfuro de carbonilo (COS), en el GLP, se puede hidrolizar ocasionando que el hidrocarburo llegue a ser corrosivo. Un hidrocarburo puede ser tratado para: remover H_2S , COS , CO_2 y S, y remover mercaptanos o convertirlos en compuestos menos indeseables.

Existen numerosos procesos que son empleados para remover estos componentes ácidos. Estos procesos son conocidos como "endulzamiento" ya que remueven la mayoría de compuestos que otorgan cierto carácter "agrio" al hidrocarburo. Con la remoción de estos compuestos, se evita que los hidrocarburos sean corrosivos, presenten olores desagradables y sean inestables.¹

En la refinería de Cartagena, la corriente de GLP procedente de la planta de productos livianos de Cracking, es tratada en la planta de AMINA I. Este es uno de los procesos más empleados para el endulzamiento de este tipo de hidrocarburos.

¹ Nielsen, R, Rogers, J., Bullin, J. And Duewall, K. "Treat LPGs with Amines"

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 7 de 34

Esta corriente de GLP que se endulza en la planta de AMINA I es la carga para la sección de polimerización. El proceso de endulzamiento del GLP debe asegurar ciertas características fisicoquímicas en esta corriente con el fin de que se garantice un óptimo desempeño de la planta de polimerización en lo que refiere a rendimiento en la conversión de olefinas, calidad de los productos, vida de los catalizadores y estabilidad de la planta.

Dada la importancia del proceso, el ICP conjuntamente con la Refinería de Cartagena, ha realizado un trabajo conjunto con el fin de optimizar el desempeño del mismo y obtener una mayor eficiencia técnico-económica.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 8 de 34

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Optimizar el proceso de endulzamiento del GLP cargado a la planta de poligasolina, mejorando el sistema de contacto hidrocarburo/soda, en la etapa de lavado con soda en la planta de AMINA I.

2.2 Objetivos Específicos

1. Mejorar la calidad del GLP tratado eliminando el impacto que produce la amina, la soda y el agua arrastradas en el proceso.
2. Aumentar la capacidad de tratamiento de GLP en la torre de lavado cáustico, usando los equipos existentes.
3. Asegurar estabilidad (operacional y de especificaciones) en la planta de endulzamiento del GLP.
4. Aumentar la vida útil de los catalizadores y por lo tanto la eficiencia de la sección de polimerización.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 9 de 34

3.0 JUSTIFICACIÓN

Como resultado de las modificaciones realizadas en la planta de livianos de Cracking, la carga actual que trata la planta de endulzamiento de GLP ocasiona problemas hidráulicos al sistema, promoviendo el arrastre de amina y de soda. Este arrastre, que también se ve favorecido por el alto nivel de soda que se maneja en la torre, trae como consecuencia la desactivación del catalizador y por ende la disminución de su vida útil, viéndose afectado de esta manera la eficiencia y economía del proceso de producción de poligasolina.

En el proceso de lavado cáustico actual, que se realiza en la torre T-3, no existe un contacto eficiente entre las corrientes de GLP y la soda, dado que le fueron removidos los platos que poseía y le fue suspendido el sistema de recirculación de soda, por lo cual la remoción de las especies indeseadas (H_2S , CO_2 , mercaptanos) se ve seriamente afectado ocasionando problemas operacionales; por esta razón se hace necesario la instalación de un mecanismo que favorezca el contacto de las corrientes en mención, de tal manera que no sólo se obtendrán beneficios operacionales sino un alto impacto económico al eliminar la necesidad de adquirir equipos nuevos para el tratamiento cáustico y por la disminución de los consumos de soda, ácido y catalizador.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 10 de 34

4.0 ANTECEDENTES

El ICP, a través de su División de Tecnologías Complementarias y en conjunto con la VRM, GRC y GCB, ha desarrollado proyectos de optimización de los procesos de endulzamiento de hidrocarburos en las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, desde 1999.

En la refinería de Barrancabermeja se han optimizado los procesos de endulzamiento de nafta virgen, nafta craqueada y Jet-A. Como resultado del desarrollo de estas actividades, se ha obtenido entre otros: los siguientes beneficios:

- Eliminación del arrastre de soda en los productos tratados.
- Disminución, mayor del 60%, del consumo de soda fresca.
- Aseguramiento en la calidad de los productos tratados.
- Reducción de efluentes altamente contaminantes, mayor del 50%.
- Aumento, de aproximadamente el 20%, de la capacidad de tratamiento de la planta de Jet y 100% en la de nafta virgen.

En la refinería de Cartagena se han optimizado los procesos de endulzamiento de nafta craqueada liviana y pesada obteniéndose beneficios similares a los alcanzados en la GCB.

Los beneficios económicos en las dos refinerías ascienden a los US\$10 MM.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO	
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN	
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0

5.0 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

5.1 Sección de endulzamiento

La corriente de GLP procedente de la planta de productos livianos de Cracking se trata con una solución acuosa de amina del 15% en peso (Monoetanolamina - MEA) en la torre contactora de MEA (T-3001). La MEA y el GLP fluyen en contracorriente en esta torre a través de los platos perforados que posee. En esta etapa se remueve la mayoría de especies ácidas, tales como el H_2S y el COS. La solución de amina gastada (rica en H_2S y CO_2), sale por el fondo de la torre y se bombea hacia la torre despojadora, en donde es regenerada.

El hidrocarburo tratado que sale por la cima de la torre contactora de MEA se envía hacia la torre de lavado con soda cáustica (T-3). Esta torre opera en realidad como un tambor vertical, ya que no tiene platos. La torre posee un lecho fijo de solución de soda cáustica de 5°Be, la cual debe ser renovada periódicamente. La carga de hidrocarburo entra por el fondo de la torre, se distribuye y asciende a través del lecho de soda. En esta etapa se remueven las trazas de especies ácidas como el H_2S y los mercaptanos. El lecho de soda se debe cambiar cuando el porcentaje de gastado alcance el 70%.

5°Be

La corriente de GLP procedente de la cima de la torre de soda es tratada, en la torre de lavado ácido (T-3003), para eliminar las trazas de soda y amina que han sido arrastradas con el GLP. La T-3003 es una torre contactora de platos. El hidrocarburo ingresa por la parte inferior de la torre y entra en contacto en contracorriente con una solución ácida de fosfato ácido de sodio.

*Pero no sea que este fosfato x arrastre llega a los
catalizadores y produce el efecto negativo en los*

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 12 de 34	

Se debe mantener un pH de 6.0 en la solución ácida para garantizar una óptima remoción de las especies alcalinas y reducir la desactivación de los catalizadores, por estas especies.

5.2 Sección de polimerización.

El proceso de polimerización de olefinas, conocido como proceso de condensación catalítica, fue desarrollado y es licenciado por UOP. Este proceso emplea un catalizador denominado Solid Phosphoric Acid (SPA). La polimerización es un proceso alternativo a los procesos de alquilación, empleado en la producción de gasolina de alto octanaje o Poligasolina. La carga para el proceso de polimerización consiste de una corriente de hidrocarburos rico en olefinas (propileno y butilenos), procedente de procesos de ruptura catalíticos.

La corriente procedente de la torre de lavado ácido se mezcla con Poligasolina y con un reciclo de GLP proveniente de la torre de vaporización instantánea. Esta mezcla, una vez vaporizada y presurizada, se hace fluir hacia dos cabezales que alimentan a cada uno de los seis reactores tubulares que operan en paralelo. El flujo a cada reactor, empacado con catalizador SPA-2, se regula mediante válvulas de control manual. El contenido de olefinas a la entrada de los reactores tubulares se controla en 48%, mediante la recirculación de GLP proveniente de la cima de la torre de vaporización flash NP-T-3004.

Los productos de los reactores tubulares: poligasolina, propano, butano y olefinas aún no polimerizadas, constituyen la carga que alimenta al Reactor en Cámara. Este reactor es un tambor vertical de 46 pies de altura y 6 pies

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 13 de 34

de diámetro, provisto en su interior de 5 lechos de catalizador SPA-1 de diferentes espesores, por los cuales fluye la carga. Dado que las reacciones que ocurren en estos lechos son altamente exotérmicas, se realiza un enfriamiento con GLP proveniente de la torre de vaporización instantánea.

Los productos de las dos etapas de polimerización (poligasolina, propano y butano), son alimentados a la torre flash y sus productos de fondo constituyen la carga de la torre despropanizadora. La despropanizadora está diseñada para producir en la corriente de cima, propano, con un contenido de 1.0% V de butanos y como producto de fondo, butano + poligasolina, conteniendo 0.4% V de propanos. Antes de enviar la corriente de propano a tanques, se pasa a través de un coalescedor y posteriormente a un filtro de sal, para eliminar el contenido de humedad.

El producto de fondo de la torre despropanizadora, butanos + poligasolina, es alimentado a la torre desbutanizadora, la cual está diseñada para producir una corriente de cima, butano, con un contenido de pentanos menor al 1% V, que es enviada a tanques. El producto de fondo de la torre desbutanizadora es la poligasolina que se envía hacia tanques de almacenamiento.

5.3. Bases de diseño.

La planta de endulzamiento y polimerización fue diseñada para procesar 5940 BPD de carga procedente de la torre desbutanizadora de la planta de productos livianos de Cracking. La planta debe producir 2590 BPD de poligasolina con un RVP de 7.0 psia, 784 BPD de propano y 1823 BPD de butano. La tasa de producción de poligasolina corresponde a una conversión total promedio de 97.73 % molar. La conversión puede oscilar dependiendo

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 14 de 34	

de la actividad del catalizador y de las condiciones de operación que se tengan en los reactores. En la tabla No. 1 se resume la composición de la carga fresca alimentada a la planta de endulzamiento, según condiciones de diseño.

TABLA No. 1
Composición de diseño de la carga fresca a planta de endulzamiento.

COMPUESTO	FORMULA	COMPOSICION				
		Ref. Molar (Lb Mol/hr)	Peso Molar (Lb/Lb Mol)	Masa (Kg/día)	Ppmw	% en peso
Acido Sulfhidrico	H ₂ S	43.33	34	16038	30017	3.0%
Mercaptanos	RSH	0.50	46	250	469	0.0469%
Sulfuro de Carbonilo	COS	1.60	58	1010	1891	0.2%
Etano	C-2	8.15	30	2662	-	0.5%
Propileno	C=3	243.04	42	111125	-	20.8%
Propano	C-3	115.08	44	55124	-	10.3%
Butileno	C=4	300.49	56	183190	-	34.3%
iso-Butano	iC-4	195.50	58	123441	-	23.1%
n-Butano	nC-4	41.67	58	26311	-	4.9%
iso-Pentano	iC-5	19.33	72	15151	-	2.8%
Mayores de C6	C-6+	0.00	86	0	-	0.0%
	TOTAL	968.69	TOTAL	534302	-	100.0%

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13050-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 15 de 34.	

6.0. LINEA BASE

6.1 Metodología.

Durante un periodo de siete días, comprendido entre el 16/07/01 y el 22/07/01, se realizaron 10 muestreos que involucraron las diversas corrientes del proceso de endulzamiento de GLP en la planta de AMINA I. Algunos de los análisis efectuados a las muestras de GLP, soda y agua ácida, tomadas durante el seguimiento, fueron realizados por personal del ICP en el laboratorio de la GRC y los restantes fueron realizados en los laboratorios del ICP.

En las tablas No. 2 y 3, se resumen las corrientes monitoreadas durante el seguimiento, los análisis realizados, y el registro cronológico del muestreo.

TABLA No. 2
Resumen de pruebas realizadas a las corrientes monitoreadas.

Corriente	Análisis efectuados						
	H ₂ S	MEA	Soda	pH	Sulfuros	Alcalinidad Libre	Gastado
GLP entrada a torre de MEA	X						
GLP salida de torre de MEA	X	X					
GLP salida de torre de SODA	X	X	X				
GLP salida de torre de ACIDO		X	X				
AGUA ACIDA de torre ACIDA		X		X	X		
SODA de la torre T-3				X	X	X	X

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 16 de 34

TABLA No. 3
Registro cronológico del monitoreo realizado.

Monitoreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fecha	16-Jul	17-Jul	18-Jul	18-Jul	19-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul
Hora	15:00	11:00	9:00	15:30	9:00	15:00	10:00	10:00	9:00	8:30

El contenido de H_2S y MEA en las corrientes de GLP, se determinó mediante las normas UOP Method 212-77 y UOP Method 939-96 respectivamente.

El contenido de soda arrastrada en las corrientes de GLP, se determinó adaptando la norma UOP Method 936-95 y valorando los extractos acuosos obtenido con una solución normalizada de HCl.

Los análisis de: pH, sulfuros, alcalinidad libre y gastado, en las corrientes de soda y agua ácida, se realizaron de acuerdo con los métodos tradicionales existentes.

6.2 Resultados obtenidos.

En las tablas No. 4, 5, y 6, y en las gráficas No. 1 y 2, se presentan los resultados obtenidos en los diferentes monitoreos y análisis realizados a las corrientes de GLP, soda y agua ácida, tomadas durante el seguimiento. Durante la etapa de seguimiento, la carga promedio a la planta de tratamiento con amina y soda, fue 5400 BPD de GLP.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO									
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN									
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES					FECHA: Agosto 2001		CODIGO 13060-W91403-06-02		
						REV.: 0		Hoja 17 de 34		

TABLA No. 4
Contenido de H₂S en las corrientes de GLP.

Muestra	Ácido Sulhídrico (ppmw)										Promedio
	Monitoreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
GLP ENTRADA A TORRE DE MEA	42.0	37.0	46.0	39.0	27.0	34.0	51.0	48.0	46.0	-	41.1
GLP SALIDA DE TORRE DE MEA	3.9	4.6	3.5	4.3	4.7	4.4	3.7	4.9	5.3	-	4.4
GLP SALIDA DE TORRE DE SODA	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	N.D.
GLP SALIDA DE TORRE DE ACIDO	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	N.D.

N.D. = No detectable / ppmw = partes por millón en peso (mg/Kg)

TABLA No. 5
Contenido de amina (MEA) y SODA en corrientes de GLP.

Muestra	MEA (ppmw)										Promedio
	Monitoreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
GLP SALIDA DE TORRE DE MEA	124	-	95	-	29	-	262	-	143	-	131
GLP SALIDA DE TORRE DE SODA	3.6	-	4.8	-	7.4	-	9.6	-	5.3	-	6.1
GLP SALIDA DE TORRE DE ACIDO	4.6	-	4.3	-	2.4	-	6.3	-	4.0	-	4.3
	SODA (ppmw)										
GLP SALIDA DE TORRE DE SODA	3.1	1.4	4.8	1.9	1.6	0.8	2.4	1.2	2.5	3.9	2.4
GLP SALIDA DE TORRE DE ACIDO	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D. = No detectable / ppmw = partes por millón en peso (mg/Kg)

donde está la sola que
contamina al catalizador?
(VER PAG 11 de 34)

Tecnologías Limpias

Se sigue en SODA de 5/12

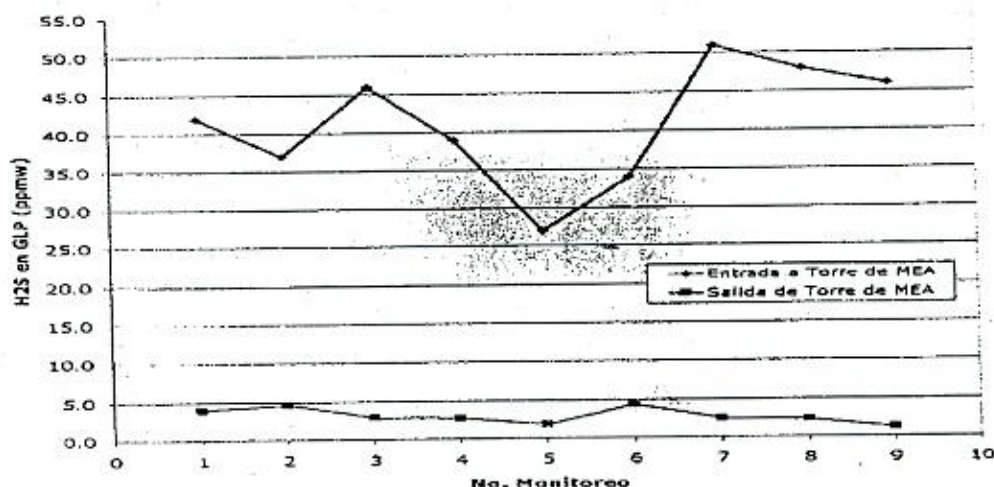
 DIVISION DE TECNOLOGIAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACION		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 18 de 34	

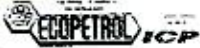
TABLA No. 6
Caracterización de corrientes de soda y agua ácida.

Muestra	Análisis	Monitoreo										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SODA TORRE DE LAVADO CAUSTICO	pH	13.8	13.9	13.8	13.8	13.9	13.7	13.8	13.7	13.4	13.9	13.8
	Alcalinidad Libre (% p)	3.00	2.84	2.80	2.90	3.00	2.76	2.84	2.84	2.76	2.88	2.9
	Gastado (%)	13.0	13.4	19.5	19.0	18.5	19.0	18.0	11.1	13.8	16.0	16.1
	Sulfuros (ppmv)	712	773	783	840	896	1135	1592	625	831	858	905
AGUA ACIDA TORRE DE LAVADO ACIDO	pH	10.3	6.7	10.3	7.0	6.5	7.0	11.3	7.6	9.9	7.8	8.4
	Amina-MEA (ppmv)	3.5	N.D.	29.0	N.D.	36.0	N.D.	43.0	N.D.	9.1	-	24.1
	Sulfuros (ppmv)	0.2	N.D.	N.D.	N.D.	1.7	N.D.	N.D.	17.2	6.3	N.D.	6.4

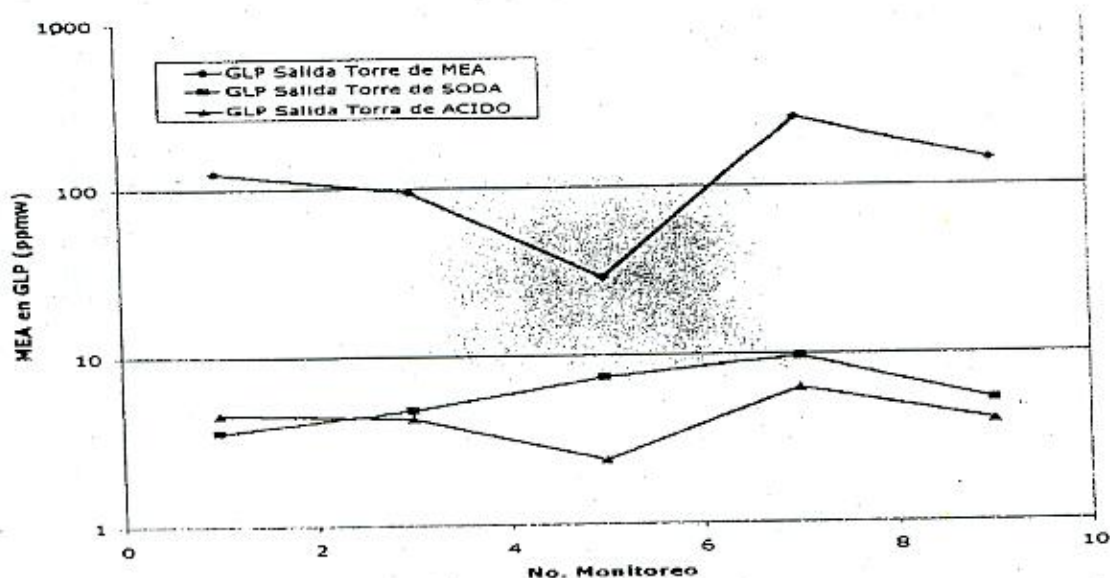
N.D. = No detectable / ppmw = partes por millón en peso (mg/Kg)

GRAFICA No. 1
Contenido de ácido sulfhídrico en GLP.

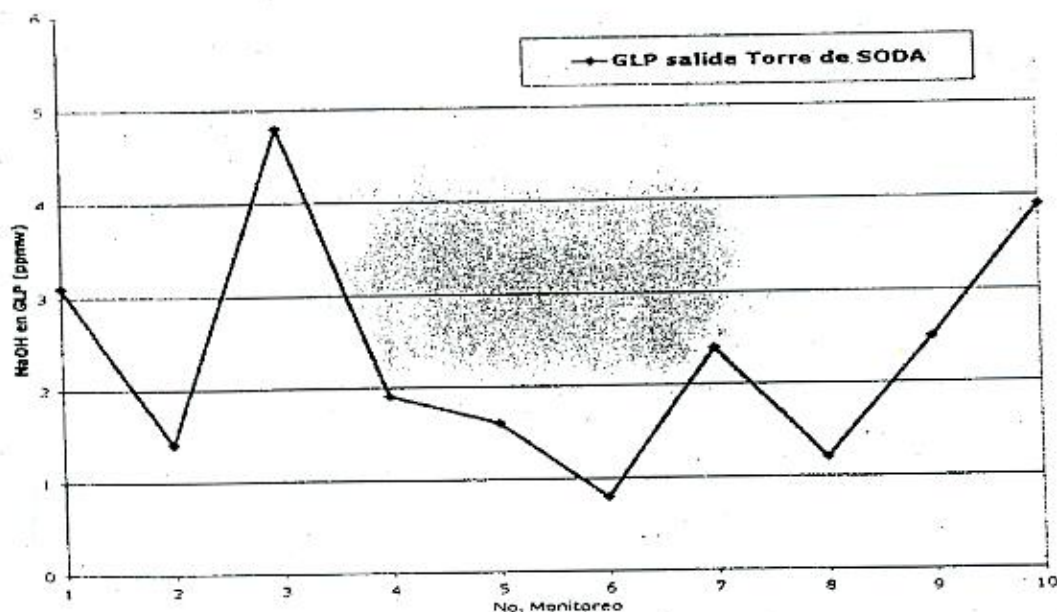


 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES		FECHA: Agosto 2001 REV.: 0
	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 19 de 34		

GRAFICA No. 2
Contenido de amina (MEA) en corrientes de GLP.

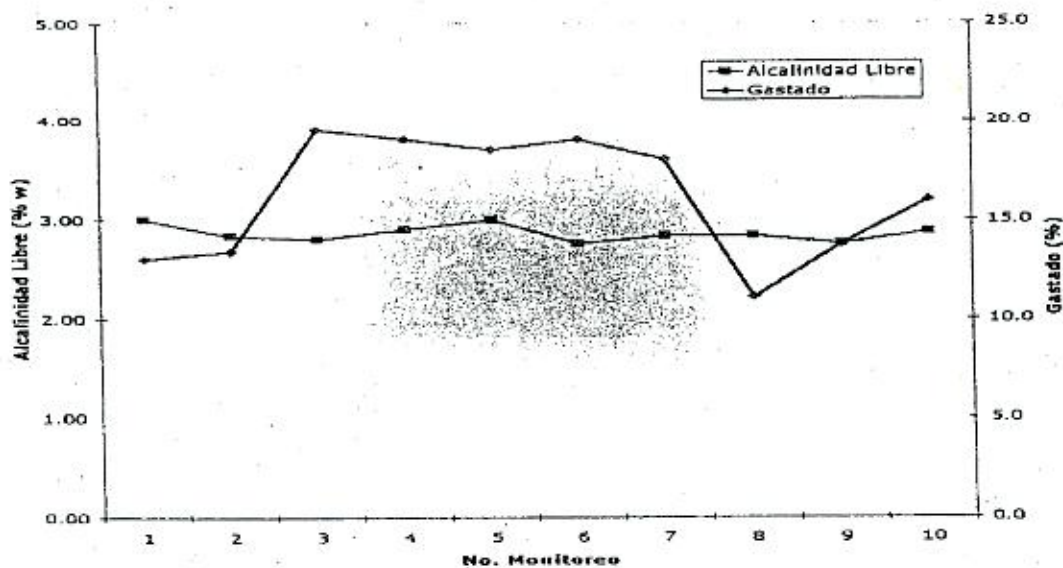


GRAFICA No. 3
Contenido de soda (NaOH) en corrientes de GLP

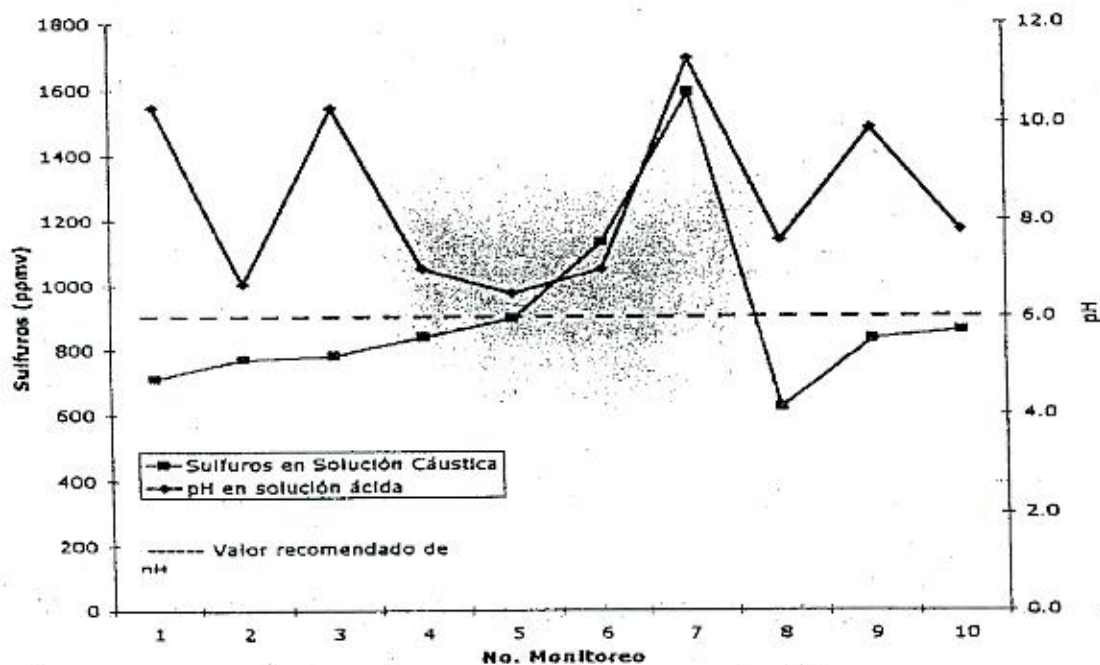


 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACION		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 20 de 34	

GRAFICA No. 4
Alcalinidad libre Vs. Gastado en corriente de SODA.



GRAFICA No. 5
pH de AGUA ACIDA y contenido de sulfuros en SODA



 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 21 de 34	

7.0 CONCLUSIONES

7.1 Contaminantes en la carga

El contenido promedio de ácido sulfhídrico, determinado en la carga actual de GLP a la planta de tratamiento con amina, es aproximadamente de **41 ppmw**, en contraste con el contenido promedio en la carga de diseño de **30.000 ppmw** (según manual de operación). El contenido actual de H_2S en el GLP, no alcanza el 1% del valor de diseño. De la misma manera, el contenido de mercaptanos, en la carga actual de GLP a la planta de tratamiento con amina, es aproximadamente de **45 ppmw** (según datos de la GRC), mientras que el contenido promedio de mercaptanos en la carga de diseño de esta planta fue de **470 ppmw**. La concentración actual de este compuesto en la carga, no alcanza al 10% del valor de diseño.

Debe tenerse en cuenta que el proceso de endulzamiento con amina es técnico-económicamente favorable si el contenido de contaminantes es alto² (hasta 130.000 ppm), lo cual aplicaría para las condiciones de diseño, pero no para las condiciones actuales.

7.2 Remoción de ácido sulfhídrico

En la etapa de lavado con MEA, se obtiene una remoción de H_2S cercana al **90%**, mientras que en la etapa de lavado con SODA, se alcanza una remoción de H_2S del **100%**. Por lo tanto, sería importante realizar una

² Gas Conditioning and Processing, Volume 4: Gas Treating and Sulfur Recovery

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 22 de 34	

prueba de endulzamiento sólo con soda, para determinar con certeza la necesidad del uso de MEA en la remoción de H_2S , CO_2 y mercaptanos.

7.3 Arrastre de amina en GLP

Del contenido promedio de MEA, determinado en las diversas etapas del tratamiento, se tiene que para una carga de 5400 BPD de GLP, la cantidad de MEA arrastrada (soluble + libre) es:

- A la salida de la torre de MEA: 62 Kg. MEA / día
- A la salida de la torre de soda: 3 Kg. MEA / día
- A la salida de la torre ácida: 2 Kg. MEA / día

El 95% de la amina arrastrada de la torre de MEA, se remueve en la torre de lavado con soda y un 1.5% se remueve en la torre de lavado ácido. El 3.5% restante que no se logra remover, es arrastrado por la corriente de GLP tratado hacia los reactores tubulares. Esta amina asciende a más 60 Kilogramos de MEA mensuales, este compuesto ocasiona la neutralización de los puntos activos del catalizador, los cuales son de carácter ácido, ocasionando un deterioro en la calidad del producto y en la economía del proceso, ya que se requiere mayor periodicidad de cambio.

Las especificaciones de diseño de la planta limitan el contenido de amina en el GLP cargado a la sección de polimerización a máximo 0.2 ppmw. El contenido determinado en esta etapa del proceso fue 4.3 ppmw, 20 veces superior al límite permitido. La instalación de un sistema de contacto en la torre de soda permitirá una mayor remoción de amina.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001	CODIGO 13060-W91403-06-02
		REV.: 0	Hoja 23 de 34

7.4 Arrastre de soda en GLP

El arrastre de soda sólo se detectó y cuantificó en la corriente de GLP a la salida de la torre de lavado cáustico. El valor promedio de soda en el GLP en este punto fue 2.4 ppmw. Este valor indica que diariamente se arrastran más de 10 galones de solución cáustica al 3%, los cuales requieren más de 75 galones de solución fresca de fosfato ácido de sodio, para ser neutralizados.

El nivel de soda en la torre de lavado cáustico es mantenido entre un 80 y 90% de la altura de torre. De acuerdo con esto, el tiempo de residencia del hidrocarburo en esta torre puede oscilar entre 1.7 y 3.5 minutos. Este bajo tiempo de residencia hace que finas gotas de soda, dispersas aún en el hidrocarburo, no alcancen a decantarse y sean arrastradas con la corriente de GLP. La mínima distancia que existe entre la interfase SODA-GLP y la línea de salida de GLP de esta torre favorecen aún más el arrastre de soda.

A la salida de la torre de lavado ácido (T-3003) nunca, durante el muestreo realizado, se detectó soda en el GLP de carga a polimerización, lo cual nos indica que toda la soda arrastrada es neutralizada en la etapa de lavado ácido. Esta soda aumenta el pH de la solución ácida y reduce su capacidad para remover amina del GLP.

Al mejorar el sistema de contacto entre la soda y el GLP se podrá eliminar el arrastre de soda, por lo cual se estima que se dejarían de emplear 650 barriles/año de solución fresca de fosfato ácido de sodio, equivalentes a 2700 libras anuales de NaH_2PO_4 .

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001	CODIGO 13060-W91403-06-02
		REV.: 0	Hoja 24 de 34

7.5 Solución de lavado ácido

Las especificaciones de diseño de la planta recomiendan mantener la solución de la torre de lavado ácido controlando un pH de 6.0, para garantizar la remoción de las sustancias que afectan la eficiencia del catalizador en los reactores. Durante todo el seguimiento, el valor de pH determinado, representado en la gráfica No.5, estuvo entre 6.5 y 10.3, con un valor promedio de 8.4. Esto indica que el proceso no está operando de manera adecuada.

La alta alcalinidad de la solución "ACIDA" es ocasionada por los altos arrastres de amina y soda que se presentan en estas etapas del proceso. No obstante, la solución fresca de fosfato ácido se mantiene en las especificaciones de concentración y consumo recomendadas en el manual de operación, por lo cual se debe hacer una revisión de estas condiciones para garantizar el pH requerido.

7.6 Solución de lavado cáustico

La Alcalinidad Libre, determinada durante el seguimiento a la solución cáustica, no presentó una variación significativa; este parámetro osciló entre 2.76 y 3.00% (ver gráfico No.4). Este comportamiento también se evidencia en la mínima variación del % de Gastado de dicha solución. Este valor varió entre 11.1 y 19.5% y no tuvo un incremento apreciable. El bajo contenido de especies ácidas en el GLP, se refleja en un mínimo desgaste de la soda.

La solución de soda fue cambiada en dos ocasiones: la primera al iniciar el seguimiento y la segunda entre el 7° y el 8° monitoreo (6° día). No obstante,

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 25 de 34

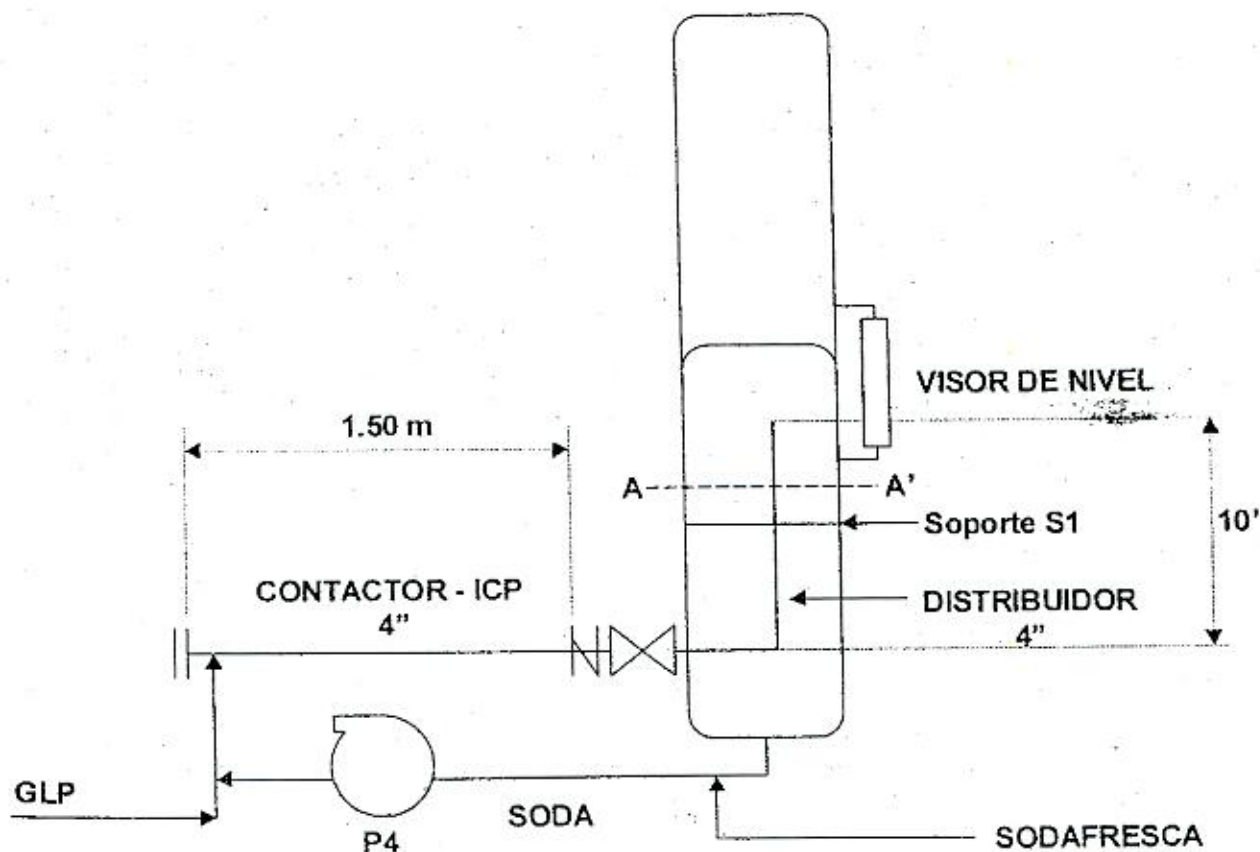
la variación en la Alcalinidad Libre no fue apreciable. El manual de operación de la planta recomienda cambiar la soda gastada por soda fresca de 5°Be (3.1% en peso) cuando esta ha alcanzado un valor de Gastado del 70%. En la planta se tiene por norma operacional (según la información obtenida de los operadores) cambiarla cada 8 días sin tener en cuenta el porcentaje de gastado. En este caso, la soda fue cambiada cuando este porcentaje estaba alrededor del 20%.

De realizar el cambio de soda teniendo en cuenta el porcentaje de gastado, se disminuiría su consumo en aproximadamente un 50% (manteniendo el nivel de soda en un 90%), obteniéndose de esta manera tanto beneficios operacionales, ambientales y económicos.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001	CODIGO 13060-W91403-06-02
		REV.: 0	Hoja 26 de 34

8.0 DESCRIPCION DEL PROCESO PROPUESTO

De acuerdo con el análisis del proceso que actualmente opera en la planta de producción de poligasolina, y teniendo en cuenta los problemas operacionales que se evidenciaron durante el seguimiento efectuado al proceso, se propone el siguiente esquema operacional en la torre de lavado con soda, T-3:



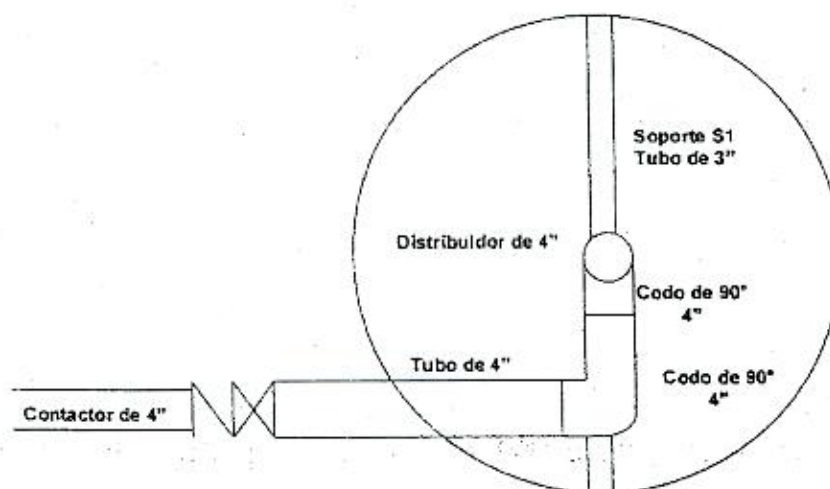
 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 27 de 34

8.1 Sistema de Contacto

Con el fin de proporcionar un contacto eficiente entre la soda y el GLP, se propone la instalación de un contactor de 4" de diámetro y 1,5 metros de longitud antes de la boquilla de entrada del hidrocarburo a la T-3.

Este contactor, resultado de la experiencia desarrollada por el ICP en esta área, la cual ha sido exitosamente empleada en diversos distritos de ECOPETROL, consta de una serie de módulos rígidos geoméricamente ordenados, de tal manera que se obtienen patrones de flujo tales que se garantiza el íntimo contacto entre las corrientes, logrando de esta forma una alta remoción de los contaminantes presentes en el flujo de carga (H_2S , COS , CO_2) y eliminando el arrastre de soda en la corriente de GLP a la salida de la torre.

Además de este contactor, se propone la instalación de un nuevo distribuidor vertical de 4" de diámetro y 10 pies de longitud, que permita la dispersión uniforme de la carga en el lecho de soda que se maneja en la torre. La vista superior de la T-3, con el arreglo propuesto es la siguiente:



 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 28 de 34	

Este distribuidor posee 36 perforaciones de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, según el siguiente arreglo:

- Sección I
6 perforaciones, distribuidas en 6 filas. La separación entre filas es de 15 cm. Estas perforaciones están ubicadas a 90° respecto a la anterior.
- Sección II
10 perforaciones, distribuidas en 5 filas. La separación entre filas es de 20 cm. Las perforaciones están ubicadas a 180° en cada fila y a 90° entre filas.
- Sección III
20 perforaciones, distribuidas en 10 filas. La separación entre filas es de 10 cm. La ubicación de las perforaciones es igual a la sección II.

La longitud de cada sección es de 1 metro.

Dadas las dimensiones del contactor y del distribuidor se debe adecuar la boquilla de entrada de GLP a la torre a 4" para evitar, debido a las altas velocidades que se generarían de permanecer esta entrada en 3", que se vea afectado el contacto logrado en el contactor, además de que se vea favorecido el arrastre de soda. De igual manera se recomienda modificar a 4" la boquilla de salida de GLP.

8.2 Nivel de soda

Para eliminar una de las causas de arrastre de soda, se propone disminuir el nivel de soda en la torre, del 90% al 50%. Este cambio operacional permitiría

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 29 de 34

que el GLP tuviera mayor tiempo de residencia en la torre (aproximadamente 8 min); este tiempo de residencia está dentro del rango estipulado en la literatura de 5 a 10 minutos para lograr separar un hidrocarburo después de un lavado con soda³, de esta manera se disminuirá su arrastre en la corriente de GLP. Adicionalmente, al disminuir este nivel, se ahorraría aproximadamente un 35% del consumo actual de soda.

8.3 Concentración de soda

Dada la baja concentración actual de contaminantes, con respecto a las condiciones de diseño, se recomienda realizar un ensayo a escala piloto e industrial con el fin de evaluar los beneficios de realizar el proceso de endulzamiento de GLP con soda al 10% en peso, sin usar el tratamiento con amina o limitando su consumo. De obtenerse un resultado favorable podría eliminarse de manera permanente el tratamiento con amina, dejando de consumirse 11500 libras/año de MEA. De esta manera, adicionalmente, se eliminarían los problemas operacionales producidos por su arrastre en la corriente de GLP, además de los beneficios económicos que conlleva el proceso de regeneración de amina.

8.4 Concentración de MEA

De no ser técnicamente factible el endulzamiento con soda, se propone realizar un nuevo ensayo utilizando MEA con una concentración menor a la actual. La concentración inicialmente recomendada es de 5%; la cual está sujeta a modificación de acuerdo con los resultados obtenidos.

³ Abernathy, M. W. Design horizontal gravity settlers. Hydrocarbon Processing. 1977

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 30 de 34

Esta nueva alternativa, también es económicamente favorable ya que se disminuye el consumo de amina y los costos relacionados con el proceso de regeneración.

8.5 Recirculación de soda

Con el fin de evitar zonas muertas en el lecho de soda, se recomienda recircular la soda en una proporción entre el 10 y el 15% de la corriente de GLP que se trata. Para las condiciones promedio que se manejan la tasa de recirculación de soda sería de 20 gpm.

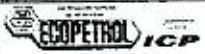
Esta recirculación, junto con el distribuidor, permiten que la soda mantenga una concentración uniforme.

 DIVISION DE TECNOLOGIAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 31 de 34

9.0 BENEFICIOS ESPERADOS

- Incremento de capacidad de tratamiento (a 10.000 bpd).
- Aumento de rentabilidad en producción de poligasolina.
- Mejor especificación de LPG tratado.
- Mayor tiempo de operación de proceso.
- Estabilidad de operación.
- Posibilidad de utilizar la planta de Amina I, para tratar 100.000 scfh de gases de crudo y de viscorreductora.
- Ahorro estimado mayor a 1,5 MMUS.

41

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA: Agosto 2001 REV.: 0	CODIGO 13060-W91403-06-02 Hoja 32 de 34

10.0 RECOMENDACIONES

- Realizar la instalación del contactor y el distribuidor en la torre de soda.
- Disminuir nivel de soda al 50% e implementar recirculación.
- Realizar prueba de Endulzamiento sólo con soda.
- Aumentar concentración de soda. *hasta donde?*
- Determinar cambio de soda en función del gastado.
- Revisar la metodología empleada en la determinación del porcentaje de gastado de soda.
- Mejorar la caracterización de las corrientes.

42

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 33 de 34	

11.0 CONCLUSIONES

- No es necesaria una nueva torre para tratar mayor cantidad de LPG.
- Los cambios de calidad del LPG, indican que no es necesario el tratamiento con amina.
- Se debe dar adecuado tratamiento a las sodas gastadas.
- El tiempo de recuperación de la inversión es menor de 5 días.

 DIVISIÓN DE TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS	INFORME TÉCNICO		
	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENDULZAMIENTO DE LA CARGA A LA PLANTA DE POLIMERIZACIÓN		
	COORDINACIÓN: ASUNTOS AMBIENTALES	FECHA:	CODIGO
		Agosto 2001	13060-W91403-06-02
	REV.: 0	Hoja 34 de 34	

12.0 BIBLIOGRAFIA

1. Nielsen, R. B; Rogers, J.; Bullin, J. A.; Duewall, K.J. "Treat LPGs with Amines". Hydrocarbon Processing, September 1997: 49-59.
2. Maddox, Robert y Morgan, John. "Gas Conditioning and Processing". Volume 4. Gas treating and sulfur recovery.
3. Abernathy, M. W. "Design horizontal gravity settlers". Hydrocarbon Processing, September 1977: 199-202.
4. GPSA. Engineering Data Book. Chapter 21.
5. Bullin, Jerry; Polasek, John and Rogers, Jim. "Design considerations for sweetening LPG's with amines. Proceeding of the Sevgenty-Fourth GPA Annual Convention. Tulsa, OK, 1995: 156-160.
6. Bullin, Jerry and Polasek, John. "Selective Absorption using amines. Proceeding of the Sixty-First GPA Annual Convention. Tulsa, OK, 1982: 86-90.
7. Bullin, Jerry and Polasek, John. "Selecting Amines for Sweetening Units". Proceeding GPA Regional Meeting. Tulsa, OK, 1994. 146-150.
8. Carter, Tracy, Behrens, Steven and Collie, John. "Addition of Static Mixers Increases Treting Capacity in central Texas Gas Plant". Proceeding of the Seventy-Seventh GPA Annual convention. Tulsa, OK. 1998.
9. Manual de Operación Planta de Polimerización. Empresa Colombiana de Petróleos. Distrito de Cartagena. 1985.
10. Forero, et al. "Diseño y evaluación de sistemas de contacto para aplicaciones de transferencia de masa en procesos de contacto líquido - líquido". Informe técnico Ecopetrol-ICP-2000.