

**PROPUESTA PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE
BIODEGRADACION DE FENOLES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE LA REFINERIA DE
ECOPETROL EN BARRANCABERMEJA SANTANDER**

**KELLY VIVIANA VERGEL DIAZ
CARLOS ALBERTO ARANGO CEBALLOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

**PROPUESTA PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE
BIODEGRADACION DE FENOLES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE LA REFINERIA DE
ECOPETROL EN BARRANCABERMEJA SANTANDER**

**KELLY VIVIANA VERGEL DIAZ
CARLOS ALBERTO ARANGO CEBALLOS**

**Monografía para optar al título de
Especialista en Química Ambiental – Ingeniería Ambiental**

**Director
FERNANDO VILLAMIZAR
Químico Esp. Gerencia Ambiental**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	4
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
4. MARCO REFERENCIAL.....	6
4.1 MARCO HISTÓRICO	6
4.1.1 Breve Reseña de Ecopetrol	6
4.1.2 Breve Reseña Histórica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales de Ecopetrol.....	11
5. MARCO TEÓRICO	13
5.1 CONTAMINANTES DEL AGUA	13
5.2 AGUAS INDUSTRIALES.....	13
5.3 PRINCIPALES PLANTAS DE LA REFINERÍA BARRANCABERMEJA ..	14
5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTAS.....	15
Topping:.....	15
Especialidades.....	16
Demex	16
Unibón	16
Viscorreductora.....	16
Catalítico.....	16
Alquilación	17
Turbo Expander	17
Etileno I y II	17
Polietileno	18
Nitrógeno	18

Parafinas.....	18
6. MARCO LEGAL.....	19
7. DISEÑO METODOLOGICO.....	25
7.1 METODOLOGIA DE LA PROPUESTA.....	25
7.1.1 Ubicación	25
7.1.2 Materiales	25
7.1.3 Materiales de campo.....	25
7.1.4. Materiales de Apoyo	25
7.2. MÉTODO Y TIPO DE ESTUDIO.....	26
7.3 METODOLOGIA.....	26
7.3.1 Realizar el análisis de la estructura física de la planta de tratamiento de aguas Residuales de la Refinería de Barrancabermeja Santander.	26
7.3.2 Identificar los caudales-concentraciones promedio fenoles que ingresa a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales industriales (PTAR).	26
7.3.3 Describir el proceso de biodegradación de fenoles que actualmente se implementa en la Planta de tratamiento de Aguas Residuales Industriales..	27
7.3.4. Realizar un análisis comparativo de la eficiencia de biodegradación de fenol en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales antes y después de la puesta en marcha de la planta de sodas gastadas cresilicas y naftenicas.	27
7.3.5 Generar una base de información con los resultados obtenidos en el análisis del sistema de Biorremediación fenoles en la puesta en marcha de la planta de sodas gastadas, plasmando en un documento bibliográfico.	27
8. RESULTADOS ESPERADOS	28
8.1 RESULTADOS Y ANALISIS.....	28
8.1.1 Realizar el análisis de la estructura física de la planta de tratamiento de aguas Residuales de la Refinería de Barrancabermeja Santander.	28
8.1.2 Descripción física de la planta:	28
8.1.3 Descripción General de Proceso del Tratamiento.....	32

8.1.4 Tratamiento Primario	32
8.1.5. Separadores API.....	33
8.1.6. Tanques de Tratamiento del Slop.....	34
8.1.7. Tanque Colchón y Temperatura.	34
8.1.8. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	34
8.1.9. Homogenización	35
8.1.10. Homogenización	35
8.1.10.1. Neutralización	35
8.1.10.2. Flotación-Clarificación.....	36
8.2. CADA TREN DE FLOTACIÓN-CLARIFICACIÓN CONSTA DE	36
8.2.1. Cámara de Coagulación BA-4003A-.....	36
8.2.2. Cámara de Floculación BA-4004A-D.	36
8.2.3. Tanque de Flotación BA-4005A-D.	36
8.2.4. Cámara de Espesamiento Compartida BA-4006A/B.	37
8.2.5. Columna de Equilibrio Compartida BA-4007A/B.....	37
8.2.6. Drums de Presurización D-4001A-C.....	37
8.2.7. Tratamiento de Lodos.	38
8.2.8. Cámara de Desaireación BA-4011.	38
8.2.9. Espesador Mecánico BA-4012.....	38
8.3. CENTRÍFUGAS CONTINUAS.	38
8.3.1. Estabilización.	39
8.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SANITARIAS (DIAPAC)	39
8.5. PELIGROS EXISTENTES EN LA PLANTA DE PTAR	40
8.5.1. Peligros Químicos:.....	40
8.5.2. Aceites Lubricantes.....	41
8.5.3. Ácido Sulfhídrico (H ₂ S).	42
8.5.4. Acido Sulfúrico (H ₂ SO ₄).	42
8.5.5. Agua Aceitosa.....	43
8.5.6. Agua Ácida (agria).	43

8.5.7. Amoniaco (NH_3).....	43
8.5.8. Cal Apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).....	44
8.5.9. Coagulante.....	45
8.6. CORRIENTES DE HIDROCARBUROS.....	45
8.6.1. Dióxido de Azufre (SO_2).....	45
8.6.2. Dióxido de Carbono (CO_2).....	45
8.6.3. Fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$).....	46
8.6.4. Floculante.....	47
8.6.5. Soda Cáustica (NaOH).....	47
8.6.6. Sulfato de Aluminio (Al_2SO_4).....	48
9. IDENTIFICAR LOS CAUDALES Y CONCENTRACIONES PROMEDIO DE FENOLES QUE INGRESA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (PTAR).....	49
9.1. CAUDALES MENSUALES EN UN PROMEDIO ANUAL.....	49
9.2. REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LOS CAUDALES PROMEDIO DE INGRESO MENSUAL A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ECOPETROL:.....	50
10. DESCRIBIR EL PROCESO DE BIODEGRADACIÓN DE FENOLES QUE ACTUALMENTE SE IMPLEMENTA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES:.....	57
10.1. PROCESO DE SEGREGACIÓN DE SODAS GASTADAS DE GRB... ..	57
10.2. SODAS SULFHÍDRICAS.....	57
10.3. SODAS CRESILICAS Y NTFENICAS.....	57
10.4. FILOSOFÍA DE RECIBO DE LAS SODAS CRESILICAS Y NAFTENICAS GASTADAS EN EL TK 4090.....	58
10.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE SODAS GASTADAS CRESILICAS Y NAFTENICAS.....	59
10.5.1. Generalidades del Proceso.....	59
10.5.2. Filosofía de Operación.....	61

10.5.3. Recibo de la Soda Cresílica y Nafténica	61
11. RECIBO DE ACEITE LIVIANO DE CICLO (ALC)	63
11.1. RECIBO DE ACIDO SULFÚRICO	63
11.2. PROCESO DE NEUTRALIZACIÓN DE LA SODA CON ÁCIDO SULFÚRICO - FASE I	64
11.3. PROCESO DE NEUTRALIZACIÓN DE LA SODA CON ÁCIDO SULFÚRICO - FASE II	68
11.4. TRANSFERENCIA DE ÁCIDOS CRESILICOS	71
11.5. PROCESO DE EXTRACCIÓN FASE I.....	72
11.6. EXTRACCIÓN FASE II.....	74
11.7. TRANSFERENCIA DE ALC ENRIQUECIDO CON ÁCIDOS CRESÍLICOS Y FENOLES DEL TANQUE K-4091 AL TANQUE K-4094.....	76
11.8. TRANSFERENCIA DE ALC ENRIQUECIDO CON ÁCIDOS CRESÍLICOS Y FENOLES DEL TANQUE K-4094 " A TANQUES DE CASA DE BOMBAS N° 2	77
12. REALIZAR UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE BIODEGRADACIÓN DE FENOL EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTES Y DESPUÉS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE SODAS GASTADAS CRESILICAS Y NAFTENICAS.....	78
12.1. VARIABLES QUE IDENTIFICAN EL MUESTREO DE LA SODA GASTADA.....	78
CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFIA	82

LISTA DE FIGURAS

Figura No.1: Principales Plantas de la Refinería de Barrancabermeja	14
Figura N°2: Plano de la estructura física de PTAR	30
Figura N°3: Descripción del proceso Primario de Tratamiento.	31
Figura N° 4: Carga promedio del mes de Enero.....	50
Figura N° 5: Carga promedio del mes de Febrero.....	50
Figura N° 6: Carga promedio del mes de Marzo.....	51
Figura N° 7: Carga promedio del mes de Abril.....	51
Figura N° 8: Carga promedio del mes de Mayo.....	52
Figura N° 9: Carga promedio del mes de Junio.....	52
Figura N° 10: Carga promedio del mes de Julio.....	53
Figura N° 11: Carga promedio del mes Agosto.....	53
Figura N° 12: Carga promedio del mes de Septiembre	54
Figura N° 13: Carga promedio del mes de Octubre	54
Figura N° 14: Carga promedio del mes de Noviembre	55
Figura N° 15: Carga promedio del mes de Diciembre	55
Figura N° 16: Carga promedio mensual PTAR 2009.....	56
Figura N° 17 Balance de sodas gastada en la puesta en marcha del tanque 4004..	78

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°1 Caudal promedio anual - 2009	49
---	----

GLOSARIO

Tratamiento de Aguas. Es un proceso en el que se convierte agua cruda de una fuente natural como el río o lago (Laguna San Silvestre, Miramar y Río Magdalena) en agua con características especiales (agua clarificada o industrial, agua potable, agua desmineralizada, agua suavizada) para su uso en los diferentes procesos.

Generación de Vapor. Es un proceso de conversión de agua a vapor utilizando la quema de un combustible y la transferencia de calor.

Generación de Energía. Es un proceso que convierte la energía del vapor en energía mecánica o de rotación para generar energía eléctrica.

Aire Comprimido. Es un proceso que toma aire del ambiente para ser comprimido, filtrado y secado para el accionamiento de herramientas o en instrumentación para el control de procesos.

DAP. Este es un proceso de extracción líquido-líquido utilizando propano como solvente para separar el material parafínico del aromático y asfáltico presente en los fondos de vacío provenientes de la Unidad de Destilación Combinada (CDU).

En este proceso se obtiene un aceite desasfaltado denominado DAO (con bajo contenido de contaminantes y rico en cera) y un residuo fondos DAP en el cual se concentran los asfaltenos contenidos en la carga.

Fenol. Este proceso es una extracción líquido-líquido donde se utiliza fenol como solvente para separar el material parafínico del aromático y/o nafténico para mejorar así el índice de viscosidad del producto (rafinato).

MEC. Proceso realizado a baja temperatura el cual permite separar las ceras que se encuentran en las fracciones lubricantes de crudo mediante el uso de un solvente (50% MEC + 50% tolueno). La baja temperatura permite la precipitación de la cera y el solvente facilita la separación de la cera y el aceite lubricante.

Tratamiento con Hidrógeno. Este tratamiento busca mejorar la calidad de los aceites y las ceras mediante el proceso de hidrogenación no severa.

Los aceites mejoran su color, índice de viscosidad y estabilidad a la oxidación debido a la remoción de azufre, oxígeno, nitrógeno y la saturación de olefinas.

Biodegradabilidad: capacidad de descomposición rápida bajo condiciones naturales.

Contaminación: es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas o biológicas de un ambiente o entorno.

Desechos: denominación genérica de cualquier tipo de producto residual, resto o basura procedente de la industria, el comercio, el campo o los hogares.

Deterioro Ambiental: es la contaminación genérica incluye cualquier tipo de contaminante e impurezas que afecta a los seres vivos y en especial al ser humano.

Impacto Ambiental: cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Lixiviado: fluido proveniente de la descomposición de los residuos por su propia humedad, reacción o disolución de un solvente o agua al estar en contacto con ellos.

Ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

Plan de Manejo Ambiental: es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

Residuo Tóxico: aquel que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede causar daños a los seres vivos y aún hasta la muerte o provocar contaminación ambiental.

Prefraccionamiento. Es un proceso que permite seleccionar la nafta para dejar un corte donde se encuentran los precursores de la formación de los compuestos aromáticos.

Unifining. Es un proceso de descontaminación de la nafta a través de un proceso de hidrotatamiento.

Platformin: Es el proceso de formación de los compuestos aromáticos.

Sulfolane: Es un proceso de extracción líquido-líquido que se hace al platformado para separar la parte de los aromáticos de los no aromáticos.

Fraccionamiento: Es un proceso de fraccionamiento del extracto aromático para producir benceno, tolueno, xileno y ortoxileno.

Hydeal: Es un proceso que convierte tolueno y xilenos en benceno a través de una reacción de hidrodealquilación térmica.

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE BIODEGRADACION DE FENOLES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE LA REFINERIA DE ECOPETROL EN BARRANCABERMEJA SANTANDER

Autores: VERGEL DIAZ, Kelly Viviana
ARANGO CEBALLOS Carlos Alberto

PALABRAS CLAVES: Fenoles, Biodegradación, Cresilicas, Nafténicas.

El presente documento es una herramienta eficaz para conocer la efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de la refinería de Ecopetrol teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el desarrollo de los objetivos propuestos, tales como el análisis de la estructura física de la planta, los caudales y concentraciones promedio de fenoles que ingresan para el tratamiento y su proceso de biodegradación cumpliendo así con el ciclo del tratamiento amparado con la legislación ambiental vigente y propendiendo por la conservación del ambiente y de los recursos naturales circundantes al área.

Ya que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en la GRB, es considerada como una de las más grandes de Colombia, es consecuencia de una disposición de la Gerencia General del Distrito emanada el 30 de Noviembre de 1971, la cual dio origen al Proyecto 72-014, hoy culminado.

La Gerencia Complejo Barrancabermeja (GRB) está consciente de la necesidad de preservar el agua, siendo ésta un preciado recurso natural. Temiendo su irreversible deterioro por efectos de la expansión de la industria del petróleo, la GRB dispuso parte de su personal técnico especializado y destinó enormes recursos económicos para afrontar su responsabilidad moral y legal de planificar la defensa del medio ambiente.

De tal manera se implemento el proyecto de segregación de sodas gastadas de la GRB, donde se tuvieron en cuenta los diferentes procesos de la refinería, en la cual se efectúan tratamientos con sodas y se generan sodas gastadas, tanto sulfhídricas como cresilicas y nafténicas que llegan a una planta de tratamiento, obteniendo un disminución del contenido de fenoles en el agua que llega al proceso de biodegradación.

Propuesta para evaluar la efectividad del sistema de Biodegradación de fenoles de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja Santander

Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director: FERNANDO VILLAMIZAR

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL TO EVALUATE THE EFFECTIVENESS OF THE SYSTEM OF PHENOL BIODEGRADATION CARRIED OUT IN ECOPTROL'S WASTE-WATER TREATMENT PLANT IN BARRANCABERMEJA SANTANDER.

Authors: VERGEL DIAZ, Kelly Viviana
ARANGO CEBALLOS, Carlos Alberto

KEY WORDS: Phenol, Biodegradation, Cresilic, Naphthenic.

DESCRIPTION:

This document is an effective tool to determine the effectiveness of the treatment system of industrial wastewater from the Ecopetrol's refinery taking into account the results obtained in the development of the proposed objectives, such as analysis of the physical structure of the plant, flows and average concentrations of phenols admitted for treatment and biodegradation process, thus fulfilling the course of treatment covered by existing environmental legislation and work in order to maintain the environment and natural resources surrounding the area.

The Water Treatment Plant (WWTP) in the GRB, is considered one of the largest in Colombia. Having regard to this status the General Management District issued a directive on November 30th 1971 which created the 72-014 project, now completed.

Barrancabermeja Complex Management (GRB) is aware of the need to conserve water, being a precious natural resource. Fearing the irreversible damage by the expansion of the oil industry, the GRB made available technical staff and has spent enormous financial resources to meet its moral and legal responsibility to plan for environmental protection.

So the project implemented was the spent sodas segregation of GRB, which took into account the different processes of the refinery, in which treatments are made with soda obtaining sulphides spent sodas, or naphthenic spent sodas or cresilic spent sodas that come to the treatment plant, obtaining a decrease in phenol content in the water that reaches the biodegradation process.

Proposal to Evaluate the Effectiveness of the System of Phenol Biodegradation Carried Out in Ecopetrol's Waste-Water Treatment Plant in Barrancabermeja Santander.

Chemical Physique Engineering's Faculty. Chemical Engineering School. Specialization in Environmental Engineering.
Director Fernando Villamizar.

INTRODUCCIÓN

Este documento hace referencia y describe los esquemas operacionales de una planta de tratamiento de aguas residuales de la industria del petróleo describiendo sus procesos la y la importancia de los mismos.

La descripción de cada una de las etapas establece el tratamiento de las aguas residuales industriales determinando así la capacidad de carga de la planta y el caudal de entrada y salida que maneja en su operación.

Al igual dentro de su proceso de tratamiento de las aguas agrias se involucra él la puesta en marcha de la planta de Sodas Gastadas Cresílicas y Nafténicas que proceden de cada una de las plantas de la Refinería la cual efectúan un Tratamiento de Lavado con Sodas y de la misma manera proporciona una guía adecuada para elaborar el Manual de Operaciones de la U-4090.

Determinando los diferentes proceso de lograra determinar la efectividad de la planta en su proceso de disminución de la concentración de fenoles que son vertidos al proceso y a su vez a fuentes de agua.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el planeta Tierra enfrenta una crisis mundial ambiental producida en la mayoría de sus casos por el desarrollo y la industrialización de los países que a su mayor escala ha generado cada vez más el aumento del deterioro de los diferentes ecosistemas encontrados en el entorno.

Estos contaminantes en el ambiente han generado impactos ambientales negativos disminuyendo la calidad de vida de las personas.

Unos de los factores ambientales que se ven afectado es el cuerpo de agua del Rio Magdalena debido a los vertimientos de agua residuales industriales con altos contenidos de compuestos orgánicos generados en la refinación de hidrocarburos.

Aunando en lo anterior Ecopetrol en la actualidad ha estado trabajando por la implementación de nuevas tecnologías que mitiguen los impactos ocasionados al ambiente, por esta razón implementan el nuevo sistema de tratamiento de sodas gastadas en el proceso de tratamiento de Aguas Residuales Industriales con el objetivo de disminuir la concentración de fenoles que se emiten en altas concentraciones al ambiente.

De acuerdo a lo anterior se plantea la necesidad de analizar la estructura física y el proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ecopetrol y así conocer su efectividad en el proceso.

2. JUSTIFICACIÓN

El manejo actual de las aguas residuales en el ámbito mundial está controlado principalmente por normas y decretos regidos por el Ministerio de Ambiente y Vivienda y leyes internacionales.

Por lo tanto el presente proyecto pretende por medio del análisis de la información recopilada conocer el proceso de tratamiento de aguas residuales de la industria del Petróleo, las normas que lo rigen y la gestión que realiza Ecopetrol S. A. para disminuir los impactos ocasionados al ambiente.

Y así obtener resultados sobre la efectividad en el proceso de biorremediación de fenoles producidas en la planta de Sodas Gastadas Cresilicas y Naftenica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales de Ecopetrol logrando obtener el resultado esperado por el ministerio de Ambiente y Vivienda.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad del sistema de Biorremediación de Fenoles producido en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Refinería de Barrancabermeja Santander.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un análisis de la estructura física de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Refinería de Barrancabermeja Santander.
- Identificar los caudales y concentraciones promedio de fenol que ingresan a la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la refinería de Barrancabermeja Santander.
- Describir el proceso de biodegradación de fenoles que actualmente se implementa en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Realizar un análisis comparativo de la eficiencia de biodegradación de fenol en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la refinería de Barrancabermeja Santander antes y después de la puesta en marcha de la Planta de Sodas Gastadas Cresilicas y Naftenicas.

- Generar una base de información con los resultados obtenidos en el monitoreo realizado de la puesta en marcha de la planta de sodas gastadas, plasmando en un documento bibliográfico.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO HISTÓRICO

4.1.1 Breve Reseña de Ecopetrol

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión de Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL), que había sido creada en 1948 mediante la Ley 165 de ese año.

La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company, que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá.

Los inicios de la Refinería de Barrancabermeja se dan con el primer equipo, un célebre alambique para destilar el crudo, traído de Talara, Perú, propiedad de la Internacional Petroleum Company, INTERCOL.

Este fue instalado en la actual área de la Topping, en el lugar que ocupan las calderas Kellogs. Alrededor del alambique fueron apareciendo tanques y chimeneas para procesar 1500 barriles.

En 1922 se transporta gasolina y aceites por el río Magdalena para abastecer las estaciones del país.

En 1923 se construye la primera Planta Eléctrica y primera Planta de Agua ubicadas junto a la Planta Eléctrica actual.

En 1925 nace la Planta de Asfaltos.

En 1927 empieza a rodar el ferrocarril dentro de la refinería. En este año se cambia el viejo alambique por otro para procesar 10.000 barriles.

En 1930 se instaló la Planta de Arcilla para mejorar el color de los destilados y la acidez. También se construyeron los famosos tanques 600 y 601 a la entrada de la refinería.

En 1934 se montó la primera Planta de Fenol para el retiro de los extractos.

En 1935 nace la primera Planta de Destilación combinada CDU, la primera planta de procesamiento continuo.

En 1947 se crea la Planta de Lubricantes y se aumenta la carga a la refinería a 17.000. Barriles.

En 1949 inicia el ensanche con la Foster Wheeler.

En 1951 nace la Reversión de Mares, la Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL. En esta época la refinería producía 22.000 barriles. Con esta reversión, salió la Tropical Oil Company y apareció la Internacional Petroleum Company, LTD, INTERCOL.

En 1952 se estableció ensanchar la refinería y nacen la Planta U-200, Plan Viscosreductora, Unidad de Ruptura Catalítica Modelo IV Recuperadora de Vapores, Planta de Alquilación, Ácido, Planta de Soda, Torres Enfriadoras y una nueva Planta Termoeléctrica y Productora de Vapor, Planta de Agua 800 y barcaza de captación de agua. Con este ensanche se aumenta la capacidad de refinación a 37.000 barriles.

En 1956 ECOPETROL compró la Refinería de Cartagena, construida por INTERCOL.

En 1961, transcurridos los 10 años de administración de la INTERCOL, el 1 de abril de ese año, ECOPETROL pasa a ser administrado por manos colombianas.

En 1963 se aumenta la capacidad a 45.000 barriles.

En 1964 se aprobó el ensanche de las calderas Kellogs el cual dura tres años.

En 1967, para aumentar la capacidad a 76.000 barriles, se construyen la Torre de Vacío de la U-250, la Tea N° 2, la Unidad de Ruptura Catalítica Orthoflow y su Planta de Azufre.

Entre 1967 y 1975 se ensancha la petroquímica y se aumenta la capacidad a 106.000 barriles.

En 1967 se construye la Planta de Parafinas.

En 1971 entra en operación la Planta de Aromáticos.

En 1972 se construye la Unidad U-2000, la Planta de Agua 850 y nace la idea de optimizar. Se empieza la construcción de la Unidad de Balance en cuatro bloques Demex, Viscosreductora, Hidrógeno y Unibón, unidades de tratamiento como Amina, Merox, Azufre y la Unidad de Cracking UOP 1, con su área de Almacenamiento y Servicios. Esta área entra en operación el 17 de diciembre de 1979, aumentando la capacidad a 140.000 barriles.

En 1973 entra en operación la Planta Alquilos, Polietileno I y U-2100.

En 1979 entra en operación la Unidad de Criogénica y la Planta de Nitrógeno, ubicadas en la actual Planta de Etileno II.

En 1981 entra en operación las plantas Turboexpander, Etileno II y Polietileno II. La Refinería se convirtió en el Complejo Industrial.

En 1982 se arranca la nueva Planta de Ácido y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales, PTAR.

En 1995 nace la nueva Planta de Cracking UOP II.

En 1996 se moderniza la Planta CDU.

En 2001 se coloca en operación la nueva Planta de Alquiler.

En 2004 se coloca en operación el Blending de Medios.

En 2006 se coloca en operación el Blending de Crudos y se sistematiza la entrega de gasóleos a planta.

En 2007 la Refinería tiene una capacidad instalada de 250.000 barriles y se inicia la construcción de la Planta de Generación de Hidrógeno, Planta de Hidrotratamiento de Nafta y ACPM, Planta de Tratamientos de Amina, Azufre y Aguas Acidas.

El complejo procesa crudos de varias calidades para producir diferentes tipos de productos requeridos por el mercado nacional. El área de refinación produce principalmente gasolinas y destilados.

El área de petroquímica elabora productos petroquímicos tales como bases lubricantes, parafinas, aromáticos y polietilenos.

En el área de cracking se cargan gasóleos principalmente para producir GLP y nafta por medio del rompimiento de moléculas de hidrocarburos grandes.

Los productos terminados y el recibo de crudos se realizan en el Área de Materias Primas.

Los servicios industriales son generados en la Refinería con recurso propio.

4.1.2 Breve Reseña Histórica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales de Ecopetrol

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en la GRB, considerada como una de las más grandes del mundo, es consecuencia de una disposición de la Gerencia General del Distrito emanada el 30 de Noviembre de 1971, la cual dio origen al Proyecto 72-014, hoy culminado.

La Gerencia Complejo Barrancabermeja (GRB) está consciente de la necesidad de preservar el agua, siendo ésta un preciado recurso natural. Temiendo su irreversible deterioro por efectos de la expansión de la industria del petróleo, GRB dispuso parte de su personal técnico especializado y destinó enormes recursos económicos para afrontar su responsabilidad moral y legal de planificar la defensa del medio ambiente.

La Ingeniería básica de diseño de la planta, de acuerdo con las características propias de la GRB, fue encomendada a la firma UOP de los Estados Unidos y la Ingeniería de montaje y construcción fue realizada por DEGREMONT de Francia. La interventoría de la obra estuvo a cargo de la Firma TPL de Italia, conjuntamente con el Departamento de Interventoría de ECOPETROL. Actualmente, su manejo y operación está siendo ejecutado por personal colombiano altamente calificado.

El monto total del Proyecto 72-014 no es comparable con los esfuerzos aislados que al respecto otras empresas del país vienen realizando. Es responsabilidad de la GRB la buena marcha de la planta, por lo que no obstante su elevado costo de operación y mantenimiento, esto no es considerado como un gasto, sino como una inversión para las generaciones futuras por el derecho humano a un mejor ambiente.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 CONTAMINANTES DEL AGUA

Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).

Agentes infecciosos: Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Éstas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.

Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.

Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.

Minerales inorgánicos y compuestos químicos.

Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.

Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

5.2 AGUAS INDUSTRIALES

Las características de las aguas residuales industriales pueden diferir mucho tanto dentro como entre las empresas. El impacto de los vertidos industriales depende no sólo de sus características comunes, como la demanda bioquímica de oxígeno, sino también de su contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas específicas. Hay tres opciones (que no son mutuamente excluyentes) para controlar los vertidos industriales. El control puede tener lugar allí donde se generan dentro de la planta; las aguas pueden tratarse previamente y descargarse en el sistema de depuración urbana; o pueden depurarse por completo en la planta y ser reutilizadas o vertidas sin más en corrientes o masas de agua.

5.3 PRINCIPALES PLANTAS DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA

Figura 1: Principales Plantas de la Refinería de Barrancabermeja

Cantidad de Plantas	Plantas
5	Destilación Atmosférica de Crudo
4	Destilación al vacío de Crudo
4	Ruptura Catalítica
2	Viscorreductora
1	Demex (Desasfaltado con Solvente)
1	Unibón (Hidrodesulfurización)
2	Generación de Hidrógeno
1	Alquilación (Avigas)
1	Acido Sulfúrico

Figura 1: Principales Plantas de la Refinería de Barrancabermeja

Cantidad de Plantas	Plantas
1	Aromáticos
1	Parafinas
1	Turboexpander
2	Etileno I y II
2	Polietileno
1	Nitrógeno
1	Plantas de Especialidades
3	Recuperación de Azufre
1	Tratamiento de Aguas Acidas
1	Tratamiento de Aguas Residuales

5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTAS

Topping: La Planta de Topping es una unidad de destilación compuesta por dos secciones principales: una atmosférica (unidad de fraccionamiento) y otra de vacío.

Especialidades	La Planta de Especialidades es una unidad de fraccionamiento diseñada para obtener hexano y disolventes N° 1, N° 2, N° 3 y N° 4 a partir de refinato de aromáticos y nafta debutanizada.
Demex	Demex es un proceso de separación de compuestos pesados y livianos de los fondos de vacío utilizando una mezcla propano-butano como solvente, para obtener un extracto llamado DMO. El DMO sale con bajo contenido de nitrógeno, azufre y de metales (especialmente níquel y vanadio). El extracto DMO sirve como carga a las plantas de Unibón y UOP 2.
Unibón	Unibón es un proceso de hidrogenación que permite eliminar contaminantes del DMO tales como: azufre, níquel, vanadio, Sodio y carbón, para mejorar la calidad de la carga a URCs.
Viscorreductora	Viscorreductora es un proceso de descomposición de fondos de vacío y/o fondos Demex, a través de una exposición a altas temperaturas para producir gases y líquidos más livianos (nafta y/o gasóleos). El producto de fondo se denomina brea. El proceso permite disminuir el consumo de ALC dado que reduce la viscosidad de la carga.
Catalítico	En la refinería de Barrancabermeja existen cuatro Unidades de Ruptura Catalítica denominadas Orthoflow, Modelo IV, UOP 1 y UOP 2. Cracking catalítico es un proceso de ruptura catalítica para conversión de fracciones pesadas de hidrocarburos en productos más livianos y de mayor valor.

El craqueo catalítico fluido (FCC, por sus siglas en inglés) es un proceso que emplea un catalizador en forma de partículas esféricas muy pequeñas, llamado catalizador zeolítico, el cual se comporta como un fluido cuando está aireado con vapor o aire. El catalizador fluidizado es continuamente circulado desde la zona de reacción donde ocurre la reacción del craqueo a la zona de regeneración, donde el catalizador es reactivado. La acción del catalizador produce también el vehículo para transferir calor desde el regenerador a la zona de reacción. Estas dos zonas están localizadas en vasijas separadas llamadas regeneradoras y reactor, respectivamente.

- Alquilación** Alquilación es un proceso en el cual se utilizan olefinas (butilenos C4=), iso-butano (IC4) para formar iso-octano (denominado alquilato) en una reacción que utiliza el ácido sulfúrico como catalizador.
- Turbo Expander** La planta tiene como objetivo recuperar el etano contenido en el gas natural proveniente de campos para enviarlo como carga hacia la Planta Etileno II y distribuir el gas residual a los usuarios de refinería. Cuando se encuentra fuera de servicio, su objetivo es distribuir y controlar el gas de campos a los diferentes niveles de presión de gas combustible que utiliza la refinería.
- Etileno I y II** La planta tiene como objetivo producir etileno a partir de un proceso de pirólisis del etano y recuperar el etileno contenido en las corrientes que cargan la unidad.

- Polietileno** La planta tiene como objetivo producir polietileno de baja densidad a través de un proceso de polimerización del etileno. Puede producir varios tipos de polietileno dependiendo de las necesidades del mercado.
- Nitrógeno** La planta tiene como objetivo recuperar el nitrógeno contenido en el aire a través de una compresión del aire, deshidratación y disminución de temperaturas dadas por la expansión. El oxígeno excedente se envía hacia la atmósfera.
- Parafinas** En esta unidad se producen las diferentes bases lubricantes y parafínicas que requiere el mercado nacional.

6. MARCO LEGAL

El enfoque que se ha dado a la legislación que se aplica para el tratamiento de aguas residuales en Colombia ha sido principalmente el de la salud pública y el entorno ambiental.

A nivel Nacional encontramos Leyes y Decretos que son muy importantes de resaltar a nivel industrial y en especial en Ecopetrol S. A.

Constitución Política de Colombia. En su artículo 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Decreto 2811 de 1974. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Expedido por la Presidencia de la República, hace referencia a los residuos sólidos.

Ley 09 de 1979. Esta ley es la llamada Código Sanitario Nacional y a través de ella se dictan medidas sanitarias que complementan la regulación del medio ambiente y manejo de los recursos naturales, constituyendo la base del Derecho Sanitario, mediante el establecimiento de un ordenamiento jurídico único en tres áreas claramente definidas: Saneamiento Ambiental, Atención a las personas y Vigilancia y Control Sanitario; en el cual se regulan íntegramente todos los aspectos de orden sanitario que puedan afectar la salud individual o colectiva de la comunidad como un bien de interés público.

Decreto 2104 de 1983. Este Decreto regula las actividades como el almacenamiento, recolección, transporte, disposición sanitaria y demás aspectos relacionados con las basuras, cualquiera sea la actividad o el lugar de generación. (Art. 2)

Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Resolución 2309 de 1986. Expedida por el Ministerio de Salud, dicta normas para el manejo de residuos especiales, su almacenamiento, transporte, tratamiento y demás medidas generales. Algunos de sus artículos fueron derogados por la Ley 99/93, por cuanto algunas funciones expresadas han pasado al Ministerio del Medio Ambiente.

Ley 99 de 1993. Por medio de ésta ley se establecen los fundamentos de la Política Ambiental Colombiana, se crea el Ministerio del Medio ambiente y el Sistema Nacional Ambiental, SINA, el cual sigue el siguiente orden jerárquico descendente (Art. 1- 4). Ministerio del Medio Ambiente, Corporaciones Autónomas, Regionales, Departamentos, Distritos o Municipios.

Ley 142 de 1994. Establece las normas aplicables a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía pública local móvil en el sector rural, los cuales definió como servicios públicos esenciales.

Resolución 541 de 1994. El Ministerio del Medio Ambiente por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y carga orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

Decreto 1753 de 1994. En el presente Decreto se da amplitud a las Licencias Ambientales, explica su naturaleza, modalidades y efectos.

Decreto 0605 de 1996. En éste Decreto se tratan las normas sobre características y calidad de la prestación del servicio de aseo: el almacenamiento y presentación de los residuos (recipientes retornable y desechables), el establecimiento de macrorutas y microrutas para la recolección; se definen las características de los vehículos transportadores de basura y los pasos a seguir para la realización de barrido y limpieza de áreas públicas.

Resolución 0445 de 1996. El Ministerio de Salud por el cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud y se dictan otras disposiciones técnicas y administrativas.

Resolución 1096 de 2000. Reglamento Interno del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS- Expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, en el Título F (sector de aseo), se presentan los principios fundamentales y criterios operacionales que deben seguirse para realizar una adecuada gestión de residuos sólidos y peligrosos. Da directrices para la gestión de residuos sólidos,

como la reducción en la fuente, la reutilización, el reciclaje y el tratamiento o la disposición final y aporta los principios y criterios operacionales de gestión aplicables a los generadores y receptores de residuos peligrosos, de acuerdo con el nivel de complejidad de los municipios; todo esto teniendo en cuenta los niveles de complejidad respectivos

Decreto 2676 de 2000. Expedido por el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud, reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, por personas naturales o jurídicas que presten servicios de salud a humanos y/o animales y a las que generen, identifiquen, separen, desactiven, empaquen, recolecten, transporten, almacenen, manejen, aprovechen, recuperen, transformen, traten y/o dispongan finalmente los residuos hospitalarios y similares en desarrollo de sus actividades, manejo e instalaciones relacionadas con los mismos.

Decreto 1713 de 2002. Expedido por el Ministerio del Medio Ambiente, establece normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materia referente a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y el régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.

Decreto 1505 de 2003. Expedido por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual modifica parcialmente el decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1443 de 2004. Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones.

Decreto 4741 de 2005. Del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos y desechos peligrosos en el marco de la gestión integral.

Decreto 1220 de 2005. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales

Decreto 838 de 2005. Expedido por el Ministerio del Medio Ambiente el cual modifica por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones, tiene por objeto promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario. Igualmente, reglamenta el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios.

Resolución 1390 de 2005. Por la cual se establecen directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final a que hace referencia el artículo 13 de la Resolución

1045 de 2003 que no cumplan las obligaciones indicadas en el término establecido en la misma.

Resolución 1684 de 2008. Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1390 de 2005 y se toman otras determinaciones.

7. DISEÑO METODOLOGICO

7.1 METODOLOGIA DE LA PROPUESTA

7.1.1 Ubicación

El presente estudio se realizara en el municipio de Barrancabermeja, departamento de Santander.

7.1.2 Materiales

7.1.3 Materiales de campo

Manual de Información de PTAR- (Planta de Tratamiento de Aguas Industriales)

- Fotocopias
- Lápices
- Bolígrafos
- Cartuchos de Tinta (Color y Negra)
- Cámara fotográfica
- Elementos de protección personal (mascarilla para vapores orgánicos).

7.1.4. Materiales de Apoyo

- Computador
- Video Beam
- Proyector
- Memoria USB

7.2. MÉTODO Y TIPO DE ESTUDIO

El método bajo el cual se basa este estudio es analítico, ya que con una línea base que se obtenga del proceso que se efectúa en la planta de tratamiento de aguas residuales en la industria del petróleo se puede interpretar el sistema de biorremediación de fenoles logrando determinar el impacto que ocasiona al ambiente.

7.3 METODOLOGIA

7.3.1 Realizar el análisis de la estructura física de la planta de tratamiento de aguas Residuales de la Refinería de Barrancabermeja Santander.

Para llevar a cabo esta actividad se recurrirá a fuentes primarias y secundarias. En las primeras se realizará la recopilación de la línea base de la información de la planta de tratamiento de aguas residuales de la industria del petróleo y se realizará la respectiva visita de campo al igual que el registro de evidencias del proceso.

Actividad 1: Solicitud de la información y recopilación de la misma referente al tratamiento de aguas residuales industriales.

Actividad 2: Visita de Campo para obtener evidencias en registros fotográficos.

7.3.2 Identificar los caudales y concentraciones promedio de fenoles que ingresa a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales industriales (PTAR).

Para ello se analizará de manera cuidadosa el proceso, teniendo en cuenta los siguientes parámetros como: Fuentes de segregación de las aguas agrias en la Refinería de Barrancabermeja, el efluente principal de la planta, el proceso de

separación de fenoles, y la segregación final en el proceso para determinar y conocer sus caudales de entrada y salida.

7.3.3 Describir el proceso de biodegradación de fenoles que actualmente se implementa en la Planta de tratamiento de Aguas Residuales Industriales.

Para llevar a cabo esta actividad se recurrirá a fuentes primarias y secundarias. En las primeras se realizará la recopilación de la línea base de la información de la planta de tratamiento de sodas gastadas en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales la cual se realizará la respectiva visita de campo al igual que el registro de evidencias del proceso.

7.3.4. Realizar un análisis comparativo de la eficiencia de biodegradación de fenol en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales antes y después de la puesta en marcha de la planta de sodas gastadas cresílicas y nafténicas.

Una vez se cuente con los datos de las concentraciones de fenoles en el inicio y final de la puesta en marcha de la planta de tratamiento de sodas gastadas, se procede a analizar el sistema de biorremediación de fenoles mediante las cuales se puede dar respuesta a la efectividad del proceso.

7.3.5 Generar una base de información con los resultados obtenidos en el análisis del sistema de Biorremediación de fenoles en la puesta en marcha de la planta de sodas gastadas, plasmando en un documento bibliográfico.

Se realizará una base de información que genere el resultado de la efectividad del proceso de biorremediación de fenoles en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales determinando el impacto que se genere al ambiente.

8. RESULTADOS ESPERADOS

Este estudio tiene como objeto analizar la efectividad del proceso de biorremediación de fenoles en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la refinería de Barrancabermeja estableciendo una base de datos que permitan identificar los efectos que se ocasionan sobre los ecosistemas y el medio ambiente.

8.1 RESULTADOS Y ANALISIS

8.1.1 Realizar el análisis de la estructura física de la planta de tratamiento de aguas Residuales de la Refinería de Barrancabermeja Santander.

8.1.2 Descripción física de la planta:

Descripción física estructural de la planta de tratamiento de aguas residuales de la refinería de Barrancabermeja Santander

Características de la zona donde está ubicada la planta:

Latitud: 7 Grados Norte

Temperatura al sol 30 a 45 °C (Promedio 35°C)

Temperatura a la sombra 20 a 40 °C

Humedad relativa: 95%

Ambiente: Tropical

Presión barométrica: Mínima: 739 mm Hg

Máxima: 746 mm Hg

Viento (dirección predominante) S.E.

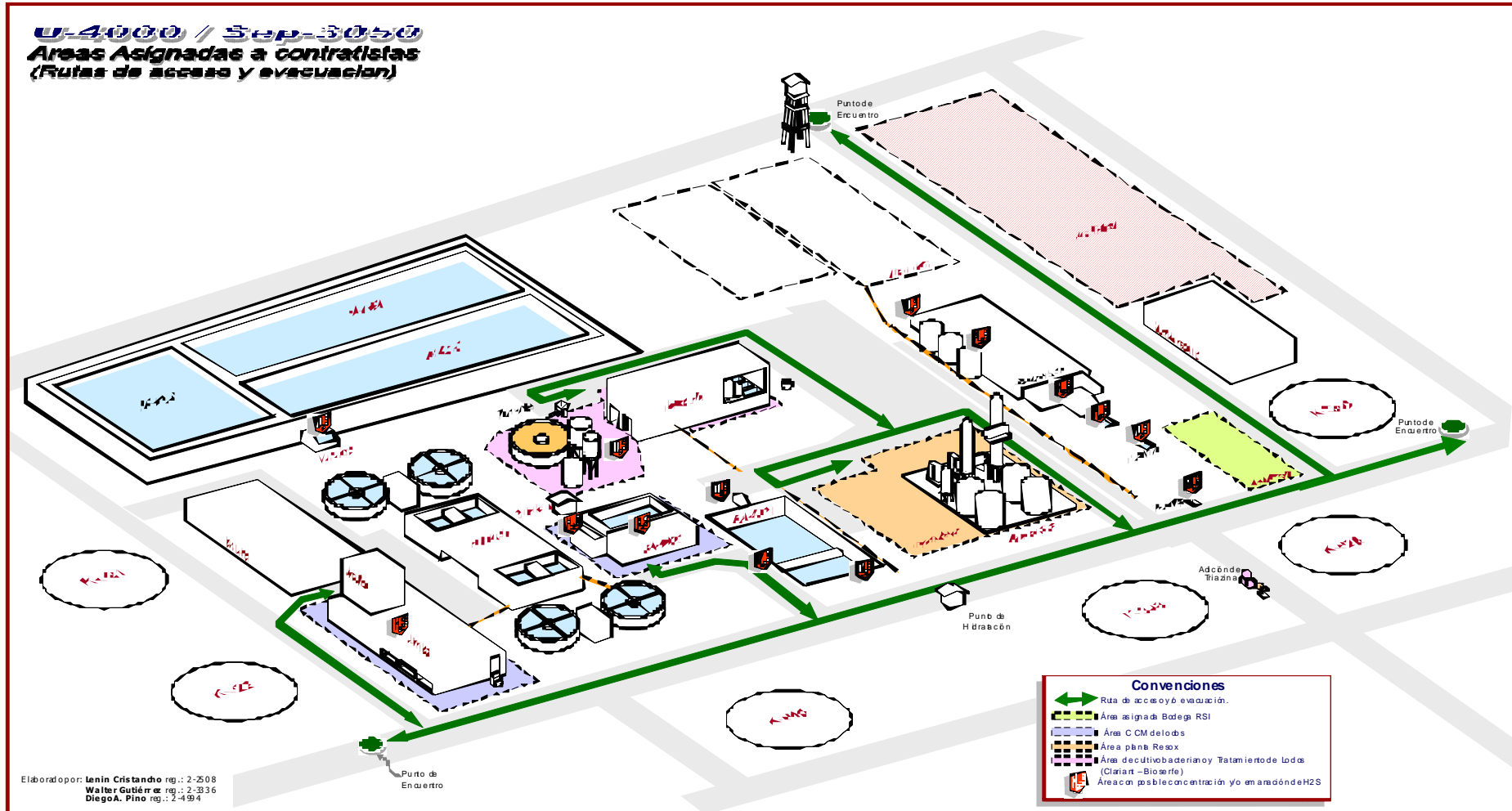
Viento (velocidad máxima 109 m) 122 km/hr

Lluvia:

Máxima precipitación registrada en 10 minutos: 6" (152.4 mm)

Máxima precipitación registrada en 12 horas: 8" (203.2 mm)

Figura N°2: Plano de la estructura física de PTAR



8.1.3 Descripción General de Proceso del Tratamiento

Las unidades de Tratamiento de la Unidad PTAR Ambiental adecuan las corrientes líquidas residuales y sanitarias de la GRB, para ser vertidas en efluentes tratados con bajos niveles de contaminantes.

Esta sección trata los siguientes temas:

Tratamiento Primario describe el tratamiento primario de los residuos líquidos aceitosos.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) presenta el proceso general de purificación del efluente residual industrial.

Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias (DIAPAC) presenta el proceso general de purificación del efluente residual de tipo doméstico.

8.1.4 Tratamiento Primario

Esta sección se enfoca en la descripción general del tratamiento primario del afluente, en los Separadores API.

Con el tratamiento primario en los separadores API se remueven hidrocarburos e impurezas del flujo, se proporcionan el tiempo de retención y las condiciones de flujo necesarias para la sedimentación y flotación de las impurezas, y se eliminan los productos de la sedimentación y flotación mediante limpieza programada.

Esta sección trata los siguientes temas:

Separadores API

Tanques de Tratamiento del Slop

8.1.5. Separadores API.

El proceso de separación física agua-hidrocarburo ocurre de la misma forma en cualquiera de los separadores API de la GRB. La descripción general del tratamiento incluye el recorrido del flujo de agua residual aceitosa dentro de las estructuras del separador. El capítulo 4 contiene una descripción más detallada de cada una de las partes que constituyen un Separador API.

El afluente líquido entra por el extremo del separador a la pre-cámara. De ahí, el afluente pasa por una sección un poco más ancha que se encarga de distribuir el flujo a la cámara de separación (bahía de acceso). El flujo que entra de la bahía de acceso hacia el separador se distribuye a través de las compuertas. Después de que el agua aceitosa pasa por las compuertas de acceso, fluye a través de los tubos deflectores. Desde los tubos deflectores hasta el vertedero efluente se localizan las cámaras separadoras. El aceite separado y los sólidos depositados son removidos del separador por los raspadores de aceite y lodos.

Un baffle de retención de aceite actúa como mecanismo de represamiento, formando una capa lo suficientemente gruesa de aceite que es removida fácilmente por el desnatador. La capa de aceite removida por el desnatador pasa a la caja colectora de slop, desde la cual se envía el aceite recolectado a tanques de tratamiento.

Desde el sistema para contención de lodos al final del canal de entrada, se bombean los lodos hacia su sitio final de disposición. El agua tratada pasa al vertedero efluente y desde allí se envía a la PTAR.

8.1.6. Tanques de Tratamiento del Slop.

El slop recuperado va a los Tanques de Tratamiento de Slop y después del respectivo tratamiento (tanque colchón y temperatura), se bombea por la línea de slop de la refinería. Dependiendo de las pruebas realizadas al slop en el laboratorio, éste se bombea como carga a las URCs, se retorna como combustóleo o va para reproceso.

8.1.7. Tanque Colchón y Temperatura.

Estos tanques se denominan trenes de calentamiento; en éstos se le realiza un lavado al hidrocarburo recuperado (slop). El slop, recogido por las flautas en las cajas de los separadores es bombeado al tanque de tratamiento. Este tanque tiene un colchón de agua del 30% de su volumen, que sirve como filtro natural reteniendo sólidos en suspensión y metales; la temperatura en el tanque es controlada por una válvula.

Al suministrarle temperatura a las moléculas, éstas se excitan y rompen fácilmente la emulsión del hidrocarburo y el agua. Por diferencia de densidades, el agua va al fondo y el hidrocarburo arriba. Este tanque tiene rebose en la parte superior, que le permite al slop con menor contenido de agua pasar a la segunda fase del tratamiento físico-térmico. El tratamiento físico-térmico se realiza en 12 horas, al igual que el proceso de decantación (12 horas). El exceso de agua en los tanques se elimina por medio de una pierna barométrica (sistema sifón) a la precámara del separador correspondiente.

8.1.8. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

- Homogenización

- Neutralización
- Flotación-Clarificación
- Tratamiento de Lodos
- Estabilización

8.1.9. Homogenización

Describe el proceso de mezcla del afluente. Neutralización explica el proceso de adecuación de pH. Flotación-Clarificación trata los procesos de coagulación, floculación y flotación, importantes para la clarificación del flujo. Tratamiento de Lodos explica brevemente el proceso que se le realiza a los lodos de flotación. Estabilización aborda los procesos de estabilización biológica y aireación natural del agua.

8.1.10. Homogenización

La homogenización se realiza en la Piscina de Carga BA-4001. Allí, los flujos afluentes a PTAR se mezclan formando una solución con las mismas características

físico- químicas en toda su extensión. Esto evita la estratificación y disminuye el impacto de la variación de pH del agua de carga.

8.1.10.1. Neutralización

El proceso se realiza en la Piscina de Neutralización BA-4002. En este proceso, el pH del flujo se lleva a un valor puntual. La neutralización se realiza adicionando H_2SO_4 o CO_2 . En esta piscina la carga sufre una agitación con aire, inyectado por la parte más baja de la estructura. El aire se envía por medio de cuatro Sopladores en línea C-4002 A-D.

8.1.10.2. Flotación-Clarificación

El efluente de la Piscina de Neutralización BA-4002, se envía por gravedad y mediante un sistema de compuertas móviles a cuatro Trenes de Flotación-Clarificación.

8.2. CADA TREN DE FLOTACIÓN-CLARIFICACIÓN CONSTA DE

8.2.1. Cámara de Coagulación BA-4003A-

La Cámara de Coagulación, (mezcla rápida) BA-4003A-D está equipada con un Agitador Directo AG-4003A-D. En ésta cámara se inyecta coagulante al flujo con el propósito de reunir y precipitar los sólidos suspendidos y la materia coloidal presentes en el agua (formación de coágulos).

8.2.2. Cámara de Floculación BA-4004A-D.

La Cámara de Floculación BA-4004A-D es consecutiva a la cámara de coagulación. La Cámara BA-4004A-D está equipada con un Agitador de ajuste manual de velocidad AG-4004A-D. En esta cámara se inyecta al flujo un floculante, permitiendo su contacto íntimo con los coágulos formados y facilitando la formación de flocs.

8.2.3. Tanque de Flotación BA-4005A-D.

El Tanque de Flotación

BA-4005A-D es una estructura que recibe por el fondo el flujo proveniente de las BA-4004A-D. El Tanque de Flotación posee un Raspador Rotatorio MX-4005A-D, de velocidad ajustable y tiempo programable, para retirar tanto el lodo que flota en la superficie del líquido como el que se deposita en el fondo de la estructura.

8.2.4. Cámara de Espesamiento Compartida BA-4006A/B.

En la Cámara de Espesamiento Compartida de Lodos BA-4006A/B, se depositan lodos provenientes, tanto de la superficie como del fondo, del Tanque de Flotación BA-4005A-D.

8.2.5. Columna de Equilibrio Compartida BA-4007A/B.

La Columna de Equilibrio Compartida BA-4007A/B, recibe los efluentes clarificados del BA-4005A-D. Aproximadamente un 65% de éstos se envían por gravedad a la Piscina de Retención BA-4008. Un 25% se recircula por las Bombas de Presurización P-4003A-C a los Drums de Presurización D-4001A-C. El 10% restante se envía a los Sótanos BA-4014A/B, desde los cuales se bombea a la Piscina de Retención de Carga BA-4001 para dar mayor dilución al flujo carga.

8.2.6. Drums de Presurización D-4001A-C.

Hay un Drum de Presurización D-4001A-C por cada par de Tanques de Flotación, conservándose un Drum (D-4001B) como relevo. En los D-4001A-C se mantiene un nivel constante de líquido por medio de una válvula de control gobernada por indicadores de nivel.

El agua presurizada fluye de nuevo hacia la base de los Tanques de Flotación BA-4005A-D, donde se une con el agua cruda que llega, por gravedad, desde las Cámaras de Floculación BA-4004A-D. El objetivo es agilizar la separación de los flocs; ya que mediante la formación de microburbujas se reduce la densidad aparente de los sólidos suspendidos en el agua facilitando la flotación.

8.2.7. Tratamiento de Lodos.

El lodo de flotación, recobrado desde las Cámaras de Espesamiento BA-4006A/B mediante las Bombas de Lodo P-4004A/R/S/D/T/U, sigue el siguiente proceso:

8.2.8. Cámara de Desaireación BA-4011.

El lodo se envía a una Cámara de Desaireación BA-4011, en la cual se homogeniza por medio de un Agitador AG-4011. Con la introducción de vapor por atomización, se le rompe la emulsión con el hidrocarburo y se le aumenta su densidad aparente al desalojarsele el aire disuelto.

8.2.9. Espesador Mecánico BA-4012.

El lodo acondicionado fluye hacia el Espesador Mecánico BA-4012, con el objeto de facilitar la separación líquido-sólido y obtener la concentración óptima de lodo para el proceso siguiente de centrifugación. Una vez concentrado, el lodo se evacua desde el fondo del espesador BA-4012 hasta las Centrifugas Continuas.

8.3. Centrifugas Continuas.

En las Centrífugas Continuas se reduce la humedad de los lodos haciendo uso de la fuerza centrífuga. El proceso consiste en separar, en un corto tiempo, la fase líquida presente en los lodos espesados. El lodo, ya centrifugado, se transfiere al Área de Tratamiento Biológico ATB. El líquido sobrenadante del Espesador Mecánico BA-4012 y la fase acuosa de retorno de las Centrífugas se envían al Pozo de Recobro de Aceite BA-4013. El aceite allí segregado se bombea a los Tanques de Tratamiento de Slop o va directamente a Combustóleo

8.3.1. Estabilización.

Los efluentes clarificados en los Trenes de Flotación-Clarificación se envían, por gravedad, desde las Columnas de Equilibrio BA-4007A/B hacia el Área de Estabilización conformada por la Piscina de Retención BA-4008, Piscinas de Estabilización BA-4009A/B y Pozo de Succión BA-4010.

El efluente llega en primer lugar a la Piscina de Retención BA-4008, en donde se estabiliza. Desde allí se evacua a las Piscinas de Estabilización BA-4009A/B, en donde se efectúa una biodegradación de fenoles (degradación del hidrocarburo soluble) por medio de la foto-oxidación. Finalmente el efluente pasa al Pozo de Succión BA-4010, en donde es tomado para descargarse al Río Magdalena o al Distrito de Oleoductos DOL.

8.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SANITARIAS (DIAPAC)

El DIAPAC consiste de dos Tanques de Aireación-Clarificación BA-3063A/B, precedidos por el Foso de distribución de agua cruda. Los BA-3063A/B y el Foso están conectados por las Bombas Sumergibles P-3066A/B y P-3067A/B las cuales están protegidas en ambos lados por un tabique de fondo abierto.

El afluente entra al Tanque BA-3063A, funcionando como unidad de aireación. A través de una tubería de intercomunicación, el agua aireada fluye hacia el Tanque BA-3063B, que funciona como unidad de sedimentación. La clarificación comienza normalmente tan pronto como entra el agua al BA-3063B, gracias a la división de fondo abierto que dirige el afluente hacia el fondo del tanque.

El afluente tratado es colectado en la superficie por el extremo opuesto del tanque, debido a la división de fondo abierto. En esta zona, gracias al área superficial y al volumen del tanque, el efluente superficial se encuentra debidamente clarificado al momento de ser evacuado. Los lodos se concentran en el fondo del tanque y son retirados cuando se alcanza el nivel recomendado. El mismo proceso ocurrirá en la dirección contraria cuando, después del ciclo inverso, el afluente entre primero al Tanque BA-3063B.

8.5. PELIGROS EXISTENTES EN LA PLANTA DE PTAR

8.5.1. Peligros Químicos:

Aceites Lubricantes

Acido Sulfhídrico (H_2S)

Acido Sulfúrico (H_2SO_4)

Agua Aceitosa

Agua Ácida (agria)

Amoniaco (NH_3)

Cal Apagada ($Ca(OH)_2$)

Coagulante

Corrientes de Hidrocarburos

Dióxido de Azufre (SO₂)
Dióxido de Carbono (CO₂)
Fenol (C₆H₅OH)
Floculante
Soda Cáustica (NaOH)
Sulfato de Aluminio (Al₂SO₄)

8.5.2. Aceites Lubricantes

Los aceites lubricantes que se utilizan en la unidad son de tipo mineral y sintético. Están aplicados en los equipos rotativos de la unidad. Requieren de manipulación por parte del operador de la planta para realizar los cambios y restituciones de nivel a fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos. Durante su manipulación, se debe evitar el contacto directo sobre la piel y ojos dado que puede generar lesiones.

Los vapores del aceite generado a temperatura ambiente producen efectos dañinos a la salud a corto plazo. En contacto con los ojos puede causar irritación, experimentada como picazón con excesivo parpadeo y producción de lágrimas. Pueden ocurrir enrojecimiento excesivo e inflamación de la conjuntiva.

La sobreexposición al vapor, aerosol o niebla generados a alta temperatura puede resultar en irritación de los ojos y del tracto respiratorio, vértigo, náusea y la inhalación de cantidades dañinas de material. Un componente de esta mezcla ha demostrado actividad mutagénica en un sistema de ensayo *in vitro*.

8.5.3. Ácido Sulfhídrico (H₂S).

Presente en las aguas agrias afluentes. El ácido sulfhídrico, también llamado sulfuro de hidrógeno (H₂S) es un gas extremadamente tóxico e incoloro, que huele a huevos podridos en concentraciones bajas. El H₂S es irritante a los ojos y vías respiratorias en pequeñas concentraciones. A una concentración moderada, ocasiona rápida parálisis respiratoria.

En altas concentraciones, el H₂S obstaculiza el sentido del olfato (fatiga olfativa). Esto quiere decir que pudieran existir los riesgos aun cuando el olor no se detecte. La exposición a concentraciones elevadas puede ser fatal.

8.5.4. Acido Sulfúrico (H₂SO₄).

Utilizado en el proceso de neutralización de las aguas en PTAR. El Ácido Sulfúrico, de fórmula H₂SO₄, es un líquido corrosivo, más pesado que el agua e incoloro (a temperatura y presión ambiente). El óleum tiene un olor picante y penetrante. Esta es la sustancia más importante de la industria química mundial. Sus nombres químicos son ácido sulfúrico y ácido sulfúrico fumante. También es llamado aceite de vitriolo, ácido de baterías y ácido de fertilizantes. Este producto es altamente irritante y produce quemaduras severas. Ante el contacto con el agua se produce una reacción en la que se libera temperatura y muchos vapores ácidos.

Por inhalación se puede presentar irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación. Pueden producir ulceración de nariz y garganta, edema pulmonar, espasmos y hasta la muerte. Cuando se presenta ingestión genera quemaduras severas de boca y garganta, perforación del estómago y esófago, dificultad para comer, náuseas, sed, vómito con sangre y diarrea.

Cuando entra en contacto con la piel se presentan quemaduras severas, profundas y dolorosas. Si las quemaduras son extensas pueden llevar a la muerte. Los daños dependen de la concentración de la solución de ácido sulfúrico y la duración de la exposición. Al estar en contacto con los ojos es corrosivo y puede causar severa irritación (enrojecimiento, inflamación y dolor) soluciones muy concentradas producen lesiones irreversibles, opacidad total de la córnea y perforación del globo ocular. En casos severos colapso y muerte.

8.5.5. Agua Aceitosa.

Las aguas aceitosas pueden contener H_2S , mercaptanos amoniacos y fenoles. Altas concentraciones de gas en las aguas aceitosas pueden ocasionar mareo, dolores de cabeza, nerviosismo, tambaleo, diarrea y disuria.

8.5.6. Agua Ácida (agria).

El agua ácida (agua de proceso) puede contener H_2S y amoniacos. Altas concentraciones de gas del agua de proceso puede ocasionar mareo, dolores de cabeza, nerviosismo, tambaleo, diarrea y disuria.

8.5.7. Amoniacos (NH_3).

El gas de amoniacos se encuentra en el agua de proceso (aguas agrias). Es un gas incoloro con un olor picante. El amoniacos es irritante a los ojos y vías respiratorias. Ligeras concentraciones de vapor pueden causar dermatitis y conjuntivitis. Altas concentraciones de vapor o líquido al contacto causan quemaduras de tipo cáustico, inflamación e hinchazón de los ojos, y la posibilidad de pérdida de la vista. El amoniacos puede también causar un incendio o explosión.

8.5.8. Cal Apagada (Ca (OH)₂).

Conocida también como Hidróxido de Calcio, utilizada en la neutralización de equipos que almacenan ácidos con el fin de entregarlos a mantenimiento libres de ácido, conocido como proceso de descontaminación química. Es la misma cal viva después de haberla tratado con agua. Es un polvo blanco, cristalino, de manipulación difícil y desagradable. Cuando se ingiere es peligrosa, causa irritación y si la dosis ingerida es grande puede ser fatal. Por inhalación causa irritación, hinchazón en la garganta que puede causar dificultad respiratoria, bronquitis química o la muerte en casos de exposición a largo plazo.

Al entrar en contacto con la piel causa irritación y posibles quemaduras. Cuando entra en contacto con los ojos puede causar daños permanentes, pérdida de la visión. Los problemas gastrointestinales pueden manifestarse con un dolor abdominal fuerte, vómitos, quemadura en el esófago, vómitos con sangre y sangre en las heces.

Puede presentar también problemas cardiovasculares como hipotensión (presión sanguínea baja) que aparece rápidamente, colapso, demasiado o muy poco ácido en la sangre que lleva a daño en órganos del cuerpo.

No se debe provocar el vómito en la persona a menos que así lo indique el médico. Si el químico entró en contacto con la piel o los ojos, se debe enjuagar con abundante agua durante al menos 15 minutos. Si la persona ingirió el químico, se le debe suministrar agua o leche inmediatamente, a menos que el médico haya dado otras instrucciones. No se recomienda suministrar leche o agua si el afectado presenta síntomas que dificulten la ingestión tales como vómitos, convulsiones o disminución del nivel de alerta. Si la persona inhaló el tóxico, se la debe trasladar inmediatamente a un sitio donde pueda tomar aire fresco.

8.5.9. Coagulante

El coagulante usado para el tratamiento del efluente en la PTAR es un coagulante catiónico de alta actividad y bajo peso molecular, preparado con polímeros orgánicos, diseñado para aplicar en los procesos de clarificación primaria y secundaria de aguas potables, industriales, residuales y aceitosas. Los polielectrolitos utilizados en el tratamiento de aguas residuales presentan una toxicidad oral baja y no presentan ningún problema anormal en su manipulación.

8.6. Corrientes de Hidrocarburos

Varias corrientes de hidrocarburos se encuentran en los Separadores API y en la PTAR. Los hidrocarburos presentan riesgos potenciales de fuego, explosión y tóxicos. Al entrar en contacto con los hidrocarburos éstos ocasionan irritaciones en los ojos, las vías respiratorias y en la piel; la exposición prolongada puede afectar el sistema nervioso central.

8.6.1. Dióxido de Azufre (SO₂)

El SO₂ es un gas altamente tóxico presente en el agua de proceso (aguas agrias). Es corrosivo e irritante a los ojos, vías respiratorias y todo el tejido vivo. El contacto con la piel ocasiona dolorosas quemaduras y ulceraciones. Al contacto con los ojos puede resultar en la pérdida de la vista. Su inhalación puede resultar en irritación de nariz y garganta, tos, pneumonitis química y edema pulmonar.

8.6.2. Dióxido de Carbono (CO₂)

Utilizado en el proceso de neutralización en PTAR. El dióxido de carbono, también denominado óxido de carbono (IV) y anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Muchos seres vivos al respirar toman oxígeno de la atmósfera y devuelven dióxido de carbono. Este proceso forma parte del ciclo del carbono. Si se ingiere puede causar irritación, náuseas, vómitos y hemorragias en el tracto digestivo.

Por inhalación produce asfixia, causa hiperventilación. La exposición a largo plazo es peligrosa. En la piel el hielo seco puede producir daños. Al contacto con los ojos puede ser peligroso.

8.6.3. Fenol (C₆H₅OH)

Está presente en las aguas de proceso (aguas fenólicas). El fenol es un compuesto orgánico aromático que contiene el grupo hidroxilo como su grupo funcional. Los grupos funcionales fenólicos son importantes en las sustancias húmicas acuáticas (sustancias que resultan de la desintegración de materia orgánica en el agua). Los fenoles son cancerígenos, la Ley de Desechos Peligrosos No. 23.922 establece un nivel guía de 2 µg/l.

Los vapores y líquidos del fenol son tóxicos y pueden ingresar fácilmente al cuerpo por vía cutánea. Los vapores inhalados lesionan las vías respiratorias y el pulmón. El contacto del líquido con la piel y los ojos produce severas quemaduras. La exposición prolongada paraliza el sistema nervioso central y produce lesiones renales y pulmonares. La parálisis puede desembocar en la muerte. Los síntomas que acompañan la afección son cefalalgias, zumbido en los oídos, mareos, trastornos gastrointestinales, obnubilación, colapso, intoxicación, pérdida del conocimiento, respiración irregular, paro respiratorio (apnea), paro cardíaco y, en algunos casos, convulsiones. Por lo común, el olor y sabor alarmantes evitan lesiones por ingesta.

8.6.4. Floculante.

En PTAR se utiliza un floculante aniónico (cargado negativamente) de alta carga y peso molecular, los polielectrolitos utilizados en el tratamiento de aguas residuales presentan una toxicidad oral baja y no presentan ningún problema anormal en su manipulación, puede presentar irritación en el tracto respiratorio, y al contacto prolongada con los ojos puede causar irritación.

8.6.5. Soda Cáustica (NaOH).

Utilizada en el proceso de neutralización de las aguas en PTAR. Se puede obtener a partir del carbonato de sodio e hidróxido de sodio o por electrólisis de sal común. Se emplea en la refinación del petróleo para remover ácido sulfúrico y ácidos orgánicos y retirar los componentes ácidos de aceites y gases de procesos.

Es un álcali fuerte y es peligroso cuando se maneja inadecuadamente. Puede destruir los tejidos humanos al contacto, produciendo quemaduras graves. La excesiva inhalación es irritante y puede causar daños severos a los pasajes respiratorios y pulmones. También los vapores de hidróxido de sodio podrían causar edema pulmonar.

El contacto con la piel o los ojos causa irritaciones y quemaduras. La severidad de la lesión en los ojos aumenta con la concentración de la solución, la rapidez de penetración en el ojo y la duración de exposición. Por ingestión es nocivo y puede ser fatal. Puede causar quemaduras de la boca y el estómago y además puede causar náuseas y vómito.

El operador debe utilizar protección respiratoria si las concentraciones exceden el TLV. A concentraciones hasta de 60 ppm se requiere un respirador particulado de alta eficiencia. Por encima de este nivel se requieren aparatos de respiración autocontenidos.

8.6.6. Sulfato de Aluminio (Al_2SO_4).

Reactivo auxiliar utilizado en el proceso de Coagulación en PTAR. Líquido translucido inodoro. Al contacto local puede ocasionar dermatitis y quemaduras. Si es inhalado puede ocasionar dificultades respiratorias, irritación en la nariz y la boca. Su ingestión causa náuseas o vómito, irritación gástrica, shock, inconsciencia y convulsiones. Al contacto con los ojos puede producir irritación, enrojecimiento y lagrimeo.

9. IDENTIFICAR LOS CAUDALES Y CONCENTRACIONES PROMEDIO DE FENOLES QUE INGRESA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (PTAR).

A continuación se muestran los datos mensuales de los caudales que ingresan a la planta de tratamiento de aguas residuales de Ecopetrol:

9.1. Caudales mensuales en un promedio anual

Gerencia Refinería Barrancabermeja	
Coordinación Gestión y Control Ambiental	
Carga PTAR	
MES	Carga Promedio
ENERO	4.757 gpm
FEBRERO	4.689 gpm
MARZO	5.160 gpm
ABRIL	4.938 gpm
MAYO	5.452 gpm
JUNIO	4.637 gpm
JULIO	4.829 gpm
AGOSTO	4.306 gpm
SEPTIEMBRE	4.140 gpm
OCTUBRE	4.216 gpm
NOVIEMBRE	4.336 gpm
DICIEMBRE	3.799 gpm
Total Carga Promedio	55.260 gpm

Cuadro N°1 Caudal promedio anual - 2009

9.2. REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LOS CAUDALES PROMEDIO DE INGRESO MENSUAL A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ECOPETROL:

Figura N°4: Carga promedio del mes de Enero

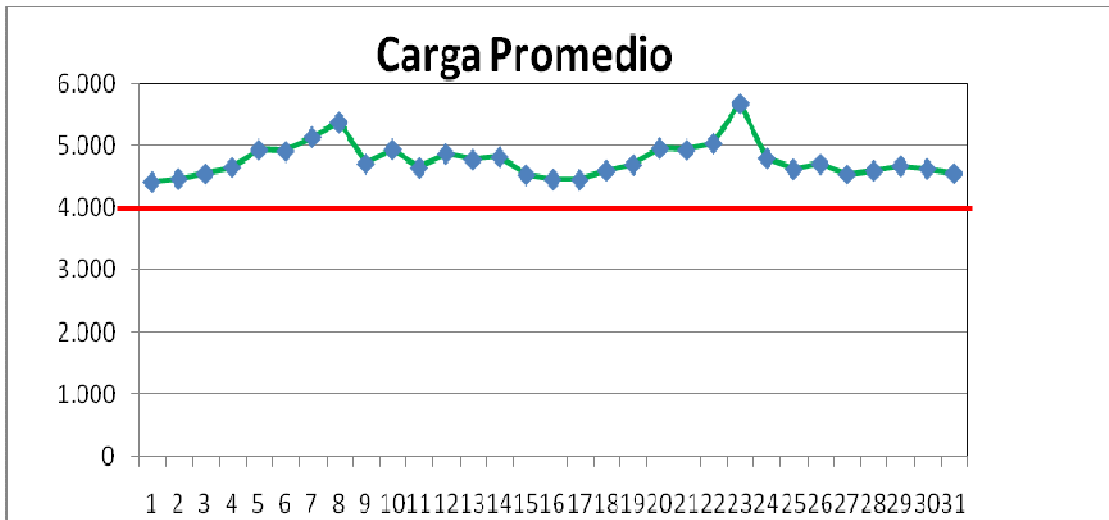


Figura N°5: Carga promedio del mes de Febrero

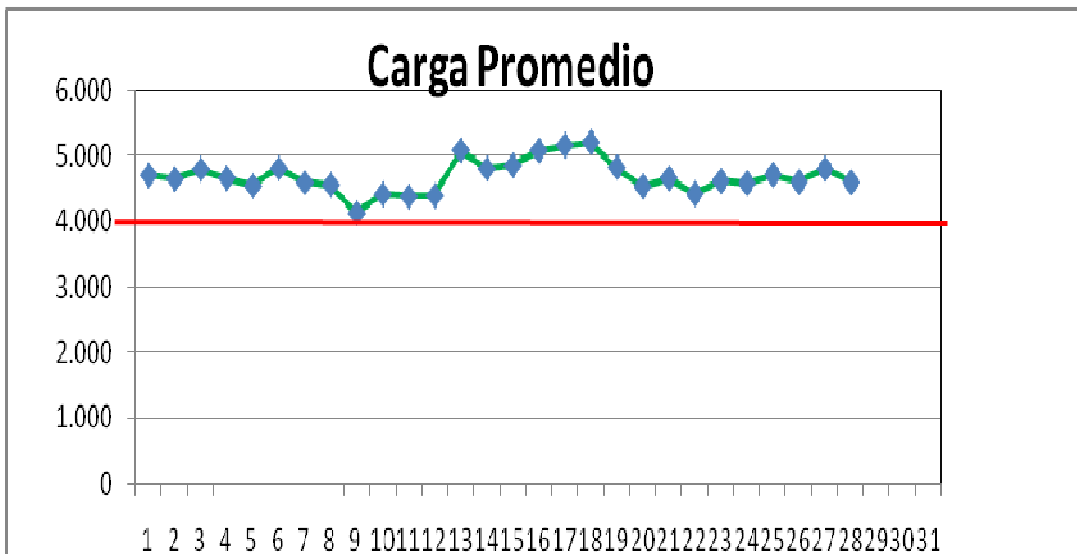


Figura N°6: Carga promedio del mes de Marzo

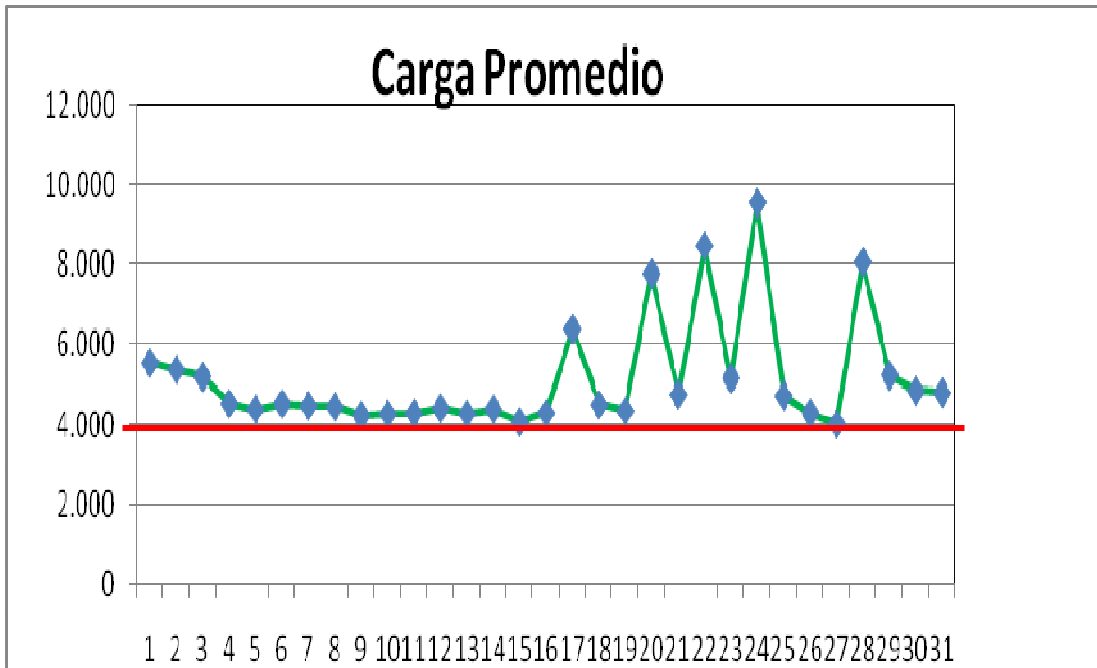


Figura N°7: Carga promedio del mes de Abril

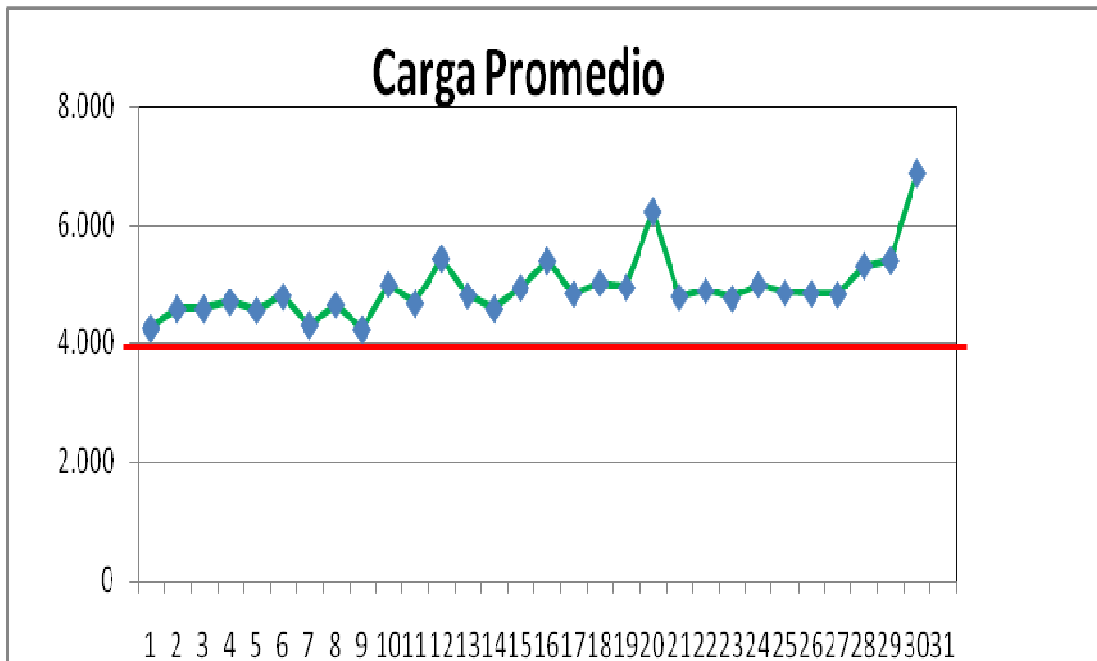


Figura N°8: Carga promedio del mes de Mayo

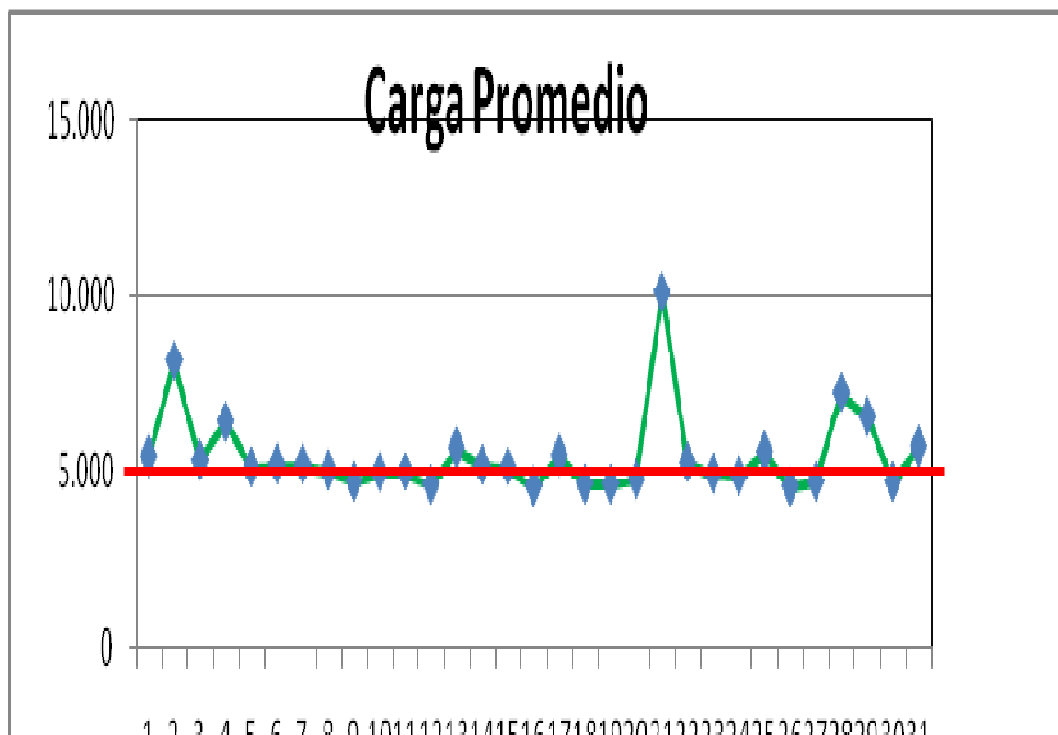


Figura N°9: Carga promedio del mes de Junio

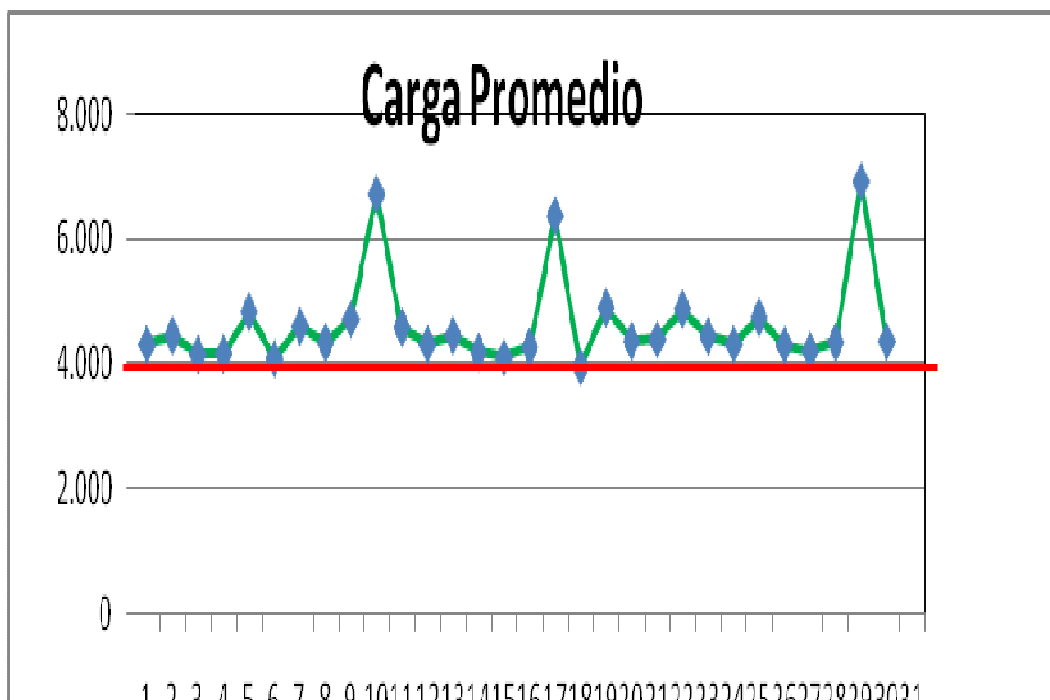


Figura N° 10: Carga promedio del mes de Julio

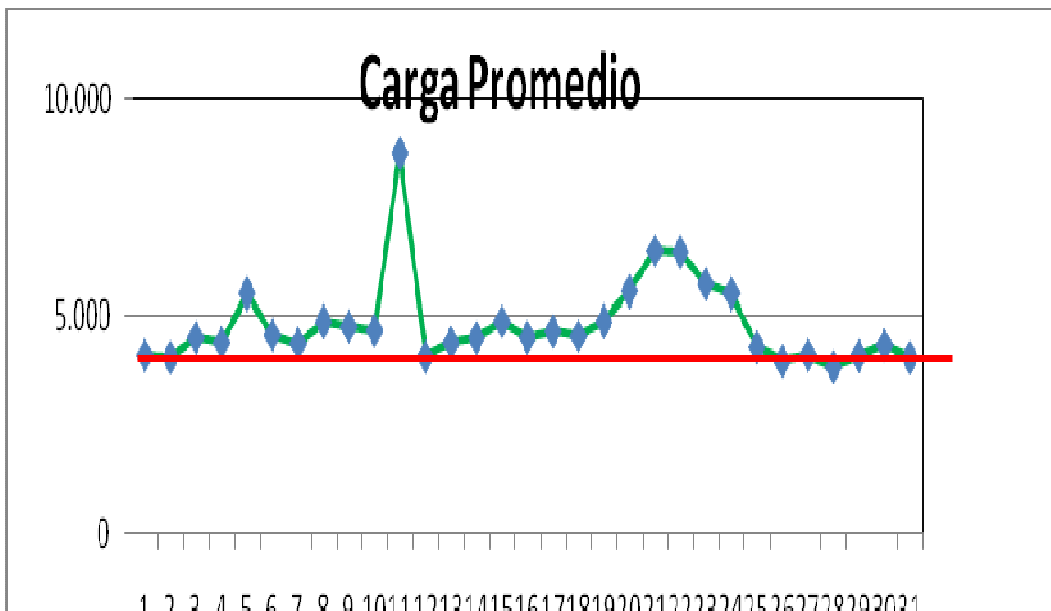


Figura N° 11: Carga promedio del mes Agosto

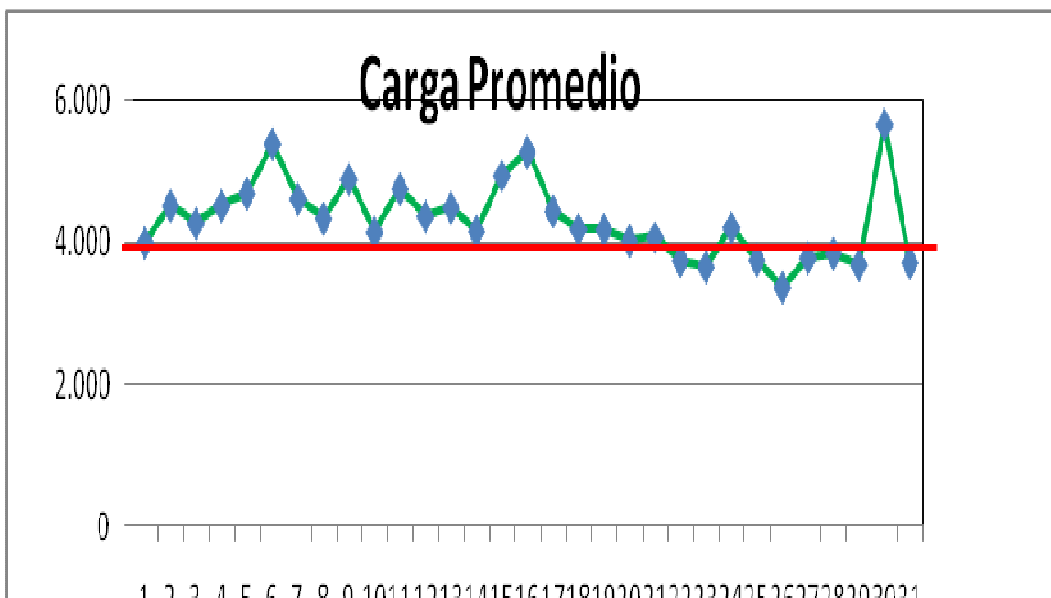


Figura N° 12: Carga promedio del mes de Septiembre

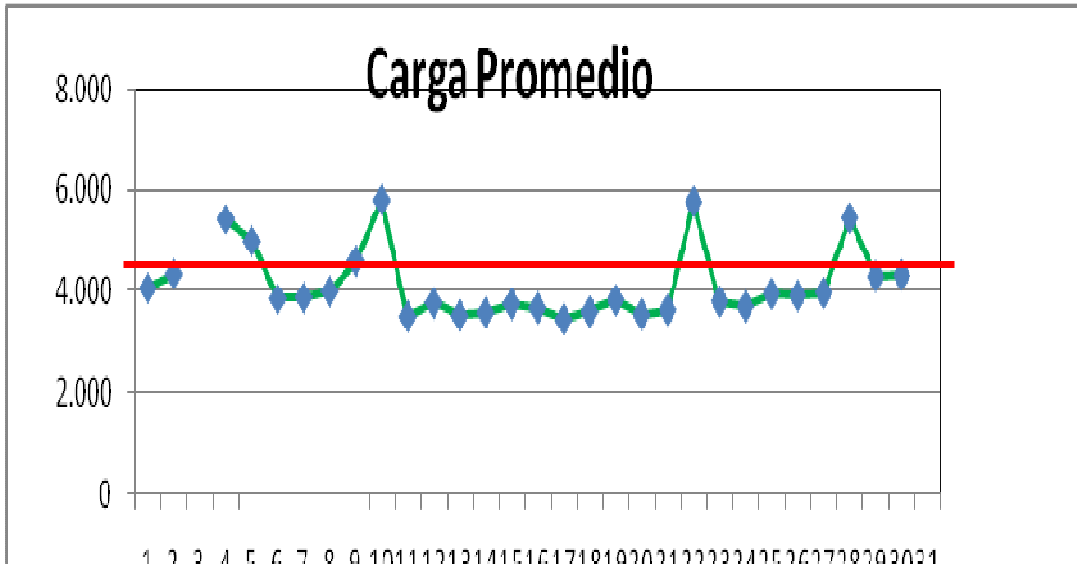


Figura N° 13: Carga promedio del mes de Octubre

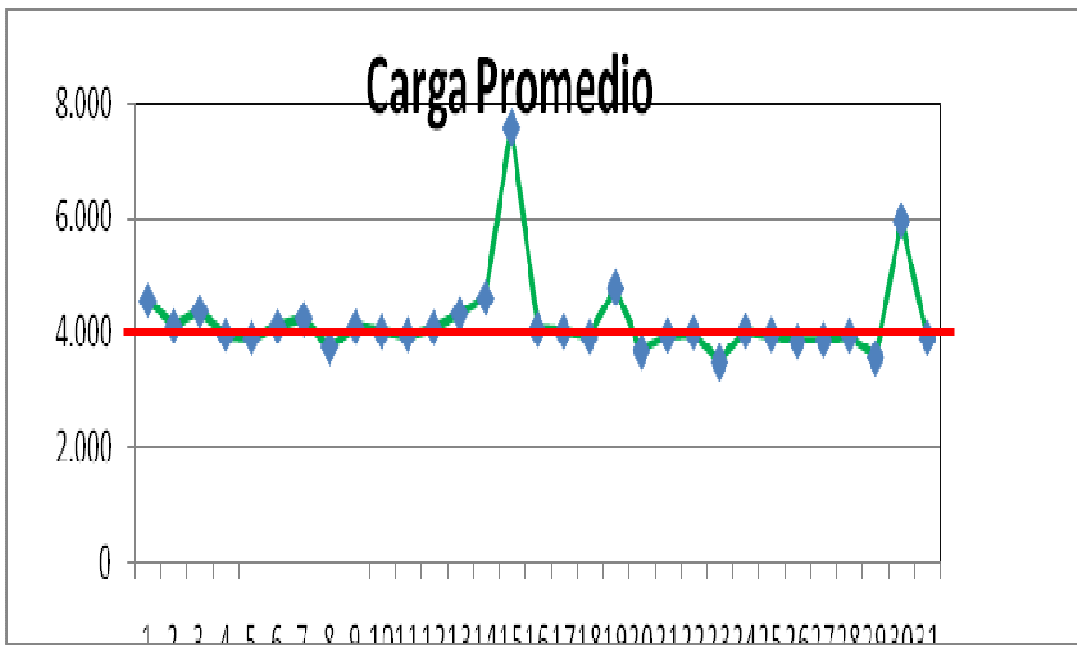


Figura N° 14: Carga promedio del mes de Noviembre

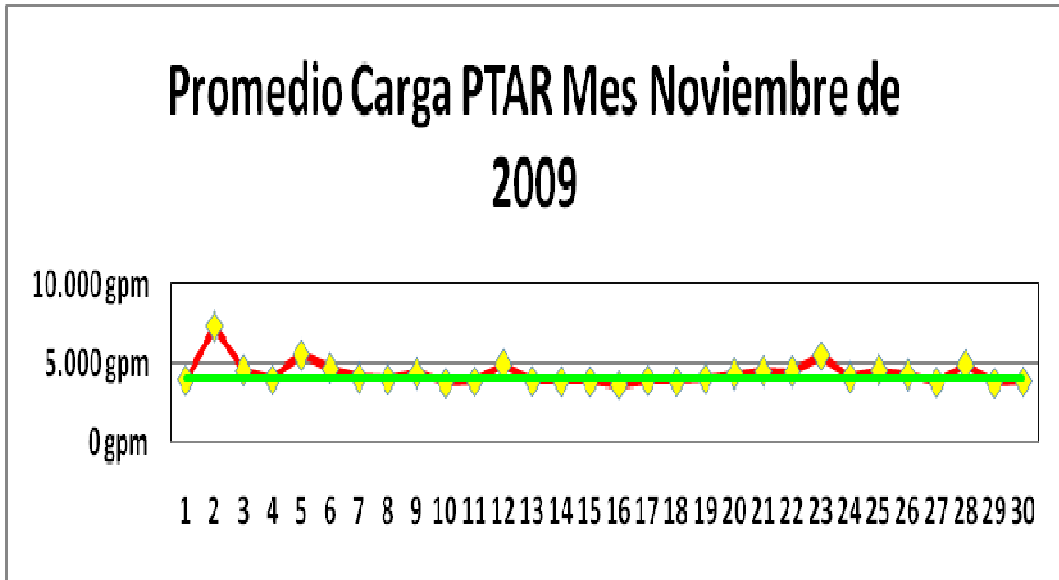


Figura N° 15: Carga promedio del mes de Diciembre

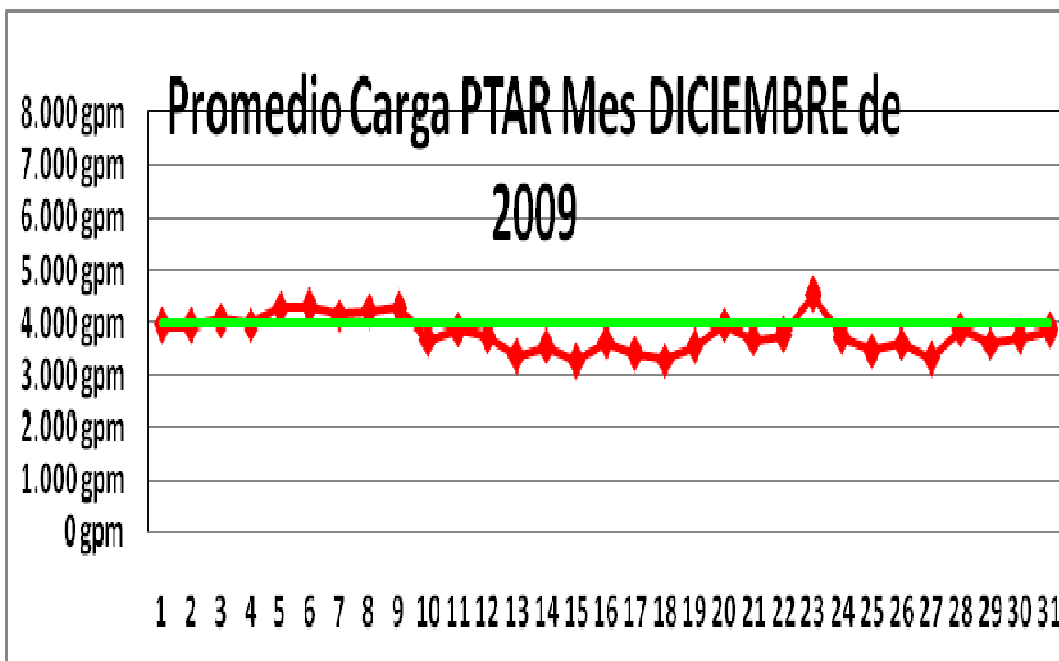
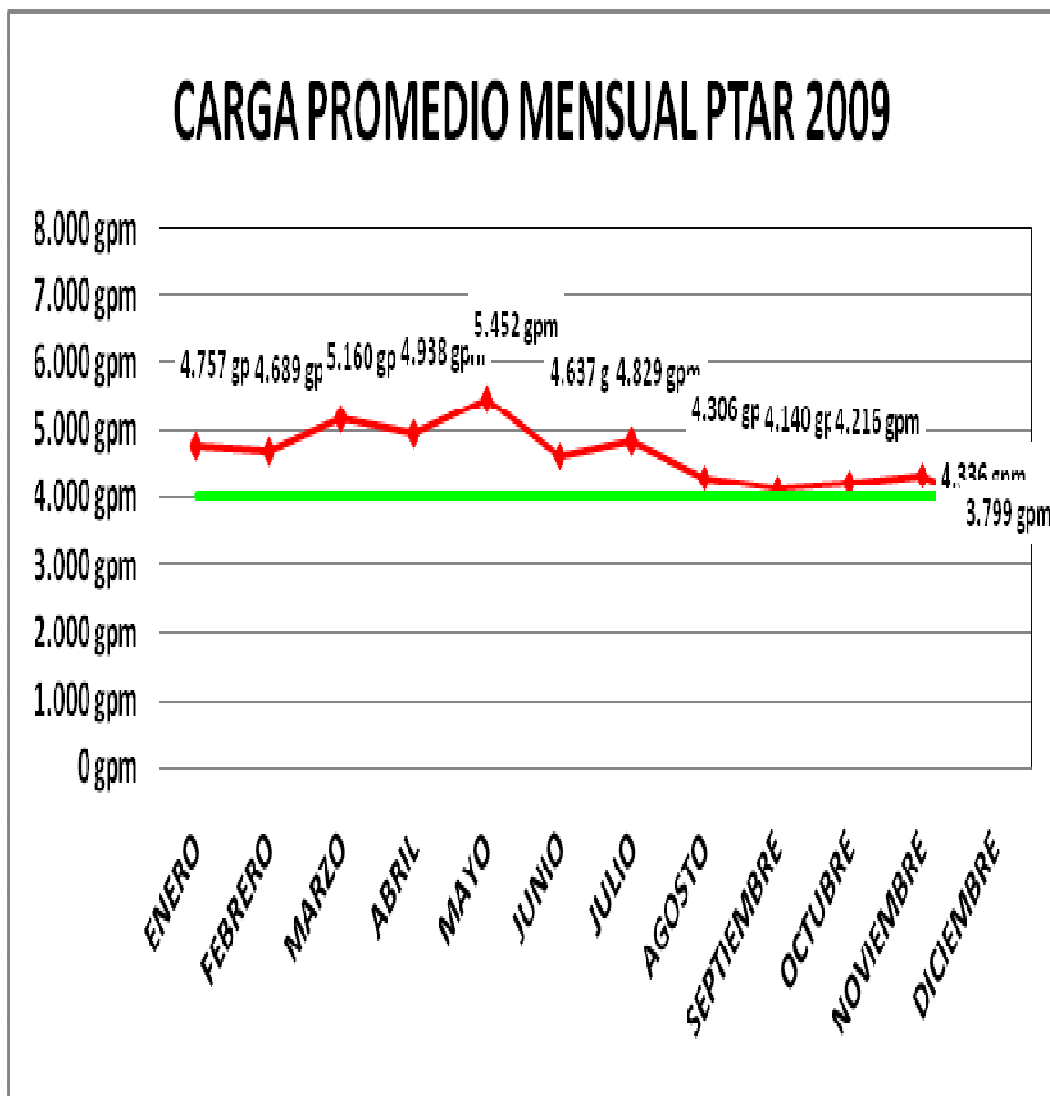


Figura N° 16: Carga promedio mensual PTAR 2009



Análisis: El caudal promedio mensual muestra las fluctuaciones que existieron ocasionadas por las condiciones climáticas durante el año especialmente en el periodo de invierno que se registró en los meses de Marzo a Mayo la cual identifican las cargas más altas de los caudales de entrada del año 2009 en aguas agrias destinadas a PTAR.

10. DESCRIBIR EL PROCESO DE BIODEGRADACIÓN DE FENOLES QUE ACTUALMENTE SE IMPLEMENTA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES:

10.1. PROCESO DE SEGREGACIÓN DE SODAS GASTADAS DE LA GRB

Para realizar el proceso de segregación de sodas gastadas de la GRB, se tuvieron en cuenta los diferentes procesos de la refinería, donde se efectúan tratamiento con soda y se generan sodas gastadas, tanto sulfhídricas como cresílicas y nafténicas.

Para el diseño de la red de segregación se tuvieron en cuenta las cantidades producidas, la frecuencia de producción y condiciones de descarga.

10.2. SODAS SULFHÍDRICAS

Todas las plantas de la refinería que utilizan tratamiento con soda para limpieza de gases, producen sodas gastadas sulfhídricas tales como Modelo IV, Orthoflow, Aromáticos y Etileno. Estas plantas seguirán utilizando las facilidades de recolección existentes para enviar las sodas hacia la planta regeneradora de sodas sulfhídricas, las cuales serán recibidas por bombeo desde las plantas productoras, en el tanque K - 4050.

10.3. SODAS CRESILICAS Y NTFENICAS

En la U - 4600 que corresponde a la planta de tratamientos Cáusticos de productos que producen sodas cresílicas resultantes de los tratamientos de la nafta craqueada y de la nafta virgen y también se producen las sodas nafténicas, producto del tratamiento de todo el jet producido en la refinería.

Todas las sodas gastadas producidas en esta planta, serán recolectadas en el tanque K - 4605, de la U -4600, de donde serán enviadas hacia el área de la PTAR por medio de las bombas P-4613 A/B a través de la línea destinada para la recolección de sodas cresílicas.

Dichas sodas serán recibidas en el tanque K - 4090 de la nueva planta de tratamiento de sodas U-4090, junto con las sodas producidas en la UCP II y en la UOP I.

Los tratamientos con soda realizados en la UOP I y UOP II, debido a la baja generación de sodas sulfhídricas en estas plantas, llegan mezcladas al K - 4090 donde serán tratadas como sodas cresílicas en la nueva planta de tratamiento de sodas gastadas, junto con la soda de la U - 4600, con el objeto de reducir los fenoles y su disposición final en PTAR.

10.4. FILOSOFÍA DE RECIBO DE LAS SODAS CRESILICAS Y NAFTENICAS GASTADAS EN EL TK 4090

El tanque K -4090 estará habilitado para recibir sodas gastadas de tres fuentes diferentes, pero con un cabezal común; dichas fuentes son:

- Del K-4605 de la planta U-4600 por medio de las bombas P- 4613 A/B.
- Del tambor D - 4344 de la UOP II por medio de las bombas P-4341 A.
- Del K - 2856 de la UOP I por medio de las bombas P - 2853 E.

Para evitar problemas con los bombeos simultáneos, debido a un desbalance presentado por las presiones de descarga de las diferentes fuentes, los recibos en el K - 4090 se harán por baches, para lo cual el operador de cada una de las tres fuentes, deberá coordinar, y con la suficiente holgura en el tiempo, el envío con el operador encargado del manejo de la planta de tratamiento de sodas U - 4090. De

esta forma se evitará que se presenten situaciones críticas en el bombeo y recibo de las sodas gastadas.

10.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE SODAS GASTADAS CRESILICAS Y NAFTENICAS

10.5.1. Generalidades del Proceso

El tratamiento de sodas cresilicas y nafténicas en los procesos de lavado de destilados con soda, consiste en la remoción de los compuestos fenólicos de dichas sodas los cuales están presentes en concentraciones entre 20000 a 150000 p.p.m. según su procedencia.

Mediante el proceso propuesto se logrará en la soda tratada una concentración de compuestos fenólicos inferior a 1000 ppm y se recuperarán hidrocarburos valiosos y se obtendrá una salmuera de fácil disposición en la PTAR como residuo.

El tratamiento de sodas gastadas consta básicamente de dos procesos consecutivos:

Un proceso de neutralización de la soda con ácido sulfúrico

Un proceso de extracción líquido - líquido mediante el contacto entre la soda neutralizada y un solvente afín con los compuestos fenólicos disueltos en la soda (ALC).

Los compuestos fenólicos contenidos en las sodas gastadas, se pueden separar de la misma como ácidos aceitosos a condiciones de pH neutro. Para tal efecto, es necesario neutralizar y las sodas gastadas con ácido sulfúrico manteniendo un

control adecuado del pH (entre 6 y 6.5) lo cual es requerido para obtener la mayor recuperación de estos compuestos aceitosos.

Posteriormente, la soda o salmuera resultante, una vez terminada la etapa de neutralización y retirados los compuestos aceitosos, se somete a un proceso de extracción con un solvente, en ^ este caso ALC, el cual es afín con los compuestos fenólicos contenidos en la soda. La extracción se hace poniendo en contacto la soda con ALC en relación 1:1 en un mezclador estático y una posterior decantación en un tanque.

Debido a que la producción de sodas gastadas en las diferentes fuentes de la refinería es discontinúa, la planta de tratamiento se operará por cochadas y tendrá un tanque de almacenamiento K - 4090 el cual actuara como un tanque de alimentación a la planta U-4090. Las condiciones de operación del proceso de tratamiento se determinan con base en los caudales de soda promedio, producidos en los diferentes procesos de tratamiento de destilado en las diferentes plantas.

Estas condiciones están dadas de la siguiente manera:

- Flujo de Sodas Cresilicas y/o nafténicas generados en cada mes de operación: 8700 barriles
- Flujo de Sodas Cresilicas y/o nafténicas a tratar por cochada: 1000 bis aproximadamente.

Se determinó trabajar con un volumen de soda de 1000 bis por cochada. Lo anterior indica que se tratarán de nueve a diez cochadas de soda gastada cada mes, en un tiempo para cada cochada de 14 a 20 horas; considerando el proceso de neutralización, con ajuste de pH y dos etapas consecutivas de extracción.

10.5.2. Filosofía de Operación

Los términos generales de la operación de la Planta de Tratamiento de Sodas Gastadas Cresílicas y Nafténicas será manual. Sin embargo, para prevenir situaciones de riesgo, como sobrellenado, derrames u operación de bombas en vacío, se han dispuesto transmisores de nivel en los tanques que en algunos casos darán acción para activar alarmas y, en otros casos, disparo o paro de bombas asociadas a los circuitos que estén en operación.

Considerando las actividades fundamentales, a continuación se describen las principales características operacionales.

10.5.3. Recibo de la Soda Cresílica y Nafténica

El esquema general secuencial y de control del recibo es el siguiente:

- Coordinar con las plantas para el recibo de sodas cresílicas y nafténicas, para lo cual se deberá establecer un protocolo de recibo, el cual deberá garantizar el correcto alineamiento de las corrientes involucradas hacia el tanque K - 4090.
- La operación de recibo contempla que sólo se podrá recibir una corriente de sodas a la vez. No se contempla el recibo simultáneo desde las plantas U-4600, UOP I y/o de UOPII.
- Efectuar el análisis de riesgo en las actividades rutinarias que incluyan el no envío de dos corrientes simultáneamente y todos aquellos aspectos que puedan producir traumatismos al objetivo esencial del desarrollo del recibo de sodas en el tanque K - 4090.

- Es esencial contar con comunicación directa por radio entre el operador de la planta de soda y el operador de la planta de suministro de la planta que se esté recibiendo la soda.
- Adicionalmente el operador contará con la ayuda del LT-40901 instalado en el tanque 4090 que le dará avisó de alarma local por alto nivel. De esta forma se previene el sobrellenado accidental y los posibles derrames de un producto catalogado como altamente riesgoso, solicitando a la planta correspondiente la suspensión del envío de sodas.

10.5.4. Recibo de Soda Sulfhídrica

De igual manera, el esquema operacional secuencial y de control es el siguiente: Coordinar con las plantas para el recibo de soda Sulfhídrica, para lo cual se deberá establecer un protocolo de recibo, deberá garantizar el correcto alineamiento de las corrientes involucradas hacia el tanque K - 4050.

Efectuar el análisis de riesgo en las actividades rutinarias que incluyan el no envío de dos corrientes simultáneamente y todos aquellos aspectos que puedan producir traumatismos al objetivo esencial del desarrollo del recibo de sodas sulfhídrica en el tanque K - 4050. Es esencial contar con comunicación directa por radio entre el operador de la planta de soda y el operador de la planta de suministro de la planta que se esté recibiendo la soda.

Adicionalmente el operador contará con la ayuda del LT-40501 instalado en el tanque K-4050 que le dará aviso de alarma local por alto nivel. De esta forma se previene el sobrellenado accidental y los posibles derrames de un producto catalogado como altamente riesgoso. El operador tiene como salvaguarda en este evento la posibilidad de alinear el tanque K-4004, si está desocupado o en posibilidad de recibir producto.

11. RECIBO DE ACEITE LIVIANO DE CICLO (ALC)

El esquema operacional y secuencial es el siguiente:

Coordinar con las plañas para el recibo de Aceite Liviano de ciclo (ALC), para lo cual se deberá establecer un protocolo de recibo, el cual deberá garantizar el correcto alineamiento de las válvulas involucradas en el recibo de ALC.

El nivel de ALC en el tanque K-4092 es restituido a través de una línea de 4" desde la descarga de las bombas P - 3224/25 (K -826/827). > Efectuar el análisis de riesgo en las actividades rutinarias que incluyan el correcto alineamiento y todos aquellos aspectos que puedan producir traumatismos al objetivo esencial del desarrollo del recibo de aceite liviano de ciclo (ALC).

Es esencial contar con comunicación directa por radio entre el operador de la planta de soda y el operador de la planta de suministro de la planta que se esté recibiendo la soda.

Adicionalmente el operador contará con la ayuda del LT-40925 instalado en el tanque K-4092 que le dará aviso de alarma local por alto nivel. De esta forma se previene el sobrellenado accidental y los posibles derrames.

11.1. RECIBO DE ACIDO SULFÚRICO

Para el recibo del ácido sulfúrico en el tanque K-4057, el esquema general secuencia y de control es el siguiente:

Coordinar con la planta correspondiente el recibo de ácido sulfúrico, para lo cual se deberá establecer un protocolo de recibo, el cual deberá garantizar el correcto alineamiento de las válvulas involucradas en el recibo del ácido sulfúrico.

El nivel de ácido sulfúrico en el tanque K - 4057 es restituido a través de una línea de 2" ", desde la descarga de la bomba P - 4025B.

Efectuar el análisis de riesgo en las actividades rutinarias que incluyan las medidas de seguridad que se deben tener dada la criticidad del producto manejo.

Es esencial contar con comunicación directa por radio entre el operador de la planta de soda y el operador de la planta de suministro de la planta que se esté recibiendo la soda.

Adicionalmente el operador contará con la ayuda del LT-40575 instalado en el tanque K-4057 que le dará aviso de alarma local por alto nivel. De esta forma se previene el sobrellenado accidental y los posibles derrames de un producto catalogado como altamente riesgoso.

11.2. Proceso de neutralización de la soda con ácido sulfúrico - Fase I

La primera etapa de neutralización involucra la ejecución previa de las siguientes actividades:

Medición del el pH por parte de laboratorio de las sodas cresílicas y nafténicas almacenadas en el tanque K-4090.

Alineamiento de los circuitos involucrados en el proceso:

Circuito de soda gastada cresílica y nafténica a proceso de neutralización:
Tanques K - 4090 y K - 4006 y Bombas P-4090 A/B

Circuito de ácido sulfúrico; Tanque K - 4057, eductor J - 4090.

Circuito de neutralización de gases ácidos que se producen en el proceso de neutralización de la soda gastada cresílica y nafténica: K - 4050, P - 4091 y T - 4090.

El operador debe verificar que las válvulas de bloque del eductor J-4091 estén cerradas y que esté abierta la válvula del by-pass

Puesta en operación del circuito de neutralización de gases ácidos. Este paso es muy importante que se haga previamente al inicio de cualquiera de las dos operaciones de neutralización, para prevenir la emisión a la atmósfera de los gases ácidos, que son de peligro mortal.

Una vez realizado los pasos anteriormente descritos se inicia el proceso de neutralización Fase I en el cual la soda gastada almacenada en el tanque K - 4090 se inyecta por medio de las bombas P - 4090 A/B hacia el mezclador estático M - 4090 A donde se pone en contacto con el ácido sulfúrico proveniente del tanque K - 4057.

Como información general, la adición de ácido sulfúrico se puede hacer a través de las bombas P - 4093 A/B o mediante el eductor J - 4090. Para dar inicio a este proceso de dosificación del ácido sulfúrico se debe verificar el dato de pH de la carga del tanque K - 4090. Si el pH excede el valor de 8, la inyección de ácido sulfúrico se inicia con el eductor J - 4090, y si valor del pH está entre 7 y 8, la inyección de ácido sulfúrico se hará con las bombas P - 4093 A/B (ajuste del pH).

Normalmente la soda gastada cresílica y nafténica almacenada en el tanque K-4090 tiene un pH alto, de más de 9, por lo que la indicación de pH es alta. En esta primera fase de neutralización, la dosificación del ácido sulfúrico estará regulada manualmente por el operador, quien entrará a maniobrar la válvula de globo de central manual, localizada aguas arriba del eductor J-4090, que succiona el ácido al paso de la soda, dándole la apertura requerida, tomando en consideración los datos leídos en el transmisor- indicador de pH AIT-409364.

La soda neutralizada pasa por el mezclador estático M - 4090 A, continúa hacia el tanque de techo fijo K - 4006 que dispone de un distribuidor de flujo interno que permite realizar una buena homogenización del pH.

En esta primera etapa de neutralización se genera un gran volumen de gases ácidos debido a las reacciones de neutralización de los diferentes compuestos que se encuentran disociados en la soda gastada, como es el caso del H₂S, CO₂ y vapores de agua. Este volumen de gases ácidos se hace pasar a través de un sistema de absorción con soda sulfhídrica gastada. La soda sulfhídrica gastada es enviada del tanque K - 4050, por medio de las bombas P - 4091 A/B, a la torre lavadora T - 4090, dispuesta para esta etapa de absorción de gases.

Los gases ácidos que se producen en esta primera etapa de neutralización van hacia el fondo de la torre T - 4090, por medio de una tubería de 6" de diámetro, en donde comienzan ascender en contracorriente a través de un lecho descendente de finas gotas de soda, que los neutraliza. Finalmente, los vapores y gases, libres de ácido, salen por la boquilla superior de la torre.

Para crear el patrón de flujo adecuado o de lluvia de soda, al interior de la torre, se emplean cuatro boquillas difusoras, colocadas verticalmente a lo largo de la torre T -4090.

La soda sulfhídrica concentrada con estos gases ácidos es drenada por gravedad de la torre T -4090 al tanque K - 4004, el cual alimenta la planta Regeneradora U - 4050 en donde se eliminan lo sulfuras que viene con ella, para finalmente disponerlas en la piscina BA- 4001 de PTAR.

Como ayuda complementaria al control de la operación de neutralizado, el operador dispone de los siguientes mecanismos de control en el circuito de soda cresílicas y nafténicas:

Un selector HS-4090 que le permite seleccionar una de las bombas P-4090 A/B, i que el operador debe poner en operación manualmente.

Un selector HS-4000, en el PLC-40001, que le permite seleccionar el tipo de operación: Recibo en el tanque K-4090, Neutralización Fase I, Neutralización Fase II, Extracción Fase I, Extracción Fase II, Transferencia de ALC al tanque K-4094 y Transferencia del K-4094 al Tie-In N° 17 B (a Casa de Bombas N° 2).

Cuando el operador selecciona la operación de neutralización en fase I, la bomba P-4090 A/B se detiene, la que esté en operación, cuando el nivel es mínimo en el tanque K-4090 o cuando el tanque K-4006 llega a su nivel máximo. De esta forma se evita una mala operación de las bombas en el proceso de transferencia de las sodas gastadas y al mismo tiempo se previene el riesgo de derrame por sobrellenado accidental en el tanque de recibo.

Para el circuito de gases ácidos y de sodas sulfídricas el control será de la siguiente forma:

La señal del LT-40501 del tanque K-4050 detiene la bomba P-4091 A/B por bajo nivel

La señal del LT-40041 detiene la bomba P-4091 A/B por alto nivel en el tanque K-4004. La operación de bombeo termina cuando se alcanza el nivel máximo en el tanque K-4006. Posteriormente, el fluido permanece en reposo y enfriamiento por un período predeterminado, período durante el cual se separan una buena parte de los ácidos cresílicos, después del cual se hace la transferencia al tanque K-4005.

11.3. PROCESO DE NEUTRALIZACIÓN DE LA SODA CON ÁCIDO SULFÚRICO - FASE II

En este tanque de neutralización K-4006(E) se tiene la posibilidad de recirculación de la soda mediante una de las bombas P-4090A/B con el fin de afinar el pH y lograr la separación de ácidos cresílicos de la soda neutralizada.

Esto se logra debido a la variación desde un pH básico (12-14), en la soda gastada, a un pH ligeramente ácido (6-6.5) en la soda neutralizada, lo que ocasiona la separación de los compuestos fenólicos o cresílicos en la fase orgánica.

En la fase II, la dosificación del ácido sulfúrico esta determinada por el controlador de pH, AIC-40067, en un rango de pH entre 6.0 y 6.5.

Esta segunda etapa de neutralización involucra el correcto alineamiento de los siguientes circuitos:

- Circuito de soda: Bombas. P~ 4090 A/B y tanque K- 4006.
- Circuito de ácido sulfúrico; Tanque K-4057; bombas P-4093 A/B.
- Circuito gases ácidos: K- 4050, P- 4091, J- 4091 y T -4090

Como paso previo al inicio de la operación de neutralización, se deben ejecutar las siguientes actividades:

El operador debe verificar que las válvulas de bloque del eductor J-4091 estén abiertas y que la válvula del by-pass esté cerrada. A continuación debe poner en operación el circuito de gases ácidos.

Inmediatamente, después, debe poner en operación el circuito de neutralización de gases ácidos, igual como en la primera fase.

El proceso de neutralización fase II se da inicio después de culminada la fase I, que termina una vez cumplido el período de reposo y de la decantación y drenaje de los ácidos cresílicos que se hayan podido separar. El proceso de afinamiento o ajuste del pH de la soda neutralizada que se ha almacenado en el tanque K -4006, comienza recirculando el producto por medio de las bombas P-4090 A/B, y la adición del ácido sulfúrico es controlada por el analizador de pH AIC- 40067 que acciona el comando de dosificación de ácido de la bomba P-4093 A/B, mediante el selector HS-4093.

La soda neutralizada pasa nuevamente por el mezclador estático M - 4090 A y continúa hacia el tanque K-4006.

En esta segunda etapa de neutralización se genera un menor volumen de gases ácidos, los cuales son succionados por el eductor J - 4091. Este equipo produce vacío que permite succionar los gases ácidos desde el tanque K - 4006 y los incorpora a la corriente de soda sulfhídrica gastada que viene de la bomba P - 4091.

Los gases ácidos entran en contacto con la soda sulfhídrica, la cual es distribuida por medio las boquillas las personas distribuidas en la T-4090.

La soda sulfhídrica concentrada con estos gases ácidos es drenada por gravedad de la T -4090 al tanque K - 4004, el cual alimenta la planta Regeneradora U - 4050

en donde se eliminan los sulfuros que vienen con ellas para finalmente disponerlas en la piscina BA- 4001 de PIAR.

En la etapa de neutralización se espera una relación de separación de ácidos cresílicos de 2 al 10% en volumen de soda tratada. Estos ácidos pueden ser retirados hacia otro tanque donde se almacenan para su posible venta ya que son compuestos valiosos en la industria por su alto contenido de aromáticos o se envían al tanque de almacenamiento de ALC enriquecido con fenoles, en el K - 4094.

En el proceso de neutralización se espera una disminución en la concentración de compuestos fenólicos de 100000 ppm en la soda gastada hasta 15000 ppm en la soda; neutralizada.

Como ayuda complementaria el operador contará con los siguientes mecanismos de control para el circuito de sodas cresílicas:

Un selector HS-4090 que le permite seleccionar una de las bombas P-4090 A/B, que el operador pondrá en operación manualmente.

Un selector HS-4093 que le permite seleccionar una de las bombas P-4093 A/B, que el* operador pondrá en operación manualmente.

Un selector HS-4000; en el PLC-40001, que le permite seleccionar el tipo de operación: Recibo en el tanque K-4090, Neutralización Fase I, Neutralización Fase II, Extracción Fase Extracción Fase II, Transferencia de ALC al tanque K-4094 y Transferencia del K-4094 al Tie-In N°17 B (a Casa de Bombas N°2).

Cuando el operador selecciona la operación de neutralización en fase II, las bombas P-4090 A/B paran cuando el nivel es máximo en el tanque K-4006, que aumentará necesariamente por la adición de ácido que se hace en esta etapa.

Igualmente las bombas' P-4093 A/B paran por alto valor de pH leído en el AIT-40936.

Para el circuito de gases ácidos y de sodas sulfídricas el control será de la siguiente forma:

La señal del LT-40501 del tanque K-4050 para la bomba P-4091 por bajo nivel.

La señal del LT-40041 para la bomba P-4091 por alto nivel en el tanque K-4004.

Para el suministro de ácido sulfúrico, el control es el siguiente:

El selector HS-4093 permite seleccionar la bomba P-4093 A/B que el operador pondrá en operación manualmente.

El controlador AIG-40967 que permite regular el suministro de ácido sulfúrico a la corriente de sodas neutralizadas en la fase I, parar obtener pH de 6 a 6.5.

La señal del controlador AIC-40936 que para la bomba P-4093 A/B por bajo pH menor a 6.

La señal del medidor de nivel LT-40575 del tanque K-4057 permite parar la bomba que se encuentre operando, por bajo nivel.

Terminada la fase I i de neutralización, se entra en un período de reposo y decantación para permitir una separación adicional de ácidos cresílicos.

11.4. TRANSFERENCIA DE ÁCIDOS CRESILICOS

En cada fase de neutralización, una vez lograda la separación de la soda neutralizada y los ácidos cresílicos, manteniendo un pH estable, se deberá

transferir los ácidos cresílicos formados en el K - 4006 hacia el tanque de recolección de ácidos cresílicos K - 4005.

El proceso de transferencia requiere el correcto alineamiento de las líneas de interconexión entre ambos tanques, así como el seguimiento del nivel de ácidos cresílicos en el tanque: K - 4006 por medio del LG - 40066. De acuerdo a nivel se abrirá la línea de desnatado -correspondiente que dirigirá el flujo hacia el tanque K - 4005. De igual manera en las líneas de desnatado se encuentran unos drenajes que permiten chequear la existencia de natas en los ácidos transferidos.

Una vez se ha alcanzado nivel en el tanque K - 4005, los ácidos cresílicos aquí almacenados podrán ser vendidos o enviados al separador, de la Refinería a través de la bomba P - 4030 cuenta con un transmisor de presión que disparará y protegerá la bomba en caso de que se tenga un nivel mínimo en el tanque K - 4005.

11.5. PROCESO DE EXTRACCIÓN FASE I

Una vez se ha logrado la separación de la soda neutralizada y los ácidos cresílicos manteniendo un pH estable, se inicia la etapa de extracción líquido líquido utilizando aceite liviano de ciclo (ALC) como el agente de extracción de los compuestos fenólicos.

La etapa de extracción fase I involucra el correcto alineamiento de los siguientes circuitos:

- Circuito de soda neutralizada: K-4006, P-4090 A y M-4090 B.
- Circuito de extracción: K- 4091, K- 4092, P- 4092 A/B.

En esta fase se transfiere con la bomba P - 4090 A/B, soda neutralizada del proceso anterior para lo cual es necesario monitorear el nivel de líquido en el tanque K - 4006 a través del LG - 40065, ya que se deben garantizar siempre un nivel y condiciones seguras de operación de la bomba, así como evitar envío de hidrocarburo hacía el tanque de extracción K – 40911.

Esta soda neutralizada que puede ser denominada salmuera se mezcla con Aceite Liviano de Ciclo (ALC) proveniente del tanque K - 4092. El Aceite Liviano de Ciclo (ALC) almacenado en este tanque es transferido con las bombas P - 4092 A/B, para iniciar el circuito de extracción.

Una vez entran en contacto la soda neutralizada (salmuera) y el ALC fresco, estas corrientes se hacen pasar a través del mezclador estático M-4090 B que se conecta a la boquilla de entrada del tanque K-4091.

La soda tratada entra al tanque a través de un distribuidor de flujo que homogeniza la mezcla y mejora la separación de los compuestos fenólicos.

En el tanque K - 4091 ocurre la separación de una fase oleica obtenida como ALC enriquecido con compuestos fenólicos y una fase acuosa denominada salmuera (producto de la soda tratada).

Como ayuda complementaria el operador contará con los siguientes mecanismos de control para el circuito de sodas cresílicas:

Un selector HS-4090 que le permite seleccionar una de las bombas P-4090 A/B, que pondrá en operación manualmente.

Un selector HS-4092 que permite seleccionar una de las bombas P-4092 A/B que pondrá, en operación manualmente.

Un selector HS-4000, en el PLC-40001, que le permite seleccionar el tipo de operación: Recibo en el tanque K-4090, Neutralización Fase I, Neutralización Fase II, Extracción Fase I, Extracción Fase II, Transferencia de ALC al tanque K-4094 y Transferencia del K-4094 al Tie-In N°17 B (a Casa de Bombas N°2).

Cuando el operador selecciona la operación de extracción en fase I, las bombas para cuando el nivel es mínimo en los tanques K-4006 o K-4092. De igual manera deben parar cuando el tanque K-4Q91 llega a su nivel máximo. De esta forma se evita una mala operación de las bombas en el proceso de transferencia de las sodas gastadas y al mismo tiempo se previene el riesgo de derrame por sobrellenado accidental en el tanque de recibo.

La operación de bombeo finaliza cuando se alcanza el nivel máximo en el tanque K-4091. A continuación se entra en un período predeterminado de decantación para que ocurra la separación de la fase aceitosa. Esta fase se retira por medio de las bombas P-4092, que la envía al tanque K-4094.

11.6. Extracción Fase II.

En la segunda fase de extracción, la soda neutralizada agotada en la fase I se pone nuevamente en contacto con ALC fresco, recirculándola nuevamente, para lo cual se debe alinear los equipos y líneas correspondientes ha:

- Circuito de soda neutralizada: P- 4090 A y M-4090 B.
- Circuito de extracción: K - 4091, K - 4092, P - 4092 A/B.

En la segunda fase de extracción la mezcla de soda neutralizada^ALC con fenoles, se hace recircular a una nueva inyección de ALC fresco con las bombas P-4090 A/B para repetir el procedimiento anterior.

El medidor de nivel LG - 49015 indicará el nivel de la fase oleica en el tanque K - 4091, y permitirá hacer seguimiento y control en el direccionamiento del flujo hacia la succión de las bombas P - 4092 A/B. Por medio de estas bombas se envía el ALC enriquecido hacia el tanque de almacenamiento de ALC enriquecido con fenoles, K-4094.

Una vez se tenga el tanque K-4094 lleno con ALC enriquecido se lleva, mediante la bomba. P-3036 B hacia la línea de combustóleo de la refinería o hacia los tanques de la Casa de Bombas N°2.

La soda tratada o salmuera residual obtenida de las dos etapas de extracción se envía finalmente a la piscina BA-4001 de la planta de tratamiento de aguas residuales, con una " concentración menor de 1000 ppm de fenol.

Como ayuda complementaria el operador contará con los siguientes mecanismos de control. Para el circuito de sodas cresílicas: • Un selector HS-4090 que le permite seleccionar una de las bombas P-4090 A/B, que pondrá en operación manualmente.

Un selector HS-4092 que permite seleccionar una de las bombas P-4092 A/B, que pondrá en operación.

Un selector HS-4000, en el PLC-40001, que le permite seleccionar el tipo de operación: Recibo en el tanque K-4090, Neutralización Fase I, Neutralización Fase II, Extracción Fase I, Extracción Fase II, Transferencia de ALC al tanque K-4094 y Transferencia del K-4094 al Tie-In N°17 B (a Casa de Bombas N°2).

Cuando el operador selecciona la operación de extracción en fase II, las bombas paran cuando el nivel es mínimo en el tanque K-4092. De igual manera deben

parar cuando el tanque K-4091 llega a su nivel máximo. De esta forma se evita una mala operación de las bombas en el proceso de transferencia de las sodas gastadas y al mismo tiempo se previene el riesgo de derrame por sobrellenado accidental en el tanque de recibo.

La operación de bombeo finaliza cuando se ha alcanzado el máximo nivel en el tanque. K-4091. Después de un período de decantación, los fenoles se envían al tanque K-4094 por medio de las bombas P-4092 A/B.

11.7. TRANSFERENCIA DE ALC ENRIQUECIDO CON ÁCIDOS CRESÍLICOS Y FENOLES DEL TANQUE K-4091 AL TANQUE K-4094.

Para ejecutar la transferencia el operador debe hacer los alineamientos de los equipos; correspondientes a la operación. Cuenta además con los siguientes mecanismos de control:

Un selector HS-4092 que permite seleccionar una de las bombas P-4092 A/B que pondrá en operación manualmente.

Un selector HS-4000, en el PLC-40001, que le permite seleccionar el tipo de operación: Recibo en el tanque K-4090, Neutralización Fase I, Neutralización Fase II, Extracción Fase I Extracción Fase II, Transferencia de ALC al tanque K-4094 y Transferencia del K-4094 al Tie-In N° 17 B (a Casa de Bombas N°2).

Cuando el operador selecciona la operación de transferencia, las bombas paran cuando el nivel es mínimo en el tanque K-4091. De igual manera deben parar cuando el tanque K-4094 llega a su nivel máximo. De esta forma se evita una mala operación de las bombas en el proceso de transferencia de las sodas gastadas y al mismo tiempo se previene; el riesgo de derrame por sobrellenado accidental en el tanque de recibo.

11.8. TRANSFERENCIA DE ALC ENRIQUECIDO CON ÁCIDOS CRESÍLICOS Y FENOLES DEL TANQUE K-4094 " A TANQUES DE CASA DE BOMBAS N°2

Para ejecutar la etapa de la transferencia al Tie-in 17 B, el operador debe alinear los equipos correspondientes. Dispone de los siguientes mecanismos de control: Arranque manual de la bomba P-3036 B. Un transmisor de nivel en el tanque K-4094, el LT-40941.

Cuando el operador selecciona la operación de transferencia al Tie-in 17 B, las bombas paran cuando el nivel es mínimo en el tanque K-4094.

12. REALIZAR UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DE BIODEGRADACIÓN DE FENOL EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ANTES Y DESPUÉS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE SODAS GASTADAS CRESILICAS Y NAFTENICAS.

Balance de sodas Gastadas antes y después de la puesta iniciando en el año 2008 terminando en el 2009.

12.1. VARIABLES QUE IDENTIFICAN EL MUESTREO DE LA SODA GASTADA

VI= Volumen inicial en barriles

VF= Volumen final en Barriles

MI= Medida inicial en milímetros

MF= Medida final en milímetros

Cuadro N°16: Puesta en marcha del tanque 4004 K

Figura N° 17 Puesta en marcha del tanque V.I. K - **4090**

12.2. DESCRIPCIÓN DE LA GRAFICA DE PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE SODAS

Figura N° 17 Balance de sodas gastada en la puesta en marcha del tanque 4004

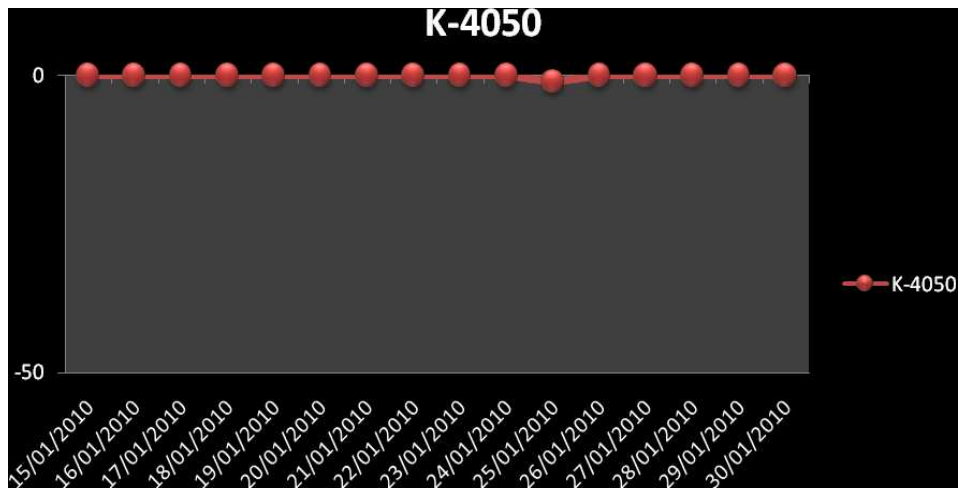
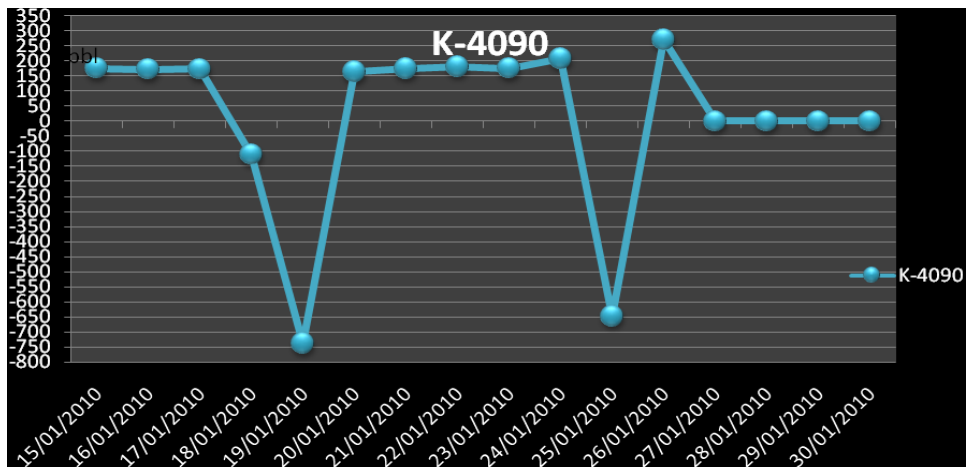


Figura N° 18 Balance de sodas gastada en la puesta en marcha del tanque 4004



CONCLUSIONES

- La planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la Refinería de Barrancabermeja es considerada una de las más grandes del planeta por lo tanto su infraestructura tiene la capacidad de remover aguas agrias con altos contenidos de hidrocarburos y sus derivados cumpliendo con el proceso estipulado en el manual de PTAR y aprobado por el ministerio de ambiente y Vivienda la cual periodicamente.
- En el proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales según la infraestructura que tiene, implementa un sistema primario para residuos aceitosos y uno general de purificación de aguas agrias la cual adecua las corrientes liquidas residuales de la industria del petróleo que luego serán vertidas en efluentes con bajos niveles de contaminación.
- Los caudales o cargas que ingresan a la planta de PTAR son influenciados por las condiciones climáticas y la utilización del recurso en los diferentes procesos de refinación.
- Se determina que la carga mensual de ingreso de aguas agrias a tratar en la planta de tratamiento es de 3000 a 5500 bpm. Registrando un promedio anual de 55.260 gpm.
- Se determina que el proceso existente en la planta de tratamiento de sodas gastadas cresilicas y Naftenicas cumplió satisfactoriamente con la remoción de los compuestos fenólicos de dichas sodas los cuales estaban presentes en concentraciones muy altas.

- Como resultado se determina: consumo promedio de Aguas Agrida Despojada en desalado está aproximadamente en 153.13 GPM.
- Los datos de laboratorio evidencian la transferencia de fenoles al crudo desde una concentración de 207.8 mg/L a 7.26 mg/L, ósea en un 96.5%.de efectividad en el proceso lo que logra una descontaminación de las aguas residuales industriales y la disminución del impacto negativo ocasionado al ambiente.

BIBLIOGRAFIA

Manual de descripción de Proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales de Ecopetrol ., Actualizado 2008.

PROYECTO, Obras Montaje Electromecánico, suministro y Puesta en Marcha del Sistema de segregación y Tratamiento de Sogas gastadas de la GCB de Ecopetrol S.A. Ubicada en la Ciudad de Santander. 2007

RIGOLA, Miguel. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS DE PROCESO Y INDUSTRIALES, 2005.

PAGINA INTERNET; google, Fenoles