



“PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA COMPLEJO PROCESADOR DE GAS NUEVO PEMEX”

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“Sistema de Disciplina Operativa Aplicado a los Procedimientos de Control de las Descargas de Efluentes al Río Carrizal del Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex para cumplir con la Normatividad”

PRESENTA:

PATRICIA RUBÍ SANTOS MERCHANT 08270375

ASESOR EXTERNO:

ING. MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ VÁZQUEZ

PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

COMPLEJO PROCESADOR DE GAS NUEVO PEMEX

DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

ASESOR INTERNO:

DRA. ROCIO MEZA GORDILLO

INGENIERÍA BIOQUÍMICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; A 19 DE JUNIO 2013.



ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN.....	5
2.-JUSTIFICACIÓN.....	7
3.-OBJETIVOS.....	8
3.1.- OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4.- CARATERIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.....	9
5.- PROBLEMAS A RESOLVER.....	10
6.- ALCANCES Y LIMITACIONES.....	11
7.- MARCO TEÓRICO.....	12
7.1. COMPLEJO PROCESADOR DE GAS NUEVO PEMEX.....	12
7.1.1- UBICACIÓN DEL CPGNP.....	12
7.1.2- FUNCIÓN PRINCIPAL DEL CPGNP.....	13
7.1.2.1.- ENDULZADORAS DE GAS Y RECUPERADORAS DE AZUFRE I Y II.....	13
7.1.2.2.- RECUPERADORAS DE ETANO Y LICUABLE (Criogénicas) I, II Y III.....	13
7.1.2.3.- TRATADORA Y FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS I Y II.....	13
7.1.3.- PLANTAS DE PROCESO Y SERVICIOS AUXILIARES.....	14
7.2.- ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL CPGNP.....	14
7.2.1- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA.....	14
7.2.1.1.- TEORÍA DE TRATAMIENTO QUÍMICO PARA LA COAGULACIÓN Y CLARIFICACIÓN.....	15
7.2.1.2.- TEORÍA DE TRATAMIENTO QUÍMICO PARA LA SUAVIZACIÓN.....	16
7.2.1.3.- TEORÍA DE COAGULANTES.....	16
7.2.1.4.- TEORÍA DE OPERACIÓN DEL CLARIFLOCULADOR.....	18
7.2.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CLARIFLOCULACIÓN EN LA PLANTA DE PRETRATAMIENTO DE AGUA DEL CPGNP.....	20
7.3.- TRATAMIENTO DE EFLUENTES.....	21
7.4.- NORMAS PARA LÍMITES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.....	31
7.5- NORMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES.....	32
7.6.- DESCARGA DEL EFLUENTE AL RÍO CARRIZAL.....	33
8.-PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	34
8.1.-REVISIÓN ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS QUE SE APLICAN EN LA SECCIÓN ANALÍTICA Y DE TRATAMIENTO DE EFLUENTE.....	34
8.2.-MUESTREO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES (DESCARGA AL RÍO CARRIZAL).....	34
8.3.-DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA DEL EFLUENTE.....	35
8.4.-DETERMINACIÓN pH.....	35
8.5.-DETERMINACIÓN DE CLORO LIBRE.....	35



8.6.-DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	36
8.7.-DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ.....	36
8.8.-DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	36
8.9.-DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.....	36
8.10.-DETERMINACIÓN DE MATERIA FLOTANTE.....	36
8.11.-DETERMINACIÓN DE FÓSFORO TOTAL.....	36
8.12.-DETERMINACIÓN DE SULFUROS.....	37
8.13.-DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO.....	37
8.14.-DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	38
8.15.-DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO ₅)	38
8.16.-DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES.....	39
8.17.-DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO ORGÁNICO, AMONIACAL Y TOTAL.....	39
8.18.-DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES NMP Y E.COLI.....	40
9.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	42



1. INTRODUCCIÓN

La generación de agua residual en los procesos industriales es muy común y cada vez más en aumento en el planeta, frecuentemente se hacen las descargas en los efluentes, lagunas y ríos cercanos, por lo que es necesario que el agua residual que se desecha se le aplique un tratamiento previo a su descarga, con el fin de disminuir los residuos tóxicos y contaminantes peligrosos, que afectan al ser humano y al medio ambiente.

En el presente trabajo se describen las actividades que se realizan en el Complejo Procesador De Gas Nuevo Pemex, que a través del Departamento de Aseguramiento de la Calidad del Producto (laboratorio) analizan los parámetros establecidos en la norma NOM-001-SERMANAT-1996 en materia de aguas residuales y establecen un Sistema de Disciplina Operativa, que se basa principalmente en la observación del cumplimiento de los procedimientos que los analistas realizan en el laboratorio de sección analítica, específicamente de efluentes y la revisión de las IT's (NP-LB-IT); que son las instrucciones de trabajo, las cuales son transcripciones de los procedimientos de las Normas Mexicanas empleadas en materia de agua residual.

El complejo petroquímico se abastece básicamente de agua de río, y en menor cantidad de agua de pozos, para lo cual se cuenta con 17 pozos y una bocatoma que se encuentra ubicada en la margen derecha del río Mezcalapa aproximadamente a 30 Km de Nuevo Pemex. El agua se recibe para su acondicionamiento en la planta de Pretratamiento de Agua, misma que se emplea en las plantas de proceso, las cuales operan bajo intercambiadores de calor. Los efluentes generados por este Centro se envían al Río Carrizal (receptor principal) después de ser procesados en la Planta de Tratamiento de Efluentes. El proceso que se emplea en dicha planta se divide básicamente en los siguientes sistemas: oxidación, neutralización, recuperación de aceites, tratamiento biológico y cloración.

Antes de proceder a la descarga del efluente al Río Carrizal, se realiza una serie de análisis que se establecen bajo Normas Mexicanas, para cumplir con los límites restringidos de contaminantes permisibles de descarga que marca la norma ecológica NOM-001-SERMANAT-1996, para examinar el funcionamiento operativo de las plantas de tratamiento de aguas residuales generadas en el complejo y proceder a la descarga.

Se realizaron las observaciones estrictas del cumplimiento requerido en los procedimientos del control a la D.R.C. dentro del Sistema de Disciplina Operativa,



tal como marca la Normatividad bajo la cual se opera, con el fin de cumplir con la normatividad aplicable de los límites de contaminantes permisibles que deben contener las aguas residuales generadas en el Complejo Procesador de Gas Nuevo PEMEX y proceder a la descarga del efluente al Río Carrizal.



2. JUSTIFICACIÓN

La conciencia social y ambiental crece cada día, la preocupación por la preservación y el cuidado del medio ambiente se ve reflejada en un sinnúmero de medidas preventivas o de remediación, sin embargo la contaminación ambiental es inevitable. El objetivo de la planta de tratamiento de agua residual es reducir o eliminar por completo la carga contaminante de la descarga del efluente al Río Carrizal, transformándola en un efluente final que cumpla con la normatividad ambiental correspondiente y sea inofensivo al medio ambiente o de un impacto menor, por lo cual los efluentes deben cumplir con los parámetros analíticos, fisicoquímicos y microbiológicos, de los límites establecidos en la norma de la SERMANAT (en materia de aguas residuales) , la NOM-001-SERMANAT-1996.



3. OBJETIVOS

3.1.- OBJETIVO GENERAL:

- Aplicar el Sistema de Disciplina Operativa a los Procedimientos de Control de Descarga del Río Carrizal y Cumplir con la Normatividad Aplicable.

3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Revisar actividades y procedimientos que se aplican en la sección analítica y de tratamiento de efluente.
- Determinar parámetros fisicoquímicos al efluente de la Planta de tratamiento de agua residual.
- Determinar Coliformes fecales por NMP y *E.coli*.



4. CARATERIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El proyecto se llevó a cabo en el laboratorio de sección analítica, área de efluentes del Departamento de Aseguramiento de la calidad del productocargo de la Ing. Fabiola Martínez Godínez, localizado en el Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex de Villahermosa, Tabasco, ubicada en carretera Luis Gil Pérez s/n, Municipio del centro, C.P. 86000.

El laboratorio de sección analítica cuenta con reactivos, materiales de vidrio, balanzas analíticas, incubadoras, hornos de secado, estufas, disecadores, digestores, cámaras de refrigeración, parrillas de calentamiento y agitadores, espectrofotómetro, pH metro, conductímetro, turbidímetro, campanas de extracción, colorímetro, termómetros, equipo soxhlet.



5. PROBLEMAS A RESOLVER

La finalidad de este proyecto es aplicar en el Sistema de Disciplina Operativa, las normas de los procedimientos que rigen la materia de aguas residuales que desecha el Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex, teniendo como base las normas que rigen los límites permisibles en el efluente para cumplir con la normatividad, con la finalidad de estar entre los rangos establecidos para proceder con las descargas del efluente hacia el Río Carrizal, de esta manera reducir y controlar los límites de contaminación, para la protección y cuidado del medioambiente y evitar daños al ser humano.

En el área microbiológica establecer nuevamente la técnica de determinación de Coliformes fecales y *E. coli*, misma determinación que se realizará bajo normatividad, cuyo único fin es establecer la técnica y realizarla de manera constante cada que se proceda a analizar los parámetros ya establecidos e incluir esta técnica en esos parámetros. El procedimiento de la técnica se establece en la NOM-AA-042-1987 y en la NOM-001-SERMANAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, de esta manera cumplir con la normatividad aplicable para proceder con la descarga si esta en los límites permitidos.



6. ALCANCES Y LIMITACIONES

El desarrollo de este proyecto de residencia permitió alcanzar los objetivos específicos establecidos con respecto a la metodología planteada, cuyo fin de integrar por completo el objetivo general del proyecto, como la revisión de las actividades y procedimientos que se aplican en la sección analítica y de tratamiento de efluentes, la determinación de temperatura del efluente, pH, cloro libre, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, materia flotante, fósforo total, sulfuros, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), grasas y aceites, nitrógeno orgánico, amoniacal y total. Dichas actividades estuvieron al alcance y se realizaron en la sección analítica del Depto. de Aseguramiento de la Calidad del Producto del Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex.

La única limitación que se presentó dentro de los objetivos del proyecto fue la determinación de Coliformes fecales por NMP (*E. coli*), ya que el equipo de esterilización del Depto. De Aseguramiento de la Calidad del Producto está fuera de operación, por lo que se decidió trasladar la muestra (1L de agua de la D.R.C.) a las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para darle continuidad al proyecto como actividad final de este mismo. La Determinación de Coliformes Fecales por NMP (*E. coli*) se desarrolló en el laboratorio de investigación de las instalaciones del ITTG.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. COMPLEJO PROCESADOR DE GAS NUEVO PEMEX



Entre los esfuerzos desplegados por Petróleos Mexicanos y dentro del programa establecido para cumplir de manera efectiva con el aprovechamiento de los importantes yacimientos petrolíferos en los campos marinos de la sonda de Campeche, así como los campos terrestres del Mesozoico de Chiapas - Tabasco, a finales de 1976, La dirección General autorizó como proyecto prioritario para éste fin, la construcción del Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex.

Con este complejo, Petróleos Mexicanos realiza un gran esfuerzo para cumplir con algunos de sus objetivos principales, que son: abastecer y distribuir oportunamente los hidrocarburos que el país demanda, consolidándose la industria para el aprovechamiento del gas. (PGPB 1976)

7.1.1.- UBICACIÓN DEL COMPLEJO PROCESADOR DE GAS NUEVO PEMEX

La ciudad de Villahermosa (Tabasco) es fundamental dentro de la economía del sureste del país, ya que es el punto de enlace entre el sureste y centro del país, además de contar con una riqueza petrolera que ha llevado a la ubicación de dos subdirecciones de Pemex. (INEGI 1984). En una de ellas está el Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex que inició sus operaciones en 1984, y ocupa una superficie de 464 hectáreas que se localiza en el Municipio del Centro en el estado de Tabasco, a 35 Km. de la Cd. de Villahermosa. (Véase en la figura 1).

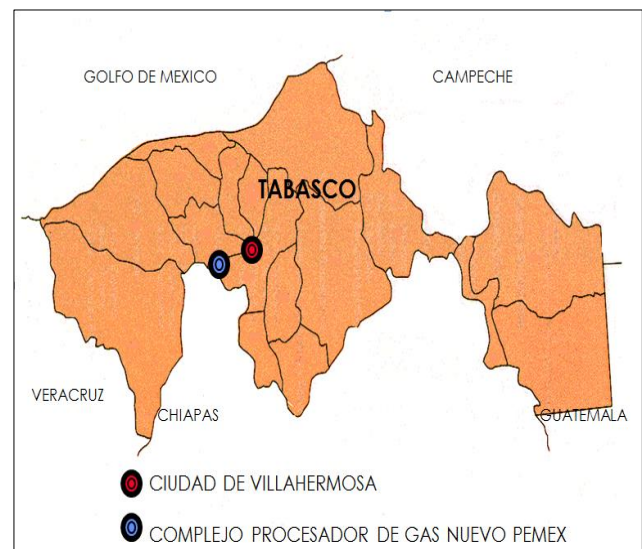


Fig.1 LOCALIZACIÓN DEL CPGNP EN EL ESTADO DE TABASCO



7.1.2.- FUNCIÓN PRINCIPAL DEL CPGNP

Las actividades principales de este Complejo son las de tratar el gas natural y condensado amargo provenientes de los campos petroleros de la zona marina ubicados en el Golfo de México (Sonda de Campeche), para eliminar los contaminantes y separar sus componentes mediante la aplicación de tres procesos básicos:

- Endulzamiento de Gas Amargo y Recuperación de Azufre
- Recuperación de Etano y Licuables
- Fraccionamiento (CPGN 1994)

7.1.2.1.- ENDULZADORAS DE GAS Y RECUPERADORAS DE AZUFRE I Y II

El endulzamiento del gas es el primer paso en el tratamiento del gas. Este pasa por un separador para eliminar el agua amarga y separar los hidrocarburos líquidos que se condensaron durante la conducción a través de la tubería.

Se obtiene gas ácido que se envía a la recuperadora de azufre. Las Plantas Recuperadoras de Azufre aprovechan el ácido sulfhídrico contenido en el gas ácido para producir azufre, mediante el empleo de reactores tanto térmicos como catalíticos. El azufre obtenido como producto final de estas plantas es utilizado principalmente para la obtención de ácido sulfúrico y fertilizantes. (CPGNP 1994)

7.1.2.2.- RECUPERADORAS DE ETANO Y LICUABLES (CRIOGÉNICAS) I, II Y III

Utilizando como carga el gas dulce producido en las endulzadoras de gas, las Recuperadoras de Etano y Licuables separan los componentes ligeros de los pesados mediante bajas temperaturas y bajas presiones. Se obtiene gas seco (metano) que se envía al Sistema Nacional de Distribución de Gas y los líquidos producidos sirven de carga a la Planta Fraccionadora. (CPGNP 1994)

7.1.2.3.- TRATADORA Y FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS I Y II

Aprovechando las diferentes temperaturas de ebullición de los hidrocarburos contenidos en la mezcla de líquidos, estos se van fraccionando para obtener componentes de alta pureza.

Como productos finales se obtienen; gas LP, etano, propano, butano, nafta ligera, nafta pesada y azufre. El etano se une a la corriente de gas seco de las criogénicas que se envía al Sistema Troncal Nacional de Gas (STNG), la mezcla de propano-butano es enviada al altiplano a través del poliducto Cactus-Guadalajara, las naftas ligeras se envían a Cangrejera y las naftas pesadas se mezclan con la corriente de crudo de ésta. (CPGNP 1994)



Todas estas plantas de proceso emplean agua para operar, ya que su funcionamiento es a través de intercambiadores de calor. Por lo cual el Complejo Petroquímico cuenta con servicios auxiliares para las plantas de proceso.

7.1.3.- PLANTAS DE PROCESO Y SERVICIOS AUXILIARES

Actualmente se tienen 13 plantas de proceso, 3 plantas de servicios auxiliares y 2 para el Rehúso de Agua (**Tratamiento de Efluentes** y Tratamiento de Aguas Negras), todas integradas de la siguiente manera:

- Equipo de Área 1: Endulzadoras de Gas y Recuperadoras de Azufre I y II
- Equipo de Área 2: Endulzadoras de Condensados I, II, III y IV
- Equipo de Área 3: Criogénicas I, II y III
- Equipo de Área 4: Fraccionadoras I y II
Incluye: Almacenamiento de Productos, Tratamiento de Efluentes, Trampas de Diablos y Quemadores.
- Equipo de Área 5: Servicios Auxiliares: Pretratamiento de Agua, Tratamiento de Agua y Generación (Vapor y Electricidad)
Incluye: Tratamiento de Aguas Negras. (CPGNP 1994)

7.2.- ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL CPGNP

El Complejo se abastece básicamente de agua de río, y en menor cantidad de agua de pozos, para lo cual se cuenta con 17 pozos y una bocatoma que se encuentra ubicada en la margen derecha del río Mezcalapa aproximadamente a 30 Km de Nuevo Pemex. El agua se recibe para su acondicionamiento en la planta de Pretratamiento de Agua y se distribuye a los siguientes servicios:

- Reposición a las torres de enfriamiento.
- Alimentación a la red contraincendios.
- Agua de servicios
- Alimentación a la planta de Tratamiento de Agua (Desmineralización). (CPGNP 1994)

7.2.1-DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE PRETRATAMIENTO DE AGUA

La planta de pretratamiento con capacidad de diseño de 24000 GPM, fue diseñada por la compañía ECODYNE para eliminar los sólidos suspendidos,



materia orgánica y color del agua cruda de río, esta planta cuenta con las siguientes secciones:

- Coagulación y clarificación
- Filtración
- Bombeo de agua clarificada

Estos procesos del pretratamiento de agua se realiza mediante un clarifloculador que a continuación se describen la bases teóricas de su funcionamiento, y posteriormente se presenta la descripción del proceso de la planta de pretratamiento de agua, que emplea el Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex para el uso en el área de las plantas de proceso. (Manual de Pretratamiento de Agua, CPGNP, Agosto 1994)

7.2.1.1.- TEORÍA DE TRATAMIENTO QUÍMICO PARA LA COAGULACIÓN Y CLARIFICACIÓN.

Los procesos de coagulación y de floculación se emplean para extraer del agua los sólidos que en ella se encuentran suspendidos, siempre que su rapidez natural de asentamiento sea demasiado baja para proporcionar clarificación efectiva.

El agua de río o cualquier agua superficial, contiene material orgánico suspendido con velocidad de asentamiento alta y baja. Una parte considerable de estos sólidos que no se asientan ya que pueden ser coloides. Cada partícula se encuentra estabilizada por cargas eléctricas negativas sobre su superficie, haciendo que repelan las partículas vecinas, ya que esto impide el choque de las partículas y que formen así masas mayores, llamadas flóculos, por lo que las partículas no se asientan. La coagulación desestabiliza estos coloides al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, esto se logra por lo general añadiendo coagulantes químicos y aplicando energía de mezclado.

Las sustancias químicas de uso común son las sales de aluminio, las sales de hierro y los poli electrolitos. Estas sustancias cancelan las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas se aglomeren formando flóculos. Estos flóculos inicialmente pequeños crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de asentarse.

Si se añade demasiado coagulante la superficie de las partículas se carga positivamente y por ende nuevamente tienden a repelerse dispersándose.



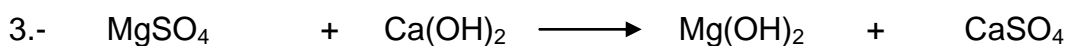
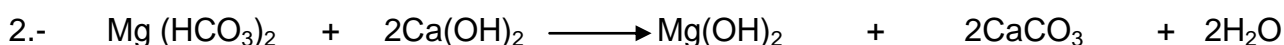
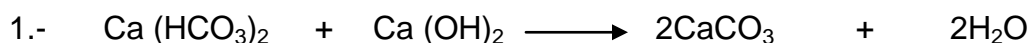
Para complementar la adición de coagulantes se requiere del mezclado para destruir la estabilidad del sistema coloidal. Para que las partículas se aglomeren deben chocar y el mezclado promueve la colisión.

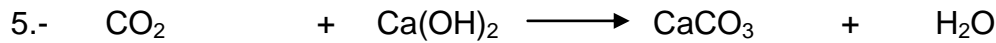
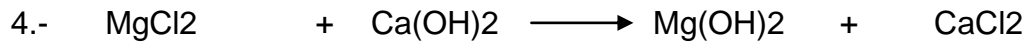
Un mezclado de gran intensidad, que distribuya al coagulante y promueva colisiones es lo más efectivo. En agua de baja turbidez, puede requerirse la adición de sólidos como la arcilla o el reciclaje de sólidos previamente asentados para aumentar el número de colisiones entre partículas. (Manual de Pretratamiento de Agua, CPGNP, Agosto 1994)

7.2.1.2.- TEORÍA DE TRATAMIENTO QUÍMICO PARA LA SUAVIZACIÓN.

La suavización está definida como la reducción de calcio y magnesio (dureza) del agua. En esos casos donde la suavización es necesaria, la reducción de la dureza se obtiene por el uso de cal o cal con carbonato de sodio. El tipo de tratamiento utilizado, está determinado por el grado de dureza a reducir. Además de utilizar cal o cal con carbonato de sodio, también se requiere la dosificación de un coagulante para absorber y asentar los precipitados finos que se encuentran suspendidos.

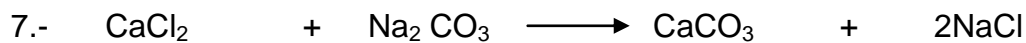
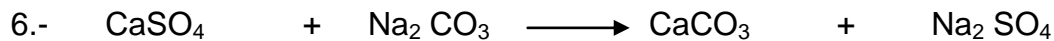
Las siguientes ecuaciones nos ilustran las reacciones químicas que se llevan a cabo durante la suavización.





Como puede verse la cal hidratada (hidróxido de calcio) reacciona con los Carbonatos presentes en el agua, así como con el sulfato o el cloruro de magnesio.

Dependiendo del grado de dureza requerida, el carbonato de sodio se puede utilizar para reducir la dureza por carbonatos, como se indica en las siguientes reacciones:



Aunque las reacciones que se llevan a cabo son como las ilustradas, los componentes están presentes en el agua en forma iónica.

La adición de cal hidratada Ca(OH)_2 , primero reacciona con la alcalinidad del bicarbonato para formar el ion carbonato, el cual reacciona con el ion calcio presente o como resultado de la adición de la cal para precipitar el carbonato de calcio en solución. Así, puede verse que la reducción de la dureza de calcio usando cal hidratada, solo está limitada por la alcalinidad del bicarbonato de calcio del agua. El uso de cal en cantidades suficientes para que reaccione con la alcalinidad al bicarbonato, puede producir una reducción de dureza de calcio de aproximadamente 35 ppm como carbonato de calcio, este es soluble en agua aproximadamente 35 ppm y si se requiere reducir más, por la presencia de exceso de alcalinidad de carbonato, se adiciona el carbonato de sodio necesario.



La dureza al calcio es precipitada y eliminada de la solución como carbonato de calcio con algo de magnesio que es arrastrado cuando está presente en concentraciones de 10 ppm.

La reducción de magnesio, puede obtenerse por la adición de cal. La reducción de magnesio a 77 ppm aproximadamente puede ser obtenido en un proceso en frío de suavización, por mantenimiento de una alcalinidad de hidróxido libre en un rango de 0 - 10 ppm como carbonato de calcio. Incrementando la alcalinidad de hidróxido por la adición de cal produce reducción del magnesio. (Manual de Pretratamiento de Agua, CPGNP, Agosto 1994)

7.2.1.3.- TEORÍA DE COAGULANTES

Para eliminar el color y turbidez del agua se utiliza comúnmente aluminio ($Al_2(SO)_3 \cdot 18H_2O$) (Alumbre) como coagulante.

Se requieren las pruebas de jarras para determinar la condición específica del tratamiento. Aun entonces las condiciones a las cuales dan buenos resultados en una ocasión, pueden no ser satisfactorias para otra ocasión para la muestra suministrada, debido a cambios en la concentración o naturaleza de los contaminantes.

En general, la mejor reducción del color es mediante el uso de sulfato de aluminio en un rango de pH de 5.5 a 6.5. Se recomienda además usar percloración con lo que se obtienen mejores resultados hasta pH = 7.5. Las impurezas coloreadas tienden a estabilizar los flóculos pequeños los cuales se forman tempranamente en el tratamiento y los previenen del crecimiento. El cloro destruye parcialmente estas sustancias coloreadas reduciendo la acción estabilizadora y produce muy bajo color residual para una dosificación de coagulante dada, el aluminio usualmente coagula mejor con un pH de 6.5. (Manual de Pretratamiento de Agua, CPGNP, Agosto 1994)

7.2.1.4.- TEORÍA DE OPERACIÓN DEL CLARIFLOCULADOR

Básicamente, el clarifloculador graver es una unidad de tratamiento del tipo de contacto de sólidos. En este, el agua de río, los reactivos químicos y los flóculos son completamente mezclados y retenidos en contacto íntimo por un prolongado periodo de tiempo en el tanque de reacción y en el cono del clarifloculador.

El contacto entre el agua, reactivos y flóculos previamente formados causan reacciones químicas que aceleran el grado de reacción con catalizadores



químicos. Además por contacto del agua con los grandes volúmenes de precipitados en recirculación se obtiene un máximo grado de clarificación por las propiedades absorbentes de los precipitados o flóculos formados.

El clarifloculador opera con sus componentes internos principales que son:

- ✓ Tanque de reacción
- ✓ El recirculador
- ✓ Accionador de rastras.

El agua de río y los reactivos químicos son introducidos al tanque de reacción junto con los lodos recirculados donde son mezclados vigorosamente para después dejar el reactor por la parte superior donde una parte de la corriente fluye a la zona de sedimentación y la otra se levanta hacia los tubos colectores, el flujo de lodos se regresa a la parte más baja del tanque de reacción para continuar recirculándose.

Las rastras de lodos en operación, mueven continuamente los precipitados que se asientan en el piso para llevarlos al pozo de lodos donde se concentran, para luego desecharse mediante purgas de fondo.

El diseño del clarifloculador provee tres zonas necesarias para la clarifloculación:

- 1.- Zona de mezclado rápido, donde el agua del río, los precipitados y los reactivos se mezclan rápidamente.
- 2.- Zona de mezcla suave, donde la mezcla permite la formación de flóculos y trae al flóculo hacia la zona de contacto íntimo con las impurezas suspendidas.
- 3.- Zona de clarificación o de asentamiento, donde el flujo que se levanta es reducido para permitir que los precipitados se asienten.

La alimentación de reactivos químicos al clarifloculador es controlada automática o manualmente, y va de acuerdo a la cantidad de agua a tratar. El medidor de flujo a la entrada está equipado con un mecanismo con la cual inicia la operación de alimentación de reactivos cada vez que una cantidad de agua fija ha pasado, independiente del gasto del flujo.

Los timers de alimentación de reactivos están provistos para que la dosificación se pueda ajustar de acuerdo a lo requerido.



7.2.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CLARIFLOCULACIÓN EN LA PLANTA DE PRETRATAMIENTO DE AGUA DEL CPGNP.

COAGULACIÓN Y CLARIFICACIÓN. El agua cruda que alimenta a la planta es clorada en línea previa a la entrada de agua cruda a los clarifloculadores.

El agua entra al clarifloculador, al cual se le suministra cal, sulfato de aluminio (alumbre) y ayuda coagulante, para suavizar y clarificar el agua todos estos reactivos son dosificados en concentraciones que dependen del gasto a tratar basados en las pruebas de jarras realizadas por el laboratorio.

Durante el proceso de clarifloculación se acumulan y colectan lodos en el fondo del clarifloculador, los cuales son colectados al centro por las rastras y removidos mediante purgado de fondo en forma intermitente controlando el % de lodos en el clarifloculador.

FILTRACIÓN. El efluente que sale del clarifloculador es filtrado en los filtros de arena, para posteriormente pasar mediante un derrame a la cisterna de agua clarificada.

BOMBEO. Mediante las bombas se envía a almacenamiento, a la planta desmineralizadora, tanques de sello de los quemadores y agua de servicio al laboratorio, contraincendio, área administrativa, talleres, almacenes, servicio médico y telecomunicaciones, planta generación de vapor, eléctrica, endulzadoras de gas I y II, y plantas endulzadoras de condensados I y II.

También por medio de bombas, se envía agua de repuesto a las torres de enfriamiento y agua de servicio a las plantas criogénica I y II, condensados III, fraccionadora y tratamiento de efluentes.

El agua residual del retrolavado de los filtros de arena, se envía al cárcamo, mediante bombas se recircula el cabezal de agua cruda en la entrada del clarifloculador para su mejor aprovechamiento en la formación de flóculos. (Manual de Pretratamiento de Agua, CPGNP, Agosto 1994)

El agua pretratada como ya se mencionó es utilizada en las plantas de proceso; Endulzamiento de Gas Amargo, Recuperación de Azufre, Recuperación de Etano y Licuables, y Fraccionamiento. Las cuales operan a través de intercambiadores de calor, en donde se emplea el agua ya sea para altas temperaturas o para enfriamiento. Toda esta agua generada de los procesos es rica en sulfuro, nitrógeno, grasas y aceites, y fósforo. Por lo cual es necesario que se lleve a cabo un tratamiento de estas aguas residuales generadas en el Complejo.



A continuación se describe como opera la planta de tratamiento de efluentes del Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex para su posterior descargar al Río Carrizal, después de los resultados de los análisis obtenidos del Departamento de Aseguramiento de la Calidad del Producto; quien participa para la autorización de la descarga si se cumple con los límites restringidos que marcan la norma NOM-001-SERMANAT-1996 en materia de aguas residuales.

7.3.- TRATAMIENTO DE EFLUENTES

El tratamiento de agua es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

La planta de tratamiento de efluentes del complejo procesador de gas nuevo Pemex fue diseñada para eliminar los materiales contaminantes en las corrientes acuosas provenientes de las plantas de procesos, servicios auxiliares, talleres y edificios administrativos que integran el Complejo Petroquímico Nuevo Pemex.

Para llevar a cabo el tratamiento y la depuración de las aguas residuales, se cuenta con una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos, que incluyen: la separación de grasas y aceites, neutralización y tratamiento biológico.

La planta tiene capacidad para procesar un flujo normal equivalente a $5.29 \text{ m}^3/\text{h}$ y un flujo máximo instantáneo de $15 \text{ m}^3/\text{h}$, de la corriente integrada por las aguas amargas y sosas gastadas que se obtiene en las plantas endulzadoras de gas, endulzadoras de líquidos y fraccionadora de hidrocarburos, así como la corriente del drenaje aceitoso que provienen de la red general del complejo, equivale a $6 \text{ m}^3/\text{h}$. (CPGNP Marzo 1994).

7.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La planta de tratamientos de efluentes se encuentra integrada en tres secciones:

TRATAMIENTO PRIMARIO: Consiste en la separación del aceite que se encuentra en el agua en forma de emulsión, así como un sistema de oxidación de sulfuros y un sistema de neutralización.

Las corrientes de aguas amargas y sosas gastadas se reciben en límites de batería y son enviadas a los tanques, en donde se separa el aceite que fue arrastrado mediante un sistema de mamparas. Los tanques cuentan con una



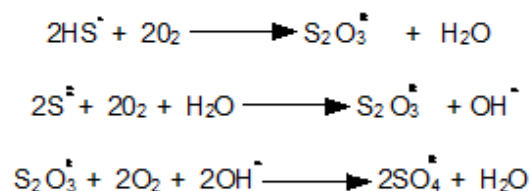
capacidad de 10,000 BLS c/u y operan en forma alternada, es decir, mientras uno de ellos se encuentra lleno (en la etapa de asentamiento y separación de aceite) el otro se encuentra en la etapa de llenado. Cuentan con alarmas por alto y bajo nivel, así como de una válvula automática que permite desalojar el aceite hacia la red de drenaje aceitoso.

OXIDACIÓN: El agua que se encuentra libre de aceite se alimenta de la torre de oxidación mediante bombas a una presión de 7 Kg/cm² y 74 ° C. El flujo de la torre es de 15 m³/hy es controlado a través de válvulas.

Para alcanzar la temperatura de entrada en la torre (74°C) se hace pasar por la corriente de agua amarga a través de un Cambiador de Calor (Lado coraza), el cual intercambia calor con el producto oxidado que sale del domo de la misma. Posteriormente, esta corriente se mezcla con una corriente de aire y otra de vapor de agua justo antes del punto de alimentación.

El vapor que se utiliza es de 19.33 Kg/cm² y 271°C, la cantidad de vapor necesaria para el proceso de oxidación es controlada a través de un tablero que se encuentra en la entrada de la torre, que cuenta con indicaciones y registros de temperatura.

La torre de oxidación se encuentra dividida en cuatro cámaras que operan completamente inundadas para proporcionar una mayor superficie de contacto, cuenta con un válvula de purga en casa una de las cámaras para desalojar los materiales que precipitan durante la reacción de oxidación. La función de la torre es oxidar a los sulfuros y Mercaptanos contenidos en el agua amarga, convirtiéndolos el Tiosulfatos y sulfatos bajo los siguientes mecanismos de reacción:



Estas reacciones son de tipo exotérmico, de tal manera que el calor generado contribuye a mantener la temperatura del sistema bajo las siguientes condiciones de operación:



CUADRO 1. Temperatura y presión de los sistemas de la Torre de oxidación.

	DOMO	FONDO
Temperatura (°C)	98	74
Presión (Kg/cm ²)	3.2	7.03

El producto oxidado sale por el domo de la torre y pasa por el cambiador (lado tubos), cediéndole calor al agua de alimentación para posteriormente llegar al tanque Acumulador de producto oxidado. Este recipiente cuenta con una válvula de control de nivel y con la válvula de control de presión, que permite enviar a la atmósfera el SO₂ o cualquier otro gas que se encuentre presente.

NEUTRALIZACIÓN: El producto oxidado acumulado en el tanque se envía a los tanques de neutralización por válvulas. Los tanques cuentan con agitadores mecánicos para mantener el mezclado homogéneo y tienen una capacidad de 39.7 m³ c/u, la alimentación a los mismo se controla por medio de válvulas. El tiempo de residencia en estos tanques es de 2 horas.

Para llevar a efecto el proceso de neutralización se utiliza una solución de ácido Sulfúrico al 98%, así como una solución de sosa cáustica al 50%. Estas soluciones se almacenan en los tanques, dosificándose a través de las válvulas.

Para mantener el control continuo de pH, cada tanque cuenta con un potenciómetro digital instalado en el campo y con un gráfico instalado en el tablero. El producto neutralizado se descarga al drenaje químico por medio de válvulas. El cual conduce hasta las lagunas de retención, que forman parte del tratamiento secundario.

SISTEMA DE SEPARACION DE ACEITE Y AGUA: La planta cuenta con un sistema de separación y recuperación de aceite, que le permite recuperarlo a partir del agua aceitosa que se recolecta por medio del drenaje aceitoso. La corriente de agua se canaliza hacia el registro regulador de demasías, pero cuando se presenta un flujo superior a lo normal, se desvía una parte de ésta hacia la fosa reguladora que tiene una capacidad de 27,000 BLS y que permite alimentar posteriormente al preseparator API de aceite por medio de bombas.

El preseparator API tiene una capacidad de 750 G.P.M, y está constituido por un canal de distribución y dos fosas que permiten recuperar la película de aceite superficial por medio de tubos espumadera. Este aceite fluye por gravedad hacia el Cárcamo de bombeo que se encuentra en el separador de placas de aceite de placas corrugadas, desde el cual se bombea el aceite recuperado hacia los tanques Deshidratadores por medio de bombas. El agua que sale del



Preseparador API entra al canal de distribución del Separador de Aceite, distribuyéndose en los cuatro paquetes de placas corrugadas cuya capacidad es de 125 G.P.M., c/u y que permite llevar a efecto el proceso de separación. El separador cuenta con un canal de recuperación de aceite que está conectado al Cárcamo de bombeo, así como un canal de agua que permite el paso de la misma hacia las Lagunas de Retención y de un sistema de extracción de lodos por medio de eductores.

Los tanques Deshidratadores se utilizan para eliminar el agua que se encuentra presente en el aceite recuperado, tiene una capacidad de 5,000 BLS y están equipados con un sistema de cámaras de espuma Contra incendio. Una vez que el aceite es deshidratado, se bombea hacia el tanque del área de Almacenamiento de Productos por medio de bombas.

TRATAMIENTO SECUNDARIO: se lleva a cabo con tratamientos biológicos, en los que se efectúa la degradación de la materia orgánica por la acción microbiológica. Estas aguas contienen diferentes compuestos en concentraciones variables, por lo que la descomposición microbiológica no es uniforme.

El principio operativo básico del sistema de degradación consiste en la digestión por microorganismos, de la materia orgánica compleja, a compuestos orgánicos más sencillos como son: CO_2 , NH_3 , CH_4 , H_2 , O_2 , entre otros. Dicha destrucción se efectúa por medio de las reacciones químicas que se llevan a cabo, una serie de poblaciones de microorganismos previamente adaptados y aclimatados al medio acuoso a tratar. Esta flora está formada por algas y bacterias de diferentes géneros y especies.

Este tratamiento secundario consiste en el uso de lagunas o estanques que son medios simples y flexibles de tratamiento de aguas residuales para la descomposición biológica del material orgánico presente.

En el proceso de las lagunas de oxidación y estabilización intervienen factores físicos tales como la energía solar, temperatura y profundidad del sistema. Entre los factores químicos se pueden contar, la concentración de oxígeno disuelto, pH, naturaleza y concentración de los desechos presentes y los compuestos de Nitrógenos y Fósforo, en general, tienen funciones nutrientes. Con respecto a los factores biológicos, es importante destacar la selección de microorganismos específicos que puedan digerir los compuestos orgánicos que se pretende degradar, aclimatados a las condiciones físico-química que prevalezcan en el medio en que se desarrollan.



La planta de tratamiento de efluentes cuenta con las siguientes lagunas:

Laguna de retención: Se utilizan en serie con los separadores por gravedad (API y placas corrugadas), con el propósito de retener los volúmenes de aceite que se descargan por éstos; cuando se tienen descontroladores en el equipo de recuperación o fallas en la operación del mismo.

En estas lagunas se recibe el drenaje químico del Sistema de Tratamiento Primario y el drenaje aceitoso del paquete separador de placas corrugadas, cada laguna tiene una capacidad de 12,830 BLS y están provistas en tubos espumadera que les permite retener los residuos de aceite presentes en la superficie del agua, el cual fluye por gravedad hacia el Cárcamo recolector, desde donde se envía posteriormente hacia el registro regulador de demasías, por medio de bombas.

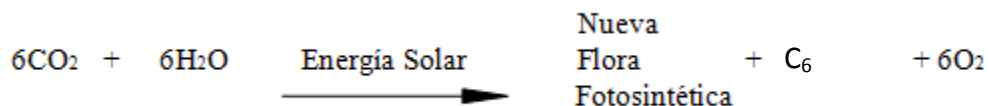
Generalmente, el tiempo de retención en estas lagunas es de 12 horas, con respecto al volumen total de la descarga en condiciones normales de operación, y es aquí, donde se inicia el tratamiento biológico a través del proceso fotosintético.

El proceso de Fotosíntesis se basa principalmente en la transformación de la energía solar en energía química por la acción de microorganismos denominados fotosintéticos. La luz visible de los rayos solares es absorbida en forma de fotones por los organismos celulares fotosintéticos.

Los fotones son absorbidos y transformados en energía química, que se empelará para fijar tanto el CO₂ atmosférico, como el disuelto en el sistema y que al asimilarlo sintetiza glucosa, desprendiendo oxígeno.

Gran variedad de microorganismos, tales como algas verdes, pardas, rijas y el plancton formado de Euglenoides, Dinoflagelados y Diatomeas, poseen la propiedad de efectuar el proceso fotosintético.

Las reacciones de la fotosíntesis, es un medio acuoso, se realizan en la sección denominada hepilimnium que corresponde a la profundidad que permite el paso de la luz solar. La reacción global del proceso fotosintético es:



Laguna de oxidación: Tiene una capacidad de 128,300 BLS y está equipada con 14 aeradores de alta velocidad que proporcionan el oxígeno necesario para el proceso de oxidación.

Las reacciones del proceso aerobio se llevan a cabo en presencia de oxígeno disuelto para oxidar la materia orgánica. La oxidación se efectúa por la acción de bacterias aerobias en la sección denominada hepilimnium. (fig. 2)

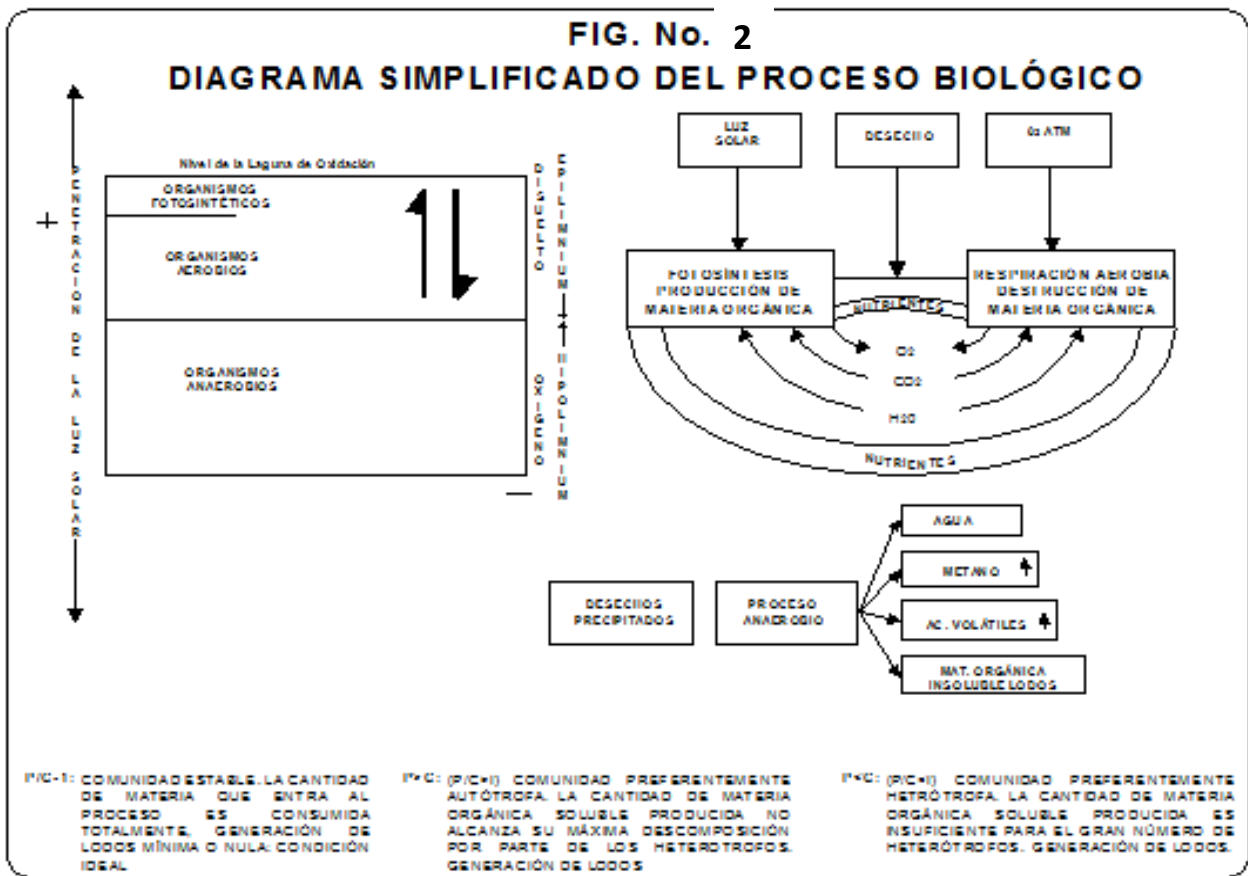


FIGURA 2. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO BIOLÓGICO

La fuente de energía para este proceso es la metabolización de los componentes orgánicos, la cual se activa por la presencia de la glucosa que se formó en el proceso fotosintético.

La flora aerobia está constituida por bacterias que poseen la propiedad de degradar uno o varios compuestos químicos, algunos ejemplos son:

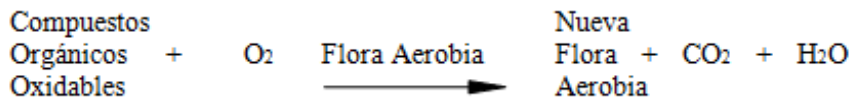


CUADRO 2. Bacterias degradadoras de compuestos químicos.

MICROORGANISMOS	COMPUESTOS
<i>Pseudónomasputida Naftaleno</i>	Benceno, Tolueno, Etilbenceno
<i>Pseudónomasoleovorans</i>	Octano
<i>Microbacteriumsmegmatis</i>	Etano-Propano
<i>Arthrobactersp</i>	Petróleo Crudo
<i>E. Colisp, Proteusssp, Shigellasp, Pseudónomas</i>	Degradan material celular compuesto de carbohidratos, proteínas y lípidos

De acuerdo a experimentaciones de bioxidación de los hidrocarburos, se ha llegado a la conclusión de que la degradación de éstos, se efectúa por el metabolismo de diferentes tipos de microorganismos aeróbicos, únicamente en presencia de oxígeno molecular, la degradación se inicia con la incorporación de una molécula de oxígeno, dentro de la molécula del hidrocarburo.

La reacción global del proceso aerobio es:



El tiempo de residencia en la laguna de oxidación es de 5 días, después de este proceso el agua pasa por derramen a la laguna de estabilización.

Laguna de estabilización: Se reciben las corrientes del drenaje pluvial, el drenaje químico que proviene de la planta de tratamientos de aguas y la corriente de agua de la laguna de oxidación.

La laguna de estabilización tiene una capacidad de 77,200 BLS y proporciona un tiempo de residencia de 3 días para el desarrollo del proceso anaerobio.

El proceso anaerobio se refiere fundamentalmente al grupo de bacterias que degradan la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno. Este proceso comprende las bacterias siguientes:

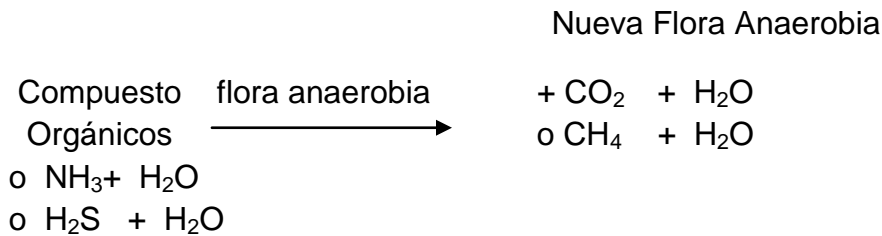


CUADRO 3. Géneros de bacterias anaerobias que degradan materia orgánica e inorgánica.

GENEROS	REACCIONES
<i>Nitrisomas</i>	Oxidan Amoniaco
<i>Nitrobacter</i>	Oxidan Nitritos
<i>Tiobacillus</i>	Oxidan Sulfuros
<i>Hydrogenomonas</i>	Oxidan Hidrógeno
<i>Desulfovivrio</i>	Reducen Sulfatos
<i>Carboxydomonas</i>	Forman Bióxido de Carbono
<i>Metanomonas</i>	Forman Metano

Estas bacterias llevan a cabo su proceso en el fondo de las lagunas, denominado hipolimnium que en el sistema tiene mayor tirante en la Laguna de Estabilización.

La reacción global del proceso anaerobio es:



Si bien los procesos de degradación de materia orgánica en el sistema de lagunas son simples en su concepto, en realidad involucra una serie de mecanismos complejos, muchos de ellos desconocidos.

En todos los procesos de lleva a cabo la formación de nuevas células, que cuando mueren se precipitan al fondo del sistema (formando lodos). Estos cadáveres celulares están formados por acción enzimática a Propionatos y Butiratos, que a su vez se convierten en Acetatos e Hidrógeno para ser transformados finalmente en Metano.

La eficiencia del sistema se valora mediante periódicos de oxígeno disuelto, DBO₁, DBO₅, y concentración de microorganismos en los tres procesos (fotosintéticos, aerobio y anaerobio). Cuando DBO₅ tiene valores mínimos y la concentración de microorganismos es aceptable, significa que el material orgánico está siendo destruido.



Por otro lado, la Laguna de Estabilización cuenta con un Cárcamo de bombeo que le permite enviar los Efluentes tratados hacia el Río Carrizal (punto de descarga final), por medio de bombas que tienen una capacidad de 3,000 G.P.M., c/u. Esta laguna cuenta además, con un vertedor de excedentes que funciona cuando se tiene alto nivel, y que permite el derrame del agua hacia una laguna natural que recibe el nombre de Estancia Vieja.

TRATAMIENTO TERCIARIO: consiste en preparar el agua para su uso inmediato mediante un método físico, químico o físico-químico: por ejemplo intercambio iónico, evaporación, absorción, desinfección por cloro u ozono, o por cualquier otro método.

La planta de tratamiento de efluentes emplea cloro para la desinfección.

CLORACIÓN: La última actividad que se realiza en el proceso de Tratamientos de Efluentes es la cloración. El cloro es un agente oxidante que se utiliza ampliamente debido a su bajo costo y su alta efectividad, es capaz de reaccionar con muchas impurezas en el agua incluyendo amoníaco, aminoácidos, proteínas, material carbonáceo, Fe^{+2} , Mn^{+2} , S^{-2} , CN^{-} . La cantidad de cloro necesaria para reaccionar con estas sustancias se denomina demanda de cloro.

La cloración hasta el punto de equilibrio, es la adición de suficiente cloro para satisfacer la demanda de cloro y producir cloro residual libre. Cuando se usa esta cloración, el contenido de nitrógeno amoniacal se destruye y el cloro residual remanente será casi por entero cloro libre disponible.

El cloro también reacciona con el nitrógeno orgánico en el agua. Este se encuentra en las componentes de las células vivas, proteínas, los polisacáridos y los aminoácidos. Se cree que la toxicidad del cloro se deriva del cloro mismo o de la liberación del oxígeno naciente sino más bien, de la reacción del ácido hipocloroso (HOCL) con el sistema enzimático de la célula.

El gas cloro, disuelto en el agua, se hidroliza conforme a la siguiente ecuación:



La hidrólisis ocurre en menos de un segundo a 18°C, en donde el ácido hipocloroso es el ingrediente activo que se produce en la reacción. La inyección de cloro se efectúa en la línea de descarga mediante bombas, por medio del clorador que opera en forma automática.



REACCIONES TÍPICAS DEL CLORO

MATERIA ORGÁNICA DE AGUAS MUNICIPALES:



11.7 ppm de Cl₂ por ppm de carbón orgánico total (COT)

SULFUROS EN AGUAS RESIDUALES DE REFINERÍAS Y PLANTAS QUÍMICAS:



CIANUROS DE OPERACIONES DE LABORATORIO:



Oxidación de parcial a cianato: 2.75 ppm de Cl₂ por ppm CN.

Oxidación completa a N₂ + CO₂ por ppm de CN.

Estos tres procesos se emplean en la planta de tratamiento de efluentes (aguas residuales), después de ser tratada se procede a realizar los parámetros que marcan las normas oficiales mexicanas a través de los procedimientos que se describen en la normas mexicanas. (Manual de operaciones de tratamiento efluentes CPGN 1994)

7.4.- NORMAS PARA LÍMITES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.

Para el cuidado y protección al medio ambiente de las aguas generadas de los procesos que generan las industrias, se establecen normas oficiales mexicanas, así como también las normas ecológicas para el cuidado de las aguas que marcan los límites permisibles de contaminantes para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales. A continuación se presentan las normas bajo cuales opera el complejo petroquímico con respecto al tratamiento de aguas residuales que genera el mismo.



NOM-001-SERMANAT-1996 (NOM-001-ECOL-1996). Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

CUADRO 4. De los límites máximos permisibles para contaminantes básicos

PARÁMETROS	RÍOS
(Miligramos por litros excepto cuando se especifique)	Uso público urbano
	Promedio diario
Temperatura °C	40
Grasas y aceites	25 ppm
Materia flotante	Ausente
Sólidos sedimentables	2 mg/l
Sólidos suspendidos totales	125 ppm
Demanda bioquímica de oxígeno	150 ppm
Nitrógeno total	60 ppm
Fosforo total	30 ppm
*Oxígeno Disuelto	2-4 ppm
Ph	5-10
*Sulfuros	5 ppm
*Conductividad	2000 $\mu\Omega$ / cm
*Demanda química de oxígeno	130 ppm
*Cloro libre	1-2 ppm

CUADRO 5. De los límites máximos permisibles para contaminantes

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES VERTIDAS A AGUAS Y BIENES NACIONALES,	Coliformes fecales NMP/100 ml
Promedio mensual	1,000
Diario	2,000

Después de conocer los límites permisibles de los contaminantes presentes en el efluente, se procede a realizar el análisis de los parámetros establecidos, en esta parte entra el Sistema de Disciplina Operativa: que es la observación que se basa principalmente en el cumplimiento de los procedimientos que los analistas realizan en el laboratorio de sección analítica, específicamente de efluentes, el cuidado de realizar los pasos de acuerdo como lo establece cada norma, como es el caso de la utilización de las IT's que son la descripción de las normas mexicanas que emplean los analista.



7.5.- NORMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES.

Las normas anteriores marcan los límites permisibles de contaminantes, también marcan los análisis que se deben realizar al agua residual con el objetivo de poder realizar la descarga si se cumplen los límites establecidos. La siguiente norma establece el muestreo adecuado para aguas residuales, y los análisis que posteriormente se deben realizar a la muestra.

NMX-AA-003-1980- Muestreo de aguas residuales.

NMX-AA-007-SCFI-1980- Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro. Aguas residuales.

NMX-AA-008-SCFI-1980- Determinación de pH –Método potenciómetro. Aguas residuales.

NMX-AA-108-SCFI-2001- Determinación de cloro libre y cloro total. Calidad del agua.

NMX-AA-093-SCFI-2000- Determinación de conductividad electrolítica- método de prueba. Aguas.

NMX-AA-038-SCFI-2001- Determinación de turbiedad. Aguas residuales.

NMX-AA-004-SCFI-2000- Determinación de sólidos sedimentables. Aguas residuales.

NMX-AA-034-SCFI-2001- Determinación de sólidos suspendidos totales. Aguas residuales.

NMX-AA-006-SCFI-2000- Determinación de materia flotante. Aguas residuales.

NMX-AA-029-SCFI-2001- Determinación de fósforo total. Aguas residuales.

NMX-AA-084-SCFI-1982- Determinación de sulfuros. Aguas residuales.

NMX-AA-012-SCFI-2001- Determinación de oxígeno disuelto. Aguas residuales.

NMX-AA-028-SCFI-2001- Determinación para DBO₅. Aguas residuales.

NMX-AA-030-SCFI-2000- Determinación de DQO. Aguas residuales.

NMX-AA-005-1980- Determinación de grasas y aceites. Aguas residuales.



NMX-AA-026-SFCI-2001- Determinación de nitrógeno amoniacal, orgánico y total. Aguas residuales.

NMX-AA-042-SCFI-1987- Determinación de Coliformes Fecales y Totales. Aguas residuales.

Estas normas mexicanas describen los procedimientos que deben realizarse para la determinación de cada parámetro establecido.

7.6.- DESCARGA DEL EFLUENTE AL RIO CARRIZAL

Los efluentes generados por este Centro se envían al Río Carrizal (receptor principal) después de ser procesados en la Planta de Tratamiento de Efluentes y de ser analizado los parámetros que marca la norma en el laboratorio de la sección analítica del Depto. Aseguramiento de la Calidad del Producto, si se encuentran en los rangos establecidos se procede a realizar la descarga al Río Carrizal y los derrames excedentes del drenaje pluvial se van a la Laguna Estancia Vieja.



8. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

8.1.-REVISIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS QUE SE APLICAN EN LA SECCIÓN ANALÍTICA Y DE TRATAMIENTO DE EFLUENTE.

La revisión de actividades y procedimientos que se realizan en el laboratorio de sección analítica y tratamientos de efluentes, se inicio el día 24 de enero 2013, se procedió a la revisión de las NP-LB-IT (Nuevo Pemex-Laboratorio-Instrucción de trabajo), dichas instrucciones de trabajo describen la actividad de cada determinación a analizar, así como los alcances, el desarrollo de los procedimientos que cada trabajador debe hacer desde el supervisor, ayudante de operación de muestreo a probador analítico, también las recomendaciones de seguridad, salud, protección ambiental y calidad, diagramas de flujo, tablas, fotografías, etc. Referencia bibliográfica: se refiere a bajo que norma fue elaborada dicha instrucción, anexos y registros de los formatos de los reportes. Todo lo anterior entra en el Sistema de Disciplina Operativa.

De acuerdo a la bibliografía se revisaron las normas mexicanas de los procedimientos que maneja el depto. De calidad para observar la similitud y congruencia de los puntos de las instrucciones de trabajo que se deben realizar en cada determinación. Además de elaborar los diagramas de flujo en la bitácora personal. Esta actividad demoró hasta 22 de febrero del presente año.

8.2.-MUESTREO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES (DESCARGA AL RÍO CARRIZAL).

El muestreo para D.R.C (descarga rio carrizal) se realiza lunes y jueves en turno 2 (8:00 hrs-16:00hrs). Se seleccionaron los recipientes para muestrear la planta de tratamiento de efluentes y se etiquetaron antes de ir a muestrear, seleccionando los cachorros (recipientes) para sulfuros los cuales deben contener 2ml de acetato de zinc para preservar la muestra, frascos de plásticos para grasas y aceites, los frascos winkler para muestrear oxígeno disuelto, recipientes de muestreo para análisis fisicoquímicos de suficiente capacidad (un galón aprox.), frasco esterilizados para muestreo microbiológico, cubeta de aprox. 3 Lts de capacidad provista de un cordón para la toma de muestra.

Se llevó el termómetro y la hielera con hielos para mantener las muestras a 4°C aproximadamente.



Para hacer la toma de muestra se debe trasladar al área y reportarse en el cuarto de control para solicitar autorización para muestrear la planta. Muestrear conforme a la NP-LB-IT-049 (NMX-AA-003-1980). Después de realizar el muestreo, se transporta las muestras al laboratorio, se acomodan las muestras en el área de trabajo y se procede a realizar las determinaciones establecidas para efluentes.

8.3.-DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA DEL EFLUENTE.

Se tomó la muestra (1L) y se procedió a realizar la lectura de la temperatura. El termómetro debe ser graduado 0.1 °C (-1°C a 101°C). (NOM-011-CSFI-1993).

Se realiza de la siguiente manera:

- 1.- Temperatura 1 de la muestra.
- 2.- Temperatura 1 de la hielera.
- 3.- Temperatura 2 de muestra.
- 4.- Temperatura 2 de la hielera.

8.4.-DETERMINACIÓN DE PH.

Se colocaron las muestras ordenadas en la mesa de trabajo, se verificó la calibración del phmetro. Se dejaron enfriar las muestras a temperatura ambiente. Se empleó agua desmineralizada para enjuagar el electrodo y el vaso receptor después enjuagó con muestra, la muestra debe estar a dos terceras partes del vaso para efectuar la medición. Se determinó la concentración de pH de la muestra.

8.5.-DETERMINACIÓN CLORO LIBRE.

En la celda del colorímetro se adicionó 0.5ml de solución de ortotoluidina y 11.5ml de muestra. Se colocó la celda en medio de los dos estándares y se procede a realizar la lectura de acuerdo al color que indique la muestra.



8.6.-DETERMINACIÓN CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.

Se colocó el electrodo del conductímetro y se procede a tomar la lectura.

8.7.-DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ.

Se introduce el control de escala apropiado para la muestra (1,10 ó 100). Una vez que se calibro, introducir la celda con la muestra en el turbidímetro, tapar y tomar la lectura.

8.8.-DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES.

Se vació la muestra en el cono volumétrico respectivamente etiquetado hasta a completar 1L. Se deja sedimentar 45 min, posteriormente se toma la lectura.

8.9.-DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.

Se realiza mediante el espectrofotómetro, se selecciona el programa "S.S.T" para determinar sólidos suspendidos totales, se deposita primero el blanco para calibrar (agua desmineralizada) y después la celda con la muestra. El espectrofotómetro arroja el resultado directo.

8.10.-DETERMINACIÓN DE MATERIA FLOTANTE.

La norma entre los límites permisibles lo marca como ausente. Se filtró la muestra en un embudo previamente con una malla de aproximadamente 2.8-3.3 mm. Se vierte $\frac{3}{4}$ partes de muestra y se examina la malla.

8.11.-DETERMINACIÓN DE FOSFORO TOTAL.

Se tomaron 25ml de muestra y se deposita en un vaso de precipitado. También se mete un blanco con 25ml de agua desmineralizada, a ambos se le adicionó 1 de gota de fenolftaleína, si aparece el color rosa adicionar gota a gota H_2SO_4 concentrado, hasta que desaparezca el color. Adicionar 1ml de ácido fuerte y 0.4 grs persulfato de amonio ó 0.5 grs de persulfato de potasio. Agitarlos y llevar a la parilla que se encuentra en la campana de extracción, calentar 30min, aproximadamente debe quedar 10ml de muestra en ambos vasos de precipitado.

Se Deja enfriar yaforar a 30ml con agua desmineralizada, adicionar una gota de fenolftaleína y neutralizar con NaOH 1N hasta obtener un color rosa pálido, aforar



a 100ml con agua desmineralizada, añadirle 4ml de molibdato y 0.5ml (10 gotas) de cloruro estañoso a la muestra y al blanco, para desarrollo del color, esperar 10 min. (Reposo) y medir el color en el espectrofotómetro (se selecciona el programa “FOSFORO TOTAL”).

8.12.-DETERMINACIÓN DE SULFUROS.

A la muestra de D.R.C. se le determina sulfuros de alta.

Se deposita la muestra contenida en los cachorros (1L) en un embudo de separación y dejar en reposo durante 1hr. Posteriormente se toma 100ml de muestra en una probeta, y se deposita en un matraz erlenmeyer (500ml) previamente con 25ml de iodo 0.25N y 2ml de HCl 6.0N se agrega 2 ó 3 gotas de almidón. Titular con Tiosulfato de Sodio 0.025N. El vire final de la titulación debe tonar una coloración transparente. Se anota los ml gastados de Tiosulfato de Sodio 0.025N y se calcula el resultado mediante formula. (Formula en anexos).

8.13.-DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO.

El winkler que contiene la muestra adicionarle 2 ml de sulfato manganoso y 2 ml de solución alcalina (yoduro-azida), se tapa y agita, dejar sedimentar el precipitado (la presencia de precipitado de color amarillento indica la presencia de oxígeno disuelto, la presencia de un precipitado blanco e indica la usencia de oxígeno disuelto). Ya sedimentada la muestra se agrega 2ml de H₂SO₄ concentrado, se tapa y se mezcla por inversión. Se toman alícuotas de 100ml y se depositan en un matraz erlenmeyer al que se le adiciona indicador almidón y se titula con sol. De Tiosulfato de sodio 0.025N. Se debe alcanzar un color amarillo pálido, continuar hasta la primera desaparición del color azul. Se anota los ml gastados de Tiosulfato de sodio 0.025N y se calcula el resultado mediante formula. (Formula en anexos).



8.14.-DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).

Se toman 2 matraz bola fondo plano de 250ml, matraz1 del blanco y matraz2 de la muestra, se depositan 25 ml de muestra en el matraz2 y así mismo al matraz1 25ml de agua desmineralizada. A los dos matraces se les adiciona 1gr de sulfato de mercurio, perlas de ebullición, alícuota de 12.5ml de solución estándar de dicromato de potasio al 0.25N y lentamente 37.5 ml de solución de sulfúrico-sulfato de plata. Agitar en forma circular para homogenizar (todo esto se realiza en la campana de extracción). Se llevan los matraces y se conectan al condensador friedrich, circular el agua de enfriamiento en el equipo. Se debe calentar durante 2 hrs, mantener a reflujo. Después de las 2 hrs, dejar enfriar y añadir agua desmineralizada hasta alcanzar 150ml, dejar enfriar a temperatura ambiente. Agregar 3 gotas de solución indicadora 1:10 fenantrolina. Posteriormente se titula con solución sulfato ferroso amoniacal 0.25N. El vire debe ser de azul verdoso a café rojizo. Se anota los ml gastados de sol. Sulfato ferroso amoniacal 0.25N y posteriormente se calcula el resultado de DQO mediante formula. (Formula en anexos).

8.15.-DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅).

Antes de ir a muestrear se dejó aireando agua desmineralizada por 30 min, a dicha agua se le adiciona 1ml de cada una de las siguientes soluciones: sol. Sulfato de magnesio, sol. De cloruro de calcio, sol. De cloruro férrico y sol. Amortiguadora de fosfatos. Ya que se tiene la muestra agregar al frasco winkler 1, winkler 2 y winkler 3, 15ml de muestra y completar con agua aireada. El frasco winkler 1 se determina de inmediato, se le adiciona 2ml de sulfato manganoso y 2ml de solución alcalina (yoduro-azida), se tapa y se agita, dejar sedimentar. En la presencia del precipitado se agrega 2ml de H₂SO₄, se toma una alícuota de 100ml, agregar 2 a 3 gotas de almidón y titular con solución de tiosulfato de sodio 0.025N.

El frasco winkler 2 se determina a los 15 minutos, se le adiciona 2ml de sulfato manganoso y 2ml de solución alcalina (yoduro-azida), se tapa y se agita, dejar sedimentar. En la presencia del precipitado se agrega 2ml de H₂SO₄, se toma una alícuota de 100ml y agregar 2 a 3 gotas de almidón. Titular con solución de tiosulfato de sodio 0.025N.

El frasco winkler 3 se determina al 5to día, se deja en refrigeración y se adiciona los mismos reactivos anteriores.

Se anota los ml gastados de Tiosulfato de sodio 0.025N y posteriormente se calcula el resultado mediante formula. (Formula en anexos).



8.16.-DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES.

Se mete a peso constante el matraz bola durante 1hr en la estufa a una temperatura de 103 a 105 °C, después se retira el matraz y se transfiere al disecador, transcurrido el tiempo se pesa el matraz en la balanza analítica.

Colocar el cartucho en una estufa a 103°C por 30min.

Se coloca el papel filtro en el embudo buchner insertado previamente en un matraz kitazato, se le agrega 100ml de suspensión de tierra diatomácea sobre el papel filtro, aplicar vacío y lavar con agua desmineralizada. Retirar el excedente del filtrado (debe medirse), y posteriormente filtrar a vacío la muestra acidificada (misma cantidad que se obtuvo del excedente), en papel filtro que contiene la suspensión de tierra diatomácea en el matraz kitazato.

Colocar con pinzas el material filtrante (papel filtro con la muestra), en el cartucho. Llevar al horno durante 1hr. Después se le adiciona 150ml de hexano (solvente) y se coloca el cartucho en el matraz bola, se instala el equipo shoxhler y se empieza con la extracción. Se retira el matraz, hasta terminar de evaporar el disolvente a baño maría a 80°C.

Se saca el cartucho, y se coloca el matraz en el horno de vacío por 30 min. Posteriormente se lleva a disecador por 30 min para alcanzar la temperatura ambiente. Pesar el matraz para calcular la cantidad de grasas y aceites que se recuperó. (Todo lo anterior se hace para el blanco). Se anotan los pesos de los matraces antes y después de la extracción tanto del blanco como el de la muestra, posteriormente se calcula el resultado mediante fórmula. (Fórmula en anexos).

8.17.-DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO ORGÁNICO, AMONIACAL Y TOTAL.

➤ NITRÓGENO AMONIACAL

Blanco y muestra. Se depositan 250ml de muestra en un matraz kjeldahl y 250ml agua desmineralizada para el blanco en otro matraz kjeldahl. Se ajusta el pH a 9.5 con sosa 6N. Se adiciona 12.5ml de solución amortiguadora de boratos. Colocar en el destilador (digestor) y prender la parilla. Colocar en el recuperador (manguera) un matraz erlenmeyer que contenga 25ml de solución de ácido bórico/ con solución indicadora mixta.

La destilación termina cuando se recolectan 150ml en el recuperador incluyendo la solución amortiguadora de boratos. Retirara el matraz recolector y titular con H_2SO_4 0.02N hasta lograr un vire de un color verde esmeralda a morado. Se



anotan lo ml gastados y posteriormente se calcula el resultado mediante formula. (Formula en anexos).

➤ **NITRÓGENO ORGÁNICO**

Al residuo frio de la digestión adicionar 25ml de reactivo para digestión (sulfato de potasio, sulfato de cobre y acido sulfúrico) mezclar y conectar el aparato de digestión. Calentar inclinado hasta que el volumen reduzca a 50 ó 25 ml, donde la solución cambiara de turbia a transparente o amarillo paja. En este proceso se observan los desprendimientos de vapores blancos SO_3 , que son eliminados durante el proceso de extracción.

Dejar enfriar y añadir 150 ml de agua desmineralizada, agregar 5 gotas de fenolftaleína y 25 ml de hidróxido-tiosulfato de sodio. Agitar y mezclar. Conectar el matraz kjeldahl al bulbo y sumergir la punta del condensador un matraz (recuperador) que contenga 25ml de solución ácido bórico/ con solución de indicadora mixta. Termina cuando se recolecta 150ml de destilado. Se titula con solución de H_2SO_4 0.02N. El vire debe ser de verde esmeralda a morado. Se anotan lo ml gastados y posteriormente se calcula el resultado mediante formula. (Formula en anexos).

➤ **NITRÓGENO TOTAL**

Es la suma de los dos resultados anteriores. $NT (mg/L) = N \text{ Amoniaca} + N \text{ Orgánico}$.

8.18.-DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES POR NMP Y E.COLI.

Esta determinación se realiza por fermentación, técnica del NMP.

• **PRUEBA PRESUNTIVA**

Se mezcla la muestra para homogenizar. Los tubos de dilución deben ser por lo menos de tres diluciones: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , dichos tubo contienen diluyente peptonaa pH 7.2 y debidamente esterilizados ($121^\circ C$ por 15min). Los tubos en el que se realizó la siembra contenían medio caldo Mcconkey medio a pH 7.1 y debidamente esterilizado a $121^\circ C$ durante 15 min.



Se realizó la siembra en un ambiente estéril, se empleó el uso de pipetas serológicas para la inoculación respectiva de cada tubo de dilución. Se hizo la siembra por triplicado a cada dilución.

Posteriormente se incubó a 35°C durante 48hrs. Después de las 48hrs se observó la presencia de turbidez y producción de gas en los tubos, los tubos que dieron positivos, se leyeron y se anotaron, son los que pasan a la siguiente prueba que es la confirmativa.

- PRUEBA CONFIRMATIVA

Los tubos que dieron positivos deben agitarse para realizar la resiembra, la inoculación debe ser de manera aséptica. El medio confirmativo que contienen los tubos para determinar Coliformes fecales es el caldo EC a pH 6.9 que fueron esterilizados a 121°C por 15min. La siembra se realizó por triplicado empleado asa bacteriológica para la inoculación. Después de la siembra se incubaron los tubos a 44.5°C durante 24 hrs. Si hay generación de gas y turbidez después de las 24 hrs los tubos se leen como positivos. Y se procedió a leer los resultados de acuerdo a la tabla de resultados de la técnica de NMP que se encuentran en la NMX-AA-042-1987.

Para la confirmar la presencia de E. Coli presuntiva se incubó a 44°C por 24 hrs uno de los tubos que dio positivo en la Prueba confirmativa, para detectar la formación del INDOL, después de añadir de 0.2 a 0.3 cm³ de reactivo Kovacs. Agitar suavemente y observar el desarrollo de color rojo anotar la presencia de INDOL. Si se observa la presencia de Indol, se encuentran presente E. coli.

9.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

COMPLEJO PROCESADOR DE GAS NUEVO PEMEX TABASCO ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO SECCIÓN ANALITICA Y EFLUENTES

En el proceso de determinación de estas pruebas a la muestra del efluente D.R.C (descarga río carrizal) permitió establecer la comparación entre el resultado obtenido y las especificaciones que marcan la norma NOM-001-SERMANAT-1996, para posteriormente autorizar la descarga del efluente al RIO CARRIZAL. Se observan en los cuadros 6, 7, 8 ,9 y 10, que los resultados se encuentran en el límite permisible que marca la norma.

CUADRO 6.- Resultados de análisis de temperatura, pH, turbidez y conductividad eléctrica del efluente D.R.C.

DETERMINACIONES	TRATAMIENTO DE EFLUENTES				TURNOS
	MUESTRA	TEMPERATURA	pH	TURBIDEZ	2 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
FECHA	ESPECIFICACION NOM-001-SERMANAT- 1996	40°C máx.	5 A 10		2000 µΩ/cm (Microohms)
04/03/2013	D.R.C.	28°C	7.39	9.5	776
05/03/2013	D.R.C.	28°C	7.35	9.1	766
19/03/2013	D.R.C.	28°C	7.5	7	829
02/04/2013	D.R.C.	29°C	7.77	25	1270
04/04/2013	D.R.C.	28°C	7.32	7	745
05/04/2013	D.R.C.	28°C	7.6	9.1	956
07/05/2013	D.R.C.	30 °C*	8.1	13	1341*
08/05/2013	D.R.C.	28 °C	8.08*	16	709
09/05/2013	D.R.C.	28 °C	8.05	21	804
13/05/2013	D.R.C.	28 °C	7.22	38*	614
14/05/2013	D.R.C.	28 °C	7.78	20	625

* Valores altos obtenidos que están dentro de especificación.

CUADRO 7.- Resultados de análisis de sólidos sedimentables, materias flotantes y sólidos suspendidos totales del efluente D.R.C.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES				TURNO 2	
DETERMINACIONES		SOLIDOS SEDIMENTALES	MATERIA FLOTANTE	S.S.T.	
	<u>MUESTRA</u>				
FECHA	ESPECIFICACION NOM-001-SERMANAT-1996	2ml/L	AUSENTE	125 ppm máx.	
04/03/2013	D.R.C.	7.5*	AUSENTE	12 ppm	
05/03/2013	D.R.C.	5	AUSENTE	6 ppm	
19/03/2013	D.R.C.	1	AUSENTE	8 ppm	
02/04/2013	D.R.C.	0.1	AUSENTE	18 ppm*	
04/04/2013	D.R.C.	0.1	AUSENTE	6 ppm	
05/04/2013	D.R.C.	0.1	AUSENTE	9 ppm	
07/05/2013	D.R.C.	0.1	AUSENTE	8 ppm	
08/05/2013	D.R.C.	0.2	AUSENTE	6 ppm	
09/05/2013	D.R.C.	0.1	AUSENTE	8 ppm	
13/05/2013	D.R.C.	0.5	AUSENTE	6 ppm	
14/05/2013	D.R.C.	0.4	AUSENTE	5 ppm	

* Valores altos obtenidos que están dentro de especificación.

CUADRO 8.- Resultados de análisis de fósforo total, oxígeno disuelto, DBO5 Y DQO del efluente D.R.C.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES					TURNO 2	
DETERMINACIONES		FOSFORO TOTAL	O.D	DBO5	DQO	
	<u>MUESTRA</u>					
FECHA	ESPECIFICACION NOM-001-SERMANAT-1996	30 ppm máx.	2-4 ppm	150 ppm máx.	130 ppm	
04/03/2013	D.R.C.	0.197 ppm	3.242 ppm	81	68 ppm	
05/03/2013	D.R.C.	0.023 ppm	3.457 ppm	56.8	120 ppm*	
19/03/2013	D.R.C.	0.035 ppm	2.29 ppm	48.6	48 ppm	
02/04/2013	D.R.C.	1.043 ppm*	3.039 ppm	52.8	64 ppm	
04/04/2013	D.R.C.	0.724	2.268 ppm	81	52 ppm	
05/04/2013	D.R.C.	0.648	3.48 ppm*	48.6	56 ppm	
07/05/2013	D.R.C.	0.424	2.07 ppm	53	104 ppm	
08/05/2013	D.R.C.	0.125	3.07 ppm	36.4	55 ppm	
09/05/2013	D.R.C.	1.056	1.01 ppm	32.4	72 ppm	
13/05/2013	D.R.C.	0.634	2.05 ppm	64.8*	60 ppm	
14/05/2013	D.R.C.	0.114	1.86 ppm	48.8	48 ppm	

* Valores altos obtenidos que están dentro de especificación.

CUADRO 9.- Resultados de grasas y aceites, nitrógeno amoniacal, orgánico y total del efluente D.R.C.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES					TURNO 2
DETERMINACIONES		GRASAS Y ACEITES	N.A	N.O	N.T
	<u>MUESTRA</u>				
FECHA	ESPECIFICACION NOM-001-SERMANAT- 1996	25 ppm máx.		60 ppm máx.	
04/03/2013	D.R.C.	3.940	0.34	1.02	1.36
05/03/2013	D.R.C.	4.208	1.334 *	4.144 *	5.478*
19/03/2013	D.R.C.	5.607	0.34	0.78	1.12
02/04/2013	D.R.C.	2.167	0.56	3.8	4.26
04/04/2013	D.R.C.	6.534*	0.34	1	1.34
05/04/2013	D.R.C.	3.185	0.9	1.68	2.58
07/05/2013	D.R.C.	4.269	0.56	1.12	1.68
08/05/2013	D.R.C.	3.015	0.56	1.34	1.9
09/05/2013	D.R.C.	6.817	1	1.79	2.79
13/05/2013	D.R.C.	4.357	0.448	1.344	1.79
14/05/2013	D.R.C.	5.668	1.232	2.464	3.696

* Valores altos obtenidos que están dentro de especificación.

CUADRO 10.- Resultados de Coliformes fecales, cloro libre y sulfuros del efluente D.R.C.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES				TURNO 2
DETERMINACIONES		COLIFORMES FECALES	CLORO LIBRE	SULFUROS
	<u>MUESTRA</u>			
FECHA	ESPECIFICACION NOM-001-SERMANAT- 1996	2000 NMP/ 100ml. Max	1-2 ppm	5 ppm
04/03/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
05/03/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
19/03/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
02/04/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0.8
04/04/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
05/04/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	1.6*
07/05/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
08/05/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
09/05/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
13/05/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0
14/05/2013	D.R.C.	1100 NMP/ 100 ml	0.1 ppm	0

* Valores altos obtenidos que están dentro de especificación.



10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La determinación de residuos tóxicos y contaminantes del agua residual generada en EL Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemexson un punto crítico para la preservación y el cuidado del medio ambiente, ya que a través de los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos, analíticos y microbiológicos, se determina si procede o no la descarga.

Los efluentes generados por este Centro se envían al Río Carrizal (receptor principal) después de ser procesados en la Planta de Tratamiento de Efluentes. El proceso que se emplea en dicha planta se divide básicamente en los siguientes sistemas: oxidación, neutralización, recuperación de aceites, tratamiento biológico y cloración.

El desarrollo de este proyecto se basa en la norma NOM-001-SERMANAT-1996 que establece los límites máximos permisibles en aguas residuales y los parámetros que se analizaron son: determinación de temperatura del efluente, pH, cloro libre, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, materia flotante, fósforo total, sulfuros, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), grasas y aceites, nitrógeno orgánico, amoniacal y total y determinación de coliformes fecales por NMP (*E. Coli*).

Se aplicó el Sistema de Disciplina Operativa a las normas de los procedimientos que rigen la materia de aguas residuales que desecha el CPGNP, que se basó principalmente en la observación del cumplimiento de los procedimientos que los analistas realizan en el laboratorio de sección analítica específicamente de efluentes, además de la revisión de las IT's (NP-LB-IT); que son las instrucciones de trabajo, las cuales son transcripciones de los procedimientos de las Normas Mexicanas. Las actividades se llevaron cabo de manera correcta y consistentemente.

Los resultados obtenidos en las tablas 6, 7, 8, 9 y 10 son datos obtenidos que se encuentran entre los rangos establecidos en la NOM-001-SERMANAT-1996, de esta manera se procede con las descargas del efluente hacia el Río Carrizal, con el fin de reducir y controlar los límites de contaminación, para la protección y cuidado del medio ambiente y evitar daños al ser humano.

Se realizaron las observaciones estrictas del cumplimiento requerido en los procedimientos del control a la D.R.C. dentro del Sistema de Disciplina Operativa, como marca la Normatividad bajo la cual se opera, con el fin de cumplir con la



normatividad aplicable de los límites de contaminantes permisibles que deben contener las aguas residuales generadas en el Complejo Procesador de Gas Nuevo PEMEX y proceder a la descarga del efluente al Río Carrizal.



11.- ANEXOS

FORMULAS:

OXÍGENO DISUELTO:

CÁLCULO:

$$\text{OD mg/L} = \frac{\text{N (mL de tiosulfato de sodio) x 8 x1000}}{98.7}$$

N= normalidad del tiosulfato

8= g equivalente de oxígeno

98.7= vol. del frasco winkler

DBO5:

CÁLCULO:

$$\text{DBO5 (mg/L)} = \frac{\text{ODi (mg/L)} - \text{OD5 (mg/L)}}{\% \text{ de dilución expresado en decimales (0.5)}}$$

DQO

CÁLCULO:

$$\text{DQO} = \frac{\text{(V1-V2) (N) (8000)}}{\text{V3}}$$

V1= vol. del titulante blanco

V2= vol. del titulante muestra

N= normalidad del sulfato ferroso amoniacal

V3= vol. de la muestra (25mL)

NITRÓGENO

CÁLCULO:

$$\text{N AMONIACAL (mg/L)} = \frac{\text{[(A-B) (N) (14) (1000)]}}{\text{V}}$$

V



$$\text{N ORGÁNICO (mg/L)} = \frac{[(A-B) (N) (14) (1000)]}{V}$$

$$\text{N TOTAL (mg/L)} = \text{N AMONIACAL} + \text{N ORGÁNICO}$$

A= mL gastados de la titulación de la muestra

B= mL gastados de la titulación del blanco

N= normalidad del H₂SO₄

V= mL de la muestra

14= peso equivalente del nitrógeno

GRASAS Y ACEITES

CÁLCULO:

$$\text{GY A (mg/L)} = (A-B) / V$$

A= peso del matraz con muestra

B= peso del matraz vacío a peso constante

V= vol. de la muestra 1L

SULFUROS (ALTA)

CÁLCULO:

$$\text{a) ppm de sulfuros} = \frac{(AXB) (CXD) X 16,000}{\text{ml de muestra}}$$

$$\text{b) ppm de sulfuros} = 0.625 - (\text{ml de tiosulfato} \times 0.025) \times 160$$

A= sol. Yodo en mL

B= normalidad de la sol. de yodo

C= sol. detiosulfato de sodio

D= Normalidad del tiosulfato de sodio



12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

Noyola Robles Adalberto, Vega González Eduardo, Ramos Hernández Judith G., Calderón Cesar G. & Molgora. (2000). *Alternativas De Tratamiento De Aguas Residuales* (3 ed.). México: IMTA.

Ing. López Briones Tito Amando (Marzo 1994). *Manual de Operación Tratamiento de Efluentes*, 1° Edición, Villahermosa, Tab, Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex.

Milton R. Beychok, (1967), *"AQUEOUS WASTES FROM PETROLEUM AND PETROCHEMICAL PLANTS"*, editorial John Wiley and Sons, 1ST Edition, New York.

Water Pollution Control Federation. (1965) *"STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND SEWAGE"*, 12TH. Edition American Public Health Association, Washington, D.C.

Gas y Petroquímica Básica, Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex (Agosto 1994), *Manual de Pretratamiento de Agua*, 1° Edición, Villahermosa, Tab.

NOM-001-SERMANAT-1996 Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NMX-AA-003-1980 Muestreo de aguas residuales

NMX-AA-007-SCFI-1980- Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro. Aguas residuales.

NMX-AA-008-SCFI-1980-Determinación de pH –Método potenciómetro. Aguas residuales.

NMX-AA-108-SCFI-2001- Determinación de cloro libre y cloro total. Calidad del agua.

NMX-AA-093-SCFI-2000- Determinación de conductividad electrolítica- método de prueba. Aguas.

NMX-AA-038-SCFI-2001- Determinación de turbiedad. Aguas residuales.



NMX-AA-004-SCFI-2000- Determinación de sólidos sedimentables. Aguas residuales.

NMX-AA-034-SCFI-2001- Determinación de sólidos suspendidos totales. Aguas residuales.

NMX-AA-006-SCFI-2000- Determinación de materia flotante. Aguas residuales.

NMX-AA-029-SCFI-2001- Determinación de fósforo total. Aguas residuales.

NMX-AA-084-SCFI-1982- Determinación de sulfuros. Aguas residuales.

NMX-AA-012-SCFI-2001- Determinación de oxígeno disuelto. Aguas residuales.

NMX-AA-028-SCFI-2001- Determinación para DBO₅. Aguas residuales.

NMX-AA-030-SCFI-2000- Determinación de DQO. Aguas residuales.

NMX-AA-005-1980- Determinación de grasas y aceites. Aguas residuales.

NMX-AA-026-SFCI-2001- Determinación de nitrógeno amoniacal, orgánico y total. Aguas residuales.

NMX-AA-042-SCFI-1987- Determinación de Coliformes Fecales y Totales. Aguas residuales.

[http://www.gas.pemex.com/PGPB/Conozca+Pemex+Gas/Infraestructura/Complejos+procesadores+de+gas+\(CPG\)/SProdNuevoPemex.htm](http://www.gas.pemex.com/PGPB/Conozca+Pemex+Gas/Infraestructura/Complejos+procesadores+de+gas+(CPG)/SProdNuevoPemex.htm) (Recuperado el 20 de Febrero 2013)