



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“ DISEÑO DE UN TRATAMIENTO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL
DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA FABRICACIÓN DE RESINAS
ÚREA FORMALDEHÍDO”**

**Tesis de Grado previo la obtención del título de INGENIERO
QUÍMICO**

**Realizado por
HÉCTOR PLUTARCO TOALOMBO GAVILANES**

Riobamba – Ecuador

2012

NOMBRE

FIRMA

FECHA

**Dra. Yolanda Díaz
DECANO FAC. CIENCIAS**

**Ing. Mario Villacrés
DIRECTOR Esc. Ing. Qca.**

**Ing. Gonzalo Sánchez
DIRECTOR DE TESIS**

**Ing. Patricio Romero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Hannibal Brito
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Tecn. Carlos Rodríguez
DIRECTOR CENTRO DOCUM.**

NOTA DEL INFORME

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme todo lo mejor de la vida, a mis padres, esposa, hijos y familiares, bondadosos, comprensibles que apoyaron en este nuevo reto.

Gracias a la Escuela de Ingeniería Química, por los conocimientos impartidos de mis profesores, en todo el trayecto de mi vida estudiantil desde sus aulas de clase para mi desarrollo profesional.

Un agradecimiento especial a todas las personas que trabajan en Pinturas Cóndor S. A., de manera muy especial a los Ing. Santiago Oña, Marcelo Samaniego, por su apoyo y comprensión durante todo el tiempo en el desarrollo del presente proyecto.

Al Sr. Jorge Montaña quien con sus conocimientos supo contribuir acertadamente en todo lo relacionado con el análisis en laboratorio.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron desinteresadamente para que este proyecto salga adelante, demostrado una amistad sincera.

DEDICATORIA

A mis hijos, esposa, por su apoyo incondicional que permitieron alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres

A mis suegros

A mis hermanos

A mis tías y tíos

A mis primas y primos,

A mis amigas y amigos que siempre estuvieron conmigo.

Yo, Héctor Plutarco Toalombo Gavilanes, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Firma.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

(ABS)	Alquil-sulfonato bencénico ramificado
cP	cent poises
CFM	Pies cúbicos por minuto
d	densidad
DQO	demanda química de oxígeno
DMA	Dirección Metropolitana de Ambiente de Quito
E	% Eliminado después del proceso de aireación
g	gramo
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Kg	kilogramo
K	Constante
kL	Coefficiente de transferencia de masa
Ku	Unidades Krebs
L	Litro
(LAS)	Alquil-sulfonato lineal
mL	mililitros
m ³	metros cúbicos
n	número de moles
Ns	unidades nort star
°C	grado Celsius
P ₁	peso 1 en gramos
P ₂	peso 2 en gramos
Ppv	peso papel vacío
Pf	peso final
Pm	peso muestra
Q	Caudal
Rpm	revoluciones por minuto
Std	estándar
Ton	tonelada
Tr	Tiempo de recolección del agua residual
um	micrómetro
v	volumen
V _{tq}	Volumen del tanque de recolección del agua residual
R.O.	Registro oficial
1mils	25.4 um.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICES DE ANEXOS

ÍNDICES DE FIGURAS

ÍNDICES DE TABLAS

ÍNDICES DE GRAFICOS

pp:

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
INTRODUCCIÓN	iii
ANTECEDENTES	iv
JUSTIFICACIÓN	v
OBJETIVOS	vi
GENERAL.....	vi
ESPECÍFICOS.....	vi

CAPITULO I

1. PARTE TEÓRICA	1
1.1 PINTURAS.....	1
1.1.2 Componentes de las pinturas.	1
1.1.2.1 Pigmentos.	1
1.1.2.2 Aglutinante o resina.	1
1.1.2.3 Disolventes.	1
1.1.2.4 Aditivos.	2
1.1.3 Propiedades.	2
1.1.4 Función de las pinturas.	3
1.1.5 Producción de pintura.....	3
1.1.6 Tipos de pinturas.....	4
1.1.7 Resinas.	4
1.1.7.1 Resinas amínicas.	5
1.1.7.1.1 Química de las resinas amínicas.	5
1.1.7.1.2 Resinas de urea-formaldehído.	5
1.1.7.1.2.1 Resinas de urea butiladas.	7
1.1.8 Impactos ambientales del proceso de fabricación de resinas urea formaldehído.	7
1.1.8.1 Emisiones al aire.	7
1.1.8.2 Contaminación del agua.	7
1.2 AGUAS RESIDUALES.	8
1.2.1 Aguas residuales urbanas.....	8
1.2.2 Aguas residuales industriales.	8
1.2.3 Tipos de contaminantes.	9
1.2.3.1 Contaminación física.	9
1.2.3.2 Contaminación química.	9
1.2.3.2.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno.	9
1.2.3.3 Contaminación por agentes bióticos.	10

1.2.4	Consecuencias que acarrear los vertidos.	10
1.2.4.1	Aparición de lodos y flotantes.	10
1.2.4.2	Agotamiento del contenido en oxígeno.....	10
1.2.4.3	Daño a la salud pública.	10
1.2.4.4	Eutrofización.	11
1.2.4.5	Otros efectos.....	11
1.2.5	Depuración de las aguas residuales.	11
1.2.6	Tipos de tratamiento.....	11
1.2.6.1	Tratamiento preliminar.....	13
1.2.6.2	Tratamiento Primario.....	13
1.2.6.2.1	Homogeneización.	13
1.2.6.2.2	Neutralización o ajuste de "pH".	13
1.2.6.2.3	Coagulación.	14
1.2.6.2.4	Floculación.....	14
1.2.6.2.5	Flotación.	15
1.2.6.2.6	Sedimentación.....	15
1.2.6.2.7	Filtración.....	15
1.2.6.3	Tratamiento secundario.....	16
1.2.6.3.1	Adsorción mediante carbón activado.....	16
1.2.6.3.2	Oxidación Química.....	16
1.2.6.3.3	Tratamiento biológico.	20
1.2.6.4	Tratamiento terciario.	20
1.2.6.4.1	Intercambio iónico.....	21
1.2.6.4.2	Ósmosis inversa.....	22
1.2.6.4.3	Ultra filtración.	23
1.2.6.4.4	Tratamientos más avanzados.....	23
1.2.7	Estructura legal.	24
1.2.7.1	Constitución de la República.....	24
1.2.7.2	Ley.....	24
1.2.7.3	Decreto.....	25
1.2.7.4	Reglamentos.	25
1.2.7.5	Acuerdos y Resoluciones.....	26
1.2.7.6	Ordenanzas.	26
1.3	DISEÑO POR ETAPAS DEL DESARROLLO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	27
1.3.1	Etapa I. Estudios preliminares para el diagnóstico.	27
1.3.2	Etapa II. Estudio de factibilidad.....	27
1.3.3	Etapa III. Diseño del sistema de tratamiento.....	28
1.3.4	Etapa IV. Construcción y puesta del sistema de tratamiento e instalación de equipos. 28	28

CAPÍTULO II

pp:

2	PARTE EXPERIMENTAL	29
2.1	GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN PINTURAS CONDÓR S.A.	29
2.1.1	Aguas residuales que van a la planta de tratamiento.....	29
2.1.2	Aguas residuales que no van a la planta de tratamiento.....	30
2.2	MUESTREO.....	31
2.2.1	Descripción del plan de muestreo.	31
2.3	METODOLOGÍA.....	32
2.3.1	Técnicas.....	32
2.3.1.1	Proceso aireación.....	33
2.3.1.2	Proceso ozonificación.	34
2.3.1.3	Proceso con bacterias BH110 y BH111	35
2.3.1.4	Proceso destilación.	36
2.3.1.5	Técnicas estadísticas utilizadas	37
2.3.1.6	Caracterización de las aguas residuales urea formaldehído.....	37
2.3.1.6.1	Determinación de pH de las aguas residuales urea formaldehído.....	38
2.3.1.6.2	Determinación de formaldehído en las aguas residuales urea formaldehído. ...	39
2.3.1.6.3	Determinación de DQO de las aguas urea formaldehído.....	40
2.4	DATOS EXPERIMENTALES.....	41
2.4.1	Determinación del pH del agua residual de varios lotes.....	41
2.4.2	Determinación del % de formaldehído en el agua residual.....	42
2.4.3	Determinación del DQO de las aguas residuales.	43
2.4.4	Diagnóstico	43
2.4.5	Propuesta.....	44

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO DE UN TRATAMIENTO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA FABRICACIÓN DE RESINAS ÚREA FORMALDEHÍDO	45
3.1.	CÁLCULOS	45
3.1.1.	Cálculo del volumen de agua residual a tratar.....	45
3.1.2	Diseño y construcción del tanque de aireación.	46
3.1.3	Sistema de aireación (inyección de aire)	46
3.1.3.1	Caracterización de las burbujas de aire y determinación del número de difusores. .	47
3.1.4	Cálculo de transferencia de masa.	51
3.1.5	Cálculo del tiempo de residencia del aire con la muestra.	51
3.1.6	Cálculo de la potencia del compresor:.....	52
3.1.7	Cálculo del DQO del agua residual después del proceso de aireación, ozonificación, bacterias BH110, BH111 y destilación.	53
3.1.7.1	DQO del agua residual inicial.	54
3.1.7.2	DQO del agua residual final después del proceso de aireación.	55
3.1.7.3	% DQO eliminado después del proceso de aireación.	55
3.2	RESULTADOS	56
3.2.1	Resultados del proceso de aireación.	56
3.2.2	Resultados del proceso ozonificación.....	56
3.2.3.	Proceso con bacterias	58
3.2.3.1	Proceso con bacterias BH110.....	58
3.2.3.2	Proceso con bacterias BH111.....	59
3.2.4	Proceso de destilación	61
3.3	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	62
3.3.1	Proceso de aireación.....	62
3.3.2	Proceso ozonificación	63

pp:

3.3.3	Proceso con bacterias	64
3.3.3.1	Bacterias BH110.	64
3.3.3.2	Proceso con bacterias BH111.....	65
3.4	COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MÉTODOS UTILIZADOS PARA REDUCIR EL DQO.	67
3.4.1	Tratamiento con bacterias BH110 con dosificación diferente.....	67
3.4.2	Tratamiento con bacterias BH111 con dosificación diferente.....	68
3.4.3	Comparación de los diferentes métodos utilizados para reducir el DQO.....	69

CAPÍTULO IV

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
4.1	CONCLUSIONES:.....	71
4.2	RECOMENDACIONES.....	72
	BIBLIOGRAFÍA:.....	73
	INTERNET:.....	74
	ANEXOS	75

INDICE DE ANEXOS

pp:

ANEXO I: MSDS DEL PARA FORMALDEHÍDO.....	75
ANEXO II: MSDS DEL BUTANOL.	79
ANEXO III: CÓDIGO "S"	84
ANEXO IV: CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL.	85
ANEXO V: PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURAS.	86
ANEXO VI: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR.	89
ANEXO VII: DIAGRAMA DEL PROCESO DE AIREACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES ÚREA FORMALDEHÍDO.	90

INDICE DE FIGURAS

	pp:
FIGURA 1	1.4-1 MANUAL DE PINTURA DE GARCÍA CASTÁN, J. BARCELONA, 1996..... 3
FIGURA 2	1.5-1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURAS BASE SOLVENTE. MANUAL DE LA PINTURA. GARCÍA CASTÁN, J. BARCELONA, 1996..... 4
FIGURA 3	1.7.1.2-1 OBTENCIÓN DE RESINAS DE UREA-FORMALDEHÍDO. 6
FIGURA 4	1.1.7.1.2-1 GRAFICO DE UN REACTOR, MANUAL DE G. CASTÁN, J. BARCELONA, 1996. 6
FIGURA 5	1.8.7.3.2-1 OZONIFICACIÓN. 18
FIGURA 6	1.2.7-1 ESQUEMA DE ORDEN JERÁRQUICO DE LEYES MANUAL DE CONSTITUCIÓN. 24
FIGURA 7	2.1.1-1 DIAGRAMA DE LA GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES QUE LLEGAN A PTA. 29
FIGURA 8	2.1.2-1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESINA UREA FORMALDEHÍDO. 30
FIGURA 9	2.2.1-1 AGUA RESIDUAL UREA FORMALDEHÍDO INICIAL ANTES DEL TRATAMIENTO. 32

ÍNDICE DE TABLAS

pp:

TABLA 1	1.2.6 – 1 EFECTIVIDAD DE LOS PROCESOS UNITARIOS.....	12
TABLA 2	1.2.7.6 -1 PARA TODOS LOS SECTORES PRODUCTIVOS, EXCEPTUANDO EL SECTOR TEXTIL, BEBIDAS GASEOSAS, EMBOTELLADORAS Y CERVECERÍA.....	27
TABLA 3	2.4.1-1 DETERMINACIÓN DE PH DE LAS AGUAS RESIDUALES.	41
TABLA 4	2.4.2-1 DETERMINACIÓN DEL % DE FORMALDEHÍDO DE LAS AGUAS RESIDUALES.	42
TABLA 5	2.4.3- 1 DETERMINACIÓN DEL DQO DE LAS AGUAS RESIDUALES.	43
TABLA 6	3.1.1-1 MATERIALES PARA CALCULAR EL VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL A TRATAR.	45
TABLA 7	3.2.1-1 DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE AIREACIÓN.	56
TABLA 8	3.2.2-1 DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE OZONIFICACIÓN.	57
TABLA 9	3.2.3.1-1 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH110 DOSIFICADAS POR DÍAS.....	58
TABLA 10	3.2.3.1-2 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH110 DOSIFICACIÓN TODO AL INICIO.	59
TABLA 11	3.2.3.2-1 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH111 DOSIFICADO POR DÍAS.	59
TABLA 12	3.2.3.2-2 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH111 DOSIFICADO TODO AL INICIO.	60
TABLA 13	3.2.4-1 DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL AGUA RESIDUAL.....	61
TABLA 14	3.3.1-1 % DE DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE AIREACIÓN	62
TABLA 15	3.3.2-1 % DE DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE OZONIFICACIÓN.....	63
TABLA 16	3.3.3.1-1 % DE DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH110 DOSIFICADO TODO AL INICIO.	64
TABLA 17	3.3.3.1-2 % DE DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH110 DOSIFICADO POR DÍAS.	65
TABLA 18	3.3.3.2-1 % DE DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH111 DOSIFICADO TODO AL INICIO.	66
TABLA 19	3.3.3.2-2 % DE DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH111 DOSIFICADO POR DÍAS.	66
TABLA 20	3.4.1-1 % DE DQO ELIMINACIÓN DEL DQO CON DOSIFICACIÓN DIFERENTE DE LAS BACTERIAS BH110.	67
TABLA 21	3.4.2-1 % DE ELIMINACIÓN DEL DQO CON DOSIFICACIÓN DIFERENTE DE LAS BACTERIAS BH111.	68
TABLA 22	3.4.3-1 COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MÉTODOS APLICADOS PARA REDUCIR EL DQO.....	69
TABLA 23	ANEXO 5-1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS PINTURAS FORMULADAS REUTILIZANDO EL 0% DE AGUA RESIDUAL UREA FORMALDEHÍDO EN GRAMOS.....	87
TABLA 24	ANEXO 5-2 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS PINTURAS FORMULADAS REUTILIZANDO EL 2% DE AGUA RESIDUAL UREA FORMALDEHÍDO EN GRAMOS.....	87
TABLA 25	ANEXO 5-3 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS PINTURAS FORMULADAS REUTILIZANDO EL 5% DE AGUA RESIDUAL UREA FORMALDEHÍDO EN GRAMOS.....	88
TABLA 26	ANEXO 6-1 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR.	89

INDICE DE GRÁFICOS

pp:

GRÁFICO 1	2.1.1-1 AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN PINTURAS CÓNDROR S.A.	29
GRÁFICO 2	2.1.2-1 AGUAS RESIDUALES UREA FORMALDEHÍDO EN TAMBORES ALMACENADOS POR AÑOS Y MESES.	31
GRÁFICO 3	2.4.1-1 PH DE VARIAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL UREA FORMALDEHÍDO.	41
GRÁFICO 4	2.4.2-1 %DE FORMALDEHÍDO VARIAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL	43
GRÁFICO 5	3.2.1-1 DQO DEL AGUA RESIDUAL ANTES Y DESPUÉS DEL PROCESO DE AIREACIÓN.	56
GRÁFICO 6	3.2.2-1 DQO DEL AGUA RESIDUAL ANTES Y DESPUÉS DEL PROCESO DE OZONIFICACIÓN.....	57
GRÁFICO 7	3.2.3-1 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH110 DOSIFICADAS POR DÍAS.	58
GRÁFICO 8	3.2.3.1-2 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH110 DOSIFICACIÓN TODO AL INICIO.	59
GRÁFICO 9	3.2.3.2-1 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH111 DOSIFICADO POR DÍAS. ...	60
GRÁFICO 10	3.2.3.2-2 DQO ELIMINADO CON BACTERIAS BH111 DOSIFICADO TODO AL INICIO.	61
GRÁFICO 11	3.2.4-1 DQO DE VARIAS MUESTRAS DESPUÉS DEL PROCESO DE DESTILACIÓN.	62
GRÁFICO 12	3.3.1-1 % DE DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE AIREACIÓN.....	63
GRÁFICO 13	3.3.2-1 % DE DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE OZONIFICACIÓN..	64
GRÁFICO 14	3.3.3.1-2 % DE DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO DE BACTERIAS BH110.	65
GRÁFICO 15	3.3.3.2-2 % DE DQO ELIMINADO DESPUÉS DEL PROCESO CON BACTERIAS BH111.	66
GRÁFICO 16	3.3.4 -1 DQO ELIMINADO DE VARIAS MUESTRAS DESPUÉS DEL PROCESO DE DESTILACIÓN.	67
GRÁFICO 17	3.4.1-1 INCREMENTO EN % DE LA ELIMINACIÓN DEL DQO CON DOSIFICACIÓN DIFERENTE DE LAS BACTERIAS.	68
GRÁFICO 18	3.4.2-1 INCREMENTO EN % DE LA ELIMINACIÓN DEL DQO CON DOSIFICACIÓN DIFERENTE DE LAS BACTERIAS BH111.	69
GRÁFICO 19	3.4.3-1 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS APLICADOS PARA REDUCIR EL DQO EN %.	70
GRÁFICO 20	ANEXO5-1 TAMBORES DE AGUA RESIDUAL UREA FORMALDEHÍDO REUTILIZADOS POR AÑO Y MESES.	88

RESUMEN

EL objetivo del presente trabajo es realizar el diseño de un tratamiento para la disposición final de las aguas residuales de la fabricación de resinas urea formaldehído; generado en la planta de resinas de Pinturas Cóndor S.A. Ubicada en la ciudad de Quito.

La fase inicial comienza con la caracterización, determinación de la cantidad del agua residual; con el fin de establecer un diagnóstico preliminar de las condiciones actuales de material orgánico, pH, % de formaldehído y demanda química de oxígeno mediante el método experimental utilizaremos los procesos de ozonificación, aeración, tratamiento bacteriano, destilación; que involucra compresor de aire, ozonificador, reactor, colorímetro, equipos de protección personal, viales de demanda química de oxígeno, bacterias, material de vidrio, entre otros.

El resultado de la demanda química de oxígeno en la ozonificación es del 33% al 63%, en la aireación del 14% al 46%, en el tratamiento bacteriano del 11% al 32%; en las mismas condiciones de volumen y tiempo; en la destilación se reduce el 50% de la demanda química de oxígeno de las muestras destiladas.

Se concluye que existe reducción de la demanda química de oxígeno en todos los casos con una variación de color de transparente a amarillo pálido por la oxidación de los compuestos orgánicos, incremento del pH que va desde 0,35 a 0,75 y va aumentando en función del tiempo. Todos estos procesos no son suficientes para la solución del problema propuesto en el presente trabajo.

Se recomienda la sustitución del solvente de menor toxicidad en la formulación, adición de una materia prima que ayude a disminuir la concentración del formaldehído; sin embargo la problemática se ha expuesto a diferentes empresas proveedoras de diseño de plantas de tratamientos de aguas residuales con nuevas tecnologías.

ABSTRACT

CHEMISTRY: DESIGNING A TREATMENT FOR DISPOSAL OF WASTEWATER.

The resin plant Condor needs to treat its wastewater. . Condor manufactures paints and resins from urea formaldehyde, in Quito. Therefore it was important to design a treatment for disposal of wastewater from manufacturers.

This research used characterization and the determination of the amount of wastewater to establish a diagnosis of conditions of organic matter, pH,% formaldehyde, and chemical oxygen .It also used the experimental method with ozonation, aeration, bacterial treatment, distillation, which involves air compressor, ozonizer, reactor, colorimeter, personal protective equipment, vials of chemical oxygen demand, bacteria, glassware, etc.

The results showed:

- ozonation 33% to 63%
- aeration 14% to 46%
- bacterial treatment 11% to 32% .
- distillation was reduced to 50% of chemical oxygen.

Conclusions show that there is reduction of chemical oxygen with a change from clear to pale yellow colors, pH increased from 0.35 to 0.75.

Recommendations include to take into account those different factories to apply this design to treat wastewater.

INTRODUCCIÓN

En un principio los pueblos se asentaron en lugares donde las condiciones de vida eran las más adecuadas para satisfacer sus necesidades de supervivencia de salud, bienestar y seguridad. El crecimiento poblacional y el desarrollo industrial ha ido aumentando sus necesidades de algunos recursos naturales como es el caso del agua que ha pasado a ser insuficiente para algunos núcleos poblacionales.

El avance y desarrollo tecnológico de la civilización ha provocado la acumulación de diferentes tipos de desechos y la única estrategia de gestión de los mismos era su dispersión al ambiente, ocasionado problemas ambientales de escasez y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Los miles de vertidos de aguas residuales derivadas de las actividades domésticas, urbanas e industriales, ha provocado la afectación de la vida silvestre, acuática y del hombre por lo que ha sido necesario establecer convenios, tratados, leyes, regulaciones y técnicas para prevenir la contaminación ambiental a nivel mundial.

Las aguas residuales que se genera en Pinturas Cóndor S.A. son productos de diferentes procesos: lavado de reactores, tanques de homogenización, envasadoras, aguas de reacción del proceso de fabricación de resinas alquídicas, entre otras que son tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales. No toda el agua es tratada por la organización; por lo que es necesario describir la otra fuente de generación de agua residual con características corrosivas, tóxicas del proceso de fabricación de resina urea formaldehído.

El presente trabajo se utiliza diferentes métodos de oxidación: aireación, ozonificación, tratamiento bacteriano, separación por destilación ó combinación de los procesos de tratamiento bacteriano con aireación y ozonificación; todos los métodos utilizados reduce el DQO y mejora las propiedades organolépticas, los valores obtenidos en los diferentes procesos nos ha permitido tomar acciones en la fuente: se realizó ajustes y cambio de materia primas de menor toxicidad en la formulación, disminuyendo considerablemente la concentración del formaldehído; el agua residual resultante de los métodos aplicados nos permite desarrollar un DISEÑO DE UN TRATAMIENTO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA FABRICACIÓN DE RESINAS ÚREA FORMALDEHÌDO.

ANTECEDENTES

Pinturas Cóndor S.A. líder en el mercado ecuatoriano con una experiencia de más de 60 años, fue fundada como Cóndor Industria Química, para luego en el año de 1972 tomar su actual denominación Pinturas Cóndor S.A.

El crecimiento acelerado dentro del mercado nacional e internacional en pinturas, resinas y afines dio paso a la construcción del Complejo Industrial en el sur de la ciudad de Quito, internamente dividida en:

La planta de pinturas fabrica un promedio mayor de 1 300 000 litros mensuales de productos para uso en metalmecánica, mantenimiento industrial, madera, repinte automotriz, y arquitectónica; la planta de resinas fábrica un promedio mensual de 1 000 000Kg. de resina a base de agua y solvente, y la planta de diluyentes con una producción mayor a 600 000 litros.

La organización es pionera en implementar, mantener y cumplir varias normas Técnicas INEN, sistemas en calidad ISO 9001 versión 2000, ambiente ISO 14001 versión 2004 y de seguridad & salud OHSAS 18001 versión 2007, además formamos parte del Programa de Responsabilidad Integral Ecuador.

Pinturas Cóndor ha sido reconocida por algunas entidades del Ecuador y Sudamérica con el Premio Nacional de Calidad años 2005 y 2007; en este mismo año obtuvo el Premio a la excelencia ambiental otorgado por el Distrito Metropolitano de Quito; como parte del trabajo con la comunidad también fue galardonado con el Premio a la responsabilidad social por el Consejo Provincial del Distrito Metropolitano de Quito año 2008 y finalmente en este mismo año fue reconocida con el Premio Iberoamericano de la Calidad otorgado por FUNDIBEG.

El compromiso con el ambiente, la comunidad, entidades de seguimiento, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, entre otras ha permitido aplicar producción más limpia en algunos procesos de fabricación de pinturas como es el caso de la reutilización del agua residual del látex vinyl acrílicos, en los esmaltes a base de solvente se reutiliza el solvente de limpieza del lavado de máquinas, tolvas de envasado y otros equipos, el presente trabajo permitirá diseñar un tratamiento para la disposición final del agua residual urea formaldehído.

JUSTIFICACIÓN

En la planta de resinas se fabrica diferentes tipos de resinas de urea formaldehído, como resultado final tenemos aguas residuales conocidas como agua de reacción con características corrosivas, tóxicas por la presencia del formaldehído, butanol y compuestos intermedios no es posible incorporar al proceso normal de tratamiento, que al ser vertidos a cauces o la alcantarilla tiene algunos efectos ambientales indeseables; en la actualidad esta agua se recoge en tambores plásticos para su incineración que representa altos costos para la organización.

El presente estudio inicia con la identificación, caracterización, evaluación de los diferentes métodos de oxidación utilizados que permitirá implementar y establecer procedimientos para la disminución del olor, DQO, DBO5 entre otros compuestos.

A través del diseño de un tratamiento para la disposición final de las aguas residuales de la fabricación de resinas urea formaldehído se logrará dar una disposición final a las aguas residuales con varios enfoques establecidos como es la reutilización en la fabricación de pinturas a base de agua o la incorporación a la planta de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento final.

OBJETIVOS

GENERAL

- Diseñar un tratamiento para la disposición final de las aguas residuales de la fabricación de resinas urea formaldehído.

ESPECÍFICOS

- Caracterizar las aguas residuales de urea formaldehído
- Identificar las variables del sistema de tratamiento para las aguas residuales, físicas, químicas y biológicas.
- Simular en el laboratorio las fases del tratamiento para la disposición final de las aguas residuales.
- Implementar en la organización el proceso de tratamiento de aguas residuales seleccionado.

CAPITULO

I

1. PARTE TEÓRICA

1.1 PINTURAS

Las primeras fábricas de pinturas propiamente dichas datan del siglo XIX. Utilizaban rudimentarios molinos, que consistían en una piedra que rodaba encima de otra y así se trituraba el pigmento con la resina en el año 1867 y sólo a partir de 1900, las fábricas comienzan a contratar personal especializado (químicos) para diseñar fórmulas y procesos de fabricación de más calidad que los artesanales.

La pintura es una dispersión líquida constituida de pigmentos, resinas, solventes y aditivos, que una vez aplicadas sobre las superficies de los sustratos adquiere consistencia por evaporación o por reacción con el oxígeno del aire que tienen por misión aumentar el valor decorativo, color, apariencia o textura, biocida, anti humedad y anti corrosiva.¹

1.1.2 Componentes de las pinturas.

1.1.2.1 Pigmentos.

Los pigmentos son productos en polvo, insolubles por si solos en el medio líquido, sus funciones es suministrar color y poder cubriente, contribuir a las propiedades especiales frente a diferentes condiciones ambientales y agentes químicos.

1.1.2.2 Aglutinante o resina.

Son sustancias normalmente orgánicas, cuya función principal es dar protección; se pueden utilizar en forma sólida, disueltos o dispersos en solventes orgánicos volátiles, en solución acuosa o emulsionados en agua.

1.1.2.3 Disolventes.

Los principales disolventes utilizados en la fabricación de las pinturas son el agua, hidrocarburos o disolventes oxigenados.

¹ WEISMANTEL, G.E., Paint Handbook. Nueva York, McGraw-Hill, 1981, págs 26-30.

1.1.2.4 Aditivos.

Son sustancias añadidas en pequeñas dosis para desempeñar funciones específicas, que no cumplen los ingredientes principales se disuelven en el vehículo así tenemos los secantes, agentes anti sedimentables, agentes anti natas, anti espumantes, agentes dispersantes, emulsificantes, conservadores, fungicidas, absorbentes de luz ultravioleta, catalizadores, agentes coalescentes, surfactantes, etc.

1.1.3 Propiedades.

Es la respuesta a una serie de condiciones físicas, químicas, mecánicas y tecnológicas que se encuentra las pinturas líquidas, por lo que citaremos las más importantes:

El peso específico se define como el peso de la unidad de volumen: el peso en kilogramos de un litro de producto.

La materia fija es el residuo obtenido por evaporación (% de sólidos).

La finura de molienda expresa el diámetro aproximado de la mayoría de partículas (pigmentos y cargas) e indica el grado de dispersión de una pintura.

El pH se define como la inversa de la concentración de iones hidrógeno.

La viscosidad indica la resistencia que ofrecen los fluidos a cambiar su forma cuando están sometidos a fuerzas.

El espesor o grosor de la pintura sólida es la cantidad de pintura aplicada por unidad de superficie.

La adherencia indica la capacidad de enlace pintura-sustrato o capa de pintura-capa de pintura.

La abrasión equivale al efecto de la fricción generada por la distinta velocidad de desplazamiento de sólidos en contacto.

El brillo es la respuesta de una superficie pintada a la reflexión de la luz que recibe.

1.1.4 Función de las pinturas.

Las pinturas cumplen varias funciones², que van desde proteger contra la corrosión hasta la aportación estética de bellas artes, aplicados en sustratos férricos, aluminio, madera, cemento, ladrillo, piedra, yeso, fibrocemento y polímeros sintéticos.

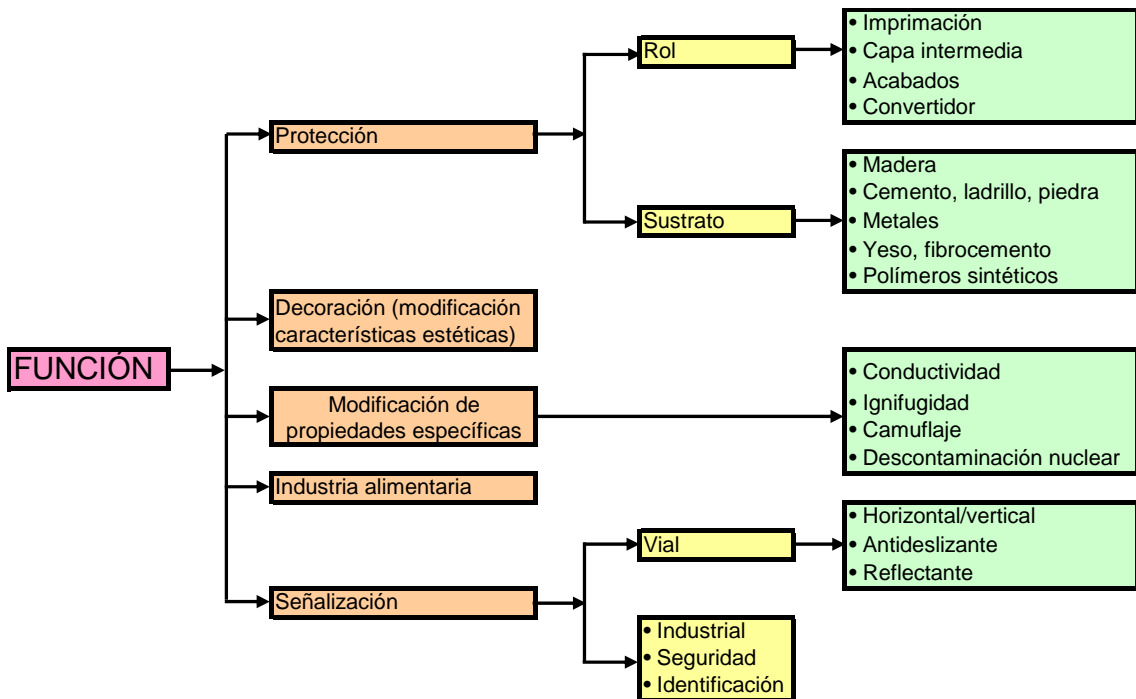


FIGURA 1 1.4-1 Manual de Pintura de García Castán, J. Barcelona, 1996.

1.1.5 Producción de pintura.

El proceso inicia en un reactor de pre mezcla se carga el agua, agentes dispersantes, pigmentos y agentes extensores donde ocurre la dispersión y luego se transfiere a un tanque de homogenización con agitación donde se incorporan las resinas (emulsión), plastificantes, preservantes, antiespumantes. Se homogeniza el producto final y se realiza control de calidad para luego ser envasado; con este proceso se fabrica pinturas a base de agua y de solvente.

² GARCÍA CASTÁN, J. Manual de la Pintura en la Construcción. Barcelona, 1996, págs. 9 -11

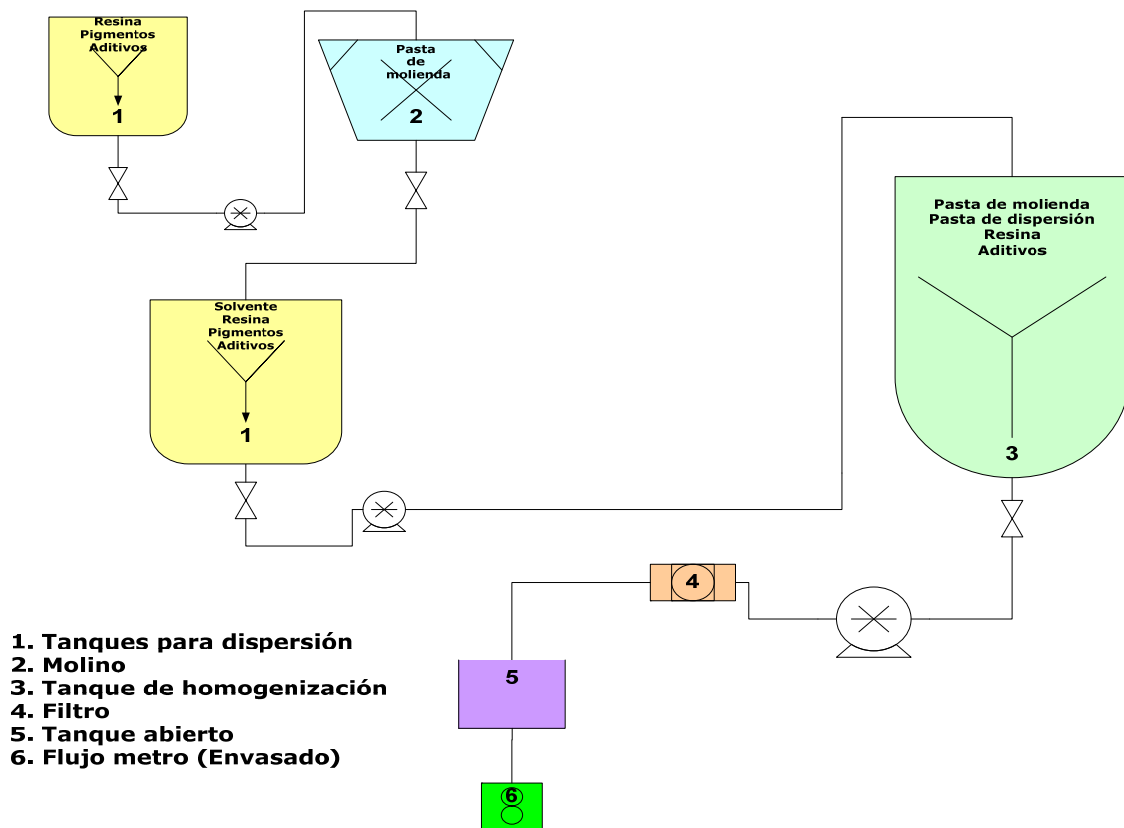


FIGURA 2 1.5-1 Diagrama del proceso de fabricación de pinturas base solvente. Manual de la Pintura. García Castán, J. Barcelona, 1996.

1.1.6 Tipos de pinturas.

En la actualidad, existe una gran variedad de pintura para cualquier tipo de sustrato, en función a la que va destinada, el procedimiento de aplicación utilizado, la naturaleza de la pintura según sus componentes.

1.1.7 Resinas.

Las resinas son un componente fundamental de la pintura y la que más define su calidad. La resina es una macromolécula (polímero)³ de alto peso molecular formados unidades más pequeñas llamadas monómeros, y es la que forma la película atrapando en su seno los pigmentos, cargas, etc.

³ CEPIS/OPS, Producción de resinas y plásticos, 1988, pag.1. Quito.<http://www.cepis.osp.org/eswww/fulltext/repind59/pis/pia.html>

Las resinas pueden ser de varios tipos según el monómero empleado en su fabricación: alquídicas, amínicas, acrílicas, epoxycas, etc. Aunque también pueden distinguirse dependiendo del medio en el que se encuentren.

1.1.7.1 Resinas amínicas.

En 1936, fueron introducidas en los mercados las resinas de urea y en 1949, las de melamina. Si se estufan solas dejan películas muy duras, casi incoloras pero muy quebradizas. En cambio, sus mezclas con resinas alquídicas proporcionan películas con excelentes propiedades y con grandes posibilidades de adaptar el producto a las necesidades del cliente.

Para mezclar con resinas amínicas se emplean resinas alquídicas modificadas con aceites secantes o semi - secantes para acabados de color blancos obteniendo una buena conservación del color a lo largo del tiempo.

Estas resinas son los resultados capaces de reaccionar con compuestos hidroxilados bajo la acción del calor y constituyen la base de la mayor parte de los esmaltes; estas combinaciones de compuestos amínicos con aldehídos se eterifican con alcoholes y se polimerizan. Por tanto hay tres reacciones en competencia: condensación, eterificación y polimerización. El control de estas reacciones se efectúa eligiendo los tipos y las relaciones de los componentes y posteriormente el catalizador, la temperatura y el tiempo del reactor.

1.1.7.1.1 Química de las resinas amínicas.

Estas resinas son el resultado de la condensación de compuestos amínicos con aldehídos, los cuales se eterifican con alcoholes y se polimerizan. Por tanto hay tres reacciones en competencia: condensación, eterificación y polimerización. El control de estas reacciones se efectúa eligiendo los tipos y las relaciones de los componentes y posteriormente el catalizador, la temperatura y el tiempo del reactor.

1.1.7.1.2 Resinas de urea-formaldehído.

Un mol de urea puede reaccionar con cantidades de formaldehído. Anexo 1, que oscilen entre uno y dos moles en condiciones ácidas o básicas, para proporcionar

diferentes productos. La urea, di amida del ácido carbónico, reacciona con un mol de formaldehído, en condiciones básicas, para dar mono metil urea, que a su vez reacciona con otro mol de formaldehído dando di metilol urea:

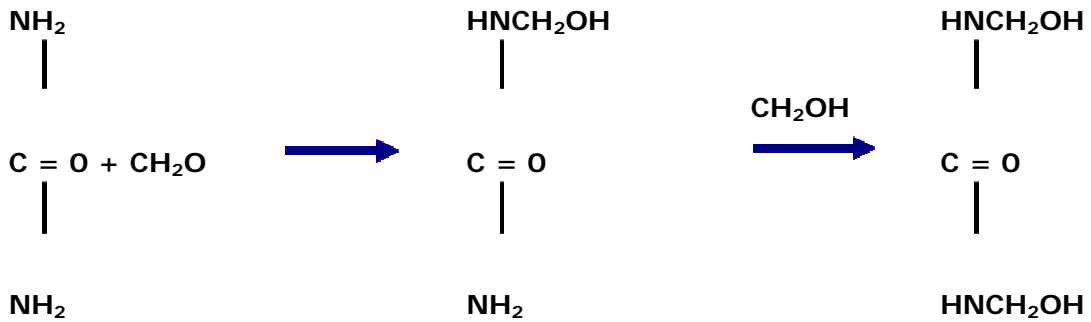


FIGURA 3 1.7.1.2-1 Obtención de Resinas de urea-formaldehído.

En un segundo paso, esta dimetilol urea puede ser eterificada con butanol. Anexo 2, que pueden efectuarse las dos reacciones, condensación y eterificación, en un solo paso, poniendo los tres componentes juntos en el reactor.

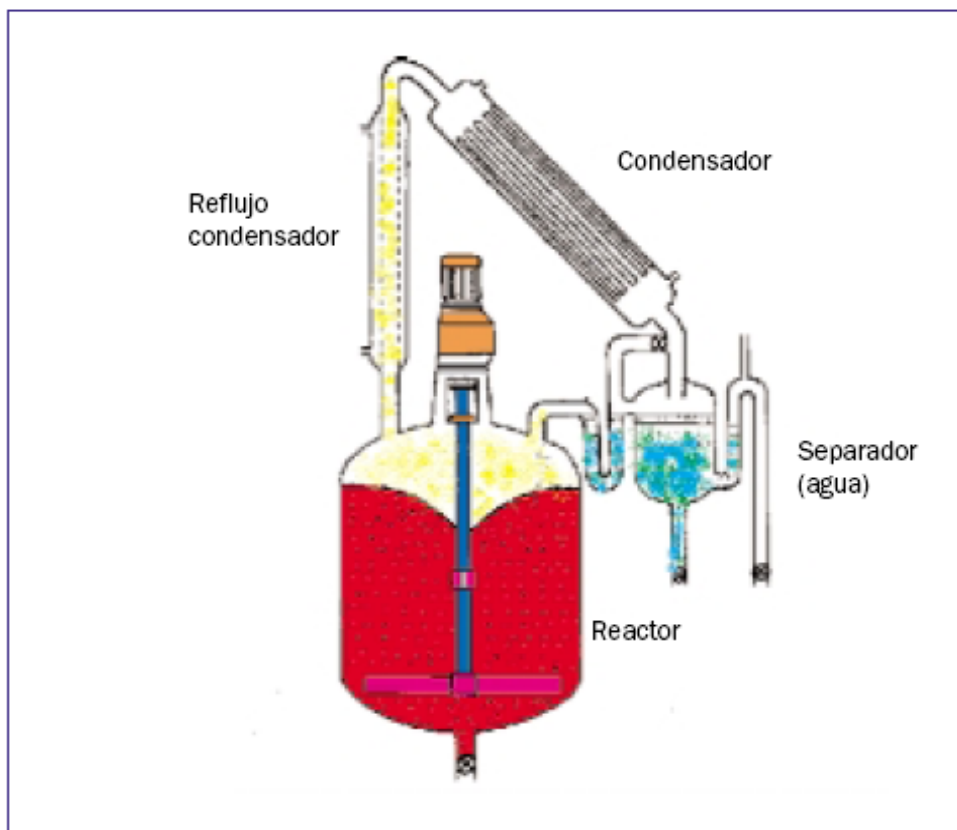


FIGURA 4 1.1.7.1.2-1 Grafico de un reactor, manual de G. Castán, J. Barcelona, 1996.

La reacción se ajusta a un pH de 7,5 - 8,5 con hidróxido sódico, y se emplea una temperatura de 50°C. La solución de dimetilol urea se concentra al vacío, para hacer reaccionar con cualquier alcohol, pero en el caso de hacerlo con alcohol metílico el producto resultante es soluble en agua; si es con etanol, es soluble en alcohol; y para obtener una buena solubilidad en disolventes aromáticos, lo más adecuado es el butanol.

1.1.7.1.2.1 Resinas de urea butiladas.

Las resinas de urea butiladas se preparan dispersando la dimetilol urea en butanol, acidificando ligeramente y calentando. Se produce una eterificación y una polimerización que deben controlarse en su extensión para obtener diferentes productos. *El agua producida debe sacarse del sistema por destilación azeo trópica*, de modo que no contenga más del 0,5% de agua y menores cantidades aún de formaldehído libre. Ambos productos perjudican la estabilidad de la resina en el envase y disminuyen el brillo y la rapidez de curado del esmalte final.

1.1.8 Impactos ambientales del proceso de fabricación de resinas urea formaldehído.

Del proceso de fabricación de resinas urea formaldehído tenemos que considerar los siguientes impactos ambientales:

1.1.8.1 Emisiones al aire.

Los gases de CO, CO₂, SO₂, NO_x y material particulado que se eliminan a la atmósfera producto de la combustión en las unidades de generación de energía para la fabricación de resinas urea formaldehído, alquídicas, vinílicas, sintéticas y plásticos, también existe otras emanaciones como el vapor de agua durante el proceso de enfriamiento durante el proceso de fabricación.

1.1.8.2 Contaminación del agua.

Las aguas residuales generadas en el proceso de fabricación de urea formaldehído contienen sustancias orgánicas como solventes (butanol), urea, formaldehído,

subproductos de los procesos de esterificación, y resina, son sustancias orgánicas que aumentan el DBO₅ y DQO⁴ en las aguas residuales.

1.2 AGUAS RESIDUALES.

La contaminación actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas, cuando las poblaciones empezaron a verter sus desechos en ríos y lagos fue cuando las aguas se deterioraron. Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas.

Las aguas residuales contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas.⁵

1.2.1 Aguas residuales urbanas.

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos son:

- a) Aguas negras o fecales
- b) Aguas de lavado doméstico
- c) Aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas
- d) Aguas de lluvia y lixiviados

1.2.2 Aguas residuales industriales.

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de una industria a otra. Los vertidos pueden ser de forma continua, en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial.

⁴ Tecnología de pinturas, Francisco Heras Juan G. Castán, Barcelona, legislación, normalización, medio ambiente y seguridad, págs. 69

⁵ Universidad del Oriente "Tratamiento de aguas blancas y aguas residuales. Pagina 1. 2000.
<http://pdf.rincondelvago.com/aguas-blancas-y-residuales.html>

1.2.3 Tipos de contaminantes.

1.2.3.1 Contaminación física.

Las sustancias que modifican factores físicos pueden ser por sólidos en suspensión (turbidez), color (agentes tensos activos) y temperatura que modifican las características físicas del agua y afectan al hábitat acuático.

1.2.3.2 Contaminación química.

Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos. Otros, generalmente de tipo industrial, introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en deterioro de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general se tiene:

- a) Salinidad
- b) Dureza, alcalinidad
- c) Nutrientes en alta concentración (fosfatos, nitritos)
- d) pH
- e) Metales pesados
- f) Sustancias orgánicas azúcares, almidones, aceites, grasas, hidrocarburos, pesticidas, compuestos clorados, proteínas, fenoles, etc.)
- g) Desoxigenación, etc.

1.2.3.2.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Corresponde a la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia. Se expresa en mg/L. Esta demanda es ejercida por las sustancias carbonadas, nitrogenadas. Es una prueba que reduce a números un fenómeno natural, muy sencillo en teoría, pero en esencia muy complejo. El cálculo se efectúa mediante la determinación del contenido inicial de oxígeno de una muestra dada y lo que queda después de cinco días en otra muestra semejante, conservada en un frasco cerrado a 20°C. La diferencia entre los dos contenidos corresponde a la DBO5.

1.2.3.3 Contaminación por agentes bióticos.

Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua y por lo tanto el balance de especies que pueden subsistir. El aumento de materia orgánica origina el crecimiento de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias. Un aumento de nutrientes provoca el desarrollo de organismos productores, lo que modifica el equilibrio del ecosistema.

1.2.4 Consecuencias que acarrearán los vertidos.

1.2.4.1 Aparición de lodos y flotantes.

Existen en las aguas residuales sólidos en suspensión de gran tamaño que cuando llegan a los cauces naturales pueden dar lugar a la aparición de sedimentos de lodo en el fondo de dichos cauces, alterando seriamente la vida acuática a este nivel, ya que dificultará la transmisión de gases y nutrientes hacia los organismos que viven en el fondo.

Por otra parte, ciertos sólidos, dadas sus características, pueden acumularse en las orillas formando capas de flotantes que resultan desagradables a la vista y además, pueden acumular otro tipo de contaminantes que pueden llevar a efectos más graves.

1.2.4.2 Agotamiento del contenido en oxígeno.

Los organismos acuáticos precisan del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir; Si el consumo de oxígeno es excesivo alcanzarán niveles por debajo del necesario para que se desarrolle la vida acuática, dándose una muerte masiva de seres vivos. Se desprenden malos olores como consecuencia de la aparición de procesos bioquímicos anaerobios, que dan lugar a la formación de compuestos volátiles y gases.

1.2.4.3 Daño a la salud pública.

Los vertidos de efluentes residuales a los alcantarillados y cauces de ríos, pueden fomentar la propagación de virus y bacterias patógenos para el hombre.

1.2.4.4 Eutrofización.

Un aporte elevado de nitrógeno y fósforo en los sistemas acuáticos propicia un desarrollo masivo de los consumidores primarios de estos nutrientes; zooplancton y fitoplancton y plantas superiores. Estas poblaciones acaban superando la capacidad del ecosistema acuático, pudiendo llegar a desaparecer la masa de agua.

1.2.4.5 Otros efectos.

Pueden ser muy variados y van a ser consecuencia de contaminantes muy específica, como valores de pH por encima o por debajo de los límites tolerables, presencia de tóxicos que afecta directamente a los seres vivos, etc.

1.2.5 Depuración de las aguas residuales.

El objetivo de las plantas de tratamiento de aguas residuales es conseguir un efluente aceptable; que originan cambios en la concentración de una sustancia específica:

- a) La reducción al máximo del contaminante y sus efectos.
- b) Asegurando la protección del ambiente y de los seres vivos.
- c) Prever el desarrollo urbano e industrial.

Para poder conseguir estos objetivos, el hombre ha desarrollado distintas tecnologías, que de forma individual o combinada, consiguen una retirada total o parcial de los contaminantes.

1.2.6 Tipos de tratamiento.

Con el transcurso del tiempo los avances de los tratamientos de aguas y aguas residuales han logrado clasificar en tratamientos: preliminar, primario, secundario, terciario, y otros con el fin de tener.

- a) Un mejor entendimiento de los procesos y capacidades inherentes en tratamiento de agua y aguas residuales.

- b) El desarrollo de modelos matemáticos y modelos físicos sencillos o análogos de los mecanismos de tratamiento, y su uso para identificar los componentes básicos del diseño de plantas de tratamiento.
- c) La coordinación de los procedimientos efectivos de tratamiento para obtener el comportamiento deseado de las plantas y la calidad del efluente.

La selección y elaboración de las operaciones unitarias por emplear constituye el diseño del proceso de una planta de tratamiento, Con el objeto de enfocar las combinaciones factibles de las operaciones de tratamientos de aguas se identifica la efectividad de cada operación unitaria por el número de signos (+) hasta un límite de 4 y los efectos adversos con signo (-) y los efectos indirectos se identifican con números junto a los signos que al pie del cuadro se explican.

TABLA 1 1.2.6 – 1 Efectividad de los procesos unitarios.

Atributo (a)	Aireación (b)	Coagulación y sedimentación (c)	Ablandamiento con cal-carbonato y sedimentación (d)	Filtración lenta por arena sin (c) (e)	Filtración rápida por arena precipitada por (c) (f)	Desinfección (cloración y ozonificación) (g)
Bacterias	0	++	+++ (1,2)	+++	++++	++++
Color	0	+++	0	++	++++	0
Turbidez	0	+++	++ (12)	++++ (3)	++++	0
Olor y sabor	++ (4)	+	++ (12)	++	++	++++(5) --(6)
Dureza	+	--(7)	++++ (11)	0	--(7)	0
Corrosividad	++ (8)	--(10)		0	--(10)	0
Hierro y Manganeso	+++	+ (12)	++	++++ (12)	++++ (12)	0

FUENTE

- 1) Cuando se producen valores muy altos de pH por tratamiento con exceso de cal;
- 2) por inclusión en los precipitados; 3) pero los filtros se obstruyen con demasiada rapidez debido a turbideces altas;
- 4) no se incluyen los sabores de cloro fenol;
- 5) cuando se emplea cloración a punto de inflexión cuando se utiliza sobre cloración seguida de des cloración;
- 6) cuando se emplea en presencia de colores y sabores intensos;
- 7) algunos coagulantes convierten los carbonatos en sulfates;
- 8) por remoción del bióxido de carbono;
- 9) por adición de oxígeno cuando éste es bajo;
- 10) algunos coagulantes desprenden bióxido de carbono;
- 11) variable, algunos metales son atacados cuando los valores de pH son altos;
- 12) después de la aireación.

1.2.6.1 Tratamiento preliminar.

Consiste en la eliminación de sólidos de gran tamaño como trapos, maderas, plásticos, piedras, materias inorgánicas que no son susceptibles de ser arrastradas por el agua de los vertidos al drenaje, esta operación no tiene aplicación en nuestro estudio.

1.2.6.2 Tratamiento Primario.

Consiste en la separación de sólidos en suspensión (no retenidos en el tratamiento previo) así como grasas, aceites y espumas, utilizando el concepto de operaciones unitarias a los procedimientos en los que los cambios producidos son esencialmente físicos: homogenización, ajuste de pH, coagulación, floculación, flotación, sedimentación, y la filtración ayudan a la reducción de los sólidos en suspensión, DBO₅, del material flotante y homogenización parcial de los caudales y carga orgánica.

1.2.6.2.1 Homogeneización.

Consiste en el mezclado del residuo líquido con los sólidos en suspensión y así obtener una mezcla uniforme con pequeñas variaciones de pH, las condiciones que afecta a este proceso son: el caudal de trabajo y composición química regular.

1.2.6.2.2 Neutralización o ajuste de "pH".

Uno de los requerimientos más comunes para el tratamiento químico es la neutralización, es decir, la cantidad de base o ácido que es necesario agregarle, para que ésta alcance un cierto valor predeterminado para las etapas posteriores del tratamiento físico-químico de coagulación y floculación. El indicador usado para medir la alcalinidad o la acidez es el pH. En la neutralización de una corriente líquida, uno de los puntos críticos es la determinación de la naturaleza de los iones que causan la acidez o la alcalinidad de la corriente. Esto puede ser hecho en el laboratorio, que es el procedimiento más utilizado.

1.2.6.2.3 Coagulación.

Se lleva a cabo generalmente con la adición de sales de aluminio y hierro. Este proceso es resultado de dos fenómenos:

- a) El primero esencialmente químico, consiste en las reacciones del coagulante con el agua y la formación de especies hidrolizadas con carga positiva. Este proceso depende de la concentración del coagulante y el pH final de la mezcla.
- b) El segundo fundamentalmente físico, consiste en el transporte de especies hidrolizadas para que hagan contacto con las impurezas del agua.

Este proceso es muy rápido, toma desde décimas de segundo hasta cerca de 100 segundos, de acuerdo con las demás características del agua: pH, temperatura, cantidad de partículas, etc.

1.2.6.2.4 Floculación.

Se analiza como un proceso causado por la colisión entre partículas. En ella intervienen, en forma secuencial, tres mecanismos de transporte:

- a) Floculación peri cinética o browniana se debe a la energía térmica del fluido; se realiza dispersando el coagulante en la masa de agua y desestabilizarse las partículas, para que las partículas coloidales de tamaño menor de un micrómetro empiecen a aglutinarse; el movimiento browniano actúa dentro de este rango de tamaño de partículas y forma el micro floculo inicial.
- b) Floculación orto cinética o gradiente de velocidad, se produce en la masa del fluido en movimiento cuando este alcanza el tamaño de un micrómetro empieza a actuar la floculación orto cinética, promoviendo un desarrollo mayor del micro floculo. Estos mecanismos son estudiados en lugares donde la temperatura baja alrededor de cero grados, rango dentro del cual el movimiento browniano se anula y, por consiguiente también lo hace la floculación peri cinética. En este caso, se comprobó que la floculación orto cinética es totalmente ineficiente y no tiene importancia alguna sobre partículas tan pequeñas.

- c) Sedimentación diferencial. Se debe a las partículas grandes, que, al precipitarse, colisionan con las más pequeñas, que van descendiendo lentamente, y ambas se aglomeran.

1.2.6.2.5 Flotación.

Natural o provocada con aire es efectiva en la remoción de aceites suspendidos, dispersos y emulsionados: sin embargo, en los dos últimos casos se hace necesaria la utilización de ciertos compuestos químicos. La mayor desventaja que este proceso presenta es la difícil manipulación de las borras químicas que se generan cuando se utilizan agentes coagulantes.

1.2.6.2.6 Sedimentación.

En algunos casos dejando, simplemente, las aguas residuales un tiempo en grandes tanques o, en el caso de los tratamientos primarios mejorados, añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas quelantes * que hacen más rápida y eficaz la sedimentación. También se incluyen en estos tratamientos la neutralización del pH y la eliminación de contaminantes volátiles como el amoníaco (desorción).

1.2.6.2.7 Filtración.

Consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso, normalmente de arena, en el cual actúan una serie de mecanismos de remoción cuya eficiencia depende de las características de la suspensión (agua más partículas) y del medio poroso.

Este proceso se utiliza como único tratamiento cuando las aguas son muy claras o como proceso final de pulimento en el caso de aguas turbias. Los medios porosos utilizados además de la arena que es el más común son la antracita, el granate, la magnetita, el carbón activado, la cáscara de arroz, la cáscara de coco quemada y molida y también el pelo de coco en el caso de los filtros rápidos. En los filtros lentos lo más efectivo es usar exclusivamente arena; no es recomendable el uso de materiales putrescibles.

1.2.6.3 Tratamiento secundario.

Es la eliminación de sustancias orgánicas y puede consistir en procesos físico – químicos como coagulación, micro tamizado, filtración, oxidación química, adsorción con carbón o procesos biológicos para la eliminación de sólidos y reducir la DBO hasta niveles aceptables, pero estas operaciones representan altos costos.

Esencialmente son los aquellos que degradan la materia orgánica mediante la transferencia de fase mediante la introducción de oxígeno al agua (una transferencia de la fase gaseosa a la fase líquida), o la remoción de bióxido de carbono del agua (una transferencia de la fase líquida a la fase gaseosa).

Las fases principales son tres: gas, líquido y sólido; sin embargo, es posible identificar otras fases como la fase vapor y también reconocer estados específicos, como lo disuelto y coloidal; de las siguientes formas:

- a) Mediante el desarrollo de un modelo matemático.
- b) A través de la construcción o conceptualización de un modelo físico sencillo que produzca la reacción deseada.

1.2.6.3.1 Adsorción mediante carbón activado.

El tratamiento de aguas residuales con características indeseables de olor, turbidez, color, etc. Provenientes de sustancias orgánicas que al poner en contacto con carbón activado en polvo ó granular, se va saturando en forma progresiva el área de contacto; los factores más importantes de afectan al proceso de absorción es la temperatura y pH.

El carbón saturado puede ser regenerado a temperaturas elevadas en el interior de un horno, eliminándose así los compuestos orgánicos adsorbidos

1.2.6.3.2 Oxidación Química.

Es un proceso que se puede llevar a cabo antes e incluso del tratamiento biológico (pre-oxidación). Para continuar la oxidación de sustancias minerales, orgánicas y desinfección, que mejora las características organolépticas de olor, sabor y color.

El agente utilizado es una sustancia química oxidante, cuya acción sobre la materia disuelta está relacionada con la naturaleza química de la misma. La elección del agente oxidante más adecuado depende de diversos factores, especialmente de la naturaleza del agua a tratar y de los contaminantes presentes. Los oxidantes más utilizados son oxígeno, cloro, permanganato de potasio, dióxido de cloro, ozono, radiación ultravioleta y peróxido de hidrógeno.

Aireación. Mediante la exposición del agua al aire o a otras atmósferas bajo presiones normales, incrementadas o disminuidas, es posible desprender o desabsorber los gases, o bien absorberlos o disolverlos.

- a) Por aspersión o burbujeo de oxígeno se logra la desmanganización y desferrización, la remoción de bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y sustancias volátiles olorosas, corrosión y creando condiciones aeróbicas.
- b) La adición de ozono, cloro o bióxido de cloro, mediante torres de ozonización o doradores de gas para desinfección o destrucción de olores.
- c) La remoción de oxígeno por evacuación en desgasificadores para control de corrosión.
- d) La re carbonatación de agua ablandada por cal. El desprendimiento de metano y bióxido de los lodos de aguas residuales que sufren descomposición es también una forma de transferencia de gas. Recíprocamente, la oxigenación del agua para efectuar la des ferrización o des manganización es también una forma de precipitación química.

Reactivo de Fenton. Algunos metales tienen propiedades especiales para la transferencia de grupo oxígeno, lo cual mejora la utilidad del peróxido de hidrógeno como oxidante, el Ion ferroso que cuando se usa junto al peróxido de hidrógeno genera radicales hidroxilos muy reactivos (OH) ayudando a la:

- a) Oxidación de compuestos orgánicos
- b) Reducción de la toxicidad
- c) Reducción de la DQO
- d) Reducción de la DBO₅
- e) Eliminación del olor y color

Ozono. La ozonificación es un proceso químico que tiene como objetivo principal oxidar la materia orgánica presente en la misma así como reducir el contenido de microorganismos presentes en la muestra y se resume en el esquema siguiente:

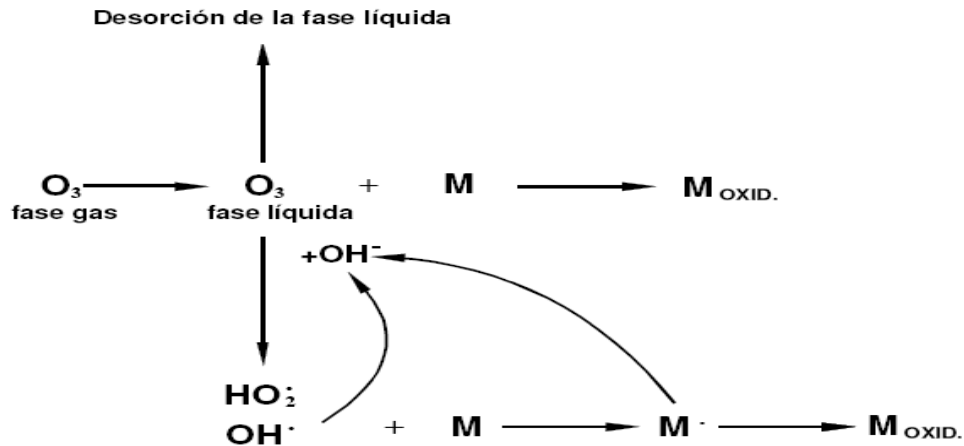


FIGURA 5 1.8.7.3.2-1 Ozonificación.

De acuerdo con dicho esquema durante la ozonificación parte del ozono disuelto reacciona directamente con la materia orgánica en disolución, siendo frecuente tales reacciones directas bastantes lentas. Esto las hace altamente selectivas en general son las reacciones más importantes a tener en cuenta en la ozonación de contaminantes de agua.

Por otra parte y de forma simultánea una fracción importante del ozono descompone antes de reaccionar con los solutos y antes de resorberse. Esta descomposición está catalizada por los iones OH^- y por tanto tiene lugar más rápidamente y en menor extensión con el incremento de pH y conduce a la formación de varias especies muy reactivas y con marcado carácter de oxidante entre las que se destacan los radicales libres hidroxilo OH' e hidróperóxido HO_2' . Esta descomposición puede asimismo ser adicionalmente acelerada por una reacción en cadena típicamente radicalaria en la cual los radicales libres producidos OH' y HO_2' son los que actúan como propagadores de la cadena. Los radicales libres formados pueden reaccionar con la materia orgánica para dar otros radicales libres secundarios M' que también actúan como catalizadores de la descomposición del O_3 o bien conducen a la formación de compuestos finales oxidados.

De todas estas especies intermedias formadas los radicales hidroxilos OH' juegan un papel primordial. Es el oxidante más reactivo en el agua puesto que puede

oxidar fácilmente a todos los tipos de compuestos orgánicos y muchos solutos inorgánicos mediante reacciones de tipo radical.

En segundo lugar en actividad oxidante se encuentran los radicales hidro peróxido HO_2' los cuales pueden disociarse a iones súper óxidos y cuya presencia en la descomposición de ozono esta también demostrada, estos radicales son de más baja reactividad en la iniciación de oxidaciones que los radicales OH' .

Finalmente otros radicales de menor reactividad pueden encontrarse asimismo en estas reacciones que por su menor importancia se omiten. En general todos estos agentes formados durante la ozonación pueden considerarse oxidantes potenciales secundarios o terciarios, que contribuye a los procesos de oxidación iniciados por ozono en agua.

En resumen puede concluirse que la oxidación de la materia orgánica mediante ozono transcurre por dos vías fundamentales: unas reacciones directas por ozono y otras reacciones de tipo radical ario principalmente por radicales OH' . Entre las diferentes aplicaciones del ozono se tiene lo siguiente:

- a) Oxidación de compuestos inorgánicos (Fe_2 , Mn_2 , S_2^-).
- b) Tratamiento y desinfección del agua.
- c) Oxidación de contaminantes orgánicos.
- d) Blanqueante o decolorante (aceite, ceras, harina, marfil, colorantes, vegetales y tinturas)
- e) Concertante (te, tabaco, cuero y madera)

De la diversidad de sus aplicaciones del ozono presenta una serie de ventajas:

- a) Elimina y controla los problemas de olor, sabor y color.
- b) Es un poderoso oxidante y desinfectante más que el cloro.
- c) No forma subproductos halogenados a no ser que exista presencia de bromuros
- d) Requiere una concentración y tiempo de contacto menor para su labor de desinfección.
- e) Su efectividad no está influida por el pH.

Sin embargo también representa algunos inconvenientes a tener en cuenta:

- a) Puede producir subproductos como bromatos, aldehídos y ácidos.
- b) Requiere gran cantidad de energía para su generación así como equipos más costosos
- c) Es muy corrosivo y toxico (puede formar óxido nítrico y ácido nítrico que causan la corrosión de los equipos).
- d) No proporciona residuos en la red.
- e) Desaparece con rapidez de la agua, a pH y temperaturas altas.
- f) Tiene que ser generado in situ.
- g) Altamente perjudicial para la salud humana, si el tiempo de exposición es elevado.

1.2.6.3.3 Tratamiento biológico.

Consiste en un tratamiento con microorganismos aerobios que oxida la materia orgánica a CO₂ y agua y nueva biomasa de microorganismos que forman flóculos que se dejan sedimentar en un tanque de clarificación; estos lodos activados se hace recircular varias veces con el objetivo de la oxidación de la materia biodegradable en el tanque de aireación por lo que es el aire para este proceso mediante la difusión o por tratamiento mecánico.

Los microorganismos se encuentran presentes en los flóculos del lodo activado que contienen partículas orgánicas, inorgánicas, bacterias, hongos, protozoos, etc. Su tamaño varía entre 1 um. Y 1000 um y las células vivas del floculo representan entre el 5 y el 20% del total de bacterias. Estos microorganismos aerobios representan una fracción importante cuyo número varía inversamente al tamaño del floculo puesto que la difusión de O₂ al interior se va viendo más dificultada.

1.2.6.4 Tratamiento terciario.

Cuando la calidad del efluente que proviene del tratamiento secundario no es suficiente para su descarga hacia una corriente receptora, debido a la persistencia de los contaminantes, es necesario someterlo a un tratamiento adicional para la eliminación de la materia orgánica remanente del tratamiento secundario o a la eliminación de elementos no biodegradables como sólidos en suspensión, sales inorgánicas disueltas como las de nitrógeno y fósforo, y nutrientes asociados. En este sentido parecería que este tratamiento sigue al tratamiento secundario

convencional, pero no siempre es el caso, porque algunas operaciones o procesos unitarios del tratamiento secundario, se pueden reemplazar por un sistema de tratamiento terciario que son: adsorción, intercambio iónico, ósmosis inversa, precipitación química, electro diálisis, ultra filtración, destilación, extracción líquido – líquido y congelación.

1.2.6.4.1 Intercambio iónico.

Este proceso es el intercambio de iones entre los elementos presentes en una disolución y los existentes en una fase finamente dividida (0.5 a 1.5 mm. de diámetro), sin alterar la estructura física de la última, denominada cambiador.

Las tierras naturales (silica-aluminio) se utilizan como cambiadores, aunque en la actualidad, casi son exclusivamente resinas orgánicas sintéticas (del tipo di vinil-benceno-estireno), que forman retículos tridimensionales, en los que se fijan los grupos activos. Las resinas son de dos tipos, de acuerdo a los iones a intercambiar: aniónicas y catiónicas.

Existe una amplia variedad de resinas en el mercado por lo que se debe elegir la más adecuada para tratar cada tipo de agua residual de acuerdo a la calidad final que se desea conseguir.

Los cambiadores catiónicos son de los siguientes tipos:

- a) Silico - aluminatos de sodio
- b) Carbones sulfonados
- c) Resinas fenólicas sulfonadas
- d) Poli estírenos sulfonados
- e) Resinas carboxílicas

Los cambiadores aniónicos se clasifican:

Débilmente básicos (tipo poli amina aromáticas) para retener ácidos fuertes libres
Medianamente básicos (tipo poli amina alifática), para retener ácidos débiles, además de los fuertes

Los fuertemente básicos (poli amina alifáticas, aromáticas con función amonio cuaternario, poli estírenos y poli vinil tolúenos con amonio cuaternario), para retener ácidos débiles libres

El proceso de intercambio iónico se realiza en cuatro etapas bien diferenciadas: carga, lavado ascendente, regeneración o elución y lavado descendente.

La operación se efectúa en columnas rellenas con las resinas o el material de intercambio, formando un lecho, a través del cual se hace pasar el agua residual con un caudal constante. El trabajo se realiza a presión, por lo cual debe purgarse previamente el aire.

La aplicación del intercambio iónico es adecuada para el tratamiento de aguas residuales de plantas de recubrimientos metálicos, para eliminar elementos radioactivos y para eliminar compuestos orgánicos de carácter iónico.

1.2.6.4.2 Ósmosis inversa

Es un proceso que hace uso de finas membranas micro porosas para recuperar contaminantes rentables. Este sistema usa presión para conducir el agua a través de la membrana contra la fuerza de la presión osmótica; la presión aplicada excede en magnitud a la presión osmótica natural. Otro proceso usa fuerza eléctrica para conducir los iones a través de una membrana selectiva denominada electro diálisis.

El electro diálisis es un proceso combinado de osmosis inversa y electrolisis para la separación de sales disociadas en electrolitos. Con la aplicación de una fuerza electrostática, los iones se dirigen hacia el electrodo correspondiente pero son interceptados por membranas semipermeables, en las que quedan retenidos.

Las membranas usadas comúnmente en la osmosis inversa están compuestas de acetato de celulosa con un espesor de alrededor de 100 μm . La película contiene aberturas microscópicas que permiten el paso de moléculas de agua pero retiene los sólidos disueltos. El resultado del proceso es una solución concentrada de iones en el lado de la presión de la membrana y agua relativamente libre de iones.

En la osmosis inversa se utiliza diferentes tipos de configuraciones: sistema espiral-aireado, sistema tubular y membranas fibras-agujeros.

Los sistemas espiral-aireado y de fibras-agujeros generalmente proveen de una alta velocidad de flujo, pero son más susceptibles a obstruirse que los sistemas

tubulares y se usan para desmineralizar el agua. Las unidades tubulares son más apropiadas para el tratamiento de aguas residuales, porque la obstrucción de la membrana puede minimizarse por el incremento de la velocidad de flujo a través del tubo

1.2.6.4.3 Ultra filtración.

Esta es una operación físico-química íntimamente ligada a la retro-osmosis. Se basa en la separación, según el tamaño molecular, de los componentes de una solución a través de una membrana de ultra filtración que actúa como tamiz; esto permite el paso del agua y de solutos de bajo peso molecular, reteniendo a los de peso molecular alto.

Se diferencia de la osmosis inversa en que en esta se separa el agua de las moléculas pequeñas, como pueden ser las sales disueltas. Su eficiencia depende de la presión aplicada (que es varias veces mayor que la requerida en la retro-osmosis) que debe ser suficiente como para vencer la resistencia de la membrana.

1.2.6.4.4 Tratamientos más avanzados

Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc.

Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales: para purificar desechos de algunas industrias, especialmente en los países más desarrollados, o en las zonas con escasez de agua que necesitan purificarla para volverla a usar como potable, en las zonas declaradas sensibles (con peligro de eutrofización) en las que los vertidos deben ser bajos en nitrógeno y fósforo, etc.

Se usan microorganismos que se nutren con diversos compuestos de los contaminantes de las aguas que se forman por agregación de microorganismos son separados en forma de lodos.

1.2.7 Estructura legal.



FIGURA 6 1.2.7-1 Esquema de orden jerárquico de leyes manual de constitución.

1.2.7.1 Constitución de la República.

La constitución política del Estado, Capítulo segundo; Derecho del buen vivir; Sección segunda; Ambiente sano en su Art.14 Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

1.2.7.2 Ley.

Código Civil en el Art. 1, Ley es "La declaración de la voluntad soberana que manifestada en la forma prescrita por la Constitución, manda, prohíbe o permite"

LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL. Publicada en el R.O. el 31 de julio de 1999. La presente ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia. Esta ley establece un sistema descentralizado de gestión ambiental a través de la coordinación trans sectorial, la interacción y la cooperación entre los distintos ámbitos, sistema y subsistemas de manejo ambiental, ejercido por el Ministerio del Ambiente que actúa como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

1.2.7.3 Decreto.

Constituyen ciertas normas de Derecho generales y obligatorias encaminadas a obtener el cumplimiento y la ejecución de una ley, son de carácter Legislativo y de carácter Ejecutivo.

Publicada en la Edición Especial No. 2 del R.O. del 31 de marzo del 2003, en el cumplimiento del Decreto Ejecutivo, se expidió el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en cual contiene en el (Libro VI de la calidad ambiental, Anexo 1) Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes recurso agua

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional en lo relativo al recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

1.2.7.4 Reglamentos.

Son dictados por la Función Ejecutiva y las finalidades que persiguen son las de obtener la aplicación, la ejecución de una Ley, los reglamentos no pueden ni deben contener disposiciones que la reformen o deroguen.

1.2.7.5 Acuerdos y Resoluciones.

Constituyen un conjunto de normas que contienen decisiones de mero trámite y que por lo mismo no crean derechos, ni extinguen o dejan sin efecto obligaciones. Tampoco pueden interpretar o derogar una Ley, por lo cual el Art. 140 de la CP señala "las atribuciones del Congreso que no requieran de la expedición de una ley, se ejercerán a través de acuerdos o resoluciones". La RESOLUCIÓN N° 0002-DMA-2008 LA DIRECCION METROPOLITANA AMBIENTAL CONSIDERANDO: Que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito tiene como misión proporcionar el mejoramiento continuo de la calidad de vida de la comunidad, para lo cual aplicará los principios: "Precaución, Reducción en la fuente, Responsabilidad Integral y Quien Contamina Paga".

1.2.7.6 Ordenanzas.

Son normas que en nuestro país las dictan los gobiernos seccionales, (Consejos Municipales, Consejos Provinciales), que tienen relación con el manejo y administración de los asuntos relativos a la parroquias, cantones, ciudades y provincias.

Que, la Ordenanza Metropolitana N° 213 de 10 de Septiembre de 2007 para la codificación del título V, "Del Medio Ambiente", libro segundo, del código municipal para el Distrito Metropolitano de Quito prevé como herramienta de verificación el uso de normas técnicas específicas; Que, el Art. II.381.45 de la Ordenanza Metropolitana N° 213 determina la elaboración de normas técnicas de calidad ambiental y de emisión, descargas y vertidos que optimicen los procesos y permitan contar con la información necesaria para mejorar la gestión ambiental y garantizar la calidad de vida de los habitantes en base en el cumplimiento a las normas vigentes.

TABLA 2 1.2.7.6 -1 Para todos los sectores productivos, exceptuando el sector textil, bebidas gaseosas, embotelladoras y cervecería.

Parámetros	Expresado como	Unidad	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
			Junio 2006 a Mayo 2008	Junio 2008 a Mayo 2010	Junio 2010
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	mg/l	172(A) 122 (C)	146(A) 96 (C)	120(A) 70 (C)
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O	mg/l	344(A) 214 (C)	292(A) 168 (C)	240(A) 123 (C)
Sólidos suspendidos	SS	mg/l	137(A) 92 (C)	116(A) 72 (C)	95(A) 53 (C)
Caudal	Q	l/s	4,5 ^a	4,5 ^a	4,5 ^a

Fuente: Dirección Metropolitana Ambiental, Resolución No 003, Capítulo III. 14 Octubre 2005

Nota. 1. (A) Alcantarillado y (C) Cauce de agua.

2^a Dato referencial para el cálculo de la carga contaminante para descargas líquidas

1.3 DISEÑO POR ETAPAS DEL DESARROLLO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

El diseño comienza con la identificación de las condiciones actuales del agua residual que no puede ser tratada en la planta de tratamientos de aguas residuales.

1.3.1 Etapa I. Estudios preliminares para el diagnóstico.

Se realiza la caracterización del agua residual urea formaldehído para obtener un diagnóstico de las condiciones actuales, por lo que será necesario revisar la información, procesos productivos, infraestructura existente, información básica para establecer un plan de reducción del DQO con los diferentes procesos de oxidación y disposición final del agua residual urea formaldehído.

1.3.2 Etapa II. Estudio de factibilidad.

El resultado de cada proceso utilizado en la etapa anterior nos permitirá seleccionar el proceso más adecuado (aireación), para implementar y obtener

parámetros de diseño de la planta; que incluye la descripción general del proceso y el sitio donde será implementado.

1.3.3 Etapa III. Diseño del sistema de tratamiento.

Se elabora el Diseño detallado del Sistema de Tratamiento que ha sido seleccionado en la Etapa II, el cual deben tenerse los siguientes ítems:

- a) Elaboración de especificaciones técnicas para la construcción del sistema
- b) Selección de equipos requeridos para adecuado funcionamiento del sistema.
- c) Diseño y planos de la unidad de tratamiento seleccionado (sistema batch).

1.3.4 Etapa IV. Construcción y puesta del sistema de tratamiento e instalación de equipos.

Corresponde a la fase constructiva e instalación de equipos que serán utilizados en el sistema de tratamiento.

- a) Verificación del funcionamiento de los equipos, instrumentos y unidades que conforman el sistema.
- b) Ajustes que hay que hacer después del chequeo previo y nuevamente Se verificará el funcionamiento de todo el sistema.
- c) Arranque del sistema de tratamiento.
- d) Entrenar al personal que se designe para operar el sistema.
- e) Elaborar Plan de Mantenimiento preventivo de equipos y accesorios.

CAPÍTULO

II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN PINTURAS CONDÓR S.A.

2.1.1 Aguas residuales que van a la planta de tratamiento.

Las aguas residuales generadas en diferentes procesos son depositadas en una alcantarilla que llega a la planta de tratamiento de aguas residuales.

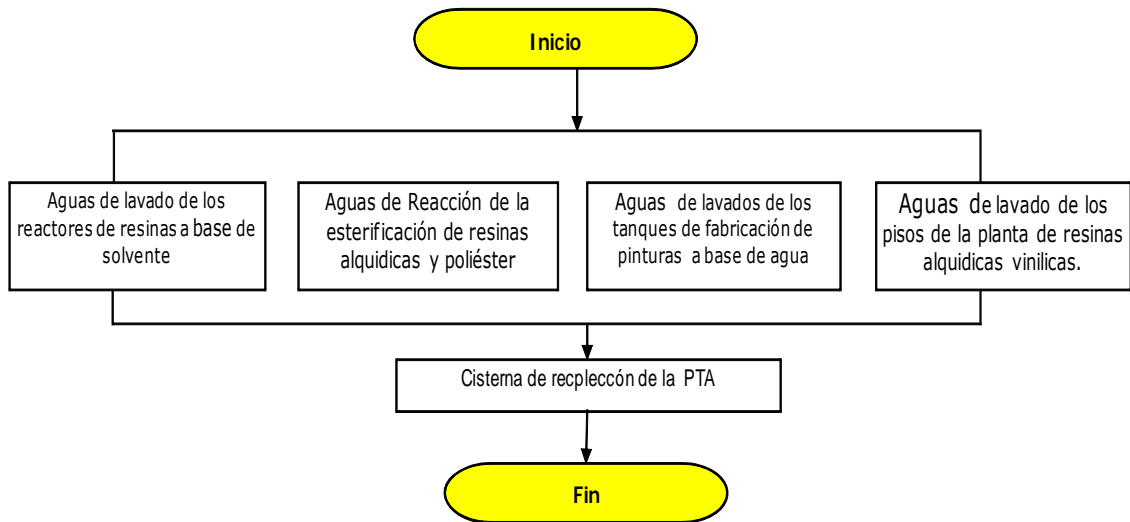


FIGURA 7 2.1.1-1 Diagrama de la generación de aguas residuales que llegan a PTA.

Se puede observar gráficamente el desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales por años.

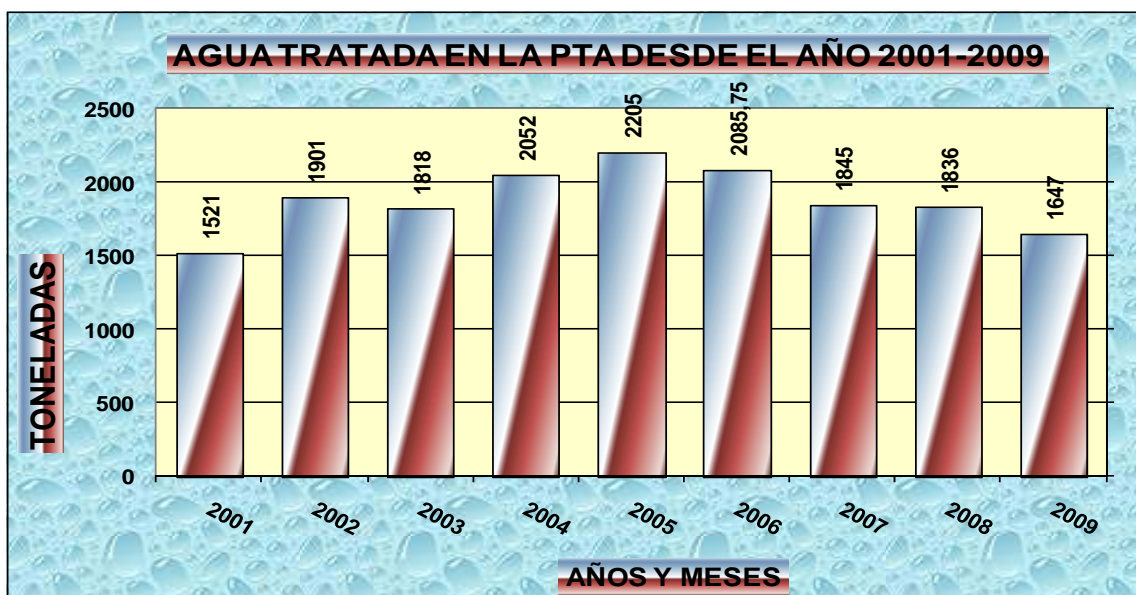


GRÁFICO 1 2.1.1-1 Aguas residuales tratadas en Pinturas Cóndor S.A.

Las aguas residuales después de haber sido tratadas en la planta de tratamiento son descargadas hacia el alcantarillado cumpliendo los parámetros de la ordenanza 213.

2.1.2 Aguas residuales que no van a la planta de tratamiento.

El presente estudio es dirigido a las aguas residuales de resinas de urea formaldehído que son productos secundarios como sólidos disueltos, formaldehído, butanol, productos intermedios, partículas finas del polímero producido del proceso de esterificación y es necesario determinar las características físicas y químicas con el propósito de aplicar una secuencia lógica y condiciones para nuestro tratamiento.

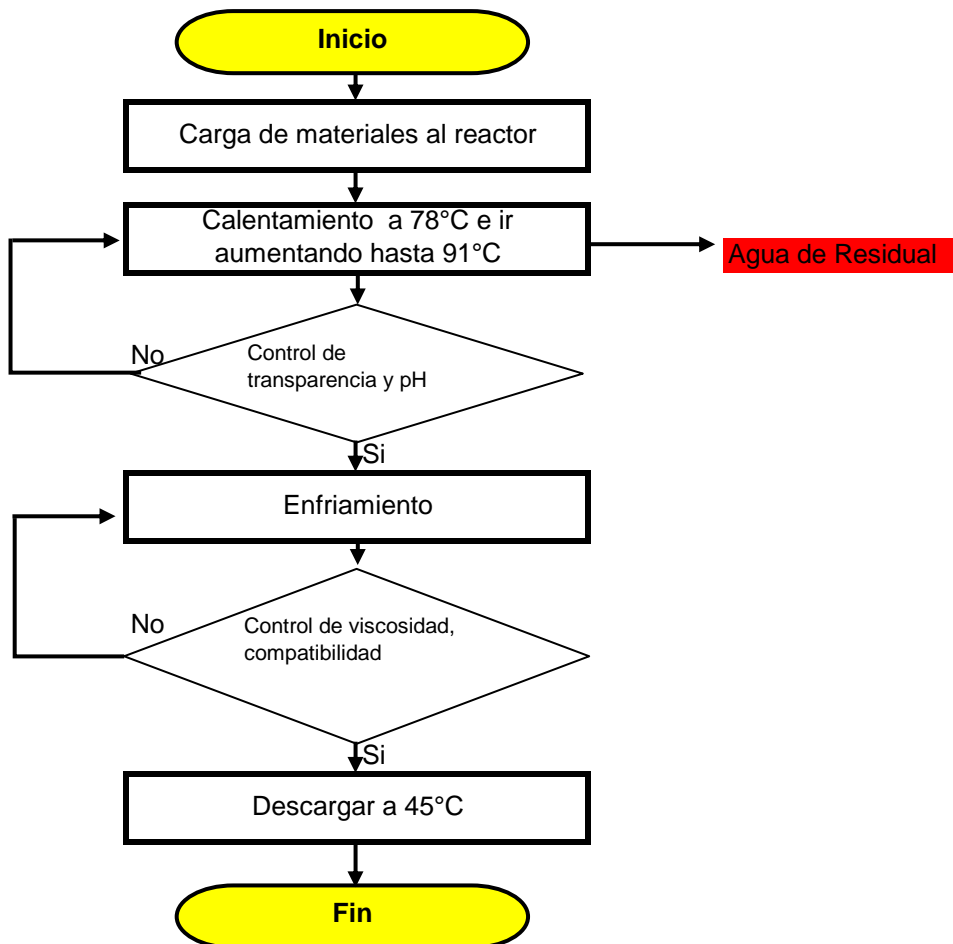


FIGURA 8 2.1.2-1 Diagrama del proceso de fabricación de resina urea formaldehído.

Pinturas Cóndor S.A. utiliza un sistema de trabajo tipo batch, inicia a generar el agua residual en el proceso de la esterificación en estado de vapor que es arrastrado hacia el tanque aseo trópico, se condensa y por efecto de la densidad del (butanol) forma una separación visible en el visor del tanque, se va drenando de acuerdo a su generación tiempo aproximado 30 minutos, todo este proceso de separación de aguas residuales se realiza entre 5 a 6 horas.

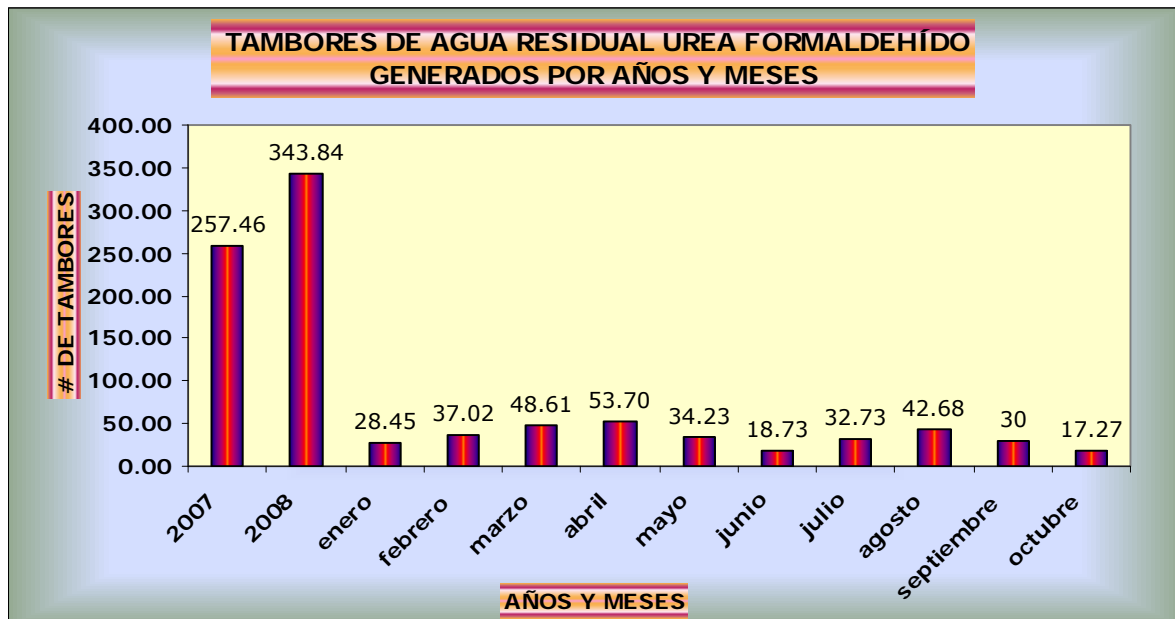


GRÁFICO 2 2.1.2-1 Aguas residuales urea formaldehído en tambores almacenados por años y meses.

2.2 MUESTREO.

Es la obtención de una muestra representativa del objeto de evaluación de la conformidad, de acuerdo con un procedimiento⁶ (ISO 17000).

2.2.1 Descripción del plan de muestreo.

El número de muestras para el monitoreo anual será de al menos uno trimestral, y en su determinación se tomará en cuenta criterios técnicos relacionados con el proceso y tipo de descarga. En caso de flujo discontinuo verificado, cuya frecuencia de descarga esté declarada en el Plan de Manejo Ambiental del regulado, el

⁶ ISO 17025 Planes de Muestreo de Aceptación y procedimientos para la Inspección de materiales a granel. Pagina 7 y 8.
<http://www.indecopi.gob.pe/repositorio/0/0jer/acre01/DirectrizMuestreoproductos.ppdf>

muestreo está sujeto a lo aprobado por la DMA que es una muestra puntual del tanque de recolección (granel):

- Tomar una caneca plástica de 20 litros.
- Usar equipos de Protección personal "Código S". ANEXO 3
- Drenar por la parte inferior 20 litros del agua residual urea formaldehído.
- Tomar una muestra de 5 litros en una caneca plástica e identificar.



FIGURA 9 2.2.1-1 Agua residual urea formaldehído inicial antes del tratamiento.

2.3 METODOLOGÍA.

La investigación se realiza mediante la utilización de técnicas que permiten abordar, ordenar, determinar las variables del problema de investigación con el fin de alcanzar los objetivos propuestos.

2.3.1 Técnicas.

Las técnicas utilizadas son la oxidación y destilación en las aguas residuales:

La oxidación es la reacción que resulta del ataque del oxígeno a cualquier otra sustancia que permite disminuir los contaminantes orgánicos mediante los procesos de Aireación, Ozonificación y Tratamiento con Bacterias BH110 y BH111.

La destilación es la operación de separar, mediante vaporización y re condensación, de los diferentes componentes líquidos orgánicos.

2.3.1.1 Proceso aireación.

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS
Las aguas residuales del proceso de fabricación de resinas de urea formaldehído son productos secundarios con sólidos disueltos, formaldehído, butanol, productos intermedios solubles, partículas finas del polímero producido del proceso de esterificación se pone en contacto con el aire para su oxidación química de los compuestos orgánicos	La oxidación de los compuestos orgánicos del agua residual de urea formaldehído de la siguiente manera:	1. Drenar el agua de la tubería. 2. Coger 5 litros en un recipiente de plástico. 3. Tomar una muestra inicial de 250 ml de agua residual.	1. Equipo de seguridad personal. 2. Mangueras. 3. Recipientes plásticos.	CONCENTRACIÓN $C_1 = \frac{C_2 * V_2}{V_1}$
	a. La aireación de varias muestras con presión de trabajo 0.2PSI con variación de tiempo para disminuir la presencia de compuestos orgánicos	4. Llevar a una campana de extracción el recipiente 5. Instalar la manguera en la red de aire.	4. Papel desechable. 5. Aguas residuales	COLORIMETRITO Reportar el valor obtenido
	b. La determinación del DQO se realizó de varias muestras de las aguas residuales, observando considerables cambios.	6. Colocar la salida del aire en el fondo del recipiente. 7. Abrir válvula 0.2 PSI. 9. Dejar con aireación de acuerdo a cada ensayo.	6. Aire. 7. Pipetas de 2, 10 ml. 9. Pissetas 10. Balones de vidrio de 100 ml.	PROMEDIO $\tilde{X} = \Sigma(Xi) / n$
	c. Las determinaciones del DQO se puede realizar por varios métodos			
	d. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza de la medición y los resultados que se pretendemos alcanzar.	10. Tomar una muestra final de 250 ml de agua residual después del proceso de aireación.	11. Colorímetro DR/700. 12. Probetas de 100 ml. 13. Marcadores.	DESVIACIÓN $S_x = \sqrt{\Sigma(\tilde{X} - Xi)^2 / (n-1)}$
e. En la medición nos permite obtener la información numérica acerca del DQO de las aguas residuales urea formaldehído, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas por la legislación ambiental.	11. Determinar el DQO de las 2 muestras. 12. Repetir este proceso para cada ensayo	14. Reactor Cod 15. Papel aluminio 16. Cinta adhesiva. 17. Viales de DQO	LIMITE SUPERIOR LIMITE INFERIOR $LCS = \bar{X} + 3\sigma$ $LCI = \bar{X} - 3\sigma$	

2.3.1.2 Proceso ozonificación.

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS
Las aguas residuales del proceso de fabricación de resinas de urea formaldehído son productos secundarios con sólidos disueltos, formaldehído, butanol, productos intermedios solubles, partículas finas del polímero producido del proceso de esterificación	La oxidación de los compuestos orgánicos del agua residual de urea formaldehído de la siguiente manera:	1. Drenar el agua de la tubería. 2. Coger 5 litros en un recipiente de plástico.	1. Equipo de seguridad personal. 2. Mangueras. 3. Recipientes plásticos.	CONCENTRACIÓN $C_1 = \frac{C_2 * V_2}{V_1}$
	a. La ozonificación de varias muestras con 500 mg/h con variación de tiempo para disminuir la presencia de compuestos orgánicos	4. Llevar a una campana de extracción el recipiente 5. Instalar la manguera en el ozonizador.	4. Papel desechable. 5. Aguas residuales	COLORIMETRITO Reportar el valor obtenido
	b. La determinación del DQO se realizó de varias muestras de las aguas residuales, observando considerables cambios. c. Las determinaciones del DQO se puede realizar por varios métodos	6. Colocar la salida del ozono en el fondo del recipiente. 7. Prender el equipo. 9. Dejar con ozonificación	6. Ozonizador. 7. Pipetas de 2, 10 ml. 9. Pissetas 10. Balones de vidrio de 100 ml.	PROMEDIO $\bar{X} = \sum(X_i) / n$
	d. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza de la medición y los resultados que se pretendemos alcanzar.	10. Tomar una muestra final de 250 ml de agua residual después del proceso de ozonificación.	11. Colorímetro DR/700. 12. Probetas de 100 ml. 13. Marcadores	DESVIACIÓN $S_x = \sqrt{\sum(\bar{X} - X_i)^2 / (n-1)}$
	e. En la medición nos permite obtener la información numérica acerca del DQO de las aguas residuales urea formaldehído, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas por la legislación ambiental.	11. Determinar el DQO de las 2 muestras. 12. Repetir este proceso para cada ensayo	14. Reactor Cod 15. Papel aluminio 16. Cinta adhesiva. 17. Viales de DQO	LIMITE SUPERIOR / INFERIOR $LCI = \bar{X} - 3\sigma$ $LCS = \bar{X} + 3\sigma$

2.3.1.3 Proceso con bacterias BH110 y BH111

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS
Las aguas residuales son puestas en contacto dentro de un reactor con microorganismos donde se realiza la metabolización de los mismos, convirtiendo en material inerte.	La oxidación de los compuestos orgánicos del agua residual de urea formaldehído de la siguiente manera:	1. Drenar el agua de la tubería. 2. Coger 5 litros en un recipiente de plástico. 3. Tomar una muestra inicial de 250 ml de agua residual.	1. Equipo de seguridad personal. 2. Mangueras. 3. Marcadores	CONCENTRACIÓN $C_1 = \frac{C_2 * V_2}{V_1}$
	a. El tratamiento bacteriano de varias muestras con microorganismos BH110 con variación de condiciones de tiempo, cantidades, dosificación. para disminuir la presencia de compuestos orgánicos	4. Llevar a una campana de extracción el recipiente 5. Instalar la manguera en la red de aire. 6. Colocar la salida del aire en el fondo del recipiente.	4. Papel desechable. 5. Aguas residuales 6. Bacterias BH110. 7. Pipetas de 2, 10 ml.	COLORIMETRITO Reportar el valor obtenido
	b. La determinación del DQO se realizó de varias muestras de las aguas residuales, observando considerables cambios.	7. Pesar las bacterias BH110. 8. Adicionar las bacterias en el recipiente del agua residual (de acuerdo a cada ensayo) 9. Abrir válvula del aire 0.2 PSI.	8. Pissetas 9. Balones de vidrio. 10. Reactor Cod.	PROMEDIO $\tilde{X} = \Sigma(Xi) / n$
	c. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza de la medición y los resultados que se pretendemos alcanzar.	10. Dejar con aireación de acuerdo a cada ensayo. 11. Tomar una muestra final de 250 ml de agua residual después del proceso de aireación.	11. Balanza 12. Colorímetro DR/700. 13. Probetas de 100 ml.	DESVIACIÓN $S_x = \sqrt{\Sigma(\tilde{X} - Xi)^2 / (n-1)}$
	d. En la medición nos permite obtener la información numérica acerca del DQO de las aguas residuales urea formaldehído, magnitudes medibles y conocidas por la legislación ambiental.	12. Determinar el DQO de las 2 muestras. 13. Repetir este proceso para cada ensayo	14. Recipientes plásticos. 15. Papel aluminio 16. Cinta adhesiva. 17. Viales de DQO.	LIMITE SUPERIOR / INFERIOR $LCS = \bar{X} + 3\sigma$ $LCI = \bar{X} - 3\sigma$

2.3.1.4 Proceso destilación.

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS
Las aguas residuales son destiladas para determinar el rango de destilación de los solventes.	La destilación de los compuestos orgánicos del agua residual de urea formaldehído de la siguiente manera:	1. Drenar el agua de la tubería. 2. Coger 5 litros en un recipiente de plástico. 3. Llevar al laboratorio y homogenizar. 4. Medir 100 ml en una probeta y transferir al balón de vidrio	1. Equipo de seguridad personal. 2. Balón de 200 ml , 3. Termómetro,	CONCENTRACIÓN
	a. La destilación de varias muestras en las mismas condiciones de tiempo, temperatura y cantidades nos permitió tener tres fracciones de destilado	5. Armar el equipo que el bulbo del termómetro quede entre la tubuladura lateral y el cuello de balón de vidrio de destilación. 6. Conectar el balón al dispositivo de refrigeración. 7. Colocar la probeta en la parte baja del tubo del condensador para que sirva como receptor del destilado.	4. Probeta. 5. Plancha de calentamiento, 6. Condensador 7. Baño de enfriamiento.	COLORIMETRITO Reportar el valor obtenido
	b. La determinación del DQO se realizó a la muestra inicial, condensado turbio y condensado de destilación final.	8. Calentar el balón en un tiempo total desde la iniciación del calentamiento hasta la primera gota caída dentro del receptor, no debe ser menor de 5 minutos ni mayor de 10 minutos. 9. Registrar la temperatura leída cuando la primera gota del destilado cae dentro del cilindro receptor (Punto inicial de ebullición = IBP).	8. Aguas residuales 9. Thinner de limpieza (mezcla de solventes) 10. Pipetas de 2, 10 ml	PROMEDIO $\bar{X} = \sum(X_i) / n$
	d. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza de la medición y los resultados que se pretendemos alcanzar.	10. Ajustar el calentamiento para continuar la destilación a una rata de 5 a 7 ml por minuto (alrededor de 2 gotas por segundo). 11. Registrar la temperatura y el volumen durante la destilación. 12. Tomar una lectura final cuando el líquido justamente desaparezca en el fondo del balón (Punto final de destilación = DP).	11. Balones de vidrio. 12. Balanza 13. Pissetas 14. Probetas de 100 ml.	DESVIACIÓN $S_x = \sqrt{\sum(\bar{X} - X_i)^2 / (n-1)}$
	e. En la medición nos permite obtener la información numérica acerca del DQO de las aguas residuales urea formaldehído, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas por la legislación ambiental.	13. Tomar una muestra final de 250 ml de agua residual después del proceso de aireación. 14. Determinar el DQO de las 2 muestras. 15. Repetir este proceso para cada ensayo	15. Papel aluminio 16. Cinta adhesiva. 17. Marcadores	LIMITE SUPERIOR / INFERIOR $LCS = \bar{X} + 3\sigma$ $LCI = \bar{X} - 3\sigma$

2.3.1.5 Técnicas estadísticas utilizadas

Media aritmética es la suma de los valores dividido el número de valores y se representa con el símbolo de la variable con una barra encima.

$$\tilde{X} = \Sigma(Xi) / n$$

Desviación estándar nos dice en donde caen los datos en relación a la media, provee una técnica conveniente y efectiva para predecir las mediciones del 68, 95 y 99% de la población. La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza y es óptima es cuando tiende a cero (0).

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

El control estadístico del proceso es fijar límites de control de tres desviaciones estándar por encima de la media y tres desviaciones estándar por debajo de la misma. Esto significa que el 99.7% de las medidas de la muestra estén dentro de estos límites de control (es decir dentro de un intervalo de confianza de del 99.7%). Los límites de control se expresan: límite superior de control (LCS), y límite inferior de control (LCI).

2.3.1.6 Caracterización de las aguas residuales urea formaldehído.

La caracterización de las aguas residuales del proceso de fabricación de resinas urea formaldehído de Pinturas Cóndor S.A. Se realizó en la Universidad Central del Ecuador, en la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemáticas, laboratorio certificado con ISO 17025. **ANEXO 4**

La determinación del pH, DQO y % de Formaldehído de varias muestras del agua residual urea Formaldehído se realizó de acuerdo a los métodos técnicos de la organización.

2.3.1.6.1 Determinación de pH de las aguas residuales urea formaldehído

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS
<p>pH: índice numérico para expresar el grado de acidez o de alcalinidad de las disoluciones. La acidez o alcalinidad de una substancia dependen de la concentración de iones de positivos y negativos determinados en los laboratorios de Pinturas Còndor S.A</p>	Se utiliza este método por el control de las condiciones de trabajo para la determinación del pH del agua residual de urea formaldehído de la siguiente manera:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leer las MSDS antes de manipular los reactivos de los viales de DQO. 2. Calibración del pH-metro. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Según el manual del equipo para la respectiva calibración Tomar referencia la técnica de los dos puntos de calibración. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medidor de pH (Potenciómetro). 2. Vaso de precipitación de 50 ml 	REPORTAR EL VALOR OBTENIDO
	a. El agua residual de urea formaldehído tiene varios contaminantes, para el presente estudio se ha tomado el Ph.	Ejemplo: si se va a medir una solución cuyo pH oscila entre 4-5 calibrar primero con el punto bajo y utilizar el buffer de pH=4 y seguidamente calibrar con el punto alto y utilizar el buffer de pH=7	<ol style="list-style-type: none"> 3. Espátula. 4. Muestra a analizar. (Ver nota 1). 5. Tiner de limpieza . (Ver nota 2) 	PROMEDIO $\bar{X} = \sum(Xi) / n$
	b. La determinación del pH se ha repetido de varias muestras de aguas residuales en las mismas condiciones trabajo con el fin de obtener su repetitividad.	<ol style="list-style-type: none"> 2.2. Después de calibrar el equipo, éste está listo para medir el pH de una muestra. Proceder como sigue. 3. Determinación del pH de una muestra. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Solución Buffer pH 4. 7. Solución Buffer pH 7. 8. Solución Buffer pH 10. 	DESVIACIÓN $S_x = \sqrt{\sum(\bar{X} - Xi)^2 / (n-1)}$
	c. Las determinaciones del pH se puede realizar por varios procedimientos con diferentes.	<ol style="list-style-type: none"> 3.1 Lavar con agua destilada el electrodo del pH-metro. 3.2 Colocar el electrodo y el sensor de temperatura en la muestra. 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Agua destilada 	LIMITE SUPERIOR $LCS = \bar{X} + 3\sigma$
	d. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza la misma y los resultados que se pretendemos alcanzar.	<ol style="list-style-type: none"> 3.3 Agitar la muestra con el electrodo y el sensor de temperatura. 3.4 Tomar la lectura del pH luego de 15 segundos. 		LIMITE INFERIOR $LCI = \bar{X} - 3\sigma$
	e. En la medición nos permite obtener la información numérica acerca del pH de las aguas residuales urea formaldehído, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas por la legislación ambiental.	<ol style="list-style-type: none"> 3.5 Apagar el pH-metro y enjuagar el electrodo con agua destilada. 3.6 Realizar otra determinación con el mismo procedimiento descrito anteriormente. 		

Nota (1): Para muestras líquidas la lectura se realiza directamente. Para muestras sólidas preparar las soluciones de acuerdo a las especificaciones dadas por el proveedor.

Nota (2): Es una mezcla de solventes

2.3.1.6.2 Determinación de formaldehído en las aguas residuales urea formaldehído.

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS
La determinación del % de formaldehído depende de la concentración presente en el agua residual urea formaldehído y se realiza por titulación en los laboratorios de Pinturas Cóndor S.A	Se utiliza este método para la determinación del formaldehído presente en el agua residual de la siguiente manera:	1. Leer las MSDS antes de manipular los reactivos de los viales de DQO. Determinación del formaldehído en un rango del 0-10%.	1. Agua residual. 2. Kit para la determinación de formaldehído	% formaldehído= # de gotas *0.5%
	a. El agua residual urea formaldehído tiene varios contaminantes, para el presente estudio se ha tomado la determinación del formaldehído.	1. Tomar un cuentagotas de plástico y succionar la muestra a ser determinada hasta la marca del 1-ml y trasvasar a la botella de vidrio.	3. Botella de vidrio. 4. Gotero de plástico 5. Agua desmineralizada	PROMEDIO $\bar{X} = \sum(Xi) / n$
	b. La determinación del formaldehído se ha repetido de varias muestras de aguas residuales con el mismo método con el fin de obtener su repetitividad.	2. Agregue el agua desmineralizada hasta la marca de 10-ml y homogenizar. 3. - Cortar con las tijeras por la línea marcada de la almohada de polvo del reactivo y homogenizar hasta disolver completamente.	6. Tijeras 7. Almohadilla de reactivo 8. Acido sulfúrico 1.90N	DESVIACIÓN $S_x = \sqrt{\sum(\bar{X}-Xi)^2 / (n-1)}$
	c. Las determinaciones del formaldehído se puede realizar por otros procedimientos.	4. - Agregue dos gotas de solución de indicador de Timolftaleina a la botella y homogenice durante cinco segundos.	9. Solución de indicador de Timolftaleina	
	d. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza la misma y los resultados que se pretendemos alcanzar.	5. - Verticalmente el cuentagotas de ácido sulfúrico 1.90N agregar gota a gota a la botella de la mezcla y agítese después de que cada gota. Cunte cada gota que se agregue y continúa hasta observar el cambio de color del azul a descolorido.		LIMITE SUPERIOR $LCS = \bar{X} + 3\sigma$
	e. En la medición nos permite obtener la información numérica acerca del % de formaldehído que contiene las aguas residuales, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas por la legislación ambiental.	6. - Cada gota de ácido sulfúrico 1.90N provocaba el cambio colorido es igual a 0.5% formaldehído (el # de las gotas 0.5% =% de formaldehído). Si sólo una gota se necesita provocar el cambio colorido, siga el procedimiento para el 0-0.5% rango.		LIMITE INFERIOR $LCI = \bar{X} - 3\sigma$

2.3.1.6.3 Determinación de DQO de las aguas urea formaldehído.

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS	
Demanda Química de Oxígeno: DQO Equivale a la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en un agua sin la intervención de los organismos vivos.	Se utiliza este método para la determinación del DQO presente en el agua residual de la siguiente manera:	1. Leer las MSDS antes de manipular los reactivos de los viales de DQO. 2. Realizar dilución de la muestra en el balón de vidrio tomando una muestra con la pipeta volumétrica.	1. Equipo de seguridad personal 2. Pipetas de 2, 10 ml 3. Pissetas	REPORTAR EL VALOR OBTENIDO	
	a. El agua residual urea formaldehído tiene varios contaminantes, para el presente estudio se ha tomado la determinación del DQO.	3. Preparar la muestra. Tomar los viales con el reactivo incorporado (solución naranja) y colocar 2 ml de muestra. 4. Preparar el blanco. Tomar los viales con el reactivo incorporado, adicionar 2 ml de agua destilada.	4. Balones de vidrio de 100 ml. 5. Balones de vidrio de 5 litros.		CONCENTRACION $C_1 = \frac{C_2 * V_2}{V_1}$
	b. La determinación del DQO se ha realizado determinado de varias muestras de aguas residuales con el mismo método con el fin de obtener su repetitividad.	5. Incubar en el Reactor Cod durante 2 horas a 150° C. Dejar enfriar. 6. Encender el Colorímetro DR/700 y verificar la longitud de onda seleccionada. Módulo 420nm -----> Lectura 42.07.1 Módulo 610nm -----> Lectura 61.08.1	6. Colorímetro DR/700 7. Recipientes plásticos 8. Probetas de 100 ml.		PROMEDIO $\bar{X} = \sum(X_i) / n$
	c. Las determinaciones de los compuestos organicos se puede realizar por otros procedimientos.	7. Encerar el equipo colocando el adaptador del vial en la celda, introducir el blanco previamente limpio con una toalla. Presionar "zero" y en la pantalla marcará 0.00 mg/l.	9. Reactor Cod 10. Papel aluminio 11. Cinta adhesiva 12. Marcadores		DESVIACIÓN $S_x = \sqrt{\sum(\bar{X} - X_i)^2 / (n-1)}$
	d. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza la misma y los resultados que se pretendemos alcanzar.	8. Leer valores de las muestras en el display del espectrofotometro, introducir la muestra previamente limpio con una toalla. Presionar "Zero" y en la pantalla marcará otro valor mg/l	13. Papel desechable. 14. Aguas residuales de Urea formaldehído.		LIMITE SUPERIOR $LCS = \bar{X} + 3\sigma$
	e. En la medición nos permite obtener la información numérica acerca del DQO que contiene las aguas residuales, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas por la legislación ambiental.	9. Realizar cálculos de la dilución para conocer la concentración real de la muestra inicial aplicar la siguiente ecuación.	15. Viales de DQO		LIMITE INFERIOR $LCI = \bar{X} - 3\sigma$

2.4 DATOS EXPERIMENTALES

2.4.1 Determinación del pH del agua residual de varios lotes.

La determinación del pH de varias muestras de agua residual urea formaldehído se realizó dentro del laboratorio de la plana de resinas.

TABLA 3 2.4.1-1 Determinación de pH de las aguas residuales.

FECHA	# MUESTRA	pH Inicial
19/01/2007	1	4,8
21/01/2007	2	4,7
19/10/2007	3	4,2
22/10/2007	4	3,8
23/10/2007	5	4,3
24/10/2007	6	4,6
28/10/2007	7	3,9
15/11/2007	8	4,5
27/11/2007	9	4,6
04/12/2007	10	4
11/12/2007	11	4,1
21/12/2007	12	4,2
10/01/2008	13	4,9
12/01/2008	14	4,5
14/01/2008	15	4,8
15/01/2008	16	4,6
06/02/2008	17	4,5

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones. Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

Los valores de pH obtenidos en el laboratorio se gráfica para observar su comportamiento de varias muestras de agua residual urea formaldehído.

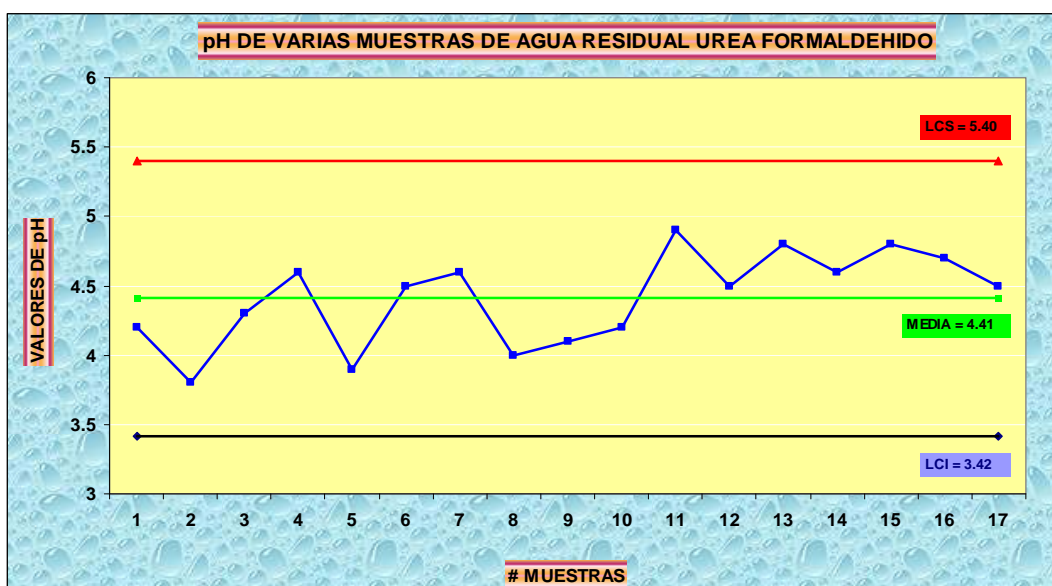


GRÁFICO 3 2.4.1-1 pH de varias muestras de agua residual urea formaldehído.

2.4.2 Determinación del % de formaldehído en el agua residual.

La determinación del % de formaldehído de varias muestras de agua residual urea formaldehído se realizó dentro del laboratorio de la plana de resinas.

TABLA 4 2.4.2-1 Determinación del % de formaldehído de las aguas residuales.

FECHA	# MUESTRA	% Formaldehído
19/01/2007	1	6,5
21/01/2007	2	7,0
19/10/2007	3	8,0
22/10/2007	4	7,5
23/10/2007	5	7,0
24/10/2007	6	6,0
28/10/2007	7	7,5
15/11/2007	8	7,0
27/11/2007	9	6,5
04/12/2007	10	8,0
11/12/2007	11	8,5
21/12/2007	12	7,5
10/01/2008	13	7,0
12/01/2008	14	6,5
14/01/2008	15	7,0
15/01/2008	16	8,0
06/02/2008	17	9,5

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

Los % de formaldehído obtenidos en el laboratorio se gráfica para observar su comportamiento de varias muestras de agua residual urea formaldehído.

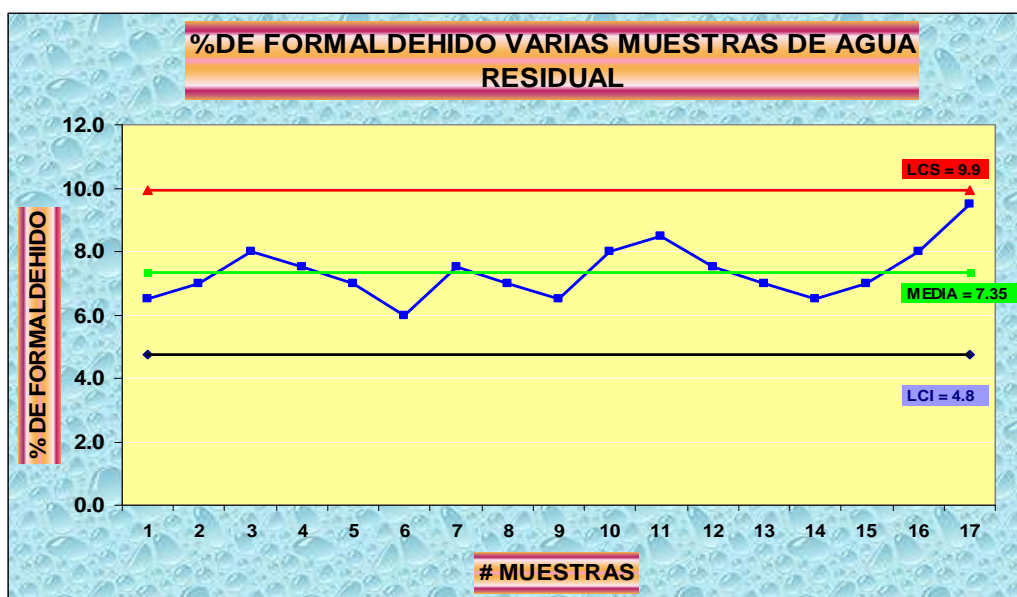


GRÁFICO 4 2.4.2-1 %de formaldehído varias muestras de agua residual

2.4.3 Determinación del DQO de las aguas residuales.

La determinación del DQO de varias muestras de agua residual urea formaldehído se realizó dentro del laboratorio de la plana de resinas.

TABLA 5 2.4.3- 1 Determinación del DQO de las aguas residuales.

FECHA	# MUESTRA	DQO INICIAL (mg/L)
19/01/2007	1	247000
21/01/2007	2	242000
19/10/2007	3	230000
22/10/2007	4	230000
23/10/2007	5	184000
24/10/2007	6	242000
28/10/2007	7	196000
15/11/2007	8	186000
27/11/2007	9	194000
04/12/2007	10	196000
11/12/2007	11	232000
21/12/2007	12	248000
10/01/2008	13	228000
12/01/2008	14	261000
14/01/2008	15	218000
15/01/2008	16	227000
06/02/2008	17	215000

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

2.4.4 Diagnóstico

En la planta de resinas de Pinturas Cóndor S. A. se fabrica resina urea formaldehído, de este proceso se obtiene la resina y el residuo líquido industrial llamada agua de reacción muy corrosivas, tóxicas por la presencia de formaldehído, trazas de solventes, urea, grasas, aceites y productos semi terminados; la presencia de estos materiales en concentraciones considerables hace que tenga altas concentraciones de DQO y DBO₅.

La caracterización por el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador fueron: 350400 mg/L de DQO y 210400 mg/L de DBO₅ y pH 4,0.

La determinación de formaldehído de las aguas residuales fueron entre 6,5 y 9,5 parámetro que no pudo realizar el laboratorio Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador; por tal motivo se realizó en el laboratorio de resinas de nuestra organización.

El agua residual con estas características representa una amenaza para el ambiente si es descargado hacia los afluentes.

Pinturas Cóndor cuenta con un presupuesto anual de \$144000 para esta gestión como parte de su compromiso con la sociedad y el ambiente.

2.4.5 Propuesta.

Una vez que se ha realizado la caracterización del pH, % de formaldehído, DQO en el laboratorio de resinas, desarrollaremos procedimientos e instructivos para reducir el DQO y DBO₅ del agua residual urea formaldehído.

Utilizaremos estrategias de oxidación por medio de la ozonificación, aireación y tratamiento bacteriano en el laboratorio y finalmente poder disponer hacia la planta de tratamiento de aguas de la organización ó reutilizar en la fabricación de pintura a base de agua que cumple con la norma INEN 1544 que regula este tipo de pintura. ANEXO 5.

CAPÍTULO

III

3. DISEÑO DE UN TRATAMIENTO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA FABRICACIÓN DE RESINAS ÚREA FORMALDEHÍDO

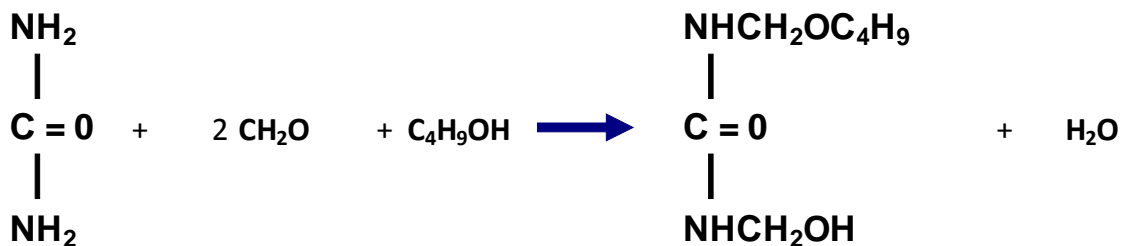
3.1. CÁLCULOS

3.1.1. Cálculo del volumen de agua residual a tratar.

Pinturas Cóndor S.A. fabrica resina urea formaldehído por tipo Bach, el proceso de fabricación de resinas urea formaldehído es de (18 - 22) h, el agua residual resultante de la eterificación se descarga de (5 - 6) h por cada lote.

TABLA 6 3.1.1-1 Materiales para calcular el volumen de agua residual a tratar.

Nombre	Urea	Formaldehído (*)	Butanol	Resina urea formaldehído	Agua de reacción
Pureza (%)	93	91	100	58 - 61	7 - 10 (*)
Pesos (Kg)	2574	1648	3727	6513	1436



$$2574 \text{ Kg } \frac{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}}{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}} * \frac{93 \text{ Kg } \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}}{100 \text{ Kg } \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}} * \frac{1 \text{ mol } \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}}{60 \text{ Kg } \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}} * \frac{2 \text{ mol } \text{CH}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}} * \frac{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{CH}_2\text{O}} * \frac{18 \text{ Kg } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}$$

= 1436 Kg H₂O

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{1436}{0,92}$$

V = 1561 L

Por lo que concluimos que la entrada del volumen de agua inicial corresponde a un 17.95% en cada lote de fabricación de resinas urea formaldehído.

3.1.2 Diseño y construcción del tanque de aireación.

Para encontrar el volumen del tanque de recolección se utiliza el volumen determinado de 1561 litros que se recoge en 6 horas, con estos valores encontramos el valor de caudal.

$$V_{tq} = Q \cdot T_r \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

V_{tq} = Volumen del tanque de recolección del agua residual

Q = Caudal determinado

T_r = Tiempo de recolección del agua residual

$$Q = 0.0723$$

$$T_r = 21600 \text{ s}$$

$$V_{tq} = 0.0723 \cdot 21600$$

$$V_{tq} = 1561 \text{ L}$$

Con el volumen determinado se construirá un tanque de capacidad de 5000 Kg de agua residual con un diámetro de 2.50, altura de 1.85 m, espesor de 9 mm y la altura de 2 m.

3.1.3 Sistema de aireación (inyección de aire)

El proceso de aireación consiste en exponer el agua contaminada al contacto con el aire a presión atmosférica que produce dos resultados: el agua puede disolver cierta cantidad máxima de oxígeno del aire y a su vez liberar otros gases que se encuentran en solución, cualquiera de los dos fenómenos puede contribuir a la remoción de materia orgánica hacia el aire por diferencia de concentraciones en las corrientes.

3.1.3.1 Caracterización de las burbujas de aire y determinación del número de difusores.

Para introducir aire comprimido al agua, se utilizaron difusores que producen burbujas de diámetro promedio de 1 mm en su superficie. A medida que la burbuja asciende hacia la superficie del agua aumenta su volumen debido a que la presión de la columna de líquido disminuye, la presión en Quito es de 540 mm Hg. (0.711 atm); la presión que ejerce la columna de 0.43 m de agua es 31.534 mm Hg. (0.0419 atm), en el fondo del tanque la presión ejercida es de 0.753 atm y la presión en la superficie es 0.711 atm. El aire fue considerado como gas ideal a una presión menor a 1 atm. El volumen será determina mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{4}{3} * \pi r^3 \text{ Ec. 2}$$

$$V = \frac{4}{3} * \pi (0.0005)^3$$

$$V = 5,235 \times 10^{-10} \text{ m}^3$$

Para el cálculo del número de moles de aire utilizaremos la ecuación general de los gases. Dentro de una burbuja de aire de 1mm de diámetro es:

$$n = \frac{PV}{RT} \text{ Ec. 3}$$

$$n = \frac{0,753 * 5,235 * 10^{-10}}{0,082 * 289,15}$$

$$n = 1,663 \times 10^{-11} \text{ K mol}$$

El volumen de una burbuja en la superficie del agua es:

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V = \frac{1,663^{-11} * 0,082 * 289,15}{0,753}$$

$$V = 5,544 \times 10^{-10} \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen promedio de la burbuja es de $5.39 \times 10^{-10} \text{ m}^3$, entre el fondo y la superficie del tanque nos permite calcular el radio y el área superficial promedio de la burbuja, así:

$$V = \frac{4}{3} * \pi * r^3$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 V}{4 \pi}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 * 5,39 * 10^{-10} - 3}{4 * 3,1416}}$$

$$r = 5,049 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\phi = 2 * r \quad \text{Ec. 4}$$

$$d = 5,049 \times 10^{-4} \times 2$$

$$d = 1,0098 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$A = 4\pi r^2 \quad \text{Ec.5}$$

$$A = 4\pi(5,049 \times 10^{-4})^2$$

$$A = 3,202 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Las características de las burbujas producidas se resumen a continuación:

- Área Superficial media (m^2) $3,202 \times 10^{-6}$
- Volumen medio (m^3) $5,390 \times 10^{-10}$
- Velocidad de Ascenso⁷ ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$) 0,3048

El tiempo de ascenso que toma una burbuja en ascender los 0.43 m es:

⁷ Acosta Juan Carlos, "Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para una embotelladora" pág. 84.

$$T_a = \frac{h}{v_a} \quad \text{Ec.6}$$

Dónde:

T_a = Tiempo de ascenso

h = altura del agua en el tanque de recolección

v_a = Velocidad de Ascenso

$$T_a = \frac{0,43}{0,3048}$$

$$T_a = 1,411 \text{ s}$$

En un difusor de 1 mm de diámetro, el rango máximo de flujo volumétrico en condiciones estándar (15.5°C y 1 atm) es de 40 pies³/min $(0,0188 \frac{m^3}{s})$ ⁸. El flujo Volumétrico (v) en la superficie del tanque puede ser calculado de la siguiente manera:

$$(1) \times (0,018) = n(0,0802) \times (288,70)$$

$$n = 7,973 \times 10^{-4} \frac{Kkmol}{s}$$

El flujo volumétrico en el fondo del tanque:

$$(0,753) * v = (7,973 \times 10^{-4}) * (0,0802) * (289,15)$$

$$v = 2,51 \times 10^{-2} \frac{m^3}{s}$$

En la superficie del tanque:

$$(0,711) * v = (7,973 \times 10^{-4}) * (0,0802) * (289,15)$$

⁸ Guzmán Beckmann Liliana "Análisis técnico y económico del proceso para tratamiento y recirculación del agua utilizada en la cría intensiva de truchas" pág. 117.

$$v = 2,658 \times 10^{-2} \frac{m^3}{s}$$

El flujo volumétrico promedio es:

$$v = 2,58 \times 10^{-2} \frac{m^3}{s}$$

El volumen que ocupa el aire en la columna de burbujas es:

$$v = 2,58 \times 10^{-2} * 1.411$$

$$v = 0,036 \text{ m}^3$$

El número de difusores necesarios para la aireación de 1,436 m³/día, es:

$$\text{Numero de difusores} = \frac{1,436}{0,036}$$

$$\text{Número de difusores} = 39,28$$

El número de burbujas en la columna de aire es:

$$\text{No. Burbujas Aire} = \frac{1,436}{5,390 \times 10^{-10}}$$

$$\text{No. Burbujas Aire} = 2,66 \times 10^{10} \text{ burbujas}$$

El área total inter facial de la columna de aire se calcula con el número de burbujas y el área inter facial de cada burbuja, así:

$$\text{Area Interfacia l total} = 2,66 \times 10^{10} * 3,202 \times 10^{-6}$$

$$\text{Área Inter facial Total} = 8530,75 \text{ m}^2$$

Área Inter facial Total para el Oxígeno = $213,87 \text{ m}^2 * 0.21 = 1791.46 \text{ m}^2$

3.1.4 Cálculo de transferencia de masa.

La Ecuación permite el cálculo del coeficiente de transferencia de masa global para el caso de burbujas de gas que asciende a través de un líquido que absorbe el gas:

$$K_L = \sqrt{\frac{D_{AB}}{\pi\theta}} \quad \text{Ec.7}$$

Dónde:

θ = Tiempo que requiere la burbuja para ascender es 1.411 seg y la difusividad del butanol es $D_{AB} = 9,7 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$, Por lo tanto, el coeficiente de transferencia de

masa será:

$$K_L = \sqrt{\frac{9,7 \times 10^{-6}}{\pi(1,411)}}$$

$$K_L = 1,48 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

3.1.5 Cálculo del tiempo de residencia del aire con la muestra.

Considerando la concentración promedio del DQO 222118 mg/l a una presión de 0.711 atm y 16°C de los resultados de los análisis y suponiendo una concentración final es de 294 mg/l, según la Ordenanza 213 con una disminución del 50% por día se obtendrá el tiempo de residencia mediante la siguiente ecuación:

$$\ln \left[\frac{(C_A^* - C_{ALo})}{(C_A^* - C_{ALf})} \right] = KL \frac{A}{V} * t \quad \text{Ec.8}$$

Reemplazando los datos, se tiene:

$$\ln \left[\frac{(222118 - 294)}{(222118 - 108838)} \right] = (1,48 \times 10^{-3}) \left(\frac{1791,46}{1,436} \right) * t$$

$$t = 0,364 \text{ seg}$$

3.1.6 Cálculo de la potencia del compresor:

El calor molar del aire, tomando como temperatura promedio del aire en planta de 16 °C (289.15 K), se calcula con la Ecuación [9]

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 \quad \text{Ec.9}$$

$$C_p = 6,216 + (2,8076 \times 10^{-3})(289,15) - (0,55953 \times 10^{-6})(289,15)^2 - (0,13431 \times 10^{-9})(289,15)^3$$

$$C_p = 6,978 \frac{\text{cal}}{\text{molK}}$$

Para el Nitrógeno:

$$C_p = 6,524 + (1,25 \times 10^{-3})(289,15) - (1 \times 10^{-6})(289,15)^2$$

$$C_p = 6,802 \frac{\text{cal}}{\text{molK}}$$

El C_p del aire, tomando en cuenta que está formado por el 21% de oxígeno y 79% de nitrógeno, es:

$$C_{p \text{ AIRE}} = 0,21 \times C_{p \text{ OXIGENO}} + 0,79 C_{p \text{ NITROGENO}}$$

$$C_{p \text{ AIRE}} = 7,02 \frac{\text{cal}}{\text{molK}}$$

Se utiliza la Ecuación [10] para el cálculo del trabajo del compresor:

$$W = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(\frac{RT_1}{M_w} \right) \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right) \quad \text{Ec.10}$$

Dónde:

P_2 = Presión a la salida del compresor (0.753 atm)

P_1 = Presión a la entrada del compresor (0.711 atm)

M_w = Peso molecular del aire (29 g/mol)

$$K = \frac{Cp_{AIRE}}{Cp_{AIRE} - R} \quad \text{Ec. 11}$$

R = constante de los gases ideales (1.987 cal/mol K). Reemplazando los datos, se tiene:

$$W = \left(\frac{1,409}{1,409 - 1} \right) \left(\frac{1,987 * 289,15}{29} \right) \left(\left(\frac{0,753}{0,711} \right)^{\frac{1,409-1}{1,409}} - 1 \right)$$

$$W = 1,147 \frac{cal}{g}$$

$$W = 4,80 \frac{J}{s}$$

$$Potencia = 4,8 * 29 * 0,7973 * 37$$

$$Potencia = 4105,79 \frac{J}{s}$$

$$Potencia = 5,4hP$$

Se incluye a la potencia calculada el factor de seguridad del 10%

$$Potencia = 5,4 * 0,10$$

$$Potencia = 5,94Hp$$

$$Potencia = 6Hp$$

El estudio del proceso de aireación se realizó utilizando el compresor de la empresa de 120hP, y con el tanque de recolección de agua residual.

3.1.7 Cálculo del DQO del agua residual después del proceso de aireación, ozonificación, bacterias BH110, BH111 y destilación.

La entrada del agua residual está compuesta de un 7% de formaldehído y de un 12% de butanol, alcohol primario que se oxida fácilmente, formando aldehídos, cetonas, anhídrido carbónico después del procesos de aireación.

$$E = S$$

AGUA	FORMOL	BUTANOL	OXIGENO	
H ₂ O	+ 2,0 CH ₂ O	+ C ₄ H ₉ OH	+ 2,0 O ₂	AIREACION 24 HORAS A 2,5CFM →
100,0 % 1436,0 Kg	7,0 % 100,5 Kg	12,0 % 172,3 Kg	21,0 % 21,4 Kg	
0,9 Kg/m ³ 1560,9 m ³			1,2 Kg/m ³	
1560,9 m ³	100,5	172,3	21,4	→

La salida del agua residual está compuesta de un 7% de formaldehído y existe una disminución de un 14% del butanol inicial.

AGUA	FORMOL	BUTANOL	OXIGENO	ANHIDRIDO CARBONICO
H ₂ O	+ 2,0 CH ₂ O	+ C ₄ H ₉ OH	+ O ₂	+ CO ₂
		86,0 % 148,2 Kg	51,3 % 11,0 Kg	
	7,0 % 100,5 Kg	14,0 % 24,1 Kg	48,7 % 10,4 Kg	14,3 Kg
1551,9 m ³ 1560,9 m ³	100,5	172,3	21,4	1,6 Kg/m ³ 9,0 m ³

3.1.7.1 DQO del agua residual inicial.

$$V_1 * C_1 = C_2 * V_2 \quad \text{Ec. 12}$$

Dónde:

C₁ = Concentración inicial en mg/L

V₁ = Volumen inicial en ml.

C₂ = Concentración final en mg/l. de la lectura del espectrofotómetro

V₂ = Volumen final en ml.

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$C_2 = 204 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$C_1 = \frac{100 * 204}{0,1}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ mL}$$

$$C_1 = ?$$

$$C_1 = 204000 \text{ mL}$$

3.1.7.2 DQO del agua residual final después del proceso de aireación.

$$V_1 * C_1 = C_2 * V_2$$

Dónde:

C_1 = Concentración inicial en mg/L

V_1 = Volumen inicial en mL.

C_2 = Concentración final en mg/l. de la lectura del espectrofotómetro

V_2 = Volumen final en mL.

$$V_2 = 0,1 \text{ mL}$$

$$C_2 = ?$$

$$C_2 = \frac{100 * 179}{0,1}$$

$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

$$C_2 = 179 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$C_2 = 179000 \text{ mL}$$

3.1.7.3 % DQO eliminado después del proceso de aireación.

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} * 100\% \quad \text{Ec. 13}$$

Dónde:

C_1 = Concentración inicial en mg/L.

C_2 = Concentración final en mg/L.

E = % Eliminado después del proceso de aireación

$$E = \frac{(204000 - 179000)}{204000} * 100$$

$$E = 12,25\%$$

3.2 RESULTADOS

3.2.1 Resultados del proceso de aireación.

Se realiza el proceso de aireación de varias muestras con presión de trabajo 0.2PSI con variación de tiempo para disminuir la presencia de compuestos orgánicos.

TABLA 7 3.2.1-1 DQO eliminado después del proceso de aireación.

# MUESTRAS	DQO INICIAL	DQO FINAL	DQO ELIMINADO
1	204000	179000	25000
2	232000	196000	36000
3	184000	138000	46000
4	261000	201000	60000
5	248000	174000	74000
6	288000	196000	92000
7	215000	116000	99000

RESULTADOS	DQO (mg/l) ANTES	DQO (mg/l) DESPUÉS
Valor máximo	288000	201000
Valor mínimo	184000	116000
Media	233143	171429
Desviación típica	35592	32495
LCS	339920	268915
LCI	126366	73942

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

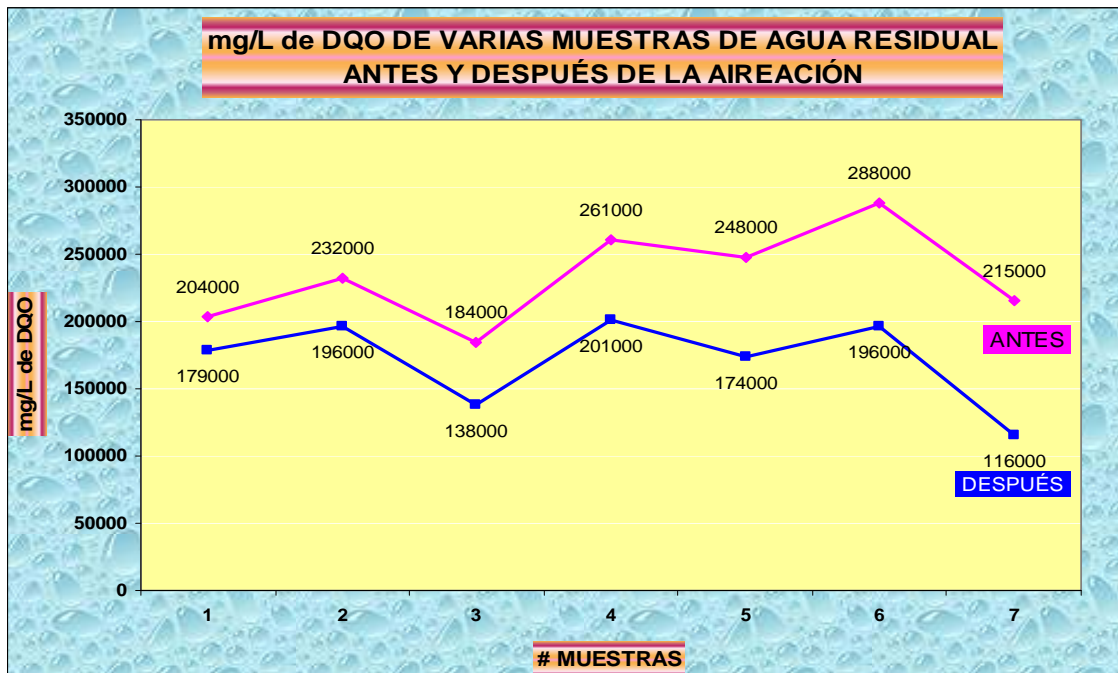


GRÁFICO 5 3.2.1-1 DQO del agua residual antes y después del proceso de aireación.

3.2.2 Resultados del proceso de ozonificación.

Se realiza el proceso de la ozonificación de varias muestras con 500 mg/h de ozono con variación de tiempo para disminuir la presencia de compuestos orgánicos.

TABLA 8 3.2.2-1 DQO eliminado después del proceso de ozonificación.

# MUESTRAS	DQO INICIAL	DQO FINAL	DQO ELIMINADO
1	247000	234000	13000
2	242000	232000	10000
3	247000	227000	20000
4	242000	225000	17000
5	247000	215000	32000
6	230000	211000	19000
7	242000	217000	25000
8	230000	198000	32000
9	242000	183000	59000
10	232000	149000	83000
11	230000	172000	70000
12	230000	155000	77000
13	242000	159000	83000
14	248000	123000	125000
15	261000	182000	79000
16	227000	155000	72000
17	228000	142000	86000
18	215000	80000	135000

RESULTADOS	DQO (mg/l) ANTES	DQO (mg/l) DESPUÉS
Valor máximo	261000	234000
Valor mínimo	215000	80000
Media	237889	181056
Desviación típica	10830	42796
LCS	270378	309442
LCI	205400	52669

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

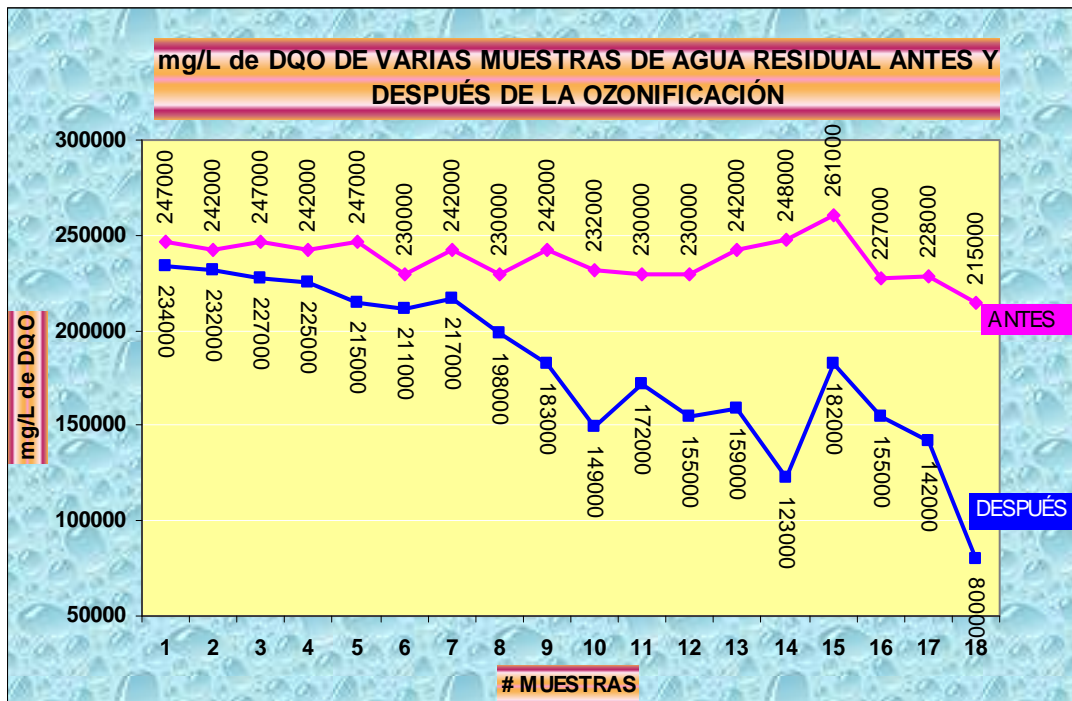


GRÁFICO 6 3.2.2-1 DQO del agua residual antes y después del proceso de ozonificación.

3.2.3. Proceso con bacterias

Se realiza el tratamiento bacteriano de varias muestras de agua residual urea formaldehído con dos tipos de micro organismos BH110 y BH111 con variación de condiciones de tiempo, cantidades y dosificación.

3.2.3.1 Proceso con bacterias BH110.

Se realiza el tratamiento bacteriano de varias muestras de agua residual urea formaldehído con micro organismos BH110 dosificando por días y todo al inicio.

TABLA 9 3.2.3.1-1 DQO eliminado con bacterias BH110 dosificadas por días.

# MUESTRAS	DQO inicial	DQO final	DQO ELIMINADO
1	232000	189000	43000
2	215000	121000	94000
3	194000	116000	78000
4	196000	115000	81000
5	261000	114000	147000
6	215000	112000	103000

RESULTADOS	DQO ELIMINADO
Valor máximo	147000
Valor mínimo	43000
Media	91000
Desviación típica	40078
LCS	211240
LCI	-29234

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

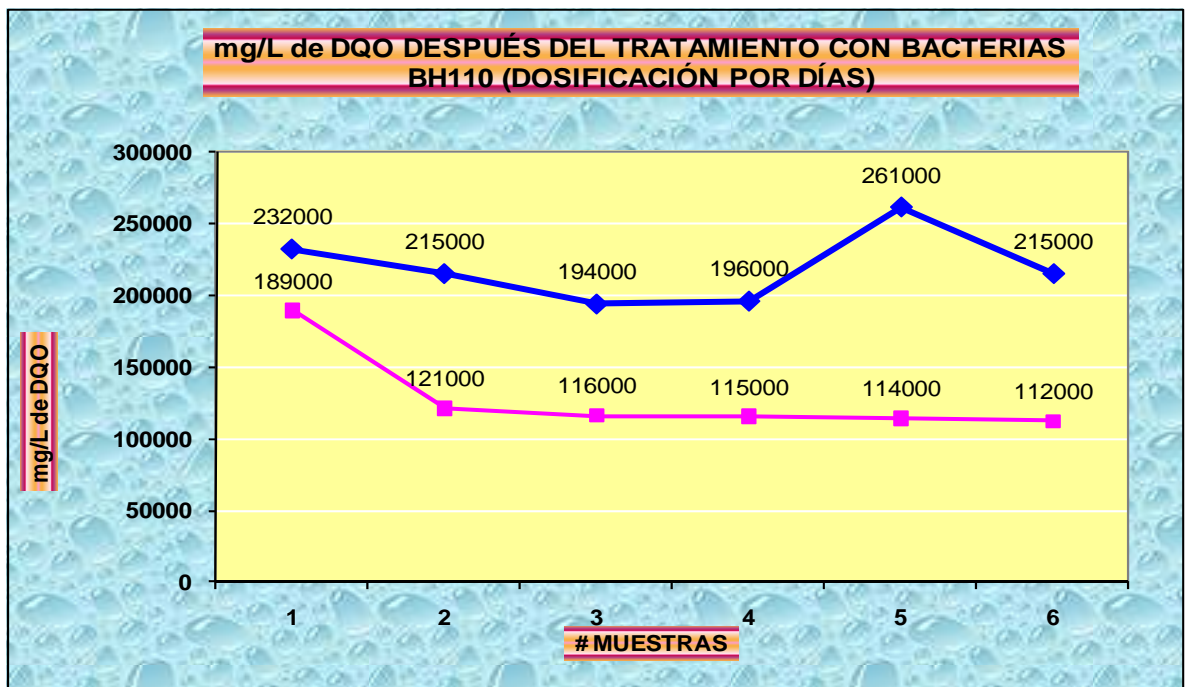


GRÁFICO 7 3.2.3-1 DQO eliminado con bacterias BH110 dosificadas por días.

TABLA 10 3.2.3.1-2 DQO eliminado con bacterias BH110 dosificación todo al inicio.

# MUESTRAS	DQO inicial	DQO final	DQO ELIMINADO	RESULTADOS	DQO ELIMINADO
1	242000	172000	70000	Valor máximo	70000,0
2	227000	206000	21000	Valor mínimo	21000,0
3	227000	197000	30000	Media	41000,0
4	227000	191000	36000	Desviación típica	17,3
5	227000	198000	29000	LCS	41052,0
6	261000	201000	60000	LCI	40948,0

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

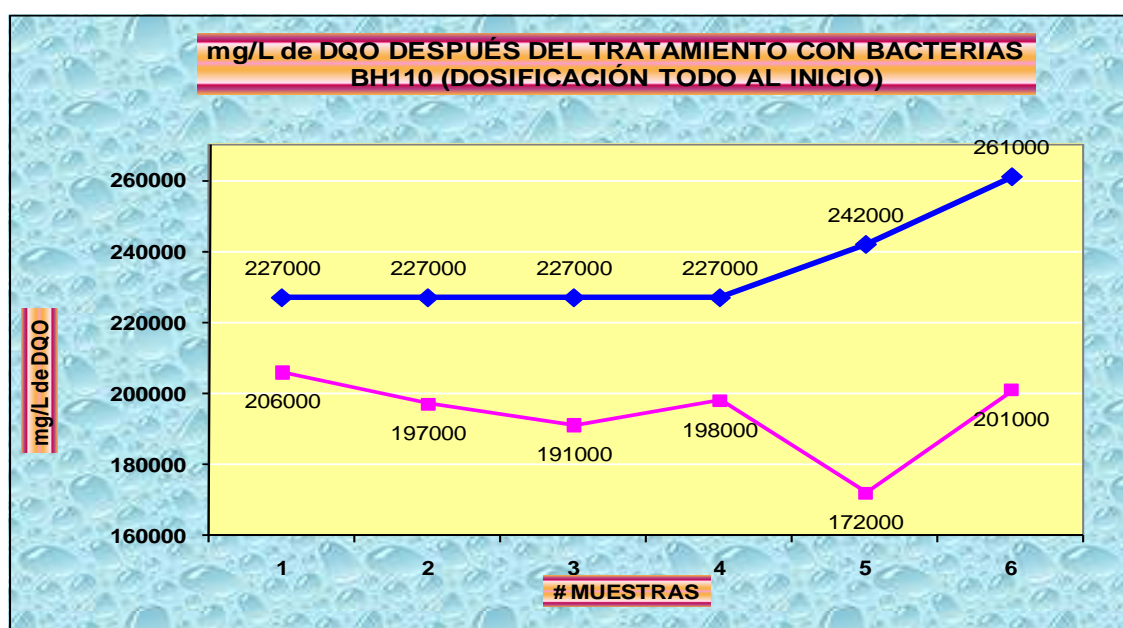


GRÁFICO 8 3.2.3.1-2 DQO eliminado con bacterias BH110 dosificación todo al inicio.

3.2.3.2 Proceso con bacterias BH111.

TABLA 11 3.2.3.2-1 DQO eliminado con bacterias BH111 dosificado por días.

# MUESTRAS	DQO inicial	DQO final	DQO ELIMINADO	RESULTADOS	DQO ELIMINADO
1	196000	119000	77000	Valor máximo	123000
2	215000	124000	91000	Valor mínimo	77000
3	194000	97000	97000	Media	96667
4	196000	108000	88000	Desviación típica	15756
5	215000	92000	123000	LCS	143936
6	232000	128000	104000	LCI	49397

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

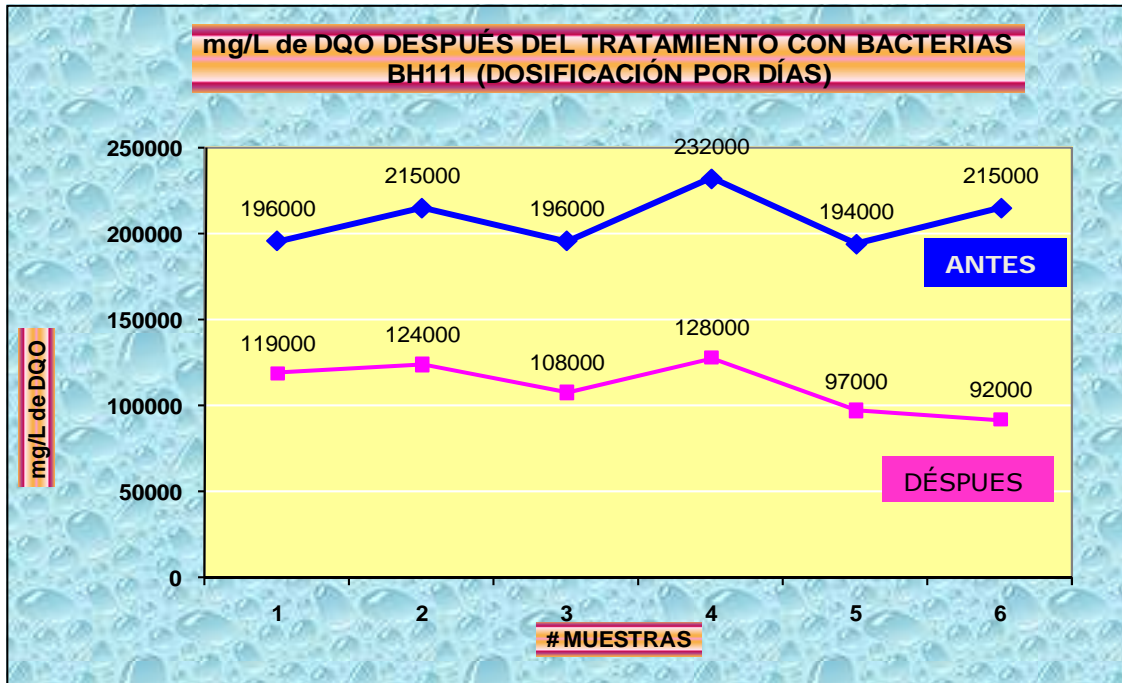


GRÁFICO 9 3.2.3.2-1 DQO eliminado con bacterias BH111 dosificado por días.

TABLA 12 3.2.3.2-2 DQO eliminado con bacterias BH111 dosificado todo al inicio.

# MUESTRAS	DQO inicial	DQO final	DQO ELIMINADO	RESULTADOS	DQO ELIMINADO
1	196000	167000	29000	Valor máximo	78000
2	261000	201000	60000	Valor mínimo	22000
3	227000	195000	32000	Media	48636
4	227000	205000	22000	Desviación típica	16391
5	242000	184000	58000	LCS	97808
6	196000	145000	51000	LCI	-536
7	218000	170000	48000		
8	227000	177000	50000		
9	261000	183000	78000		
10	186000	142000	44000		
11	196000	133000	63000		

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

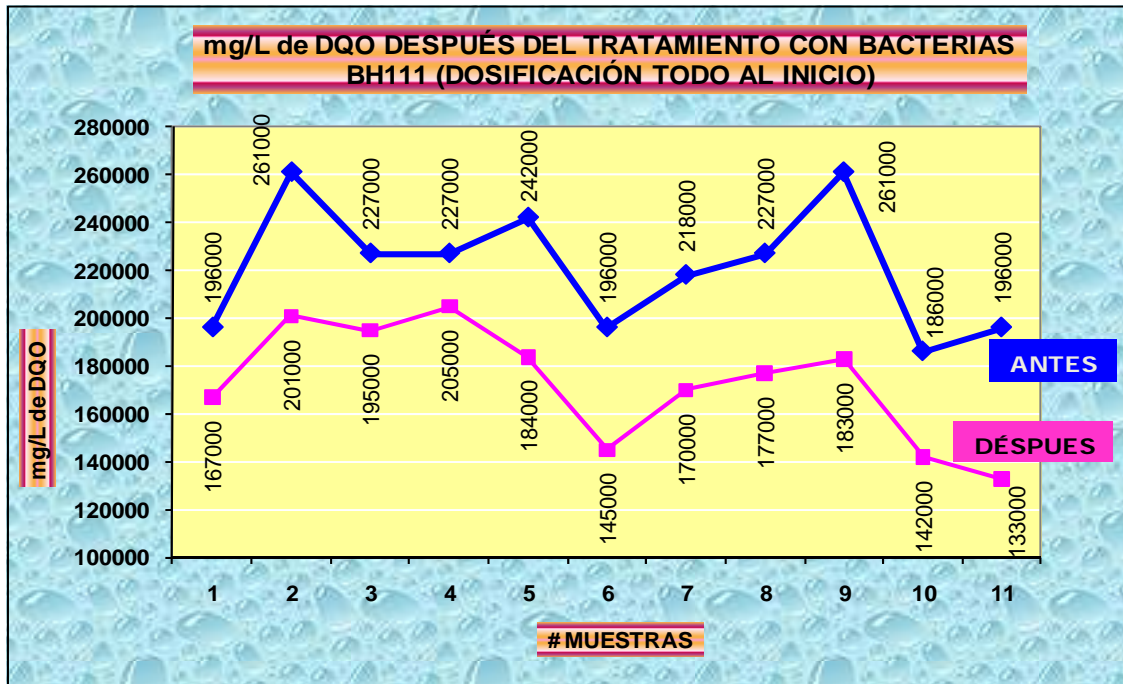


GRÁFICO 10 3.2.3.2-2 DQO eliminado con bacterias BH111 dosificado todo al inicio.

3.2.4 Proceso de destilación

El proceso de la destilación se realiza de varias muestras en las mismas condiciones de tiempo, temperatura y cantidades; obteniendo tres fracciones de destilado

TABLA 13 3.2.4-1 DQO eliminado después del proceso de destilación del agua residual.

# MUESTRAS	DQO INICIAL	DQO FASE DESTILADA	DQO ELIMINADO	RESULTADOS	DQO ELIMINADO
1	365000	171000	194000	Valor máximo	214000
2	365000	192500	172500	Valor mínimo	172500
3	365000	182500	182500	Media	194000
4	404000	197000	207000	Desviación típica	17055
5	404000	190000	214000	LCS	245165
				LCI	142835

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.



GRÁFICO 11 3.2.4-1 DQO de varias muestras después del proceso de destilación.

3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En pinturas Cóndor S. A. se fabrica la resina urea formaldehído tipo batch o por lote; de este proceso se tiene como resultado el agua residual que fue tratada mediante el proceso de aireación, ozonificación, tratamiento bacteriano con bacterias BH110, BH111, destilación y reutilización de las aguas residuales en la fabricación de pintura a base de agua.

3.3.1 Proceso de aireación

Finalizado el proceso de aireación de varias muestras se tiene una disminución de un 13.8% a las 24 horas y de un 46,05% a las 120 horas del DQO; la disminución continuara si mantenemos el agua residual con aireación por mayor tiempo como se observa en la tabla y en el gráfico.

TABLA 14 3.3.1-1 % DE DQO eliminado después del proceso de aireación

TIEMPO EN HORAS	% PROMEDIO DE ELIMINACIÓN DE DQO
24	13.89
48	25.94
120	46.05

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

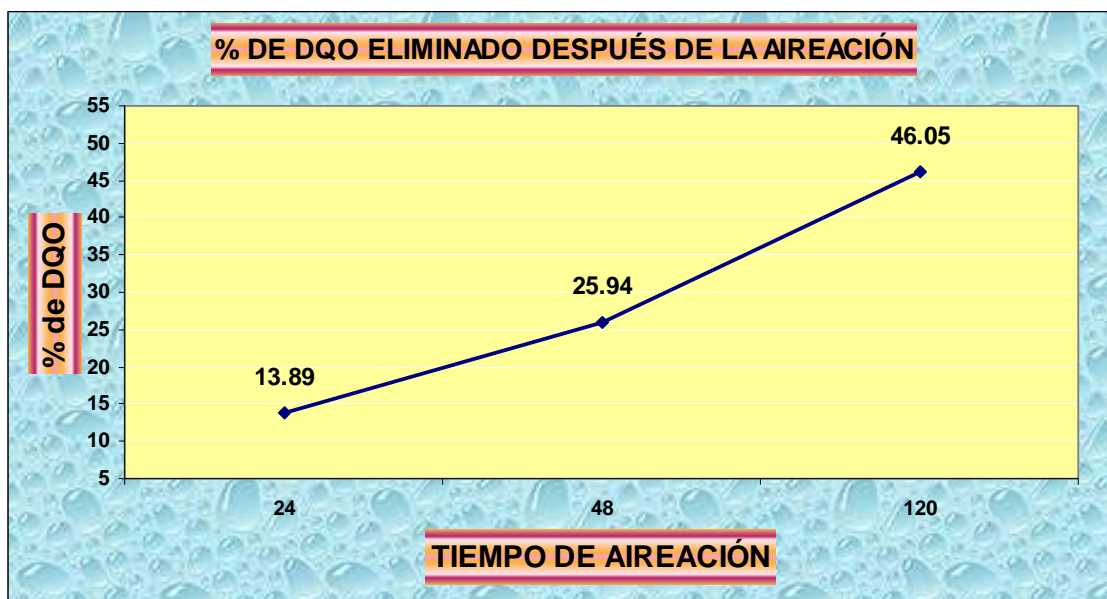


GRÁFICO 12 3.3.1-1 % De DQO eliminado después del proceso de aireación.

3.3.2 Proceso ozonificación

Finalizado el proceso de ozonificación de varias muestras se tiene una disminución de un 4,7% a las 2 horas y de un 62,79% a las 120 horas del DQO; la disminución continuara si mantenemos el agua residual con ozonificación por mayor tiempo como se observa en la tabla y en el gráfico.

TABLA 15 3.3.2-1 % DE DQO eliminado después del proceso de ozonificación.

TIEMPO EN HORAS	% DE DQO ELIMINADO
2	4.70
4	7.56
8	10.52
12	19.15
24	33.11
48	36.31
120	62.79

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

El resultado de este proceso es mayor por la gran reactividad del ozono que visualmente se observa en poco tiempo el cambio de coloración de transparente a un amarillo pálido.

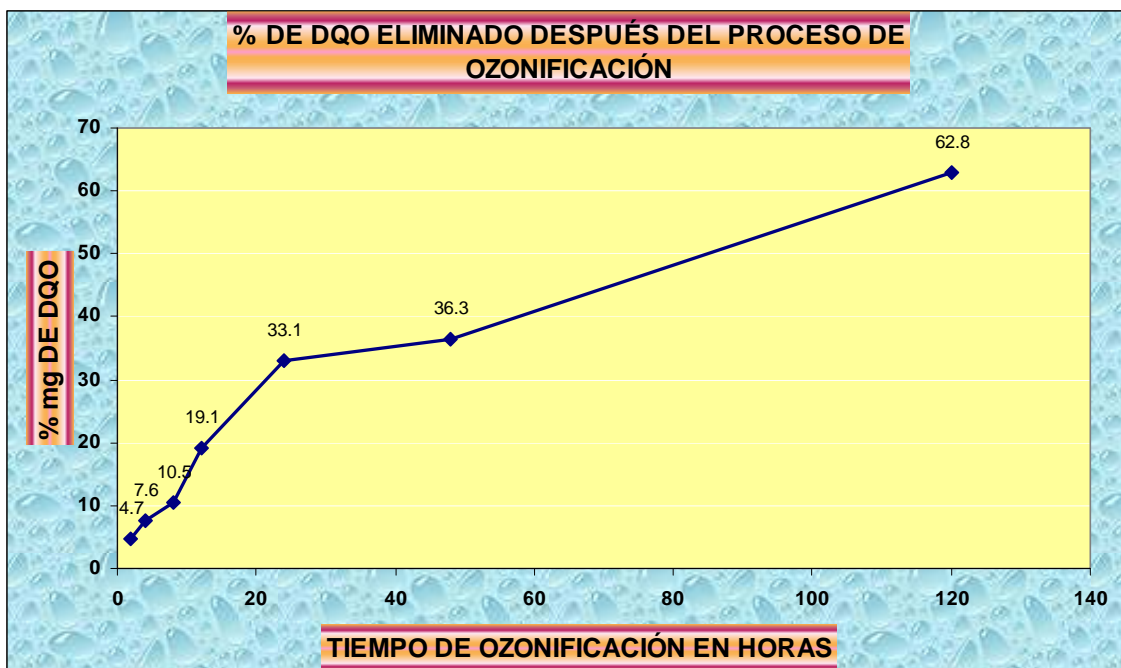


GRÁFICO 13 3.3.2-1 % De DQO eliminado después del proceso de ozonificación.

3.3.3 Proceso con bacterias

Finalizado el proceso con bacterias BH110 de varias muestras se tiene una disminución de un 11,23% a las 24 horas y de un 25,96% a las 144 horas del DQO; la disminución continuara si mantenemos el agua residual con bacterias por mayor tiempo como se observa en la tabla.

3.3.3.1 Bacterias BH110.

La dosificación de las bacterias se realiza todo al inicio y se mantiene con aireación los tiempos establecidos en la tabla; su disminución es menor a los dos procesos aireación y ozonificación.

TABLA 16 3.3.3.1-1 % DE DQO eliminado con bacterias BH110 dosificado todo al inicio.

TIEMPO EN HORAS	% ELIMINADO DE DQO
24	11,23
48	14,32
144	25,96

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

La dosificación de las bacterias se realiza por días y se mantiene con aireación por los tiempos descritos en la tabla. Existe un incremento del 14% con esta forma de dosificar; debido a que las bacterias se ambientan a su nueva forma de vida

TABLA 17 3.3.3.1-2 % de DQO eliminado con bacterias BH110 dosificado por días.

TIEMPO EN HORAS	% ELIMINADO DE DQO
48	18,53
144	40,77
162	49,32

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

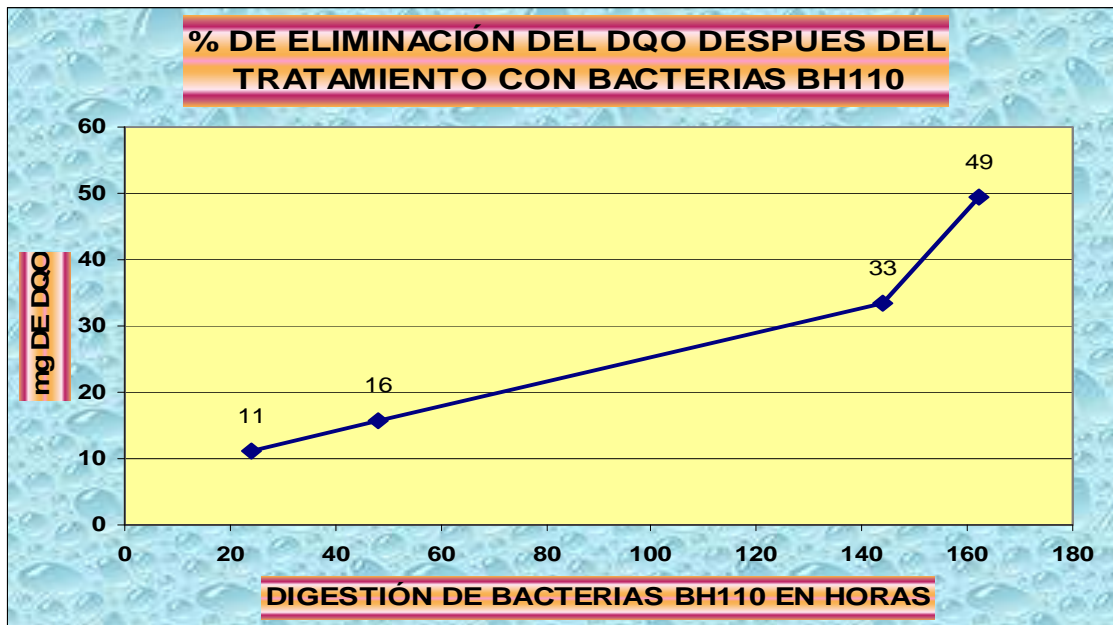


GRÁFICO 14 3.3.3.1-2 % de DQO eliminado después del proceso de bacterias BH110.

3.3.3.2 Proceso con bacterias BH111.

La dosificación de las bacterias se realiza todo al inicio y se mantiene con aireación los tiempos establecidos en la tabla; existe un incremento de un 2% en las mismas condiciones de trabajo y dosificación de las bacterias BH110.

TABLA 18 3.3.3.2-1 % DE DQO eliminado con bacterias BH111 dosificado todo al inicio.

TIEMPO EN HORAS	% ELIMINADO DE DQO
24	15,39
48	23,51
144	28,56

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

La dosificación de las bacterias se realiza por días y se mantiene con aireación por los tiempos descritos en la tabla. Existe un incremento del 18% que la anterior forma de trabajo; debido a que las bacterias se ambientan a su nueva forma de vida

TABLA 19 3.3.3.2-2 % DE DQO eliminado con bacterias BH111 dosificado por días.

TIEMPO EN HORAS	% ELIMINADO DE DQO
120	40,81
144	44,86
162	53,60

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

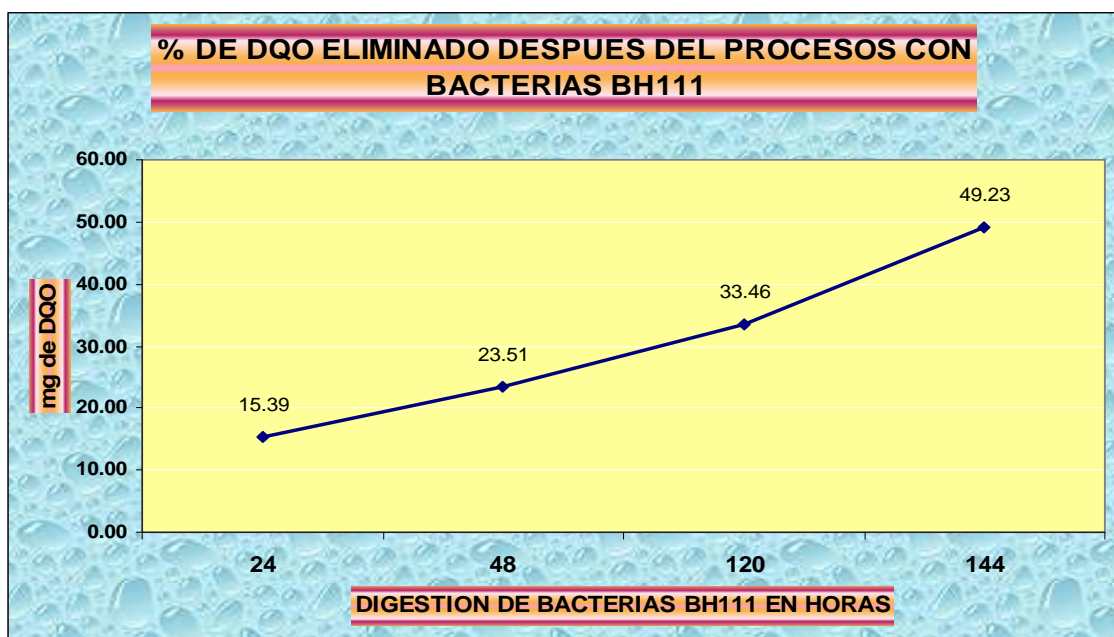


GRÁFICO 15 3.3.3.2-2 % de DQO eliminado después del proceso con bacterias BH111.

3.3.4 Proceso de destilación

Después de haber realizado la destilación de varias muestras se observa que la disminución del DQO se encuentra entre 47 – 53%.

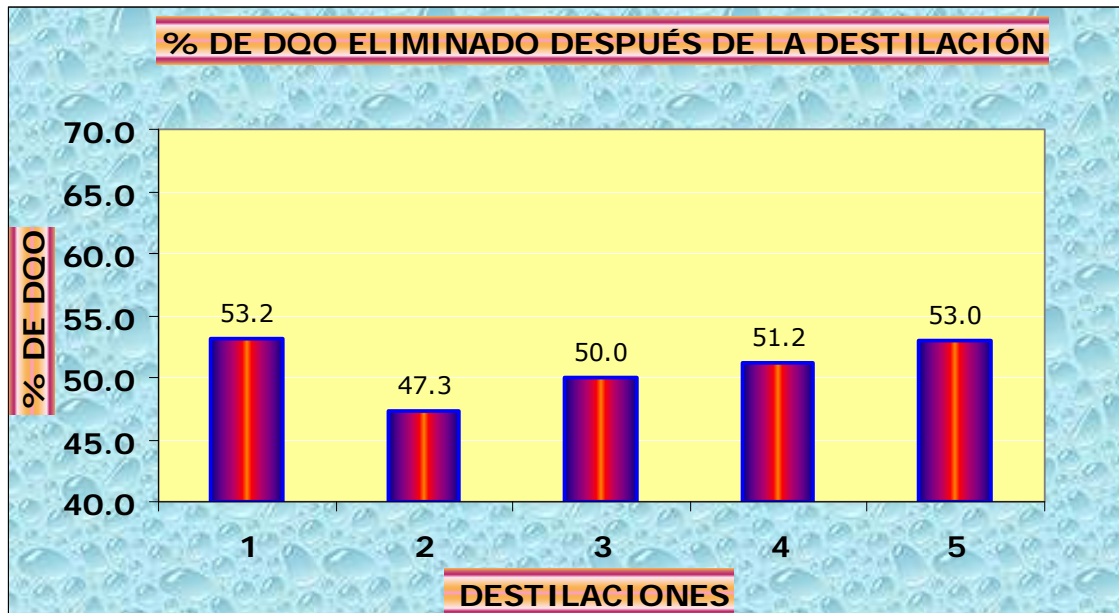


GRÁFICO 16 3.3.4 -1 DQO eliminado de varias muestras después del proceso de destilación.

3.4 COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES MÉTODOS UTILIZADOS PARA REDUCIR EL DQO.

3.4.1 Tratamiento con bacterias BH110 con dosificación diferente.

La disminución del DQO se incrementa cuando la dosificación de las bacterias se realiza por días y este efecto es evidente en ambos tipos de bacterias BH110.

TABLA 20 3.4.1-1 % de DQO eliminación del DQO con dosificación diferente de las bacterias BH110.

DOSIFICACIÓN DE BACTERIAS	% PROMEDIO DE ELIMINACIÓN DE DQO
TODO	17
POR DÍA	41

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

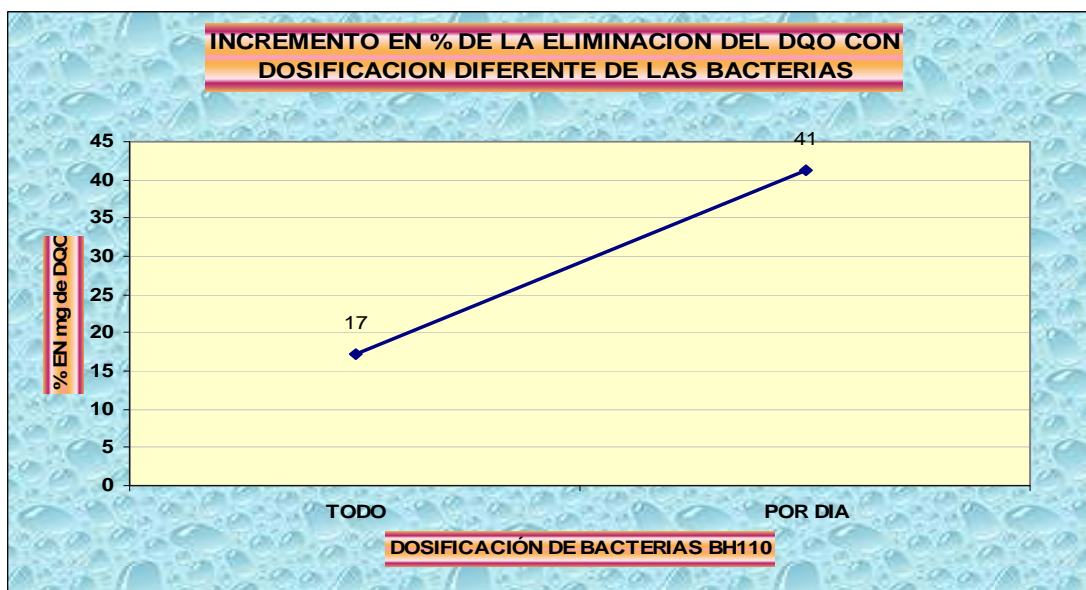


GRÁFICO 17 3.4.1-1 Incremento en % de la eliminación del DQO con dosificación diferente de las bacterias.

3.4.2 Tratamiento con bacterias BH111 con dosificación diferente.

La disminución del DQO se incrementa cuando la dosificación de las bacterias se realiza por días; el incremento es evidente con esta bacteria debido a que en comparación con la bacteria BH110 incrementa en 5% en ambas formas de trabajo.

TABLA 21 3.4.2-1 % de eliminación del DQO con dosificación diferente de las bacterias BH111.

DOSIFICACIÓN DE BACTERIAS	% PROMEDIO DE ELIMINACIÓN DE DQO
TODO	22
POR DIA	46

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

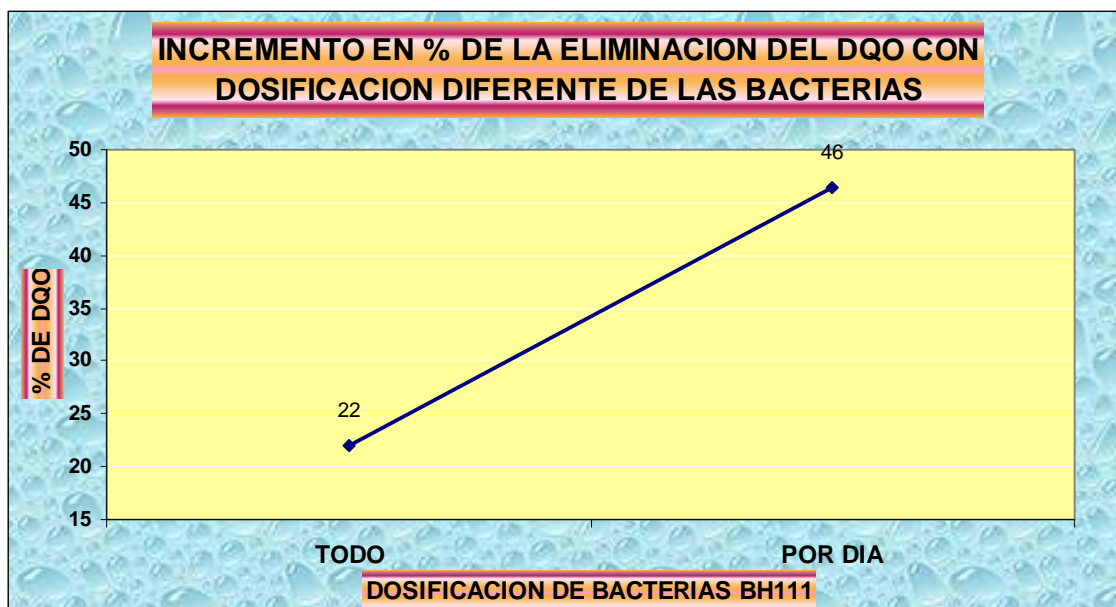


GRÁFICO 18 3.4.2-1 Incremento en % de la eliminación del DQO con dosificación diferente de las bacterias BH111.

3.4.3 Comparación de los diferentes métodos utilizados para reducir el DQO.

La comparación de los resultados del DQO eliminado de las diferentes muestras de aguas residuales urea formaldehído mediante los diferentes procesos de oxidación: aireación, ozonificación y tratamientos con bacterias BH110 y BH111.

TABLA 22 3.4.3-1 Comparación de los diferentes métodos aplicados para reducir el DQO.

PROCESOS / TIEMPO	% DE DISMINUCIÓN DEL DQO		
	24 HORAS	48 HORAS	120 HORAS
AIREACIÓN	14	26	46
OZONIFICACIÓN	33	36	63
BACTERIAS BH110	11	16	32
BACTERIAS BH111	16	23	35

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de Pinturas Cóndor S.A.

La reducción del DQO en las aguas residuales de urea formaldehído se tiene en todos los casos con una mayor eficiencia en el proceso de ozonificación en relación al proceso de aireación y al tratamiento bacteriano; también podemos manifestar que las bacterias BH111 tienen mayor eficiencia con respecto a las bacterias BH110.

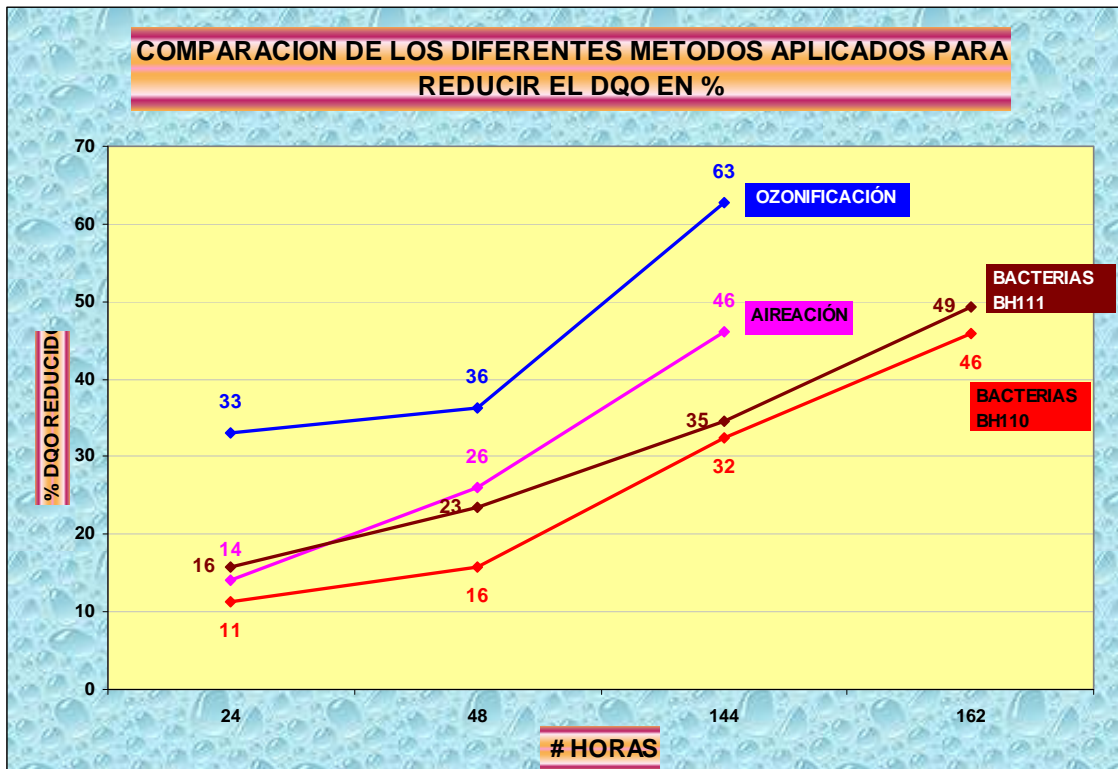


GRÁFICO 19 3.4.3-1 Comparación de los métodos aplicados para reducir el DQO en %.

El proceso de ozonificación disminuye entre el 33% hasta el 63% de DQO de las aguas residuales de urea formaldehído, representando los valores más altos en relación a todos los procesos utilizados.

El proceso de aireación disminuye del 14% al 46% de DQO de las aguas residuales de urea formaldehído, demostrando ser una segunda opción en el presente trabajo.

La disminución del DQO varía desde un 3 hasta un 7% con bacterias BH111 demostrando una mejor eficiencia que las bacterias BH110.

Las condiciones de volumen, tiempo, cantidad de bacterias y condiciones de incidencia fueron iguales en cada caso.

CAPÍTULO

IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

- Las muestras de aguas residuales urea formaldehído presentan diferentes concentraciones de material orgánico: 350400 mg/L de DQO y 210400 mg/L de DBO₅, pH 4 y de formaldehido entre 6,5 y 9,5; las caracterizaciones fueron realizados en el laboratorio Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador y en el laboratorio de resinas de nuestra organización.
- En el proceso de aireación se reduce el DQO de un 14% en 24 horas, 26% en 48 horas y 46% en 120 horas; con una inyección de aire de 2.5 CFM a la muestra variable de este proceso.
- En el proceso de ozonificación la reducción del DQO es de un 33% en 24 horas, 36% en 48 horas y 63% en 120 horas; con una inyección de ozono de 500 mg. /hora.
- En los procesos de aireación y ozonificación las variables de volumen, inyección de aire de 2.5 CFM y ozono de 500 mg. /hora se mantiene constantes; el tiempo se ha variado en todos los procesos.
- En el proceso con bacterias BH110 la reducción del DQO es de un 11% en 24 horas, 16% en 48 horas y 32% en 144 horas, con una inyección de aire de 2.5 CFM y 5g de bacterias.
- En el proceso con bacterias BH111 la reducción del DQO es de un 16% en 24 horas, 23% en 48 horas y 49% en 144 horas, con una inyección de aire de 2.5 CFM y 5g de bacterias.
- La reducción del DQO aumenta al dosificar las bacterias BH111 y/o BH110 día por día en un 24%, comparado con la dosificación al inicio de todas las bacterias, las cantidades de bacterias, tiempo e inyecciones de aire se mantiene constante.

- En el proceso de la destilación se logra separar los compuestos orgánicos en un 12% de la muestra; lo que hace que reduzca en un 50% el DQO de las muestras.
- En todos los procesos antes estudiados existe una variación de color de transparente a amarillo pálido por la oxidación de los compuestos orgánicos, con un incremento del pH que va desde 0,35 a 0,75 y va aumentando en función del tiempo.
- Los procesos de aireación, ozonificación, tratamiento bacteriano y destilación utilizados en el presente trabajo no son eficaces debido a que el DQO es reducido hasta un 63% en el mejor de los casos.

4.2 RECOMENDACIONES

Revisar la formulación de la resina urea formaldehído para disminuir el butanol y formaldehído que se encuentra presente en el agua residual y/o cambiar los materiales por otros menos agresivos para las personas y el ambiente.

Implementar el proceso de aireación en el tanque de recolección del agua residual para disminuir el olor y poder trabajar con menos contaminación a las personas y ambiente.

Implementar el proceso de ozonificación en el tanque de recolección del agua residual para disminuir el olor y poder incrementar al 5% en el proceso de reutilización para la fabricación de pinturas a base de agua.

Las aguas residuales urea formaldehido tratadas con aireación y ozonificación; pueden ser reutilizadas en la formulación de una pintura a base de agua, para evitar un alto costo por incineración.

Realizar nuevos estudios de tratamientos o la combinación de estos procesos; métodos de separación líquido - líquido, sólido - líquido, gas - líquido; entre otros.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- AUSTIN, T. G.; Manual de Procesos Químicos en la Industria; 5a. ed.; México - D.F. - México; Mc Graw Hill; Vol.2; 1997; Pp. 499 - 522.
- 2.- BLANCO, A.; Tecnología de Recubrimientos Orgánicos; México - D.F. - México; Mc Graw Hill; Vol.2; 1974; Pp. 250 - 267.
- 3.- BLEGEN, J.R.; Alkyds Resins; Philadelphia Wayner R. Fuller; Philadelphia - EE. UU.; McGraw-Hill; 1967; Pp:15.
- 4.- CERVER, F.; Biblioteca Atrium de la pintura; Barcelona - España; Vol.2; Axis Book; 1996; Pp. 12 - 34.
- 5.- GEINSA, L.; Pinturas y Acabados Industriales; 2a. ed.; Bilbao - España; Geinsa; 1994; Pp. 10 - 35.
- 6.- SHEPPARD, T.; Manual de aguas para usos industriales; 2a. ed.; México - D.F. - México. Vol.1; Limusa; 1988; Pp. 13 - 34, 41 - 76.
- 7.- PERRY, R. H.; Manual del Ingeniero Químico; 7ma.ed.; Madrid - España; Mc Graw-Hill; 2001; Pp: 98-100
8. - WEISMANTEL, G.E.; Paint Handbook; Nueva York - EE. UU.; Mc Graw-Hill; 1981; Pp: 26-30
- 9.- APHA, AWWA, WPCF; Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Residuales; 7ma. Ed.; Madrid - España; Días Santos S.A.; 1998; Pp: 5 - 29.
- 10.- ORD. N° 213; La ordenanza sustitutiva del título v, del Medio Ambiente, libro segundo, del código municipal para el Distrito Metropolitano de Quito - Ecuador; Edición Especial N° 4 REGISTRO OFICIAL; 2007; Pp 1-30.
11. RESOLUCIÓN N° 0002-DMA-2008; Normas Técnicas Municipales para la Aplicación de la Ordenanza Metropolitana N° 213; Quito - Ecuador; Registro Oficial No. 430; 2008; Pp: 18 - 21

INTERNET:

12.- RECUBRIMIENTOS DE SUPERFICIE.

www.irabia.org/web/ciencias/elementos/elementos/mezclas.htm.

2009/08/18

13.- RECUBRIMIENTOS DE SUPERFICIE.

www.oei.org.co/fpciencia/art17.htm.

2009/08/18

14.- PINTURAS.

www.cneq.unam.mx/paidoteca/enlaces.

2010/08/24

15.- PINTURAS.

www.lafacu.com/apuntes/quimica/enlace_quimi/default.htm.

2010/09/20

16.- RESIDUOS INDUSTRIALES.

www.mty.itesm.mx/dia/deptos/q/Enlaces.html.

2010/10/20

17.- RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES.

www.estrucplan.com.ar/contenidos/Residuos/gestionderesiduos/minimizacion.asp.

2011/10/29

18.- RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES.

www.acsmedioambiente.com/equipos/deshidratador_de_lodos.htm.

2011/10/29

ANEXOS

ANEXO I: MSDS DEL PARA FORMALDEHÍDO.

 CORQUIVEN C.A. RIF: 1-30845025-1	Presentes en las Áreas de: Droguerías, Cosmético, Industrial, Mantenimiento, Petróleo, Alimento y Laboratorios
HOJA DE SEGURIDAD (MSDS / Material Safety Data Sheet) PARAFORMALDEHIDO	
 Rombo NFPA-704	 Rótulos UN
Fecha Revisión: 02/06/2007 *** TELEFONOS DE EMERGENCIA ***	
CORQUIVEN, C.A. : +58 (241) 832.73.49 / 832.70.92 / 838.95.68 - Otros: *171	
IDENTIFICACION	
Sinónimos	: Aldacide, Triformol, Tioximetileno, Paraformol, Formagene, Polioximetileno
Fórmula	: $(CH_2O)_nH$, n entre 8 y 100
Composición	: Aproximadamente 100% de pureza.
Número Interno	:
Número CAS	: 30525-89-4
Número UN	: 2213
Clases UN	: 4.1
Usos	: Resinas, adhesivos, fungicidas, bactericida, agente endurecedor e impermeable para gelatina, fuente no acuosa de formaldehído.
EFEKTOS PARA LA SALUD (LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL)	
TWA	: N.R.
STEL	: N.R.
TECHO (C)	: N.R.
IPVS	: N.R.
Inhalación	: El polvo o el vapor producen irritación del tracto respiratorio y edema pulmonar.
Ingestión	: Quemaduras e irritación del tracto digestivo y respiratorio, vómito, inconciencia, edema pulmonar.
Piel	: Irritación y fisuras de la piel
Ojos	: Quemaduras e irritación.
Efectos Crónicos	: Puede conducir a alergias.



COMPAÑIA SUCROALIMENTARIA
COROQUIVEN S.A.

RIF: 1-30845025-1

Presentes en las Áreas de:
Droguerías, Cosmético, Industrial,
Mantenimiento, Petróleo, Alimento y Laboratorios

HOJA DE SEGURIDAD (MSDS / Material Safety Data Sheet) PARAFORMALDEHIDO

PRIMEROS AUXILIOS

- Inhalación :** Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
- Ingestión** Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito, si éste se presenta inclinar la víctima hacia adelante. Buscar atención médica inmediatamente. Si está inconsciente no dar a beber nada.
- Piel :** Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
- Ojos :** Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

RIESGOS DE INCENDIO Y/O EXPLOSION

- Punto de Inflamación (°C)** 71.1
Temperatura de Autoignición (°C) 300 Aprox.
Límites de Inflamabilidad (%V/V) 7 - 73

Peligros de Incendio y/o Explosión

Sólido inflamable y combustible. El polvo puede formar mezclas explosivas con el aire y con oxígeno líquido.

Productos de la Combustión:

Produce vapores inflamables e irritantes de formaldehído al calentarse por encima de 70°C.

Precauciones para evitar Incendio y/o Explosión

Evitar la formación de nubes de polvo. Mantener alejado de toda fuente de calor e ignición. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosión.

Procedimientos en caso de Incendio y/o Explosión:

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal.

Agentes Extintores del Fuego:

Dióxido de carbono, polvo químico seco, o espuma de alcohol.

HOJA DE SEGURIDAD (MSDS / Material Safety Data Sheet) PARAFORMALDEHIDO

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION

Almacenamiento : Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados.

Tipo Recipiente :

Manipulación : Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente.

PROCEDIMIENTOS EN CASO DE ESCAPE Y/O DERRAME

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición.

EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL/CONTROL EXPOSICION

Uso Normal : Anteojos de protección química sin ventilación, respirador para vapores orgánicos, guantes de caucho, overol.

Control de Emergencia : Equipo de respiración autónomo (SCBA) y ropa de protección TOTAL.

Controles de Ingeniería : Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional o se mantenga lo más baja posible. Considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Garantizar el control de las condiciones del proceso. Suministrar aire de reemplazo continuamente para suplir el aire removido. Disponer de duchas y estaciones lavaojos.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Apariencia	Polvo o escamas blancas con ligero olor penetrante similar a formaldehido.
Gravedad Específica (Agua=1)	1.46 / 15°C
Punto de Ebullición (°C)	Descompone
Punto de Fusión (°C)	120
Densidad Relativa del Vapor (Aire=1)	1.04
Presión de Vapor (mm Hg)	1.45 / 25°C
Viscosidad (cp)	N.A.
pH	N.R.
Solubilidad	Soluble en agua caliente y álcalis fuertes, insoluble en alcohol y éter.



CORPORACION EUREKA NOROCCIDENTAL
COROUIVEN C.A.

RIF: J-30845025-1

Presentes en las Áreas de:
Droguerías, Cosmético, Industrial,
Mantenimiento, Petróleo, Alimento y Laboratorios

HOJA DE SEGURIDAD (MSDS / Material Safety Data Sheet) PARAFORMALDEHIDO

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad : Estable bajo condiciones normales.

Incompatibilidades ó Materiales a Evita

Agua : No **Aire** : No **Otras** : Forma mezcla explosiva con oxígeno líquido.

INFORMACION TOXICOLOGICA

Categoría de toxicidad aguda oral: 3, dérmica: 3, inhalación aguda: 1, irritación primaria ojos: 1, piel: 2.

INFORMACION ECOLOGICA

Es peligroso para la vida acuática aún en bajas concentraciones.

CONSIDERACIONES DE ELIMINACION Y/O DISPOSICION

Se puede realizar una incineración controlada del producto.

INFORMACION DE TRANSPORTE

Etiqueta roja de sólido inflamable. No transportar con sustancias explosivas, gases inflamables, sustancias que pueden presentar combustión espontánea, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni sustancias con riesgo de incendio.

INFORMACION DE REGULACION

1. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Decreto 1344/70, modificado por la Ley 33/86. Artículo 48: Transportar carga sin las medidas de protección, higiene y seguridad. Artículo 49: Transportar materiales inflamables, explosivos o tóxicos al mismo tiempo que pasajeros o alimentos. Artículo 50: Transportar combustible o explosivos en forma insegura. Suspensión de la Licencia de Conducción.

2. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.

OTRA INFORMACION

La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular.

Bibliografía :

ANEXO II: MSDS DEL BUTANOL.

Última revisión: 10/1/2006

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD BUTANOL

ROTULO NFPA



ROTULOS UN



SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del Producto:	BUTANOL
Sinónimos:	Alcohol butílico, Propilcarbinol, N-Butil alcohol, 1-Butanol, N-Butanol, Butan-1-ol.
Fórmula:	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH
Número Interno:	
Número UN:	1120
Clase UN:	3
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema, así como las de nuestros proveedores. La base de la información de este software fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad y por el personal de Brenntag Ecuador S.A.
Teléfonos de Emergencia:	Quito: (04)2110500; Quito: (02)2472740; Celulares: 098170368 / 099744684

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

Uso: Solvente de grasas, resinas, barnices. Manufactura de lacas, rayón, detergentes, otros compuestos butílicos, fluidos hidráulicos, agentes de deshidratación.

COMPONENTES

Componente	CAS	TWA	STEL	%
Butanol	71-36-3	20 ppm	N.R.	99-100

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

¡Advertencia! Líquido y vapor inflamables. Cuidado si se ingiere, inhala o es absorbido a través de la piel. Afecta el sistema nervioso central. Causa irritación a la piel, ojos y aparato respiratorio. Puede afectar el hígado y riñones.

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Inhalación: Los alcoholes butílicos han producido pocos casos de envenenamiento en la industria debido a su baja volatilidad. Causan irritación del tracto respiratorio superior. Puede ocurrir dificultad

	respiratoria, tos, dolor de cabeza, mareos y somnolencia. Puede absorberse en la sangre y causar síntomas similares a los de la ingestión.
Ingestión:	Causa irritación gastrointestinal con náusea, vómito y diarrea. Puede causar toxicidad sistémica con acidosis. Puede causar depresión del sistema nervioso central, caracterizada por el entusiasmo, seguido por dolor de cabeza, vértigos, somnolencia, y náusea. Las etapas avanzadas pueden causar demorbamiento, inconsciencia, coma y la posible muerte, debido a la falta de respiración. Puede ser dañoso si está tragado. La aspiración puede ser fatal. Puede ser absorbido del aparato gastrointestinal.
Piel:	Causa severa irritación de la piel. Puede ser dañoso si es absorbido a través de la piel. La exposición repetida o prolongada puede causar sequedad y el agrietamiento de la piel.
Ojos:	Inflamación de los ojos, irritación, conjuntivitis. Puede producir daño temporal de la córnea, con persistente lagrimeo y dolor.
Efectos crónicos:	El contacto prolongado con la piel causa resequeamiento y grietas cutáneas. Se ha reportado pérdida de la audición en trabajadores expuestos crónicamente al alcohol butílico. Puede afectar el sentido del equilibrio, hígado y riñones.

SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial (no es aconsejable el método boca a boca). Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Buscar atención médica inmediatamente.
Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Ojos:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Nota para los médicos:	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

Punto de inflamación (°C):	37 c.c.
Temperatura de autoignición (°C):	343
Límites de inflamabilidad (%V/V):	1.4 - 11.2
Peligros de incendio y/o explosión:	Líquido inflamable. Durante el fuego produce humos tóxicos. Los vapores son más pesados que el aire, pueden viajar hasta la fuente de ignición y regresar con llamas.
Medios de extinción:	Dióxido de carbono, polvo químico seco o espuma (alcohol, polímero o corriente). El agua es inefectiva para extinguir el incendio.
Productos de la combustión:	Monóxido de carbono y dióxido de carbono.
Precauciones para evitar incendio y/o explosión:	Evitar toda fuente de ignición o calor. Retirar materiales combustibles que estén cerca. Mantener los recipientes cerrados. Los equipos eléctricos, de iluminación y de ventilación deben ser a prueba de explosión. Conectar a tierra los recipientes para evitar descargas electrostáticas.

Instrucciones para combatir el fuego: Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Aplicar agua en forma de rocío para enfriar los contenedores expuestos al fuego.

SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Reducir la descarga si no hay riesgo. Usar agua en forma de rocío para contrarrestar los vapores. Transferir el líquido a otro recipiente. Si la cantidad es pequeña puede absorber con toallas de papel. Lavar el residuo con abundante agua.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo: Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en donde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente.

Almacenamiento: Lugares ventilados a nivel del piso, a temperatura ambiente y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. Los recipientes deben ser refractarios o de vidrio, no de aluminio. El material de construcción del almacenamiento debe ser no combustible.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de Ingeniería: Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Debe disponerse de duchas y estaciones lavajos.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

Protección de los ojos y rostro: Utilizar gafas protectoras contra productos químicos y/o un protector de cara completo donde el contacto sea posible.

Protección de piel: Usar ropa protectora impermeable, incluyendo botas, guantes de caucho, ropa de laboratorio o delantal para evitar contacto con la piel.

Protección respiratoria: En caso de exposición prolongada o elevada usar respirador con filtro para vapores orgánicos.

Protección en caso de emergencia: Equipo de respiración autónomo (SCBA), ropa de protección total que incluya botas de caucho.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia, olor y estado físico: Líquido incoloro con olor característico.

Gravedad Específica (Agua=1): 0.8109 / 20°C

Punto de Ebullición (°C): 117.7

Punto de Fusión (°C): -89.3

Densidad relativa del vapor (Aire=1): 2.6

Presión de vapor (mm Hg): 6.5 / 25°C

Viscosidad (cp): 3.0 / 20°C

pH: 7.
Solubilidad: Soluble en agua: 7.7 g/100 ml a 20°C. Soluble en alcohol y éter.

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química: Estable bajo condiciones normales. Reacciones peligrosas con agentes oxidantes fuertes
Condiciones a evitar: Calor, llamas, fuentes de ignición e Incompatibles.
Incompatibilidad con otros materiales: Ácidos minerales, agentes oxidantes fuertes, metales alcalinos, halógenos.
Productos de descomposición peligrosos: Cuando se calienta hasta la descomposición puede formar dióxido y monóxido de carbono.
Polymerización peligrosa: No ocurrirá.

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Moderadamente tóxico por Inhalación y contacto.

CL50 (ratas) = Mayor de 8000 ppm (4 hrs. de exposición)

DL50 (oral, ratas) = 800 - 4400 mg/kg.

DL50 (oral, conejo) = 1600 - 3500 mg/kg.

DL50 (dermal, conejo) = 4200 - 5300 mg/kg.

Ensayos con ratas expuestas por inhalación a 650 ppm durante 7 horas no presento síntomas de toxicidad, la exposición a 1268 ppm por 5 minutos redujo en un 50% la frecuencia respiratoria, debido a la irritación del tracto respiratorio; la exposición a 6600 ppm produce efectos en el sistema nervioso central, depresión y postración después de 2 horas, inconciencia después de 3 horas y algunas veces muerte. Ensayos de irritación en ojos de conejo: 0.005 ml. de sustancia causo severa irritación de la cornea. Mutagenicidad: no se encontró efectos mutagénicos en pruebas hechas con bacterias (*Salmonella typhimurium*). No esta clasificado como cancerígeno por ACGIH, NTP, IARC, NIOGH u OSHA.

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Toxicidad acuática: TLM mayor de 1000 ppm/96h/agua fresca. Rápidamente biodegradable. DBOS = 150%.

SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Incinerar por atomización dentro de una cámara que permita el control de la reacción. Enterrar los residuos de la absorción en un lugar seguro o incinerar en la misma forma. No verter al desagüe o fuentes de agua.

SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Etiqueta roja de líquido inflamable. No transporte con sustancias explosivas, gases venenosos, sólidos de combustión espontánea, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, sustancias radiactivos, ni sustancias con riesgo de incendio. Coloque polo a tierra cuando transfiera el líquido. Mantener los contenedores herméticamente cerrados.

SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

1. Decreto 381 del 2000, Registro Oficial 117 de Junio 11 del 2000. La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica ecuatoriana INEN 2288:2000.

2. Ley de Tránsito y Transporte Terrestre, Por el cual se reglamenta para el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera, Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2260: 2000.

3. Ley 108 de 1990 Registro Oficial 523 de Septiembre 17 de 1990. Por la cual se adopta las reglamentaciones para sustancias estupefacientes y sicotrópicas.

4. Esta hoja de datos de seguridad cumple los lineamientos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266: 2000.

5.
Los residuos de este producto deberán ser considerados de acuerdo a las disposiciones establecidas por el Ministerio de Ambiente.

SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES



La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular

BIBLIOGRAFÍA: Páginas web: www.tc.gc.ca/canutec.com; www.nfpa.com; www.epa.gov
MSDS de proveedores locales e internacionales.

ANEXO III: CÓDIGO "S"

	NO REQUIERE DE EQUIPO DE PROTECCIÓN
---	--

	<p>Respirador para gases </p>	<p>Guantes de nitrilo / Guantes de látex / Guantes de caucho   </p>	<p>Casco </p>	<p>Preventa con EPP </p>
---	---	---	---	--

	<p>Respirador para vapores </p>	<p>Guantes de nitrilo / Guantes de látex / Guantes de caucho   </p>	<p>Goggles </p>	<p>Casco </p>	<p>Preventa con EPP </p>
--	---	--	---	--	--

	<p>Respirador para vapores  </p>	<p>Guantes de látex / Guantes de caucho / Guantes de nitrilo   </p>	<p>Goggles </p>	<p>Overalls </p>	<p>Casco </p>	<p>Preventa con EPP </p>
---	--	---	---	--	--	--

	<p>Respirador para vapores  </p>	<p>Guantes de látex / Guantes de caucho / Guantes de nitrilo   </p>	<p>Goggles </p>	<p>Botas impermeables </p>	<p>Overalls </p>	<p>Casco </p>	<p>Preventa con EPP </p>
---	--	---	---	--	---	---	--

ANEXO IV: CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS, FÍSICA Y MATEMÁTICA
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
 DEPARTAMENTO DE PETRÓLEOS, ENERGÍA Y CONTAMINACIÓN



INFORME DE RESULTADOS

Informe No: 07-07-14-A-1
 Fecha: 2007-07-27

Empresa: PINTURAS CONDOR
 Atención: Ing. Santiago Oña
 Dirección: Cusubamba OE1-365 y Manglar Alto
 Tipo de ensayos: Análisis fisicoquímicos
 Tipo de muestra: Agua
 Identificación de la muestra: Muestra de Agua para Caracterizar de la Fábrica de Resinas de Urea Formaldehído(2007-07-10)
 Muestreo realizado por: Personal Técnico DPEC
 Fecha de ingreso de muestra: 2007-07-12
 Código de la muestra: OE-07-07-14-A-1
 Fecha de realización de ensayos: 2007-07-12/2007-07-27

DETERMINACION	UNIDADES	NORMA	RESULTADO
DBO ₅ [*]	mg/l	APHA 5210 B	210240
DQO [*]	mg/l	APHA 5220 D	350400
Sólidos suspendidos [*]	mg/l	APHA 2540 -D	0,1
Sólidos sedimentables [*]	ml/l	APHA 2540 F	22
Aceites y grasas [*]	mg/l	APHA 5520 - C	548,40
Fenoles [*]	mg/l	APHA 5530 -C	0,032
Detergentes [*]	mg/l	APHA 5540 -C	0,475
pH ⁽¹⁾		SM 4500 H+ - B	4,00

Observaciones: (1) Incertidumbre asociada a la medida de pH, U= ±0.07 (K=2)



ENSAYOS
 No OAE I.E 2C 06-010

Revisado y Aprobado por:

César A. Alvarado
 Ing. César Alvarado
 RESPONSABLE TÉCNICO

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
 INFORMACIÓN: LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME SE APLICAN SOLO A LAS MUESTRAS QUE EL CLIENTE HA ENTREGADO AL DPEC.
 ADVERTENCIA: EL USUARIO DEBE EXIGIR EL ORIGINAL. EL DPEC NO SE RESPONSABILIZA POR DOCUMENTOS FOTOCOPIADOS.

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gato Sobral Teléfono: 2904794 / 2544631 ext. 104 Fax: 2529676 E-mail: dpec.eiq.uce@gmail.com

MC2201-A01-2

QUITO - ECUADOR

Hoja 1 de 1

ANEXO V: PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURAS.

FUNDAMENTO	MÉTODO EXPERIMENTAL	PROCEDIMIENTO	MATERIALES Y REACTIVOS	CÁLCULOS
Las aguas residuales son parte de la formulación del proceso de fabricación de pinturas a base de agua.	El agua residual urea formaldehído es utilizada en la fabricación de pinturas a base de agua de la siguiente manera:	1. Drenar el agua de la tubería. 2. Coger 5 litros en un recipiente de plástico. 3. Llevar al laboratorio y homogenizar. 4. Medir	1. Equipo de seguridad personal. 2. Aguas residuales	FINURA y PH Reportar el valor obtenido
	a. El agua residuales es utilizada en diferentes % dentro de formulación, para encontrar el % mas optimo que no afecte las propiedades organolépticas	5. Dispersión del Pigmento: 5.1. Pesar las materias primas: resinas, pigmentos, solventes y aditivos	3. Thinner de limpieza . 4. Pigmentos	DENSIDAD Reportar el valor obtenido
	b. La fabricación de pinturas nos permitió obtener buenos resultados.	5.2 Cargar agua, aditivos y homogenizar hasta disolución completa en 10 minutos 5.3 Adicionar lentamente los pigmentos y dispersar entre 700 - 800 rpm por 30 minutos (control de finura y limpieza)	5. Vasos de precipitación. 6. Recipientes plásticos	VISCOSIDAD Reportar el valor obtenido
	d. Debemos tener presentes lo que se va a medir, la unidad, el instrumento de medición, el sujeto que realiza de la medición y los resultados que se pretendemos alcanzar.	6. Preparación de la segunda parte: 6.1 Preparación del Gel agua y espesante en 15 minutos (control de limpieza) 6.2 Adicionar al recipiente de dispersión para su homogenización por 10 minutos	7. Grindometro. 8. Viscosímetro KU. 9. Copa peso por galón	%Sólidos Calcular de acuerdo a la formula del método
	e. En el proceso de fabricación de pinturas medición nos permite obtener la información numérica acerca de: viscosidad, densidad, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas por la legislación nacional.	6.3 Cargar la resina, solvente, aditivos y homogenizar por 15 minutos. 7 Realizar pruebas de control de calidad: 7.1 Medir viscosidad. (ajuste si es necesario) 7.2 Trazo en carta con el std y lote. 7.3 Densidad	10. Cartas de contraste. 11. Resinas. 12. Solventes 13. Aditivos. 14. Dispersor	Restregado Reportar el valor obtenido

TABLA 23 Anexo 5-1 análisis de los parámetros de calidad físicos y químicos de las pinturas formuladas reutilizando el 0% de agua residual urea formaldehído en gramos.

Peso de pintura	1103
Peso de agua residual urea formaldehido	0
Peso de agua potable	471
Peso total de Agua	471

Parámetro de Calidad Físicas y Químicas	VALORES DEL STD	M1	M2	M3	$\bar{X} = \Sigma(Xi) / n$	$S_x = \sqrt{\Sigma(\bar{X}-Xi)^2 / (n-1)}$
pH	7.0 - 9.0	8.75	8.50	8.33	8.53	0.21
Densidad	1.2 - 1.5	1.37	1.37	1.38	1.37	0.01
Viscosidad	100-110	110.00	110.00	110.00	110.00	0.00
%Sólidos	>45	54.80	46.20	49.00	50.00	4.39
Restregado	300 - 700	429.00	378.00	379.00	395.33	29.16
Finura	3.5 - 4.5	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
Estabilidad						
Viscosidad	100-110	110.00	110.00	110.00	110.00	0.00

TABLA 24 Anexo 5-2 análisis de los parámetros de calidad físicos y químicos de las pinturas formuladas reutilizando el 2% de agua residual urea formaldehído en gramos.

Peso de pintura	1103
Peso de agua residual urea formaldehido	9.2
Peso de agua potable	461.8
Peso total de Agua	471

Parámetro de Calidad Físicas y Químicas	VALORES DEL STD	M1	M2	M3	$\bar{X} = \Sigma(Xi) / n$	$S_x = \sqrt{\Sigma(\bar{X}-Xi)^2 / (n-1)}$
pH	7.0 - 9.0	8.63	8.47	8.01	8.37	0.32
Densidad	1.2 - 1.5	1.38	1.36	1.37	1.37	0.01
Viscosidad	100-110	110	110	110	110.00	0.00
%Sólidos	>45	54.8	46.21	49	50.00	4.38
Restregado	300 - 700	430	425	405	420.00	13.23
Finura	3.5 - 4.5	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
Estabilidad						
Viscosidad	100-110	110.00	110.00	110.00	110.00	0.00

TABLA 25 Anexo 5-3 análisis de los parámetros de calidad físicos y químicos de las pinturas formuladas reutilizando el 5% de agua residual urea formaldehído en gramos.

Peso de pintura	1103
Peso de agua residual urea formaldehído	23.6
Peso de agua potable	447.4
Peso total de Agua	471

Parámetro de Calidad Físicas y Químicas	VALORES DEL STD	M1	M2	M3	$\bar{X} = \Sigma(Xi) / n$	$S_x = \sqrt{\Sigma(Xi - \bar{X})^2 / (n-1)}$
pH	7.0 - 9.0	8.36	7.98	7.99	8.11	0.22
Densidad	1.2 - 1.5	1.35	1.36	1.36	1.36	0.01
Viscosidad	100-110	110	110	110	110.00	0.00
%Sólidos	>45	54.98	46.28	48.95	50.07	4.46
Restregado	300 - 700	457	477	409	447.67	34.95
Finura	3.5 - 4.5	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00
Estabilidad						
Viscosidad	100-110	110.00	110.00	110.00	110.00	0.00

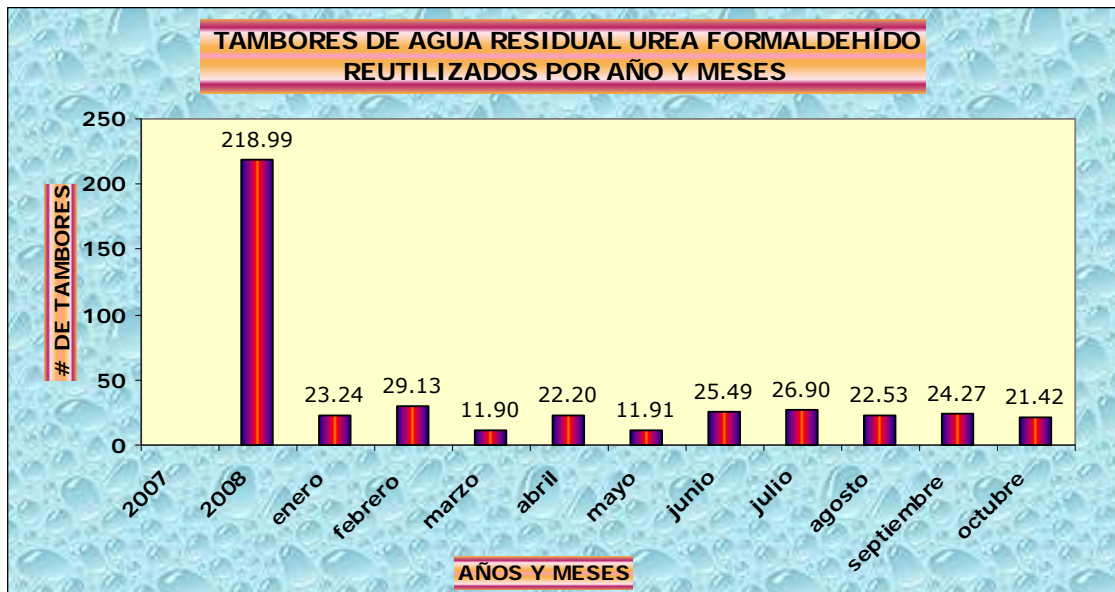


GRÁFICO 20 Anexo5-1 Tambores de agua residual urea formaldehído reutilizados por año y meses.

ANEXO VI: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR.

TABLA 26 Anexo 6-1 límites máximos permisibles por cuerpo receptor.⁹

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alcantarillado	Cauce de agua
Aceites y grasas	A y G	mg/l	100	50
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Arsénico total	As	Mg/l	0,1	0,1
Cadmio	Cd	Mg/l	0,02	0,02
Caudal máximo	-	l/s	1,5 veces el caudal (1)	4,5 dato referencial.
Cianuro	CN ⁻	Mg/l	1,0	0,1
Cobre	Cu	Mg/l	1,0	1,0
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	Mg/l	0,5	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	Mg/l	0,2	0,2
Fósforo Total	P	Mg/l	15	10
Hidrocarburos Totales	TPH	Mg/l	20	20
Materia flotante	Visible	-	Ausencia	Ausencia
Manganeso	Mn	Mg/l	10,0	2,0
Mercurio (total)	Hg	Mg/l	0,01	0,005
Níquel	Ni	Mg/l	2,0	2,0
Organoclorados totales	Concentración	Mg/l	0,05	0,05
Organofosforados totales	Concentración	Mg/l	0,1	0,1
Plomo	Pb	Mg/l	0,5	0,2
Potencial de hidrógeno	PH		5-9	5-9
Sólidos Sedimentables	-	MI/l	10	1,0
Sulfuros	S	Mg/l	1,0	0,5
Sulfatos	SO ₄	Mg/l	400	1000
Temperatura	-	°C	< 40	< 35
Tensoactivos	MBAS (2)	Mg/l	0,5	0,5
Zinc	Zn	Mg/l	2,0	2,0

Fuente: Dirección Metropolitana Ambiental, Resolución No 003, Capítulo III. 14 Octubre 2005

Notas:

- (1) Caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
- (2) Substancias activas al azul de metileno.

⁹ RESOLUCIÓN Nº 0002-DMA-2008 LA DIRECCION METROPOLITANA AMBIENTAL

ANEXO VII: DIAGRAMA DEL PROCESO DE AIREACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES ÚREA FORMALDEHÍDO.

