



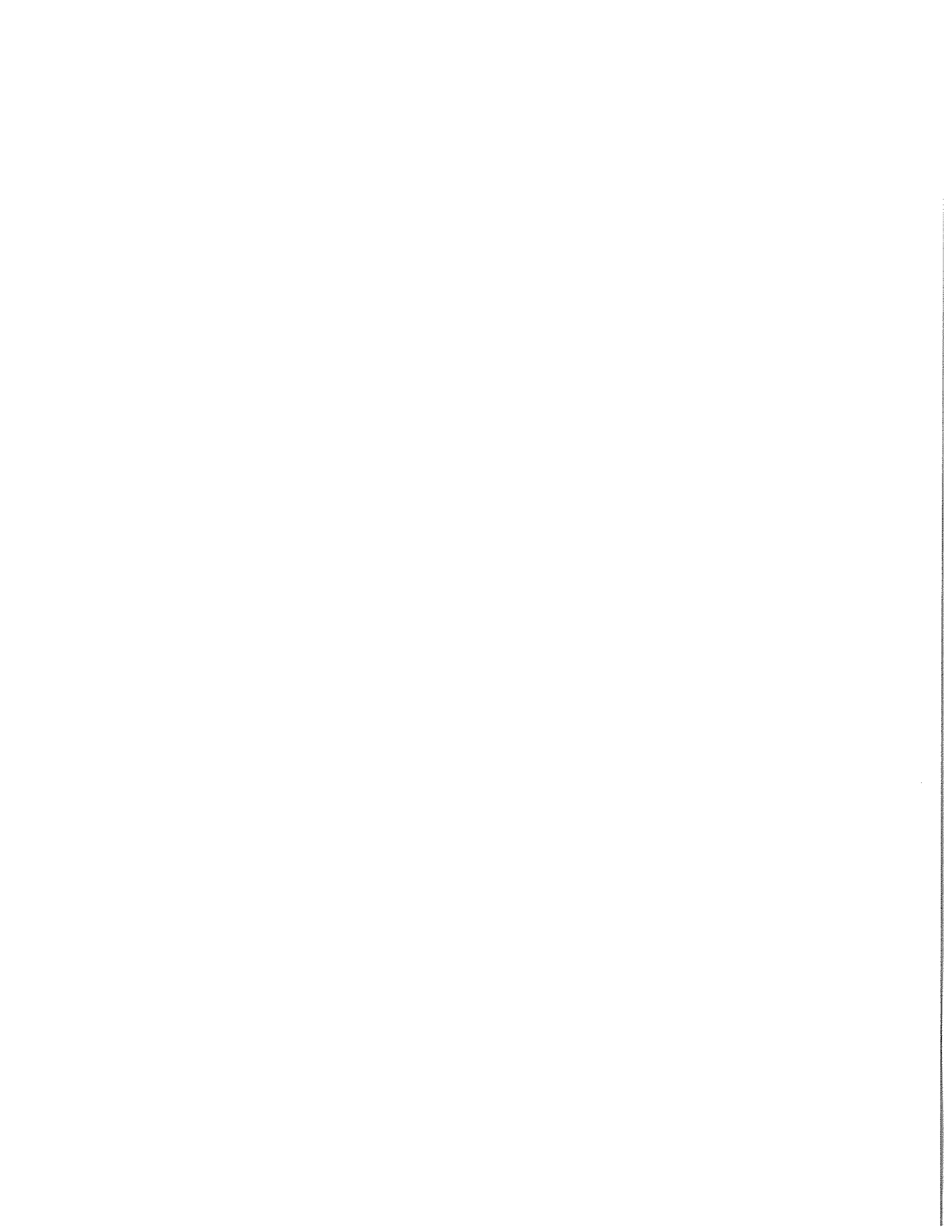
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LAVANDERIA
INDUSTRIAL, DE LA “EMPRESA INDUSTRIAL DOBLE “B”, S.A.”**

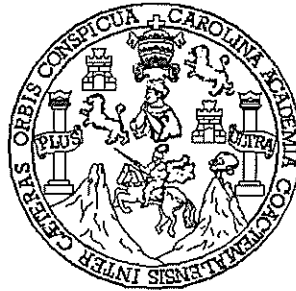
Erick Eduardo Leiva González

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, agosto de 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LAVANDERIA
INDUSTRIAL, DE LA "EMPRESA INDUSTRIAL DOBLE "B", S.A."**

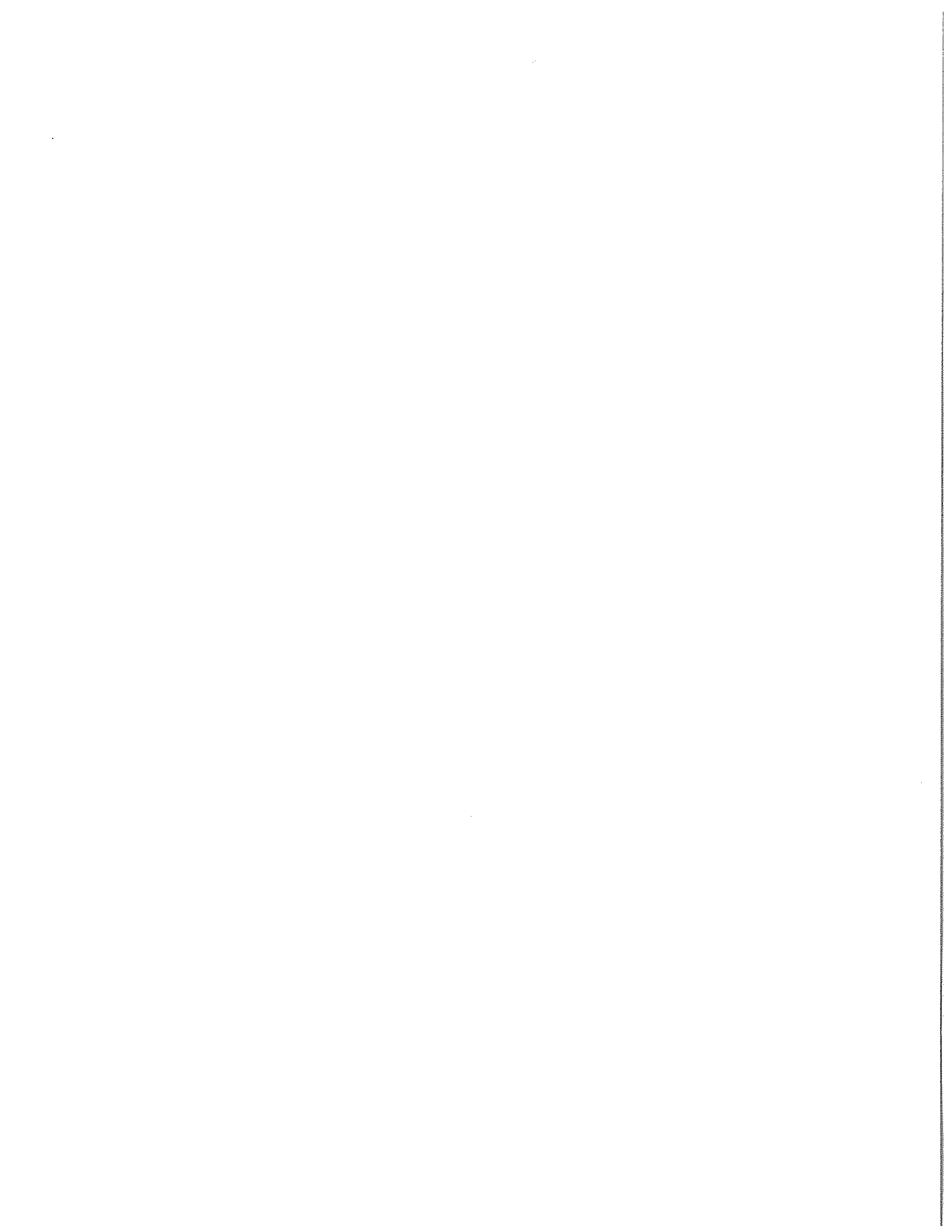
TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ERICK EDUARDO LEIVA GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

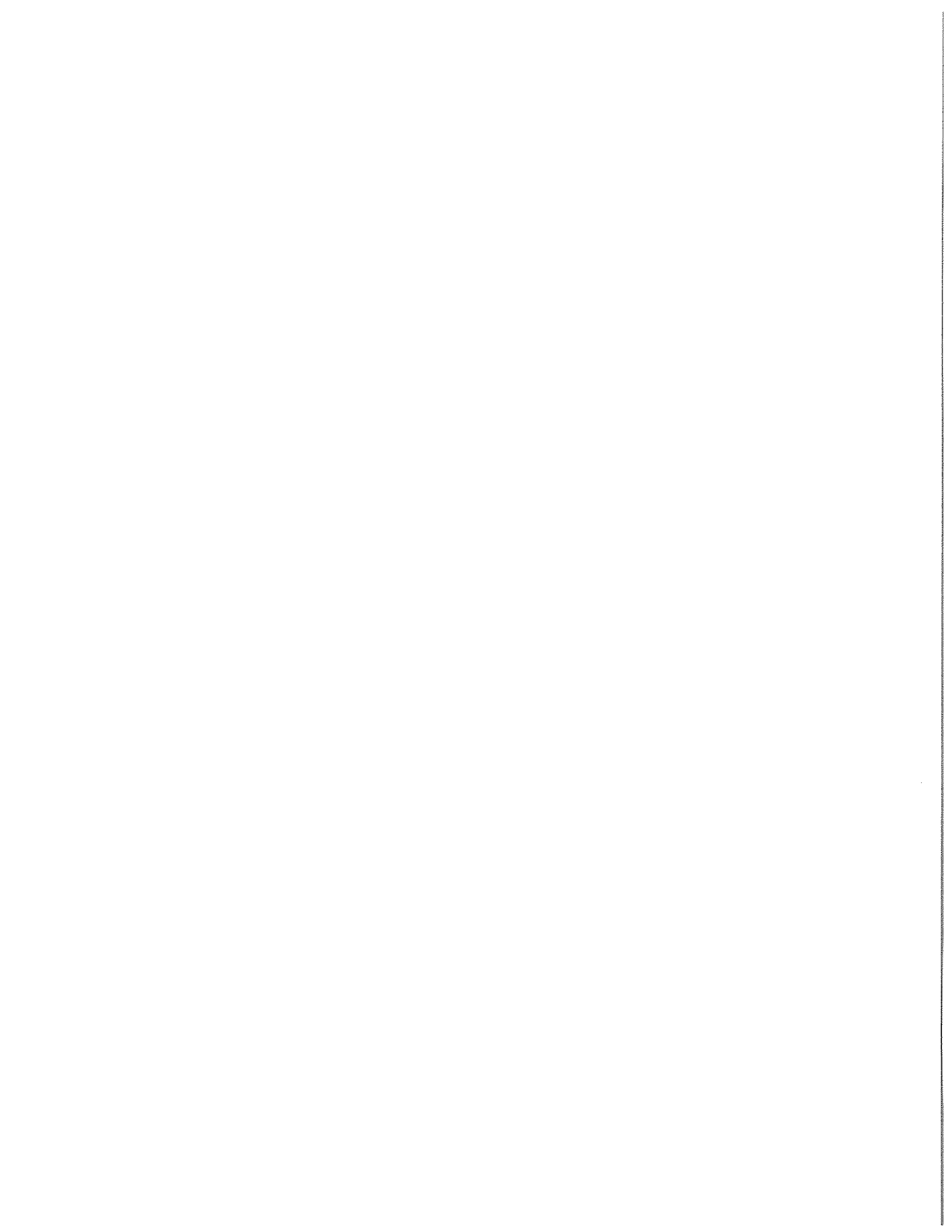


NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas



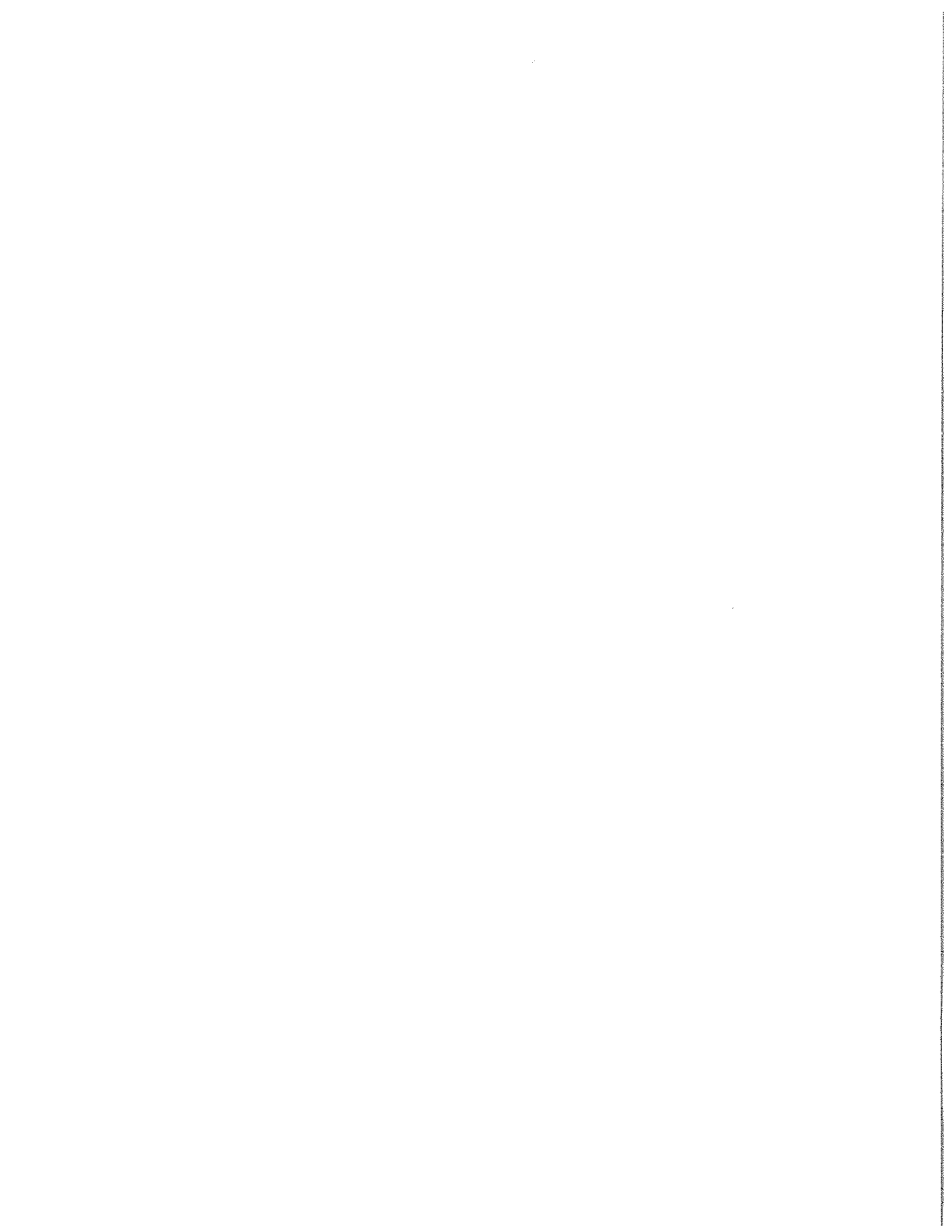
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LAVANDERÍA
INDUSTRIAL, DE LA “EMPRESA INDUSTRIAL DOBLE “B”, S.A.”,**

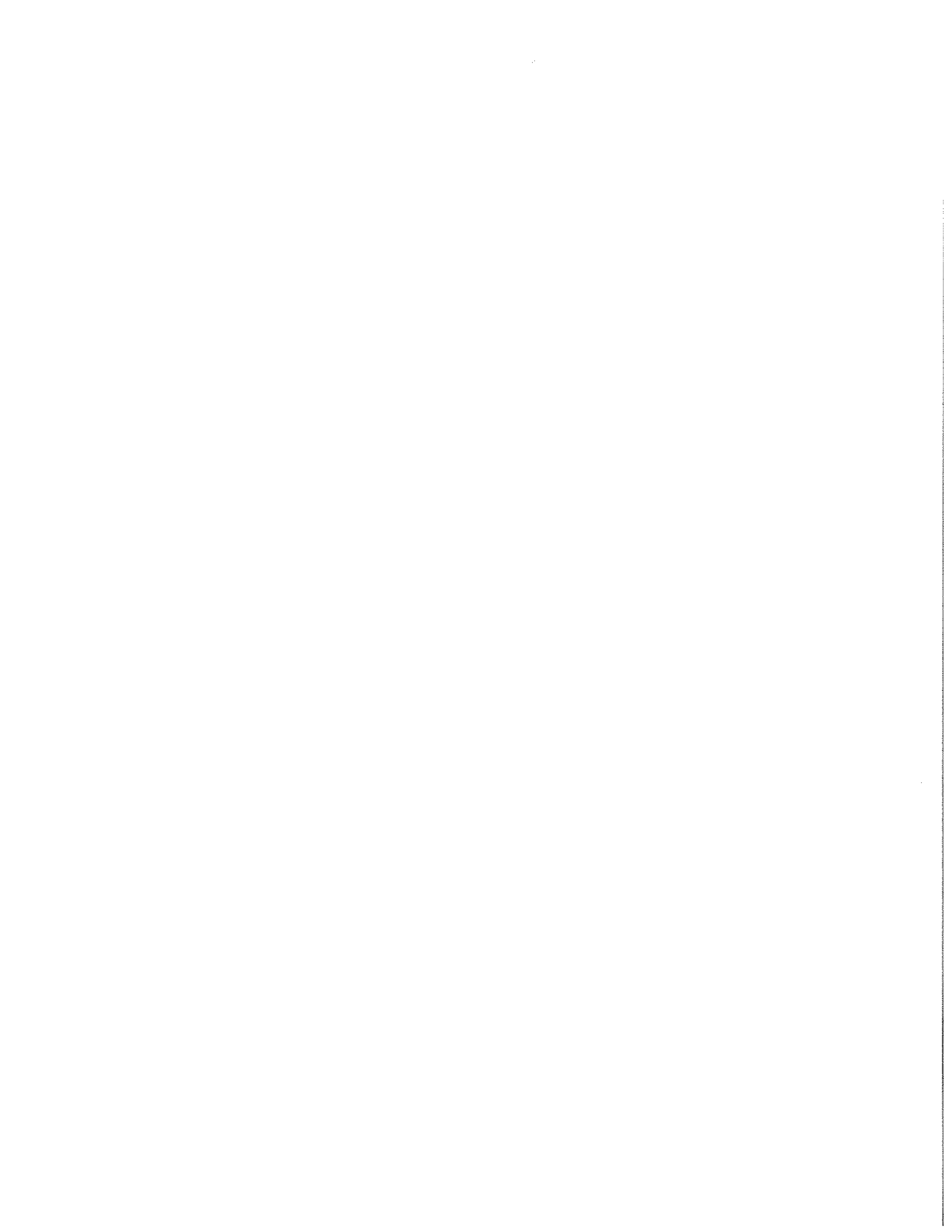
tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 18 de abril de 2006.

Erick Eduardo Leiva González



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, salud, sabiduría y fuerzas para alcanzar este gran logro en mi vida.
- Mis padres** Raúl Eduardo y Aída de Jesús
Por su amor, apoyo incondicional, sacrificios y por sus sabios consejos para que culminara mi carrera.
- Mi esposa** Andrea Maria
Por el amor incondicional y por todo el apoyo en nuestro matrimonio.
- Mi hijo** Esteban Eduardo
Por ser una bendición para nuestro hogar y agradecemos a Dios por ser un regalo para nuestras vidas.
- Mis hermanos** Juan Raúl, Robin Alejandro, Claudia María, Evelyn Patricia y Francisco Javier.
Por compartir tantos momentos inolvidables.
- Mis abuelos** Alicia González
Leonzo González (q.e.p.d.)
Florencia Matías (q.e.p.d.)
Por ser personas de ejemplo para nuestras vidas.
- Mis suegros** Cesar Arnoldo y Clara Priscila (q.e.p.d.)
Por su apoyo y cariño.



AGRADECIMIENTOS A:

Dios, por darme la vida, por darme fuerzas día a día, por darme salud y perseverancia en los buenos y malos momentos de mi vida, para poder salir adelante.

Ingeniero Carlos Aníbal Chicojay Coloma, por todo el apoyo en la realización del presente trabajo.

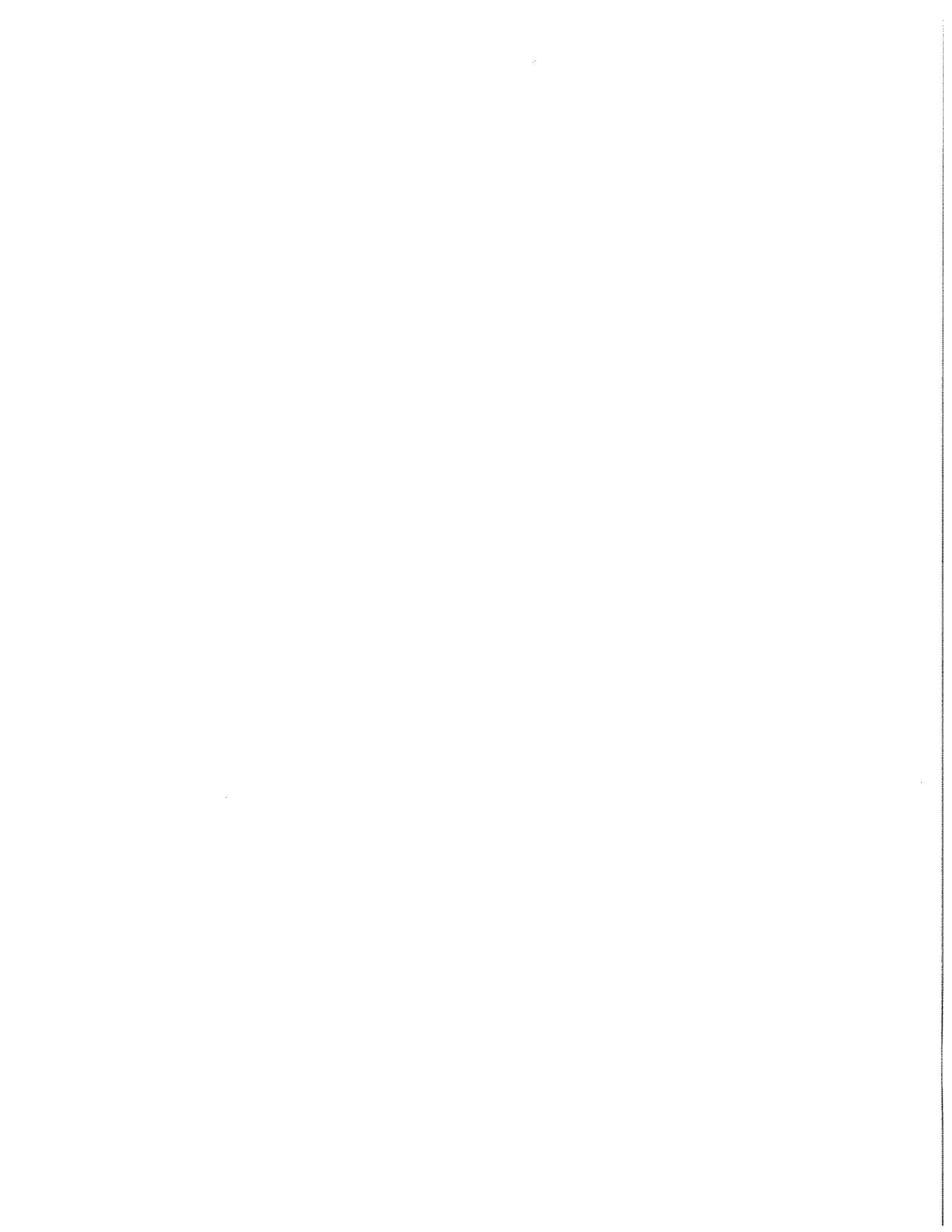
Ingeniero Rafael García-Prendes, por todo el apoyo en la formación de mi carrera, por sus valiosos consejos y por la realización del presente trabajo.

A mis recordados amigos y compañeros de estudio, Edgar, Estuardo y Viam.

A mis amigos y compañeros de trabajo.

A Empresa Industrial Doble "B", S.A., por permitirme realizar la investigación y desarrollo de este trabajo de graduación.

La división de Mantenimiento General e Instalaciones, por brindarme todo su apoyo para la realización de este proyecto.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.1.1. Reseña histórica de la empresa.....	1
1.1.2. Misión y visión de la empresa.....	2
1.1.2.1. Misión de la empresa.....	2
1.1.2.2. Visión de la empresa.....	3
1.2. Servicios que presta la empresa a los clientes.....	3
1.2.1. Paquete completo.....	3
1.2.2. Paquete de confección.....	3
1.3. Procesos de producción.....	4
1.3.1. Almacenaje de telas.....	4
1.3.2. Inspección de telas.....	4
1.3.3. Corte de tela manual y automática.....	4
1.3.4. Plantas de costura.....	4
1.3.5. Plantas de acabados especiales.....	5
1.3.6. Plantas de lavandería, extractado y secado.....	5
1.3.7. Plantas de planchado.....	5
1.3.8. Plantas de empaque y exportación.....	5

1.4. Departamento de mantenimiento.....	6
1.4.1. Estructura del departamento de mantenimiento.....	6
1.5. Ubicación de la empresa.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Mantenimiento.....	7
2.1.1. Labor del departamento de mantenimiento.....	8
2.1.2. Breve historia de la organización de mantenimiento.....	8
2.1.3. Objetivos del mantenimiento.....	9
2.1.4. Clasificación de fallas.....	10
2.1.4.1. Fallas tempranas.....	10
2.1.4.2. Fallas tardías.....	10
2.1.5. Tipos de mantenimiento.....	10
2.1.5.1. Mantenimiento del usuario.....	10
2.1.5.2. Mantenimiento correctivo.....	11
2.1.5.2.1. Mantenimiento paliativo o de campo.....	11
2.1.5.2.2. Mantenimiento curativo o de reparación.....	11
2.1.5.3. Mantenimiento preventivo.....	13
2.1.5.4. Mantenimiento predictivo.....	16
2.1.5.5. Mantenimiento productivo total.....	17
2.1.6. Conceptos generales de solución de problemas.....	19
2.1.7. Gerencia de infraestructura y mantenimiento.....	19
2.2. Tratamiento biológico para una planta de tratamiento.....	20
2.2.1. Proceso de lodos activados.....	21
2.2.1.1. Componentes del proceso de lodos activados.....	22
2.2.1.2. Diferentes clases en el proceso de lodos activados.....	24
2.2.1.2.1. Mezcla completa.....	24
2.2.1.2.2. Flujo de pistón.....	25
2.2.1.2.3. Aireación prolongada.....	26
2.2.1.2.4. Canal de oxidación.....	27

2.3. Equipos de tratamiento de agua primario.....	28
2.3.1. Separador de arena rotativo 1.....	28
2.3.1.1. Datos de motor y reductor.....	28
2.3.2. Separador de arena rotativo 2.....	28
2.3.2.1. Datos de motor y reductor.....	29
2.3.3. Separador de arena rotativo 3.....	29
2.3.3.1. Datos de motor y reductor.....	29
2.3.4. Intercambiador de calor.....	30
2.3.5. Estación de bombeo para intercambiador de calor.....	31
2.3.5.1. Bomba para intercambiador de calor 1.....	31
2.3.5.2. Bomba para intercambiador de calor 2.....	31
2.3.6. Separador de arena 1.....	32
2.3.6.1. Datos de motor y reductor de separador principal.....	32
2.3.6.2. Datos de motor y reductor de tornillo horizontal.....	32
2.3.6.3. Datos de motor y reductor de tornillo vertical.....	33
2.3.6.4. Datos de motor y reductor de bomba de lodos.....	33
2.3.7. Separador de arena 2.....	34
2.3.7.1. Datos de motor y reductor de separador principal.....	34
2.3.7.2. Datos de motor y reductor de tornillo horizontal.....	34
2.3.7.3. Datos de motor y reductor de tornillo vertical.....	35
2.3.7.4. Datos de motor y reductor de bomba de lodos.....	35
2.3.8. Aireadores de superficie.....	36
2.3.9. Estación de bombeo para tanque de ecualización.....	36
2.3.9.1. Bomba para tanque de ecualización 1.....	36
2.3.9.2. Bomba para tanque de ecualización 2.....	37
2.4. Equipo para tratamiento de agua secundario.....	38
2.4.1. Mezclador para tanque de homogenización.....	38
2.4.1.1. Datos de motor y reductor.....	38
2.4.2. Aireación de fono.....	39
2.4.2.1. Soplador de aire 1.....	39
2.4.2.1.1. Datos de cámara de compresión.....	39
2.4.2.1.2. Datos de motor.....	39

2.4.2.2.	Soplador de aire 2.....	40
2.4.2.2.1.	Datos de cámara de compresión.....	40
2.4.2.2.2.	Datos de motor.....	40
2.4.2.3.	Soplador de aire 3.....	41
2.4.2.3.1.	Datos de cámara de compresión.....	41
2.4.2.3.2.	Datos de motor.....	41
2.4.3.	Puente raspador de lodos.....	42
2.4.3.1.	Datos de motor y reductor.....	42
2.4.4.	Bomba prensa de lodos 1.....	43
2.4.5.	Bomba de prensa de lodos 2.....	43
2.4.6.	Bomba de agua decantada 1.....	44
2.4.7.	Bomba de agua decantada 2.....	45
2.4.8.	Bomba de recirculación de lodos 1.....	45
2.4.9.	Bomba de recirculación de lodos 2.....	46
2.4.10.	Bomba de retrolavado de los filtros 1.....	47
2.4.11.	Bomba de retrolavado de los filtros 2.....	47
2.4.12.	Bomba de lavado de prensa de lodos 1.....	48
2.4.13.	Bomba de lavado de prensa de lodos 2.....	49
2.4.14.	Adensador de lodos.....	50
2.4.15.	Prensa desaguadota de lodos.....	51
2.4.16.	Filtro de arena 1.....	52
2.4.17.	Filtro de arena 2.....	52
2.4.18.	Filtro de arena 3.....	52
2.4.19.	Filtro de arena 4.....	53
2.4.20.	Filtro de arena 5.....	53
3.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	55
3.1.	Análisis para el programa de mantenimiento preventivo.....	55
3.2.	Procedimientos de generación de ordenes de trabajo.....	55
3.2.1.	Ingreso de datos al inventario de maquinaria y equipo.....	55
3.2.2.	Generación de ordenes de trabajo.....	56
3.2.3.	Ejecución de ordenes de trabajo.....	56

3.2.4. Verificación de ordenes de trabajo.....	57
3.2.5. Registro de ordenes de trabajo.....	57
3.3. Instrucciones para los equipos de tratamiento primario.....	58
3.3.1. Mantenimiento preventivo separador de sólidos rotativo.....	58
3.3.1.1. Mantenimiento diario.....	58
3.3.1.2. Mantenimiento semanal.....	58
3.3.1.3. Mantenimiento mensual.....	59
3.3.1.4. Mantenimiento trimestral.....	59
3.3.1.5. Mantenimiento anual.....	60
3.3.2. Mantenimiento preventivo para separador de arena.....	60
3.3.2.1. Mantenimiento diario.....	60
3.3.2.2. Mantenimiento semanal.....	61
3.3.2.3. Mantenimiento mensual.....	61
3.3.2.4. Mantenimiento trimestral.....	61
3.3.2.5. Mantenimiento anual.....	62
3.3.3. Mantenimiento preventivo para intercambiado de calor.....	62
3.3.3.1. Mantenimiento semanal.....	62
3.3.3.2. Mantenimiento mensual.....	63
3.3.3.3. Mantenimiento anual.....	63
3.3.4. Mantenimiento preventivo para esta estación de bombeo de intercambiador de calor.....	64
3.3.4.1. Mantenimiento semanal.....	64
3.3.4.2. Mantenimiento quincenal.....	64
3.3.4.3. Mantenimiento mensual.....	65
3.3.4.4. Mantenimiento anual.....	65
3.3.5. Mantenimiento preventivo para estación de bombeo de tanques de ecualización.....	66
3.3.5.1. Mantenimiento semanal.....	66
3.3.5.2. Mantenimiento quincenal.....	67
3.3.5.3. Mantenimiento mensual.....	67
3.3.5.4. Mantenimiento anual.....	68

3.4. Instrucciones para equipo de tratamiento secundario.....	68
3.4.1. Mantenimiento preventivo para tanque de homogenización....	68
3.4.1.1. Mantenimiento semanal.....	68
3.4.1.2. Mantenimiento quincenal.....	69
3.4.1.3. Mantenimiento mensual.....	69
3.4.1.4. Mantenimiento anual.....	70
3.4.2. Mantenimiento preventivo para aireación de fondo.....	71
3.4.2.1. Mantenimiento diario.....	71
3.4.2.2. Mantenimiento anual.....	72
3.4.3. Mantenimiento preventivo para puente raspador de lodos.....	73
3.4.3.1. Mantenimiento semanal.....	73
3.4.3.2. Mantenimiento mensual.....	73
3.4.3.3. Mantenimiento anual.....	74
3.4.4. Mantenimiento preventivo para bomba prensa de lodos.....	74
3.4.4.1. Mantenimiento semanal.....	74
3.4.4.2. Mantenimiento mensual.....	75
3.4.4.3. Mantenimiento anual.....	75
3.4.5. Mantenimiento preventivo para bomba de agua decantada....	76
3.4.5.1. Mantenimiento semanal.....	76
3.4.5.2. Mantenimiento mensual.....	76
3.4.5.3. Mantenimiento anual.....	77
3.4.6. Mantenimiento preventivo para bomba de recirculación de lodos.....	77
3.4.6.1. Mantenimiento semanal.....	77
3.4.6.2. Mantenimiento mensual.....	78
3.4.6.3. Mantenimiento anual.....	79
3.4.7. Mantenimiento preventivo para bomba de retrolavado de los filtros.....	79
3.4.7.1. Mantenimiento semanal.....	79
3.4.7.2. Mantenimiento mensual.....	80
3.4.7.3. Mantenimiento anual.....	80

3.4.8. Mantenimiento preventivo para bomba de retrolavado de prensa de lodos.....	81
3.4.8.1. Mantenimiento semanal.....	81
3.4.8.2. Mantenimiento mensual.....	82
3.4.8.3. Mantenimiento anual.....	82
3.4.9. Mantenimiento preventivo para adensador de lodos.....	83
3.4.9.1. Mantenimiento semanal.....	83
3.4.9.2. Mantenimiento quincenal.....	83
3.4.9.3. Mantenimiento anual.....	84
3.4.10. Mantenimiento preventivo para prensa desaguadota de lodos.....	84
3.4.10.1. Mantenimiento semanal.....	84
3.4.10.2. Mantenimiento mensual.....	85
3.4.10.3. Mantenimiento anual.....	86
3.4.11. Mantenimiento preventivo para filtros de arena.....	86
3.4.11.1. Mantenimiento semanal.....	86
3.4.11.2. Mantenimiento mensual.....	87
3.4.11.3. Mantenimiento anual.....	88
4. CAPACITACIÓN Y DOCENCIA.....	89
4.1. Seguridad Industrial.....	89
4.1.1. Creación de un entorno laboral adecuado.....	89
4.1.2. Conocimiento y motivación en seguridad.....	90
4.1.3. Programas de concienciación en materia de seguridad.....	90
4.1.4. Seguridad y la administración de la calidad total.....	90
4.1.5. Función de comunicar del supervisor.....	91
4.1.6. Programa de capacitación en materia de seguridad.....	91
4.1.7. Motivación para la seguridad mediante incentivos.....	91
4.1.8. Cumplimiento de las reglas de seguridad.....	91
4.1.9. Investigación y registro de accidentes.....	92
4.1.10. Reglas principales de la seguridad industrial.....	92
4.1.11. Orden y limpieza.....	93

4.1.12. Equipos de protección individual.....	93
4.1.13. Utilización adecuada de herramientas manuales.....	95
4.1.14. Utilización adecuada de escaleras de mano.....	96
4.1.15. Precauciones al trabajar con electricidad.....	96
4.1.16. Precauciones al trabajar con productos químicos	98
4.1.17. Precauciones en caso de incendios.....	99
4.1.18. Precauciones al presentarse emergencias.....	100
4.1.19. Precauciones al presentarse accidentes.....	100
CONCLUSIONES.....	101
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Estructura del departamento de mantenimiento.....	6
2	Proceso de lodos activados con recirculación de lodos.....	21
3	Proceso de lodos activados con mezcla completa.....	24
4	Proceso de lodos activados con flujo de pistón.....	25
5	Proceso de lodos activados con aireación prolongada.....	26
6	Proceso de lodos activados con canal de oxidación.....	27
7	Separador de sólidos rotativo.....	30
8	Intercambiador de calor.....	30
9	Estación de bombeo para intercambiador.....	32
10	Separador de arena.....	33
11	Separador de arena.....	35
12	Aireador de superficie.....	36
13	Estación de bombeo para ecualización.....	37
14	Mezclador para tanque de homogenización.....	38
15	Sopladores de aire.....	42
16	Decantador o clarificador.....	43
17	Bombas de lodos.....	44
18	Bombas de agua decantada.....	45
19	Bombas de recirculación de lodos.....	47
20	Bombas de retrolavado de los filtros.....	48
21	Bombas de prensa de lodos.....	49
22	Adensador de lodos.....	50
23	Prensa desaguadora de lodos.....	51
24	Filtros de arena verticales.....	53
25	Filtros de arena horizontales.....	54
26	Rótulos para equipos de protección.....	94

27	Equipos de protección al esmerilar.....	95
28	Equipos de protección al taladrar.....	95
29	Rótulos de precaución eléctricos.....	97
30	Rótulos de precaución eléctricos.....	97
31	Señalización al manejar combustibles.....	98
32	Extinguidores contra incendios.....	99

TABLAS

I	Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y su procedencia.....	107
II	Contaminantes de importancia en el tratamiento de agua residual.....	109

LISTA DE SÍMBOLOS

AISE	Ingenieros americanos de hierro y acero.
AISI	Instituto americano del hierro y el acero.
ANSI	Instituto Nacional Americano de normas.
ASTM	Sociedad Americana para el ensayo de materiales.
AWS	Sociedad Americana de soldadura.
Bar	Unidad de medida de presión en Kg/cm ² .
°C	Unidad de medida de temperatura en grados Celsius o grados Centígrados.
Cat	Especificación de fabricante según categoría del equipo.
°F	Unidad de medida de temperatura en grados Fahrenheit.
Frame	Especificación de fabricación según categoría del equipo.
GPM	Galones Por Minuto.
HP	Horse Power o caballo de fuerza, unidad de medida para potencia.

Hz	Frecuencia de operación en corriente alterna dada en ciclos por segundo.
Kg	Unidad de medida de masa en kilogramos.
KW	Kilo Watts, unidad de medida para potencia sistema internacional.
Lb	Unidad de medida de masa en libras.
Litro	Unidad de capacidad de volumen, sistema métrico.
m/min	Unidad de medida de velocidad en metros por minuto.
m³/h	Unidad de volumen por hora.
Oxígeno/h	Transferencia de oxígeno por hora.
PH	Es la concentración de Ion de hidrógeno, que permite la proliferación y desarrollo adecuado de los microorganismos necesarios para el tratamiento biológico.
PSI	Unidad de medida de presión en libras por pulgada cuadrada.
RPM	Revoluciones Por Minuto.
Spec	Especificaciones de fabricante para cada tipo de maquinaria.
V	Unidad de medida eléctrica en Voltios.

GLOSARIO

Aireador	Equipo que se utiliza para mezclar oxígeno con el efluente.
Afluente	Se entiende como el caudal de agua que ingresa a una de las unidades.
Agua residual	Es el agua que se genera después de ser utilizada por el ser humano, a esta se le ha agregado una serie de contaminantes nocivos para la salud y el ambiente.
Aguas grises	Es el agua residual producida de lavaderos, duchas, pilas, etc., su característica principal es que contiene grandes cantidades de jabón.
Aguas negras	Estás son producidas por inodoros y mingitorios, contienen sólidos y elementos patógenos que son expulsados por el cuerpo humano.
Bacteria	Organismo unicelular, microscópico, que no necesita luz para sus procesos de vida.
Biodegradable	Sustancias susceptibles de sufrir procesos en los cuales los compuestos químicos son destruidos por la acción de organismos vivos.
Biomasa	Masa del conjunto de organismos que viven en un medio determinado.

Contaminación

Ambiental Degradación del ambiente causada por el vertimiento de productos tóxicos, provocados por la actividad humana.

Decantador Tanque de sedimentación utilizado en el proceso de los activados.

DBO Demanda Bioquímica de Oxígeno, es el parámetro de contaminación orgánica más utilizado, aplicable tanto para aguas residuales como para superficiales.

DQO Demanda Química de Oxígeno, es una medición para medir el contenido de materia orgánica, tanto en aguas naturales como residuales.

Efluente Se entiende como el caudal que esta saliendo de una de las unidades de tratamiento.

Falla Decimos que falla algo cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Fermentar Proceso químico producido por la acción de un fermento, que aparece íntegramente al final de la serie de reacciones químicas sin haberse modificado.

Hz Frecuencia de operación en corriente alterna dada en ciclos por segundo.

Influyente Se entiende como el caudal que esta entrando a una de las unidades de tratamiento.

Licor mixto	Agua contenida en el reactor o tanque de aireación del proceso de lodos activados.
Mantenimiento	El mantenimiento tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria, herramienta, equipo de trabajo, con el objeto de prevenir accidentes y lesiones en el trabajador, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando parte riesgos en el área laboral.
Mantenimiento Correctivo	Es el mantenimiento que se usa cuando se produce una falla en la maquinaria o equipo.
Mantenimiento Curativo	Este se encarga de la reparación propiamente eliminando las causas que han producido la falla.
Mantenimiento Paliativo	Es el mantenimiento que se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla. También es llamado de campo o de arreglo.
Mantenimiento Predictivo	Es el mantenimiento que se encarga de predecir la falla antes de que la falla se produzca.
Mantenimiento Preventivo	Es el mantenimiento en el cual existe una rutina de inspecciones periódicas para reducir reparaciones o fallas.

Mantenimiento

T.P.M.

Es el Mantenimiento Productivo Total, es el sistema Japonés en el cual la responsabilidad del mantenimiento no es solo del departamento de mantenimiento, sino “El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos”.

Mantenimiento

Usuario

Este se encarga de responsabilizar a los propios operarios de su maquinaria, tomando en cuenta todas las precauciones de seguridad e higiene industrial.

Oxidación

Fijación de oxígeno por un elemento o pérdida de electrones por este elemento.

Oxígeno

disuelto

El oxígeno disuelto se define como la cantidad de oxígeno necesario para que los microorganismos realicen sus actividades metabólicas y de obtención de energía, a partir de la materia orgánica.

PH

Es la concentración de Ion de hidrógeno, que permite la proliferación y desarrollo adecuado de los microorganismos necesarios para el tratamiento biológico.

Pozo de

Absorción

Elemento estructural construido para infiltrar el agua al subsuelo.

Procesos

aeróbicos Son los procesos de tratamiento biológico que se dan en presencia de oxígeno.

Procesos

Anaeróbicos Son los procesos de tratamiento biológico que se dan en ausencia de oxígeno.

Procesos

Facultativos Son los procesos de tratamiento biológico en lo que los organismos responsables pueden funcionar en presencia o en ausencia de oxígeno molecular.

Purga de lodos Es el líquido que es removido del fondo del decantador y luego descartado del proceso, para tratar de mantener un balance entre la cantidad de materia orgánica que ingresa y el número de microorganismos presentes en el proceso.

Recirculación de

lodos Es el líquido que es removido del fondo del decantador y bombeado de regreso al tanque de aireación.

Sólidos o lodo

biológico Masa activa de microorganismos capaz de estabilizar la materia orgánica del influente por la vía aeróbica.

Sólidos

sedimentables Es el volumen ocupado por los sólidos que después de 60 minutos han sedimentado en el fondo de la probeta donde se realiza el análisis. El resultado es expresado en mililitros de sólidos sedimentados por litro de muestra.

SSTLM Sólidos Suspendidos Totales de Licor Mixto.

SSVLM Sólidos Suspendidos Volátiles de Licor Mixto.

**Tanque de
aireación**

Reactor en el cual son mezclados un influente con alto contenido de materia orgánica y una masa activada de microorganismos, todo en un medio aeróbico.

RESUMEN

El programa de mantenimiento preventivo, es utilizado en varios campos de la industria para mantener en óptimas condiciones de operación los equipos y maquinaria. Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de minimizar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación, mediante rutinas de inspecciones periódicas y la renovación de elementos dañados.

La característica principal de este mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas al momento oportuno, minimizando así los tiempos muertos o paros innecesarios.

El mantenimiento preventivo tiene participación en el éxito o fracaso de cualquier empresa, por estudios comprobados el mantenimiento incide en: costos de producción, calidad del producto o servicio, capacidad operacional en el cumplimiento de plazos de entrega, capacidad de respuesta de la empresa, seguridad e higiene industrial, calidad de vida de los colaboradores de la empresa, imagen y seguridad ambiental de la compañía.

El mantenimiento preventivo es una función real, que puede resumirse en la capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

OBJETIVOS

General

Implementar el programa de mantenimiento preventivo para la planta de tratamiento de aguas residuales en una lavandería industrial, dedicada a la fabricación de pantalones de lona, para mantener en óptimas condiciones la maquinaria y equipo.

Específicos

1. Hacer un diagnóstico del estado actual de la maquinaria y equipo.
2. Reducir tiempos muertos y paros innecesarios de la maquinaria y equipo por ejecución de mantenimiento preventivo inadecuado.
3. Optimizar el tiempo de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo.
4. Aumentar la vida útil de la maquinaria y equipo.
5. Minimizar el mantenimiento correctivo.
6. Cumplir con los requerimientos de los clientes.
7. Eliminar daños al medio ambiente.
8. Reutilizar agua tratada para el proceso de lavado.
9. Capacitar al personal operativo y de mantenimiento, para evitar pérdidas económicas y evitar accidentes.

INTRODUCCIÓN

Empresa Industrial Doble “B”, es una empresa líder en América que se dedica a la elaboración de pantalones, inicio desde el año 1990 y uno de sus principales objetivos fue proveer trabajo a personal guatemalteco, logro que se ha realizado hasta la fecha.

La empresa posee una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para tratar todo el efluente que se utiliza en el área de la lavandería, con el fin de no contaminar el medio ambiente, dicho efluente es el que se utiliza para realizar todos los lavados de los pantalones de lona, según especificaciones del cliente.

Para mantener en óptimas condiciones el equipo y maquinaria, optimizar los recursos, aumentar la vida útil de la maquinaria, reducir las fallas, evitar accidentes, minimizar paros innecesarios, es necesario llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo adecuado, razón por la cual se propone el Programa de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Lavandería de dicha empresa.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes de la empresa

En este capítulo hacemos referencia sobre la información general de la empresa, misión, visión, los servicios que presta, procesos de producción, su organización y ubicación.

1.1.1. Reseña histórica

Empresa Industrial Doble "B", esta dedicada a la confección de pantalones de lona desde el año 1990, dentro de sus clientes podemos mencionar Levi's, Gap, Old Navy, Banana Republic, Calvin Klein, Sonoma, Walmart y otros, siendo una de las empresas líderes en la elaboración de los mismos. Para poder adquirir un contrato de confección, dichos clientes exigen requisitos, los cuales son evaluados constantemente por auditorías externas para que sean cumplidos a cabalidad. Por ejemplo: buenas condiciones de trabajo para sus empleados, salarios de acuerdo a lo establecido por las leyes de cada país, maquinaria y equipo para realizar todas las operaciones con calidad, protección del medio ambiente, seguridad industrial y otros.

Como se dijo anteriormente, uno de los requisitos es no contaminar el medio ambiente, razón por la cual la empresa posee una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para tratar todo el efluente que se utiliza en el área de la lavandería, dicho efluente es el que se utiliza para realizar todos los lavados de los pantalones de lona según especificaciones del cliente.

La empresa maneja un sistema para motivar a los trabajadores, el cual se denomina un sistema de valores, este se compone de los siguientes puntos: excelencia, cumplimiento, disciplina, trabajo en equipo y honradez.

Excelencia: ejecutamos eficientemente nuestras actividades desde la primera vez, superando los resultados esperados, haciendo un uso racional de los recursos disponibles.

Cumplimiento: estamos comprometidos a realizar en tiempo, calidad y cantidad todo aquello que nos corresponde para la completa satisfacción de nuestros clientes internos y externos.

Disciplina: cumplimos consistentemente con las normas y procedimientos establecidos.

Trabajo en equipo: unimos conocimiento, habilidades y experiencia de forma coordinada para el logro de un objetivo común.

Honradez: actuamos de forma íntegra y leal en nuestra relación con los demás y con nosotros mismos.

1.1.2. Misión y Visión de la empresa

Aquí se describe la información sobre la misión y visión de la empresa.

1.1.2.1. Misión de la empresa

Crear un ambiente de trabajo agradable y productivo que nos permita proveer a nuestros clientes los mejores productos y servicios en donde los requiera generando una buena rentabilidad a la empresa y mejorando la calidad de vida de nuestros empleados.

1.1.2.2. Visión de la empresa

Somos la empresa líder en América, proporcionamos el servicio completo en la elaboración de pantalones con excelente calidad y en el menor tiempo, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

1.2. Servicios que presta la empresa a los clientes

La empresa cuenta con dos tipo de servicios los cuales dependen del requerimiento del cliente, los cuales son a) paquete completo y b) paquete de confección.

1.2.1. Paquete completo

La empresa realiza todos los procedimientos para confeccionar los diferentes estilos de pantalones para los diferentes clientes, desde el diseño, patrón de medida, compra de materiales, confección, acabados especiales, lavado, secado, planchado, empacado y entrega del producto ya terminado a los clientes.

1.2.2. Paquete de confección

La empresa realiza sólo los procedimientos de confección, acabados especiales, lavado, secado, planchado y empacado cumpliendo con las especificaciones proporcionadas por los clientes. En este caso el cliente se encarga de enviar todos los materiales y especificaciones para confeccionar los pantalones.

1.3. Procesos de producción

Aquí se describen los diferentes procesos de cada una de las planta de producción para llevar a cabo la elaboración de pantalones.

1.3.1. Almacenaje de telas

Aquí es el departamento donde se lleva el control de ingreso y almacenaje de la tela para los diferentes procesos de producción. Tiene la característica de almacenar rollos de forma individual para no formar deformaciones o pliegues por sobre peso en la tela y con esto minimizar los daños por almacenaje inadecuado y no provocar daños en la fabricación de las diferentes prendas.

1.3.2. Inspección de telas

En este departamento se inspecciona la tela para detectar todos los defectos que puedan existir por mala fabricación o transporte inadecuado. Dichos defectos son identificados para descartar la tela y que no provoque daños en la confección de las prendas.

1.3.3. Corte de tela manual y automático

En este departamento es donde se tiende la tela para cortarla según las medidas de las prendas en la sala de corte. Puede ser de forma manual con cortadoras manuales o de forma automática con una cortadora electrónica.

1.3.4. Plantas de costura

Aquí es donde toda la materia prima es confeccionada y es donde las líneas producen los diferentes estilos de pantalones, según especificaciones de los clientes. Cada línea de producción tiene aproximadamente de 35 a 40 personas.

1.3.5. Planta de acabados especiales

En este departamento es donde se le dan los diferentes acabados a las prendas, dependiendo de las especificaciones de los clientes, por ejemplo: lijado manual, aplicación de resinas, desgaste de prendas por presión de aire comprimido, acabados con maquinaria láser, hornos, etc.

1.3.6. Planta de lavandería, extractado y secado

En este proceso todas las prendas son lavadas para terminar de dar el acabado final al pantalón, en otras palabras el pantalón sufre un desgaste, ya que el lavado con piedra pómez, arena de sílice u otros. Luego pasa al departamento de extractado de agua y por último al departamento de secado para eliminar toda la humedad de la prenda.

1.3.7. Planta de planchado

En este departamento todas las prendas son planchadas por medio de vapor para darle una buena presentación al pantalón.

1.3.8. Planta de empaque y exportación

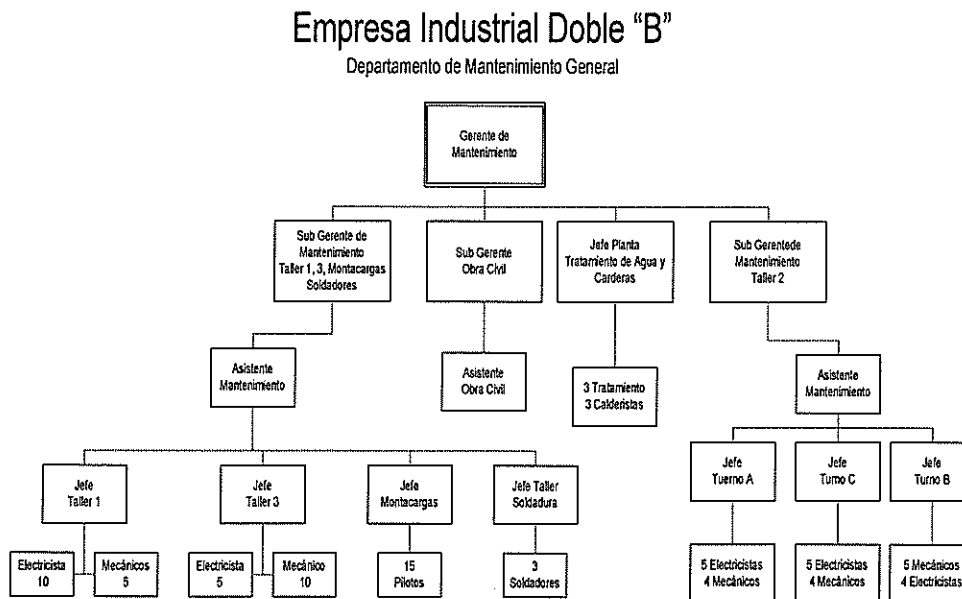
Este es el último proceso, en el cual las prendas son inspeccionadas por última vez, son etiquetadas y empacadas para luego ser exportadas y entregadas a los clientes.

1.4. Departamento de Mantenimiento

La empresa cuenta con un departamento de mantenimiento que es el encargado de mantener en optimas condiciones el equipo y maquinaria, el equipo esta compuesto por el Gerente de Mantenimiento, Ingenieros de campo, Asistentes de campo, Supervisores de talleres, mecánicos , electricistas, soldadores y digitadores de computo.

1.4.1. Estructura del departamento de mantenimiento.

Figura 1. Estructura departamento de mantenimiento.



1.5. Ubicación de la empresa

Empresa Industrial Doble "B", S.A., esta ubicada en la 37 avenida 2-77 zona 7 Colonia El Rodeo, de la ciudad de Guatemala, Centro América.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mantenimiento

Mantenimiento es toda acción cuyo propósito es mantener el equipo o sistema en sus condiciones normales de operación. La función mantenimiento debe expresarse como un sistema organizado que permita el mejor aprovechamiento del medio para los procesos y cumplir con los requisitos de producción.

El mantenimiento produce un bien real, que puede resumirse en la capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Particularmente la necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valoradas. El mantenimiento fue un problema que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función acoplada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y económica.

El mantenimiento tiene participación en el éxito o fracaso de cualquier empresa, por estudios comprobados el mantenimiento incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto de servicio.
- Capacidad operacional en el cumplimiento de plazos de entrega.
- Capacidad de respuesta de la empresa como ente organizado e integrado, al general e implementar soluciones nuevas y con el compromiso de la mejora continua.
- Seguridad e higiene industrial.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

El mantenimiento es una función real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

2.1.1. Labor del departamento de mantenimiento

La labor del departamento de mantenimiento, esta relacionada en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

2.1.2. Breve historia de la Organización de mantenimiento

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control de mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados a costos. La exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto en costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar en forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Todo esto ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

2.1.3. Objetivos del mantenimiento

El diseño e implementación de cualquier sistema organizado y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier mejora al sistema debe ser contemplada.

En el caso de mantenimiento debe estar encaminado a la permanente ejecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la maquina.
- Evitar, reducir, y en su caso, reparar las fallas sobre la maquinaria y equipo.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar paros innecesarios en la maquinaria y equipo.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear los costos de mantenimiento.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

2.1.4. Clasificación de fallas

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado.

2.1.4.1. Fallas tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o montaje, ensamblaje o mala fabricación.

2.1.4.2. Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida útil del bien, puede ser por envejecimiento del aislamiento de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.

2.1.5. Tipos de mantenimiento

A continuación se describen los diferentes tipos de mantenimiento con sus ventajas y desventajas aplicados en la diferentes organizaciones.

2.1.5.1. Mantenimiento para el usuario

En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de maquinas.

Por ejemplo, que el operador realice la limpieza de su maquinaria tomando todas las precauciones de seguridad e higiene industrial.

Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces y de forma segura.

2.1.5.2. Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques.

2.1.5.2.1. Mantenimiento paliativo o de campo

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla. No se realiza un análisis profundo de la falla y el objetivo es que la maquinaria o equipo continúe con sus labores de trabajo.

2.1.5.2.2. Mantenimiento curativo o de reparación

Este se encarga de la reparación propiamente, pero eliminando las causas que han producido la falla. Suele tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto su costo es alto y con un alto riesgo de falla.

Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, rebajar costos.

Conclusiones sobre el mantenimiento correctivo

La principal función de gestión adecuada del mantenimiento consiste en rebajar el correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad de la empresa.

El correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentara realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programando un paro, para que esa falla no se repita.

Es importante tomar en cuenta en el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunas maquinas o instalaciones el correctivo será el sistema mas rentable.

Historia sobre el mantenimiento correctivo

A finales del siglo XVIII y comienzo del siglo XXI durante la revolución industrial, con las primeras maquinas se iniciaron los primeros trabajos de reparación, el inicio de los conceptos de competitividad de costos, planteo en las grandes empresas, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paro que se producían en la producción. Hacia los años 20 ya aparecen las primeras estadísticas sobre las tasas de falla en motores y equipos de aviación.

Ventajas en el mantenimiento correctivo

- Si el equipo de mantenimiento esta preparado en el fallo y la reparación es rápida, en la mayoría de los casos será con el mínimo de tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo.

- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

Desventajas del mantenimiento correctivo

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que se produce un hábito a trabajar defectuosamente.
- Produce una sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

2.1.5.3. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable.

Su propósito es prever fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles de eficiencia óptimos.

La característica principal de este mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas al momento oportuno. Estas inspecciones deben estar apoyadas con la experiencia y datos históricos del equipo, obtenidos con los datos históricos.

Se confecciona un plan de mantenimiento para cada maquina, donde se realizan las acciones necesarias, engrasan, cambian fajas, desmontaje, limpieza, etc.

Historia sobre el mantenimiento preventivo

Durante la segunda guerra mundial, el mantenimiento tiene un desarrollo muy importante debido a las aplicaciones militares, en esta evolución el mantenimiento preventivo consiste en la inspección de aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del numero de horas de funcionamiento.

Ventajas del mantenimiento preventivo

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las maquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los equipos.

- Reducción del mantenimiento correctivo representará una reducción de costos de producción y aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo de acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones de producción.

Desventajas del mantenimiento preventivo

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados con experiencia.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel del mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad de los equipos.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso.

2.1.5.4. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o el momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones optimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitoreo para parámetros

Historia del mantenimiento predictivo

Durante los años 60 se inician técnicas de verificación mecánica a través del análisis de vibraciones y ruidos en los primeros equipos analizadores.

Ventajas del mantenimiento predictivo

- La intervención en el equipo o cambio de un elemento.
- Nos obliga a dominar el proceso y tener unos datos técnicos, que nos comprometa con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

Desventajas del mantenimiento predictivo

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de los datos.
- Se debe tener un personal capacitado para la interpretación de datos que generan los equipos y toman conclusiones en base a ellos.

- Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en maquina o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionen grandes perdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

2.1.5.5. Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (*Total Productive Maintenance*). El TPM es el sistema Japonés de mantenimiento industrial, la letra M representa acciones de "Mantenimiento". Es un enfoque a realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo y Productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un termino con una visión más amplia como "Perfeccionamiento". La letra T de la palabra "Total", se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa".

La definición del mantenimiento productivo total es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos".

Historia del mantenimiento TPM

Este sistema nace en Japón, fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippondenso del grupo Toyota y se extiende durante los años 70, se inicia fuera del Japón a partir de los años 80.

Objetivos del mantenimiento productivo total

- El sistema esta orientado a lograr cero accidentes.
- El sistema esta orientado a cero defectos.
- El sistema esta orientado a cero fallas.

Ventajas del mantenimiento productivo total

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final mas enriquecido y participativo.
- El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

Desventajas del mantenimiento productivo total

- Se requiere un cambio en la cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios gerenciales en la organización es costosa.
- El proceso de implementación requiere de varios años.

2.1.6. Conceptos generales de solución de problemas

A continuación se presenta uno de los métodos para la implementación de gestión de mantenimiento.

Método de implementación de gestión de mantenimiento

- Análisis de la situación actual
- Definir política de mantenimiento
- Establecer y definir grupo piloto para realizar pruebas
- Recopilar y ordenar datos de grupo piloto
- Procesar información
- Analizar resultados
- Readaptación del sistema
- Mejora continua
- Ampliar gestión al grupo

2.1.7. Gerencia de infraestructura y mantenimiento

Se encarga de llevar el control sistemático de todas las operaciones realizadas por el personal directo del departamento encargado del funcionamiento a cabalidad.

Mantenimiento e infraestructura

Este departamento tiene como finalidad primordial supervisar, coordinar y cumplir a cabalidad con todas las necesidades que se presenten en cada empresa, existen actualmente ciertas áreas fundamentales para realizar todas las actividades que junto con el personal y al jefe de mantenimiento ejecutan un buen trabajo, las áreas son: Pintura, mecánica, herrería, carpintería, refrigeración, electricidad, albañilería y plomería.

2.2. Tratamiento Biológico para una planta de tratamiento

Un tratamiento biológico aeróbico para agua residual, está formado por una población microbiana que se encuentra en suspensión, mezclada por desechos ya sean industriales o domésticos, en presencia de oxígeno molecular disuelto.

En la gran mayoría de los casos, con un análisis y control adecuado del entorno, es posible tratar por la vía biológica la totalidad de los efluentes residuales. Por lo tanto, es necesario conocer el funcionamiento y las características del proceso de tratamiento seleccionado, parte de esta forma, asegurar el control y adecuación del medio ambiente.

Los objetivos del tratamiento biológico del agua residual son la coagulación, la eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. En la mayoría de los casos, se pretende la reducción de la materia orgánica presente, y en otros casos, la reducción de nutrientes como lo son el nitrógeno (N) y el fósforo (P), que se encuentran presentes en múltiples formas dentro del agua residual, por ejemplo el nitrógeno se puede encontrar como Nitrógeno orgánico las cuales pueden ser proteínas y ureas. También se puede buscar la eliminación de compuestos a nivel de traza que pueden resultar tóxicos. A nivel industrial, se desea la reducción de la concentración de compuestos orgánicos como inorgánicos. A menudo, puede ser necesario llevar a cabo un pretratamiento previo, debido a la potencial toxicidad de estos compuestos.

Características de una agua residual: Antes de seleccionar el tipo de tratamiento biológico, es necesario poder determinar la naturaleza del agua a tratar, para poder hacer esto, se analizan por separado las características físicas, químicas y biológicas del agua residual.

En la tabla I, se describen las principales propiedades físicas del agua residual y sus constituyentes químicos y biológico, referencia en la Página 110.

En la tabla II, se describen los contaminantes de interés en el tratamiento del agua residual, referencia en la Pagina 112.

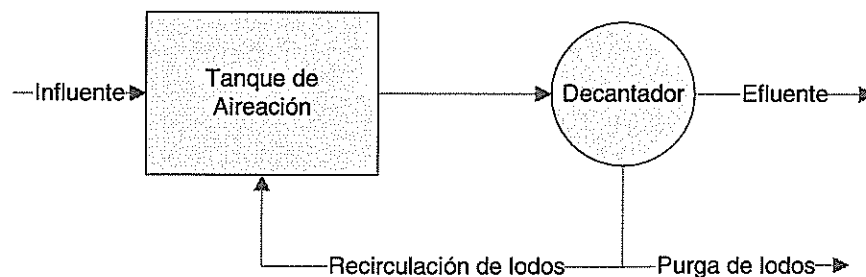
La mayoría de normas que regulan los tratamientos están basadas en las tasas de eliminación de materia orgánica, sólidos en suspensión y patógenos presentes.

2.2.1. Proceso de lodos activados

Este proceso de tratamiento biológico es uno de los principales procesos de cultivo empleados para la eliminación de materia orgánica. Originalmente fue desarrollado en Inglaterra en 1914 por Arden y Lockett y su nombre proviene de la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar un residuo por vía aeróbica. En la actualidad, existen muchas versiones del proceso original, pero son todas fundamentalmente iguales (Metcalf y Eddy, 1997).

Desde el punto de vista del funcionamiento, el tratamiento biológico de aguas residuales mediante el proceso de lodos activados se suele llevar a cabo utilizando un diagrama de flujo como el presentado en la Figura 2.

Figura 2. Proceso de lodos activados con recirculación de lodos.



El residuo orgánico se introduce en un reactor, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión. El contenido del reactor se conoce con el nombre de "licor mixto". En el reactor, el cultivo bacteriano lleva a cabo la conversión de la materia orgánica en tejido celular y productos finales, principalmente dióxido de carbono. El ambiente aeróbico en el reactor es conseguido mediante el uso de difusores o aireadores mecánicos, que también sirven para mantener el licor mixto en estado de mezcla completa. Al cabo de un periodo determinado de tiempo, la mezcla de las nuevas células con las viejas se conduce hasta un tanque de sedimentación (decantador) para su separación del agua residual tratada. Una parte de las células sedimentadas se recircula para mantener en el reactor la concentración de células deseadas, mientras que la otra parte se purga del sistema. La fracción purgada corresponde al crecimiento de tejido celular, asociado a un porcentaje de agua residual determinada. El nivel al que se debe mantener la masa biológica depende de la eficacia deseada en el tratamiento y de otras consideraciones relacionadas con la cinética del crecimiento. La masa biológica en el reactor es referida como los sólidos suspendidos totales del licor mixto (SSTLM) ó como los sólidos suspendidos volátiles del licor mixto (SSVLM), la mayor parte esta constituida por microorganismos, así como también por materia suspendida inerte y por materia suspendida que no es biodegradable.

2.2.1.1. Componentes del proceso de lodos activados

- Un tanque de aireación simple o múltiples tanques de aireación diseñados para obtener una mezcla completa o un flujo de pistón.
- Una fuente de aire para poder proveer el oxígeno, puede ser un compresor de aire, aireación mecánica u oxígeno puro.

- Un clarificador para separar sólidos biológicos (lodos activados) del agua tratada.
- Una forma de recolectar los sólidos biológicos en el clarificador para recircular la mayor parte de ellos al tanque de aireación.
- Una forma de remover o purgar el exceso de sólidos biológicos (purga de lodos activados) del sistema.

Las plantas que utilizan el proceso de lodos activados generalmente son diseñadas a partir de plantas piloto y de estudios de laboratorio. Basándose en esto, es posible diseñar un proceso basado en la cantidad de tiempo que los sólidos biológicos (lodos activados) que pasan dentro del sistema, generalmente se le da el nombre de tiempo medio de la retención celular (TMRC), ó basarse en la cantidad de comida que se provee a los microorganismos en el tanque de aireación, esto se lleva cabo determinando la relación comida-microorganismos, por sus siglas en ingles F/M.

Para proyectar un sistema de lodos activados correctamente, es necesario comprender la importancia que tienen los microorganismos dentro del sistema. En la naturaleza, el papel clave de las bacterias es descomponer la materia orgánica producida por otros organismos vivos. En el proceso de lodos activados, las bacterias son los microorganismos mas importantes, ya que son los causantes de la descomposición de la materia orgánica del efluente. En el tanque de aireación, las bacterias aeróbicas o facultativas utilizan parte de la materia orgánica del agua residual con el fin de obtener energía para la síntesis del resto de la materia orgánica en forma de células nuevas.

Por otro lado, del mismo modo que es importante que las bacterias descompongan el residuo orgánico tan pronto como sea posible, también lo es que formen un floculo adecuado, puesto que

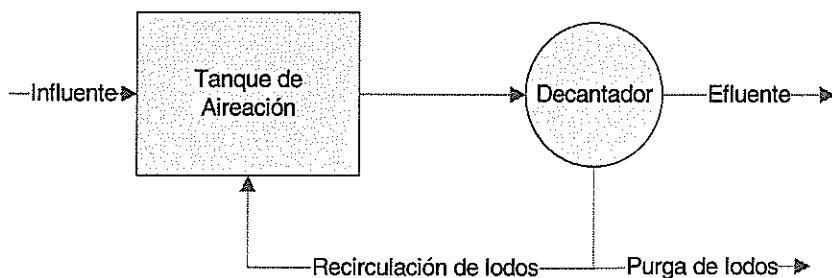
este punto constituye un requisito previo para la separación de los sólidos biológicos en la instalación de sedimentación. Se ha observado que cuando se aumenta el tiempo medio de retención celular (TMRC) mejoran las características de sedimentación del floculo biológico.

2.2.1.2. Diferentes clases en el proceso de lodos activados

2.2.1.2.1. Mezcla completa

En un proceso de lodos activados con mezcla completa, las características del agua en los tanques de aireación, conocida con el nombre de licor mixto, es similar en todo el tanque. Por lo mismo el efluente que ingresa al sistema es distribuido rápidamente en todo el tanque de aireación y los parámetros medidos en términos de sólidos, consumo de oxígeno, sólidos suspendidos y DBO, son idénticos en todo el tanque. Debido a que todo el contenido del tanque es igual, hay poca materia orgánica disponible en cualquier momento, para poder satisfacer una gran masa de microorganismos. Esta es la razón porque un sistema con mezcla completa puede manejar picos en la carga orgánica sin producir mayor cambios en la calidad del efluente tratado. El diagrama de flujo se presenta en la Figura 3.

Figura 3. Proceso de lodos activados con mezcla completa.

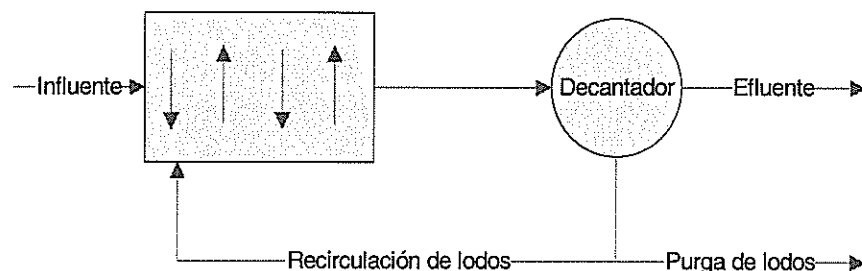


2.2.1.2.2. Flujo de pistón

El proceso de lodos activados con flujo de pistón es el más antiguo y por lo mismo el más comúnmente utilizado, porque fue diseñado para cumplir con los requerimientos de mezcla y transferencia de oxígeno de un sistema de aireación con difusores. En este arreglo el agua es conducida a través de canales construidos en el tanque de aireación, de manera que el efluente es tratado a medida que pasa a través de todo el tanque de aireación.

Una característica de la configuración con flujo de pistón, es que tiene una carga orgánica bastante alta en la parte inicial del tanque de aireación, la cual es reducida conforme pasa a través de los canales del tanque de aireación. Otra característica de este sistema, es que gracias a los canales dentro del tanque de aireación se eliminan todos los problemas de corto circuito en el tanque, es decir, que no hay una sola partícula de agua que logre pasar sin ser tratada en este tratamiento. El diagrama de flujo se presenta en la Figura 4.

Figura 4. Proceso de lodos activados con flujo de pistón.

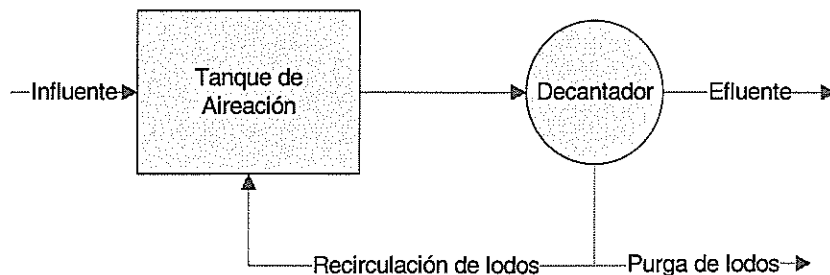


2.2.1.2.3. Aireación prolongada

El proceso con aireación prolongada utiliza el mismo esquema de flujo que un sistema con mezcla completa o flujo de pistón, con la diferencia que retiene el agua en el tanque de aireación por 18 horas o más. Este proceso opera con unos largos períodos de retención, resultando una condición en la cual no hay suficiente comida en el sistema para soportar a todos los microorganismos presentes, por lo que los microorganismos compiten activamente por la poca comida disponible y en ocasiones llegan a utilizar su propia estructura celular como comida. La alta competencia por la comida, tiene como resultado un efluente con un alto grado de tratamiento, así como también poca producción de lodo, debido a que muchos microorganismos son digeridos dentro del mismo tanque de aireación.

El proceso con aireación prolongada es comúnmente utilizado para tratar efluentes industriales que contienen sustancias complejas, que requieren largos periodos de retención para poder ser oxidadas. El diagrama de flujo es exactamente igual al proceso de mezcla completa, como se muestra en la Figura 5.

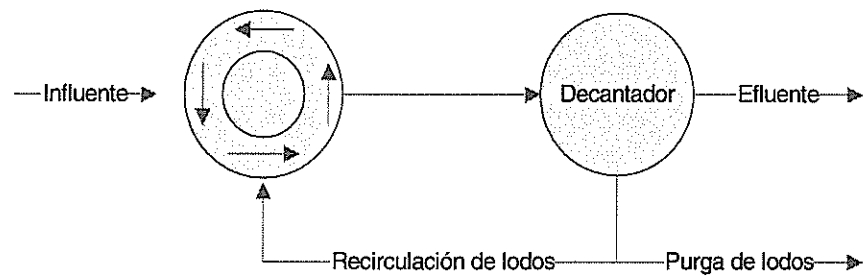
Figura 5. Proceso de lodos activados con aireación prolongada.



2.2.1.2.4. Canal de oxidación

El canal de oxidación es una variación del proceso de aireación prolongada. El agua es bombeada a través de un canal ovalado o circular por un aireador mecánico en uno o varios puntos de canal. En el canal de oxidación, el licor mixto es mantenido en movimiento circular con una velocidad entre 0.20 y 0.40 metros por segundo, para evitar la sedimentación de sólidos en el fondo del canal. El diagrama de flujo se presenta en la Figura 6.

Figura 6. Proceso de lodos activados en un canal de oxidación.



2.3. Equipos para tratamiento de agua primario

2.3.1. Separador de arena rotativo # 1

Marca Hycor

Modelo HRS3672M

Serie # H-00111727Z

Velocidad de cilindro principal 7 RPM

Separación de sólidos hasta 0.020"

Peso sin carga 1545 Libras

Peso con carga 1950 Libras

Consumo de agua aproximado 23 GPM

2.3.1.1. Datos de motor y reductor

Marca Boston Gear

Serie # W0212111228

Cat # GUTF-B 66231

Spec # 34K29 – 883

Potencia 3/4 HP @ 1800 RPM

Voltaje de operación 230/460V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.3.2. Separador de arena rotativo # 2

Marca Hycor

Modelo HRS3672M

Serie # H-0012111Z

Velocidad de cilindro principal 7 RPM

Separación de sólidos hasta 0.020"

Peso sin carga 1545 Libras

Peso con carga 1950 Libras

Consumo de agua aproximado 23 GPM

2.3.2.1. Datos de motor y reductor

Marca Boston Gear

Serie # W0212111233

Cat # GUTF-B 66231

Spec # 34K29 – 883

Potencia 3/4 HP @ 1800 RPM

Voltaje de operación 230/460V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.3.3. Separador de sólidos rotativo # 3

Marca Hycor

Modelo HRS4884M

Serie # H-0012775Z

Velocidad de cilindro principal 7 RPM

Separación de sólidos hasta 0.020"

Peso sin carga 2751 Libras

Peso con carga 3408 Libras

Consumo de agua aproximado 32 GPM

2.3.3.1. Datos de motor y reductor

Marca Mobil Gear

Tipo R70DT80N4Z-KS

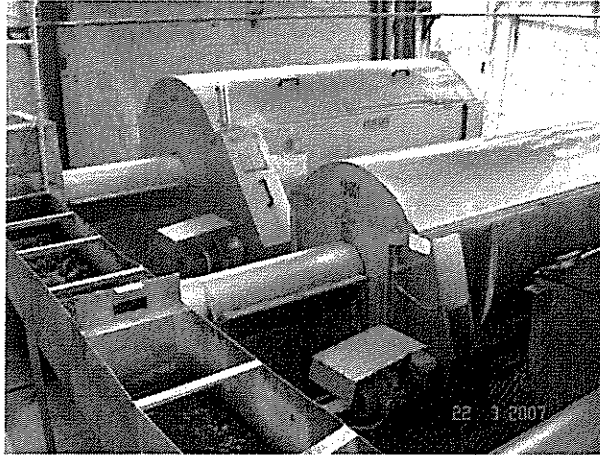
Potencia 1 HP @ 1700 RPM

Radio de operación de 66.29 mm

Voltaje de operación 230/460V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 7. Separador de sólidos rotativo



2.3.4. Intercambiador de calor

Marca Kemco Systems

Modelo 2 – 2430 / 2005

Serie # 24858

Material de fabricación Acero inoxidable ASTM A-312 / SA 312

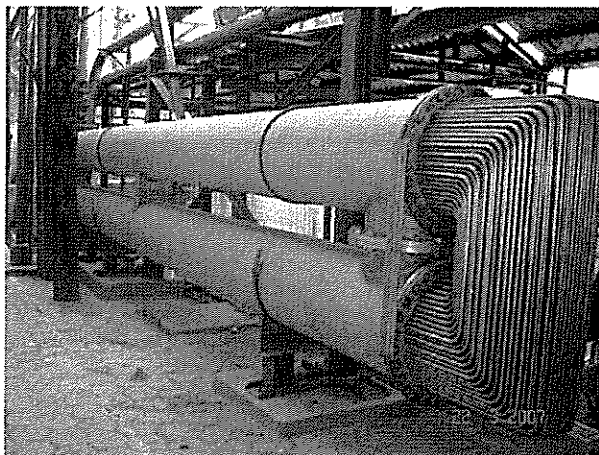
Diámetro 24"

Numero de etapas 2

Peso 13850 Libras

Flujo 1000 GPM @ Presión máxima de 75 PSI

Figura 8. Intercambiador de calor



2.3.5. Estación de bombeo para Intercambiador de Calor

2.3.5.1. Bomba 1

Marca Gorman Rupp

Modelo 16 A – 20

Impeler Estándar

Serie # H10 212174 OP H-096

Motor marca U.S. Electric Motor

Catalogo # D25E2D

Modelo T625

Frame 284T

Voltaje de operación 208 – 230V / 460V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Potencia 25 HP @ 1775 RPM

Peso 280 Libras

2.3.5.2. Bomba 2

Marca Gorman Rupp

Modelo 16 A – 20

Impeler Estándar

Serie # H08 208214 OP H-108

Motor marca U.S. Electric Motor

Catalogo # D25E2D

Modelo T625

Frame 284T

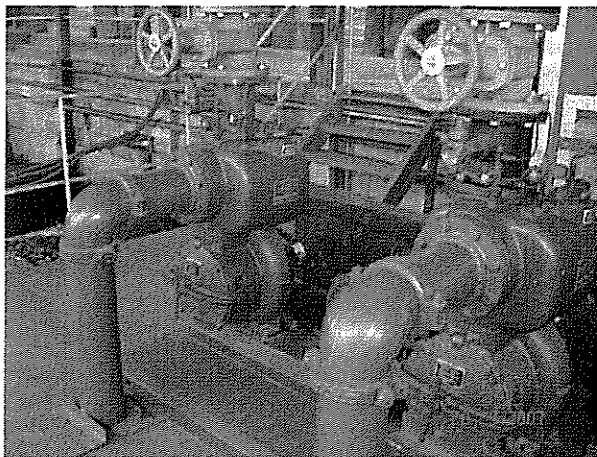
Voltaje de operación 208 – 230V / 460V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Potencia 25 HP @ 1775 RPM

Peso 280 Libras

Figura 9. Estación de bombeo para intercambiador



2.3.6. Separador de arena 1

Marca Huber

Tipo R02 1200 / 0.5

Serie # 284912

Modelo Rotomatic R01

Año de fabricación 2005

2.3.6.1. Datos de motor y reductor de separador principal

Motor Bauer

Tipo BF60ZX – 74W / DO9LA4 / AMUL – C2 -SP

Serie # E – 20100566 - 2

Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Potencia 1.5 KW @ 1680 RPM

Relación de velocidad de 1680 a 9.0 RPM

2.3.6.2. Datos de motor y reductor de tornillo horizontal

Motor Bauer

Tipo BF40Z – 74 / DO8M4 / AMUL – C2 -SP

Serie # E – 2009161 – 2

Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH
Frecuencia de operación 60 Hz
Potencia 0.55 KW @ 1680 RPM
Relación de velocidad de 1680 a 5.7 RPM

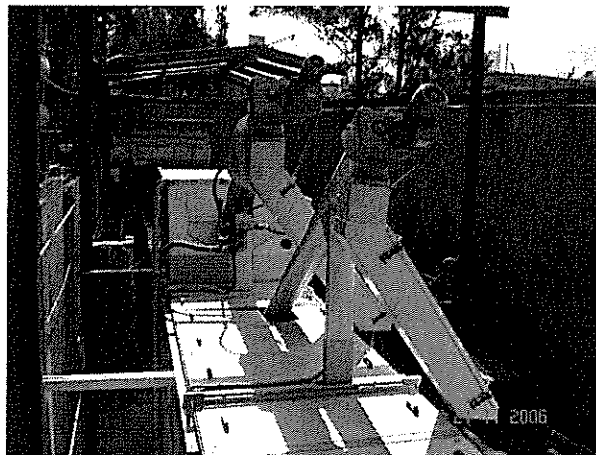
2.3.6.3. Datos de motor y reductor de tornillo vertical

Motor Bauer
Tipo BF40 – 74W / DO95A4 / AMUL – C2 -SP
Serie # E – 2009160 - 2
Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH
Frecuencia de operación 60 Hz
Potencia 1.1 KW @ 1680 RPM
Relación de velocidad de 1680 a 12.5 RPM

2.3.6.4. Datos de bomba de lodos

Marca Rotor NI
Modelo 5RE90L04
Serie # RRT – 5 – 60772 – 2 / 5060744
Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH
Frecuencia de operación 60 Hz
Potencia 1.35 KW @ 1705 RPM

Figura 10. Separador de arena



2.3.7. Separador de arena 2

Marca Huber

Tipo R02 1200 / 0.5

Serie # 284913

Modelo Rotomatic R01

Año de fabricación 2005

2.3.7.1. Datos de motor y reductor de separador principal

Motor Bauer

Tipo BF60ZX – 74W / DO9LA4 / AMUL – C2 -SP

Serie # E – 20100566 - 1

Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Potencia 1.5 KW @ 1680 RPM

Relación de velocidad de 1680 a 9.0 RPM

2.3.7.2. Datos de motor y reductor de tornillo horizontal

Motor Bauer

Tipo BF40Z – 74 / DO8M4 / AMUL – C2 -SP

Serie # E – 2009161 - 1

Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Potencia 0.55 KW @ 1680 RPM

Relación de velocidad de 1680 a 5.7 RPM

2.3.7.3. Datos de motor y reductor de tornillo vertical

Motor Bauer

Tipo BF40 – 74W / DO95A4 / AMUL – C2 -SP

Serie # E – 2009160 - 1

Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Potencia 1.1 KW @ 1680 RPM

Relación de velocidad de 1680 a 12.5 RPM

2.3.7.4. Datos de bomba de lodos

Marca Rotor NI

Modelo 5RE90L04

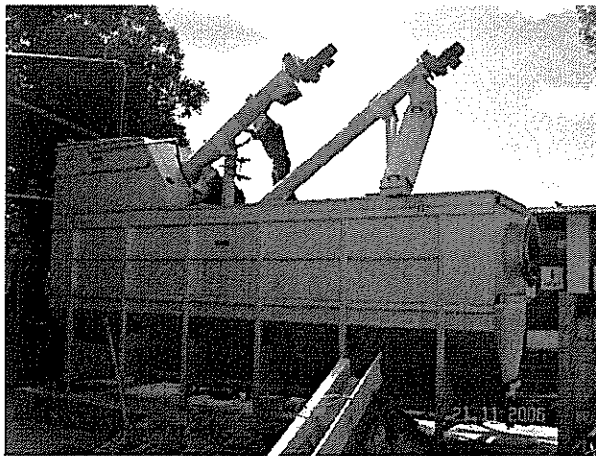
Serie # RRT – 5 – 60772 – 2 / 5060745

Voltaje de operación 120 / 240V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Potencia 1.35 KW @ 1705 RPM

Figura 11. Separador de arena



2.3.8. Aireadores de superficie

Marca Tecnosan

Modelo AFR-5

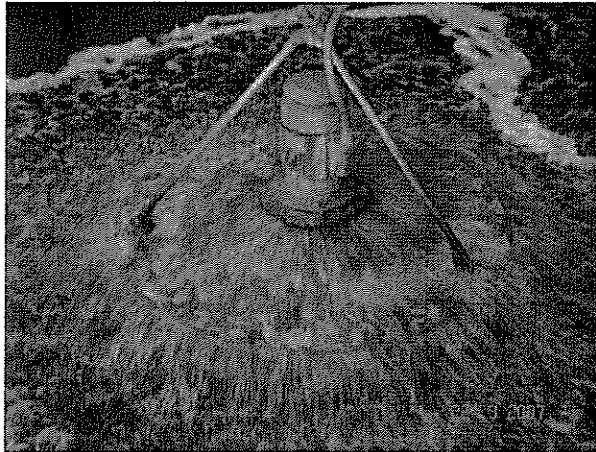
Fuerza motriz 5 HP

Capacidad de bombeo 0.40 m³/h

Transferencia de Oxígeno 5.20 a 5.60 por hora

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 12. Aireador de superficie.



2.3.9. Estación de bombeo para tanque de ecualización

2.3.9.1. Bomba para tanque de ecualización 1

Marca Berkeley

Modelo B4GPBHS B.M. B80488

Serie # G040405

Diámetro del impulsor 11.69"

Motor marca Baldor

Cat # JMM2535T

Spec # 39N090W960H1

Serie # Z0502240311

Potencia 30 HP @ 1760 RPM

Voltaje de operación 230 / 460V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.3.9.2. Bomba para tanque de ecualización 2

Marca Berkeley

Modelo B4GPBHS B.M. B80488

Serie # GL20405

Diámetro del impulsor 11.69"

Motor marca Baldor

Cat # JMM2535T

Spec # 39N090W960H1

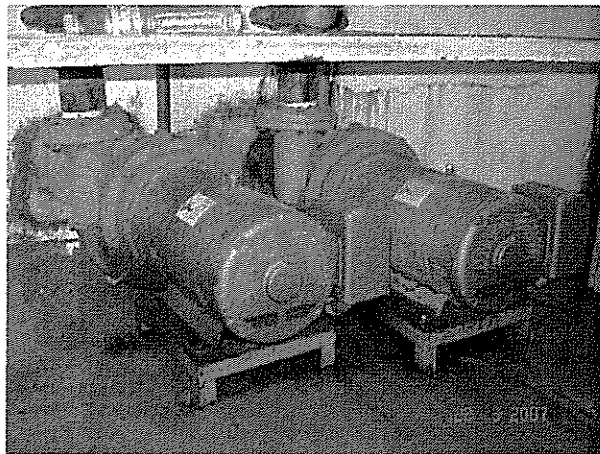
Serie # Z0501190431

Potencia 30 HP @1760 RPM

Voltaje de operación 230 / 460V @ 3PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 13. Estación de Bombeo para tanque de ecualización.



2.4. Equipo para tratamiento de agua secundario

2.4.1. Mezclador para tanque de homogenización

Marca ABS

Tipo 1070B – 11 AM

Serie 2563

Año de fabricación 2005

2.4.1.1. Datos de motor y reductor

Motor marca Sicei

Potencia 15 HP @ 1755 RPM

Voltaje de operación 240 V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Peso 360 Libras

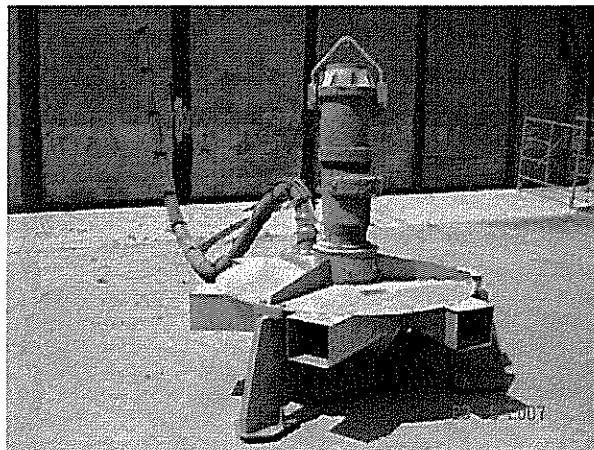
Reductor marca Kumera

ISO 220

Serie # D305135 / 05 – 1.01 / 1

Tipo VUM – 125

Figura 14. Mezclador para tanque de homogenización



2.4.2. Aireación de fondo

Marca Awatech

Proyecto # 40106 / 2001

2.4.2.1. Soplador de aire 1

Marca Aersen

Tipo GM 35 S

Serie # 793173

Orden # 61-118178/00

Potencia 42.40 Kw @ 1250 RPM

Voltaje de operación 240 / 415 V @ 3 PH

Volumen de diseño 38.80 m³/min

Presión de trabajo 0.47 bar

2.4.2.1.1. Datos de cámara de compresión

Marca Emmerthal

Año de fabricación 2001

Fabricación # EA 2418

Capacidad 134 litros

Temperatura de diseño -10 / +150 °C

2.4.2.1.2. Datos de motor

Marca VEM

Norma DIN EN 30034 - 1

Motor # 130672

Serie # 0001H

Tipo K21R 250 M2 NS TWS HW

Potencia 55 Kw @ 3555 RPM

Voltaje de operación 240 / 415 V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.4.2.2. Soplador de aire 2

Marca Aersen

Tipo GM 35 S

Serie # 793154

Orden # 61-118178/00

Potencia 42.40 Kw @ 1250 RPM

Voltaje de operación 240 / 415 V @ 3 PH

Volumen de diseño 38.80 m³/min

Presión de trabajo 0.47 bar

2.4.2.2.1. Datos de cámara de compresión

Marca Emmerthal

Año de fabricación 2001

Fabricación # EA 2204

Capacidad 134 litros

Temperatura de diseño -10 / +150 °C

2.4.2.2.2. Datos de motor

Marca VEM

Norma DIN EN 30034-1

Motor # 130672

Serie # 0002H

Tipo K21R 250 M2 NS TWS HW

Potencia 55 Kw @ 3555 RPM

Voltaje de operación 240 / 415 V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Peso 360 Kg

2.4.2.3. Soplador de aire 3

Marca Aersen

Tipo GM 35 S

Serie # 793152

Orden # 61-118178/00

Potencia 42.40 Kw @ 1250 RPM

Voltaje de operación 240 / 415 V @ 3 PH

Volumen de diseño 38.80 m³/min

Presión de trabajo 0.47 bar

2.4.2.3.1. Datos de cámara de compresión

Marca Emmerthal

Año de fabricación 2001

Fabricación # EA 2415

Capacidad 134 litros

Temperatura de diseño -10 / +150 °C

2.4.2.3.2. Datos de motor

Marca VEM

Norma DIN EN 30034-1

Motor # 130672

Serie # 00013H

Tipo K21R 250 M2 NS TWS HW

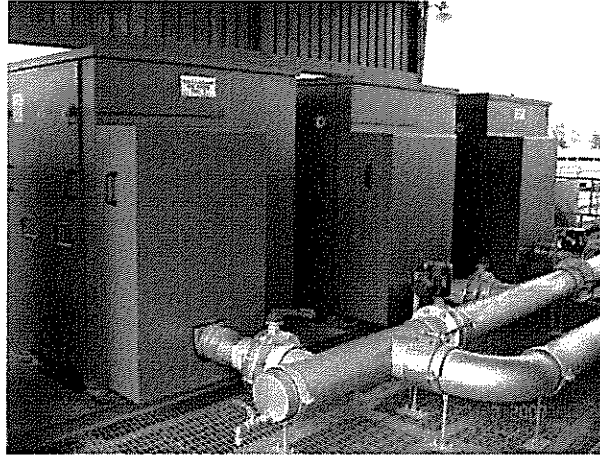
Potencia 55 Kw @ 3555 RPM

Voltaje de operación 240 / 415 V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Peso 360 Kg

Figura 15. Sopladores de aire.



2.4.3. Puente raspador de lodos

Marca Tecnosan

Modelo PRP – 14.5 / 1996

Serie # 001

Material de fabricación Acero SAE 1020

Fuerza motriz 0.33 HP

Voltaje de operación 230/460V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Velocidad periférica 1.36 m/min

Diámetro externo del decantador 16.1 m

Diámetro interno del decantador 14.5 m

Radio de giro 7.9 m

2.4.3.1. Datos de motor y reductor

Marca SEW DO Brasil

Tipo DZ71C4

Potencia 0.25 Kw @ 1680 RPM

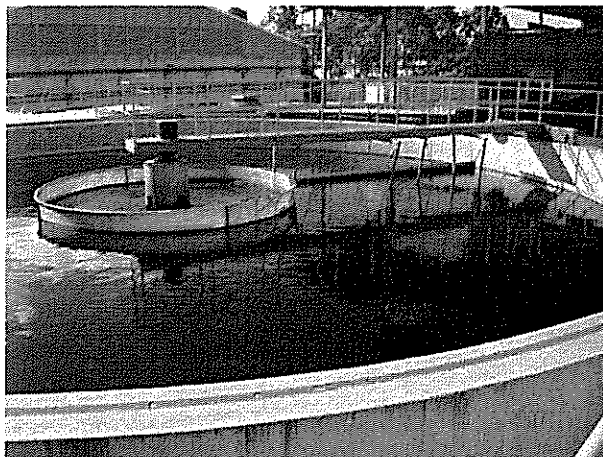
Voltaje de operación 220 / 380 V @ 3 PH

Reductor marca SEW DO Brasil

Tipo SA70R40D271CH

Serie # 7003 – 94320 / 601001

Figura 16. Decantador o Clarificador.



2.4.4. Bomba prensa de lodos 1

Marca Nemo

Tipo NE 40A / CB 2500278 / 1995

Serie # B23084

Motor marca WEG

Tipo TE – 100L – 0896

Serie # EL 62051

Spec NBR 7094

Potencia 2.0 HP @ 1150 RPM

Voltaje de operación 208 – 230 / 460 V

Frecuencia de operación 60 Hz

2.4.5. Bomba prensa de lodos 2

Marca Nemo

Tipo NE 40A / CB 2500278

Serie # B23085

Año de fabricación 1995

Motor marca WEG

Tipo TE – 100L – 0896

Serie # EL 62052

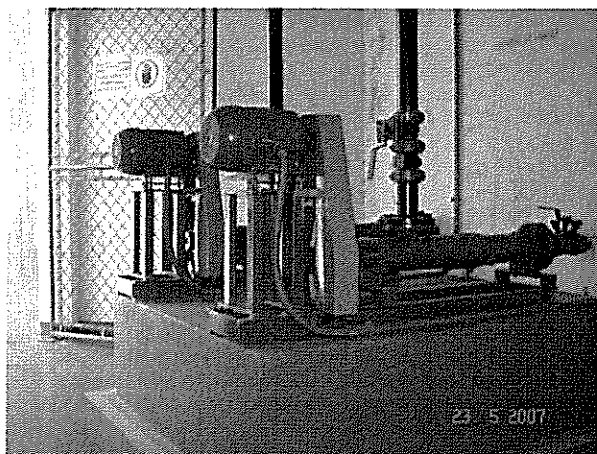
Spec NBR 7094

Potencia 2.0 HP @ 1150 RPM

Voltaje de operación 208 – 230 / 460 V

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 17. Bomba de lodos.



2.4.6. Bomba de agua decantada 1

Marca KSB

Modelo Meganorm 80 -200

Norma ISO 2858

Serie # 313845

Caudal 120 m³/h

Año de fabricación 1996

Motor marca WEG

Tipo TE 132M 0896

Serie # A148923

Fuerza motriz 12.5 HP @ 1755 RPM

Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.4.7. Bomba de agua decantada 2

Marca KSB

Modelo Meganorm 80 -200

Norma ISO 2858

Serie # 313844

Caudal 120 m³/h

Año de fabricación 1996

Motor marca WEG

Tipo TE 132M 0896

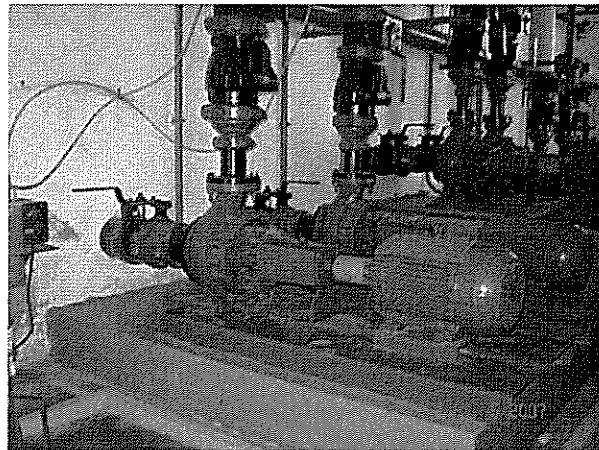
Serie # A148914

Fuerza motriz 12.5 HP @ 1755 RPM

Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 18. Bombas de agua decantada.



2.4.8. Bomba de recirculación de lodos 1

Marca KSB

Modelo Megaflo 80 - 250

Serie # 075617

Caudal 120 m³/h

Año de fabricación 1996

Motor marca WEG

Tipo TE 132M 0896

Serie # A148906

Fuerza motriz 12.5 HP @ 1755 RPM

Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.4.9. Bomba de recirculación de lodos 2

Marca KSB

Modelo Megaflo 80 - 250

Serie # 075634

Caudal 120 m³/h

Año de fabricación 1996

Motor marca WEG

Tipo TE 132M 0896

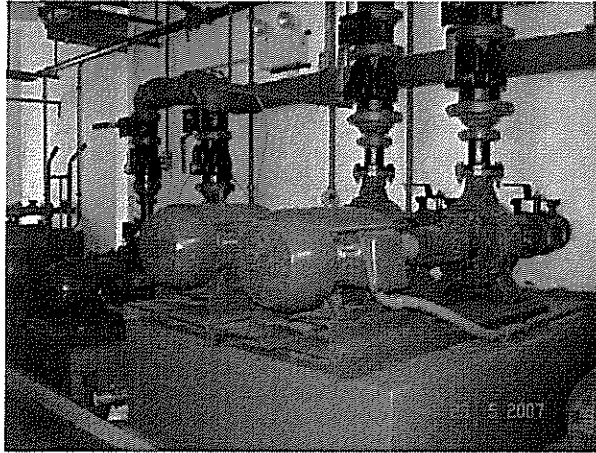
Serie # A148911

Fuerza motriz 12.5 HP @ 1755 RPM

Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 19. Bombas de recirculación de lodos.



2.4.10. Bomba de retrolavado de los filtros 1

Marca KSB

Modelo Meganorm 80 -200

Norma ISO 2858

Serie # 313843

Caudal 120 m³/h

Año de fabricación 1996

Motor marca WEG

Tipo TE 132M 0896

Serie # A148909

Fuerza motriz 12.5 HP @ 1755 RPM

Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.4.11. Bomba de retrolavado de los filtros 2

Marca KSB

Modelo Meganorm 80 -200

Norma ISO 2858

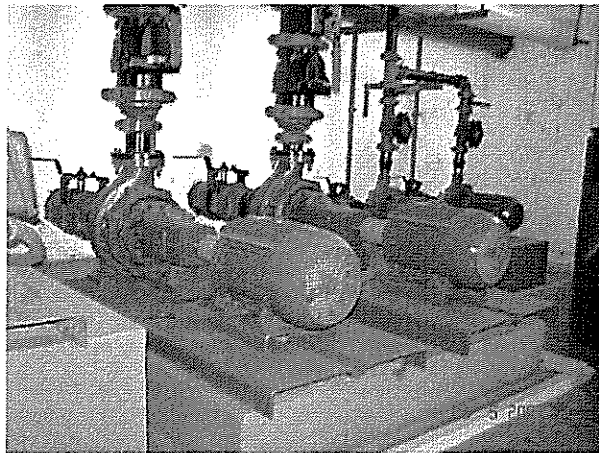
Serie # 313843

Caudal 120 m³/h

Año de fabricación 1996

Motor marca WEG
Tipo TE 132M 0896
Serie # A148909
Fuerza motriz 12.5 HP @ 1755 RPM
Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH
Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 20. Bombas de retrolavado de filtros.



2.4.12. Bomba de lavado de prensa de lodos 1

Marca KSB
Modelo Meganorm Bloc 25 -200
Serie # 266146
Diámetro de rotor 165 mm
Año de fabricación 1996
Motor marca WEG
Tipo 100L 0995
Serie # EC 36493
Fuerza motriz 5 HP @ 3500 RPM
Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH
Frecuencia de operación 60 Hz

2.4.13. Bomba de lavado de prensa de lodos 2

Marca KSB

Modelo Meganorm Bloc 25 -200

Serie # 266147

Diámetro de rotor 165 mm

Año de fabricación 1996

Motor marca WEG

Tipo 100L 0995

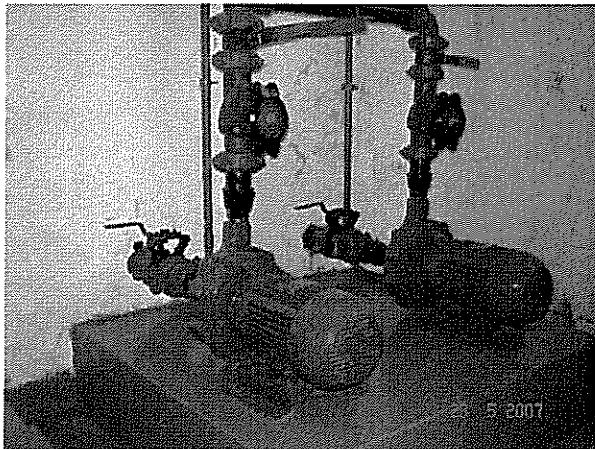
Serie # EC 36521

Fuerza motriz 5 HP @ 3500 RPM

Voltaje de operación 230 / 380V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 21. Bombas de lavado de prensa de lodos.



2.4.14. Adensador de lodos

Marca Tecnosan

Modelo PRP – 14.5

Serie # 001

Material de fabricación Acero SAE 1020

Fuerza motriz 0.33 HP

Voltaje de operación 230/460V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Velocidad periférica 1.36 m/min.

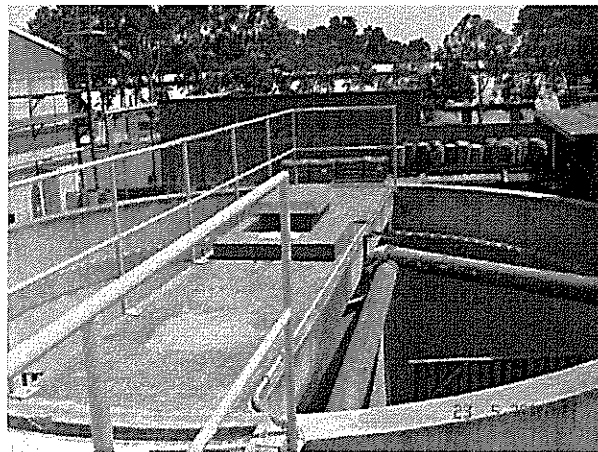
Diámetro externo del decantador 16.1 m

Diámetro interno del decantador 14.5 m

Radio de giro 7.9 m

Año de fabricación 1997

Figura 22. Adensador de lodos.



2.4.15. Prensa desaguadora de lodos

Marca Tecnosan

Modelo PDL – 0.5

Material de fabricación Acero Inoxidable 304

Peso aproximado del equipo 1920 Kg.

Peso aproximado del equipo en operación 2,050 Kg.

Capacidad hasta 3 m³/h de lodo

Ancho de las fajas 500 mm

Presión de trabajo recomendada 2 Kg/cm²

Marca del motor y reductor SEW DO Brasil

Tipo D280NUTH

Serie # 7003 – 94319 / 6010001

Potencia 0.75 Kw @ 1580 RPM

Voltaje de operación 220 / 380 V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Marca del mezclador EBERNE

Modelo S – 56 – b4

Serie # 0796

Potencia 1/6 HP @ 1660 RPM

Voltaje de operación 220 / 380 V @ 3 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 23. Prensa desaguadora de lodos.



2.4.16. Filtro de arena 1

Marca Tecnosan

Fabricado en Brasil

Modelo FDA - 60

Capacidad de diseño 60,000 m³/hr

Serie # 001

Año de fabricación 1996

2.4.17. Filtro de arena 2

Marca Tecnosan

Fabricado en Brasil

Modelo FDA - 60

Capacidad de diseño 60,000 m³/hr

Serie # 002

Año de fabricación 1996

2.4.18. Filtro de arena 3

Marca Tecnosan

Fabricado en Brasil

Modelo FDA - 60

Capacidad de diseño 60,000 m³/hr

Serie # 003

Año de fabricación 1996

Figura 24. Filtros de arena verticales.



2.4.19. Filtro de arena 4

Marca Protón

Fabricado en Colombia

Modelo FAA – 60

Capacidad de diseño 60,000 m³/hr

Serie 251008

Año de fabricación 2005

Presión de trabajo 30 psi

Voltaje de operación 110 V @ 1 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

2.4.20. Filtro de arena 5

Marca Protón

Fabricado en Colombia

Modelo FAA – 60

Capacidad de diseño 60,000 m³/hr

Serie 251009

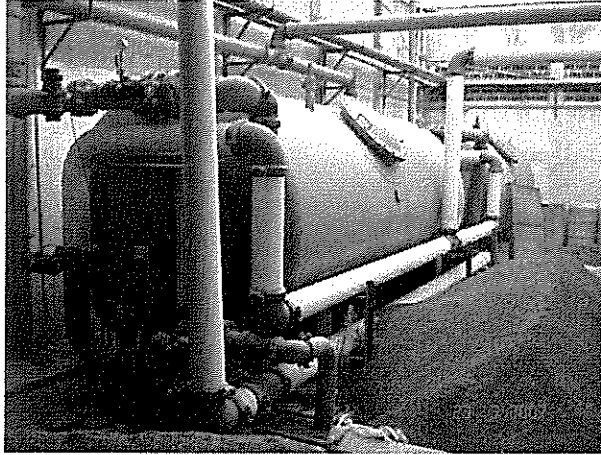
Año de fabricación 2005

Presión de trabajo 30 psi

Voltaje de operación 110 V @ 1 PH

Frecuencia de operación 60 Hz

Figura 25. Filtros de arena horizontales.



3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1. Análisis para el programa de mantenimiento preventivo:

Para el análisis del programa de mantenimiento preventivo se tomaron en cuenta diferentes herramientas, entre las cuales tenemos:

- Experiencia con el Gerente de Mantenimiento, Ingenieros de Mantenimiento, Electricistas, Mecánicos y personal del Departamento de Mantenimiento General e Instalaciones.
- Consulta de manuales de operación y mantenimiento de la maquinaria.
- Estado de la maquinaria y equipo.

3.2. Procedimiento de generación de órdenes de trabajo

Aquí se describen los pasos necesarios para el ingreso de inventario de maquinaria y equipos, elaboración, ejecución, verificación y registro de las ordenes de trabajo.

3.2.1. Ingreso de datos al inventario de maquinaria y equipo

Se deben ingresar todos los datos de la maquinaria para formar el historial general, por ejemplo: datos del fabricante, marca, modelo, número de serie, voltaje de operación, frecuencia de operación, potencia del motor, amperaje de operación y características especiales. El ingreso de los datos es realizada por el digitador de mantenimiento.

Otros datos de gran importancia son las fechas de ingreso y fechas de inicio de operaciones.

Es importante tener una base de datos actualizada ya que algunos casos los datos del fabricante se borran y al realizar una reparación o solicitud de repuestos no se tiene la información y con esto se pueden ocasionar perdidas de tiempo y atrasos en los pedidos.

3.2.2. Generación de orden de trabajo

La generación de ordenes de trabajo para mantenimiento preventivo se realiza de acuerdo al programa de mantenimiento, según las especificaciones de cada equipo, por ejemplo pueden ser diarias, mensuales, quincenales, mensuales, anuales, etc.

Estas ordenes son generadas por el digitador de mantenimiento y son entregadas al supervisor de mecánicos para que se agrupen de acuerdo al tipo de equipo para que luego se entreguen al mecánico o electricista que realizará la orden.

3.2.3. Ejecución de orden de trabajo

La ejecución de las ordenes de trabajo la realizan los mecánicos o electricistas del departamento de mantenimiento, las cuales deben ser llenadas con letra clara y completar todas las instrucciones que aparecen en cada orden de trabajo. Además se deben anotar todos los repuestos y materiales que se utilizaron para llevar un control adecuado de costos.

Después de llenar la orden se debe entregar al supervisor de mecánicos para que el lleve el control adecuado de la ejecución de dichas ordenes.

3.2.4. Verificación de orden de trabajo

Cuando la orden de trabajo esta finalizada el Jefe de taller realiza una supervisión e inspección del equipo en el cual se realizo el mantenimiento preventivo, cuando ya tiene la aprobación del jefe de taller es trasladada para el registro de orden de trabajo.

3.2.5. Registro de orden de trabajo

Cuando la orden de trabajo es finalizada se ingresa al sistema de computo, de esta manera se puede llevar un control de los servicios realizados, el numero de maquinas inspeccionadas o reparadas, la mano de obra, los repuestos y materiales utilizados para el mantenimiento preventivo del equipo. La orden se archiva en el historial de cada equipo.

Aquí se pueden descargar reportes de mantenimiento preventivo con las siguientes características:

- Por ubicación de la maquinaria y equipo
- Tipo de maquinaria
- Materiales y repuestos utilizados
- Nombre de la persona que realizo la orden de trabajo
- Costos de materiales
- Datos generales de la maquinaria
- Fallas y averías
- Tiempos muertos
- Estado general de la maquinaria y equipo
- Historial

3.3. Instrucciones para equipos de tratamiento primario

Aquí se describen todas las instrucciones de mantenimiento preventivo para todos los equipos de tratamiento primario. El tratamiento primario tiene como objetivo toda la separación de materiales sólidos que se utilizaron en el proceso de lavado, por ejemplo: piedra pómez, arena, residuos de lazos y otros.

3.3.1. Mantenimiento preventivo separador de sólidos rotativo

3.3.1.1. Mantenimiento diario

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza general del cilindro separador.
6. Revisar y llenar el nivel de depósito de lubricación de la cadena.
7. Revisar que los rociadores de agua del cilindro separador no estén tapadas.
8. Revisar que no existan desperdicios obstruyendo el paso de agua.

3.3.1.2. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.

3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Lubricar con grasa las ruedas de soporte.
6. Inspeccionar y lubricar las pastillas estabilizadoras.
7. Lavar el cilindro con agua a alta presión.

3.3.1.3. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Chequear el nivel de la caja reductora del motor.
6. Inspeccionar que el cilindro no tenga daños.
7. Inspeccionar los sprockets y la cadena.
8. Limpiar las boquillas rociadoras de agua.

3.3.1.4. Mantenimiento trimestral

Tiempo de duración: 2 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el funcionamiento de la caja reductora.
6. Limpiar y lubricar la cadena.

7. Revisar los tornillos de las ruedas de soporte.

3.3.1.5. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 4 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambio de aceite a la caja reductora.
6. Cambio de cojinetes al motor.
7. Limpiar y lubricar la cadena.
8. Limpieza general del equipo.

3.3.2. Mantenimiento preventivo para separador de arena

3.3.2.1. Mantenimiento diario

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar que no existan fugas en las tuberías de agua.
6. Revisar que no existan fugas en las tuberías de aire comprimido.
7. Revisar que no estén obstruidas las descargas de agua.

3.3.2.2. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen estado de las electro válvulas.
6. Drenar el condensado en la tubería de aire comprimido.
7. Revisar que no existan fugas.

3.3.2.3. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Chequear el nivel de la caja reductora del motor.
6. Inspeccionar que el cilindro no tenga daños.
7. Inspeccionar los sprockets y la cadena.
8. Limpiar las boquillas rociadoras de agua.

3.3.2.4. Mantenimiento trimestral

Tiempo de duración: 2 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.

2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el funcionamiento de la caja reductora.
6. Limpiar y lubricar la cadena.
7. Revisar los tornillos de las ruedas de soporte.

3.3.2.5. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 4 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambio de aceite a la caja reductora.
6. Cambio de cojinetes al motor.
7. Limpiar y lubricar la cadena.
8. Limpieza general del equipo.

3.3.3. Mantenimiento preventivo para intercambiador de calor

3.3.3.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.

4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar que no existan fugas o daños en las tuberías o acoples.
6. Revisar la temperatura de entrada y salida.
7. Revisar la presión de trabajo.
8. Limpieza general del equipo.

3.3.3.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza del tablero eléctrico de control.

3.3.3.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 4 horas

1. Antes de trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de trabajar contar con la herramienta necesaria y los repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen daños notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Desarmar la entrada y salida del intercambiador y limpiar todas la suciedad e impurezas del sistema.
6. Revisar todas las uniones y acoples de la tubería de entrada y salida.

7. Armar la entrada y salida del intercambiador y revisar que no existan fugas en el sistema.

3.3.4. Mantenimiento preventivo para estación de bombeo para intercambiador de calor

3.3.4.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento de las bombas.
6. Revisar el buen funcionamiento de las válvulas de paso.
7. Revisar las tuberías de succión y descarga de la bomba.
8. Revisar la señal de encendido y apagado de la bomba.
9. Revisar y limpiar la instalación eléctrica.
10. Revisar que no exista sobrecalentamiento o ruidos extraños en los cojinetes del motor.
11. Revisar que el sello de la bomba no tenga fugas.

3.3.4.2. Mantenimiento quincenal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.

5. Apretar tornillos y engrasar bomba de agua, si tiene graseras.
6. Apretar tornillos del sistema eléctrico del sistema de arranque.
7. Apretar tornillos y revisar el buen funcionamiento de la luz piloto de encendido y apagado de las bombas.
8. Apretar tornillos y medir amperaje de funcionamiento de la bomba en el circuito eléctrico.

3.3.4.3. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza exterior de la bomba y sus accesorios.
6. Limpiar las instalaciones eléctricas.
7. Revisar tubería de aire comprimido para interruptor de encendido y apagado.
8. Revisar unidad de mantenimiento y drenar el condensado de la tubería de aire comprimido.

3.3.4.4. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.

3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Desmontar y revisar la bomba.
6. Cambiar cojinetes del motor.
7. Limpieza del motor.
8. Limpieza del impulsor.
9. Cambiar el sello mecánico.
10. Revisar válvulas de pie si es necesario.

3.3.5. Mantenimiento preventivo para estación de bombeo para tanques de ecualización

3.3.5.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento de las bombas.
6. Revisar el buen funcionamiento de las válvulas de paso.
7. Revisar las tuberías de succión y descarga de la bomba.
8. Revisar la señal de encendido y apagado de la bomba.
9. Revisar y limpiar la instalación eléctrica.
10. Revisar que no exista sobrecalentamiento o ruidos extraños en los cojinetes del motor.
11. Revisar que el sello de la bomba no tenga fugas.

3.3.5.2. Mantenimiento quincenal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Apretar tornillos y engrasar bomba de agua, si tiene graseras.
6. Apretar tornillos del sistema eléctrico del sistema de arranque.
7. Apretar tornillos y revisar el buen funcionamiento de la luz piloto de encendido y apagado.
8. Apretar tornillos y medir amperaje de funcionamiento de la bomba en el circuito eléctrico.

3.3.5.3. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza exterior de la bomba y sus accesorios.
6. Limpiar las instalaciones eléctricas.

3.3.5.4. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Desmontar y revisar la bomba.
6. Cambiar cojinetes del motor.
7. Limpieza del motor.
8. Limpieza del impulsor.
9. Cambiar el sello mecánico.
10. Revisar válvulas de pie si es necesario.

3.4. Instrucciones para equipos de tratamiento secundario

Aquí se describen todas las instrucciones de mantenimiento preventivo para todos los equipos de tratamiento secundario. El tratamiento secundario tiene como objetivo llevar a cabo todo el proceso biológico de lodos activados para tratar el agua y cumplir con los requisitos de los clientes.

3.4.1. Mantenimiento preventivo para mezclador para tanque de homogenización

3.4.1.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.

3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento del mezclador.
6. Revisar las tuberías de alimentación de aire comprimido del soplador.
7. Revisar la señal de presión de trabajo del soplador de aire.
8. Revisar y limpiar la instalación eléctrica.
9. Revisar que no exista sobrecalentamiento o ruidos extraños en los cojinetes del motor del soplador.

3.4.1.2. Mantenimiento quincenal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Apretar tornillos y revisar gabinete del soplador de aire.
6. Apretar tornillos del sistema eléctrico del sistema de arranque.
7. Apretar tornillos y revisar el buen funcionamiento de la luz piloto de encendido y apagado.
8. Apretar tornillos y medir amperaje del soplador de aire.

3.4.1.3. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.

2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza exterior del soplador de aire y sus accesorios.
6. Limpiar las instalaciones eléctricas.
7. Revisar que no existan fugas en la tubería de aire comprimido.

3.4.1.4. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Desmontar y revisar el soplador.
6. Cambio de aceite para soplador.
7. Cambiar cojinetes del motor.
8. Limpieza del motor.
9. Cambio de aceite para mezclador.
10. Revisar la manguera de alimentación de aire comprimido.
11. Revisar el estado de la base de sujeción del mezclador.
12. Revisar el estado de la alimentación eléctrica del mezclador y revisar los cinchos de sujeción.

3.4.2. Mantenimiento preventivo para aireación de fondo

3.4.2.1. Mantenimiento diario

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Antes de iniciar el mantenimiento del soplador debe realizar el horometro para realizar el mantenimiento según el número de horas.
6. Lectura del horometro _____ horas.
7. Lectura de amperaje _____ amperios.
8. Lectura en la succión del filtro _____ mbar.
9. Lectura de presión en la salida del soplador _____psi.
10. Antes de iniciar el mantenimiento debe poner el soplador en posición manual y apagado.
11. Limpieza general del equipo.
12. Revisar el nivel de aceite en el soplador y debe estar en el centro del visor en la posición apagado.
13. Cambio de aceite cada 500 horas.
14. Revisión de las fajas.
15. Limpieza de filtro de aire cada 100 horas.
16. Limpieza de las rejillas de admisión cada 500 horas.
17. Revisión general del equipo.
18. Instalar los protectores del equipo.
19. Poner en posición automática el soplador.
20. Detectar que no haya ruidos extraños en el soplador.

21. Revisar que no existan fugas en la tubería de descarga del soplador de aire.

3.4.2.2. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 3 días (cada día de 8 horas de trabajo)

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza general de los tanques de la aireación de fondo.
6. Revisar todas las tuberías de descargas de los sopladores.
7. Limpiar las membranas de los difusores de aire.
8. Llenar con agua limpia los tanques a una altura de 60 centímetros para revisar todos los difusores y revisar que no existan fugas. Si en un caso existen fugas se deben identificar para ser reparadas.
9. Para cambiar una membrana se debe vaciar el tanque para que la tubería de aire comprimido no se llene de agua.
10. Revisar que la aireación de fondo sea uniforme en todo el tanque.

3.4.3. Mantenimiento preventivo para puente raspador de lodos

3.4.3.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar que no existan ruidos extraños en el funcionamiento del puente.
6. Revisar que no existan fugas de aceite en el reductor.
7. Revisar que no existan ruidos extraños en el motor.
8. Revisar los tensores y tubos de la base del puente raspador.

3.4.3.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento de las ruedas del carro.
6. Revisar que no existan daños en la plataforma de giro de las ruedas.
7. Engrasar las ruedas del carro. Se debe engrasar cada seis meses. Primera semana de Junio y primera semana de Diciembre.

8. Revisar el tamaño de los carbones del eje central.
Deben tener un mínimo de 10 milímetros de largo.

3.4.3.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar el aceite al reductor.
6. Cambiar los cojinetes del motor.
7. Revisar los cojinetes del carro y engrasarlos.
8. Vaciar el decantador y limpiar las plumillas de hule del puente raspador.
9. Revisar la tubería de succión de recirculación de lodos.

3.4.4. Mantenimiento preventivo para bomba prensa de lodos

3.4.4.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar la alineación y tensión de las fajas.
6. Limpieza general del equipo.
7. Revisar el buen funcionamiento de la bomba.

8. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
9. Revisar que exista goteo en el estopero.

3.4.4.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar la instalación eléctrica.
6. Revisar que no existan fugas en la succión y descarga de la bomba.
7. Limpieza general de la instalación eléctrica.
8. Revisar el buen funcionamiento de la bomba.

3.4.4.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar cojinetes del motor.
6. Cambiar cojinetes de la bomba.
7. Cambiar fajas y alinear las poleas.
8. Limpieza interna del motor.

9. Revisar los acoples y uniones en las tuberías.
10. Cambiar el aceite en la caja de engranes.

3.4.5. Mantenimiento preventivo para bomba de agua decantada

3.4.5.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento de la bomba.
6. Verificar que exista goteo en el estopero.
7. Revisar el nivel del reductor.
8. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
9. Revisar que no existan ruidos extraños en los cojinetes del motor.
10. Limpieza general del equipo.

3.4.5.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza general de la instalación eléctrica.

6. Revisar el estopero y cambiar la estopa si es necesario.
7. Limpieza del motor y la bomba.
8. Revisar que no existan falsos contactos en la instalación eléctrica.
9. Revisar la alineación del acople de la bomba y el motor.

3.4.5.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar cojinetes del motor.
6. Limpieza interna del motor eléctrico.
7. Desarmar la bomba y limpiarla.
8. Revisar el estado del impulsor.
9. Alinear el acople de la bomba y el motor.
10. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
11. Revisar las válvulas del sistema.

3.4.6. Mantenimiento preventivo para bomba de recirculación de lodos

3.4.6.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.

3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento de la bomba.
6. Verificar que exista goteo en el estopero.
7. Revisar el nivel del reductor.
8. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
9. Revisar que no existan ruidos extraños en los cojinetes del motor.
10. Limpieza general del equipo.

3.4.6.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza general de la instalación eléctrica.
6. Revisar el estopero y cambiar la estopa si es necesario.
7. Limpieza del motor y la bomba.
8. Revisar que no existan falsos contactos en la instalación eléctrica.
9. Revisar la alineación del acople de la bomba y el motor.

3.4.6.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar cojinetes del motor.
6. Limpieza interna del motor eléctrico.
7. Desarmar la bomba y limpiarla.
8. Revisar el estado del impulsor.
9. Alinear el acople de la bomba y el motor.
10. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
11. Revisar las válvulas del sistema.

3.4.7. Mantenimiento preventivo para bomba de retrolavado de los filtros

3.4.7.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento de la bomba.
6. Verificar que no existan fugas de agua en la tubería
7. Revisar el nivel del reductor.

8. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
9. Revisar que no existan ruidos extraños en los cojinetes del motor.
10. Limpieza general del equipo.

3.4.7.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza general de la instalación eléctrica.
6. Revisar el estopero y cambiar la estopa si es necesario.
7. Limpieza del motor y la bomba.
8. Revisar que no existan falsos contactos en la instalación eléctrica.
9. Revisar la alineación del acople de la bomba y el motor.

3.4.7.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar cojinetes del motor.

6. Limpieza interna del motor eléctrico.
7. Desarmar la bomba y limpiarla.
8. Revisar el estado del impulsor.
9. Alinear el acople de la bomba y el motor.
10. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
11. Revisar las válvulas del sistema.

3.4.8. Mantenimiento preventivo para bomba de retrolavado de prensa de lodos

3.4.8.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar el buen funcionamiento de la bomba.
6. Verificar que no existan fugas de agua en la tubería
7. Revisar que no exista fuga en el sello mecánico.
8. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
9. Revisar que no existan ruidos extraños en los cojinetes del motor.
10. Limpieza general del equipo.

3.4.8.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Limpieza general de la instalación eléctrica.
6. Revisar que no existan falsos contactos en la instalación eléctrica.
7. Revisar la alineación del acople de la bomba y el motor.
8. Limpieza general de la bomba y motor.

3.4.8.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 8 horas

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar cojinetes del motor.
6. Limpieza interna del motor eléctrico.
7. Desarmar la bomba y limpiarla.
8. Revisar el estado del impulsor.
9. Alinear el acople de la bomba y el motor.
10. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
11. Revisar las válvulas del sistema.

3.4.9. Mantenimiento preventivo para adensador de lodos

3.4.9.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar que no exista ruidos extraños en el funcionamiento del puente.
6. Revisar que no exista fuga de aceite en el reductor.
7. Revisar que no exista calentamiento excesivo en el motor.
8. Revisar que no existan ruidos extraños en los cojinetes del motor.

3.4.9.2. Mantenimiento quincenal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Engrasar el puente.
6. Limpieza general de la instalación eléctrica.
7. Engrasar la rueda dentada.

3.4.9.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 2 días (cada día de 8 horas)

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar aceite al reductor.
6. Cambiar cojinetes del motor.
7. Limpieza del motor interna del motor.
8. Vaciar el tanque del adensador y revisar las plumillas raspadoras de lodo.
9. Revisar el estado de las cortinas de fibra de vidrio en el tanque del adensador de lodos.

3.4.10. Mantenimiento preventivo para prensa desaguadora de lodos

3.4.10.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar que no existan fugas de aire comprimido en la instalación.
6. Revisar la alineación y buen estado de las bandejas de acero inoxidable.

7. Revisar que las bandejas de acero inoxidable no tengan filos para que no dañen las fajas de tela.
9. Revisar que no existan ruidos extraños en los cojinetes del motor de fuerza.
10. Revisar que no existan ruidos extraños en los cojinetes del motor de mezclado de lodos.
11. Revisar el estado de las fajas de tela y su alineación.
12. Limpieza general del equipo.
13. Revisar el nivel del reductor.
14. Revisar el buen funcionamiento de los interruptores que accionan el alineamiento de las fajas de tela.

3.4.10.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar la instalación eléctrica.
6. Engrasar los cojinetes.
7. Revisar que funcione el circuito de paro de emergencia.
8. Limpieza general de equipo.

3.4.10.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 2 días (cada día de 8 horas)

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Cambiar los cojinetes del motor de fuerza.
6. Limpieza interna del motor de fuerza.
7. Cambiar los cojinetes del motor de mezclado.
8. Limpieza interna del motor de mezclado.
9. Revisar las fajas de tela y cambiarlas si es necesario.
10. Revisar la pintura de los cilindros y pintarlos si es necesario.
11. Cambiar el aceite al reductor.
12. Limpieza general del equipo.

3.4.11. Mantenimiento preventivo para filtros de arena

3.4.11.1. Mantenimiento semanal

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar que no existan fugas en las tubería de succión y descarga.

6. Revisar el buen funcionamiento de las válvulas de entrada y salida.
7. Revisar que no existan fugas en el filtro.
8. Limpieza general del equipo.

3.4.11.2. Mantenimiento mensual

Tiempo de duración: 1 hora

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Revisar la instalación eléctrica del equipo.
6. Revisar el buen estado de las válvulas de alivio.
7. Limpieza general del equipo.

3.4.11.3. Mantenimiento anual

Tiempo de duración: 3 días (cada día de 8 de trabajo).

1. Antes de empezar a trabajar tomar todas las medidas de seguridad y precaución necesarias.
2. Antes de empezar a trabajar contar con la herramienta necesaria y repuestos a utilizar.
3. Revisar que no existan daños en el equipo y si existen notificar a su jefe inmediato.
4. Si existen dudas preguntar a su jefe inmediato.
5. Vaciar el material filtrante del depósito.
6. Revisar los filtros secundarios internos.
7. Revisar que no exista desgaste en las soldaduras internas del tanque.
8. Cambiar el empaque de la tapadera del filtro.

9. Revisar que no existan fugas en la tubería de succión y descarga.
10. Limpieza general del equipo.

4. CAPACITACIÓN Y DOCENCIA

4.1. Seguridad Industrial

La seguridad industrial es indispensable en todas las empresas, todos sabemos que las condiciones en que realizamos algo repercuten profundamente en la eficiencia y rapidez de nuestra actividad. Sea en la reparación de un neumático, cambiar una lámpara o en el montaje o instalación de un equipo, el medio ambiente no deja de influir en la motivación para ejecutar la tarea y la destreza con que la ejecutemos.

Si las condiciones físicas son inadecuadas o con mala orientación en la seguridad industrial, la producción mermará, por mucho cuidado que ponga una compañía en la selección de candidatos mas idóneos, en su capacitación para el puesto y en asignarles los mejores supervisores y crear una atmósfera óptima de trabajo. Los psicólogos industriales han realizado programas de investigación exhaustiva sobre todos los aspectos del ambiente físico del trabajo. En diversas situaciones analizan factores como la temperatura, humedad, iluminación, ruido y jornada laboral. Nadie duda de que el ambiente incomodo ocasione efectos negativos: disminución de la productividad, aumento de errores, mayor índice de accidentes y más rotación de personal.

Cuando se mejora el ambiente laboral haciéndolo más cómodo, agradable y seguro la producción se eleva así temporalmente. Quizá la opinión y reacción emocional de los empleados y no los cambios sean lo que elevo la producción y rendimiento. Sea como fuere, la compañía obtiene sus metas y el personal esta más contento y satisfecho.

4.1.1. Creación de un entorno laboral adecuado

Las empresas deben tener condiciones laborales adecuadas para sus empleados, para lograr este objetivo la mayoría de empresas tienen un programa de seguridad formal y, de manera típica, el departamento de recursos humanos es el responsable de aplicarlo.

Si bien su éxito depende en gran medida de gerentes y supervisores, por lo general dicho departamento coordina los programas de comunicación y capacitación en temas de seguridad, mantenimiento los registros de seguridad industrial.

4.1.2. Conocimiento y motivación en seguridad

Quizá la función más importante de un programa de seguridad sea motivar a los gerentes, supervisores y subordinados para que estén conscientes de las cuestiones de seguridad.

4.1.3. Programas de concienciación en materia de seguridad

La mayoría de organizaciones tiene un programa de este tipo que supone el uso de distintos medios de comunicación. Las conferencias sobre seguridad, películas comerciales, videocasetes especiales y otros medios como folletos, son útiles para enseñar y motivar a los empleados.

4.1.4. Seguridad y la administración de la calidad total

Es interesante que los conceptos que promueven el producto o servicio de calidad mediante la administración de calidad total se aplican asimismo a los programas de concientización sobre seguridad. Estos conceptos incluyen:

1. La seguridad como producto exige mejora continua
2. Una cultura organizacional fuerte, que permite tolerancia cero respecto de prácticas inseguras.
3. Ceder autoridad a los empleados, lo cual les permite participar en el diseño de políticas de seguridad y en la toma de decisiones relativas.
4. Una administración de seguridad que se base en formación, medidas, datos y análisis.

4.1.5. Función de comunicar del supervisor

Una de las responsabilidades principales es comunicar a los empleados la necesidad de trabajar con seguridad. La seguridad comienza con la orientación a los empleados de nuevo ingreso, la seguridad debe realizarse de manera continua.

4.1.6. Programas de capacitación en materia de seguridad

Los programas de capacitación en cuanto a la seguridad que se encuentran en muchas organizaciones cubren primeros auxilios, manejos a la defensiva, técnicas de prevención de accidentes, manejo de equipo peligroso y procedimientos de emergencia.

4.1.7. Motivación para la seguridad mediante incentivos

Los beneficios de un programa eficaz de incentivos de seguridad son muchos. Los empleados sufren menos accidentes y lesiones, se preocupan más por la seguridad y piensan mas a menudo en ella. Los empleados perciben la dirección como preocupaba y proactiva por un entorno laboral seguro.

4.1.8. Cumplimiento de las reglas de seguridad

Las reglas y reglamentos específicos respecto a la seguridad se comunican a través de los supervisores, notas en los tableros de avisos, manuales de empleados y letreros adheridos al equipo.

4.1.9. Investigación y registros de accidentes

Un supervisor y un miembro del comité de seguridad e higiene deben investigar todo accidente, aun aquellos que se consideren menores. Tal investigación puede determinar los factores que contribuyeron al accidente y revelar acciones correctivas necesarias para impedir que ocurra de nuevo el accidente. Entre acciones correctivas se incluyen reacondicionar los lugares de trabajo, colocar controles o guardas de seguridad, mantener la maquinaria y equipo en buenas condiciones, y con mayor frecuencia dar a los empleados capacitación adicional sobre seguridad y reforzar la motivación sobre el tema.

4.1.10. Reglas principales de la seguridad industrial

1. El orden y la limpieza dan seguridad al trabajo.
2. Corregir y dar aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
3. No usar maquinas o vehículos sin autorización para realizarlo.
4. Usar herramientas apropiadas y cuidar su conservación. Al terminar el trabajo deben limpiarse y dejarlas en el sitio adecuado.
5. Utilizar en cada operación el equipo de protección establecidos y mantenerlos en buen estado.
6. No quitar sin autorización ninguna protección de seguridad o señal de peligro. Con esto debemos pensar en los otros empleados.
7. Todas las heridas requieren atención, debe acudir al medico o botiquín.
8. No gastar bromas en el trabajo, si la persona exige respeto, debe empezar por respetar a los otros compañeros de trabajo.

9. No improvisar, se deben seguir instrucciones y cumplir normas. Si en un caso no se conocen las normas, se debe preguntar.
10. Prestar atención al trabajo que se realiza. Atención a los minutos finales. La prisa es el mejor aliado del accidente.

4.1.11. Orden y limpieza

1. Mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo.
2. No dejar materiales alrededor de las maquinas. Colocarlos en lugares seguros y donde no estorben el paso.
3. Recoger tablas con clavos, laminas con filos, materiales punzo cortantes y cualquier material que pueda causar un accidente.
4. Guardar ordenadamente los materiales y herramientas, no se deben dejar en lugares inseguros.
5. No obstruir pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.
6. Un solo trabajador imprudente puede hacer inseguro todo un taller.

4.1.12. Equipos de protección individual

1. Utiliza el equipo de protección de seguridad que la empresa pone a disposición.
2. Si se observa deficiencia en el equipo de protección, se debe informar al supervisor.
3. Mantener el equipo de protección en perfecto estado y cuando presente daño se pide que sea cambiado por otro.
4. Llevar ajustada la ropa de trabajo, es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen.

5. En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilice el casco.
6. Si se ejecutan trabajos con desprendimiento de material se debe utilizar lentes de protección.
7. Si hay riesgos de lesiones para los pies, se debe utilizar calzado con punta de acero.
8. Cuando se realizan trabajos en las alturas, se debe colocar un cinturón de seguridad.
9. Las vías respiratorias se deben proteger con mascarillas según el nivel de polvo o impurezas con que se trabaja.
10. Los oídos se deben proteger con tapones de oídos u orejeras según el nivel de ruido con que se trabaja.

Figura 26. Rótulos para equipo de protección.

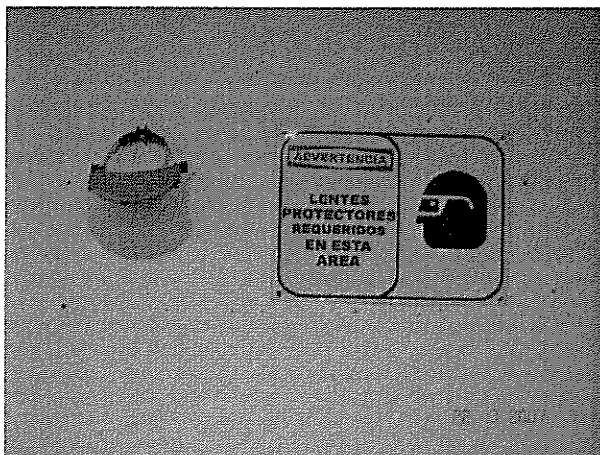


Figura 27. Equipo de protección al esmerilar.



4.1.13. Utilización adecuada de herramientas manuales

1. Utilizar herramientas manuales sólo para sus fines específicos.
2. Se deben inspeccionar periódicamente.
3. Las herramientas defectuosas deben desecharse.
4. No llevar herramientas en los bolsillos.
5. Cuando no se utilizan las herramientas deben guardarse en lugares adecuados.
6. Cada herramienta debe utilizarse de forma adecuada.

Figura 28. Equipo de protección al taladrar.



4.1.14. Utilización adecuada de escaleras de mano

1. Antes de utilizar la escalera se debe comprobar que este en buen estado.
2. No utilizar nunca escaleras unidas o empalmadas con otra, salvo que estén diseñadas para este trabajo.
3. Revisar que la escalera no toque instalaciones eléctricas.
4. La escalera debe estar siempre bien asentada, para que no se deslice.
5. Al subir o bajar, se debe tomar precaución.

4.1.15. Precauciones al trabajar con electricidad

1. Toda instalación debe considerarse bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.
2. No realizar nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión.
3. Si trabaja con maquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica, se debe aislar con equipo o prendas de seguridad.
4. Si se observan daños en la instalación eléctrica se debe comunicar al departamento encargado.
5. Si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos se corre un grave peligro, por lo que deben ser reparados de forma inmediata.
6. Al menor chispazo desconectar la maquina o aparato eléctrico.
7. Prestar atención al calentamiento anormal en los motores, cables, armarios y notificarlo.
8. Se debe prestar atención al trabajar con electricidad.

Figura 29. Rótulos de precaución eléctricos.



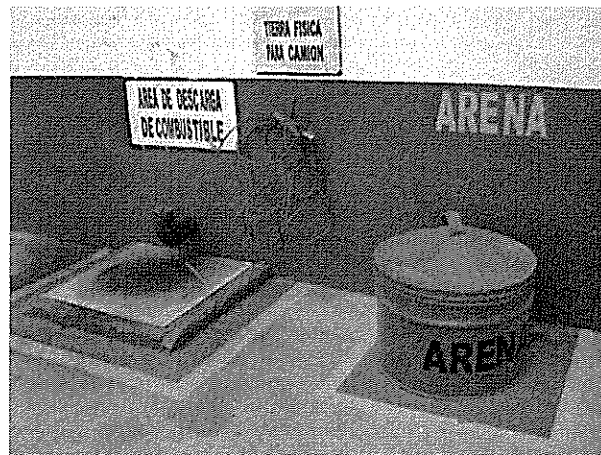
Figura 30. Rótulos de precaución eléctricos.



4.1.16. Precauciones al utilizar productos químicos

1. Si se trabaja con líquidos químicos, se debe pensar en protección para los ojos ante cualquier salpicadura.
2. Se debe utilizar equipo de protección adecuado, como guantes, gabachas o equipo especial.
3. Si se mezcla productos químicos con agua, se debe hacer de la siguiente forma: ácido sobre agua, nunca al revés, podría provocarse una proyección sumamente peligrosa.
4. No remover ácidos con objetos metálicos, pueden provocar proyecciones.
5. Si se salpican los ojos, se deben lavar con abundante agua fría y luego acudir al servicio médico.
6. Si se manipulan productos corrosivos tomar todas las precauciones para evitar derrames, si existe derrame se debe actuar con rapidez según normas de seguridad.
7. Si se trabaja con productos químicos la limpieza personal debe ser extrema, particularmente antes de cada comida y al abandonar el trabajo.
8. Se debe tener información sobre los productos químicos que se manejan, como las normas de seguridad.

Figura 31. Señalización al manejar combustibles.



4.1.17. Precauciones en caso de incendios

1. Se deben conocer las causas que pueden provocar un incendio en el área de trabajo y las medidas preventivas necesarias.
2. Recordar que el buen orden y limpieza son principios para la prevención de incendios.
3. No fumar en lugar prohibidos, no tirar colillas de cigarro o cigarrillos sin apagar completamente.
4. Controlar las chispas de cualquier origen ya que pueden ser causa de incendios.
5. Ante un caso de incendio conoce tu posible acción y cometido.
6. Los extintores son fáciles de utilizar, pero se debe conocer cómo funcionan.
7. Si se manejan productos inflamables, se debe prestar a las normas de seguridad.
8. La forma más eficaz de luchar contra un incendio es evitando que se produzca.

Figura 32. Extintores contra incendios.



4.1.18. Precauciones al presentarse emergencias

1. Preocuparse por conocer el plan de emergencia y rutas de evacuación.
2. Seguir instrucciones que se indiquen de la persona que tenga la responsabilidad en ese momento.
3. No correr, no empujar a los demás y buscar la salida mas cercana.
4. Usar las salidas de emergencia, nunca usar ascensores o montacargas.
5. Prestar atención a la señalización, esto ayuda a localizar las salidas de emergencia.
6. Se debe colaborar.
7. Mantener la calma y serenidad son aspectos imprescindibles en casos de emergencia.

4.1.19. Precauciones al presentarse accidentes

1. Mantener la calma pero se debe actuar con rapidez.
2. La tranquilidad da confianza al lesionado.
3. Asegurarse de quien necesita ayuda y se deben atender heridos con cuidado y precaución.
4. No hacer cosas innecesarias, se debe recordar que el medico debe hacer su trabajo.
5. No se debe dar de beber a una persona sin conocimiento, se puede ahogar.
6. Avisar inmediatamente al servicio medico.
7. Una adecuada actuación personal puede salvar una vida o reducir las consecuencias de un accidente.

CONCLUSIONES

1. Al implementar el programa de mantenimiento preventivo en la planta de tratamiento de agua, se debe mantener los equipos, maquinaria e instalaciones en óptimas condiciones.
2. Con la realización adecuada de las rutinas de inspección periódicas de mantenimiento preventivo, se reducen los tiempos muertos y paros innecesarios de la maquinaria y equipo.
3. Con el programa de mantenimiento preventivo los mecánicos y electricistas poseen una lista de instrucciones para tomar todas las medidas de seguridad industrial, para evitar accidentes.
4. Con el programa de mantenimiento preventivo los mecánicos y electricistas poseen una lista de instrucciones para tomar en cuenta todos los repuestos, herramienta y materiales que deben ser tomados en cuenta antes de realizar el mantenimiento, para reducir el tiempo muerto de mano de obra.
5. Con el programa de mantenimiento preventivo se aumenta la vida útil de la maquinaria, equipo e instalaciones de la planta de tratamiento de aguas.
6. Se minimiza el mantenimiento correctivo con el programa de mantenimiento preventivo.

7. Con el programa de mantenimiento preventivo se minimizan los daños al medio ambiente, ya que los equipos se mantienen en óptimas condiciones y se puede tratar todo el efluente de la lavandería.

8. Con el programa de mantenimiento preventivo adecuado se puede reutilizar agua tratada para el proceso de lavado, con esto se minimizan los costos de operación en el abastecimiento de agua nueva para los procesos.

RECOMENDACIONES

1. Mantener un inventario actualizado de todos los datos de los equipos y maquinaria para realizar todas las programaciones de rutina.
2. El personal de mantenimiento que realiza las órdenes de trabajo debe ser motivado de forma continua, ya que los trabajos de rutina suelen producir falta de compromiso y satisfacción al desarrollar las órdenes de trabajo.
3. Debe existir un buen seguimiento del programa de mantenimiento preventivo, realizar supervisiones al momento de ejecutar las órdenes de trabajo, con el fin de mantener los equipos y maquinaria en óptimas condiciones.
4. Se debe llenar las órdenes de trabajo de forma correcta y clara para llevar un historial de todos los trabajos realizados, repuestos, materiales, fallas y mano de obra en los equipos para poder costear los gastos de operación.
5. Las instrucciones de las órdenes de trabajo deben estar escritas con un lenguaje claro y sencillo, a fin de realizar de la mejor forma el mantenimiento preventivo de la maquinaria y los equipos.
6. Para la realización de órdenes de trabajo debe existir capacitación hacia el personal, por ejemplo, capacitación de equipos y maquinaria, herramienta, equipos de medición, electricidad, neumática, hidráulica y otros.

7. Hacer el análisis correcto del mantenimiento preventivo para no prolongar los tiempos de ejecución y no sobrecargar el costo de mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABS. Manual de instalación, operación y mantenimiento para mezclador de agua, tipo 1070B – 11 AM.
2. AERZEN. Manual de instalación, operación y mantenimiento para soplador de aire, tipo GM 35S.
3. AERZEN. Manual de instalación, operación y mantenimiento para soplador de aire, tipo GM 10S.
4. AWATECH. Manual de instalación, operación y mantenimiento para aireación de fondo.
5. BERKELEY. Manual de instalación, operación y mantenimiento para bomba centrífuga, modelo B4GPBHS.
6. GORMAN RUPP. Manual de instalación, operación y mantenimiento para bombas centrífugas serie 10.
7. HUBER. Manual de instalación, operación y mantenimiento para separador de arena, tipo Ro 5K.
8. HYCOR. Manual de instalación, operación y mantenimiento para separador de sólidos, tipo HRS3672M.
9. HYCOR Manual de instalación, operación y mantenimiento para separador de sólidos, tipo HRS4884M.

10. KEMCO. Manual de montaje, operación y mantenimiento de intercambiador de calor 24858.
11. KSB. Manual de servicio para bombas hidráulicas centrífugas Megaflow serie 80 – 250.
12. KSB. Manual de servicio para bombas hidráulicas centrífugas Meganorm, serie 80 – 200.
13. KSB. Manual de servicio para bombas hidráulicas centrífugas Meganorm Bloc, serie 25 – 200.
14. NEMO. Manual de instalación, operación y mantenimiento de bomba centrífuga para prensa de lodos, tipo NE 40 – A.
15. PROTON. Manual de operación y mantenimiento para filtros de arena serie FAA – 60.
16. TECNOSAN. Manual de montaje, operación y mantenimiento de la prensa desaguadota de lodos.
17. TECNOSAN. Manual de montaje, operación y mantenimiento de los aireadores flotantes rápidos.
18. TECNOSAN. Manual de montaje, operación y mantenimiento del puente raspador de lodos de tracción periférica.
19. TECNOSAN. Manual de montaje, operación y mantenimiento del adensador de lodos de tracción periférica.
20. TECNOSAN. Manual de montaje, operación y mantenimiento de filtro de agua, modelo FDA – 60.

Referencia electrónica

21. <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial-industrial>, Mantenimiento y seguridad industrial. 9 febrero 2007.
22. http://www.losrecursoshumanos.com/normas_seguridadindustrial.htm
Normas básicas de higiene y seguridad industrial. 12 febrero 2007.
23. <http://www.monografias.com/trabajos10/sehig/sehig.shtml>, Seguridad e higiene. 12 febrero 2007.
24. http://rincondelvago.com/administracion-de-empresas_12.html,
Administración de empresas, mantenimiento preventivo. 12 febrero 2007.
25. http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm, Tipos de mantenimiento. 12 febrero 2007.

ANEXOS

Tabla I. Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y su procedencia (Metcalf y Eddy, 1997)

Característica	Procedencia
<u>Propiedades físicas:</u>	
Color	Aguas residuales domesticas e industriales, degradación natural de materia orgánica.
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales de tipo domesticas e industriales.
Temperatura	Aguas residuales domesticas e industriales.
<u>Constituyentes químicos:</u>	
Orgánicos:	
Carbohidratos	Aguas residuales domesticas e industriales.
Grasas animales	Aguas residuales domesticas e industriales.
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domesticas e industriales.
Contaminantes	Aguas residuales domesticas e industriales.
Otros	Degradación natural de materia orgánica.

Tabla I. (Continuación)

Característica	Procedencia
Inorgánicos:	
Alcalinidad	Aguas residuales domesticas, agua de suministro, Infiltración de agua subterránea.
Cloruros	Aguas residuales domesticas, agua de suministro, Infiltración de agua subterránea.
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno (N)	Residuos agrícolas y aguas residuales domesticas.
PH	Aguas residuales domesticas e industriales.
Fósforo (P)	Aguas residuales domesticas e industriales.
Contaminantes	Aguas residuales domesticas e industriales.
Azufre	Agua de suministro, aguas residuales domesticas e industriales.
Gases:	
Sulfuro de Hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos.
Metano	Descomposición de residuos domésticos.
Oxigeno	Agua de suministro, infiltración de agua superficial.
<u>Constituyente biológico:</u>	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento.
Protistas	Aguas residuales domesticas, infiltración de agua Superficial, plantas de tratamiento.
Virus	Aguas residuales domesticas.

Tabla II. Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual (Metcalf y Eddy, 1997)

Contaminantes	Razón importancia
Sólidos en suspensión	Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y condiciones anaeróbicas.
Materia orgánica	Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas animales.
Patógenos	Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos en el agua residual.
Nutrientes	Tanto el nitrógenos, el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento.
Contaminantes	Son compuestos orgánicos e inorgánicos determinados en base a su toxicidad agua conocida o sospechada.
Materia orgánica	La materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales del tratamiento.
Metales pesados	Los metales pesados son, frecuentemente, añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales, y puede ser necesario eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual.
Sólidos inorgánicos	Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua, y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual.

