

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UNA NUEVA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS PARA USO EN LA
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE EMBOL S.A – TARIJA**

Por:

CARLA YUVINKA BARRIENTOS VÁSQUEZ

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Julio de 2014

TARIJA-BOLIVIA

V”B”

ING. ERNESTO ÁLVAREZ

DECANO

Facultad de Ciencias y Tecnología

ING. SILVANA PAZ

VICEDECANA

Facultad de Ciencias y Tecnología

MSG. ING. RENÉ MICHEL CORTÉS

DIRECTOR

Dpto. de Procesos Industriales

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

ING. ADALIT ACEITUNO C.

ING. GUSTAVO MORENO L.

ING. MIRIAN BARRERO O.

DEDICATORIA:

Este trabajo va dedicado a mis padres, quienes han sido las personas que siempre me han brindado su apoyo incondicional en todo momento, a mi esposo y mi hijo, por ser mi inspiración, mi aliento, mi razón de ser, y con mucha razón a Dios por concederme a mi vida todo aquello que amo y ver cristalizado una de mis metas.

AGRADECIMIENTOS:

Mi eterno agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este estudio, especialmente a la Empresa EMBOL S.A. Tarija, a su personal productivo a quien agradezco la disponibilidad para la obtención de la información necesaria y a mis tribunales por brindarme su colaboración y disposición de su tiempo.

Adicionalmente debo mencionar mi profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido las personas que siempre me han brindado su apoyo incondicional en todo sentido, y de manera muy especial a Dios, por la vida, la fortaleza y la voluntad que me han permitido realizar una carrera universitaria, alcanzando de esta manera uno de los principales objetivos de mi vida

PENSAMIENTO:

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Thomas Chalmers

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
Ética de autoría del proyecto	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Pensamiento	iv
Resumen	v

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES	1
OBJETIVOS	4
Objetivo General	4
Objetivos específicos	4
JUSTIFICACIÓN	5

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

1.1. LOCALIZACIÓN	7
1.2. ORGANIZACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA	8
1.2.1. Gerencia Regional.	8
1.2.2. Jefatura administrativa y de finanzas.	9
1.2.3. Jefatura comercial.	9
1.2.4. Jefatura de la planta.	10
1.2.5. Jefatura del Sistema Integrado.	10

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	12
1.3.1. Recepción de materias primas.	12
1.3.2. Proceso de Tratamiento del Agua.	15
1.3.2.1. Provisión de agua de pozo.	15
1.3.2.1.1. Cloración del agua de pozo.	15
1.3.2.2. Agua Blanda.	16
1.3.2.3. Agua para el Proceso.	17
1.3.2.3.1. Tratamiento físico.	17
1.3.2.2.2. Tratamiento químico.	17
1.3.2.2.2.1. Tanque Reactor.	17
1.3.2.2.3. Tratamiento fisicoquímico.	18
1.3.2.2.3.1. Coagulación.	18
1.3.2.2.3.2. Adsorción y Absorción.	19
1.3.2.2.4. Filtros de agua.	19
1.3.2.2.4.1. Filtro de Arena.	19
1.3.2.2.4.2. Filtro de Carbón Activado.	20
1.3.2.2.4.3. Filtro Pulidor de Agua.	20
1.3.3. Elaboración del Jarabe para la Preparación de la Bebida.	22
1.3.3.1. Jarabe Simple.	22
1.3.3.2. Jarabe terminado para la Elaboración de Bebidas Gaseosas.	24
1.3.4. Lavado de botellas.	25
1.3.4.1. Lavado de envases de vidrio.	25
1.3.4.2. Enjuague de envases PET OW.	26

1.3.5. Proceso de Embotellado.	27
1.3.6. Control de calidad del proceso.	30
1.4. PRODUCCIÓN DE ENVASES PLÁSTICOS.	30
1.4.1. Soplado de botellas (PET).	30
1.4.1.1. Generación de aire comprimido.	30
1.4.1.2. Agua de enfriamiento.	31
1.5. INSUMOS Y MATERIALES UTILIZADOS.	31
1.5.1. Combustibles y lubricantes utilizados.	32
1.6. ELIMINACIÓN DE EFLUENTES INDUSTRIALES.	33
1.7. SERVICIOS AUXILIARES.	33
1.7.1. Abastecimiento de agua para el proceso.	33
1.7.2. Abastecimiento de vapor.	33
1.7.3. Abastecimiento de frío.	34
1.7.4. Abastecimiento de energía eléctrica a la Planta EMBOL S.A. Tarija.	34
1.7.5. Abastecimiento de aire comprimido.	35
1.7.6. Abastecimiento de gas natural.	35

CAPÍTULO II

CONCEPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1. DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA USO EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE EMBOL S.A – TARIJA.	36
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.1.1. Tanque reactor.	36
2.1.2. Filtro de arena.	39
2.1.3. Filtro de carbón.	39
2.1.4. Filtro pulidor.	39
2.1.5. Retrolavado.	39
2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS CAPTADA Y TRATADA DEL POZO Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.	41
2.2.1. Monitoreo y Pruebas realizadas del agua cruda extraída del pozo de la Planta EMBOL S.A. Tarija.	41
2.1.2. Análisis fisicoquímicos del agua tratada de la Planta EMBOL S.A. Tarija.	44
2.1.3. Consumo de Agua en la Empresa EMBOL S.A. – Tarija.	46
2.1.3.1. Consumo de Agua para la Elaboración de Bebidas Gaseosas por Año.	48
2.1.3.2. Caudal que será utilizado para el diseño de la planta de tratamiento de agua de EMBOL S.A.	49
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	49
2.2.1. Deficiencias de la Planta de Tratamiento de Aguas en EMBOL S.A. Tarija.	49
2.3. NECESIDAD DEL TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS GASEOSAS.	52
2.3.1. Calidad del producto y protección de la marca.	52
2.3.2. Protección de la inversión en el negocio.	52
2.3.3. Efectos Sensoriales sobre la Vida de Anaquel.	53
2.3.4. Cumplimiento con las Regulaciones para la Elaboración de Bebidas Gaseosas.	54
2.3.4.1. Políticas Generales Relacionadas con el Agua para la utilización en la Elaboración de Bebidas Gaseosas.	54

2.4. MÉTODOS DE TRATAMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS GASEOSAS.	55
2.4.1. Procesos de clarificación.	56
2.4.1.1. Coagulación.	57
2.4.1.2. Floculación.	60
2.4.1.3. Mezclado.	61
2.4.1.4. Sedimentación.	64
2.4.1.5 Filtración del agua.	65
2.4.1.5.1. Flujo de filtración.	66
2.4.1.5.2. Filtros de tierras diatomáceas para agua.	68
2.4.1.5.3. Filtros empacados para agua.	68
2.4.1.5.4. Filtros de carbón activado para el tratamiento de aguas.	68
2.4.2. Desinfección del agua.	70
2.4.2.1. Cloro para el tratamiento de aguas.	70
2.4.2.1.1. Cloro gas.	70
2.4.2.1.2. Cloración con hipoclorito de sodio o de calcio.	71
2.4.2.1.3. Cloramina.	71
2.4.2.3. Ozono.	72
2.4.2.4. Luz ultravioleta.	72
2.4.3. Acondicionamiento químico del agua.	73
2.4.4. Acondicionamiento organoléptico del agua.	74
2.4.5. Tecnología de membrana.	74
2.4.5.1. Microfiltración.	75
2.4.5.2. Ultrafiltración.	76

2.4.5.3. Nanofiltración.	77
2.4.5.4. Ósmosis inversa.	78
2.4.6. Electrodialisis.	78
2.4.7. Intercambio Iónico.	79
2.5. SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA.	80
2.6. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE LA PLANTA DE BEBIDAS GASEOSAS EMBOL S.A.	83

CAPÍTULO III

ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL EQUIPO

3.1. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS.	86
3.1.1. Dosificación de coagulante.	86
3.1.1.1 Selección de la dosis óptima de coagulante.	88
3.1.2. Selección del mezclador estático.	91
3.1.3. Diseño del Floculador.	93
3.1.4. Dimensionamiento del filtro de arena seleccionado.	96
3.1.5. Dimensionamiento del filtro de carbón seleccionado.	99
3.2. TAMAÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PROPUESTA.	102

CAPITULO IV
ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1. REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE COSTOS PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA SELECCIONADA.	105
4.1.1. Depósito de almacenamiento.	105
4.1.2. Costo del coagulante.	105
4.1.3. Mezclador estático.	105
4.1.4 Unidad de floculación.	105
4.1.5. Filtro de arena.	105
4.1.6. Filtro de carbón.	105
4.2. COSTO DEL EQUIPO ENTREGADO	106
4.3 ESTIMACIÓN DEL COSTO TOTAL PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA	107

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	108
5.2. RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	110

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I -1. Organigrama de la Empresa.	11
Figura I – 2. Producción de Bebidas Gaseosas.	13
Figura I – 3. Diagrama de Utilización del Agua.	21
Figura I – 4. Diagrama de Flujo de la Sala de Jarabe.	23
Figura II – 1. Diagrama de Utilización del Agua.	40
Figura II – 2. Rangos de Eliminación de Partículas a través de la Filtración.	75
Figura III – 1. Dimensiones del Depósito de Almacenamiento del Coagulante.	87
Figura III – 2. Dimensiones del Mezclador Estático.	92
Figura III – 3. Dimensiones del Floculador.	95
Figura III – 4. Dimensiones del Filtro de Arena.	98
Figura III – 5. Dimensiones del Filtro de Carbón.	101
Figura III – 6. Diagrama de Flujo del Tratamiento de Aguas Propuesto.	103
Figura III – 7. Comparación del Estado Actual y La Propuesta de Tratamiento de Aguas de EMBOL S.A.	104

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I – 1. Insumos y Materiales Utilizados.	31
Cuadro I – 2. Combustibles y Lubricantes Utilizados.	32
Cuadro II – 1. Caracterización del Agua en EMBOL S.A. Tarija (Agua Cruda) Realizados en el Laboratorio Datos Promedio Mensuales de Análisis Físico – Químicos.	42
Cuadro II – 2. Caracterización del Agua en EMBOL S.A. Tarija (Agua Cruda) Realizados en el Laboratorio PROANALISIS S.A.	43
Cuadro II – 3. Caracterización del Agua en EMBOL S.A. Tarija (Agua Tratada) Realizados en el Laboratorio PROANALISIS S.A.	45
Cuadro II – 4. Tipo de Agua y su Uso.	47
Cuadro II – 5. Consumo de Agua por Año.	48
Cuadro II – 6. Producción de Gaseosa por mes.	49
Cuadro III – 1. Análisis de la prueba de jarras con cloruro férrico.	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II – 1. Tasa de Flujo Apropriada para cada tipo de Filtro.	67
Tabla II – 2. Material Filtrante para un Filtro de Arena Rápido.	67
Tabla II – 3. Material Filtrante para un Filtro de Carbón.	69
Tabla II – 4. Tecnología Seleccionada para el Tratamiento.	82
Tabla II – 5. Equipos Seleccionados para el Tratamiento.	85
Tabla IV – 1. Costo Total del Equipo Entregado.	106
Tabla IV – 2 Costo Total de Inversión para la Instalación de la Planta Propuesta	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Determinación, Equipos, Reactivos y Procedimiento para el Análisis Químico del Agua de EMBOL S.A.

Anexo B: Norma Técnica Boliviana NB 325001 (Tercera Revisión) Bebidas Analcohólicas – Requisitos

Anexo C: Caracterización del Agua de Pozo de EMBOL S.A – Tarija (PROANALISIS S.A.)

Anexo D: Tabla Comparativa de Parámetros para el Agua utilizada en la Elaboración de Bebidas

Anexo E: Especificaciones del Mezclador Estático