

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE MACERACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
DE CERVEZA ARTESANAL**

Por:

Branko Josip Sfarich Varas.

**Modalidad de Graduación (Ampliación, Optimización y/o Modernización de plantas
industriales existentes) presentado a consideración de la UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

TARIJA – BOLIVIA

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mi familia, pareja y socios que me apoyaron y estuvieron a mi lado, Mario, Roxana, Mario Yerko, Wendy, Milenka, Josip, Carlin. Y en especial a Sara por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

De manera muy especial a mis dos abuelas que nos ven desde el cielo, Corina y Nilda, por creer en mí.

A mis amigos de estudio, Waleskha, Carlin, Lizeth, Adriana y Luis.

A mis docentes Ing. Rene Michel, Ing. Jorge Tejerina, Ing, Ignacio Velazquez, Ing. Jose Auad e Ing, Juan Carlos Kery, por brindarme el conocimiento y dedicación necesaria para culminación de este proyecto.

PENSAMIENTO

“Donde veas un negocio exitoso, alguien tomó alguna vez una decisión valiente.” Autor: Peter Drucker

ÍNDICE

	Página
ADVERTENCIA	i
DEDICATORIA	ii
PENSAMIENTO	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	1
OBJETIVOS.....	4
• Objetivo General.....	4
• Objetivos específicos.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	4
• Justificación Tecnológica.....	4
• Justificación Económica.....	4
• Justificación Social.....	4
• Justificación Ambiental.....	5
• Justificación Personal.....	5
CAPÍTULO I	6
I. Descripción de la planta	6
1.1 Antecedentes de la empresa.....	6
MISIÓN.....	6
VISIÓN.....	6
1.2 Materias primas.....	7

1.2.1 Agua.....	7
1.2.2 Malta.....	8
1.2.3 Lúpulo.....	10
1.2.4 Levadura.	12
1.3 Localización de la planta.....	14
1.4 Distribución de la planta.....	15
1.5 Servicios auxiliares.....	16
1.5.1 Energía Eléctrica.....	16
1.5.2 Agua Potable.....	16
1.5.3 Gas.....	17
1.5.4 Internet.....	17
1.5.5 Manejo contable.....	17
1.5.6 Recojo de residuos sólidos.....	17
1.6 Operación y Control.....	18
Proceso de elaboración.....	18
1.6.2 Molienda.....	18
1.6.3 Maceración.....	19
1.6.4 Ebullición Del Mosto.....	20
1.6.5 Enfriamiento:	21
1.6.6 Fermentación:	22
1.7 Manejo de materiales.....	24
1.7.1 Almacenes.....	24
1.7.2 Logística.....	25
1.7.3 Producción.....	26

1.8	Eliminación de efluentes.....	26
1.8.1	Residuos Líquidos.....	26
1.8.2	Residuos Sólidos.....	27
CAPÍTULO II.....		29
II.	CONCEPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	29
2.1	Identificación del Problema de desarrollo.....	29
2.1.1	Causas Directas.....	29
2.2	Descripción de alternativas técnicas de solución.....	29
	Planteamientos De Solución De La Pérdida De Calor Del Equipo De Maceración.....	29
2.3	Selección de la alternativa de solución.....	45
2.3.1	Alternativa a1): Aislamiento Térmico Al Equipo De Maceración. –.....	45
2.3.2	Alternativa a2) Nuevo Equipo De Cocción. –.....	46
2.3.3	Alternativa b) Influencia De La Granulometría En La Molienda. –.....	46
2.3.4	Alternativa c) Agitador Eléctrico Para Evitar La Formación De Grumos. –.....	46
2.3.5	Alternativa d) Etapa De Lavado Del Grano. –.....	47
2.4.	Análisis y selección de la alternativa.....	47
2.5	Selección del o los equipos necesarios.....	47
CAPÍTULO III.....		51
III.	ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL EQUIPO.	51
3.1	Diagramas de flujo de procesos.....	51
3.2	Diagrama de proceso de producción de cerveza artesanal.....	52
3.3	Balance de materia y energía del proceso elaboración de cerveza.....	53
3.3.1	Balance De Materia En Un Ejemplo De Proceso Cervecerero (Blonde Ale Anexo).....	53
3.3.2	Balance De Materia.....	53

3.3.3 Balance De Energía Proceso Productivo De La Cerveza.....	59
3.4 Diseño del equipo.....	62
3.4.1 Dimensionamiento tanque de maceración.....	62
3.4.2 Espesor de las paredes.....	64
CAPÍTULO IV.....	68
IV. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	68
4.1 Valor Del Proyecto.....	68
4.2 Costo De Operación.....	69
4.2.1 Costos Directos.....	69
4.2.2 Costos Indirectos.....	70
4.2.3 Gastos Por Mano De Obra.....	71
CAPÍTULO V.....	77
5.1 CONCLUSIONES.....	77
5.2 RECOMENDACIONES.....	78
5.2 BIBLIOGRAFÍA.	79
5.3 WEBGRAFÍA.....	80

Índice de Figuras

Figura 0-1 Consumo per cápita en Latinoamérica.....	3
Figura I-1 Partes Malta.....	9
Figura I-2 Lúpulo en flor y en pellets.....	11
Figura I-3 Resumen de los componentes de la lupulina del lúpulo.....	11
Figura I-4 Ubicación google maps.....	14
Figura I-5 Plano de distribución de la planta de cerveza “Macabra”.....	15
Figura I-6 Molino de malta y especificaciones técnicas.....	18
Figura I-7 Intercambiador de placas y especificaciones técnicas.....	22
Figura I-8 Reacción básica de fermentación.....	22
Figura I-9 Fermentador.....	24
Figura II-1 Representación macerador.....	30
Figura II-2 Molienda de malta.....	36
Figura II-3 Partes Grano de malta.....	38
Figura II-4 Agitador eléctrico.....	40
Figura II-5 Agitador Colibrí.....	40
Figura III-1 Diagrama de flujo de procesos.....	51
Figura III-2 Diagrama de procesos.....	52
Figura III-3 Tanque de maceración.....	63

Índice de Tablas.

Tabla I-1. Valores máximos y mínimos adecuados de los iones en el agua cervecera	7
Tabla I-2. Parámetros de calidad de la cebada.....	9
Tabla I-3. Componentes que forman el lúpulo seco.....	12
Tabla I-4 Tipo de voltaje y energía utilizada en la empresa.....	16
Tabla I-5 Tabla enzimas en la maceración.....	20
Tabla I-6 Residuos líquidos efluentes.....	27
Tabla I-7 Residuos sólidos efluentes.....	28
Tabla II-1 Datos tanque acero inoxidable.....	31
Tabla II-2 Datos del aislante térmico.....	32
Tabla II-3 Datos agua- aire.....	33
Tabla II-4 Cálculo de áreas.....	33
Tabla II-5 Cálculo con aislante.....	34
Tabla II-6. Cálculo sin aislante.....	35
Tabla II-7. Cálculo porcentual.....	35
Tabla II-8 Tabla de eficiencia de los métodos de lavado.....	45
Tabla III-1 Dimensiones.....	64
Tabla III-2 Valores de la constante K.....	66
Tabla III-3 Resultados de cálculos.....	67
Tabla IV-1 Inversión Alternativa (a1)	68
Tabla IV-2 Inversión Alternativa (a2)	69
Tabla IV-3 Costos Directos Alternativa (a2) 500 litros finales.....	70
Tabla IV-4 Costos Indirectos Alternativa (a1) 200 litros finales.....	70

Tabla IV-5 Costos Indirectos Alternativa (a2)	71
Tabla IV-6 Detalle de mano de obra directa e indirecta.....	71
Tabla IV-7 Ingreso Ventas considerando 4 Bach por mes.....	72
Tabla IV-8 Egresos.....	72
Tabla IV-9 Inversión total requerida para la alternativa (a2).....	73
Tabla IV-10 Datos.....	73
Tabla IV-11 Plan de pagos.....	74
Tabla IV-12 Depreciación.....	74
Tabla IV-13 Flujo proyectado.....	75
Tabla IV-14 Cálculo de rentabilidad.....	76

Índice de Cuadros.

Cuadro II-1 Comparación molienda fina y gruesa.....	39
Cuadro II-2 Ventajas y desventajas lavado continuo.....	42
Cuadro II-3 Ventajas y desventajas lavado por etapas.....	43
Cuadro II-4 Ventajas y desventajas Escurrimiento.....	44
Cuadro II-5 Ventajas y desventajas lavado continuo por etapas.....	45
Cuadro III-1 Elección de la presión de diseño del macerador.....	65
Cuadro III-2 Datos del Cálculo de espesor.....	67

ANEXOS

Anexo 1. Lista de precios de la materias primas e insumo de la empresa REBELIÓN.....	69
Anexo 2. Cotización obras civiles.....	70
Anexo 3. Cotización bloque de cocción 500 litros.....	71
Anexo 4. Costos directos producción actual 200 litros/Bach.....	72
Anexo 5. Costos indirectos producción actual 200 litros/Bach.....	72
Anexo 6. Plan de pagos de la inversión requerida.....	73