

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA RECICLADO DE
LUBRICANTES DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Por:

NINAJA ARIAS RONALD

**Proyecto de grado ampliación, optimización y/o modernización de plantas
industriales existentes**

Octubre de 2022

TARIJA - BOLIVIA

V°B°

M.Sc. Ing. Marcelo Segovia

DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Ing. Gustavo Succi

VICEDECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Juan Carlos Vega Knez

Ing. Karina Cervantes Calbimonte

Ing. Claudia Salazar Bellido

Agradecimientos

Primeramente, agradecer a mis docentes por todo el conocimiento científico y ético que me compartieron, agradecer a mi tribunal de proyecto de grado por guiarme y apoyarme en el desarrollo de este proyecto de grado y sobre todo agradecer de manera especial a toda mi familia, a mi madre Victoria Arias, a mi padre Rufino Ninaja y a mi hermana Sulma Ninaja, por todo el apoyo y tiempo que me han destinado todo este periodo académico, gracias a mi familia por creer en mí, gracias por permitirme cumplir con el desarrollo de este proyecto de grado.

ÍNDICE

Advertencia	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Nomenclatura, abreviaturas y simbología utilizada	x

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES	1
Contaminación del lubricante usado de motor	1
ECOLUB (Tarija).....	2
Características del lubricante usado de motor en Tarija	2
Lubricante usado de motor en la ciudad de Tarija	4
Reciclado de lubricante de motor usado en Bolivia.....	5
Obtención de combustible a partir de lubricante usado de motor	5
OBJETIVOS	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
JUSTIFICACIÓN	7
Justificación técnica	7
Justificación ambiental.....	7
Justificación social	7
Justificación económica	7

CAPÍTULO I

1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	8
1.1. Materias primas	8
1.2. Localización de la planta.....	8
1.3. Distribución de la planta	9
1.4. Servicios auxiliares	9
1.5. Manejo de materiales	9
1.6. Operación y control.....	10
1.7. Eliminación de efluentes	10

CAPÍTULO II

2. CONCEPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2.1. Identificación del problema.....	11
2.2. Descripción de alternativas técnicas de solución	11
2.3. Selección de la alternativa de solución de acuerdo a criterios apropiados.....	12
2.4. Definición de condiciones y capacidad.....	12
2.5. Selección del o los equipos necesarios.....	15

CAPÍTULO III

3. ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL EQUIPO.....	16
3.1. Diagramas de flujo incluyendo la alternativa de solución	16
3.2. Balance de materia y energía	17
3.3. Diseño y dimensionamiento del o los equipos necesarios	24
3.4. Especificación de los equipos	48

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	52
4.1. Cálculo de costo de capital.....	52
4.2. Costo de operación.....	55
4.3. Financiamiento.....	59
4.4. Flujo de caja.....	62
4.5. Análisis de rentabilidad.....	64
4.6. Optimización técnica.....	65
4.7. Optimización económica.....	65

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1. Conclusiones	66
5.2. Recomendaciones.....	67
Bibliografía	68
Anexos	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Características (ALU) Tarija	3
Tabla II-1. Proyección de generación (ALU) ciudad de Tarija	13
Tabla II-2. Proyección de generación (ALU) Tarija	14
Tabla II-3. Equipos necesarios.....	15
Tabla III-1. Especificación de equipos en el diagrama.....	16
Tabla III-2. Resultados HYSYS.....	20
Tabla III-3. Proyección de cantidades.....	21
Tabla III-4 Proyección agua.....	22
Tabla III-5. Proyección energía reactor	23
Tabla III-6. Capacidades máximas tanque de almacenamiento	24
Tabla III-7. Longitud de succión bomba reactor.....	37
Tabla III-8. Longitud descarga bomba reactor.....	39
Tabla III-9. Pérdidas succión bomba diésel	44
Tabla III-10. Perdidas descarga bomba diésel	46
Tabla III-11. Requerimiento de tuberías, válvulas y accesorios	47
Tabla III-12. Especificación y dimensiones de los equipos.....	48
Tabla IV-1. Costo fijo equipos.....	52
Tabla IV-2. Costo fijo muebles.....	53
Tabla IV-3. Costo inversión diferida obras civiles, instalación y transporte	54
Tabla IV-4. Costo total.....	54
Tabla IV-5. Proyección de costo de agua y materia prima	55
Tabla IV-6. Proyección costo energético de gas.....	56
Tabla IV-7.Costo de energía eléctrica por año.	57
Tabla IV-8. Costo salarios por año	57
Tabla IV-9. Depreciación.....	58
Tabla IV-10. Costo total de producción.....	59
Tabla IV-11. Costo de capital de operación.....	60

Tabla IV-11. Inversión total.....	60
Tabla IV-12. Plan de pagos.....	61
Tabla IV-13. Ingresos totales	62
Tabla IV-14. Pérdidas y ganancias	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura i-1. Ecolub	2
Figura i-2. Contaminación del lubricante usado	4
Figura 1-1. Ubicación de la planta	8
Figura 1-2. Diagrama de recuperación.....	10
Figura 3-1. Diagrama de valorización.....	16
Figura 3-2. Componente Hysys	17
Figura 3-3. Cinética de reacción Hysys	18
Figura 3-4. Gráfica temperatura vs concentración.....	19
Figura 3-5. Simulación final.	20
Figura 3-6. Diagrama del reactor CSTR.....	25
Figura 3-7. Diagrama intercambiador craqueados	27
Figura 3-8. Diagrama de separador.....	29
Figura 3-9. Diagrama intercambiador de ligeros	31
Figura 3-10. Diagrama intercambiador diésel.....	33
Figura 3-11. Diagrama bomba reactor	35
Figura 3-12. Diagrama bomba diésel.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Especificación de intercambiadores.....	71
Anexo 2.	Tiempos de retención.....	71
Anexo 3.	Diámetro de carcasa.....	72
Anexo 4.	Selección del diámetro de tubería.....	73
Anexo 5.	Diagrama de MOODY.....	74
Anexo 6.	Longitud equivalente de accesorios.....	74
Anexo 7.	Campos de trabajo.....	75
Anexo 8.	Datos de curvas.....	75
Anexo 9.	Pérdida de carga del filtro.....	76
Anexo 10.	Características (ALU) Hysys.....	77
Anexo 11.	Caso de estudio reactor CRTR Hysys.....	78