

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**PROYECTO DE GRADO**

**“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA PROVISIÓN DE ACEITE  
COMESTIBLE RESIDUAL COMO MATERIA PRIMA EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE  
DIÉSEL RENOVABLE - REFINERÍA GUILLERMO ELDER BELL”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTADO POR: MARXA AJATA FORRA**

**TUTOR: MSC. ING. JORGE ALBERTO VÁSQUEZ PEÑARANDA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**JULIO, 2023**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la sabiduría y la inteligencia necesarias para llevar a cabo este proyecto.

A mis queridos padres, les agradezco por brindarme su constante apoyo moral y económico.

Mi gratitud se extiende al ingeniero Jorge Alberto Vásquez Peñaranda, mi tutor, quien ha sido un guía invaluable durante el desarrollo de este proyecto. Sus conocimientos, orientación y paciencia han sido fundamentales para la realización del presente proyecto.

También quiero expresar mi agradecimiento a los miembros del tribunal que dedicaron su valioso tiempo a revisar mi proyecto y brindar sus críticas constructivas. Sus comentarios y sugerencias han enriquecido significativamente este trabajo y han contribuido a su mejora continua.

No puedo dejar de agradecer a la Universidad Mayor de San Andrés, en especial a todo el plantel docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería. Su compromiso con la excelencia académica y las herramientas proporcionadas a lo largo de mi formación han sido fundamentales para mi crecimiento personal y profesional.

Finalmente, quiero destacar que este proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo y la colaboración de todos aquellos que de alguna manera han formado parte de mi camino. A todos ellos, mi eterna gratitud.

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se centra en el diseño de un plan de gestión logística para la provisión de aceite comestible residual (ACR) como materia prima en la planta de producción de diésel renovable. La ubicación de esta planta estará situada en los terrenos de la Refinería "Guillermo Elder Bell". El objeto principal de este proyecto es desarrollar un plan integral que garantice un suministro continuo de alta calidad y asegure la disponibilidad constante de materia prima necesaria para la producción de diésel renovable.

El plan de gestión logística propuesto se divide en varias etapas que se abordarán de manera sistemática y rigurosa. En primer lugar, se llevó a cabo un estudio de mercado exhaustivo del aceite comestible residual disponible en el casco urbano de las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz. Este análisis permitió evaluar la oferta existente de aceite comestible residual en establecimiento de expendio de alimentos legalmente constituidos para asegurar un suministro constante y confiable de ACR.

Posteriormente, se procedió a determinar estratégicamente la ubicación de los centros de almacenamiento temporal en los departamentos de La Paz y Cochabamba, así como un centro de almacenamiento principal en el Departamento de Santa Cruz. La selección de estas ubicaciones se realizó considerando criterios logísticos, como la proximidad a las fuentes de suministro y las facilidades de transporte.

En paralelo, se identificaron y establecieron eco-puntos en lugares estratégicos dentro de las ciudades seleccionadas. Estos puntos de recolección serán fundamentales para el acopio del ACR proveniente de establecimientos de expendio de alimentos, contribuyendo así a la sostenibilidad del proyecto.

La siguiente etapa consistió en el diseño de rutas de transporte eficientes y óptimas para la recolección del ACR desde los eco-puntos hasta los centros de almacenamiento principal y temporal. Se consideraron aspectos como la optimización de cargas, la selección de vehículos

adecuados y la planificación de horarios y frecuencias de recolección. El objetivo es garantizar la eficiencia del proceso logístico y minimizar los tiempos de transporte y los costos asociados.

En paralelo a estas actividades, se realizó un análisis del control de atributos de calidad del aceite comestible residual. Se llevó a cabo pruebas y análisis de laboratorio para evaluar aspectos como la humedad, índice de peróxido, índice de acidez, perfil de ácidos grasos y viscosidad. Estos análisis serán críticos para asegurar que el ACR cumpla con los estándares requeridos para su posterior procesamiento en diésel renovable.

Finalmente, se realizó un análisis financiero que permitió evaluar la viabilidad económica del proyecto. Se tuvo en cuenta los costos relacionados con la adquisición, almacenamiento y transporte, así como los ingresos. Este análisis financiero proporciona información precisa sobre la rentabilidad del proyecto y ayudará en la toma de decisiones estratégicas.

## **ABSTRACT**

This research project focuses on the design of a logistics management plan for the provision of residual edible oil (ACR) as raw material in the renewable diesel production plant. The location of this plant will be located on the grounds of the "Guillermo Elder Bell" Refinery. The main objective of this project is to develop a comprehensive plan that guarantees a continuous supply of high quality and ensures the constant availability of the raw material necessary for the production of renewable diesel.

The proposed logistics management plan is divided into several stages that will be addressed in a systematic and rigorous manner. First, an exhaustive market study of the residual edible oil available in the urban area of the cities of Santa Cruz, Cochabamba and La Paz will be carried out. This analysis will allow the evaluation of the existing supply of residual edible oil in legally constituted food outlets to ensure a constant and reliable supply of ACR.

Subsequently, the location of the temporary storage centers in the departments of La Paz and Cochabamba will be strategically determined, as well as a main storage center in the Department of Santa Cruz. The selection of these locations will be made considering logistical criteria, such as proximity to supply sources and transportation facilities.

In parallel, eco-points will be identified and established in strategic places within the selected cities. These collection points will be essential for the collection of ACR from food outlets, thus contributing to the sustainability of the project.

The next stage will consist of the design of efficient and optimal transport routes for the collection of ACR from the eco-points to the main and temporary storage centers. Aspects such as the optimization of loads, the selection of suitable vehicles and the planning of collection schedules and frequencies will be considered. The objective is to guarantee the efficiency of the logistics process and minimize transport times and associated costs.

In parallel to these activities, an analysis of the quality control attributes of residual edible oil will be carried out. Laboratory tests and analyzes will be carried out to evaluate aspects such as moisture, peroxide value, acid value, fatty acid profile and viscosity. These analyzes will be critical to ensure that the ACR meets the standards required for further processing into renewable diesel.

Finally, a financial analysis will be carried out to assess the economic viability of the project. Costs related to procurement, storage and transportation, as well as revenue, will be taken into account. This financial analysis will provide accurate information on the profitability of the project and will help in making strategic decisions.

## LISTA DE ACRÓNIMOS

- **HVO:** hidrotratamiento de aceites vegetales
- **ACR:** aceite comestible residual
- **NCA:** nivel de calidad aceptable
- **LI:** límite Inferior
- **LS:** limite Superior
- **AC:** número de aceptación
- **RE:** número de rechazo
- **LCS:** límite de control superior
- **LCI:** límite de control inferior
- **VAN:** valor actual neto
- **TIR:** tasa interna de retorno

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
CAPITULO 1 .....	2
GENERALIDADES .....	2
1.1. Antecedentes .....	2
1.2. Planteamiento del Problema .....	4
1.2.1. Identificación del Problema .....	4
1.2.2. Formulación del Problema .....	5
1.3. Objetivos .....	7
1.3.1. Objetivo General .....	7
1.3.2. Objetivos Específicos .....	7
1.4. Justificación .....	7
1.4.1. Justificación técnica .....	7
1.4.2. Justificación económica .....	7
1.4.3. Justificación social .....	8
1.4.4. Justificación ambiental .....	8
1.5. Alcance .....	8
1.5.1. Alcance geográfico .....	8
1.5.2. Alcance temporal .....	9
CAPITULO 2 .....	11
MARCO TEÓRICO .....	11
2.1. Logística .....	11
2.2. Gestión .....	11
2.3. Descripción de la gestión logística para el aceite comestible residual .....	11
2.3.1. Requerimiento de materia prima .....	12
2.3.2. Investigación de mercados .....	12
2.3.3. Localización .....	12
2.3.4. Almacenamiento .....	13
2.3.5. Transporte .....	14
2.3.6. Desarrollo de un modelo de transportes .....	14
2.3.6. Identificación de atributos de calidad del ACR .....	14
2.3.7. Análisis de calidad de ACR .....	18
2.4. Materias primas potenciales para la producción de Diésel Renovable .....	19



2.5. Combustibles alternativos al diésel de origen fósil .....	21
2.6. Vías óptimas para la producción de diésel renovable.....	21
2.7. Proyecto Diesel Renovable en Bolivia .....	22
2.7.1. Aprovechamiento de materia prima .....	22
2.7.2. Control de atributos de calidad de materia prima .....	23
2.7.3. Planta de pretratamiento de materia prima.....	23
2.7.4. Almacenamiento de aceite tratado .....	23
2.7.5. Planta de hidrotreatmento de aceites vegetales .....	23
CAPITULO 3.....	25
METODOLOGÍA .....	25
3.1. metodología de investigación del proyecto.....	25
3.1.1. Enfoque de investigación .....	25
3.1.2. Tipo de investigación.....	25
3.1.3. Diseño de investigación .....	25
3.1.4. Métodos .....	25
3.1.5. Técnica de investigación .....	25
CAPITULO 4 .....	31
ESTUDIO DE MERCADO .....	31
4.1. Análisis de la Demanda de Diesel.....	31
4.1.1 Análisis de la Demanda de Diesel en Bolivia.....	31
4.1.2. Análisis de la demanda de diésel en Santa Cruz.....	32
4.2. Análisis de la Oferta Diesel en base a las ventas .....	32
4.2.1. Contraste de oferta y demanda de Diesel en Bolivia .....	33
4.2.2. Importación de Diesel en Bolivia .....	34
4.2.3 Subvención de diésel en Bolivia.....	34
4.3. Análisis de mercado.....	34
4.3.1. Población de referencia.....	34
4.3.2. La población afectada .....	35
4.3.4. La población objetivo.....	35
4.3.5. Segmentación de mercado .....	35
4.3.6. Determinación de la demanda de materia prima .....	35
4.3.7. Objetivo del estudio de mercado .....	37
4.3.8. Selección del tipo de recolección de información .....	37
4.4. Muestreo.....	37

4.4.1. Determinación del tamaño de muestra .....	39
4.5. Encuesta .....	39
4.5.1. Campo de estudio .....	40
4.5.2. Resultados de la encuesta sujeta al estudio de mercado .....	44
4.5.3. Conclusiones del estudio – Estadística Descriptiva .....	49
4.5.4. Análisis bivariante .....	50
4.5.5. Conclusiones del análisis bivariante .....	55
4.6. Cálculo del volumen generado de aceite comestible residual .....	55
4.7. Análisis de la recolección de aceite comestible residual por empresas privadas.....	57
4.7.1. Volumen de recolección .....	58
4.8. Precio disponible de aceite comestible residual en el mercado .....	58
CAPITULO 5 .....	60
LOCALIZACIÓN Y RUTEO .....	60
5.1. Localización del centro de almacenamiento principal .....	60
5.1.1. Características del tanque de almacenamiento principal .....	62
5.2. Localización de centros de almacenamiento temporal .....	64
5.2.1. Desarrollo de la lista de criterios importantes .....	64
5.2.2. Asignación de peso a cada criterio para indicar la importancia relativa .....	65
5.2.3. Asignación de escala común a cada factor .....	66
5.2.4. Calificación acorde a la escala designada .....	66
5.2.5. Selección de centros de almacenamiento temporal .....	67
5.2.6. Características del tanque de almacenamiento temporal .....	68
5.3. Localización de eco-puntos .....	69
5.3.1. Eco-puntos .....	69
5.3.2 Método empleado para la localización .....	69
5.3.3. Eco- puntos a evaluar .....	70
5.3.4. Diagrama de densidades por mercados .....	74
5.3.5. Método de ruteo – Algoritmo de Dijkstra.....	76
5.3.6. Modelo de programación lineal .....	83
5.3.7. Características de los tanques en eco-puntos .....	92
5.4. Transporte.....	92
5.4.1. Recolección de ACR desde eco-puntos .....	92
5.4.2. Transporte en cisternas.....	95
CAPITULO 6 .....	97

ANÁLISIS DE CALIDAD .....	97
6.1. Plan de muestreo .....	97
6.1.1. Militar standard 105E .....	97
6.2. Diseño del plan de muestreo con MILITAR ESTÁNDAR 105E.....	98
6.2.1. Determinación del punto de control de atributos.....	98
6.2.2. Responsables .....	98
6.2.3. Determinación del tamaño del lote .....	98
6.2.4. Especificación del nivel de calidad aceptable .....	99
6.2.5. Nivel de inspección .....	99
6.2.6. Tamaño de la muestra .....	99
6.3. Especificaciones técnicas de la materia prima “ACR” .....	102
6.4. Determinación de atributos de calidad .....	102
6.4.1. Metodología para la determinación de atributos de calidad .....	102
6.4.2. Materiales, equipos y reactivos .....	107
6.5. Resultados de la determinación de los atributos de calidad .....	108
6.6. Graficas de atributos de calidad .....	111
6.6.1. Graficas parámetros fisicoquímicos de ACR .....	111
6.6.2. Graficas perfil de ácidos grasos vs especificaciones técnicas .....	113
6.6.3. Interpretación de graficas respecto a especificaciones técnicas.....	115
6.7. Selección de cartas de control de atributos .....	117
6.8. Carta “u” de control para atributos.....	118
6.9. Monitoreo y mejora continua .....	120
6.9.1. Reducción del % de humedad.....	120
6.9.2. Disminución del índice de peróxidos .....	121
6.9.3. Diminución del índice de acidez .....	121
6.9.4. Reducción del valor de la viscosidad a 40°C.....	121
6.9.5. Monitoreo del perfil de ácidos grasos .....	121
CAPITULO 8.....	127
ANÁLISIS FINANCIERO .....	127
8.1. INVERSIONES .....	127
8.2. Flujo de fondos del proyecto .....	129
8.2.1. Costos y gastos.....	129
8.2.2. Ingresos del proyecto .....	130
8.3. Flujo de caja.....	131

CAPITULO 9.....	135
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	135
9.1. Conclusiones .....	135
9.2. Recomendaciones .....	137
CAPITULO 10.....	139
REFERENCIAS .....	139
ANEXOS.....	144
ANEXO A.1 .....	144
Informes de laboratorio de la materia prima “ACR” analizada .....	144
ANEXO A.2.....	147
Fotografías tomadas durante la encuesta y recolección de muestras de “ACR” .....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición de ácidos grasos de los aceites más comunes .....	16
Tabla 2 <i>Potenciales materias primas en todo el mundo para la producción de diésel renovable mediante hidrotratamiento</i> .....	20
Tabla 3 <i>Acciones y actividades</i> .....	26
Tabla 4 <i>Consumo de diésel anual en Bolivia expresado en litros</i> .....	31
Tabla 5 <i>Demanda de diésel en Santa Cruz</i> .....	32
Tabla 6 Volumen de ACR requerido para la producción de diésel renovable .....	37
Tabla 7 Unidades productivas de establecimientos de expendio de alimentos en La Paz.....	37
Tabla 8 <i>Unidades productivas de establecimientos de expendio de alimentos en Cochabamba</i> .....	38
Tabla 9 <i>Unidades productivas de establecimientos de expendio de alimentos en Santa Cruz</i> .....	38
Tabla 10 <i>Participación de establecimientos de expendio de alimentos en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz</i> .....	39
Tabla 11 Establecimientos de expendio de alimentos encuestados en La Paz .....	41
Tabla 12 <i>Establecimientos de expendio de alimentos encuestados en Cochabamba</i> .....	42
Tabla 13 <i>Establecimientos de expendio de alimentos encuestados en Santa Cruz</i> .....	43
Tabla 14 <i>Tabla de frecuencias pregunta 1</i> .....	44
Tabla 15 <i>Tabla de frecuencias pregunta 2</i> .....	45
Tabla 16 <i>Tabla de frecuencias pregunta 3</i> .....	46
Tabla 17 <i>Amplitud de la pregunta 4</i> .....	47
Tabla 18 <i>Tabla de frecuencias pregunta 4</i> .....	47
Tabla 19 <i>Amplitud de la pregunta 5</i> .....	48
Tabla 20 <i>Tabla de frecuencias pregunta 5</i> .....	49
Tabla 21 <i>Tabla de conclusiones estudio de mercado</i> .....	50
Tabla 22 <i>Prueba Chi cuadrado: cantidad de aceite vegetal consumido – categoría empresarial</i> .....	51
Tabla 23 <i>Prueba Chi cuadrado: cantidad de ACR generado– categoría empresarial</i> .....	51
Tabla 24 <i>Prueba Chi cuadrado: cantidad de aceite vegetal consumido– tipo de comida</i> .....	52
Tabla 25 <i>Correlaciones: cantidad de aceite consumido – cantidad de ACR generado</i> .....	53
Tabla 26 <i>Correlaciones: cantidad de aceite vegetal consumido – tipo de comida</i> .....	54
Tabla 27 <i>Resultados de aceite comestible residual generado mensual y anualmente</i> .....	56
Tabla 28 <i>Precios de venta de aceite comestible residual</i> .....	58
Tabla 29 <i>Ficha técnica tanque de almacenamiento principal</i> .....	63

Tabla 30 <i>Plantas de almacenaje de combustibles líquidos</i> .....	64
Tabla 31 <i>Asignación de peso a cada criterio</i> .....	65
Tabla 32 <i>Importancia relativa de cada criterio</i> .....	65
Tabla 33 <i>Escala común de cada factor</i> .....	66
Tabla 34 <i>Calificación de criterios</i> .....	66
Tabla 35 <i>Selección de centros de almacenamiento temporal</i> .....	68
Tabla 36 <i>Mercados de La Paz</i> .....	70
Tabla 37 <i>Mercados de Cochabamba</i> .....	72
Tabla 38 <i>Mercados de Santa Cruz</i> .....	73
Tabla 39 <i>Nodos en función a los mercados de la ciudad de La Paz</i> .....	76
Tabla 40 <i>Nodos en función a los mercados de la ciudad de Cochabamba</i> .....	79
Tabla 41 <i>Nodos en función a los mercados de la ciudad de Santa Cruz</i> .....	81
Tabla 42 <i>Nodos ruta optima La Paz</i> .....	86
Tabla 43 <i>Nodos ruta optima Cochabamba</i> .....	88
Tabla 44 <i>Nodos ruta optima Santa Cruz</i> .....	90
Tabla 45 <i>Características de los tanques de acopio en eco-puntos</i> .....	92
Tabla 46 <i>Volumen de aceite comestible residual generado en cada eco-punto</i> .....	93
Tabla 47 <i>Planificación para la recolección de ACR desde eco-puntos en La Paz</i> .....	93
Tabla 48 <i>Planificación para la recolección de ACR desde eco-puntos en Cochabamba</i> .....	94
Tabla 49 <i>Planificación para la recolección de ACR desde eco-puntos en Santa Cruz</i> .....	94
Tabla 50 <i>Planificación de transporte en cisternas</i> .....	95
Tabla 51 <i>Tamaño de lote</i> .....	98
Tabla 52 <i>Letras códigos para el tamaño de muestra (MIL STD 105E)</i> .....	99
Tabla 53 <i>Tabla para inspección normal, Muestreo simple (MIL STD 105E)</i> .....	100
Tabla 54 <i>Plan de muestreo</i> .....	101
Tabla 55 <i>Especificaciones técnicas de la materia prima</i> .....	102
Tabla 56 <i>Resultados de atributos fisicoquímicos de ACR</i> .....	109
Tabla 57 <i>Resultados del perfil de ácidos grasos de ACR</i> .....	110
Tabla 58 <i>Resultados del número de defectos de los atributos de calidad</i> .....	116
Tabla 59 <i>Calculo de <math>u_i</math></i> .....	119
Tabla 60 <i>Inversión en activos fijos</i> .....	127
Tabla 61 <i>Tabla inversión en vehículos</i> .....	127
Tabla 62 <i>Tabla inversión en muebles y enseres</i> .....	127
Tabla 63 <i>Inversión en tanques de almacenamiento</i> .....	128

Tabla 64 <i>Vida útil de activos fijos</i> .....	128
Tabla 65 <i>Depreciación</i> .....	129
Tabla 66 <i>Costos por la compra de ACR</i> .....	129
Tabla 67 <i>Costos de transporte de ACR</i> .....	130
Tabla 68 <i>Sueldos y salarios</i> .....	130
Tabla 69 <i>Ventas de ACR</i> .....	131
Tabla 70 <i>Flujo de caja</i> .....	132
Tabla 71 <i>Indicadores económicos</i> .....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Torbellino de ideas - Recolección de ACR como materia prima en la producción de Diesel Renovable</i> .....	5
Figura 2 <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	6
Figura 3 <i>Diagrama de procesos del sistema de logística y transporte de ACR</i> .....	12
Figura 4 <i>Principales vías de tratamiento de triglicéridos naturales</i> .....	22
Figura 5 <i>Esquema del proceso productivo de la Planta Diesel Renovable</i> .....	22
Figura 6 <i>Demanda mundial de diésel</i> .....	31
Figura 7 <i>Ventas de diésel en América Latina</i> .....	32
Figura 8 <i>Oferta y demanda de diésel en Bolivia</i> .....	33
Figura 9 <i>Volumen de diésel importado</i> .....	34
Figura 10 <i>Esquema del proceso productivo de diesel renovable</i> .....	36
Figura 11 <i>Pregunta 1</i> .....	45
Figura 12 <i>Pregunta 2</i> .....	46
Figura 13 <i>Pregunta 3</i> .....	47
Figura 14 <i>Pregunta 4</i> .....	48
Figura 15 <i>Pregunta 5</i> .....	49
Figura 16 <i>Gráfica de barras - cantidad de aceite vegetal consumido – categoría empresarial</i> ..	51
Figura 17 <i>Gráfica de barras - cantidad de ACR generado – categoría empresarial</i> .....	51
Figura 18 <i>Gráfica de barras - cantidad de aceite egetal consumido – tipo de comida</i> .....	52
Figura 19 <i>Gráfica de dispersión – cantidad de aceite vegetal consumido – cantidad de ACR generado</i> .....	53
Figura 20 <i>Gráfica de dispersión – cantidad de aceite consumido – tipo de comida</i> .....	54
Figura 21 <i>Estimación de volumen de ACR recolectado por empresas privadas</i> .....	57
Figura 22 <i>Planta de Almacenaje de Palmasola</i> .....	61
Figura 23 <i>Tanques de almacenamiento principal</i> .....	62
Figura 24 <i>Capacidad del tanque</i> .....	63
Figura 25 <i>Vista superior de la chaqueta calefactora acoplada al diseño del tanque de almacenamiento</i> .....	68
Figura 26 <i>Densidad de mercados La Paz</i> .....	75
Figura 27 <i>Densidad de mercados Cochabamba</i> .....	75
Figura 28 <i>Densidad de mercados Santa Cruz</i> .....	75
Figura 29 <i>Diagrama de grafos La Paz</i> .....	78
Figura 30 <i>Diagrama de grafos Cochabamba</i> .....	80



Figura 31 <i>Diagrama de grafos Santa Cruz</i> .....	82
Figura 32 <i>Nodos de la Ruta Optima de La Paz</i> .....	87
Figura 33 <i>Nodos de la Ruta Optima de Cochabamba</i> .....	89
Figura 34 <i>Nodos de la Ruta Optima de Santa Cruz</i> .....	91
Figura 35 <i>Tanque de almacenamiento en eco-puntos</i> .....	92
Figura 36 <i>Flujograma determinación de la humedad</i> .....	103
Figura 37 <i>Flujograma determinación del índice de peróxido</i> .....	104
Figura 38 <i>Flujograma determinación del índice de acidez</i> .....	105
Figura 39 <i>Flujograma determinación del perfil de ácidos grasos</i> .....	106
Figura 40 <i>Flujograma determinación de la viscosidad</i> .....	107
Figura 41 <i>Humedad vs especificaciones técnicas</i> .....	111
Figura 42 <i>Índice de peróxidos vs especificaciones técnicas</i> .....	112
Figura 43 <i>Índice de acidez vs especificaciones técnicas</i> .....	112
Figura 44 <i>Viscosidad vs especificaciones técnicas</i> .....	113
Figura 45 <i>Acido palmitico vs especificaciones tecnicas</i> .....	114
Figura 46 <i>Acido esteárico vs especificaciones técnicas</i> .....	114
Figura 47 <i>Ácido oleico vs especificaciones técnicas</i> .....	115
Figura 48 <i>Acido linolénico C18:2n6 vs especificaciones técnicas</i> .....	115
Figura 49 <i>Cartas de control de atributos</i> .....	118
Figura 50 <i>Carta "u" de control de atributos</i> .....	120

# **CAPITULO 1**

## **GENERALIDADES**

## CAPITULO 1 GENERALIDADES

### 1.1. Antecedentes

El aceite comestible residual posee un alto índice de acidez debido al alto contenido de ácidos grasos libres (M.A. Hazrat, 2019). En los últimos años, varias empresas petroleras han dirigido sus recursos a la producción de combustibles renovables verdes mediante el hidroprocesamiento de aceite comestible vegetal, aceite no comestible vegetal y aceite comestible residual. Poniendo en marcha un tremendo proceso de comercialización. (Inambao, 2020).

El aceite comestible residual es el segundo residuo de desecho más abundante que se genera en enormes cantidades todos los días. La demanda mundial de aceite comestible vegetal va en aumento. La investigación indica que el consumo de aceite vegetal comestible en China se acerca a 22 millones toneladas; el país produce más de 4.5 millones de toneladas de aceite comestible residual y grasa al año (X. Meng, 2008).

La empresa licenciante “Valero Energy Corporation” ha desarrollado una planta en San Carlos ubicado en el estado estadounidense de Luisiana en la Refinería de Norco que convierte aceite comestible residual y grasas animales en diésel renovable mediante procesos de hidrogenación e isomerización (Scallan, 2011). Las materias primas grasas y oleaginosas son suministradas por Darling International, que es socio de Valero en la empresa (Scallan, 2011).

En Sudáfrica se generan más de 200.000 toneladas de aceite comestible residual por año, por ende, de acuerdo al rendimiento que proporciona el hidrotreatmento 205 millones litros de diésel renovable podrían producirse anualmente a partir de estos residuos (M.A. Hazrat, 2019).

Anualmente, en España se consumen 850.000 TM (toneladas métricas) de aceite, de acuerdo con los actuales hábitos culinarios y de consumo, se estima que pueden generarse 150 millones de litros anuales de aceite comestible residual, esta cantidad se destina como materia para la producción de Diésel Renovable. En ese mismo contexto, el gobierno de España cuenta con el siguiente sistema de manejo para el aceite comestible residual: (Demografico, 2016)

- Sistemas de acopio municipal previstos por los entes locales: puntos limpios fijos, móviles o de barrio, recolección en contenedores específicos en puntos de aportación.
- Sistemas de recolección para grandes generadores: recolección a partir de un acopio mínimo de residuos o por rutas de frecuencia definida, los usuarios tienen que almacenar el aceite en envases. (Demografico, 2016)

En Latinoamérica países como ser: Chile, Argentina, Colombia, cuentan con una gestión logística para la disposición final de aceite comestible residual. En Chile su normativa nacional relacionada con aceite comestible residual considera lo siguiente: si el generador industrial alcanza 224 L/mes de aceite de comestible residual se considera un residuo no peligroso. Sin embargo, el gobierno chileno impulsa iniciativas para el reciclaje y recolección de aceite comestible residual destinado a la producción de diésel renovable como materia prima en el marco de la Ley Nacional de Biocombustibles. (Ministerio de Medio Ambiente Colombia, 2017) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico España, 2016).

- Por otra parte, en el país de Argentina según datos de la Cámara de Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA) y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, el consumo anual en Argentina de aceite de girasol y soya es de 15,2 litros per cápita en promedio, del cual un determinado porcentaje de volumen se convierte en residuo (Ministerio de Medio Ambiente Colombia, 2017).

El PlanBio en Argentina es un programa destinado a producir Diésel Renovable a partir de aceite comestible residual. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires estableció una ley de regulación, control y gestión de aceite comestible residual. (Ministerio de Medio Ambiente Colombia, 2017).

En Colombia el concejo de Bogotá, expidió un acuerdo por medio del cual se establecen requisitos, criterios y regulaciones para la generación, recolección y tratamiento o aprovechamiento adecuado del aceite comestible residual. (Ministerio de Medio Ambiente Colombia, 2017)

En Bolivia, según datos del Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP), el año 2016, el consumo promedio anual de aceite vegetal comestible (aceite de soya y girasol) fue 14 litros per cápita, en consecuencia, se genera un volumen considerable de aceite comestible residual. (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, 2020)

El Ministerio de Medioambiente y Agua del Estado Plurinacional de Bolivia, así como los gobiernos autónomos departamentales y municipales correspondientes, son los órganos competentes para el control y la fiscalización del cumplimiento en la gestión integral de los residuos, entre estos el aceite comestible residual. (MMAyA, 2017).

Los operadores para la recolección y disposición final del aceite comestible residual en Bolivia son empresas privadas como ser Green Side Solutions, Uco Bolivian Oil, y otros. Todo el volumen del aceite comestible residual recolectado por estas empresas es destinado a la producción de biodiésel o diésel renovable en otros países.

La Empresa Privada Green Side trabaja con licencia ambiental y de funcionamiento en Santa Cruz. Así mismo, tiene entre sus clientes a establecimientos de expendio de comida rápida, para quienes el aceite comestible residual era un problema al momento de realizar su disposición final (EL DEBER, 2019). Despachan aproximadamente 1.500.000 litros al mes en flexitanques hacia el continente Europa para la producción de Diésel Renovable y/o biodiesel. Por otra parte, la Empresa Privada Uco Bolivian Oil recolecta alrededor de 80.000 litros al mes en Bolivia, según representantes de ambas Empresas.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

### **1.2.1. Identificación del Problema**

Actualmente, las empresas de expendio de alimentos no manejan ni disponen adecuadamente el aceite comestible residual, por falta de conocimiento de lo altamente contaminante y nociva que puede ser el contacto con agua, aire y suelo, un litro de aceite usado puede contaminar mil litros de agua, si el aceite usado se quema origina problemas de contaminación y emite gases tóxicos, debido a que el aceite comestible contiene plomo, cloro, fósforo, azufre, etc.

La ausencia de centros de almacenamiento (puntos de acopio), recolección, transporte y disposición final, hacen que este residuo pueda entrar en contacto con el medio ambiente y provocar efectos negativos a largo plazo. El aceite comestible residual debe ser tratado como residuo peligroso de forma similar al tratamiento que reciben los aceites usados de vehículos (según Ley 755); adicionalmente no existe una cultura ciudadana para darle una disposición adecuada a este residuo.

El aceite comestible residual es un compuesto que no se degrada en el medio ambiente y al ser vertido al suelo destruye el humus componente importante para la fertilidad y en el agua forma una película que evita la oxigenación ocasionando pérdida de la flora y la fauna a nivel acuático.

La planta de diésel renovable que se implementara en la Refinería Guillermo Elder Bell requiere de un plan de aprovisionamiento de materia prima (aceite comestible residual), para asegurar la producción a su máxima capacidad de diésel renovable.

Durante la provisión de aceite comestible residual como materia prima se debe asegurar la calidad del aceite bajo determinados atributos de calidad y la optimización de recursos para su transporte.

## 1.2.2. Formulación del Problema

### 1.2.2.1. Torbellino de ideas

Para tener un panorama global del acopio y transporte de aceite comestible residual, se realizó una búsqueda grupal de problemas para la recolección de aceite comestible residual como materia prima en la producción de diésel renovable en la Refinería “Guillermo Elder Bel”, dado que en nuestro medio no existe una cultura de reutilización y separación de este tipo de contaminantes.

En este sentido, se consolidó el siguiente gráfico tomando en cuenta los distintos problemas que abarca este tipo de proyectos.

**Figura 1**

*Torbellino de ideas - Recolección de ACR como materia prima en la producción de Diesel Renovable*



**Nota.** Gráfico de torbellino de ideas. Elaboración propia de acuerdo a la situación actual analizando el “Proyecto Diesel Renovable”, 2021.

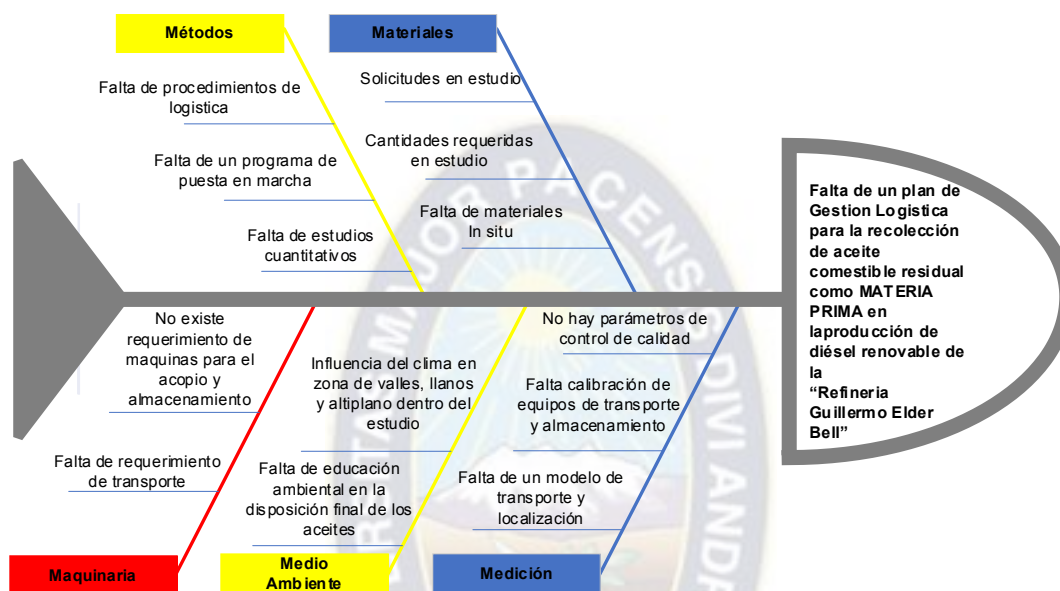
### 1.2.2.2. Análisis causa-efecto

El diagrama de causa y efecto (Ishikawa) es un método para clasificar las distintas causas de un problema. Para el presente caso de estudio se procedió a la elaboración del diagrama bajo la metodología de las 5Ms, mismo que considera 5 ejes de clasificación de las causas, las cuales son: Medición, Medio Ambiente, Maquinaria, Materiales y Métodos.

Se consideró como problema fundamental dentro del diagrama causa-efecto la falta de un plan de gestión logística para la recolección de aceite comestible residual como materia prima en la producción de diésel renovable de la Refinería “Guillermo Elder Bell”, obteniendo el siguiente análisis.

**Figura 2**

*Diagrama de Ishikawa*



**Nota.** Elaboración propia desde la situación actual de estudio del “Proyecto Diesel Renovable”, 2021.

Bajo el análisis de causa y efecto, se denotó que algunas de las causas más importantes para la falta de un plan de aprovisionamiento es la falta de procedimientos de acopio, falta de requerimientos definidos de la planta, como también la falta de inversión en este estudio, lo cual concluye en la falta de un “Plan de Gestión Logística para la recolección de aceite comestible residual como insumo en la producción de diésel renovable de la Refinería de Diésel Renovable”.

Es necesario crear sistemas de recolección, bajo criterios de estandarización de condiciones de este aceite comestible residual, que garanticen la calidad del mismo antes de ser utilizado como insumo en la producción de diésel renovable.

Se considera de vital importancia que, bajo criterios de logística, normas bolivianas, normas internacionales de calidad, marco legal y optimización de recursos, se pueda definir un plan para garantizar el requerimiento del “Proyecto de Diésel Renovable”.

**Pregunta.** ¿Cómo desarrollar un plan de gestión logística para la recolección de aceite comestible residual que será utilizado como materia prima en la producción de diésel renovable en instalaciones de la Refinería Guillermo Elder Bell?



### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Diseñar un plan de gestión logística para la recolección de aceite comestible residual como materia prima en la producción de Diésel Renovable en instalaciones de la Refinería Guillermo Elder Bell.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Efectuar un estudio de mercado del aceite comestible residual disponible para la producción de Diésel Renovable en el casco urbano de las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz.
- Determinar estratégicamente la localización de los centros de almacenamiento principal, temporales y eco-puntos para la recolección de aceite comestible residual.
- Proponer rutas de transporte para la recolección de aceite comestible residual desde los eco-puntos hasta el centro de almacenamiento principal y/o temporal.
- Determinar los atributos de calidad de la materia prima “aceite comestible residual”.
- Evaluar el análisis financiero del proyecto para determinar la viabilidad del plan de gestión logística.

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación técnica**

Según los doctores Ferrel, Hirt, Adriaenséns, Flores y Ramos, la logística es una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes. Por tanto, no es una exageración el decir que el éxito final de un proyecto depende en una buena parte, de un plan de logística.

La selección adecuada de materia prima brindará una buena calidad y altos rendimientos en el hidrotreamiento, con bajos costos de producción. Es importante la investigación de protocolos para suministrar materia prima al proyecto diésel renovable (Inambao, 2020).

El proyecto de la planta de diésel renovable que se implementará en la Refinería Guillermo Elder Bell requerirá de materia prima para la producción de diésel renovable, razón por la cual, es de suma importancia el diseño de un plan de gestión logística para el aprovisionamiento de aceite comestible residual para garantizar la operación de la planta.

#### **1.4.2. Justificación económica**

La materia prima juega un papel importante en la determinación de costos; el uso de aceite comestible residual como materia prima puede cambiar los precios o romper la rentabilidad de una operación de hidrotreamiento. El aceite comestible residual es económico, su pretratamiento es simple y ofrece un buen rendimiento en la producción de diésel renovable.



El proyecto diésel renovable se proveerá de aceite comestible residual como materia prima, de esta forma impulsará la economía circular en el país, permitiendo utilizar al máximo la energía de este residuo, cerrando su ciclo de vida y aportando un beneficio medioambiental al ser controlada su disposición final.

Para que la producción de diésel renovable sea beneficiosa para el país, es necesario realizar investigaciones en cuanto a selección y caracterización de materia prima, condiciones de procesamiento, composición del catalizador y optimización de la reacción.

El proyecto diésel renovable pretende bajar los costos de importación y disminuir la subvención estatal al diésel oil y producir diésel renovable de modo que los ingresos que se disponían para la importación y la subvención de diésel puedan ser invertidos en proyectos estatales.

#### **1.4.3. Justificación social**

A través del presente proyecto se busca concientizar y generar cambios en la conducta de los generadores de aceite comestible residual. Dándole una disposición final adecuada a estos desechos.

El plan de aprovisionamiento de aceite comestible residual, tiene que impactar inicialmente en la cultura de establecimientos de expendio de comida para su correcta separación y almacenamiento.

#### **1.4.4. Justificación ambiental**

Los aceites son un compuesto que no se degradan en el medio ambiente y que destruyen el humus de la tierra componente importante para la fertilidad del suelo y en el agua forman una película que evita la oxigenación ocasionando pérdida de la flora y la fauna a nivel acuático. Por lo tanto, darle una disposición final adecuada y beneficiosa al aceite comestible residual resultante del proceso de cocción de alimentos como materia prima para la producción de diésel renovable, mitigará la contaminación de suelos y fuentes hídricas.

El segundo aspecto es que el diésel renovable que se obtendrá mediante hidrotratamiento se quema más limpio, no contiene azufre y emite menos NOx (compuestos nitrogenados) comparado con el diésel de origen fósil, esto según el informe de las pruebas realizadas por ConoPhillip (R. Sotelo-Boyás, 2012).

### **1.5. Alcance**

#### **1.5.1. Alcance geográfico**

La presente investigación, se desarrollará en las principales ciudades de Bolivia: Santa Cruz, Cochabamba y La Paz.

### **1.5.2. Alcance temporal**

El presente proyecto tiene una proyección de 10 años comenzando del año 2024 hasta el año 2034 esto considerando que la planta de producción comenzara sus operaciones el 2024.





# **CAPITULO 2**

## **MARCO TEÓRICO**

## CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1. Logística

La logística es un proceso detallado para organizar e implementar una operación, administra los recursos tangibles o artículos consumibles (como materiales, equipos y suministros). De este modo, la gestión logística se ocupa de integrar el flujo de información y sus herramientas de gestión, manipulación de materias primas, inventario, transporte, almacenamiento y, a veces, seguridad (UCSP, 2018).

### 2.2. Gestión

De acuerdo a la Ley 755 “*Ley De Gestión Integral De Residuos*” se entiende por gestión operativa “Conjunto de acciones técnicas orientadas a realizar la gestión adecuada de los residuos que involucra y comprende las siguientes etapas”

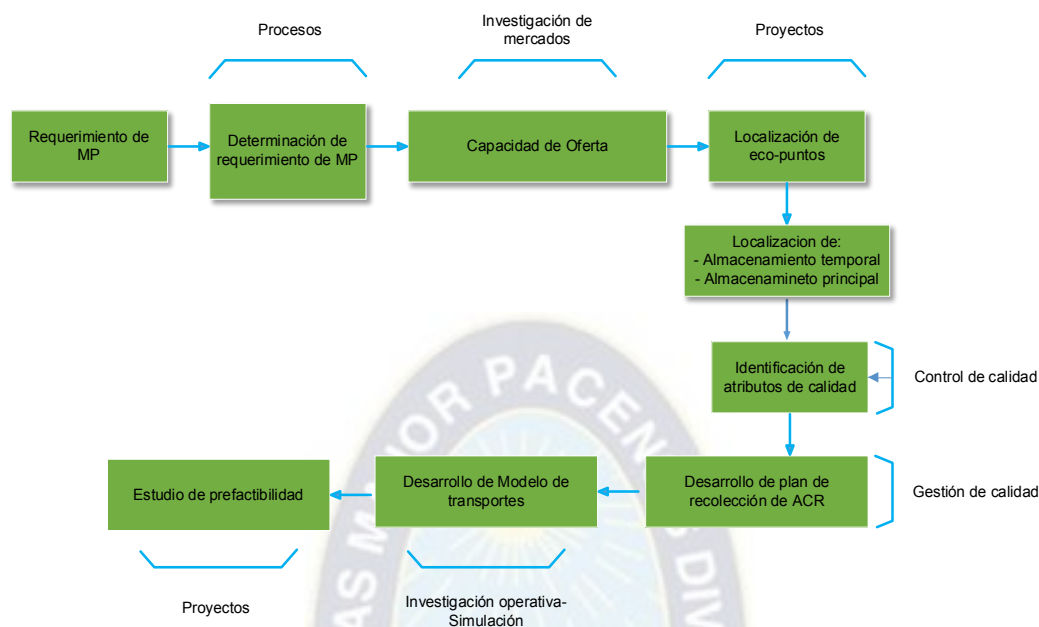
- a) Separación.
- b) Almacenamiento.
- c) Recolección.
- d) Transporte.

### 2.3. Descripción de la gestión logística para el aceite comestible residual

La logística implica realizar una adecuada gestión del conjunto de actividades de recolección, acopio, transporte, validación y almacenamiento, con el fin de proveer materia prima a la planta de diésel renovable ubicada en predios de la Refinería Guillermo Elder Bell, asegurando la calidad del ACR.

**Figura 3**

*Diagrama de procesos del sistema de logística y transporte de ACR*



**Nota.** Secuencia de procesos logísticos. Elaboración propia en base a (Fernandez, 2016), 2021

### **2.3.1. Requerimiento de materia prima**

Se estudia el proceso productivo de diésel renovable y de acuerdo al Proyecto Diesel Renovable en Bolivia se realiza un balance de materia para determinar el volumen requerido de materia prima.

### **2.3.2 Investigación de mercados**

La investigación de mercado es una metodología utilizada para resolver problemas entre la empresa y sus mercados, mediante la búsqueda y el análisis de información. Existen dos tipos de investigación de mercados, académica y profesional. La primera enfocada al análisis de problemas académicos con resolución a largo plazo y la segunda se enfoca en el análisis de información de problemas específicos motivados por una entidad privada (Quiroa, 2021). En nuestro caso utilizaremos la investigación profesional, dado que debemos analizar si nuestros posibles proveedores pueden cumplir con el requerimiento de aceite comestible residual para abastecer a la producción de diésel renovable.

### **2.3.3. Localización**

Constituye el lugar geográfico en el cual se desarrollará el proyecto. La ubicación debe ser estratégica y ventajosa económicamente, el estudio se analizará según los siguientes niveles:

- **Macrolocalización.** Se enfoca en la ciudad donde se realizará la ubicación de los centros de almacenamiento temporal y principal.

- Microlocalización. Consiste en determinar la ubicación adecuada de eco- puntos para el acopio de aceite comestible residual de establecimientos de expendio de alimentos.

### 2.3.3.1. Método de criterios ponderados

Este método se aplica para la ubicación de lugares estratégicos para el proyecto, toma en cuenta algunos factores de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Definir factores importantes para el proyecto.
- Establecer el peso de cada factor y otorgar un porcentaje.
- Asignar un puntaje a cada alternativa de localización.
- Multiplicar el puntaje de cada alternativa por la ponderación.
- Sumar los productos obtenidos y elegir la opción con mayor puntaje.

**Peso de cada factor.** Para establecer el peso de cada factor se comparará, tomando en cuenta las siguientes calificaciones:

- Muy importante
- Importante
- Medio importante
- Poco importante
- Nada importante
- Se ponderan los pesos por cada factor de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i \cdot F_{ij} \quad [1]$$

Donde:

- $S_j$  puntuación global de cada alternativa j
- $W_i$  es el peso ponderado de cada factor i
- $F_{ij}$  es la puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i
- De esta manera se podrá determinar la opción más beneficiosa.

### 2.3.4. Almacenamiento

Consiste en tareas de acumulación del aceite comestible residual recibido, mantenerlos en correcto estado y que el espacio destinado a este fin este sujeto a un orden eficiente con condiciones de seguridad.

#### 2.3.4.1. Centro de almacenamiento principal

Instalación ubicada en la planta de producción de diésel renovable que almacenara todo el aceite comestible residual proveniente de los centros de almacenamiento temporal.

#### **2.3.4.2. Centro de almacenamiento temporal**

Instalaciones ubicadas en las plantas de almacenaje de combustibles líquidos dependientes de YPFB LOGÍSTICA S.A. en el departamento de La Paz y Cochabamba.

#### **2.3.4.3. Eco-puntos**

Sitio de almacenamiento temporal de aceite comestible residual en mercados de las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

#### **2.3.5. Transporte**

El transporte de aceite comestible residual para su pretratamiento en la planta de diésel renovable, se divide de dos maneras:

- Transporte desde eco-puntos
- Transporte desde el almacenamiento temporal

##### **2.3.5.1. Equipamiento**

Las cisternas deben tener una capacidad de 47.000 litros ser de material acero inoxidable, bomba de succión autónoma y manguera de descarga, lo que permite disminuir los riesgos asociados a la operación de transporte.

##### **2.3.5.3. El procedimiento de transporte**

Se divide en tres partes:

- Transvase, incluye la recolección de aceite comestible residual de los eco-puntos al silo de almacenamiento temporal.
- Embalaje, de cada centro de almacenamiento temporal (silo de almacenamiento) a la cisterna, cuya ruta será hacia el centro de almacenamiento principal.
- Descargue, el aceite comestible residual transportado en la cisterna se descarga en el centro de almacenamiento principal.

#### **2.3.6. Desarrollo de un modelo de transportes**

“Para la selección de una ruta optima se utiliza el método de ruteo del algoritmo de Dijkstra”. También llamado algoritmo de caminos mínimos, es un algoritmo para la determinación del camino más corto dado un vértice origen al resto de vértices en un grafo con pesos en cada arista. Su nombre se refiere a Edsger Dijkstra, quien lo describió por primera vez en 1959 (López, 2021)

##### **2.3.6. Identificación de atributos de calidad del ACR**

Para la identificación de atributos de calidad es necesario tener claros los siguientes conceptos previamente.



### **2.3.6.1. Aceite vegetal**

El aceite vegetal es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía. No todos los aceites vegetales son aptos para el consumo humano, como el algodón, la jatropha curcas y otros. Los aceites vegetales al igual que muchas grasas, está constituido por glicerina y tres ácidos grasos por lo que recibe el nombre de triglicéridos. (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, 2020).

Entre las especies más comunes que proporcionan aceite comestible vegetal se puede mencionar el aceite de soya, girasol, palma, maíz y oliva. (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, 2020).

### **2.3.6.2. Aceite comestible residual “ACR”**

El aceite comestible residual es un recurso renovable y no contiene aromáticos o contaminantes de azufre. La composición química del aceite comestible residual revela las siguientes propiedades químicas predominantes de ácidos grasos (H. Asli, 2012):

- Ácido palmítico 38,35%
- Acido esteárico 5.88%
- Ácido oleico 43,67%
- Ácido linoleico 11,39%

Los ácidos grasos y las propiedades que contiene el aceite comestible residual, la posicionan como materia prima potencial para la producción de diésel renovable mediante hidrotratamiento (Inambao, 2020).

### **2.3.6.3. Atributos de calidad**

Características que toda operación debe tener para lograr el nivel de calidad exigido, las cuales son alineadas bajo normativa. En ese marco se identifican los siguientes factores críticos del ACR como materia prima para la producción de diésel renovable mediante hidrotratamiento.

- Humedad
- Índice de peróxidos
- Índice de acidez
- Viscosidad
- Perfil de ácidos grasos



**Tabla 1**

Composición de ácidos grasos de los aceites más comunes

Propiedades	Nombres de las sustancias químicas	Formula química	Materias primas						
			Aceite de algas	Sebo de vaca	Aceite de jatropa	Aceite de palma	Aceite de soya	Aceite de girasol	Aceite de cocina usado
C12:0	Ácido láurico (ácido dodecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH		0,2		0,2			0,1
C14:0	Ácido mirístico (ácido tetradecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	0,6	2,9		0,5			0,1
C15:0	Ácido pentadecílico (ácido pentadecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> COOH		0,6					
C16:0	Ácido palmítico (ácido hexadecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	6,9	24,3	12,7	43,4	9,4	4,2	11,8
C16:1	Ácido palmitoleico (ácido dodecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH (Cis Δ9)	0,2	2,1	0,7	0,1			0,4
C17:0	Ácido margárico (ácido heptadecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> COOH		1,2					0,1
C17:1	Ácido margaroleico (ácido cis-10 heptadecenoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> COOH (Cis Δ10)		0,4					0,1
C18:0	Ácido esteárico (ácido octadecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	3	22,8	5,5	4,6	4,1	3,3	4,4
C18:1	Ácido oleico (ácido octadecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH (Cis Δ9)	75,2	40,2	39,1	41,9	22	63,6	25,3
C18:2	Ácido linoleico (ácido octadecanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH (Cis Δ9,12)	12,4	3,3	41,6	8,6	55,3	27,6	49,5

C18:3	Ácido linolénico (ácido octadacanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH (Cis Δ <sub>9,12,16</sub> )	1,2	0,7	0,2	0,3	8,9	0,2	7,1
C20:0	Ácido araquídico (ácido eicosanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	0,4	0,2	0,2	0,3			0,3
C20:1	Ácido gadoleico (Ácido 11- eicosaenoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH (11)		0,6					
C22:0	Ácido bohémico (ácido docosanoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH	0,1			0,1	0,3	0,7	0,4
C22:1	Ácido erúxico (Ácido 13- docosaenoico)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH (13)							0,3
C24:0	Ácido lignocérico (ácido tetracosanoico)	C <sub>24</sub> H <sub>48</sub> COOH							0,1
Compuestos desconocidos				0,5					

**Nota.** Elaboración propia adaptado de (G. Abdulkareem-Alsultan, 2019), 2021

### 2.3.7. Análisis de calidad de ACR

Para el análisis de calidad de ACR se utilizan tablas de control de atributos de calidad, con lo que se observa si los lotes se aceptan o rechazan.

#### 2.3.7.1. Cartas de control para atributos

Las cartas de control de atributos son herramientas utilizadas en el control de calidad para monitorear y controlar características o atributos específicos de un producto. En lugar de medir una variable continua, se enfocan en atributos discretos, como la presencia o ausencia de un defecto. Las cartas de control de atributos suelen utilizar gráficos de control para mostrar los datos recopilados a lo largo del tiempo y ayudar a identificar patrones o desviaciones significativas.

Las cartas de control de atributos más comunes son:

- Carta “p” (para defectuosos)

Muestra las variaciones en la fracción de artículos defectuosos por muestra o subgrupo; es ampliamente utilizada para evaluar el desempeño de procesos (Pulido & Salazar, 2009).

- Carta “np” (para defectuosos)

Diagrama que analiza el número de defectuosos por subgrupo; se aplica cuando el tamaño de subgrupo es constante (Pulido & Salazar, 2009).

- Carta “c” (para defectos)

Su objetivo es analizar la variabilidad del número de defectos por subgrupo o unidad con un tamaño de subgrupo constante (Pulido & Salazar, 2009).

- Carta “u” (para defectos)

Analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad de referencia. Se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante (Pulido & Salazar, 2009).

Para calcular los límites de control superior e inferior es necesario estimar la media y la desviación estándar del estadístico  $u_i$ , que bajo el supuesto de que  $c_i$  sigue una distribución Poisson, que resulta ser:

$$\mu_{u_i} = \bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}} \quad [2]$$

De esta manera los límites de control en la carta “u”, están dados por:

$$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad [3]$$

$$\text{Linea central} = \bar{u}$$

$$LCI = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad [4]$$

#### **2.4. Materias primas potenciales para la producción de Diésel Renovable**

Los triglicéridos y ácidos grasos que se encuentran en el aceite vegetal son materias primas prometedoras para la producción de energías renovables y biocombustible sostenible. (G. Abdulkareem-Alsultan, 2019).

El diésel renovable se produce por hidrogenación de triglicéridos contenidos en materias primas como aceites vegetales vírgenes (por ejemplo, colza, soja, semilla de algodón, palma, maíz, girasol, coco, maní, aceites de camelina, carinata y jatropha), grasas, aceites de microalgas y aceite comestible residual (Abdullah, 2016).

Las principales fuentes de materia prima para biodiesel y/o diésel renovable en Europa son el girasol y aceites de colza. Los porcentajes de producción de aceites en todo el mundo son girasol (10%), colza (55%), semilla de algodón (10%) y soja (55%) [26]. Malasia tiene aceite de palma como fuente de materia prima para la producción de energías renovables (S. Irwan, 2016) (H.A. Aziz, 2016).

El aceite comestible residual (aceite de cocina usado), ha sido adoptado en los últimos tiempos, como materia prima para la producción de diésel renovable mediante hidrotretamiento HDRD, en vista de que es la materia prima más económica con relación a los demás aceites. (A.E.-F. Abomohra, 2016).

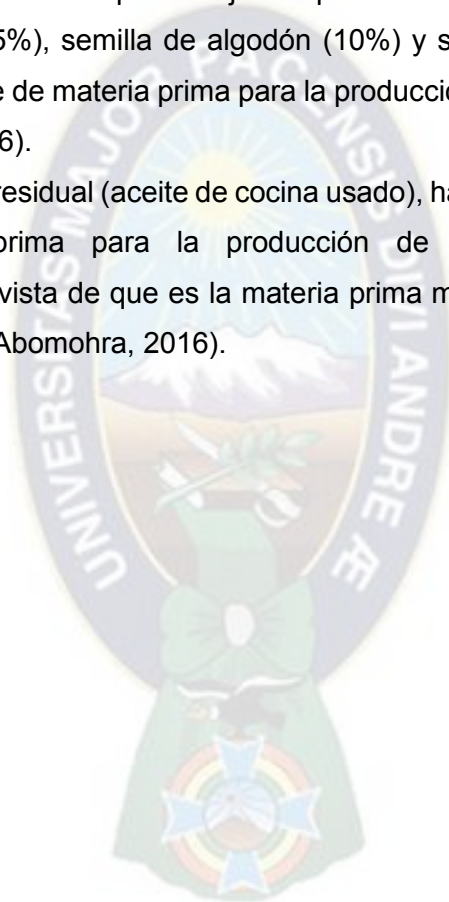


Tabla 2

**Potenciales materias primas en todo el mundo para la producción de diésel renovable mediante hidrot ratamiento**

Nro.	Materias Primas	Países en todo el mundo
1	Grasa animal Aceite comestible residual (Aceite de cocina usado)	México
2	Aceite de colza	Alemania
3	Aceite de colza Grasa animal Grasa amarilla (sebo) Aceite de soya Aceite de mostaza	Canadá
4	Aceite de residuos plásticos Aceite de llantas desechadas Aceite de girasol Aceite de maní Aceite de Jatropha Aceite de Kangara	India
5	Aceite comestible residual (Aceite de cocina usado) Aceite de soya Aceite de maní	Estados Unidos
6	Aceite de colza Aceite de girasol Aceite de residuos	Italia
7	Aceite de girasol Aceite de colza	Francia
8	Aceite de semillas de algodón	Grecia
9	Aceite de colza	Suecia
10	Grasa animal Aceite comestible vegetal	Irlanda
11	Aceite de palma	Malasia
12	Aceite comestible residual (Aceite de cocina usado) Aceite de colza	Reino unido
13	Aceite comestible residual (Aceite de cocina usado) Sebo	Nueva Zelanda
14	Aceite comestible residual (Aceite de cocina usado)	Japón
15	Aceite de colza Aceite comestible residual (Aceite de cocina usado) Aceite de Jatropha	China
16	Grasa animal Aceite comestible vegetal	Irlanda
17	Aceite de soya	Argentina

18	Aceite de jatropha Aceite de palma Aceite de coco	Tailandia
19	Aceite de palma	Singapur
20	Aceite de soya Aceite de semillas de algodón Aceite de palma	Brasil
21	Aceite de jatropha Aceite de coco	Filipina
22	Aceite de palma Aceite de coco Aceite de Jatropha	Indonesia

**Nota.** Elaboración propia en base a (A.E.-F. Abomohra, 2016), 2021

## 2.5. Combustibles alternativos al diésel de origen fósil

Las alternativas al diésel de origen fósil disponibles actualmente son:

- Biodiesel (FAME)
- Diésel renovable o diésel verde

El biodiesel es un éster metílico de ácido graso (FAME), que no se puede utilizar directamente para motores debido a su alta viscosidad cinemática en comparación con el diésel convencional. El biodiésel comprende enlaces C-C insaturados y oxigenados que plantean algunos desafíos importantes, como la baja estabilidad a la oxidación, bajo punto de congelación, bajo poder calorífico, azufre, oxígeno, agua y partículas, todas las cuales plantean desafíos importantes para la combustión de motores. Debido a estas deficiencias, el biodiésel se mezcla con diésel de origen fósil en proporciones alrededor del 5% V/V usualmente. De ahí la necesidad para un combustible de transporte sostenible a un costo competitivo sin necesidad de reequipamiento del motor. (Inambao, 2020).

Las propiedades del diésel renovable ofrecidas por la hidrogenación derivada del hidrotratamiento (HDRD) lo convierten en un candidato superior en términos de alto poder calorífico, alta densidad energética, alto índice de cetano (80-90) y menores emisiones de NOx. Sin embargo, el acceso a materias primas asequibles, una fuente viable de hidrógeno y un catalizador con un rendimiento óptimo son temas de estudio en la actualidad. (Inambao, 2020)

El proceso de hidrotratamiento implica la conversión de ácidos grasos en triglicéridos en normal y/o isoparafina que se puede obtener por HDO, descarboxilación, descarboxilación, isomerización e hidrocrqueo o una combinación de dos o más de los mismos. (Inambao, 2020)

## 2.6. Vías óptimas para la producción de diésel renovable

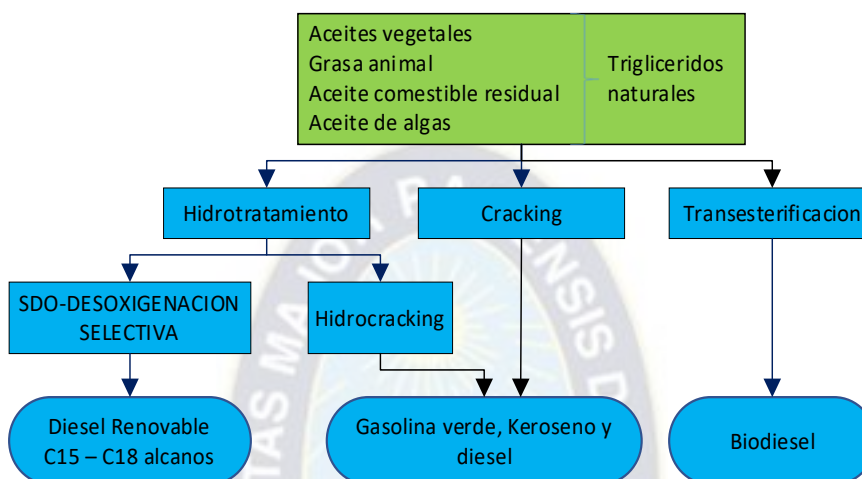
Se han desarrollado varias tecnologías para producir diésel renovable en los últimos tiempos, por ejemplo: hidrodeseoxigenación (HDO), desoxigenación (DO) y pirólisis utilizando



ácidos grasos y triglicéridos como materia prima. HDO es un proceso de eliminación de oxígeno con la introducción de gas hidrógeno a alta presión, DO implica la eliminación de oxígeno de los ácidos grasos o triglicéridos bajo un proceso libre de hidrógeno. La pirólisis implica la aplicación de calor para convertir la biomasa en gases, carbón sólido y condensable vapor pirolítico con combustibles de mayor valor (bioaceite). (Inambao, 2020).

#### Figura 4

Principales vías de tratamiento de triglicéridos naturales



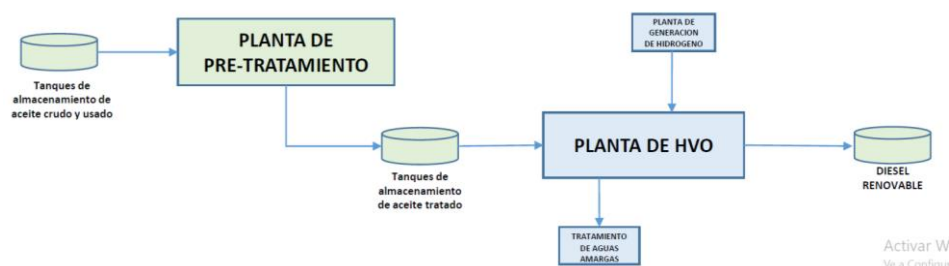
**Nota.** Extraído de (Kordulis, 2016)

### 2.7. Proyecto Diesel Renovable en Bolivia

Se empleará el proceso “HVO” (hidrotatamiento de aceites vegetales) para la producción de diésel renovable, el proceso productivo se llevará a cabo de acuerdo al siguiente esquema:

#### Figura 5

Esquema del proceso productivo de la Planta Diesel Renovable



**Nota.** Extraído de (ANH A. N., 2021).

#### 2.7.1. Aprovechamiento de materia prima

Se utilizará 3 tipos de materia prima, proveniente de diferentes cultivos y medios:

- Aceites vírgenes: provenientes de cultivos agrosilvopastoriles como ser: soya, totai, motacú y jatropa.
- Aceite comestible residual (aceite usado de cocina): según su uso provenientes del área industrial, comercial y domiciliaria.

- Grasas animales: sebo vacuno y manteca de puerco. (ANH A. N., 2021).

### **2.7.2. Control de atributos de calidad de materia prima**

Conjunto de procesos por el cual se realiza el análisis de todos los parámetros físicos, químicos y fisicoquímicos que intervienen en el uso de materias primas dentro de un proceso de productivo.

### **2.7.3. Planta de pretratamiento de materia prima**

De acuerdo a la calidad de la materia prima se seleccionará el pretratamiento que se realizará.

### **2.7.4. Almacenamiento de aceite tratado**

La materia prima pretratada se almacenará en silos de acero inoxidable.

### **2.7.5. Planta de hidrotratamiento de aceites vegetales**

Producirá diésel renovable cumpliendo con normas internacionales como ser la ASTM D-975 y la EN590 por ende se puede utilizar sin necesidad de mezclar con diésel fósil (ANH A. N., 2021)







# **CAPITULO 3**

# **METODOLOGÍA**

## **CAPITULO 3 METODOLOGÍA**

### **3.1. metodología de investigación del proyecto**

#### **3.1.1. Enfoque de investigación**

El enfoque que guía la presente investigación es el cuantitativo, puesto que la información que se obtuvo fue a través de datos numéricos, es decir, se describirá con estadística descriptiva. Este tipo de enfoque utiliza la deducción en el diseño, muestra un análisis causal además de instrumentos organizados y objetivos, los datos se reflejan con estadística descriptiva. (Dalle, 2005).

#### **3.1.2. Tipo de investigación**

Por las características del estudio la presente investigación correspondió al tipo descriptivo-propositivo, que es un tipo de diseños de investigación que se usa generalmente para describir las variables de estudio y como resultado del mismo se desarrolla una propuesta que puede ser o no aplicada. Este tipo de estudio no se interviene o manipula el factor de estudio, es decir, se observa lo que ocurre con el fenómeno de estudio en condiciones naturales, en la realidad (Guevara, 2020).

#### **3.1.3. Diseño de investigación**

El diseño bajo el que se trabajó fue Transversal, porque la recolección de datos se lo hizo en un lapso de tiempo único. Este diseño permite al investigador describir las variables analizadas, considerando espacio específico, de esta forma se midió la forma de recolección de aceite comestible residual. (Setia, 2016). Asimismo, fue no experimental, es decir, sin manipulación deliberada de variables y que sólo se observaron los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (Mata, 2019).

#### **3.1.4. Métodos**

El método que se utilizó fue el deductivo, porque se analizó de lo general a lo particular, es este caso se aplicó instrumentos de investigación que permitieron la recolección de la información de forma general para concretizar conclusiones específicas.

#### **3.1.5. Técnica de investigación**

En este proyecto de investigación, se empleó la “técnica de investigación de campo” mediante una encuesta para recopilar datos directamente de fuentes externas, sobre la disponibilidad de ACR. Esta técnica involucra visitas a las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz para realizar un estudio de mercado del aceite comestible residual disponible en el casco urbano de dichas ciudades.

Además de la investigación de campo, también se utilizarán análisis de laboratorio para determinar los atributos de calidad del aceite comestible residual. Se realizaron pruebas fisicoquímicas y químicas en el laboratorio para asegurar que el aceite cumple con los estándares necesarios para su uso en la producción de Diésel Renovable.

En resumen, este proyecto de investigación combino la técnica de investigación de campo, mediante el estudio de mercado y la recopilación de datos directos, con análisis de laboratorio para evaluar la calidad del aceite comestible residual.

El proyecto se desarrolla de acuerdo a las siguientes actividades y utilizando los siguientes instrumentos:

**Tabla 3**

*Acciones y actividades*

<b>OE1. Efectuar un estudio de mercado del aceite comestible residual disponible para la producción de diésel renovable en el casco urbano de las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz.</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Acciones</b>
1. Diseño de la metodología 2. Recopilación de datos 3. Análisis de los datos 4. Elaboración de informe y conclusiones	1. Definir el número de establecimientos de expendio de alimentos legalmente establecidos en las ciudades objetivo. 2. Diseñar un cuestionario estructurado para recopilar información sobre el ACR. 3. Determinar el tamaño de la muestra y establecer una estrategia de muestreo. 1. Aplicar el cuestionario a los propietarios o encargados de los establecimientos. 2. Registrar la cantidad y características de ACR disponible en cada establecimiento. 1. Realizar un análisis descriptivo de los resultados obtenidos. 2. Identificar patrones y tendencias en la disponibilidad de ACR en las ciudades objetivo. 1. Informe de resultados y conclusiones del estudio de mercado. 2. Determina la demanda de ACR para la producción de diésel renovable y contrastar con los resultados obtenidos de ACR disponible en establecimientos de expendio de alimentos.

<b>OE2. Determinar estratégicamente la localización de los centros de almacenamiento principal, temporales y eco-puntos para la recolección de aceite comestible residual.</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Acciones</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de datos y criterios de selección.</li> <li>2. Evaluación de opciones.</li> <li>3. Toma de decisiones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir los criterios de selección para la localización de los centros de almacenamiento principal y temporal.</li> <li>2. Identificar los mercados adecuados para establecer eco-puntos. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar diferentes ubicaciones para los centros de almacenamiento principal y temporal, considerando criterios establecidos.</li> <li>2. Seleccionar mercados que cumplan con los criterios establecidos. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizar la ubicación de silos en centros de almacenamiento principal y temporal en base a resultados obtenidos de la evaluación.</li> <li>2. Localizar eco-puntos adecuados en función a un modelo de programación lineal.</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>
<b>OE3. Proponer rutas de transporte para la recolección de aceite comestible residual desde los eco-puntos hasta el centro de almacenamiento principal y/o temporal.</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Acciones</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizar eco-puntos en Google Earth Pro.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registrar distancias en [Km] entre de mercados.</li> <li>2. Realizar un diagrama de grafos con cada uno de los puntos de acopio localizados (nodos). <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Empleo de un modelo de programación lineal para determinar la ruta optima.</li> </ol> </li> </ol>

<b>OE4. Determinar los atributos de calidad de la materia prima “aceite comestible residual”</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Acciones</b>
1. Planificación y muestreo 2. Muestreo 3. Análisis de los atributos de calidad 4. Evaluación y toma de decisiones 5. Monitoreo y mejora continua	1. Identificar atributos de calidad de ACR que sean críticos como materia prima para la producción de diésel renovable. 2. Determinar la frecuencia y cantidad de muestras a tomar de cada cisterna que llega al punto de almacenamiento. 3. Elaborar un plan de muestreo que especifique los detalles de la recolección de muestras de ACR. 1. Recolectar muestras de cada cisterna que llega al punto de almacenamiento principal. 2. Asegurar que las muestras sean representativas. 1. Analizar y medir en laboratorio los atributos de calidad definidos. 2. Utilizar metodología definida en normativa, para cada atributo. 3. Registrar los resultados de los análisis para cada muestra. 1. Comparar los resultados de los análisis con especificaciones técnicas según normativa. 2. Determinar si el lote se acepta o rechaza de acuerdo a una carta de control de atributos. 1. Proponer procesos químicos para regular la calidad de los atributos medidos.
<b>OE5. Evaluar el análisis financiero del proyecto para determinar la viabilidad del plan de gestión logística.</b>	

Actividades	Acciones
1. Recopilar datos de inversiones. 2. Recopilar datos de costos y gastos. 3. Recopilación de ingresos.	1. Con los datos realizar un flujo de caja. 2. Calcular indicadores económicos VAN Y TIR.

**Nota.** Elaboración propia en base a los objetivos específicos, 2021





**CAPITULO 4**  
**ESTUDIO DE MERCADO**



## CAPITULO 4

### ESTUDIO DE MERCADO

Como un breve preámbulo del estudio de mercado de la materia prima para la producción de Diésel Renovable en Bolivia, se realiza el análisis de la importación y demanda de diésel en Bolivia, seguido de ello se realiza el análisis y cálculo de la materia prima que requerirá el proyecto Diesel Renovable y finalmente a través de la técnica de investigación que es la encuesta se determina la disponibilidad de materia prima para el proyecto Diesel Renovable.

#### 4.1. Análisis de la Demanda de Diesel

La demanda mundial de diésel (gasoil) va aumentando debido al crecimiento del parque automotor, la minería, la construcción y el sector industrial.

**Figura 6**

*Demanda mundial de diésel*



**Nota.** Elaboración propia en base a (Díaz, 2021), 2021

#### 4.1.1 Análisis de la Demanda de Diesel en Bolivia

El consumo de diésel en Bolivia el año 2021 fue 1718 millones de litros, de este total el 50% es producido por nuestras refinerías en Bolivia y el otro 50% que termina de cubrir la demanda interna es diésel importado. El proyecto diésel renovable pretende cubrir la demanda interna del departamento de Santa Cruz, lo que significa que cubrirá aproximadamente el 27% del total de la demanda interna en todo el país. De acuerdo al Ministerio de Hidrocarburos, “el mayor consumidor de diésel en Bolivia es el sector del parque automotor con el 86,5%, seguido del sector agropecuario y minería con el 7,3%, construcción (4,8%), y sector industrial (1,1%)” (IBCE, 2021).

**Tabla 4**

*Consumo de diésel anual en Bolivia expresado en litros*



<b>Departamento</b>	<b>Volumen [L]</b>
La Paz	389.927.589
Cochabamba	339.084.330
Santa Cruz	694.848.806
Beni	81.487.157
Chuquisaca	65.270.796
Oruro	108.272.482
Pando	9.814.866
Potosí	111.841.414
Tarija	81.246.888
<b>Total (Nacional)</b>	<b>1.881.794.328</b>

**Nota.** Elaboración propia en base a (ANH, Ventas de combustibles líquidos 2021, expresado en litros, 2021), 2021

#### **4.1.2. Análisis de la demanda de diésel en Santa Cruz**

En el departamento de Santa Cruz según datos de la (IBCE, 2021), el parque automotor es el mayor consumidor de diésel.

**Tabla 5**

*Demanda de diésel en Santa Cruz*

<b>Consumo de diésel en Santa Cruz</b>	<b>Volumen [L]</b>
Parque automotor	546.491.887
Sector agropecuario y minería	46.120.125
Construcción	30.325.561
Sector Industrial	6.949.608
<b>Total</b>	<b>631.782.528</b>

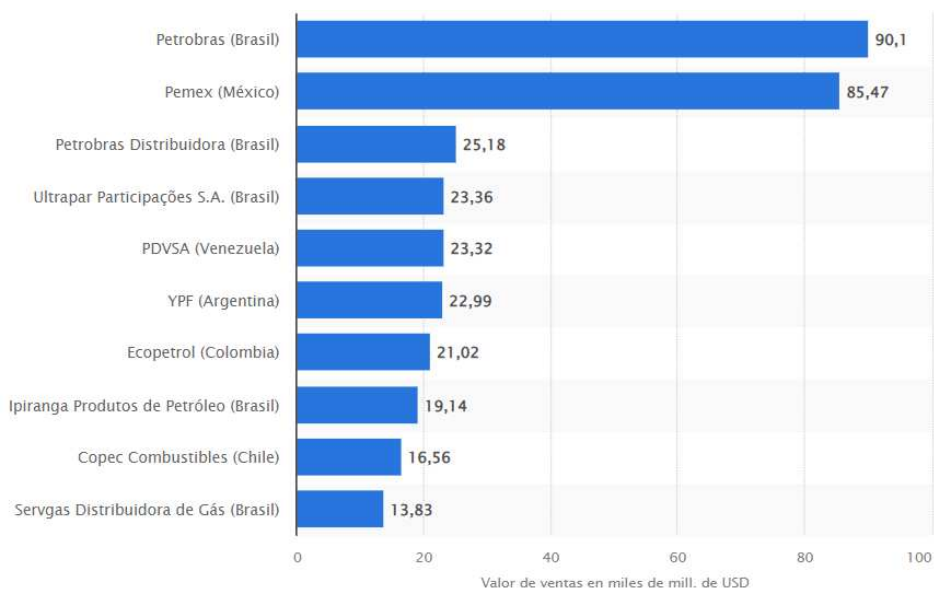
**Nota.** Elaboración propia en base a (IBCE, 2021), (ANH, Ventas de combustibles líquidos 2021, expresado en litros, 2021), 2021.

#### **4.2. Análisis de la Oferta Diesel en base a las ventas**

Países con principales ventas de diésel en América Latina.

**Figura 7**

*Ventas de diésel en América Latina*



**Nota.** Extraído de (STATISTA, 2018)

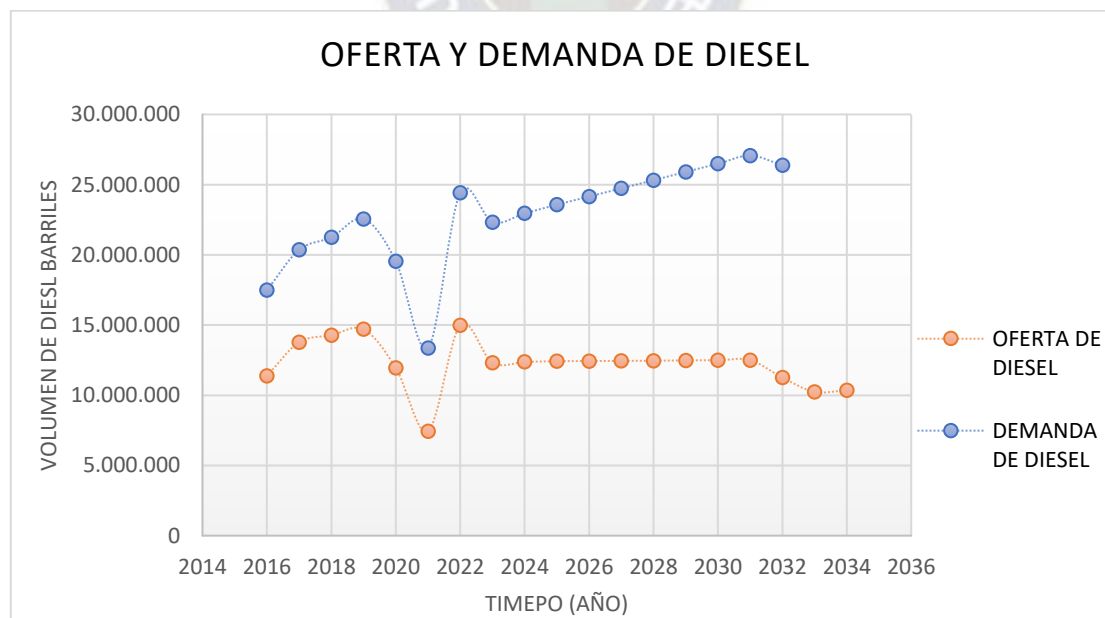
#### 4.2.1. Contraste de oferta y demanda de Diesel en Bolivia

La demanda de diésel en Bolivia varía de acuerdo al crecimiento del parque automotor, sector agropecuario y minería, la construcción y el sector industrial.

La oferta de diésel también varía de acuerdo a la alimentación del crudo de petróleo proveniente de los campos petrolíferos. La oferta aumentara siempre y cuando se incremente la alimentación del crudo por la exploración y explotación de nuevos campos.

#### Figura 8

*Oferta y demanda de diésel en Bolivia*



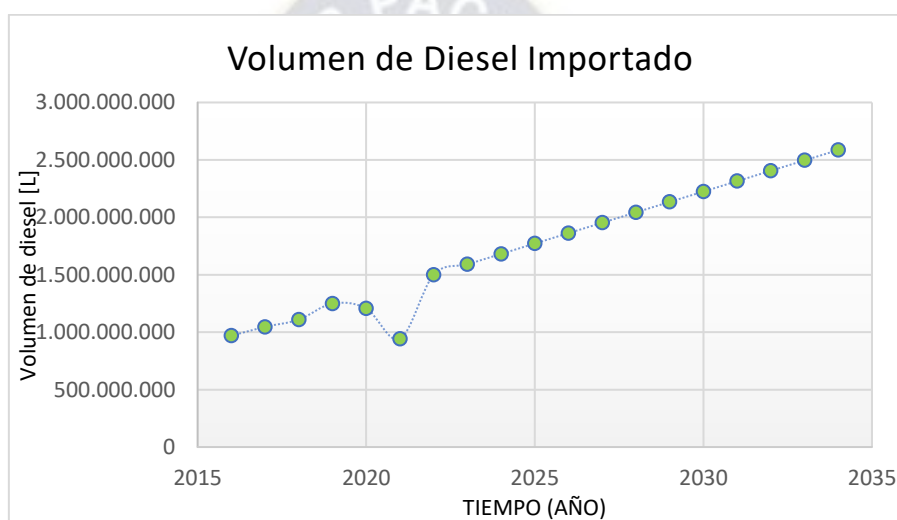
**Nota.** Elaboración propia en base a (INE,2020), 2021

#### 4.2.2. Importación de Diesel en Bolivia

En el contexto de la investigación llevada a cabo, se ha determinado que Argentina es el principal país de origen de las importaciones de diésel en Bolivia, representando el 21% del total. Le sigue Chile, con una participación del 20%, y Estados Unidos, con el 15%. Estos resultados demuestran una dependencia significativa de Bolivia de estos países en términos de suministro de diésel importado. El análisis detallado de estos principales países de origen proporciona información relevante sobre las dinámicas del comercio internacional de diésel y será fundamental para comprender mejor los factores económicos y comerciales que influyen en esta relación (INE,20220).

#### Figura 9

Volumen de diésel importado



**Nota.** Elaboración propia en base a (INE,2020), 2021

#### 4.2.3 Subvención de diésel en Bolivia

El diésel oíl que se comercializa en el mercado interno es regulado para el consumidor final, en un porcentaje estimado de 41,9%. Sabiendo que el precio internacional del diésel oíl es 8,88Bs/L y se comercializa en el mercado interno a un precio de 3,72Bs/L. Actualmente quien paga esta "Subvención" es el estado a través del Tesoro General De La Nación.

### 4.3. Análisis de mercado

#### 4.3.1. Población de referencia

"Corresponde a una cifra de la población global que creemos es afectada por el problema que origina el proyecto y se toma como referencia para estimación, comparación y análisis de la demanda" (Miranda, 2005, p.413).

Para el caso de la provisión de materia prima para la producción de Diesel renovable en la Refinería Guillermo Elder Bell, se considera la población de referencia toda aquella que se desarrolle en territorio nacional.

#### **4.3.2. La población afectada**

La población afectada “Es la parte de la población de referencia que requiere de los servicios del proyecto para satisfacer la necesidad afectada” (Miranda, 2005, p.413). Motivo por lo que en el presente proyecto se considera como población afectada, las empresas en los departamentos con mayor movimiento gastronómico: La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

#### **4.3.4. La población objetivo**

La población objetivo “es aquella parte de la población afectada a la que el proyecto, una vez examinados los criterios y restricciones, está en capacidad real de atender” (Miranda, 2005, p.413).

Para considerar la capacidad de aprovisionamiento de aceite comestible residual nuestra población objetivo serán las empresas que hacen uso de aceite vegetal en su proceso productivo, específicamente en las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz. Dado que tienen el mayor desenvolvimiento gastronómico a nivel nacional. Por lo cual se realizará una segmentación de este espacio de estudio.

#### **4.3.5. Segmentación de mercado**

##### **4.3.5.1. Segmentación conductual**

En el caso de nuestro estudio se realiza una segmentación conductual, dado que nuestro objetivo es poder recolectar información de empresas gastronómicas del medio, seleccionando mediante una segmentación geográfica el casco urbano de los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. Puesto que son los departamentos con mayor movimiento comercial y se encuentran mayor cantidad de negocios de esa índole.

Por otra parte, nuestro espacio de estudio será guiado por toda persona jurídica con comportamiento gastronómico. Puesto que la recolección en la población en general sería muy compleja, ya que la generación de aceite comestible residual por familia es muy baja.

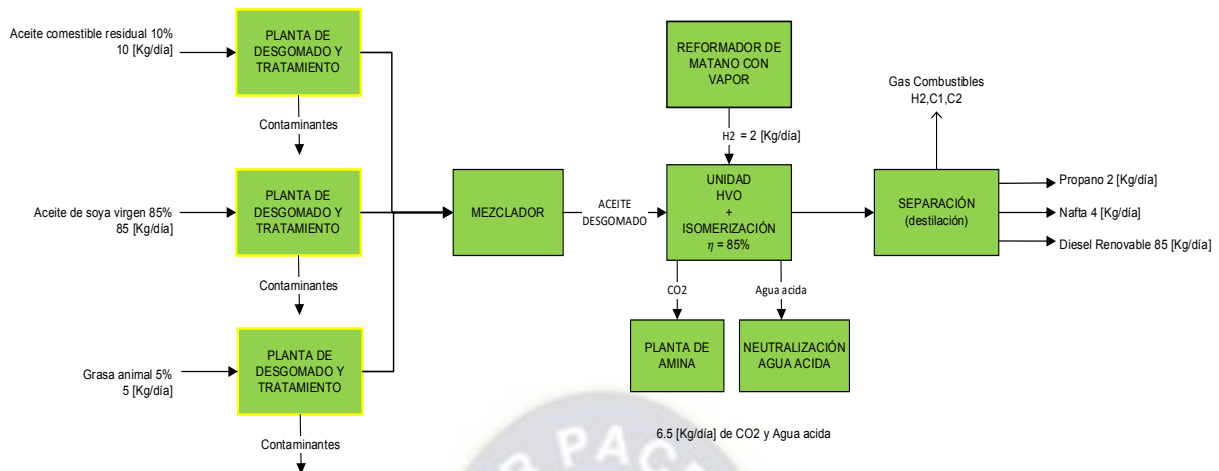
#### **4.3.6. Determinación de la demanda de materia prima**

La información primaria es información original que se recaba con un fin específico o para un proyecto de investigación concreto (Kotler Keller, 2012, p.100). Para el caso particular de nuestro estudio la demanda va a venir guiada por el requerimiento de materia prima (aceite comestible residual), para solventar la capacidad productiva de la planta de producción de diésel renovable.

El proyecto diésel renovable utilizara como materias primas aceite comestible residual, aceites vírgenes y grasas animales. A continuación, se realiza el cálculo tomando en cuenta el siguiente esquema del proceso productivo de diésel renovable.

Figura 10

## Esquema del proceso productivo de diesel renovable



**Nota.** Elaboración propia en base a la al proceso productivo de diesel renovable de la tecnología Ecofining de la Compañía Honeywell UOP, 2022

De acuerdo al esquema se tiene que:

$$\frac{10 \left[ \frac{Kg}{día} \right] \text{ aceite usado de cocina}}{85 \left[ \frac{Kg}{día} \right] \text{ diesel renovable}}$$

Se tiene de dato que la Planta de Producción de Diésel Renovable Producirá:

$$9,000 [\text{Barriles/día}] = 1,430,730 [\text{Litros/día}]$$

Si la densidad del ACR (aceite comestible residual) medido en laboratorio es:

$$\rho_{ACR} = 0.921 [\text{Kg/L}]$$

La densidad del Diesel renovable es aproximadamente:

$$\rho_{diesel\ renovable} = 0.810 [\text{Kg/L}]$$

Con estos datos calculamos cuantos litros de ACR por día se requiere para obtener 9,000 [Barriles/día] de diésel renovable.

$$1,430,730 \left[ \frac{\text{Litros}}{\text{día}} \right] \text{ diesel renovable} \cdot \frac{0.810 [\text{Kg}] \text{ diesel renovable}}{1 [\text{Litro}] \text{ diesel renovable}} \cdot \frac{10 \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \right] \text{ ACR}}{85 \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{día}} \right] \text{ diesel renovable}} \cdot \frac{1 [\text{Litro}] \text{ ACR}}{0.921 [\text{Kg}] \text{ ACR}} = 148,035 \left[ \frac{\text{Litros}}{\text{día}} \right] \text{ ACR}$$

Cálculo del volumen de ACR que se requiere mensualmente para producir 270,000 [Barriles/mes] de diésel renovable.

$$148,035 \left[ \frac{\text{Litros}}{\text{día}} \right] \text{ ACR} \cdot \frac{30 [\text{días}]}{1 \text{ mes}} = 4,441,047 \left[ \frac{\text{Litros}}{\text{mes}} \right] \text{ ACR}$$

Cálculo del volumen de ACR que se requiere anualmente para producir 3,285,000 [Barriles/año] de diésel renovable.

$$148,035 \left[ \frac{\text{Litros}}{\text{día}} \right] \text{ACR} \cdot \frac{365 [\text{días}]}{1 \text{ año}} = 54,032,775 \left[ \frac{\text{Litros}}{\text{año}} \right] \text{ACR}$$

**Tabla 6**

Volumen de ACR requerido para la producción de diésel renovable

Producción	Volumen de ACR requerido [Litros]	Volumen de diésel renovable producido [Barriles]
Diaria	148,035	9,000
Mensual	4,441,047	270,000
Anual	54,032,775	3,285,000

**Nota.** Elaboración propia en base a los cálculos realizados, 2022.

#### 4.3.7. Objetivo del estudio de mercado

Determinar la capacidad de generación de aceite comestible residual por parte de establecimientos de expendio de alimentos en Santa Cruz, Cochabamba y La Paz.

#### 4.3.8. Selección del tipo de recolección de información

Se realizará la recolección de información través de encuesta que se realizará personalmente.

#### 4.4. Muestreo

Para el análisis del tamaño de muestra se analizó la cantidad de establecimientos de expendio de alimentos en las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz.

**Tabla 7**

Unidades productivas de establecimientos de expendio de alimentos en La Paz.

Establecimientos de expendio de alimentos	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Servicios de expendio de comidas en establecimientos fijos o móviles	2,786	3,409	3,425	3,392	3,447	3,212	2,812
Servicio preparación y venta de comidas rápidas	2,529	2,295	1,970	1,734	1,733	1,681	1,458
Servicio de expendio de comidas exclusivo en pollos broaster	728	890	912	850	834	809	665
Otros servicios de expendio de comidas ncp	906	1,003	873	777	726	689	416
Servicio de expendio de comidas exclusivo en pescado	176	214	213	191	224	213	145
Servicio de expendio de comidas exclusivo en churrasquerías	42	47	58	50	58	49	38
<b>TOTAL</b>	<b>7,167</b>	<b>7,858</b>	<b>7,451</b>	<b>6,994</b>	<b>7,022</b>	<b>6,653</b>	<b>5,534</b>

**Nota.** Información filtrada del SIIP. ASFI -DAPRO 2019.



Tabla 8

Unidades productivas de establecimientos de expendio de alimentos en Cochabamba

ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIO DE ALIMENTOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Servicios de expendio de comidas en establecimientos fijos o móviles	1,591	1,659	1,590	1,715	1,663	1,467	1,364
Servicio preparación y venta de comidas rápidas	932	875	668	562	526	503	478
Servicio de expendio de comidas exclusivo en pollos broaster	348	393	395	364	352	312	265
Otros servicios de expendio de comidas ncp	392	363	317	268	243	215	188
Servicio de expendio de comidas exclusivo en pescado	74	103	94	90	84	55	43
Servicio de expendio de comidas exclusivo en churrasquerías	54	65	53	64	65	41	32
<b>Total</b>	<b>3,391</b>	<b>3,458</b>	<b>3,117</b>	<b>3,063</b>	<b>2,933</b>	<b>2,593</b>	<b>2,370</b>

*Nota.* Información filtrada del SIIP. ASFI -DAPRO 2019.

Tabla 9

Unidades productivas de establecimientos de expendio de alimentos en Santa Cruz

ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIO DE ALIMENTOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Servicios de expendio de comidas en establecimientos fijos o móviles	1,859	2,020	1,898	1,794	1,689	1,654	1,512
Servicio preparación y venta de comidas rápidas	2,268	2,424	1,912	1,360	1,279	1,282	1,184
Servicio de expendio de comidas exclusivo en pollos broaster	420	480	431	439	444	425	398
Otros servicios de expendio de comidas ncp	604	584	441	347	334	312	288
Servicio de expendio de comidas exclusivo en churrasquerías	71	84	77	71	86	72	42
Servicio de expendio de comidas exclusivo en pescado	78	86	75	70	74	42	38
<b>Total</b>	<b>5,300</b>	<b>5,678</b>	<b>4,834</b>	<b>4,081</b>	<b>3,906</b>	<b>3,787</b>	<b>3,462</b>

*Nota.* Información filtrada del SIIP. ASFI -DAPRO 2019.

De acuerdo al número de establecimientos de expendio de alimentos (unidades productivas de alimentos) en las principales ciudades de los departamentos de Bolivia: La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, se calcula en N poblacional de la siguiente manera:

$$N_{Total} = N_{Cochabamba} + N_{Santa Cruz} + N_{La Paz} \quad [5]$$

$$N_{total} = 5,534 + 2,370 + 3,462$$

$N_{total} = 11,367$  establecimientos de expendio de alimentos

**Tabla 10**

*Participación de establecimientos de expendio de alimentos en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz*

Ciudades	Establecimientos de expendio de alimentos	%Participación
La Paz	5,534	49%
Cochabamba	2,370	21%
Santa Cruz	3,462	30%
Total	11,367	100%

**Nota.** Elaboración propia en base a los datos proyectados, 2021.

#### 4.4.1. Determinación del tamaño de muestra

Obtenidos nuestros datos poblacionales, pasamos a desarrollar nuestro  $n$  muestral con la fórmula de tamaño de muestra para una población finita:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad [6]$$

**Donde:**

**n:** Tamaño de la muestra

**N:** Tamaño de población

**p:** Probabilidad de que ocurra el evento

**q:** Probabilidad de que no ocurra el evento

**Z:** Es el valor crítico de la distribución normal, donde el valor de Z se obtiene de A partir de la tabla de probabilidades de distribución normal que se conoce como el número de errores estándar asociados con el nivel de confianza, para un nivel de confianza del 95% el valor de Z es 1,96.

$E^2$ : Es el nivel de error máximo permitido, en este caso se determina que el nivel máximo de error permitido es de 5%, es decir 0,05 expresado en tanto por uno.

Donde el cálculo del número de muestra es:

$$n = \frac{11,367 * 1.96^2 * 0.95 * 0.05}{0.05^2 * (11,367 - 1) + 1.96^2 * 0.95 * 0.05}$$

$$n = 72.6 \approx 73$$

De los cuales, acorde a su estratificación se tendrá que realizar la siguiente distribución de encuestas.

$$n_{La\ Paz} = 36 \text{ rest.}$$

$$n_{Cochabamba} = 15 \text{ rest.}$$

$$n_{Santa\ Cruz} = 22 \text{ rest.}$$

#### 4.5. Encuesta



Habiendo determinando el tamaño de nuestro estudio y estratificando el mismo en los establecimientos de expendio de alimentos generadores de aceite comestible residual en los

### Encuesta Del Consumo De Aceite En Establecimientos De Expendio De Alimentos

#### UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERÍA

**Objetivo:** Recolectar información acerca de la gestión del aceite comestible residual en establecimientos de expendio de alimentos.

Fecha: .....

1. ¿Qué tipo de comida vende?
    - a) Comida Rápida
    - b) Churrasco
    - c) Pescadería
    - d) Comida Ejecutiva
    - e) Otros
  2. ¿Bajo qué categoría empresarial cataloga a su negocio?
    - a) Emprendimiento
    - b) Pequeña
    - c) Mediana
    - d) Grande
  3. ¿Qué tipo de aceite utiliza para la cocción de sus productos
    - a) Aceite de Girasol
    - b) Aceite de Soya
    - c) Aceite de Oliva
    - d) Aceite Soya y Girasol
  4. ¿Cuánto aceite en litros consume al mes?  
.....
  5. ¿Cuánto aceite residual en litros genera al mes?  
.....
- ¡Gracias!

principales ciudades de Bolivia (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz), se realizó una encuesta para recolectar información sobre e volumen de aceite comestible residual generado.

#### **4.5.1. Campo de estudio**

Para la realización de la encuesta previamente mencionada, se tomó en cuenta los tamaños de muestra estratificados previamente identificados en las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. Por lo cual se realizó la siguiente base de datos de nuestro espacio muestral.

Tabla 11

Establecimientos de expendio de alimentos encuestados en La Paz

Nº	Nombre	Dirección
1	Orejas de Elefante	Socabaya, La Paz
2	Sal & Pimienta La Paz	Calle Haití, casi esq. Estados Unidos, La Paz
3	Snack Joeliz	Plaza Uyuni, Avenida Saavedra, La Paz
4	snack doña martha	C. Carlos Winner, La Paz
5	SPICY CHICKEN-LA PAZ	Av. Landaeta, La Paz
6	Nikis San Miguel	Calle2, La Paz
7	Beef & Beer	Av.20 de octubre 2387, La Paz
8	La Capital	Enrique Peñaranda 1026, La Paz
9	Duke's Restaurant	Plaza Isabel La Católica Nro. 2478, La Paz
10	Sillpichs	megacenter, Av. Rafael Pabón, La Paz
11	La Vaca 🐄	Av. Busch 1645, La Paz
12	Zombie Burger La Paz	Alfredo Sanjines, El Alto
13	ANTOJITOS	C. Jorge Saenz # 1023, La Paz
14	Llajuita	Av. 16 de Julio, La Paz
15	Burger King	Av. 16 de Julio, La Paz
16	Jack's Chicken Wings	Av. Manuel Víctor García Lanza, La Paz
17	Hungry house	Frente A, Plaza Abaroa, Av.20 de Octubre # 2463, La Paz
18	Niki's Fast Food & Juices	C. R. Villalobos, La Paz
19	Factory	Av. Rafael Pabón, La Paz
20	Krazy Wings	Av. Illampu 765, La Paz
21	Altamar Costa Andina	Av. Montenegro 938, La Paz
22	La Casa del Camba	Av. Camacho Patio de comidas
23	Reencuentro con la naturaleza	Murillo 826, La Paz
24	La Capital	Av, Sanchez Lima 2550 esquina, La Paz
25	Bolivian Green Kitchen	Hotel Sagarnaga, Sagarnaga 326, La Paz
26	Buen Gusto	Diaz Romero 1957-A, La Paz
27	La Capital	Calle Haiti 1155, Esq. Jorge Saenz, Miraflores, La Paz
28	Chifa Lu Qing	Av. Arce #2550, La Paz

<b>29</b>	Salchicarnes, Megalomos, Hamburguesas y Salchipapas de Valentín y Laurita	Genaro Sanjines 888, La Paz
<b>30</b>	Xpress by Factory	Av. Rafael Pabón, La Paz
<b>31</b>	Pollos Copacabana	Socabaya C. Potosí No. 1106
<b>32</b>	Planet Chicken	Av. Arce, La Paz
<b>33</b>	One Burger	Av. Arce No 2519, Torres Mall Patio de comidas, La Paz
<b>34</b>	Urban Grill	Av. Arce No 2519, Torres Mall Patio de comidas, La Paz
<b>35</b>	Doña Milanesa	Av. Arce No 2519, Torres Mall Patio de comidas, La Paz
<b>36</b>	Don Pollo	Av. Melchor Pérez de Olguín 1019

**Nota.** Elaboración propia en base a datos de establecimientos de expendio de alimentos (unidades productivas gastronómicas), 2021.

**Tabla 12**

*Establecimientos de expendio de alimentos encuestados en Cochabamba*

<b>Nº</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dirección</b>
<b>1</b>	Brasas Y Leñas Grill - Steak House	Villa Israel
<b>2</b>	La Sansi Fast Food	Benjamín Blanco Entre Ricardo Terrazas, C. Julián María López y, Cochabamba
<b>3</b>	La Casona Restaurante	Quillacollo
<b>4</b>	Peña Restaurant el Campeon 3	Provincia de, Cercado
<b>5</b>	Lucerito De Arocagua	Máx Fernández
<b>6</b>	Pollos KOKO	Tiquipaya
<b>7</b>	KFC	Uruguay 1627, Cochabamba
<b>8</b>	SABORES DE FAMILIA	Nte. Cochabamba
<b>9</b>	pescaderia "LAS PEÑAS"	Gral. Achá N°167, Cochabamba
<b>10</b>	Sofia Cochabamba Central	Av. Tunari, Cochabamba
<b>11</b>	EL BUEN GUSTO	Av Villazón klm 2 cera norte 5 a
<b>12</b>	PARTY CLUB	Guaman Poma, Cochabamba

13	Restaurant Chuquiago Marka	Prado, Pasaje sin salida sobre la Av. Río Bermejo entre las calles Santa Catalina y Diego, Avenue Rio Bermejo, Cochabamba
14	Pollo Lucho - Antezana	Av. José Ballivian 777, Cochabamba
15	Krusty's Cochabamba	27 de agosto, Cochabamba

**Nota.** Elaboración propia en base a datos de establecimientos de expendio de alimentos (unidades productivas gastronómicas), 2021.

**Tabla 13**

*Establecimientos de expendio de alimentos encuestados en Santa Cruz*

Nro	Nombre	Dirección
1	NI FU NI FA RESTAURANT	Av. Radial 10, Santa Cruz de la Sierra
2	Cubo SCZ	I #, Laplata 8 Este, Santa Cruz de la Sierra
3	Chifa Ching Lao	Av. Radial 10, Santa Cruz de la Sierra
4	Chifa La Nueva Corona	Av. 2do anillo, entre Guayaramerin y, San Joaquín
5	Pollos Chuy	Ayacucho #161, Santa Cruz de la Sierra
6	Hotel Camino Real	Avenida San Martin & Calle k, Cuarto Anillo, Santa Cruz de la Sierra
7	Pollo Tentador	Av. Cañada Pailita o Avenida Paurito #5140, Santa Cruz de la Sierra
8	Restaurant Mi Cabaña	Restaurant Mi Cabaña, Alto san pedro, Av.Prefecto Rivas, Santa Cruz de la Sierra
9	POLLOS DOÑA "MUNE" 220	Calle 1 Nª 220, Santa Cruz de la Sierra
10	EL CHASQUI	5RGJ+9JX, Santa Cruz de la Sierra
11	Aires de Campo churrasqueria	calle, Los Limos nª180, Santa Cruz de la Sierra
12	Restaurant Chorizos Chuquisaqueños – Doña "Guadalupe"	Dardo Arana, Santa Cruz de la Sierra
13	Cow burger	Av. Noel Kempff Mercado 1235, Santa Cruz de la Sierra
14	Restaurant La Choza	Centro
15	Pollos Chriss - zoológico	Av. Noel Kempff Mercado, Santa Cruz de la Sierra

16	Matambre Grill Sucursal Santos Dumont	Santa Cruz de la Sierra
17	Tropiburger&Jugos	Calle 8 Este 13, Santa Cruz de la Sierra
18	Shiwu	Cuarto anillo, Santa Cruz de la Sierra
19	Sazon	Lemoine, Santa Cruz de la Sierra
20	Hamburguesas Luisin	Av. El Trompillo, Santa Cruz de la Sierra
21	Restaurante Coco	El Trompillo, Santa Cruz de la Sierra
22	OISHI	7 Oeste, Santa Cruz de la Sierra

**Fuente.** Elaboración propia en base a datos de establecimientos de expendio de alimentos (unidades productivas gastronómicas), 2021.

#### 4.5.2. Resultados de la encuesta sujeta al estudio de mercado

A partir del “n” muestral igual a 73, se procedió a encuestar a 73 establecimientos de expendio de alimentos de nuestro medio. De las cuales se pudo rescatar la siguiente información.

**Tabla 14**

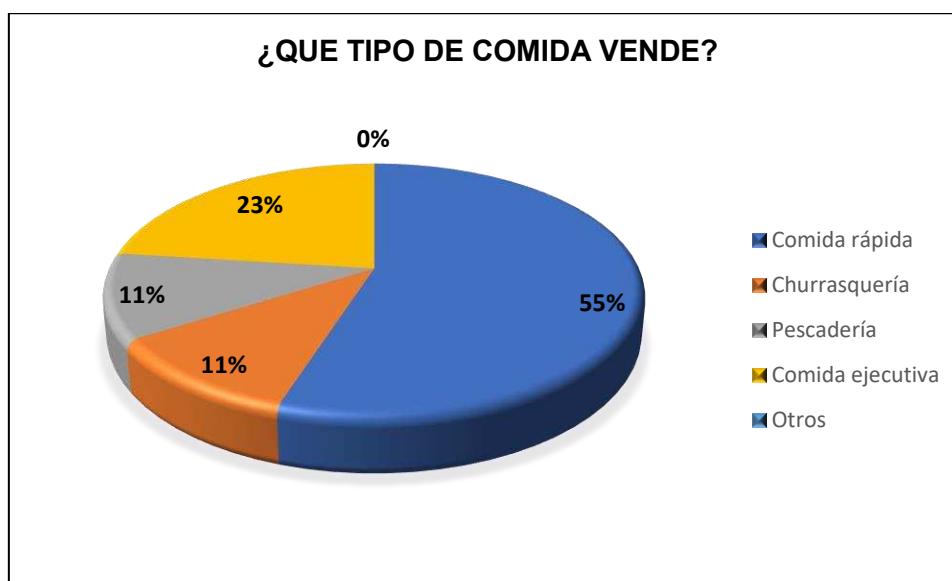
*Tabla de frecuencias pregunta 1*

<b>Xi</b>	<b>fi</b>	<b>fr</b>	<b>fr porcentual (%)</b>
<b>Comida rápida</b>	40	0.548	55%
<b>Churrasquería</b>	8	0.110	11%
<b>Pescadería</b>	8	0.110	11%
<b>Comida ejecutiva</b>	17	0.233	23%
<b>Otros</b>	0	0.000	0%
<b>Total</b>	73	1.00	100%

**Nota.** Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.

**Figura 11**

Pregunta 1



**Nota.** Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.

**Tabla 15**

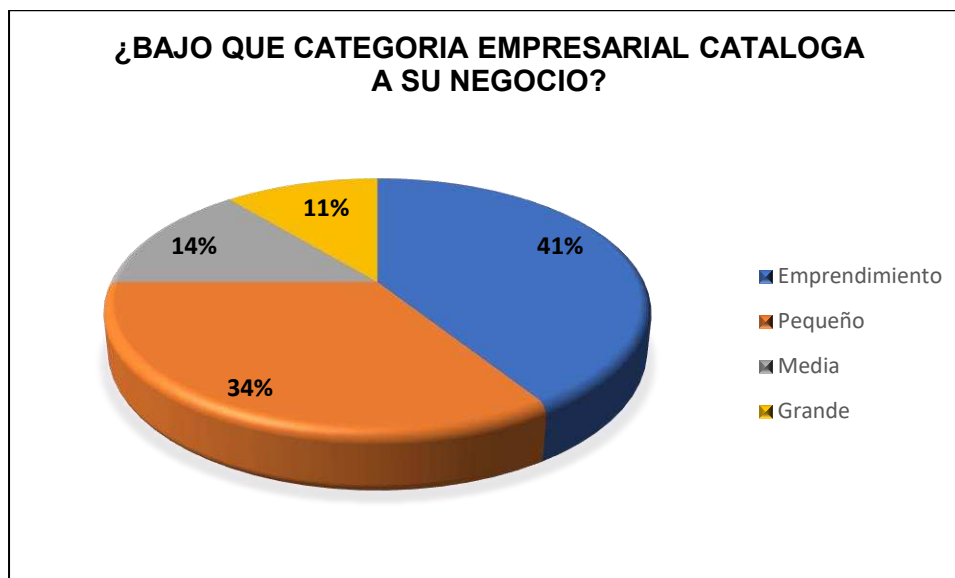
Tabla de frecuencias pregunta 2

<b>Xi</b>	<b>fi</b>	<b>fr</b>	<b>fr porcentual (%)</b>
<b>Emprendimiento</b>	30	0.411	41%
<b>Pequeño</b>	25	0.342	34%
<b>Media</b>	10	0.137	14%
<b>Grande</b>	8	0.11	11%
<b>Total</b>	73	1	100%

**Nota.** Elaboración propia en base a las encuestas realizadas, 2021.

Figura 12

Pregunta 2



**Nota.** Las empresas se autclasificaron según la venta que tienen. Elaboración propia en base a encuestas realizadas,2021.

Tabla 16

Tabla de frecuencias pregunta 3

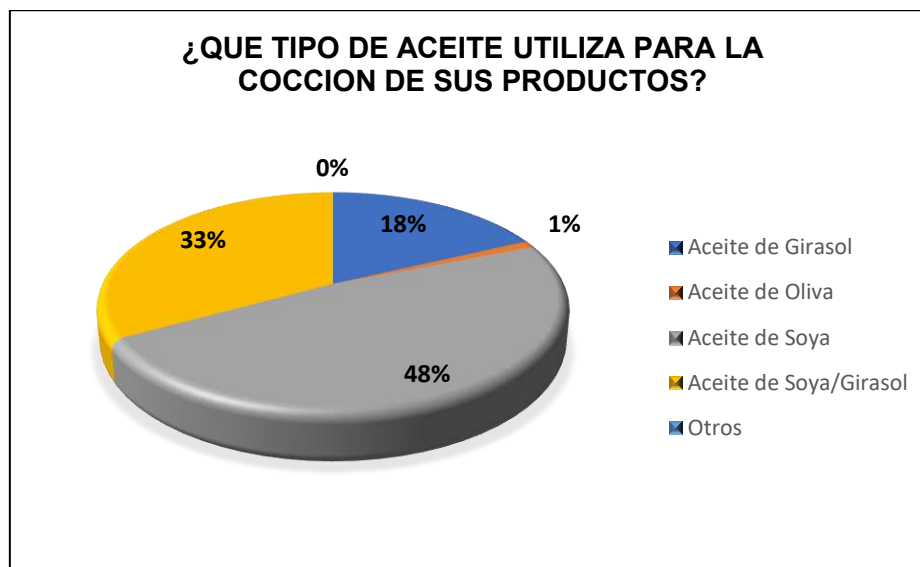
Xi	fi	Fr	fr porcentual (%)
Aceite de Girasol	13	0.178	18%
Aceite de Oliva	1	0.014	1%
Aceite de Soya	35	0.479	48%
Aceite de Soya/Girasol	24	0.329	33%
Otros	0	0	0%
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

**Nota.** Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.



**Figura 13**

Pregunta 3



**Nota.** Aceite de oliva y otros no tuvieron selección. Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.

Para la pregunta 4 se realizan cálculos para determinar el intervalo de clase:

Donde:

$$n = 73$$

$$K = 1 + 3.22 * LOG_{10}(n) \quad [7]$$

$$K = 1 + 3.22 * LOG_{10}(73)$$

$$K = 7$$

En consecuencia, obtendremos:

**Tabla 17**

Amplitud de la pregunta 4

n	k	Volumen mínimo	Volumen máximo	Rango	Amplitud
73	7	80	2,548	2,468	353

**Nota.** Elaboración propia en base a cálculos realizados, 2021.

**Tabla 18**

Tabla de frecuencias pregunta 4

L inf.	L sup.	Xi	fi	Fi	hi	hi (%)
80	433	257	28	28	0.384	38%
433	786	610	25	53	0.342	34%
786	1,139	963	14	67	0.192	19%

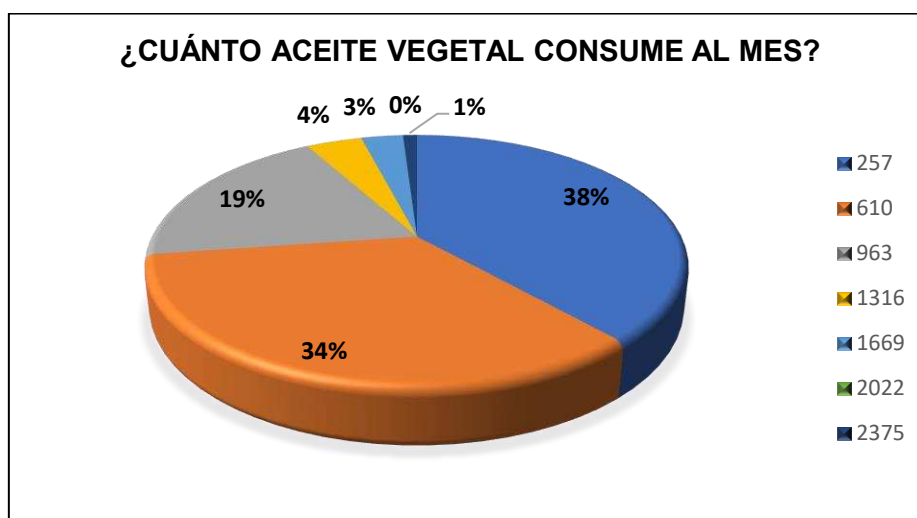


1.139	1,492	1,316	3	70	0.041	4%
1.492	1,845	1,669	2	72	0.027	3%
1.845	2,198	2,022	0	72	0.000	0%
2.198	2,551	2,375	1	73	0.014	1%
<b>Total</b>			<b>73</b>		<b>1.000</b>	<b>100%</b>

**Nota.** Intervalos del consumo de aceite comestible vegetal. Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.

**Figura 14**

*Pregunta 4*



**Nota.** Porcentaje de consumo de aceite comestible vegetal. Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.

Para la pregunta 5 se realizan cálculos para determinar el intervalo de clase:

Donde:

$$n = 73$$

$$K = 1 + 3.22 * LOG_{10}(n) \quad [8]$$

$$K = 1 + 3.22 * LOG_{10}(73)$$

$$K = 7$$

En consecuencia, obtendremos:

**Tabla 19**

*Amplitud de la pregunta 5*

n	k	Volumen mínimo	Volumen máximo	Rango	Amplitud
73	7	30	1,960	1,930	276

**Nota.** Elaboración propia en base a cálculos realizados, 2021.

Tabla 20

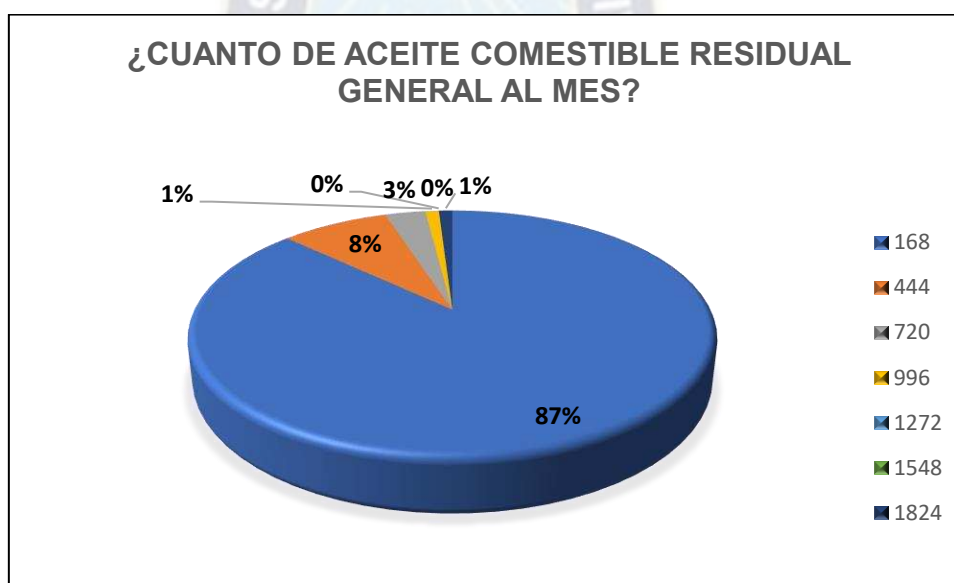
Tabla de frecuencias pregunta 5

L inf.	L sup.	Xi	fi	Fi	hi	hi (%)
30	306	168	33	33	0.452	87%
306	582	444	28	61	0.384	8%
582	858	720	4	65	0.055	3%
858	1,134	996	3	68	0.041	1%
1,134	1,410	1,272	2	70	0.027	3%
1,410	1,686	1,548	2	72	0.027	3%
1,686	1,962	1,824	1	73	0.014	1%
<b>Total</b>			<b>73</b>		<b>1.000</b>	<b>100%</b>

**Nota.** Intervalos de generación de aceite residual. Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.

Figura 15

Pregunta 5



**Nota.** Porcentaje de generación de aceite residual. Elaboración propia en base a encuestas realizadas, 2021.

#### 4.5.3. Conclusiones del estudio – Estadística Descriptiva

El estudio de investigación de mercado fue realizado con el objeto de recabar información respecto a la capacidad de generación de aceite comestible residual en los establecimientos de expendio de alimentos.

**Tabla 21***Tabla de conclusiones estudio de mercado*

Conclusiones	Descripción
Conclusión 1	La mayor cantidad de los negocios encuestados son de comida rápida en un 55%, por otra parte, en un 23% los negocios encuestados se dedican a la venta de comida ejecutivas (almuerzos, gourmet o servicio de comida en hoteles). Lo cual significa que son los negocios que más destacan en el sector gastronómico.
Conclusión 2	Para la categorización de las empresas se les consulto el tipo de empresa bajo el cual están registrados, teniendo a la mayoría de los negocios gastronómicos registrados como emprendimientos en un 41%, y un 34% como pequeños. Cabe mencionar que a pesar de que algunos negocios manejan personal mayor a 30 personas y un gran capital de inversión, se encuentran registrados como emprendimientos o pequeñas empresas.
Conclusión 3	La mayor parte de los negocios encuestados en un 48% utilizan aceite de soya, dado que es el más accesible en precio. Por otra parte, un 33% utiliza una mezcla de aceite de soya y girasol para la preparación de sus productos. Dado que para frituras se utiliza en su mayoría aceite de soya y para carnes y preparados aceite de girasol.
Conclusión 4	La moda de los intervalos de consumo de aceite que utilizan los negocios de gastronomía es de (80-433) litros, mostrando que en promedio de aceite consumido en su mayoría es de 257 litros de aceite al mes.
Conclusión 5	El 87% de los negocios encuestados generan en su mayoría entre 30 a 306 litros de aceite comestible residual, de los cuales en promedio 168 litros de aceite comestible residual por mes por cada negocio.

**Nota:** Las conclusiones son para el análisis univariable. Elaboración propia, 2021.

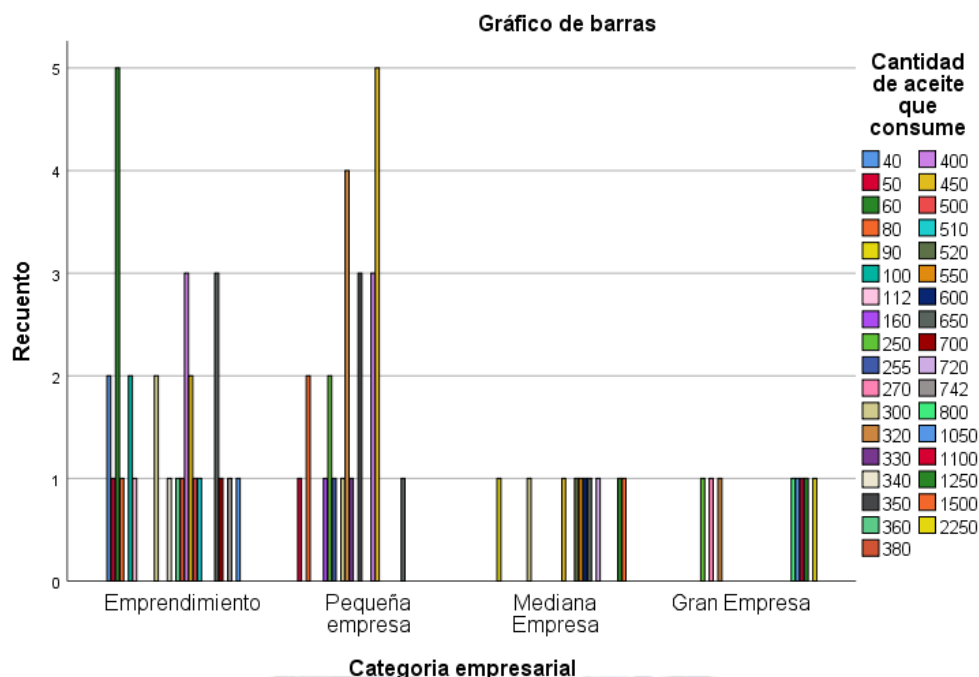
#### **4.5.4. Análisis bivariante**

En función de las variables analizadas en nuestro estudio de estadística descriptiva, ahora se procedió a la elaboración de un análisis bivariante para ver si hay alguna relación verificable en nuestras variables que nos ayuden con algunas conclusiones directas del estudio. Con la ayuda del software SPSS, se realizaron tablas cruzadas, pruebas de correlación y graficas de dispersión para el análisis de dicha información.

#### 4.5.4.1. Tablas de contingencia

**Figura 16**

*Gráfica de barras - cantidad de aceite vegetal consumido – categoría empresarial*



**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Tabla 22**

*Prueba Chi cuadrado: cantidad de aceite vegetal consumido – categoría empresarial*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	136,360a	102	,013
Razón de verosimilitud	120,566	102	,101
Asociación lineal por lineal	16,419	1	,000
N de casos válidos	73		

a. 140 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Figura 17**

*Gráfica de barras - cantidad de ACR generado – categoría empresarial*

**Nota.** Elaboración propia, 2022

**Tabla 23**

*Prueba Chi cuadrado: cantidad de ACR generado– categoría empresarial*

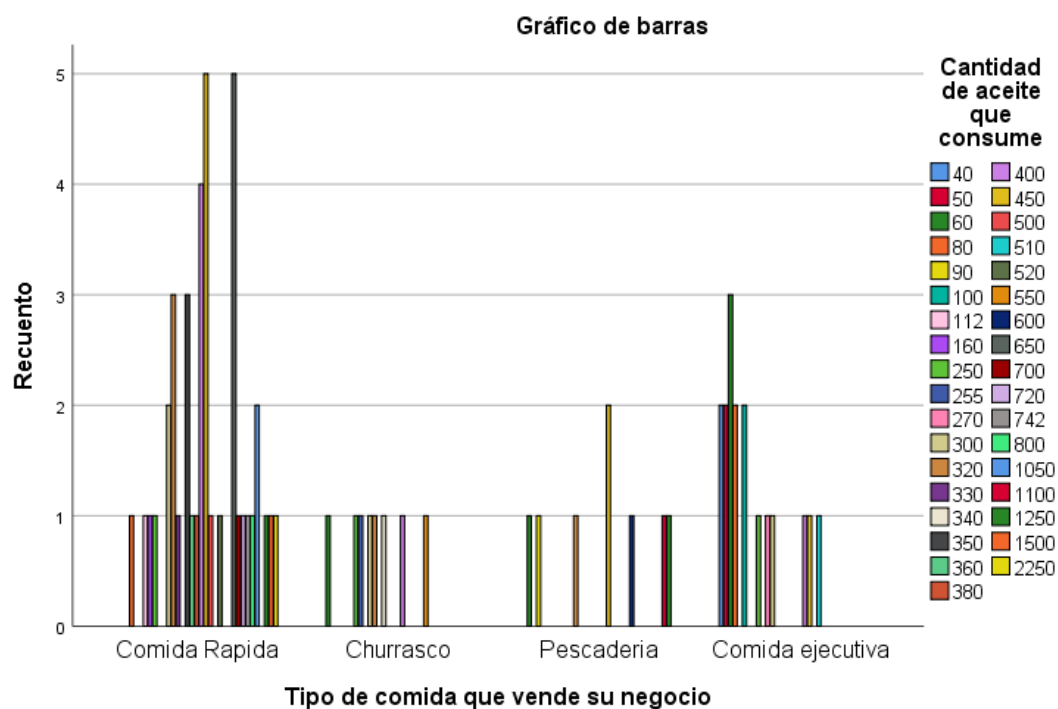
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	157,386a	114	,004
Razón de verosimilitud	137,824	114	,064
Asociación lineal por lineal	16,401	1	,000

N de casos válidos	73 recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.		
a. 156 casillas (100,0%) han esperado un			

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

### Figura 18

Gráfica de barras - cantidad de aceite vegetal consumido – tipo de comida



**Nota.** Elaboración propia, 2022

### Tabla 24

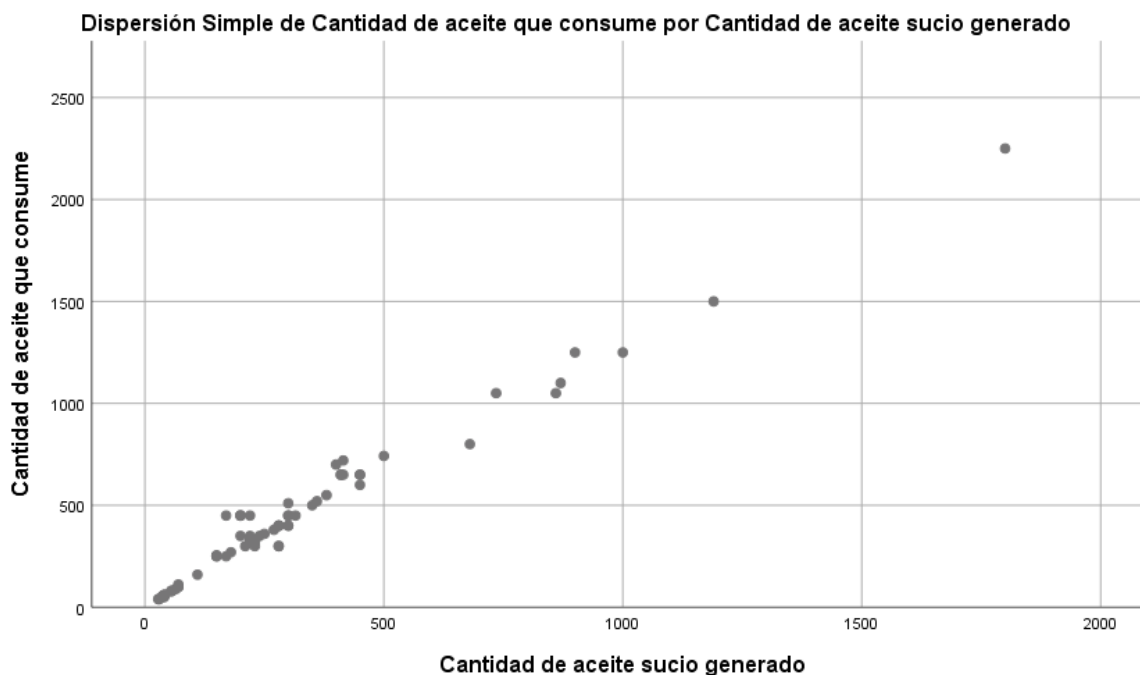
*Prueba Chi cuadrado: cantidad de aceite vegetal consumido– tipo de comida*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	116,368a	102	,157
Razón de verosimilitud	103,104	102	,451
Asociación lineal por lineal	10,654	1	,001
N de casos válidos	73		
a. 140 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.			

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Figura 19**

Gráfica de dispersión – cantidad de aceite vegetal consumido – cantidad de ACR generado



**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Tabla 25**

Correlaciones: cantidad de aceite consumido – cantidad de ACR generado

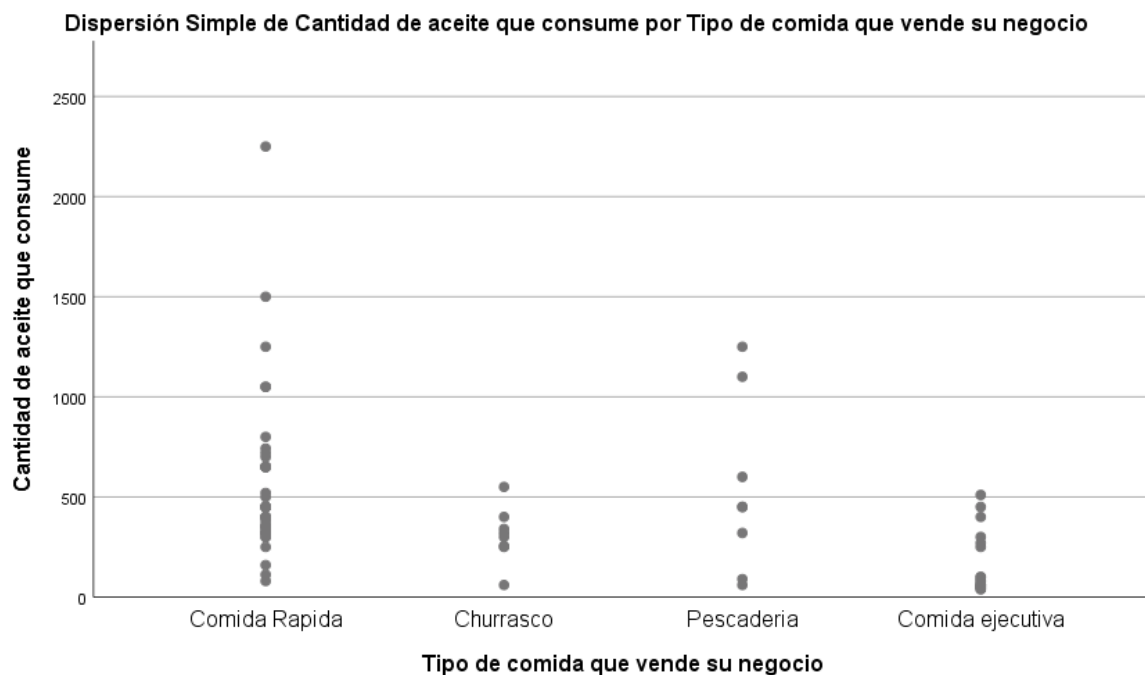
		Cantidad de aceite que consume	Cantidad de aceite sucio generado
Cantidad de aceite que consume	Correlación de Pearson	1	,986**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	73	73
Cantidad de aceite sucio generado	Correlación de Pearson	,986**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	73	73

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Figura 20**

Gráfica de dispersión – cantidad de aceite consumido – tipo de comida



**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Tabla 26**

Correlaciones: cantidad de aceite vegetal consumido – tipo de comida

		Cantidad de aceite que consume	Tipo de comida que vende su negocio
Cantidad de aceite que consume	Correlación de Pearson	1	-,385**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	73	73
Tipo de comida que vende su negocio	Correlación de Pearson	-,385**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	73	73

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Nota.** Elaboración propia, 2022.



#### 4.5.5. Conclusiones del análisis bivariante

**Tabla 34**

*Tabla de conclusiones- Análisis bivariante*

<b>Conclusiones</b>	<b>Descripción</b>
Prueba 1: Cantidad de Aceite consumido – Categoría Empresarial	Dado que la $p = 0.013$ , como la significancia es menor que 0.05 se rechaza $H_0$ , por lo que la proporción de consumo de aceite vegetal no está definido por la categorización de empresa según la prueba Chi Cuadrado. Pero dada la prueba de verosimilitud se puede apreciar que hay más posibilidades que $p=0.101$ de que sea positiva la significancia.
Prueba 2: Cantidad de ACR generado – Categoría Empresarial	Dado que la $p = 0.004$ , como la significancia es menor que 0.05 se rechaza $H_0$ , por lo que la cantidad de aceite sucio generado no está definido por la categorización de empresa, según la prueba Chi Cuadrado. La razón de verosimilitud es de $p= 0,064$ , siendo muy bajas las posibilidades que sea positiva la significancia.
Prueba 3: Cantidad de Aceite vegetal consumido– Tipo de comida	Dado que la $p = 0.157$ , como la significancia es menor que 0.05 se rechaza $H_0$ por lo que la cantidad de aceite vegetal consumido no está definido por el tipo de comida que ofrece cada empresa, según la prueba Chi Cuadrado. La razón de verosimilitud es de $p= 0,451$ , siendo muy altas las posibilidades que sea positiva la significancia ante una mayor muestra. Respaldando la ide que existe una pequeña relación entre ambas variables.
Prueba 4: <i>Cantidad de aceite vegetal consumido – Cantidad de aceite sucio generado</i>	Del análisis de dispersión y correlación se puede concluir que las cantidades de aceite sucio generado por los negocios tienden a tener relación con las cantidades de aceite consumidas por cada restaurant, teniendo una correlación de Pearson de 0,986 teniendo una correlación cercana a 1. Por lo cual la cantidad de aceite sucio de cada negocio dependerá de la cantidad de aceite que consuman los negocios.
Prueba 5: Cantidad de aceite vegetal consumido – Tipo de comida	Del análisis de dispersión y correlación se puede concluir que las cantidades de aceite consumidos por los tipos de comida no tienen ninguna relación. Concluyendo que no afecta en nada la cantidad de aceite que consume cada empresa con el tipo de comida que ofrece, teniendo una correlación de Pearson de -0,385, menor a 0.05 y negativa. Se descarta cualquier relación en nuestro tamaño de muestra.

Nota: Las conclusiones son para el análisis bivariante. Elaboración propia

#### 4.6. Cálculo del volumen generado de aceite comestible residual

Como resultado principal de nuestra investigación de mercados se denoto, que la moda en la generación de aceite comestible residual por parte de establecimientos de expendio de alimentos es de 30 a 306 litros, con un promedio igual a 168 litros este es un dato importante para estimar el volumen de aceite comestible residual generado en cada establecimiento de expendio de alimentos.

Se calcula el volumen de ACR generado, tomando datos de la tabla 9, que nos indica la cantidad total de establecimientos de expendio de alimentos legalmente establecidos en cada ciudad y la tabla 19, que nos indica la moda del volumen de ACR generado en el casco urbano de las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

Por consiguiente, se utiliza la siguiente fórmula para el cálculo del volumen:



$$\text{Volumen}^{\text{ACR}} = X_{\text{prom.de la moda}} * N \quad [9]$$

**Donde:**

$$X_{\text{prom.de la moda}} = 168 \text{ litros}$$

$N$  = numero de establecimientos de expendio de alimentos

**Tabla 27**

*Resultados de aceite comestible residual generado mensual y anualmente*

Ciudades	Establecimientos de expendio de alimentos	Volumen mensual de ACR	Volumen anual de ACR
La Paz	5,534	929,712	11,156,544
Cochabamba	2,370	398,160	4,777,920
Santa Cruz	3,462	581,616	6,979,392
<b>Total</b>	<b>11,366</b>	<b>1,909,488</b>	<b>22,913,856</b>

**Nota.** Elaboración propia en base a los datos obtenidos del estudio de mercado, 2021.

De acuerdo al estudio de mercado realizado en el casco urbano de las ciudades de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz, se estimó el volumen disponible de aceite comestible residual igual a 22,913,856 [Litros/Año], por otra parte, según el requerimiento anual del Proyecto Diesel Renovable que es 54,032,775 [Litros/año], se calcula el porcentaje aproximado de aceite comestible residual que abastecerán los establecimientos de expendio de alimentos al Proyecto Diesel Renovable.

$$\% \text{Abastecimiento de Aceite Comestible Residual} = \frac{22,913,856[L/Año]}{54,032,775[L/Año]} \cdot 100\%$$

**% Abastecimiento de Aceite Comestible Residual = 42.4%**

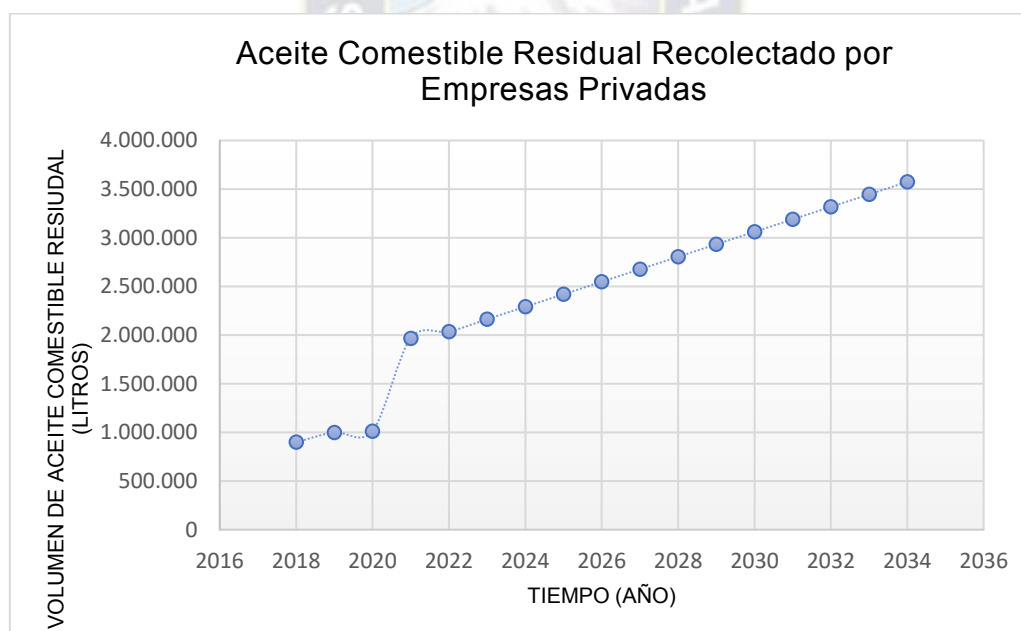
#### 4.7. Análisis de la recolección de aceite comestible residual por empresas privadas

Actualmente existen dos empresas privadas que operan en Bolivia: Uco Bolivian Oil y Green Side, cuya función es recolectar aceite comestible residual, para la producción de diésel renovable y/o biodiesel en otros países. La empresa Green Side viene operando desde el 2018 y cuenta con licencia de funcionamiento por parte de la alcaldía, además de una licencia internacional para la recolección del aceite comestible residual y un software que permite a los establecimientos de expendio de alimentos controlar la trazabilidad de su disposición final de este aceite comestible residual; por otra parte, la empresa Uco Bolivian Oil, viene operando en Bolivia desde el año 2020 y también cuenta con el permiso de la alcaldía para la recolección del aceite comestible residual.

A continuación, se muestra en la siguiente figura la estimación del volumen de aceite comestible residual recolectado por ambas empresas, también se muestra una proyección del volumen de aceite comestible residual que podría ser recolectado en los próximos años por ambas empresas tomando en cuenta que no existe una “Ley” que regule la disposición final del aceite comestible residual.

**Figura 21**

*Estimación de volumen de ACR recolectado por empresas privadas*



**Nota.** Elaboración propia en base a datos proporcionados por representantes de Green Side y Uco Bolivian

En la figura se muestra la incidencia en la recolección de aceite comestible residual por parte de empresas privadas, se visualiza una pendiente positiva, eso significa que con el tiempo habrá mayor participación de establecimientos de expendio de alimentos que se sumen a ser recolectados.

#### 4.7.1. Volumen de recolección

En la gestión 2021 el volumen estimado de aceite comestible residual disponible de acuerdo al número de establecimientos de expendio de alimentos existentes es 22,913,856 [Litros/Año], por otra parte, la recolección de aceite comestible residual por parte de empresas privadas es 1,968,000 [Litros/Año]. Contrastando ambos resultados a través de una relación entre ambas cantidades, se calcula que las empresas privadas solo recolectan el 8.6 % del volumen total disponible de aceite comestible residual, considerando que estas empresas recolectan aceite comestible residual destinado a la producción de diésel renovable y/o biodiesel. Sin embargo, existen también otras empresas recolectoras de aceite comestible residual cuyo fin es utilizar como materia prima para la elaboración de jabones y alimento balanceado para las especies avícolas (gallinas, pavos, patos, codornices, etc).

#### 4.8. Precio disponible de aceite comestible residual en el mercado

El precio al que se comercializa el aceite en el mercado varía de acuerdo a la localización, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 28**

*Precios de venta de aceite comestible residual*

Localización	Precio/Litro
La Paz	1 Bs
Cochabamba	1 Bs
Santa Cruz	1.5 BS

**Nota.** Elaboración propia en base a la información proporcionada por la empresa Green Side, 2021.



**CAPITULO 5**  
**LOCALIZACIÓN Y RUTEO**

## CAPITULO 5

### LOCALIZACIÓN Y RUTEO

#### 5.1. Localización del centro de almacenamiento principal

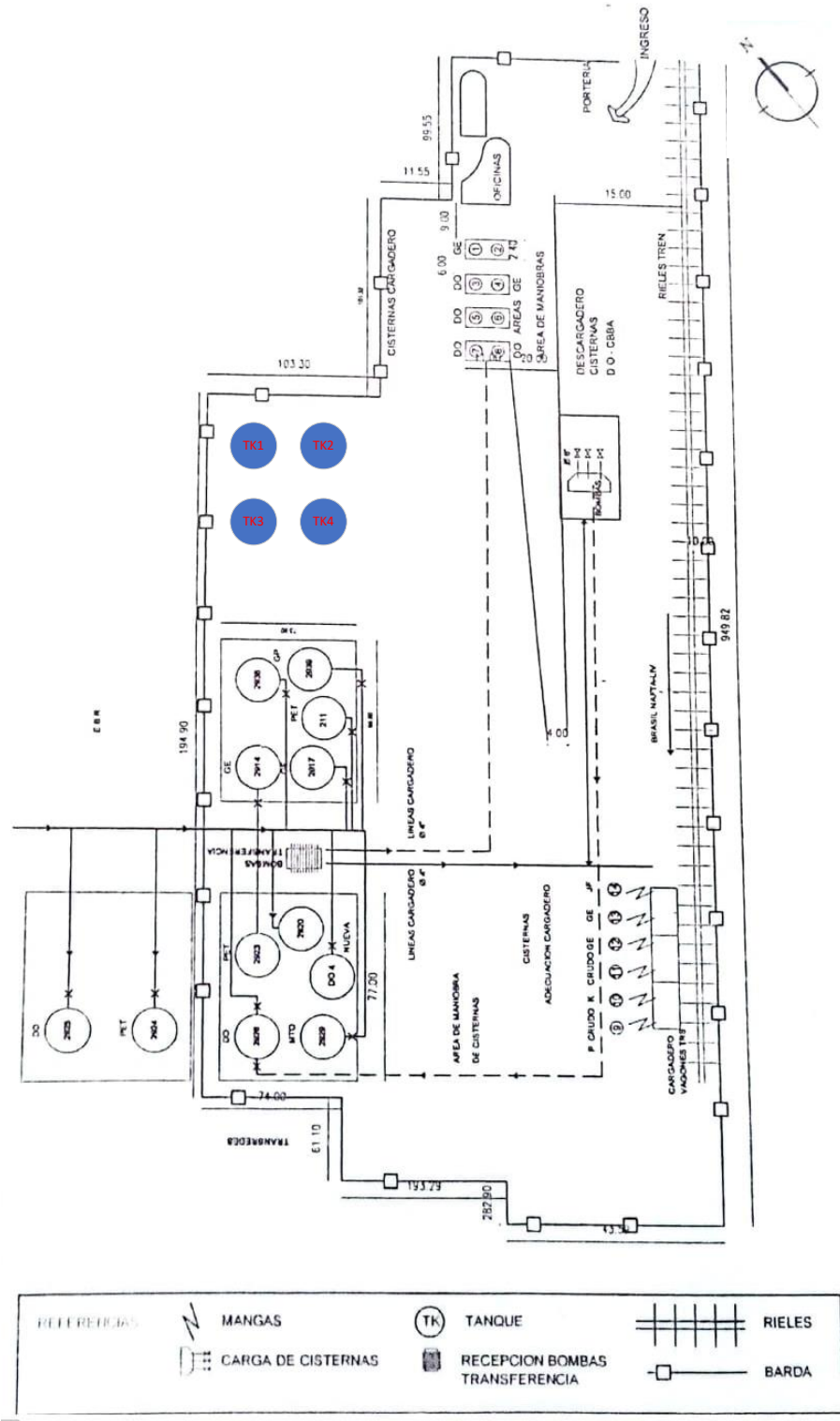
El Proyecto Diesel Renovable se ejecutará en instalaciones de la Refinería Guillermo Elder Bell ubicada en la ciudad de Santa Cruz en Palmasola, en tal sentido el almacenamiento principal de aceite comestible residual que será materia prima para el Diesel Renovable, es conveniente que este ubicado en predios de la Refinería.

En la imagen siguiente se muestra el plano estratificado de la Planta de Almacenaje de Palmasola, los círculos de color azul que se muestran es una propuesta de la ubicación de los tanques de almacenamiento principal.



**Figura 22**

*Planta de Almacenaje de Palmasola*



**Fuente.** Plano extraído de la Refinería Guillermo Elder Bell, 2021

### 5.1.1. Características del tanque de almacenamiento principal

El almacenamiento principal de aceite comestible residual se realizará en 4 tanques de  $500 \text{ m}^3$ , esto de acuerdo al resultado del volumen de aceite comestible residual mensual disponible en establecimientos de expendio de alimentos que es  $1,909 \text{ m}^3/\text{mes}$  ( $1,909,656 \text{ Litros/mes}$ ).

#### Figura 23

Tanques de almacenamiento principal

Nro	Volumen
Tanque 1	$500 \text{ m}^3$
Tanque 2	$500 \text{ m}^3$
Tanque 3	$500 \text{ m}^3$
Tanque 4	$500 \text{ m}^3$
<b>Total</b>	<b><math>2,000 \text{ m}^3</math></b>

**Nota.** Elaboración propia en base a resultados obtenidos del estudio de mercado, 2021.

- Volumen del tanque

$$V_t = 500 \text{ m}^3$$

Se aplicará un sobredimensionamiento del 16 %, para determinar la capacidad del tanque.

$$V_{\text{diseño del tanque}} = V_t * 1.04 \quad [10]$$

$$V_{\text{diseño del tanque}} = 500 * 1.16$$

$$V_{\text{diseño del tanque}} = 580 \text{ m}^3$$

El sobredimensionamiento se realiza para garantizar la seguridad de almacenamiento del aceite comestible residual, porque a elevadas temperaturas del ambiente el aceite genera una mezcla de gases inflamables que podrían provocar un incendio o explosión.

- Cálculo del diámetro y altura del tanque

Para determinar el diámetro y altura del tanque se considera, las condiciones del fluido a almacenar y tener el espacio disponible para cada tanque, el cual se tiene una parcela cuadrada de  $95 \text{ m}^2$  para cada tanque, el diámetro máximo del tanque queda limitado según la siguiente expresión:

$$D_{\text{máx}} = \sqrt{\text{Área}} \quad [11]$$

$$D_{\text{máx}} = \sqrt{95 \text{ m}^2} = 9.75 \text{ m}$$

Además, se debe considerar el espacio que ocupa la bancada, de las tuberías con las que conecte el tanque, escaleras de acceso al techo y pozos de drenaje. Se reservará entonces un anillo 1.25m alrededor del tanque para este fin. Por tanto, el diámetro máximo del tanque es:

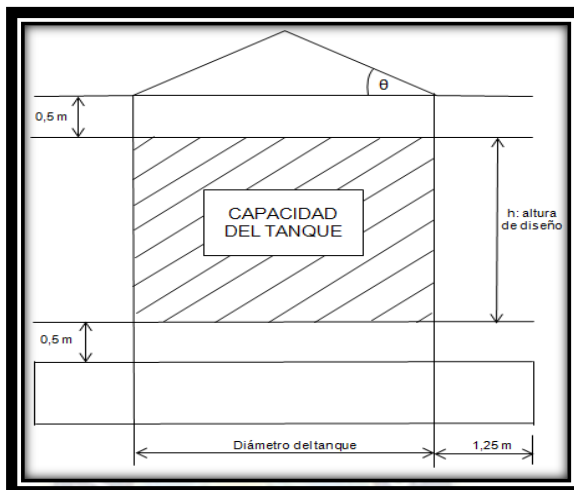


$$D_{m\acute{a}x} = (9.75 - 1.25) = 8.5 [m]$$

$$D_{m\acute{a}x} = 8.5 [m]$$

**Figura 24**

Capacidad del tanque



**Nota.** La forma del tanque es cilíndrica con terminación cónica. Elaboración propia en base al diseño de un tanque de almacenamiento de diésel de  $500 m^3$ , 2021.

**Tabla 29**

Ficha técnica tanque de almacenamiento principal

FICHA TÉCNICA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO PRINCIPAL	
Tipo	Cilindro vertical soldado
Material	Acero Inoxidable 304
Espesor del material	6 mm
Color	Gris Plomo
Altura	10 [m]
Diámetro	8[m]
Capacidad Bruta	580 m3
Capacidad Neta	500 m3
Tipo de Techo	Cónico-fijo-soldado
Tipo de Fondo	Cónico
Válvula de Recepción	6"
Válvula de Despacho	12" (tipo globo)
Venteo	Si
Indicador de Nivel	Si
<b>Tipo de escalera</b>	Espiral con baranda de protección

**Nota.** Elaboración propia en base al diseño de un tanque de almacenamiento de diésel de  $500 m^3$ , 2021.



Basados en la norma API 650 que fija la construcción de tanques soldados, se considerara una altura de 10.2 [m] y diámetro de 8.5 [m] para un volumen de 500 m<sup>3</sup>.

## 5.2. Localización de centros de almacenamiento temporal

De los siguientes puntos opcionales de almacenamiento, se realizará mediante la evaluación de criterio ponderado la selección de lugares de localización de silos de almacenamiento en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

La “Técnica de Evaluación por Puntos” fue creada por Merrill R. Lott, es una técnica cuantitativa en donde se asignan valores numéricos a cada criterio y se obtiene un valor total por la suma de valores numéricos. Para aplicar esta técnica se siguen los siguientes pasos:

- Desarrollo de la lista de criterios importantes.
- Asignación de peso a cada criterio para indicar la importancia relativa.
- Asignación de escala común a cada factor.
- Calificación de cada producto acorde a la escala designada y multiplicar por el peso.
- Suma de puntuación de cada alternativa y elección.

Bajo tal descripción se procede al desarrollo de la metodología:

**Tabla 30**

*Plantas de almacenaje de combustibles líquidos*

N°	PLANTA	EMPRESA	LOCALIDAD/CIUDAD	DEPARTAMENTO
1	SENKATA	YPFB LOGISTICA S.A.	EL ALTO	LA PAZ
2	PALMASOLA	YPFB LOGISTICA S.A.	SANTA CRUZ	SANTA CRUZ
3	VALLE HERMOSO	YPFB LOGISTICA S.A.	COCHABAMBA	COCHABAMBA
4	SAN PEDRO	YPFB LOGISTICA S.A.	ORURO	ORURO
5	POTOSÍ	YPFB LOGISTICA S.A.	POTOSÍ	POTOSI
6	QHORA QHORA	YPFB LOGISTICA S.A.	SUCRE	CHUQUISACA
7	TARIJA	YPFB LOGISTICA S.A.	TARIJA	TARIJA
8	TRINIDAD	YPFB LOGISTICA S.A.	TRINIDAD	BENI
9	MONTEAGUDO	YPFB LOGISTICA S.A.	MONTEAGUDO	CHUQUISACA
10	TUPIZA	YPFB LOGISTICA S.A.	TUPIZA	POTOSI
11	UYUNI	YPFB LOGISTICA S.A.	POTOSÍ	POTOSI
12	PUERTO VILLARROEL	YPFB LOGISTICA S.A.	PUERTO VILLARROEL	COCHABAMBA
13	SAN JOSE DE CHIQUITOS	YPFB LOGISTICA S.A.	SANTA CRUZ	SANTA CRUZ
14	CAMIRI	YPFB LOGISTICA S.A.	SANTA CRUZ	SANTA CRUZ
15	VILLAMONTES	YPFB LOGISTICA S.A.	VILLAMONTES	TARIJA
16	RIBERALTA	YPFB LOGISTICA S.A.	RIBERALTA	BENI
17	ALCASA SANTA CRUZ	PRIVADA	SANTA CRUZ	SANTA CRUZ
18	DISCAR S.R.L.	PRIVADA	SANTA CRUZ	SANTA CRUZ
19	FREE PORT TERMINAL COMPANY	PRIVADA	PUERTO QUIJARRO	SANTA CRUZ
20	GRAVETAL BOLIVIA S.A.	PRIVADA	PUERTO QUIJARRO	SANTA CRUZ
21	ALCASA YACUIBA	PRIVADA	YACUIBA	TARIJA
22	COBIJA	YPFB GERENCIA COMERCIAL	COBIJA	PANDO
23	GUAYARAMERIN	YPFB GERENCIA COMERCIAL	GUAYARAMERÍN	BENI
24	PUERTO SUAREZ	YPFB GERENCIA COMERCIAL	PUERTO SUÁREZ	SANTA CRUZ
25	POCITOS	YPFB GERENCIA COMERCIAL	YACUIBA	TARIJA
26	BERMEJO	YPFB GERENCIA COMERCIAL	BERMEJO	TARIJA
27	VILLAZÓN	YPFB GERENCIA COMERCIAL	VILLAZÓN	POTOSI

**Nota.** Extraído de ANH, 2019

### 5.2.1. Desarrollo de la lista de criterios importantes

En este paso se debe seleccionar criterios que se consideren importantes a la hora de elegir los lugares de almacenamiento temporal de ACR.

Los criterios que se tomaron en cuenta para la localización de centros de almacenamiento temporal son los siguientes:

- Distancia. Este criterio determina el tramo de desplazamiento desde los eco-puntos hasta los centros de almacenamiento temporal.
- Espacio. En este criterio se determina el espacio libre que posee cada una de las instalaciones para albergar tanques de almacenamiento temporal de aceite comestible residual.
- Infraestructura. En este criterio se evaluó las instalaciones y construcciones que propone cada una de las opciones de almacenamiento.
- Seguridad y ambiente. Este criterio evalúa el tipo de ambiente que ofrecen las instalaciones, pueden ser buenos o pésimos para la aceptación de un centro de almacenamiento.
- Rubro. Este criterio toma en cuenta que debe ser concerniente al área de almacenaje de materias primas para la producción de combustibles.

### **5.2.2. Asignación de peso a cada criterio para indicar la importancia relativa**

Este paso consiste en evaluar cada uno de los criterios ya descritos anteriormente y se les asigna una puntuación comparando los criterios entre ellos y de acuerdo a su importancia.

Para ello se utilizará la siguiente tabla de importancias:

**Tabla 31**

*Asignación de peso a cada criterio*

Calificación	Descripción
1	No importante
2	Menos importante
3	Igual de importante
4	Más importante
5	Mucho más importante

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

Recordando que los criterios tomados para la selección son los siguientes:

- Distancia
- Espacio
- Infraestructura
- Seguridad y ambiente
- Rubro

Con esto calculamos el porcentaje de importancia relativa para cada criterio.

**Tabla 32**

*Importancia relativa de cada criterio*

Criterios	Calificación	Total
-----------	--------------	-------

Distancia	5	24%
Espacio	4	19%
Infraestructura	4	19%
Seguridad y ambiente	3	14%
Rubro	5	24%
Total	21	100%

**Nota.** Elaboración propia, 2022

### 5.2.3. Asignación de escala común a cada factor

Una vez hallados los porcentajes de cada criterio se realiza la asignación de escala que es para evaluar de cada uno de los productos. A continuación, se detalla la valoración de cada criterio.

**Tabla 33**

*Escala común de cada factor*

Puntaje	Valoración
1	Regular
2	Bueno
3	Muy bueno

**Nota.** Elaboración propia, 2022

### 5.2.4. Calificación acorde a la escala designada

Teniendo asignados los porcentajes para cada uno de los criterios, a continuación, se muestra la calificación para la evaluación de cada uno de los centros de almacenamiento de combustibles líquidos evaluados, la cual se describe en el apartado de descripción de cada uno de los criterios. Se califica de acuerdo a la escala asignada y se multiplica por el peso.

**Tabla 34**

*Calificación de criterios*

Planta y Empresa	Criterios					Total
	Distancia	Espacio	Infraestructura	Seguridad y ambiente	Rubro	
	24%	19%	19%	14%	24%	
Senkata YPF B Logística S.A.	3	3	3	2	3	2.86
Palmasola YPF B Logística S.A.	2	2	3	3	2	2.33
Valle Hermoso YPF B Logística S.A.	3	3	2	3	3	2.81
San Pedro YPF B Logística S.A.	1	2	3	1	1	1.57
Potosí YPF B Logística S.A.	2	2	2	1	2	1.86
Qhora Qhora YPF B Logística S.A.	2	2	2	2	3	2.24
Tarija YPF B Logística S.A.	2	2	1	1	1	1.43

Trinidad YPFB Logística S.A.	1	2	2	2	1	1.52
Monteagudo YPFB Logística S.A.	1	2	3	1	2	1.81
Tupiza YPFB Logística S.A.	1	1	2	1	1	1.19
Uyuni YPFB Logística S.A.	1	2	1	1	1	1.19
Puerto Villarroel YPFB Logística S.A.	2	2	1	1	2	1.67
San Jose de Chiquitos YPFB Logística S.A.	2	3	3	3	2	2.52
Camiri YPFB Logística S.A.	1	2	1	1	3	1.67
Villamontes YPFB Logística S.A.	2	2	2	1	3	2.1
Riberalta YPFB Logística S.A.	1	1	1	1	2	1.24
Alcasa Santa Cruz Empresa Privada	1	1	2	1	1	1.19
Discar S.R.L. Empresa Privada	1	2	3	3	1	1.85
Free Port Terminal Company Empresa privada	1	2	2	1	1	1.38
Gravetal Bolivia S.A. Empresa Privada	3	2	1	1	3	2.15
Alcasa Yacuiba Empresa Privada	2	2	1	1	2	1.67
Cobija YPFB Gerencia Comercial	2	2	2	2	3	2.24
Gueyaramerin YPFB Gerencia Comercial	1	2	2	1	3	1.86
Puerto Suarez YPFB Gerencia Comercial	1	1	2	1	3	1.67
Pocitos YPFB Gerencia Comercial	1	1	2	1	2	1.43
Bermejo YPFB Gerencia Comercial	1	2	2	1	2	1.62
Villazon YPFB Gerencia Comercial	3	3	3	2	1	2.38


**Nota.** Elaboración propia, 2022.

### **5.2.5. Selección de centros de almacenamiento temporal**

YPFB CORPORACIÓN a través de su subsidiaria YPFB LOGÍSTICA cuenta con todos los criterios de evaluación para el almacenamiento de aceite comestible residual en los departamentos de La Paz y Cochabamba. En consecuencia, la localización seleccionada para los centros de almacenamiento temporal conforme a la calificación de criterios ponderados son las siguientes:

**Tabla 35**

Selección de centros de almacenamiento temporal

Planta	Empresa	Departamento	Ubicación
Valle Hermoso	YPFB Logística S.A.	Cochabamba	
Senkata	YPFB Logística S.A.	La Paz	

**Nota.** Elaboración propia en base a (ANH,2020), 2021.

### 5.2.6. Características del tanque de almacenamiento temporal

El tanque de almacenamiento temporal estará ubicado en las ciudades de La Paz y Cochabamba.

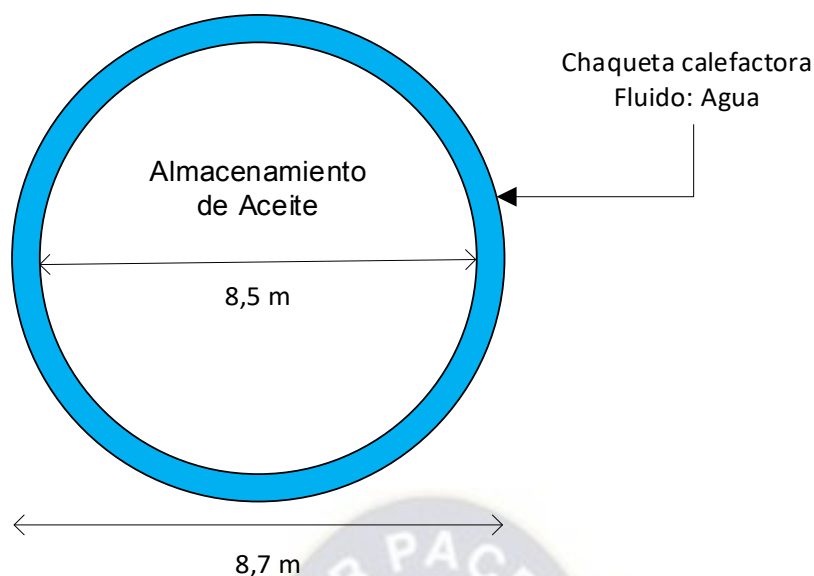
Los volúmenes aproximados mensuales de ACR que se pretende recolectar en la ciudad de La Paz es 929.712 litros y 39.816 en la ciudad de Cochabamba. En ese sentido, para el almacenamiento temporal en la ciudad de La Paz se contará con dos tanques de almacenamiento cada uno de capacidad de 500m<sup>3</sup> y en la ciudad de Cochabamba con un tanque de almacenamiento de 500m<sup>3</sup>.

Para los tanques de almacenamiento en la ciudad de La Paz, será necesario aumentar una chaqueta calefactora al diseño establecido en la tabla 22, debido a que las temperaturas de almacenamiento de la ciudad de La Paz varían ampliamente con respecto a las ciudades de Santa Cruz y Cochabamba. La chaqueta calefactora que se pretende añadir al diseño es como un cilindro externo en parte recta vertical del tanque de almacenamiento a 10 cm equidistante de todo el contorno del tanque de almacenamiento, por esta esta chaqueta calefactora pasará agua a 40°C lo que permitirá que el ACR se mantenga en estado líquido para el momento de trasvasarlo a la cisterna para su transporte hacia el centro de almacenamiento principal ubicado en la ciudad de Santa Cruz.

### Figura 25

*Vista superior de la chaqueta calefactora acoplada al diseño del tanque de almacenamiento*





**Nota.** Elaboración propia en base a (Singh, 2017) & (Stoecker, 2014), 2021.

### 5.3. Localización de eco-puntos

#### 5.3.1. Eco-puntos

A diferencia de los centros de almacenamiento estos albergaran volúmenes más bajos para su recolección en puntos de mayor generación de aceite comestible residual, relacionando mercados y zonas con alta densidad de establecimientos de expendio de alimentos.

#### 5.3.2 Método empleado para la localización

Para la localización de eco-puntos se desarrolló el método de Dijkstra o también llamado algoritmo de caminos mínimos, “es un algoritmo para la determinación del camino más corto, dado un vértice origen, hacia el resto de los vértices en un grafo que tiene pesos en cada arista”. La idea subyacente en este algoritmo consiste en ir explorando todos los caminos más cortos que parten del vértice origen y que llevan a todos los demás vértices; cuando se obtiene el camino más corto desde el vértice origen hasta el resto de los vértices que componen el grafo, el algoritmo se detiene al llegar objetivo.

Para la evaluación y marcado de las rutas mínimas de acopio, se consideró como puntos de acopio optativos los principales mercados de las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, dado que las mismas son centros económicos potenciales y generan gran actividad comercial gastronómica en los lugares con mayor densidad de establecimientos de expendio de alimentos. Así mismo, es importante mencionar que los mercados están a cargo de las Alcaldías y entre sus competencias esta realizar la gestión de residuos líquidos y sólidos contaminantes para el medio ambiente. Por tanto, es competencia de la Alcaldía realizar un plan de para la disposición final adecuada del aceite comestible residual proveniente de la cocción de alimentos en especial en sitios donde la generación de este residuo sea frecuente.

### 5.3.3. Eco- puntos a evaluar

Para la creación de esta base de datos, se trabajó en coordinación con la información de las Alcaldías de las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.

**Tabla 36**

*Mercados de La Paz*

Nro	Mercados	Dirección
1	Mercado Sánchez Lima	BELLO HORIZONTE, Dirección: C. Canónigo Ayllón
2	Mercado 4 de Abril	PASANKERI, Dirección: Av. Marcelo Quiroga Santa Cruz, entre C. 14 de Junio y C. Héroes del Chaco
3	Mercado Kilómetro 7	PASANKERI, Dirección: Av. Quiroga Santa Cruz Esq. C. 6 de Agosto
4	Mercado Bolívar	TEMBLADERANI, Dirección: Av. Jaime Freyre Esq. C. Alberto Ostria
5	Mercado Stronguest	COTAHUMA, Dirección: Av. Víctor Agustín Ugarte
6	Mercado Raúl Salmón	BAJO LLOJETA, Dirección: Av. Mario Mercado Vaca Guzmán Esq. C. 5-Quiswaras
7	Mercado Popular Pura Pura	PURA PURA, Dirección: C. Daniel Salamanca
8	Mercado 21 de enero	CIUDADELA FERROVIARIA, Dirección: C. 3
9	Mercado Haití	MIRAFLORES, Dirección: C. Haití Esq. C. Trinidad Tobago
10	Mercado Miraflores	MIRAFLORES, Dirección: C. Díaz Romero
11	Mercado San José de Mallasilla	MALLASILLA, Dirección: Av. Altamirano
12	Mercado La Portada	LA PORTADA, Dirección: C. Justo Germán Esq. C. Yapacani
13	Mercado Santiago de Munaypata	MUNAYPATA, Dirección: Av. Desaguadero Esq. C. Río Calvario
14	Mercado San José de Munaypata	MUNAYPATA, Dirección: C. Cristo Vencedor Esq. C. San José
15	Mercado El Carmen	EL TEJAR, Dirección: Av. Entre Ríos Esq. C. Damas de Cotagaita
16	Mercado El Tejar	EL TEJAR, Dirección: C. José María Asín Esq. Av. Kollasuyo
17	Mercado Las Nieves	EL TEJAR, Dirección: Av. Utapulpera Esq. C. Echazu
18	Mercado Villa Victoria	VILLA VICTORIA, Dirección: C. Virrey Toledo
19	Mercado Alto Mariscal Santa Cruz	MARISCAL SANTA CRUZ, Dirección: Av. Entre Ríos
20	Mercado Bajo Mariscal Santa Cruz	MARISCAL SANTA CRUZ, Dirección: Av. Alcides Arguedas Esq. C. Yacuma
21	Mercado Las Flores	CALLAMPAYA, Dirección: Av. Bautista Esq. C. Baltazar Alquiza

22	Mercado Vicente Ochoa	GRAN PODER, Dirección: Av. Buenos Aires Esq. C. Vicente Ochoa
23	Mercado Uruguay	14 DE SEPTIEMBRE, Dirección: Av. Max Paredes Esq. C. Graneros
24	Mercado Calatayud	14 DE SEPTIEMBRE, Dirección: C. Calatayud Esq. Av. Baptista
25	Mercado Los Andes	LOS ANDES, Dirección: C. Manuel Cosio Esq. Av. Los Andes
26	Mercado Francisco Cernadas	MIRAFLORES ALTO, Dirección: C. Benigno Loza Esq. C. Juan de la Cruz Monje
27	Mercado Modelo Yungas	CENTRAL, Dirección: C. Yungas Esq. C. Uchumayo
28	Mercado Lanza	SAN SEBASTIAN, Dirección: Pza. Pérez Velasco, entre C. Evaristo Valle y C. Figueroa
29	Mercado Camacho	SANTA BARBARA, Dirección: Av. Simón Bolívar Esq. C. Bueno
30	Mercado Concepción Kupini	KUPINI, Dirección: Av. Armando Escobar Uría
31	Mercado German Jordán	VILLA ARMONÍA, Dirección: C. Héroes del Chaco Esq. Av. Costanera
32	Mercado 8 de septiembre	CUARTO CENTENARIO, Dirección: Av. Costanera
33	Mercado San Isidro	SAN ISIDRO, Dirección: C. Nieves Linares Esq. C. Boris Banzer
34	Mercado El Carmen Sopocachi	SOPOCACHI, Dirección: C. Presbitero Medina
35	Mercado Sopocachi	SOPOCACHI, Dirección: C. Fernando Guachalla
36	Mercado Félix Hinojosa	VILLA NUEVO POTOSÍ, Dirección: Av. Buenos Aires Esq. C. Alcoreza
37	Mercado San Cristóbal	TACAGUA, Dirección: C. Manuel Jofre Esq. Av. Feliciano Kantuta
38	Mercado Belén	BELÉN, Dirección: C. Rodríguez y Zoilo Flores Pedro
39	Mercado Rodríguez	BELÉN, Dirección: C. Pedro Rodríguez Esq. C. Maximiliano Paredes
40	Mercado 16 de julio	OBRAJES, Dirección: Av. Héctor Ormachea Zalles Esq. C. Carlos Sánchez Lopera
41	Mercado San Antonio	OBRAJES, Dirección: Av. 14 de Septiembre entre C. 11 - Mía Duberty Linndeman y C. 12 - Jaime Otero Calderón
42	Mercado Corazón de Jesús	ALTO OBRAJES, Dirección: Av. Max Portugal Zamora
43	Mercado Alto Seguencoma	ALTO SEGUENCOMA, Dirección: Av. del Policía, entre C. 3-B y C. 3-C
44	Mercado La Merced	COTA COTA, Dirección: C. 34 de Cota Cota
45	Mercado Chasquipampa	CHASQUIPAMPA, Dirección: Av. Defensores del Chaco Esq. C. Tte. Gilberto Zilveti Antelo



46	Mercado Teófilo Miranda	SAN ANTONIO, Dirección: Av. 31 de Octubre
47	Mercado Modelo San Antonio	SAN ANTONIO, Dirección: Av. Josefa Mujía
48	Mercado Villa Fátima	VILLA FÁTIMA, Dirección: Av. Tejada Sorzano Esq. C. Miguel Aparicio
49	Mercado Las Delicias	LAS DELICIAS, Dirección: Av. Las Delicias Esq. C. San Buenaventura
50	Mercado Kollasuyo	VILLA COPACABANA, Dirección: Av. Tito Yupanqui
51	Mercado Calama	NORTE, Dirección: C. Calama Esq. C. Batallón Victoria
52	Mercado Bolívar Central	NORTE, Dirección: C. Bolívar Esq. C. Catacora
53	Mercado Virgen de las Nieves (Achachicala)	ACHACHICALA, Dirección: Av. Alfonso Ramos Gavilán Esq. C. Antonio de la Calancha
54	Mercado Antofagasta	CHALLAPAMPA, Dirección: Av. Chacaltaya Esq. C. Beni
55	Mercado Maracaná	VILLA DE LA CRUZ, Dirección: Av. Juan José Torrez
56	Mercado Manuel Hoyos	VILLA DE LA CRUZ, Dirección: Av. Juan José Torres
57	Mercado Modelo Achumani	ACHUMANI, Dirección: Av. Manuel Víctor García Lanza Esq. C. 16
58	Mercado Modelo Irpavi	IRPAVI, Dirección: Av. Segundo Altamirano Esq. C. 6-Julio de la Vega Iturri

**Nota.** Elaboración propia, 2021.

**Tabla 37**

*Mercados de Cochabamba*

<b>Nro</b>	<b>Mercado</b>	<b>Dirección</b>
1	Mercadito 25 de Mayo	Jordan & San Martín Cochabamba
2	Mercado 10 de Febrero	Calle Paul Gauguin y Av. Simón López
3	Mercado 27 de Mayo	Jordan Cochabamba
4	Mercado Arocagua	Av. Parque de las Memorias Arocagua
5	Mercado Bartolina Sisa	GQJV+Q62, Cochabamba
6	Mercado Calatayud	C. Lanza Cochabamba
7	Mercado Campesino	Baltazar Alquiza Cochabamba
8	Mercado Campesino de Tiquipaya	Centro comercial, MQ7P+H7Q Tiquipaya
9	Mercado Central de Colcapirhua	Av. Calle Blanco Galindo Colcapirhua
10	Mercado Central de Quillacollo	Pasaje ROCHA S/N (Calle 14 de Septiembre; entre Soruco y General Camacho) 14 de Septiembre S/N Quillacollo
11	Mercado Central de Sacaba	Sucre Sacaba
12	Mercado Central de Tiquipaya	Tiquipaya

13	Mercado Central de Vinto	Av. Simon I. Patiño,
14	Mercado Central Quintanilla	Av. Maximiliano Kolbe, Cochabamba
15	Mercado Central San Antonio	JW4R+WFP, Sacaba
16	Mercado Central Sipe Sipe	GJWV+F5X, Sipesipe
17	Mercado Coraca	Grover Suarez, Cochabamba
18	Mercado Cruce Taquiña	Mercado Cochabamba
19	Mercado de Frutas	R.Dominicana, Cochabamba
20	Mercado de Granos	JP28+C9P, Quillacollo
21	Mercado de Papas	HPX8+82M, Quillacollo
22	Mercado de Sacaba	Independencia, Sacaba
23	Mercado de Trojes	MQ3W+JHP, Cercado
24	Mercado El Progreso	Calle Enrico Fermi Km. 3
25	Mercado Fidel Aranibar	HRWW+RFV, Cochabamba
26	Mercado Gerónimo de Osorio	Jordan Cochabamba
27	Mercado Juan XXIII	Carr. Oruro – Cochabamba Sipesipe
28	Mercado La Pampa	Mercado la pampa, Cochabamba
29	Mercado Martín Cárdenas	HPV8+HRX, Quillacollo
30	Mercado Modelo del Norte	JRXG+6Q9, Cochabamba
31	Mercado Papa Paulo	JV82+FV8, Cochabamba
32	Mercado San Antonio	HRWV+RVW, Tarata
33	Mercado Santa Barbara	C. Chapare, Cochabamba
34	Mercado Seccional Cala Cala	Av. América entre Calle Tarija, Av. Libertador Simón Bolívar y Cochabamba
35	Mercado Tercera Villa	Jaihuyco
36	Mercado Triángulo	HRVV+GCV, Cochabamba
37	Mercado Villa Ingavi	Av. Peru, Cochabamba
38	Mercado Wayra K'asa	Mercado, Cochabamba

**Nota.** Elaboración propia, 2021.

**Tabla 38**

*Mercados de Santa Cruz*

Nro	Mercado	Dirección
1	Mercado 4 de noviembre	Av.Hernando Sanabria 1581, Santa Cruz de la Sierra

2	Mercado Mutualista	Tercer Anillo Externo, Santa Cruz de la Sierra
3	Mercado Lazareto	Cañada Larga entre, Fernando Paticu y, Santa Cruz de la Sierra
4	Mercado Estación Argentina	6R2X+224, Santa Cruz de la Sierra
5	Mercado Santa Rosa	Av. Roque Aguilera, Santa Cruz de la Sierra
6	Mercado Ramada	Calle Terebinto esq. Calle Amboró, Santa Cruz de la Sierra
7	Nuevo los pozos	Santa Cruz de la Sierra
8	Mercado Los Tusequis	Ave El Carmen, Santa Cruz de la Sierra
9	Mercado Tito Solari	7V5V+82Q Santa Cruz de la Sierra
10	Mercado 1 de marzo	Av. Virgen de Luján Santa Cruz de la Sierra
11	Mercado Dorado Norte	Santa Cruz de la Sierra
12	Mercado 26 de septiembre	7VHW+28V Santa Cruz de la Sierra
13	Mercado San Juan	Av. Cumavi Santa Cruz de la Sierra
14	Mercado Noel Kempff	Santa Cruz de la Sierra
15	Mercado Internacional	6V3V+GJV Santa Cruz de la Sierra
16	Mercado Modelo Plan 3000	5VH3+46 Santa Cruz de la Sierra
17	Mercado Urkupiña	Urkupiña, Santa Cruz de la Sierra
18	Mercado Copacabana	C. 6, Santa Cruz de la Sierra
19	Mercado Bicentenario	villa 1ero de mayo Santa Cruz de la Sierra
20	Mercado Piraicito	5V5R+379 Santa Cruz de la Sierra
21	Las americas paraiso	4RV2+W74 Santa Cruz de la Sierra
22	Mercado Primavera	Santa Cruz de la Sierra
23	Mercado 26 de Abril	Tamarindo Seco Santa Cruz de la Sierra
24	Mercado Nueva la Ramada	Av. Moscú Santa Cruz de la Sierra
25	Mercado 6 de agosto La Cuchilla	Av. Moscú, Santa Cruz de la Sierra
26	Mercado San Antonio	000, Santa Cruz de la Sierra
27	Mercado 7 Calles	Urbanización privada, Isabel La Católica, Santa Cruz de la Sierra
28	Mercado el triunfo	El Palmar Santa Cruz de la Sierra
29	Mercado Santa Cruz Sur	Nuevo Palmar Santa Cruz de la Sierra
30	Mercado La Cuchilla	Av. Moscú, Santa Cruz de la Sierra
31	Mercado Turure	Av. Irala # 565 entre Av. Ejercito Nacional y, Av. Velarde, Santa Cruz de la Sierra

**Fuente.** Elaboración propia, 2021.

#### **5.3.4. Diagrama de densidades por mercados**

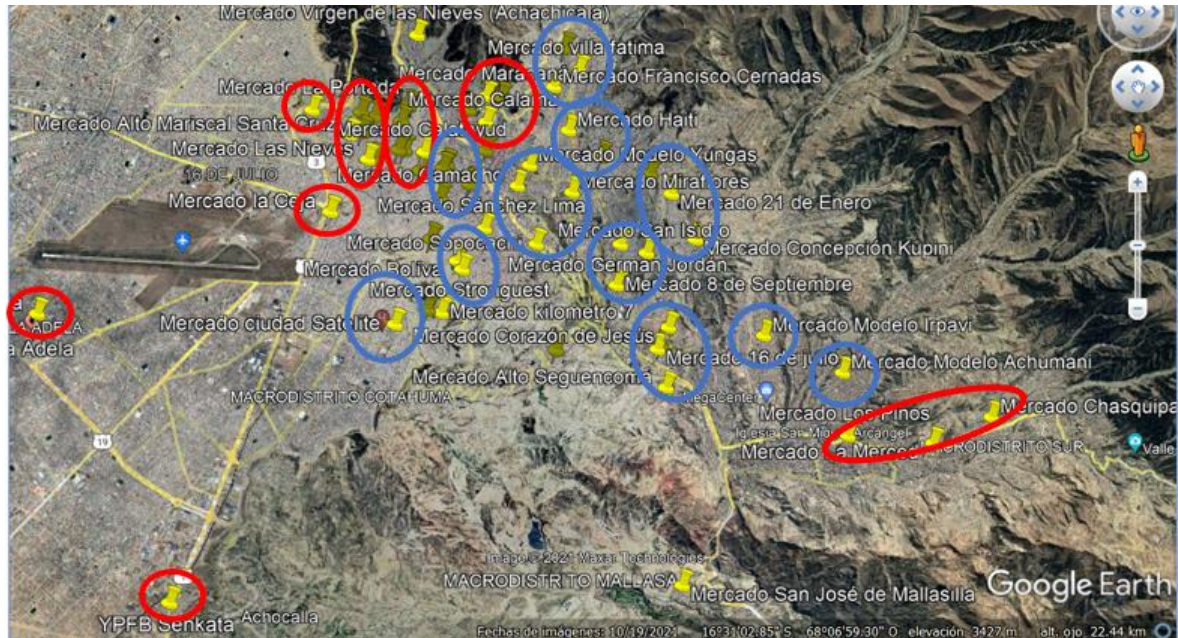
Para el análisis y definición de la ruta se realizó la identificación de las direcciones de cada uno de los mercados, para ver su densidad en el mapa. Se utilizo los colores Azul, para



identificar lugares con mayor cantidad de establecimientos de expendio de alimentos (movimiento gastronómico) y rojo, lugares con mayor informalidad comercial.

**Figura 26**

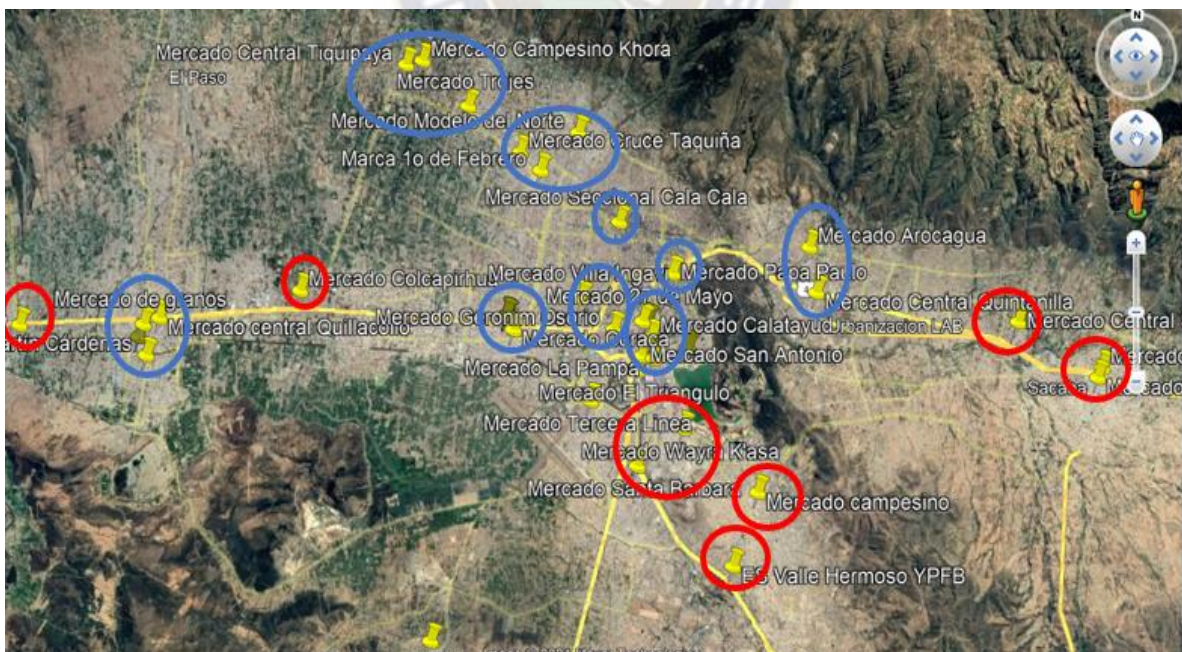
*Densidad de mercados La Paz*



**Nota.** Elaboración propia extraído de Google Earth, 2021.

**Figura 27**

*Densidad de mercados Cochabamba*

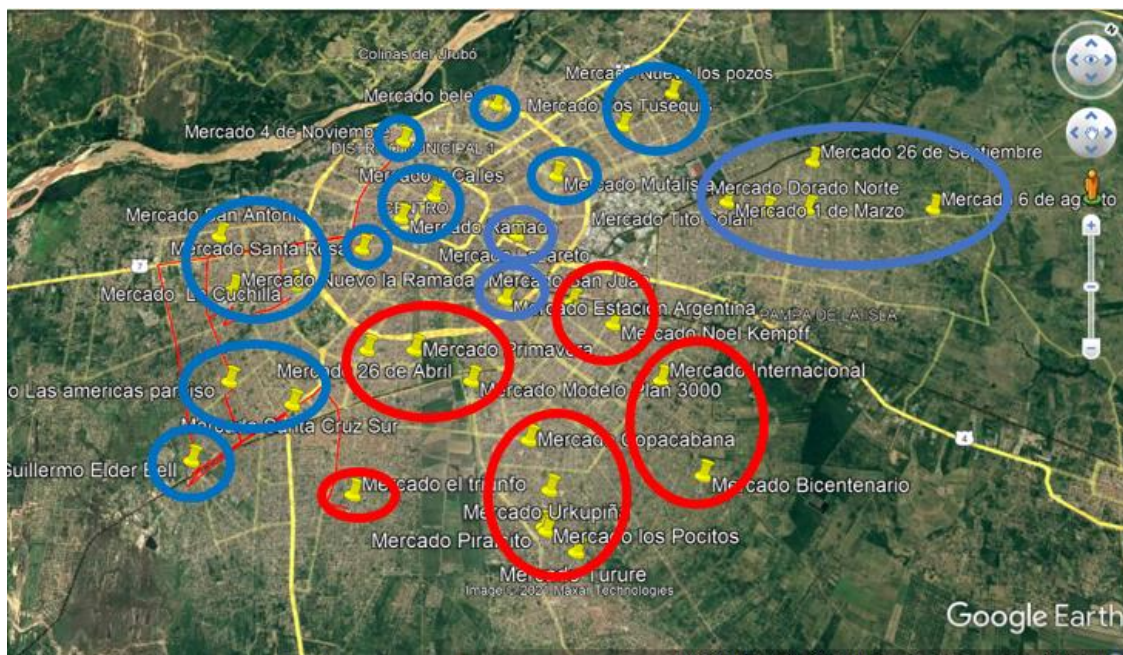


**Nota.** Elaboración propia extraído de Google Earth, 2021.

**Figura 28**

*Densidad de mercados Santa Cruz*





**Nota.** Elaboración propia extraído de Google Earth, 2021.

### 5.3.5. Método de ruteo – Algoritmo de Dijkstra

Para la identificación de la ruta más óptima, se iterará cada ruta en relación al mercado más cercano, para lo cual se identificaron los nodos de salida y regreso de nuestro recorrido entre eco-puntos.

Cada nodo representa un mercado donde se ubicará los tanques de acopio “eco-puntos”, los mismos tienen prioridad en lugares de gran movimiento económico. Dado que en esos lugares existe mayor cantidad de establecimientos de expendio de alimentos. Por otra parte, se retiró, los mercados muy pequeños y alejados de la ciudad. Obteniendo los siguientes grafos.

**Tabla 39**

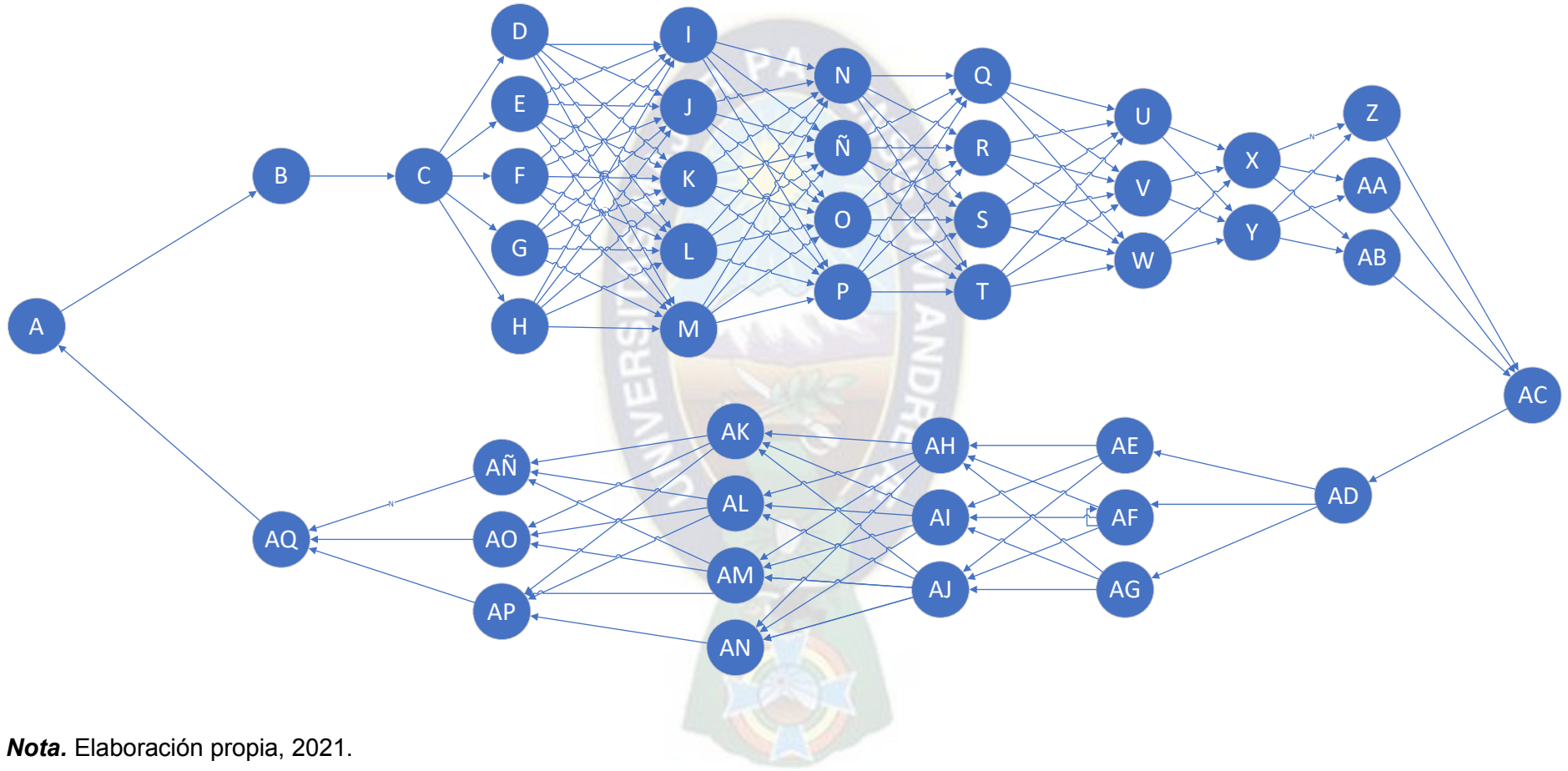
*Nodos en función a los mercados de la ciudad de La Paz*

Nodo	Mercado
A	Planta Senkata YPFB
B	Mercado Villa Adela
C	Mercado la Ceja
D	Mercado San Jose de Munaypata
E	Mercado Santiago de Munaypata
F	Mercado Alto Mariscal Santa Cruz
G	Mercado Bajo Mariscal Santa Cruz
H	Mercado Villa Victoria
I	Mercado El Carmen
J	Mercado el Tejar
K	Mercado Calatayud
L	Mercado Los Andes
M	Mercado Uruguay
N	Mercado Lanza
Ñ	Mercado Rodriguez

O	Mercado Camacho
P	Mercado Yungas
Q	Mercado Calama
R	Mercado Antofagasta
S	Mercado Maracana
T	Mercado Manual Hoyos
U	Mercado Francisco Cernadas
V	Mercado Villa Fatima
W	Mercado Las Delicias
X	Mercado Haiti
Y	Mercado Kollasuyo
Z	Mercado Modelo San Antonio
AA	Mercado 21 de enero
AB	Mercado Concepción Kupini
AC	Mercado Irpavi
AD	Mercado Achumani
AE	Mercado Los Pinos
AF	Mercado La Merced
AG	Mercado Chasquipampa
AH	Mercado Alto Seguencoma
AI	Mercado 16 de Julio
AJ	Mercado San Antonio
AK	Mercado 8 de septiembre
AL	Mercado German Jordan
AM	Mercado Miraflores
AN	Mercado Sopocachi
AÑ	Mercado Sanchez Lima
AO	Mercado Bolivia
AP	Mercado The Stongest
AQ	Mercado Ciudad Satelite

**Nota.** Elaboración propia, 2021.

**Figura 29**  
*Diagrama de grafos La Paz*



**Nota.** Elaboración propia, 2021.

**Tabla 40***Nodos en función a los mercados de la ciudad de Cochabamba*

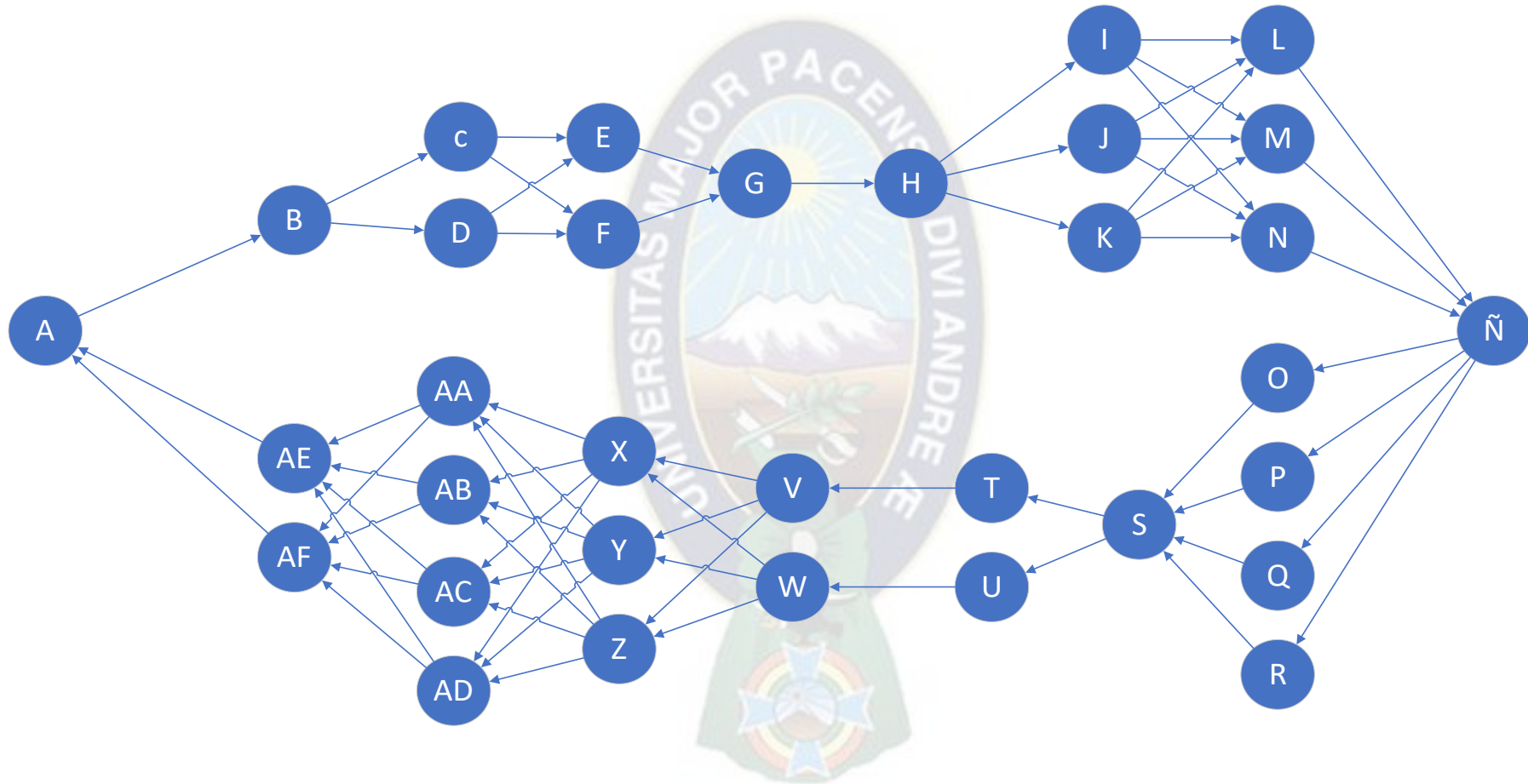
<b>Nodo</b>	<b>Mercado</b>
A	Refineria Valle Hermoso YPFB
B	Mercado Campesino
C	Mercado Coraca
D	Mercado El Progreso
E	Mercado Villa Ingavi
F	Mercado Geronimo Osorio
G	Mercado 27 de Mayo
H	Mercado Calatayud
I	Mercado San Antonio
J	Mercado La Pampa
K	Mercado El triangulo
L	Mercado Central Sacaba
M	Mercado Sacaba
N	Mercado Central San Antonio
Ñ	Mercado Central Quintanilla
O	Mercado Arocagua
P	Mercado Seccional Cala Cala
Q	Mercado Modelo del Norte
R	Mercado 10 de Febrero
S	Mercado Cruce Taquiña
T	Mercado Trojes
U	Mercado Campesino Khora
V	Mercado Tiquipaya
W	Mercado Colcapirhua
X	Mercado Central Vinto
Y	Mercado de granos
Z	Mercado de papas
AA	Mercado Central de Quillacollo
AB	Mercado Tercera Linea
AC	Mercado Santa Barbara
AD	Mercado Wayra Khasa

**Nota.** Elaboración propia, 2021.



Figura 30

Diagrama de grafos Cochabamba



**Nota.** Elaboración propia, 2021.

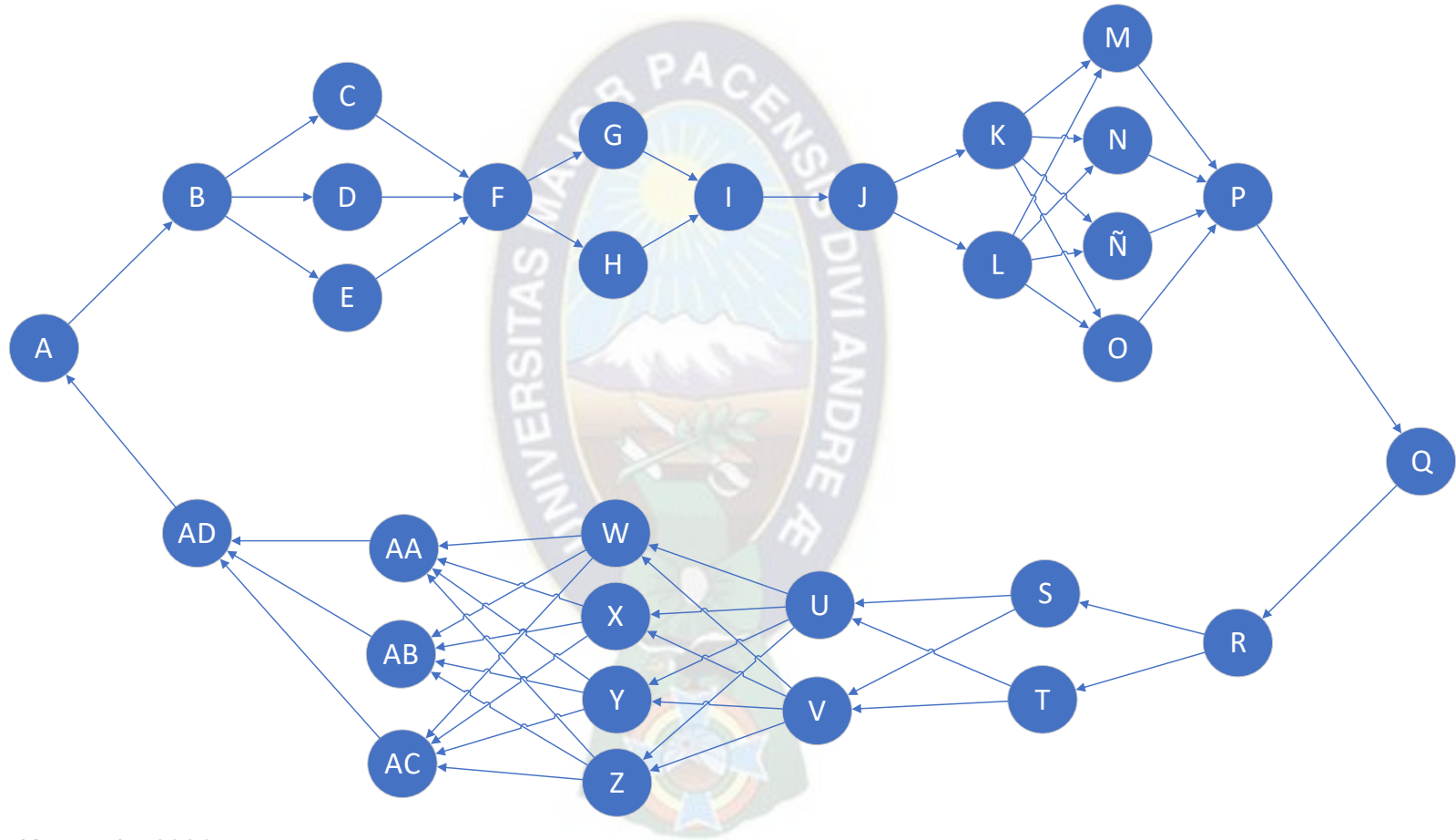
**Tabla 41***Nodos en función a los mercados de la ciudad de Santa Cruz*

Nodo	Mercado
A	Refinería Guillermo Elder Bell
B	Mercado Las Américas Paraíso
C	Mercado Nuevo La Ramada
D	Mercado San Antonio
E	Mercado La Cuchilla
F	Mercado Santa Rosa
G	Mercado La Ramada
H	Mercado 7 calles
I	Mercado 4 de Noviembre
J	Mercado Belén
K	Mercado Mutualista
L	Mercado Los Tusequis
M	Mercado Nuevo Los Pozos
N	Mercado Tito Solari
Ñ	Mercado Dorado Norte
O	Mercado 26 de Septiembre
P	Mercado 6 de Agosto
Q	Mercado La Ramada
R	Mercado Lazareto
S	Mercado Estación Argentina
T	Mercado Noel Kempt
U	Mercado Internacional
V	Mercado Bicentenario
W	Mercado Copacabana
X	Mercado Urkupiña
Y	Mercado Piraicito
Z	Mercado Los Pocitos
AA	Mercado Modelo Plan 3000
AB	Mercado Primavera
AC	Mercado 26 de Abril
AD	Mercado Santa Cruz Sur

**Nota.** Elaboración propia, 2021.

**Figura 31**

*Diagrama de grafos Santa Cruz*



**Nota.** Elaboración propia, 2021.

### 5.3.6. Modelo de programación lineal

Se llevo a cabo la formulación de un modelo de red con el algoritmo Dijkstra, el modelo de programación lineal tiene por objeto la selección de la ruta de distancias mínima para nuestro ruteo, posteriormente se analizan las etiquetas que se presentan en los arcos de la red, para así poder determinar la función objetivo del problema.

Para este modelo se formularon las variables de decisión denominadas  $X_{ij}$ , que son variables binarias y determinan la activación del arco que conecta el nodo  $i$  con  $j$ .

#### 5.3.6.1. Función Objetivo y Restricciones

- La Paz – Función Objetivo

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & 6.02 X_{ab} + 6.27 X_{bc} + 3.95 X_{cd} + 3.21 X_{cd} + 4.38 X_{ce} + 4.24 X_{cg} + 5.29 X_{ch} + 1.25 X_{di} + \\ & 1.63 X_{dj} + 2.1 X_{dk} + 2.16 X_{dl} + 2.59 X_{dm} + 0.78 X_{ei} + 1.22 X_{ej} + 1.7 X_{ek} + 1.72 X_{el} + 2.16 X_{em} \\ & + 1.02 X_{fi} + 1.38 X_{fj} + 1.9 X_{fk} + 1.89 X_{fl} + 2.3 X_{fm} + 0.52 X_{gi} + 0.99 X_{gj} + 1.46 X_{gk} + 1.51 X_{gl} + \\ & 1.96 X_{gm} + 1.07 X_{hi} + 0.53 X_{hj} + 0.94 X_{hk} + 1.44 X_{hl} + 1.42 X_{hm} + 2.97 X_{in} + 2.29 X_{iñ} + 3.89 \\ & X_{io} + 4.26 X_{ip} + 2.22 X_{jn} + 1.51 X_{jñ} + 3.15 X_{jo} + 3.54 X_{jp} + 1.7 X_{kn} + 1.06 X_{kñ} + 2.72 X_{ko} + 3.12 X_{kp} \\ & + 1.89 X_{ln} + 1.29 X_{lñ} + 2.86 X_{lo} + 3.27 X_{lp} + 1.38 X_{mn} + 0.61 X_{mñ} + 1.75 X_{mo} + 2.09 X_{mp} + \\ & 0.59 X_{nq} + 0.96 X_{nr} + 2.8 X_{ns} + 3.7 X_{nt} + 1.52 X_{ñq} + 1.87 X_{ñr} + 3.65 X_{ñs} + 4.26 X_{ñt} + 1.84 X_{oq} \\ & + 2.23 X_{or} + 3.86 X_{os} + 3.28 X_{ot} + 1.31 X_{pq} + 1.62 X_{pr} + 2.39 X_{ps} + 2.56 X_{pt} + 2.84 X_{qu} + 3.26 \\ & X_{qv} + 3.77 X_{qw} + 3.19 X_{ru} + 3.61 X_{rv} + 4.12 X_{rw} + 2.11 X_{su} + 3.08 X_{sv} + 3.09 X_{sw} + 1.48 X_{tu} \\ & + 2.55 X_{tv} + 2.53 X_{tw} + 1.19 X_{ux} + 2.55 X_{uy} + 1.4 X_{vx} + 1.67 X_{v} + 1.86 X_{wx} + 2.63 X_{wy} + 2.98 \\ & X_{xz} + 3.6 X_{xaa} + 5.3 X_{xab} + 1.52 X_{yz} + 2.23 X_{yaa} + 3.86 X_{yab} + 6.8 X_{zac} + 6.06 X_{aaac} + 4.33 \\ & X_{abac} + 3.54 X_{acad} + 1.48 X_{ad} + 3.02 X_{adaf} + 4.51 X_{adag} + 4.59 X_{aeah} + 4.59 X_{aeai} + 4.61 \\ & X_{aeaj} + 6.14 X_{afah} + 6.06 X_{afai} + 4.58 X_{afaj} + 7.67 X_{agah} + 7.67 X_{agai} + 7.55 X_{agaj} + 4.38 \\ & X_{ahak} + 4.63 X_{ahal} + 5.17 X_{aham} + 5.03 X_{ahan} + 2.78 X_{aiak} + 2.92 X_{aial} + 3.77 X_{aiam} + 3.51 \\ & X_{aian} + 2.51 X_{ajak} + 2.68 X_{ajal} + 3.78 X_{ajam} + 3.54 X_{ajam} + 5.15 X_{akañ} + 5.99 X_{akao} + 6.02 \\ & X_{akap} + 3.76 X_{alañ} + 4.58 X_{alao} + 4.79 X_{alap} + 2.67 X_{amañ} + 3.37 X_{amao} + 3.62 X_{amap} + 1.94 \\ & X_{anañ} + 2.69 X_{anao} + 2.85 X_{anap} + 3.97 X_{añaq} + 3.52 X_{aoaq} + 3.77 X_{apaq} \end{aligned}$$

- La Paz – Restricciones

$$X_{ab} = 1$$

$$X_{ab} = X_{ac}$$

$$X_{bc} = X_{ce} + X_{cf} + X_{cg} + X_{ch} + X_{ci}$$

$$X_{ce} + X_{cf} + X_{cg} + X_{ch} + X_{ci} = X_{ej} + X_{ek} + X_{el} + X_{em} + X_{en} + X_{fj} + X_{fk} + X_{fl} + X_{fm} + X_{fn} + X_{gj} + X_{gk} + X_{gl} + X_{gm} + X_{gn} + X_{hj} + X_{hk} + X_{hl} + X_{hm} + X_{hn} + X_{ij} + X_{ik} + X_{il} + X_{im} + X_{in}$$

$$X_{ej} + X_{ek} + X_{el} + X_{em} + X_{en} + X_{fj} + X_{fk} + X_{fl} + X_{fm} + X_{fn} + X_{gj} + X_{gk} + X_{gl} + X_{gm} + X_{gn} + X_{hj} + X_{hk} + X_{hl} + X_{hm} + X_{hn} + X_{ij} + X_{ik} + X_{il} + X_{im} + X_{in} = X_{jñ} + X_{jo} + X_{jp} + X_{jq} + X_{kñ} + X_{ko} + X_{kp} + X_{kq} + X_{lñ} + X_{lo} + X_{lp} + X_{lq} + X_{mñ} + X_{mo} + X_{mp} + X_{mq} + X_{nñ} + X_{no} + X_{np} + X_{nq} = X_{ñr} + X_{ñs} + X_{ñt} + X_{ñu} + X_{or} + X_{os} + X_{ot} + X_{ou} + X_{pr} + X_{ps} + X_{pt} + X_{pu} + X_{qr} + X_{qs} + X_{qt} + X_{qu}$$

$$X_{jñ} + X_{jo} + X_{jp} + X_{jq} + X_{kñ} + X_{ko} + X_{kp} + X_{kq} + X_{lñ} + X_{lo} + X_{lp} + X_{lq} + X_{mñ} + X_{mo} + X_{mp} + X_{mq} + X_{nñ} + X_{no} + X_{np} + X_{nq} = X_{ñr} + X_{ñs} + X_{ñt} + X_{ñu} + X_{or} + X_{os} + X_{ot} + X_{ou} + X_{pr} + X_{ps} + X_{pt} + X_{pu} + X_{qr} + X_{qs} + X_{qt} + X_{qu}$$

$$X_{ñr} + X_{ñs} + X_{ñt} + X_{ñu} + X_{or} + X_{os} + X_{ot} + X_{ou} + X_{pr} + X_{ps} + X_{pt} + X_{pu} + X_{qr} + X_{qs} + X_{qt} + X_{qu} = X_{rw} + X_{rx} + X_{ry} + X_{sw} + X_{sx} + X_{sy} + X_{tw} + X_{tx} + X_{ty} + X_{uw} + X_{ux} + X_{uy}$$

$$X_{rw} + X_{rx} + X_{ry} + X_{sw} + X_{sx} + X_{sy} + X_{tw} + X_{tx} + X_{ty} + X_{uw} + X_{ux} + X_{uy} = X_{wz} + X_{waa} + X_{xz} + X_{xaa} + X_{yz} + X_{yaa} = X_{zab} + X_{zac} + X_{zad} + X_{aaab} + X_{aaac} + X_{aaad}$$

$$X_{zab} + X_{zac} + X_{zad} + X_{aaab} + X_{aaac} + X_{aaad} = X_{abae} + X_{acae} + X_{adae}$$

$$X_{abae} + X_{acae} + X_{adae} = X_{aeaf}$$

$$Xaeaf = Xafag + Xafah + Xafai$$

$$Xafag + Xafah + Xafai = Xagaj + Xagak + Xagal + Xahaj + Xahak + Xahal + Xaiaj + Xaiak + Xaial$$

$$Xagaj + Xagak + Xagal + Xahaj + Xahak + Xahal + Xaiaj + Xaiak + Xaial = Xajam + Xajan + Xajañ$$

$$+ Xajao + Xakam + Xakan + Xakañ + Xakao + Xalam + Xalan + Xalañ + Xalao$$

$$Xajam + Xajan + Xajañ + Xajao + Xakam + Xakan + Xakañ + Xakao + Xalam + Xalan + Xalañ + Xalao = Xamap + Xamaq + Xamar + Xanap + Xanaq + Xanar + Xañap + Xañaq + Xañar + Xaoap$$

$$+ Xaoaq + Xaoar$$

$$Xamap + Xamaq + Xamar + Xanap + Xanaq + Xanar + Xañap + Xañaq + Xañar + Xaoap + Xaoaq + Xaoar = Xapas + Xaqas + Xaras$$

$$Xapas + Xaqas + Xaras = -1$$

$$X(ij) = \{1,0\}$$

- Cochabamba – Función Objetivo

$$\text{Min } z = 3.12 Xab + 9.19 Xbc + 9.72 Xbd + 2.67 Xce + 3.05 Xcf + 2.76 Xde + 3.48 Xdf + 0.82 Xeg$$

$$+ 2.37 Xfg + 0.54 Xgh + 0.61 Xhi + 0.64 Xhj + 1.31 Xhk + 15.08 Xil + 16.21 Xim + 16.65 Xjl +$$

$$16.89 Xjm + 16.77 Xkl + 17.21 Xkm + 3.07 Xln + 3.42 Xmn + 6.06 Xnñ + 7.13 Xno + 6.59 Xñp +$$

$$6.17 Xop + 3.4 Xpq + 2.78 Xpr + 4.06 Xps + 4.26 Xqt + 4.45 Xqu + 6.08 Xqv + 2.69 Xrt + 4.75$$

$$Xru + 5.22 Xrv + 2.08 Xst + 4.13 Xsu + 4.67 Xsv + 8.58 Xtw + 7.66 Xuw + 7.05 Xvw + 8.1 Xwx$$

$$+ 5.03 Xxy + 3.77 Xxz + 3.36 Xxaa + 13.31 Xyab + 15.97 Xyac + 15.75 Xyad + 13.82 Xzab +$$

$$16.25 Xzac + 16.48 Xzad + 13.55 Xaaab + 16.22 Xaaac + 15.9 Xaaad + 6.79 Xaba + 3.84 Xaca$$

$$+ 5.48 Xada$$

- Cochabamba - Restricciones

$$Xab = 1$$

$$Xab = Xbc + Xbd$$

$$Xbc + Xbd = Xce + Xcf + Xde + Xdf$$

$$Xce + Xcf + Xde + Xdf = Xeg + Xef$$

$$Xeg + Xef = Xgh$$

$$Xgh = Xhi + Xhj + Xhk$$

$$Xhi + Xhj + Xhk = Xil + Xim + Xjl + Xjm + Xkl + Xkm$$

$$Xil + Xim + Xjl + Xjm + Xkl + Xkm = Xln + Xmn$$

$$Xln + Xmn = Xnñ + Xno$$

$$Xnñ + Xno = Xñp + Xop$$

$$Xñp + Xop = Xpq + Xpr + Xps$$

$$Xpq + Xpr + Xps = Xqt + Xqu + Xqv + Xrt + Xru + Xrv + Xst + Xsu + Xsv$$

$$Xqt + Xqu + Xqv + Xrt + Xru + Xrv + Xst + Xsu + Xsv = Xtw + Xuw + Xvw$$

$$Xtw + Xuw + Xvw = Xwx$$

$$Xwx = Xxy + Xxz + Xxaa$$

$$Xxy + Xxz + Xxaa = Xyab + Xyac + Xyad + Xzab + Xzac + Xzad$$

$$Xyab + Xyac + Xyad + Xzab + Xzac + Xzad = -1$$

$$X(ij) = \{1,0\}$$

- Santa Cruz – Función Objetivo

$$\text{Min } z: 2.94 Xab + 4.64 Xbc + 3.13 Xbd + 3.78 Xbe + 5.17 Xcf + 5.88 Xdf + 3.17 Xef + 2.52 Xfg +$$

$$3.67 Xfh + 3.22 Xgi + 3.18 Xhi + 3.44 Xij + 6.35 Xjk + 4.9 Xjl + 4.69 Xkm + 5.77 Xkn + 6.76 Xkñ +$$

$$6.75 Xko + 4.71 Xlm + 6.13 Xln + 7.2 Xlñ + 8.38 Xlo + 6.42 Xmp + 7.73 Xnp + 8.99 Xñp + 10.43$$

$$Xop + 2.69 Xpq + 2.6 Xrs + 4.12 Xrt + 3.62 Xsu + 7.23 Xsv + 2.47 Xtu + 5.99 Xtv + 7.14 Xuw +$$

$$4.89 X_{ux} + 6.34 X_{uy} + 6.4 X_{uz} + 7.2 X_{vw} + 5.93 X_{vx} + 6.83 X_{vy} + 6.29 X_{vz} + 7.57 X_{waa} + 6.24 X_{wab} + 3.28 X_{wac} + 8.99 X_{xaa} + 7.27 X_{xab} + 4.47 X_{xac} + 9.17 X_{yaa} + 7.54 X_{yab} + 4.77 X_{yac} + 10.49 X_{zaa} + 8.95 X_{zab} + 6.09 X_{zac} + 3.06 X_{aaad} + 4.26 X_{abad} + 5.6 X_{acad}$$

- Santa Cruz - Restricciones

$$X_{ab} = 1$$

$$X_{ab} = X_{bc} + X_{bd} + X_{be}$$

$$X_{bc} + X_{bd} + X_{be} = X_{cf} + X_{df} + X_{ef}$$

$$X_{cf} + X_{df} + X_{ef} = X_{fg} + X_{fh}$$

$$X_{fg} + X_{fh} = X_{gi} + X_{hi}$$

$$X_{gi} + X_{hi} = X_{ij}$$

$$X_{ij} = X_{jk} + X_{jl}$$

$$X_{jk} + X_{jl} = X_{km} + X_{kn} + X_{kñ} + X_{ko} + X_{lm} + X_{ln} + X_{lñ} + X_{lo}$$

$$X_{km} + X_{kn} + X_{kñ} + X_{ko} + X_{lm} + X_{ln} + X_{lñ} + X_{lo} = X_{pq}$$

$$X_{pq} = X_{qr}$$

$$X_{qr} = X_{sr} + X_{st}$$

$$X_{sr} + X_{st} = X_{tu} + X_{tv} + X_{su} + X_{sv}$$

$$X_{tu} + X_{tv} + X_{su} + X_{sv} = X_{uw} + X_{ux} + X_{uy} + X_{uz} + X_{vw} + X_{vx} + X_{vy} + X_{vz}$$

$$X_{uw} + X_{ux} + X_{uy} + X_{uz} + X_{vw} + X_{vx} + X_{vy} + X_{vz} = X_{waa} + X_{wab} + X_{wac} + X_{xaa} + X_{xab} + X_{xac} + X_{yaa} + X_{yab} + X_{yac} + X_{zaa} + X_{zab} + X_{zac}$$

$$X_{waa} + X_{wab} + X_{wac} + X_{xaa} + X_{xab} + X_{xac} + X_{yaa} + X_{yab} + X_{yac} + X_{zaa} + X_{zab} + X_{zac} = X_{aaad} + X_{abad} + X_{acad}$$

$$X_{aaad} + X_{abad} + X_{acad} = -1$$

$$X_{(ij)} = \{1,0\}$$

### 5.3.6.2. Resultados del Modelo de Programación Lineal - Ruta Optima

A continuación, se muestran tablas que reflejan la ruta mínima para la recolección de ACR desde los eco-puntos hasta los centros de almacenamiento temporal.



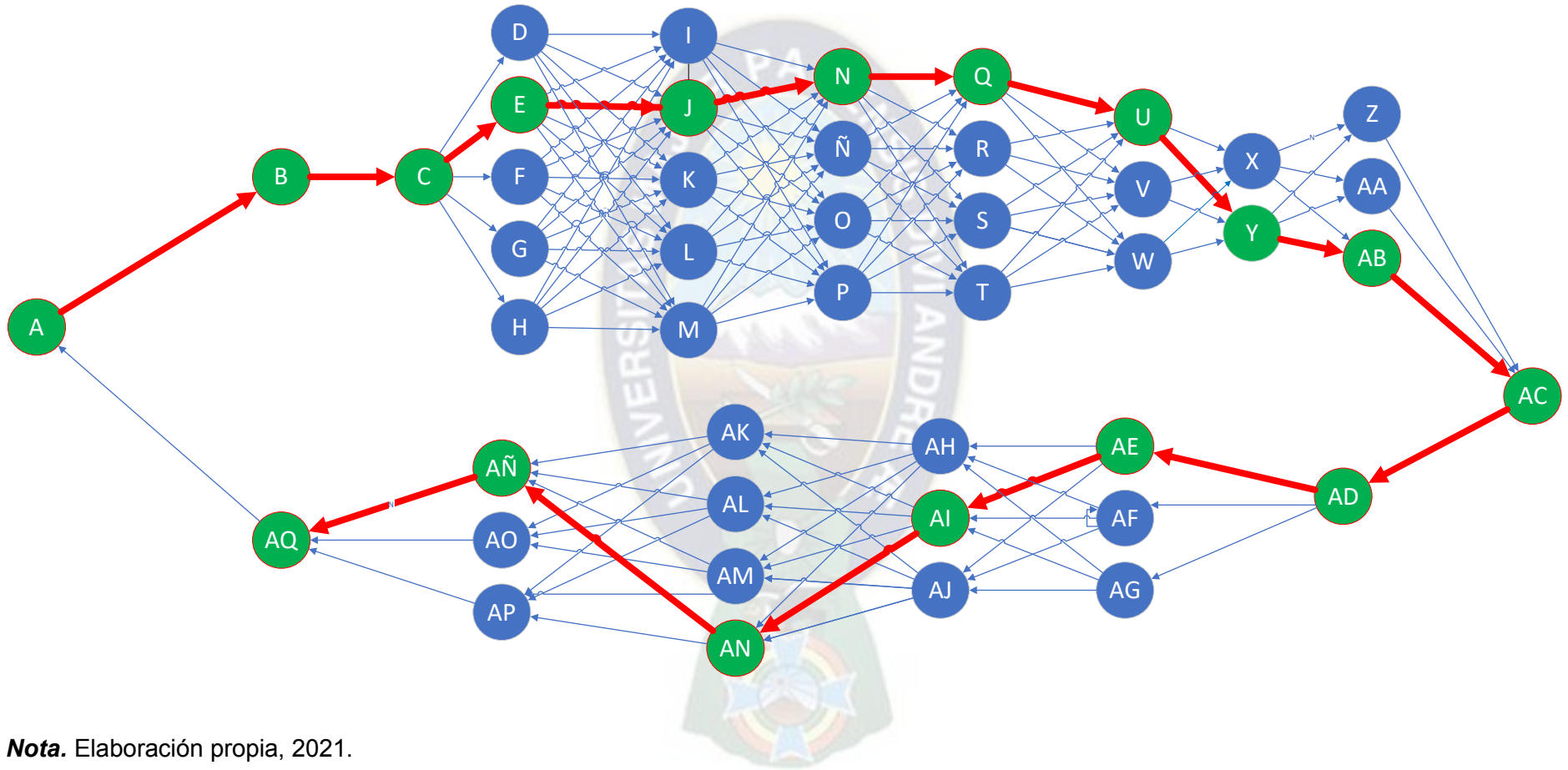
**Tabla 42***Nodos ruta optima La Paz*

DESDE	HACIA	RUTA	DISTANCIA [km]
A	B	1	6.02
B	C	1	6.27
C	E	1	3.21
E	J	1	1.22
J	N	1	2.22
N	Q	1	0.59
Q	U	1	2.84
U	Y	1	2.55
Y	AB	1	3.86
AB	AC	1	4.33
AC	AD	1	3.54
AD	AE	1	1.48
AE	AI	1	4.59
AI	AN	1	3.51
AN	AÑ	1	1.94
AÑ	AQ	1	3.97
Total			52.14

**Nota.** Elaboración Propia, 2021.

Figura 32

Nodos de la Ruta Optima de La Paz



Nota. Elaboración propia, 2021.



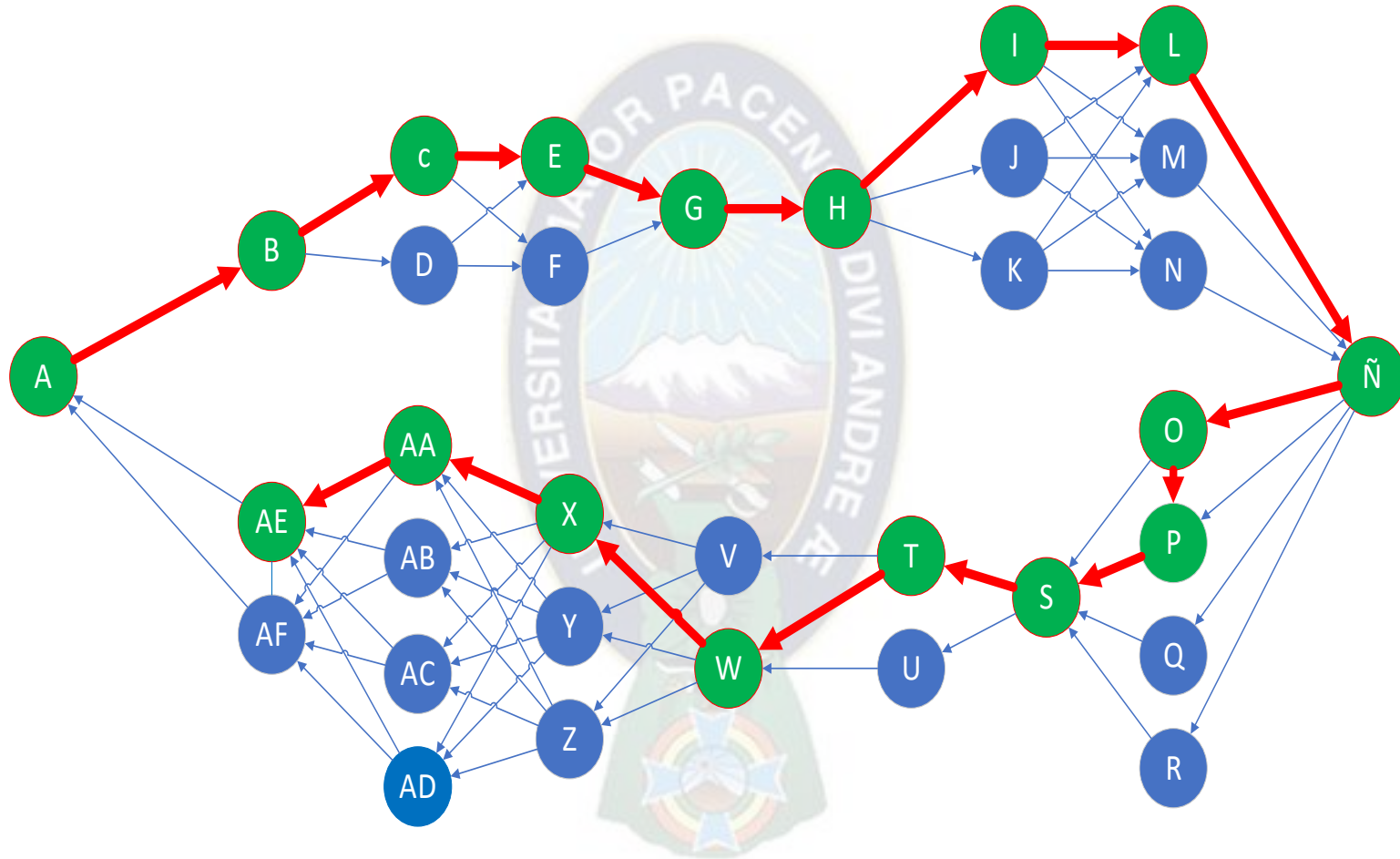
**Tabla 43***Nodos ruta optima Cochabamba*

DESDE	HACIA	RUTA	DISTANCIA [Km]
A	B	1	3.12
B	C	1	9.19
C	E	1	2.67
E	G	1	0.82
G	H	1	0.54
H	I	1	0.61
I	L	1	15.08
L	Ñ	1	3.07
Ñ	O	1	7.13
O	P	1	6.17
P	S	1	4.06
S	T	1	2.08
T	W	1	8.58
W	X	1	8.1
X	AA	1	3.36
AA	AE	1	15.9
Total			90.48

**Nota.** Elaboración Propia, 2021.

**Figura 33**

*Nodos de la Ruta Óptima de Cochabamba*



**Fuente.** Elaboración Propia, 2021.

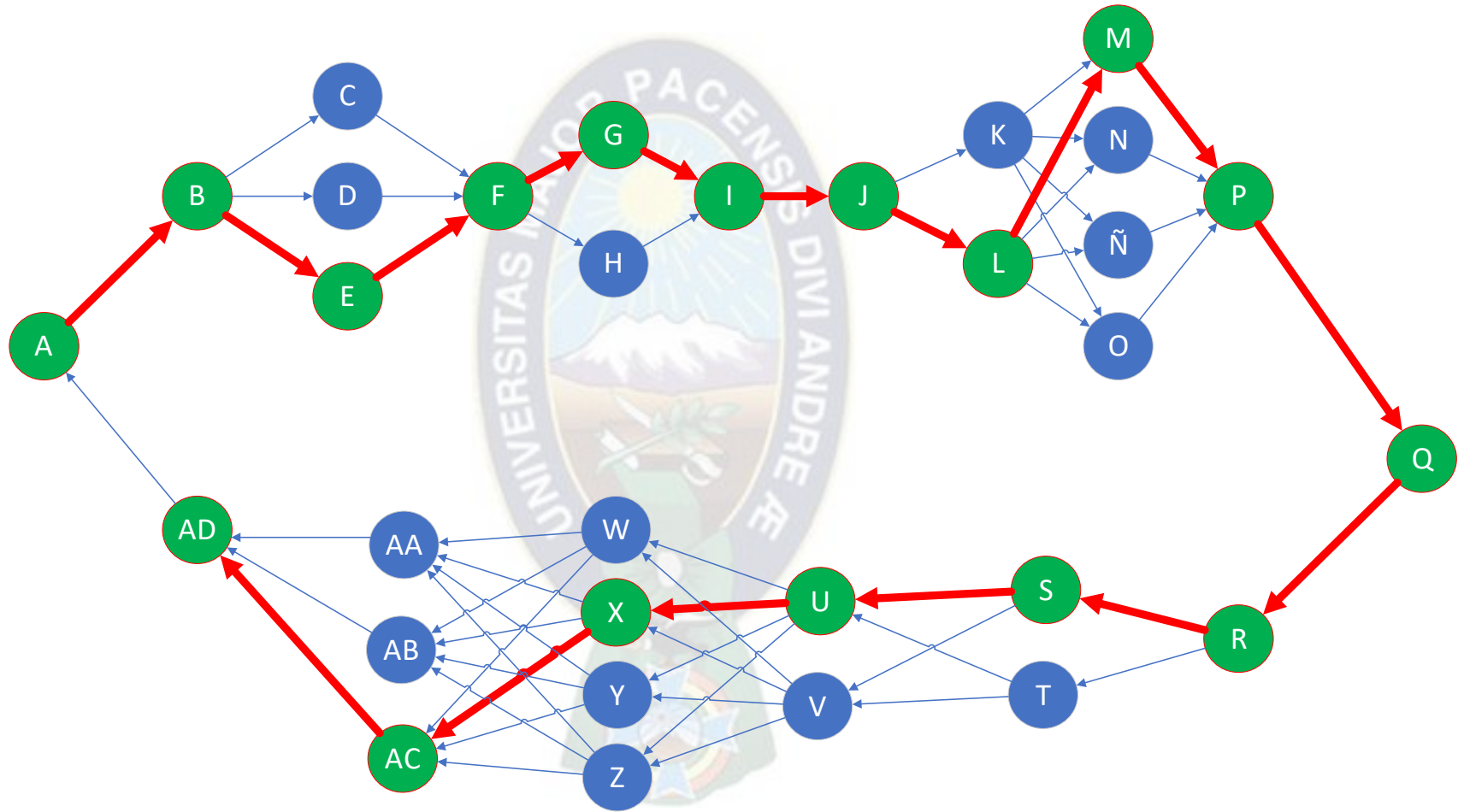
**Tabla 44***Nodos ruta optima Santa Cruz*

DESDE	HACIA	RUTA	DISTANCIA [Km]
A	B	1	2.94
B	E	1	3.78
E	F	1	3.17
F	G	1	2.52
G	I	1	3.22
I	J	1	3.44
J	L	1	4.9
L	M	1	4.71
M	P	1	6.42
P	Q	1	2.69
Q	R	1	2.69
R	S	1	2.6
S	U	1	3.62
U	X	1	4.89
X	AC	1	4.47
AC	AD	1	5.6
Total			61.66

**Nota.** Elaboración Propia, 2021.

**Figura 34**

*Nodos de la Ruta Optima de Santa Cruz*



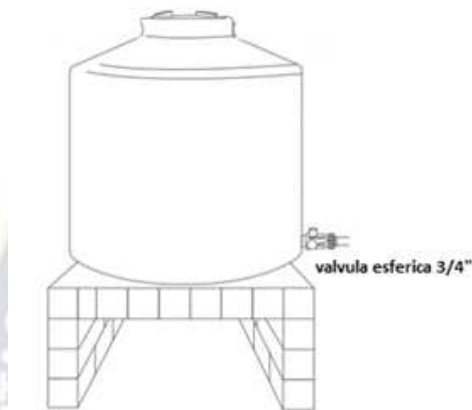
**Fuente.** Elaboración propia, 2021.

### 5.3.7. Características de los tanques en eco-puntos

Los tanques de acopio, al conservar volúmenes más bajos en el almacenaje requieren simplemente válvula esférica de ¾" para la descarga, serán de material polietileno. Estas serán estructuras pequeñas inmovilizadas en los mercados municipales seleccionados, teniendo la siguiente forma.

**Figura 35**

*Tanque de almacenamiento en eco-puntos*



**Fuente.** Elaboración propia, 2021.

Los volúmenes obtenidos de ACR a través del estudio de mercado en cada ciudad es diferente, de modo que, se tiene una organización diferente para la recolección de los eco-puntos en cada ciudad.

**Tabla 45**

*Características de los tanques de acopio en eco-puntos*

Ciudad	Volumen recolectado [Litros/día]	Capacidad (L)	Diámetro (m)	Altura (m)
La Paz	1,937	2,000	1.3	1.5
Cochabamba	830	1,000	1.0	1.3
Santa Cruz	1212	1,500	1.2	1.3

**Nota.** Elaboración propia en base a los volúmenes de ACR generados, 2021.

## 5.4. Transporte

### 5.4.1. Recolección de ACR desde eco-puntos

Se localizaron 16 eco-puntos (mercados municipales), de acuerdo al Modelo de Programación Lineal de Ruta Optima en el casco urbano de cada una de las 3 ciudades, además, en la tabla 20 se tienen datos del volumen de ACR recolectado en cada ciudad.

**Tabla 46**

*Volumen de aceite comestible residual generado en cada eco-punto*

Ciudades	Establecimientos de expendio de alimentos	Volumen total de ACR			Volumen en cada eco-punto
		[Litros /mes]	[Litros/semana]	[Litros/día]	[Litros/día]
La Paz	5,534	929,712	232,428	30,991	1,937
Cochabamba	2,370	398,160	99,540	13,272	830
Santa Cruz	3,462	581,616	145,404	19,388	1,212
Total	11,367	1,909,656			

**Nota.** Elaboración propia en base al estudio de mercado, 2022.

Conforme a los volúmenes de ACR generados en cada departamento se tiene la siguiente planificación en cada ciudad para su recolección:

**Tabla 47**

*Planificación para la recolección de ACR desde eco-puntos en La Paz.*

Volumen total de ACR [Litros/día]	Camión cisterna N°1		Camión cisterna N°2	
	Ruta	A-B-C-E-J-N-Q-U-Y-AB-A	Ruta	AB-AC-AD-AE-AI-AN-AÑ-AQ-A
30,991	Distancia [Km]	28.78	Distancia [Km]	27.22
	Frecuencia de recolección	Diario	Frecuencia de recolección	Diario
	N° de eco-puntos a recolectar	9	N° de eco-puntos a recolectar	7
	Volumen recolectado [Litros]	17,433	Volumen recolectado [Litros]	13,559
	Capacidad del camión cisterna [Litros]	20,000	Capacidad del camión cisterna [Litros]	15,000
	Sistema de llenado	Sistema de llenado superior	Sistema de llenado	Sistema de llenado superior
	Material del Camión cisterna	Acero al carbono	Material del Camión cisterna	Acero al carbono

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 34 y (clvehicles.com, 2023), 2023

**Tabla 48**

*Planificación para la recolección de ACR desde eco-puntos en Cochabamba*

Volumen total de ACR [Litros/día]	Camión cisterna N°1	
	13,272	Ruta
Distancia [Km]		90.48
Frecuencia de recolección		Diario
N° de eco-puntos a recolectar		16
Volumen recolectado [Litros]		13,272
Capacidad del camión cisterna [Litros]		15,000
Sistema de llenado		Sistema de llenado superior
Material del Camión cisterna		Acero al carbono

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 34 y (clvehicles.com, 2023), 2023

**Tabla 49**

*Planificación para la recolección de ACR desde eco-puntos en Santa Cruz.*

Volumen total de ACR [Litros/día]	Camión cisterna N°1	
	19,388	Ruta
Distancia [Km]		61.66
Frecuencia de recolección		Diario
N° de eco-puntos a recolectar		16
Volumen recolectado [Litros]		19.388
Capacidad del camión cisterna [Litros]		20,000

	Sistema de llenado	Sistema de llenado superior
	Material del Camión cisterna	Acero al carbono

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 34 y (clvehicles.com, 2023), 2023

#### 5.4.2. Transporte en cisternas

Se utilizarán cisternas de 47,000 litros de capacidad, si se sabe que el volumen recolectado y acumulado de ACR en cada ciudad es diferente, en tal sentido, se establece el siguiente plan de transporte desde la Planta de Almacenamiento de Combustibles Líquidos en Senkata-YPFB La Paz hacia la Planta de producción de Diesel Renovable en la Refinería Guillermo Elder Bell en Palmasola Santa Cruz y desde la Planta de Almacenamiento de Combustibles Líquidos en la Refinería de Valle Hermoso Cochabamba hacia la Planta de producción de Diesel Renovable en la Refinería Guillermo Elder Bell en Palmasola Santa Cruz.

**Tabla 50**

*Planificación de transporte en cisternas*

Departamento	Capacidad del camión cisterna [Litros]	N° de viajes mensual	Frecuencia semanal de viajes	Distancia [Km]
La Paz	47,000	20	5	849.3
Cochabamba	47,000	9	3	489.1

**Nota.** Elaboración propia, 2023.





**CAPITULO 6**  
**ANÁLISIS DE CALIDAD**

## CAPITULO 6

### ANÁLISIS DE CALIDAD

La calidad de la materia prima utilizada afecta en la calidad del producto, por lo que es importante seleccionar una materia prima de alta calidad para obtener un Diesel Renovable de alta calidad. En ese sentido, estudiamos la calidad del aceite comestible residual que se ve reflejado por sus propiedades fisicoquímicas, las mismas que son alteradas en condiciones de elevadas temperaturas durante el proceso de cocción de alimentos, presencia de agua, frecuencia de reusó, tiempo y temperatura de almacenamiento. Es así que previo al proceso productivo de obtención de Diésel Renovable es necesario determinar los atributos de calidad de la materia prima recolectada.

Se identifican los siguientes atributos de calidad, que son factores críticos dentro de las especificaciones técnicas de calidad de materia prima para la producción de Diesel Renovable.

- Humedad
- Índice de peróxido
- Índice de acidez
- Perfil de ácidos grasos
- Viscosidad

#### **6.1. Plan de muestreo**

Se propone aplicar un plan de muestreo por atributos porque se evaluarán lotes aislados, que no están sujetos a hipótesis sobre su forma de distribución y es más seguro de aplicar.

##### **6.1.1. Militar standard 105E**

Estándar que provee planes de muestreo de aceptación por atributos basado en especificar un nivel de calidad aceptable. Actualmente es el sistema de muestreo de aceptación por atributos más usado en el mundo (Pulido & Salazar, 2009).

Para cada plan de muestreo se prevé:

##### **6.1.1.1. Inspección normal**

“Se implementa al iniciar el esquema de muestreo de acuerdo con el MIL STD 105E” (Pulido & Salazar, 2009).

##### **6.1.1.2. Inspección severa**

“Se establece en un esquema MIL STD 105E cuando el proveedor ha tenido un mal desempeño en cuanto a la calidad convenida” (Pulido & Salazar, 2009).

### 6.1.1.3. inspección reducida

“Se utiliza en un esquema MIL STD 105E cuando el proveedor ha tenido un buen comportamiento en cuanto a la calidad” (Pulido & Salazar, 2009).

El tamaño de muestra usado en MIL STD 105E se determina por medio del tamaño del lote, el nivel de inspección elegido y el NCA acordado. Se proporcionan los siguientes niveles de inspección:

### 6.1.1.4. Niveles generales de inspección I, II y III

“Niveles en el MIL STD 105E que permiten modificar la cantidad de inspección sin afectar el riesgo del proveedor, pero cambiando el riesgo del receptor” (Pulido & Salazar, 2009)..

### 6.1.1.5. Niveles especiales de inspección S1-S4

“Niveles en el MIL STD 105E que se utilizan cuando se requieren muestras pequeñas y se pueden tolerar riesgos” (Pulido & Salazar, 2009).

## 6.2. Diseño del plan de muestreo con MILITAR ESTÁNDAR 105E

### 6.2.1. Determinación del punto de control de atributos

Se establece como puntos de control de atributos de calidad el centro de almacenamiento principal ubicado en predios de la Refinería Guillermo Elder Bell en la ciudad de Santa Cruz, esto debido a que se debe evaluar la materia prima en el lugar de procesamiento, tomando en cuenta las condiciones del lugar.

### 6.2.2. Responsables

- Operario: encargado de muestreo de aceite comestible residual
- Supervisor: encargado de la verificación del correcto muestreo
- Analista: encargado de realizar las pruebas en laboratorio

### 6.2.3. Determinación del tamaño del lote

Un lote será cada camión cisterna que llega al centro de almacenamiento principal, por lo cual de acuerdo a la planificación de transporte se determina lo siguiente:

**Tabla 51**

*Tamaño de lote*

Transporte	Capacidad del camión cisterna [Litros]	Lote	Tamaño de lote “N”
La Paz-Refinería Guillermo Elder Bell	47,000	1 Lote = 47,000 Litros	47,000
Cochabamba-Refinería Guillermo Elder Bell	47,000	1 Lote = 47,000 Litros	47,000
Santa Cruz-Refinería Guillermo Elder Bell	20,000	1 Lote = 20,000 Litros	20,000

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

#### 6.2.4. Especificación del nivel de calidad aceptable

“Es el porcentaje máximo de materia prima que no cumple con la calidad especificada, que para propósitos de inspección por muestreo se considera como satisfactorio o aceptable como un promedio para el proceso” (Pulido & Salazar, 2009).

Por lo tanto, el nivel de calidad aceptable será:

$$NCA = 6.5\%$$

#### 6.2.5. Nivel de inspección

Para este caso se escoge el nivel de inspección “S2”. Tomando en cuenta que se quiere reducir el tamaño de la muestra.

#### 6.2.6. Tamaño de la muestra

Con los datos anteriores:

$$NCA = 6.5\%$$

$$\text{Nivel inspección} = \text{“S2”}$$

Se determina el tamaño de la muestra utilizando la siguiente tabla.

**Tabla 52**

Letras códigos para el tamaño de muestra (MIL STD 105E)

TAMAÑO DE LOTE	NIVELES ESPECIALES DE INSPECCIÓN				NIVELES GENERALES DE INSPECCIÓN		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 a 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 a 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

**Nota.** Extraído de (Pulido & Salazar, 2009).

De la gráfica tenemos lo siguiente:

- Para  $N = 47,000 \rightarrow$  Letra código = D
- Para  $N = 20,000 \rightarrow$  Letra código = E

Obtenido la letra código, NCA y el nivel de inspección, se encuentra el tamaño de muestra con la ayuda de la siguiente tabla.

**Tabla 53**

*Tabla para inspección normal, Muestreo simple (MIL STD 105E)*

LETRA CÓDIGO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA n	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE										[NCA O AQL], EN PORCENTAJE													
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2														0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	
B	3													0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	
C	5												0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	
D	8											0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	
E	13										0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45		
F	20									0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22					
G	32								0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22						
H	50							0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22							
J	80						0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22								
K	125					0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22									
L	200				0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22										
M	315			0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22											
N	500		0 1			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22												
P	800		0 1		1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22													
Q	1250	0 1		1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22														
R	2000			1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22														

**Nota.** Extraído de (Pulido & Salazar, 2009).

Según la tabla para inspección normal de muestreo simple (MIL STD 105E), el tamaño de la muestra será:

- Para  $N = 47,000 \rightarrow$  Letra código = D  $\rightarrow NCA = 6.5\%$

$$n = 13$$

Esto significa que se tomarán 13 muestras de ACR cada una de 1 litro.

Donde:

$$\text{número de aceptación} \rightarrow Ac = 2$$

$$\text{número de rechazo} \rightarrow Re = 3$$

- Para  $N = 20,000 \rightarrow$  Letra código = E  $\rightarrow NCA = 6.5\%$

$$n = 8$$

Esto significa que se tomarán 8 muestras de ACR cada una de 1 litro.

Donde:

$$\text{número de aceptación} \rightarrow Ac = 1$$

$$\text{número de rechazo} \rightarrow Re = 2$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene el siguiente plan de muestreo

**Tabla 54**

*Plan de muestreo*

Transporte	Nivel de calidad aceptable “% NCA”	Ac/Re	Tamaño de lote “N”	Tamaño de muestra “n”
La Paz-Refinería Guillermo Elder Bell	6.5	2/3	47,000	13
Cochabamba-Refinería Guillermo Elder Bell	6.5	2/3	47,000	8
Santa Cruz-Refinería Guillermo Elder Bell	6.5	1/2	20,000	8

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla MILITARY STANDARD, 2022

Se tomarán las muestras una vez que el camión cisterna ingrese al centro de almacenamiento principal, en el punto de trasvase de la cisterna al tanque de almacenamiento principal.

Considerando que el camión cisterna de 47,000 litros tiene 3 compartimientos, donde cada compartimiento tiene una válvula de descarga en la parte inferior y una tapa en la parte superior, de tal forma que se tomarán 4 muestras de dos compartimientos, y 5 muestras del tercer compartimiento. Estas muestras se extraerán a diferentes niveles verticales de cada compartimiento.

En el caso del camión cisterna de 20,000 litros tiene 2 compartimientos, donde cada compartimiento tiene una válvula de descarga en la parte inferior y una tapa en la parte superior,



de tal forma que se tomaran 4 muestras de cada compartimiento a diferentes niveles verticales del compartimento.

### 6.3. Especificaciones técnicas de la materia prima “ACR”

Las siguientes especificaciones técnicas de la materia prima “ACR” para la producción de Diesel Renovable mediante el proceso de hidrotreatmento está sustentada por diferentes fuentes bibliográficas y normas, que establecen el límite superior e inferior de cada tributo de calidad.

**Tabla 55**

*Especificaciones técnicas de la materia prima*

Atributos de calidad		Límite inferior	Límite superior	
Humedad (g/100g)		-	≤ 0.1	
Índice de peróxidos (mEqO <sub>2</sub> /Kg)		-	≤ 5.0	
Índice de acidez (%)		-	≤ 0.5	
Viscosidad (40°C) CST		2.0	10.0	
Perfil de ácidos grasos	Ácidos grasos saturados	Palmítico C16:0 (%)	7.5	14.0
		Esteárico C18:0 (%)	1.0	6.0
	Ácidos grasos mono insaturados	Oleico C18:1n9 (%)	35.0	65.0
	Ácidos grasos poli insaturados	Linolénico C18:2n6 (%)	1.0	15.0

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

### 6.4. Determinación de atributos de calidad

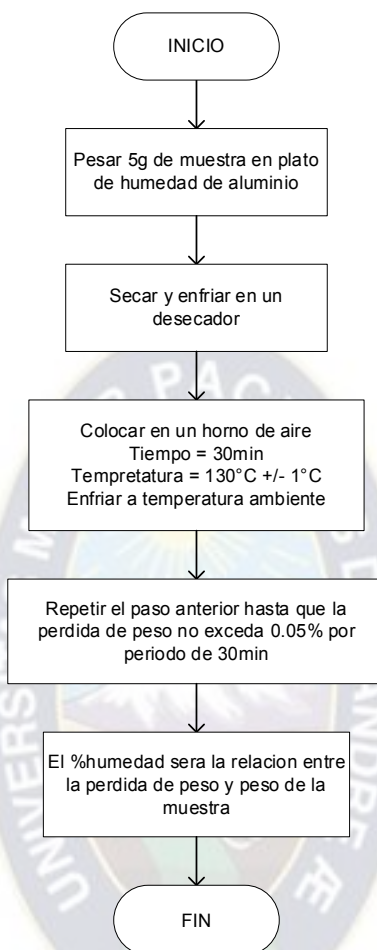
Se determina de acuerdo a normativas, mismas que detallan la metodología para la medición de cada atributo de calidad.

#### 6.4.1. Metodología para la determinación de atributos de calidad

- Determinación de la humedad

Según NB 34010-2006, se realiza la determinación de la humedad de acuerdo al siguiente flujograma.



**Figura 36***Flujograma determinación de la humedad*

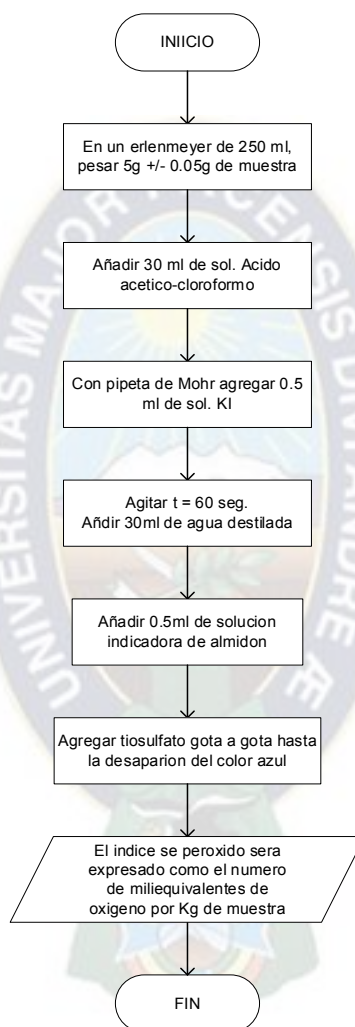
**Nota.** Elaboración propia en base a “NB 34010-2006”, 2022.

- Determinación del índice de peróxido

El índice de peróxido de una materia grasa, es la medida de su contenido en oxígeno activo, expresado en términos de miliequivalentes por kilogramo de grasa. Según NB 34008-2006, se realiza la determinación del índice de peróxido de acuerdo al siguiente flujograma.

**Figura 37**

*Flujograma determinacion del indice de peroxido*



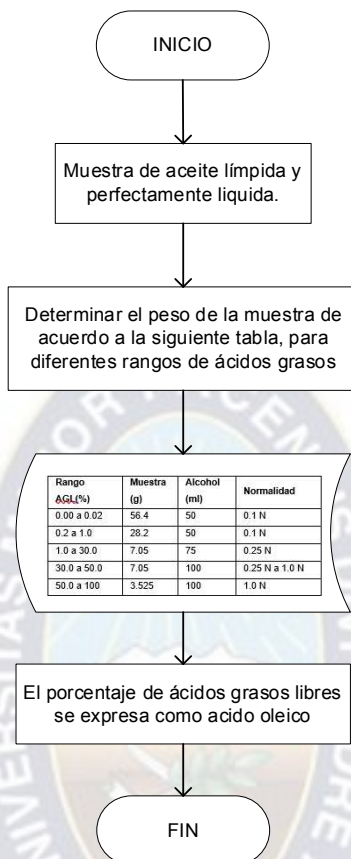
**Nota.** Elaboración propia en base a “Según NB 34008-2006”, 2022

- Determinación del índice de acidez

El índice de acidez es una medida de la cantidad de ácidos grasos libres presentes en la materia prima. Un alto índice de acidez puede afectar negativamente la calidad del Diesel Renovable producido mediante hidrotreatmento, ya que los ácidos grasos libres pueden reaccionar con el hidrógeno y formar subproductos no deseados. Según NB 34004-2007, se realiza la determinación del índice de peróxido de acuerdo al siguiente flujograma.

**Figura 38**

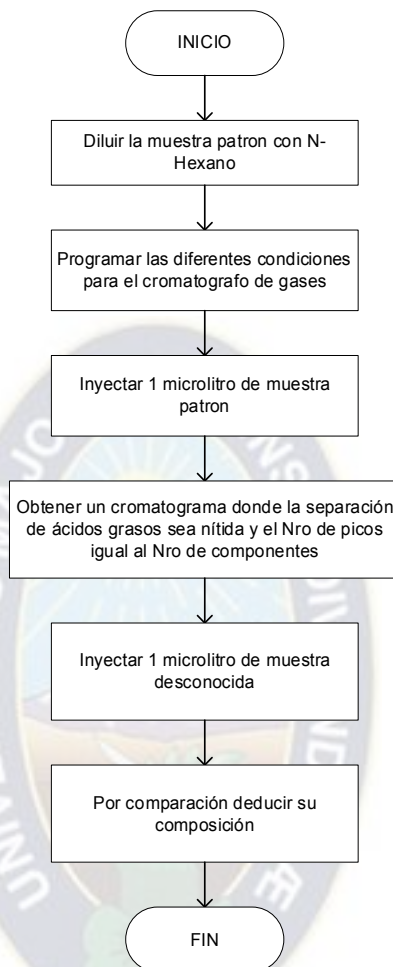
*Flujograma determinación del índice de acidez*



**Nota.** Elaboración propia en base a “NB 34004-2007”, 2022.

- Determinación de perfil de ácidos grasos

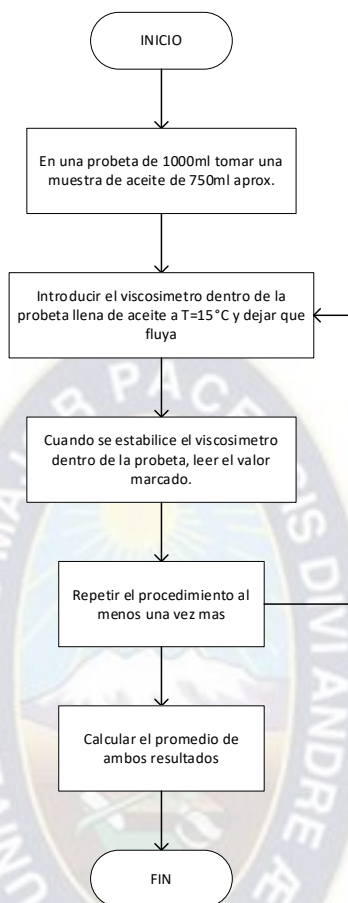
Las materias primas con un alto contenido de ácidos grasos saturados son preferibles para la producción de Diesel Renovable mediante hidrot ratamiento, ya que producen un producto final con mejores propiedades de flujo a bajas temperaturas. Este análisis se realiza de acuerdo a una Cromatografía de Gases. Se determina el perfil de ácidos grasos componentes de acuerdo al siguiente flujograma.

**Figura 39***Flujograma determinación del perfil de ácidos grasos*

**Nota.** Elaboración propia en base al manejo de un cromatógrafo de gases, 2022.

- **Determinación de la viscosidad**

La viscosidad es una medida de la resistencia de la materia prima al flujo. La viscosidad de la materia prima es importante porque afecta el rendimiento de la hidrogenación. Se determina la viscosidad de acuerdo al siguiente flujograma.

**Figura 40***Flujograma determinación de la viscosidad***Nota.** Elaboración propia, 2022.**6.4.2. Materiales, equipos y reactivos****6.4.2.1. Materiales**

- Matraz
- Plato de humedad de aluminio
- Termómetro
- Matraz erlenmeyer de 250 ml
- Pipeta
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Vaso de precipitados de 1 litro
- Probeta de 500ml
- Frascos de 250 ml
- Frascos de 500ml

#### **6.4.2.2. Equipos**

- Balanza analítica
- Horno de aire
- Cromatógrafo de gases
- Viscosímetro

#### **6.4.2.3. Reactivos**

- Agua destilada
- 1 litro de muestra de ACR
- Agente desecante
- Solución ácido acético-cloroformo
- Solución de yoduro de potasio
- Solución indicadora de almidón
- Solución de N-Hexano

#### **6.5. Resultados de la determinación de los atributos de calidad**

Estos análisis de laboratorio se realizaron en el Instituto Nacional de Laboratorios de Salud y en el laboratorio del Curso Básico de la Facultad de Ingeniería, cuyos informes de ensayo se muestran en el Anexo A1.

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos de atributos de calidad, de las muestras de "ACR" recolectadas.

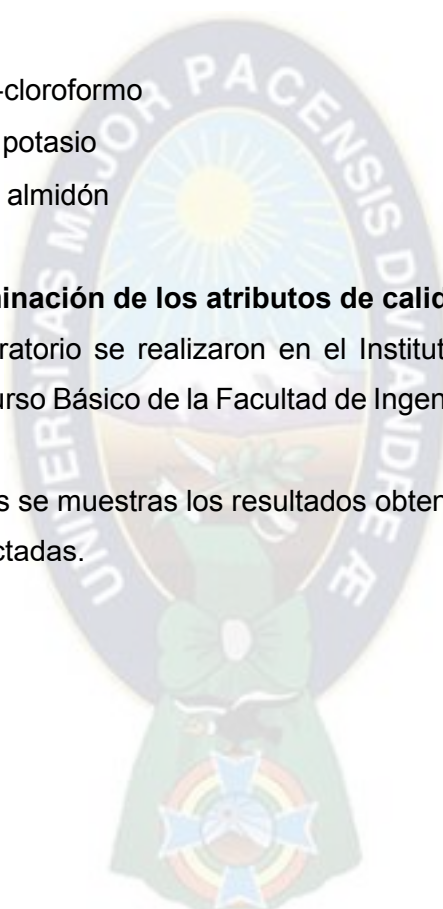


Tabla 56

Resultados de atributos fisicoquímicos de ACR

Atributos Fisicoquímicos					
Lote		1			
Volumen C/muestra		1 Litro			
Volumen total		8 Litros			
Nº Muestra	Procedencia	Humedad (g/100g)	Índice de peróxidos (mEqO <sub>2</sub> /Kg)	Índice de acidez (%)	Viscosidad (40°C) cSt
1	ACR proveniente de la fritura de PESCADO 1	0.42	2.97	0.12	38.00
2	ACR proveniente de la fritura de PESCADO 2	0.38	2.79	0.06	42.00
3	ACR proveniente de comida rápida "POLLOS COPACABANA"	0.59	1.22	0.16	35.00
4	ACR proveniente de comida rápida "BURGER KING"	0.56	1.79	0.11	36.00
5	ACR proveniente de comida rápida "DOÑA MILANESA"	0.75	3.05	0.18	38.00
6	ACR proveniente de comida rápida "LA CASA DEL CAMBA"	0.62	2.88	0.20	38.00
7	ACR proveniente de comida rápida "KFC"	0.72	2.50	0.25	30.00
8	ACR proveniente de comida rápida "EL BUEN GUSTO"	0.40	3.55	0.32	45.00

**Nota.** Elaboración propia en base a los resultados de laboratorio obtenidos en INLASA, 2021.



Tabla 57

Resultados del perfil de ácidos grasos de ACR

Perfil de Ácidos Grasos					
Lote		1			
Volumen C/Muestra		1 Litro			
Volumen total		8 Litros			
Nº Muestra	Procedencia	Ácidos grasos saturados		Ácidos grasos mono insaturados	Ácidos grasos poli insaturados
		Palmitico c16:0 (%)	Esteárico c18:0 (%)	Oleico c18:1n9 (%)	Linolénico c18:2n6 (%)
1	ACR proveniente de la fritura de PESCADO 1	22.24	4.82	45.25	24.35
2	ACR proveniente de la fritura de PESCADO 2	23.80	5.55	35.42	26.50
3	ACR proveniente de comida rápida "POLLOS COPACABANA"	15.64	5.72	28.58	57.31
4	ACR proveniente de comida rápida "BURGER KING"	18.33	5.65	30.42	42.50
5	ACR proveniente de comida rápida "DOÑA MILANESA"	20.58	3.97	38.22	42.50
6	ACR proveniente de comida rápida "LA CASA DEL CAMBA"	14.00	6.00	42.25	38.02
7	ACR proveniente de comida rápida "KFC"	12.00	4.55	42.00	40.00
8	ACR proveniente de comida rápida "EL BUEN GUSTO"	10.00	7.00	48.25	38.35

**Nota.** Elaboración propia en base a los resultados de laboratorio obtenidos en INLASA, 2021.

## 6.6. Graficas de atributos de calidad

Una vez realizada las determinaciones de los atributos de calidad, se registran y comparan con las especificaciones técnicas que debe cumplir la materia prima para producir Diesel Renovable mediante el proceso de hidrotratamiento.

### 6.6.1. Graficas parámetros fisicoquímicos de ACR

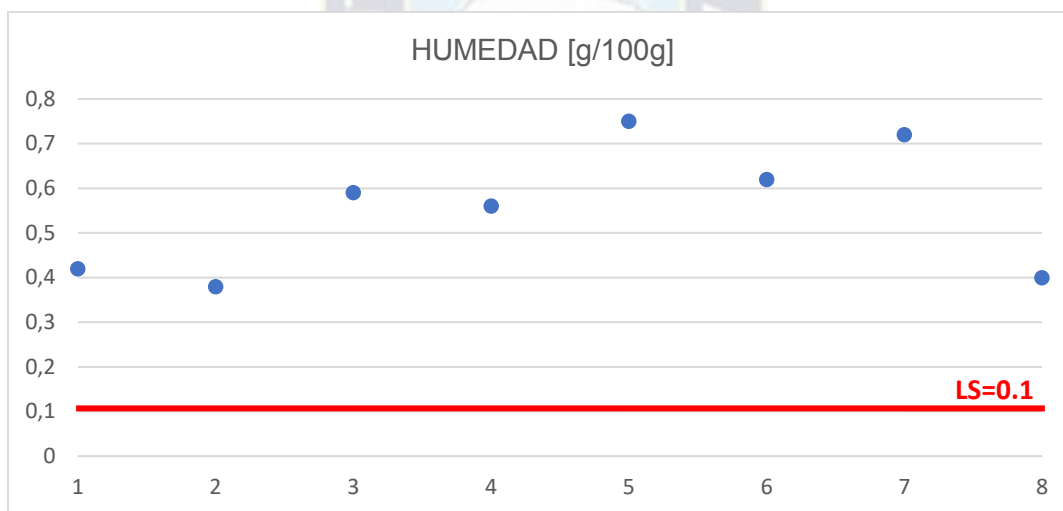
Según la ASTM D6751 establece los siguientes límites para los parámetros fisicoquímicos de diésel renovable, esto está relacionado directamente con la calidad de materia prima.

- Humedad:  $\leq 0.1\%$  en masa
- Índice de peróxidos:  $\leq 5.0$  [mEqO<sub>2</sub>/Kg]
- Índice de acidez:  $\leq 0.5$  (%)
- Viscosidad: límite mínimo 2 cSt; límite máximo 10 cSt

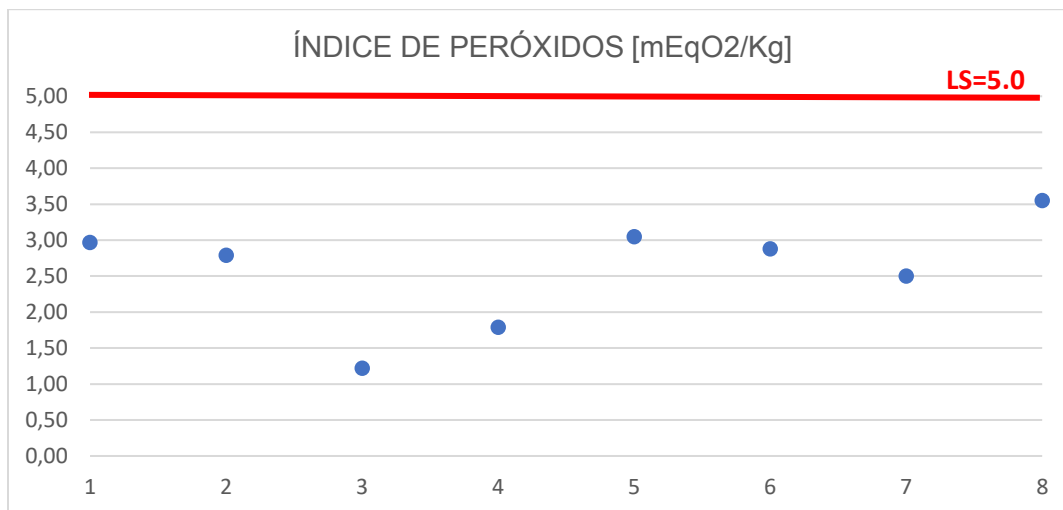
Si la materia prima cumple con estos parámetros fisicoquímicos críticos asegurara la calidad del diésel renovable, obteniéndose así un alto rendimiento.

#### Figura 41

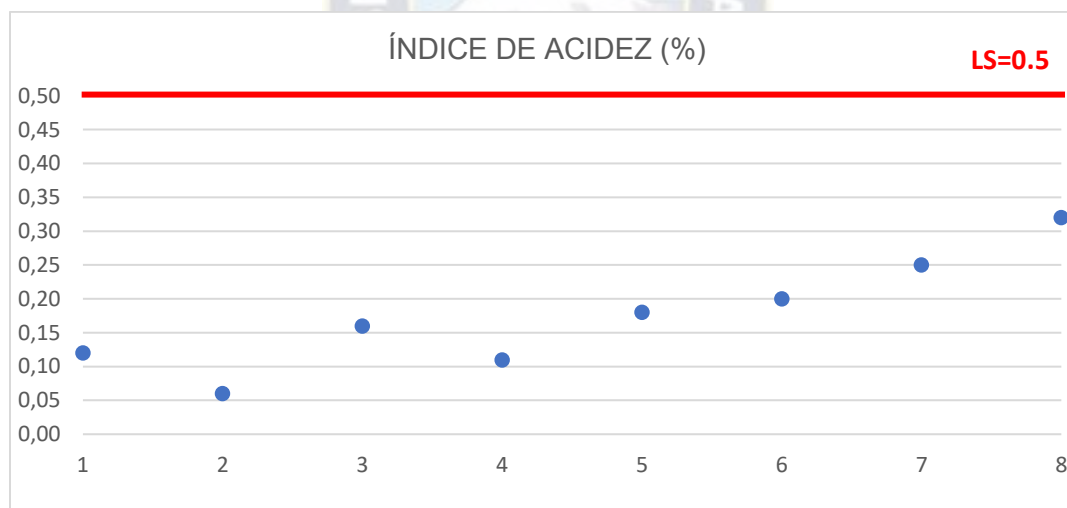
*Humedad vs especificaciones técnicas*



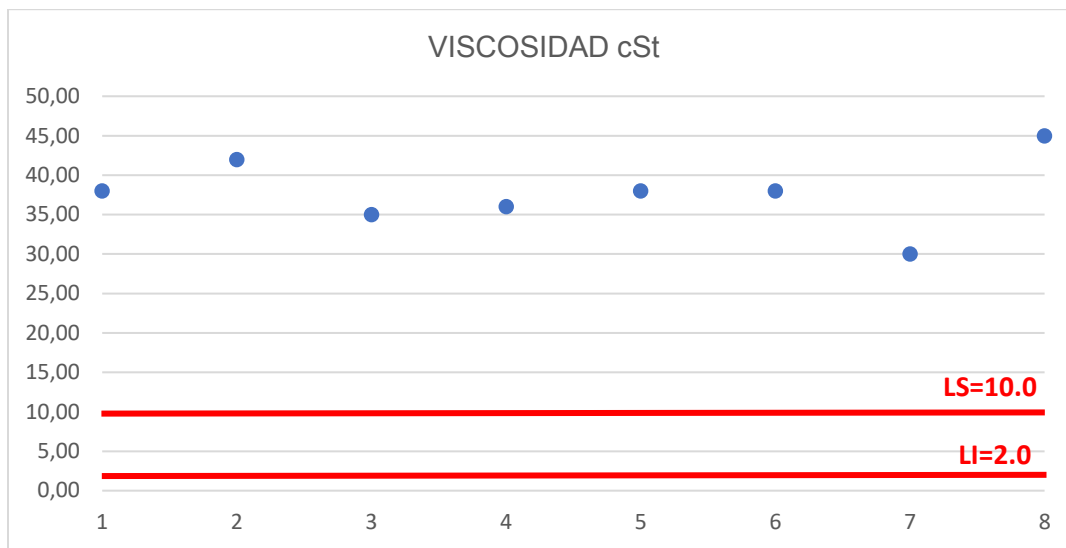
**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

**Figura 42***Índice de peróxidos vs especificaciones técnicas*

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

**Figura 43***Índice de acidez vs especificaciones técnicas*

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

**Figura 44***Viscosidad vs especificaciones técnicas*

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

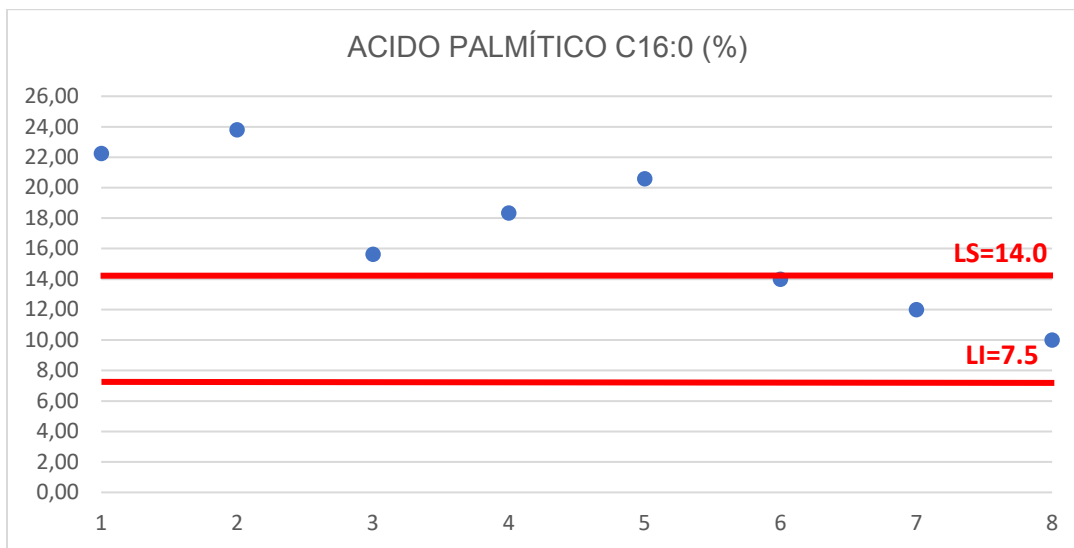
**Nota.** Elaboración propia. 2022.

### 6.6.2. Gráficas perfil de ácidos grasos vs especificaciones técnicas

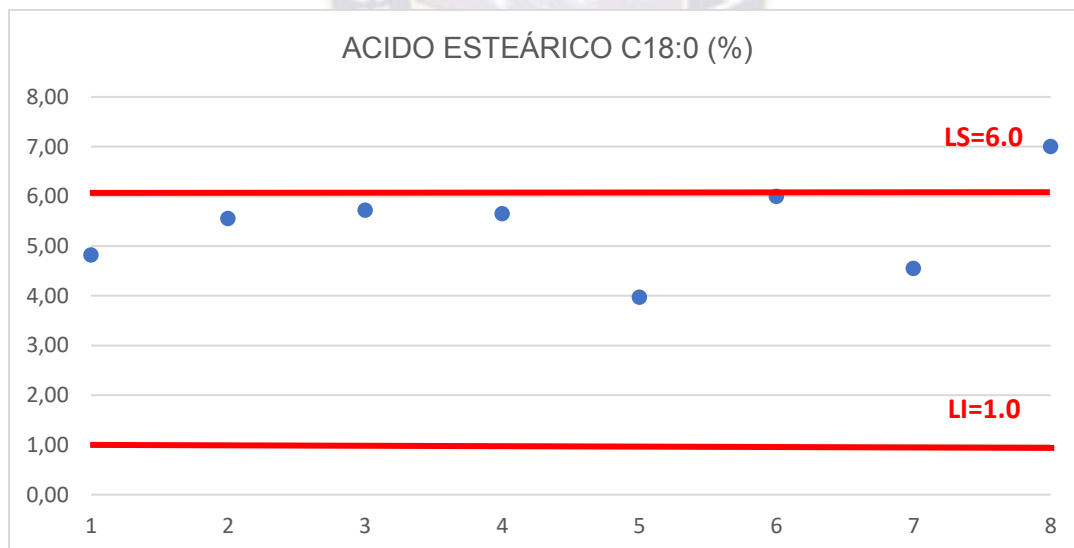
Según la ASTM D6751 establece los siguientes límites para el perfil de ácidos grasos para diésel renovable lo que va relacionado también con la materia prima:

- Ácido palmítico (C16:0): Mínimo 4.0% y máximo 12.0% en masa.
- Ácido esteárico (C18:0): Mínimo 1.0% y máximo 6.0% en masa.
- Ácido oleico (C18:1): Mínimo 1.0% y máximo 15.0% en masa.
- Ácido linolénico (C18:2): Mínimo 1.0% y máximo 15.0% en masa.

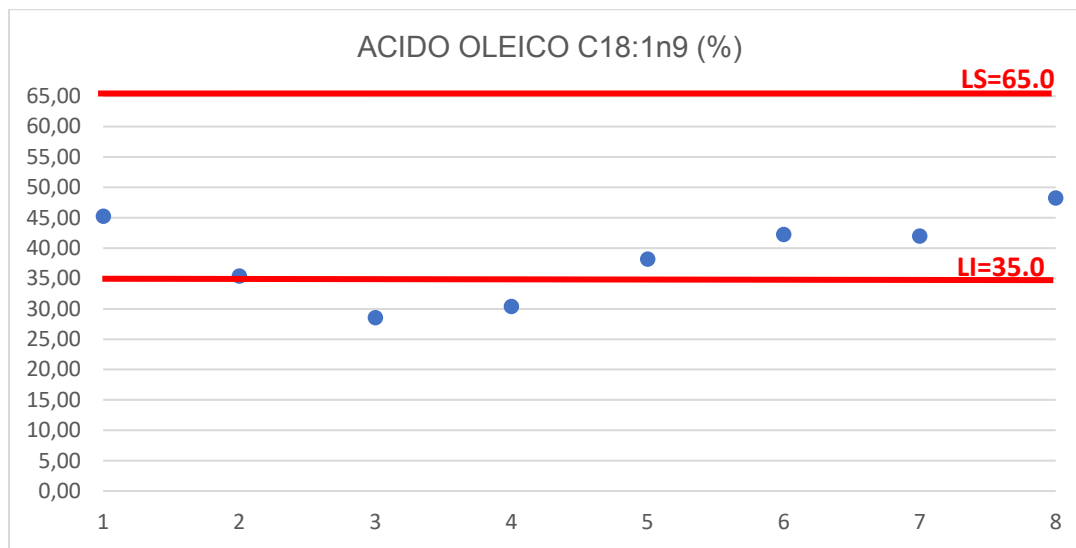
Estos límites para el perfil de ácidos grasos en la materia prima aseguran que el diésel renovable esté compuesto por una mezcla equilibrada de ácidos grasos y cumpla con las características deseables para su uso como combustible.

**Figura 45***Acido palmítico vs especificaciones técnicas*

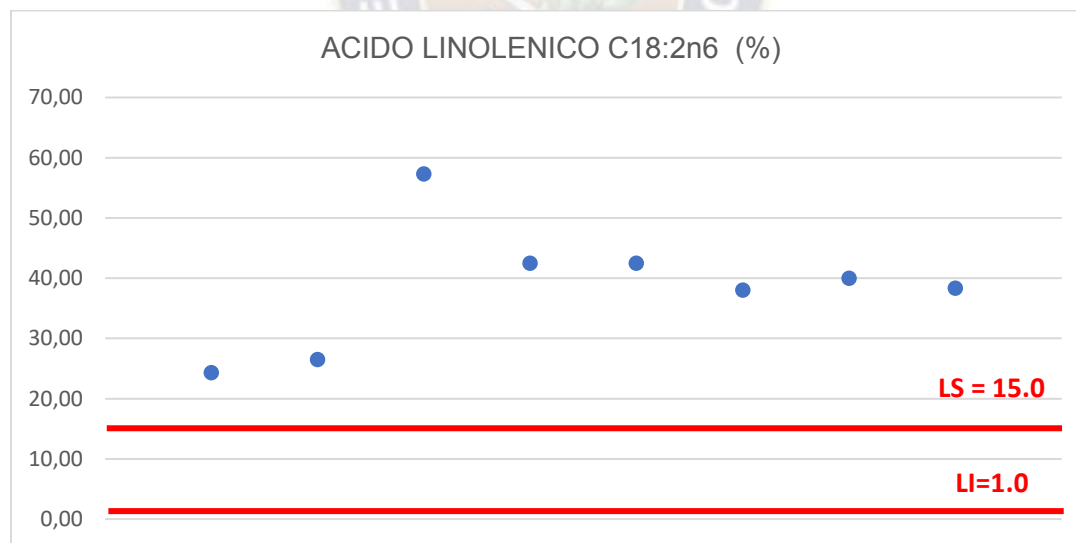
**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

**Figura 46***Acido esteárico vs especificaciones técnicas*

**Nota.** Se observa que el resultado de las muestras analizadas está dentro de los límites permisibles según la norma. Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

**Figura 47***Ácido oleico vs especificaciones técnicas*

**Nota.** Las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles. Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

**Figura 48***Acido linoléico C18:2n6 vs especificaciones técnicas*

**Nota.** Elaboración propia en base a la tabla 41 y 39, 2022.

### 6.6.3. Interpretación de graficas respecto a especificaciones técnicas

En las gráficas se puede observar las líneas rojas que representan los límites superior e inferior que representan a las especificaciones técnicas según la norma ASTM D6751-18, y los puntos azules que representan el valor de cada uno de los atributos fisicoquímicos medidos para cada una de las 8 muestras. Por lo tanto, los puntos azules que se encuentren fuera de estas





Ácido esteárico C18:0 (%)	Especificación técnica	LI = 1.0 ; LS = 6.0							
	Resultados	4.82	5.55	5.72	5.65	3.97	6.00	4.55	7.00
	Defectos (Fuera de especificación técnica)	0	0	0	0	0	0	0	1
Ácido oleico C18:1n9 (%)	Especificación técnica	LI = 35.0 ; LS = 65.0							
	Resultados	45.2 5	35.4 2	28.5 8	30.4 2	38.2 2	42.2 5	42.0 0	48.2 5
	Defectos (Fuera de especificación técnica)	0	0	1	1	0	0	0	0
Ácido linolénico C18:2n6 (%)	Especificación técnica	LI = 1.0 ; LS = 15.0							
	Resultados	24.3 5	26.5 0	57.3 1	42.5 0	42.5 0	38.0 2	40.0 0	38.3 5
	Defectos (Fuera de especificación técnica)	1	1	1	1	1	1	1	1
Total defectos	33	4	4	5	5	4	4	3	4
Total N° Muestras		8							

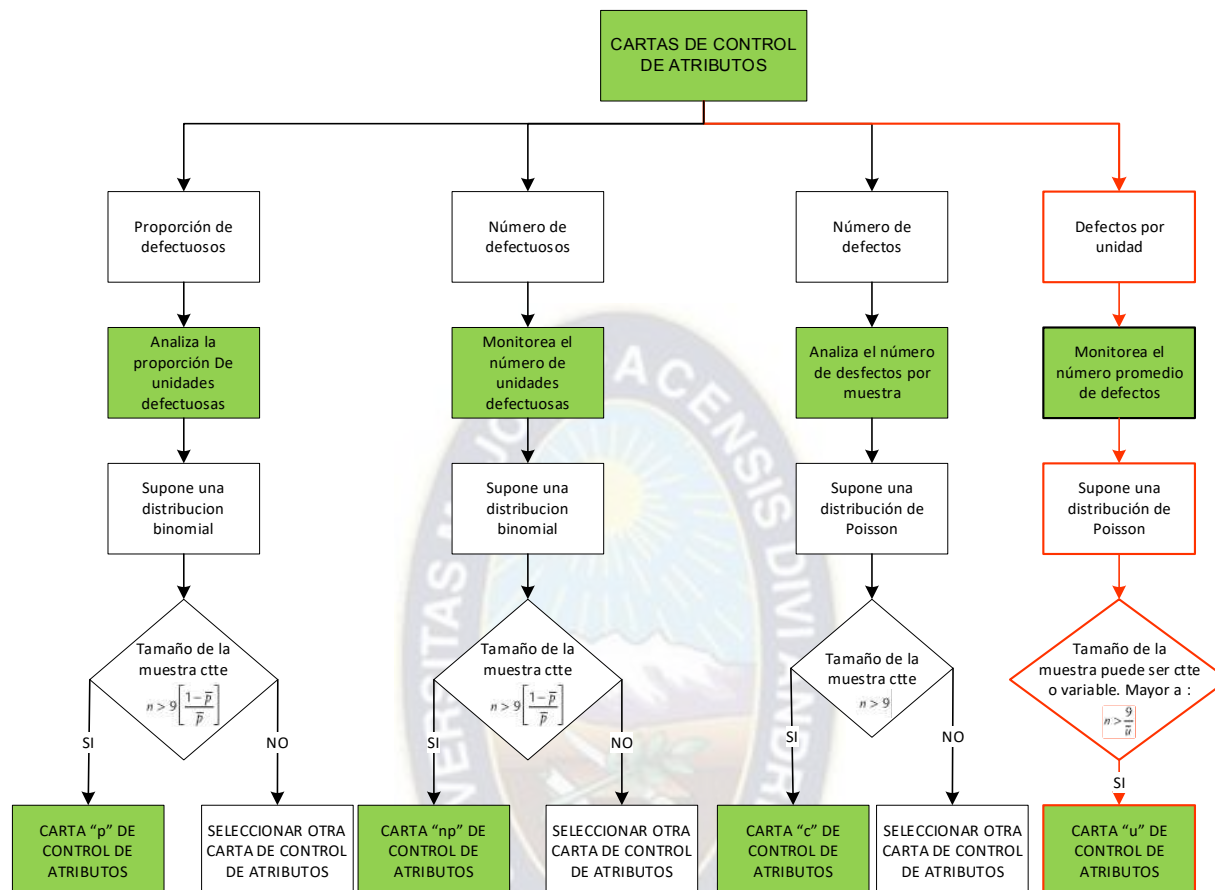
**Nota.** Elaboración propia, 2022.

### 6.7. Selección de cartas de control de atributos

Existen 4 tipos de cartas de control de atributos comúnmente usados en el control estadístico de la calidad de un producto o materia prima. Las cuales tienen una serie de prerequisites para su aplicación, lo cual se muestra en el siguiente esquema:

Figura 49

## Cartas de control de atributos



**Nota.** Elaboración propia en base a (Pulido & Salazar, 2009), 2022.

En base al siguiente esquema se elige la CARTA "u" DE CONTROL DE ATRIBUTOS, debido a que el tamaño de las muestras "n" determinada con anterioridad no son constantes, además que cumplen con la condición  $n > \frac{9}{\bar{u}}$ .

### 6.8. Carta "u" de control para atributos

Se aplican las cartas "u" de control de atributos, para el análisis de la variación del número promedio de defectos por unidad de la muestra, en lugar del total de defectos en una muestra. Para realizar la carta de control "u", previamente se calcula la línea central, LCS y LCI.

Cálculo de  $u_i$ :

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \quad [9]$$

Donde:

$c_i$  = defectos encontrados

$n_i$  = unidad de la muestra

Tabla 59

Cálculo de  $u_i$ 

N° Muestra	$n_i$	$c_i$	$u_i = \frac{c_i}{n_i}$
1	1	4	4
2	1	4	4
3	1	5	5
4	1	5	5
5	1	4	4
6	1	4	4
7	1	3	3
8	1	4	4

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

Cálculo de la línea central  $\bar{u}$

$$\mu_{u_i} = \bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}} \quad [10]$$

$$\text{Total de defectos} = 33$$

$$\text{Total de artículos inspeccionados} = 8$$

$$\bar{u} = 4.12$$

Cálculo del límite de control superior:

$$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad [11]$$

$$LCS = 4.12 + 3\sqrt{\frac{4.12}{8}}$$

$$LCS = 6.27$$

Cálculo del límite de control inferior:

$$LCI = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad [12]$$

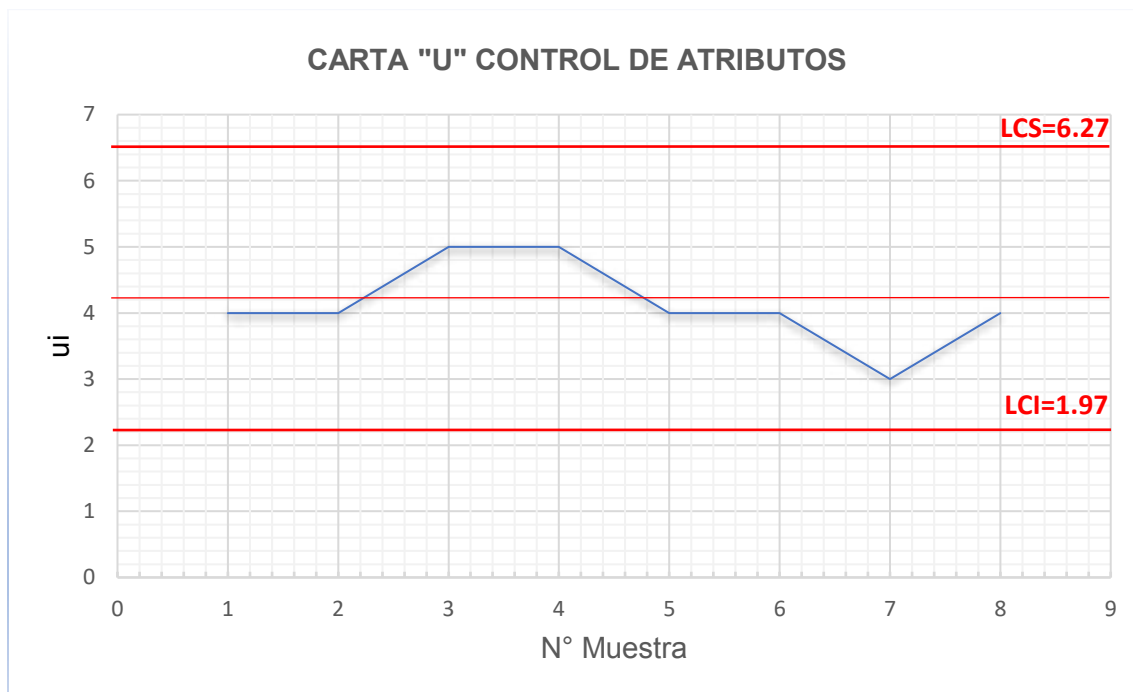
$$LCI = 4.12 - 3\sqrt{\frac{4.12}{8}}$$

$$LCI = 1.97$$

Con los datos hallados  $u_i$ ,  $\bar{u}$ ,  $LCS$ ,  $LCI$ , graficaremos la carta "u" de control de atributos.

**Figura 50**

Carta "u" de control de atributos



**Nota.** Elaboración propia, 2022.

- **Interpretación:** Los puntos azules representan las muestras tomadas para un lote, y la línea roja superior representa el límite de control superior y la línea roja inferior representa el límite de control inferior. Como se observa en la gráfica las muestras tomadas en tan dentro de los límites, por lo cual se concluye que se ACEPTA el lote.

### 6.9. Monitoreo y mejora continua

Cuando los análisis de atributos de calidad de la materia prima ACR no se ajustan a las especificaciones técnicas requeridas, es necesario llevar a cabo una serie de procesos químicos antes de proceder al almacenamiento en los tanques de almacenamiento principales. Estos procesos adicionales permiten garantizar la calidad y cumplir con los estándares establecidos. A continuación, se presentan algunas de las operaciones químicas que deberían aplicarse en esta situación:

#### 6.9.1. Reducción del % de humedad

Si la materia prima utilizada para la producción de diésel renovable tiene un contenido de humedad mayor al 0.1%, es necesario someterla a una operación de secado para reducir esa humedad.

- **Secado:** El secado es un proceso en el cual se aplica calor para evaporar y eliminar el agua presente en la materia prima. La humedad se convierte en vapor y se separa del

material mediante la aplicación de calor. El método de “secado por convección” es ampliamente preferido en la industria del biodiesel debido a su eficiencia, versatilidad y capacidad para manejar grandes volúmenes de aceite.

#### **6.9.2. Disminución del índice de peróxidos**

En caso de que la materia prima tenga un índice de peróxidos mayor a 5.0 mEqO<sub>2</sub>/Kg, la materia prima se somete un proceso de desgomado para que este dentro de especificaciones técnicas.

- **Desgomado:** proceso en el que se eliminan las impurezas y los fosfolípidos presentes en el aceite crudo, estas impurezas pueden ser una fuente de peróxidos. El desgomado se realiza mediante la adición de agua y/o ácido cítrico al aceite, seguido de un proceso de separación por centrifugación o mediante el uso de equipos de membrana.

#### **6.9.3. Diminución del índice de acidez**

Si la materia prima tiene un índice de acidez mayor a 5%, se realiza un proceso de neutralización.

- **Neutralización:** proceso de neutralización para reducir el contenido de ácidos grasos libres en el aceite. Esto implica la adición de una solución alcalina, como hidróxido de sodio (NaOH), para formar jabones insolubles que se pueden separar del aceite.

#### **6.9.4. Reducción del valor de la viscosidad a 40°C**

A continuación, se muestran dos posibles soluciones para reducir la viscosidad de la materia prima. En caso de que la viscosidad sea mayor a 10 cST.

- **Mezclado y agitación:** Se ajusta la temperatura y se mezcla con otro aceite que contenga menor viscosidad. Al someter la materia prima a fuerzas de corte y deformación, se facilita la ruptura de las interacciones moleculares y se logra una mayor fluidez.
- **Tratamiento enzimático:** En algunos casos, se pueden utilizar enzimas específicas para reducir la viscosidad de la materia prima. Estas enzimas pueden romper los enlaces de los componentes de la materia prima y mejorar su fluidez.

El mezclado y agitación es el procedimiento mas usado para reducir la viscosidad de la materia prima.

#### **6.9.5. Monitoreo del perfil de ácidos grasos**

Si el perfil de ácidos grasos contine cadenas carbonatadas extensas, será necesario reajustar en el proceso la cantidad de hidrogeno que se utilizará en el proceso productivo de diésel renovable, específicamente en el hidrot ratamiento.



**CAPITULO 7**  
**PLAN DE GESTIÓN LOGÍSTICA**

The logo of Universidad Mayor Pacensis Divina is a large, faint watermark in the background. It features an oval shape with a sunburst at the top, a central figure, and a ribbon at the bottom. The text 'UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DIVINA' is written around the oval.

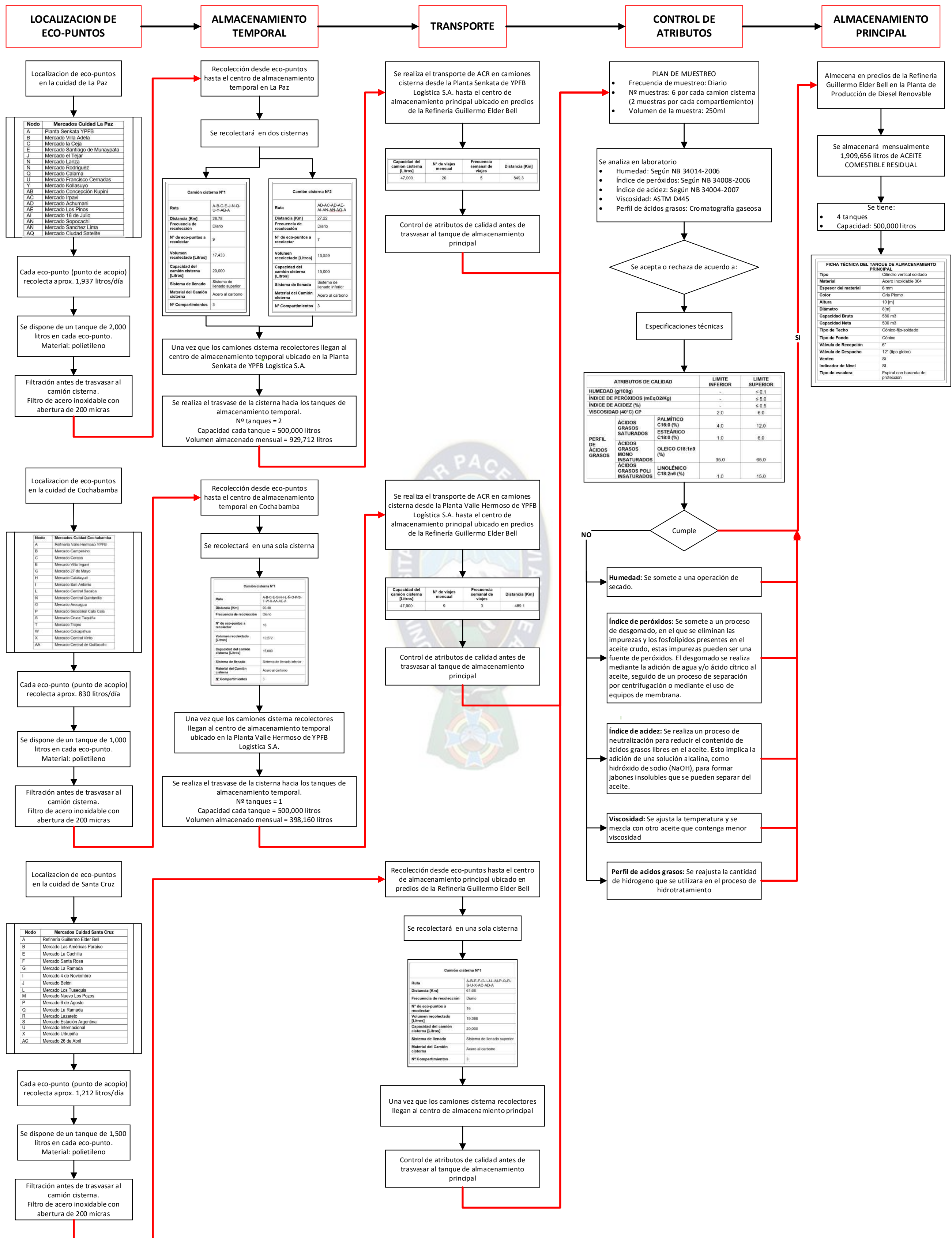
El plan de gestión logística para la provisión de aceite comestible residual como materia prima para la planta de producción de Diesel Renovable, es un conjunto de estrategias y acciones diseñadas para garantizar la eficiencia y efectividad en el acopio, recolección, transporte y almacenamiento. El presente plan diseñado se centra en un sistema logístico que permita recoger el aceite comestible residual de manera segura y organizada, minimizando los impactos ambientales y maximizando su aprovechamiento como recurso renovable en la producción de Diesel Renovable. Este plan involucra lo siguiente:

- **Localización de eco-puntos:** Mercados en el casco urbano de la ciudad de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, que estén cerca de los puntos de generación de ACR, además, estén dentro de la programación de rutas óptimas para su recolección.
- **Almacenamiento temporal:** localización de centros de almacenamiento temporal y uso de tanques adecuados.
- **Transporte:** Transporte seguro en camiones cisterna
- **Control de atributos de calidad:** Validar la calidad de la materia prima
- **Almacenamiento principal:** uso de tanques adecuados.





DISEÑO DEL PLAN DE GESTIÓN LOGÍSTICA







**CAPITULO 8**  
**ANÁLISIS FINANCIERO**



## CAPITULO 8

### ANÁLISIS FINANCIERO

Se realiza el análisis financiero proyectado a 10 años, tomando en cuenta, que la planta de producción de diésel renovable comenzara sus operaciones el año 2024.

#### 8.1. INVERSIONES

- Inversiones en activos fijos

Según Sapag & Sapag, 2008 “Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizan en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto” (p.259).

Por tanto, las inversiones en Activos Fijos para el proyecto se muestran a continuación:

**Tabla 60**

*Inversión en activos fijos*

Inversión	Monto [Bs]
Total, de muebles y enseres	196,380
Vehículos	3,598,000
Tanques de almacenamiento	49,100,800
Total	52,895,180

**Nota.** Elaboración propia, 2022

Realizando una breve descripción de los mismos:

Las características de los vehículos se muestran en el capítulo 6, sin embargo, a continuación, se muestra la descripción para la inversión de los mismos:

**Tabla 61**

*Tabla inversión en vehículos*

Vehículos	Cantidad	Precio [Bs]
Camiones cisterna de 47.000 litros de capacidad.	2	2065000
Camiones cisterna de 20.000 litros	2	875000
Camiones cisterna de 15.000 litros	2	658000
Total		3,598,000.00

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Tabla 62**

*Tabla inversión en muebles y enseres*

Total, de muebles y enseres			
Equipo adicional	Cantidad	Precio Unitario [Bs]	Total [Bs]
Recipientes para lavado	50	50	2,500
Estantes	10	120	1,200
Contenedores	24	70	1,680

Bandejas	10	30	300
<b>Equipo para administracion</b>			
Escritorio	40	450	18,000
Silla	40	150	6,000
Computadora	16	3,500	56,000
Impresora	10	1,400	14,000
<b>Equipos seguridad</b>			
Señalización	1	10,000	10,000
Extintores	10	150	1,500
Equipos protección personal	1	10,000	10,000
Casilleros	56	600	33,600
<b>Equipos de laboratorio</b>			
Materiales	4	400	1,600
Reactivos	1	20,000	20,000
Equipos	1	20,000	20,000
<b>TOTAL</b>		<b>66,920</b>	<b>196,380</b>

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Tabla 63**

*Inversión en tanques de almacenamiento*

ITEM	N° Unidades	Capacidad [Litros]	Costo Unitario [USD]	Costo Total [USD]	Costo Total [Bs]
Tanques de polietileno	16	2,000	400	6,400	44800
Tanques de polietileno	16	1,000	200	3,200	22400
Tanques de polietileno	16	1,500	300	4,800	33600
Tanques de almacenamiento principal	4	500	1,000,000	4,000,000	28000000
Tanques de almacenamiento temporal	3	500	1,000,000	3,000,000	21000000
Total					49,100,800.00

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

- Depreciación de activos fijos: A continuación, se presentan los cuadros de depreciación, se tomaron en cuenta muebles, enseres, tanques de almacenamiento y vehículos.

**Tabla 64**

*Vida útil de activos fijos*

<b>Depreciación</b>			
ITEM	Monto	Vida útil	Depreciación 1-5 años
Muebles Y Enseres	196,380	5	39,276
Vehículos	3,598,000	5	719,600
Tanques	49,100,800	10	4,910,080

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**Tabla 65***Depreciación*

Depreciación										
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tanques	4,910,080	4,910,080	4,910,080	4,910,080	4,910,080	4,910,080	4,910,080	4,910,080	4,910,080	4,910,080
Muebles, enseres y vehículos	758,876	758,876	758,876	758,876	758,876		758,876	758,876	758,876	758,876
Total	5,668,956	5,668,956	5,668,956	5,668,956	5,668,956	4,910,080	5,668,956	5,668,956	5,668,956	5,668,956

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**8.2. Flujo de fondos del proyecto**

Los aspectos a considerar para este estudio son la determinación de los costos totales en que incurrirá el proyecto, clasificándolos en costos de transporte, sueldos y salarios. Así también la determinación de los ingresos que percibirá el proyecto para posteriormente definir la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

**8.2.1. Costos y gastos**

- Costos de por la compra de ACR,

Se toma en cuenta que cada año la generación de ACR crece en un 4%. Se consideran que en los puntos de acopio “eco-puntos” se comprara ACR de establecimientos de expendio de alimentos al precio de 1.2Bs.

**Tabla 66***Costos por la compra de ACR*

ITEM	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Volumen anual de recolección de ACR [Litros]	22,913,856	23,830,410	24,783,627	25,774,972	26,805,971	27,878,209	28,993,338	30,153,071	31,359,194	32,613,562
Compra de ACR [Bs]	27,496,627	28,596,492	29,740,352	30,929,966	32,167,165	33,453,851	34,792,005	36,183,686	37,631,033	39,136,274

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

- Costos de transporte de ACR

**Tabla 67***Costos de transporte de ACR*

Recorrido	Distancia [Km]	N° de viajes/año	Total [Km]	Rendimiento de consumo de combustible [Km/litro]	Total, consumo de gasolina [litros]	Costo de gasolina Bs/litro	Costo total [Bs]
Camión cisterna de 47.000 litros	1,698	240	407,520	10	41,711	4	156,000
Camión cisterna de 47.000 litros	978	108	234,720	10	24,025	4	89,852
Camión cisterna de 20.000 litros	58	365	21,009	10	2,150	4	8,042
Camión cisterna de 20.000 litros	123	365	45,012	10	4,607	4	17,231
Camión cisterna de 15.000 litros	54	365	19,871	10	2,034	4	7,607
Camión cisterna de 15.000 litros	181	365	66,050	10	6,761	4	25,284
TOTAL							304,017

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

- Sueldos y salarios

**Tabla 68***Sueldos y salarios*

Sueldo de los trabajadores	Sueldo	Cantidad	Monto Total Mes	Monto Total Año
Chofer	5,395	7	37,765	453,180
Ayudante	5,395	7	37,765	453,180
Operario	5,395	56	302,120	3,625,440
Supervisor	10,264	3	30,792	369,504
Analista	8,600	3	25,800	309,600
Inspector de seguridad	9,500	4	38,000	456,000
TOTAL			472,242	5,666,904

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**8.2.2. Ingresos del proyecto**

El proyecto tendrá ingresos por ventas de ACR. Cuyas ventas se realizarán a la planta de producción de diésel renovable.



**Tabla 69***Ventas de ACR*

ITEM	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Ingresos por venta de ACR	50,410,483	52,426,903	54,523,979	56,704,938	58,973,135	61,332,061	63,785,343	66,336,757	68,990,227	71,749,836

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

**8.3. Flujo de caja**

A continuación, se realiza el flujo de caja tomando en cuenta los puntos desarrollados anteriormente en este capítulo. Para lo cual se considera una tasa de descuento igual al 12.81% y la vida útil del proyecto será 10 años.



Tabla 70 Flujo de caja

FLUJO DE CAJA												
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>INGRESOS</b>												
Ingresos por ventas		50,410,483.20	52,426,902.53	54,523,978.63	56,704,937.77	58,973,135.29	61,332,060.70	63,785,343.12	66,336,756.85	68,990,227.12	71,749,836.21	
<b>Total Ingresos Netos</b>		<b>50,410,483</b>	<b>52,426,903</b>	<b>54,523,979</b>	<b>56,704,938</b>	<b>58,973,135</b>	<b>61,332,061</b>	<b>63,785,343</b>	<b>66,336,757</b>	<b>68,990,227</b>	<b>71,749,836</b>	
<b>COSTOS</b>												
Sueldos y salarios		5,666,904.00	5,666,904.00	5,666,904.00	5,666,904.00	5,666,904.00	8,500,356.00	8,500,356.00	8,500,356.00	8,500,356.00	8,500,356.00	
Gastos transporte		304,016.52	304,016.52	304,016.52	304,016.52	304,016.52	456,024.78	456,024.78	684,037.18	456,025.78	684,038.68	
Servicios		50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	
Compra aceite		26,580,072.96	27,643,275.88	28,749,006.91	29,898,967.19	31,094,925.88	32,338,722.91	33,632,271.83	34,977,562.70	36,376,665.21	37,831,731.82	
Depreciación (-)		5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	4,910,080.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	
<b>Total Costos</b>		<b>38,269,949</b>	<b>39,333,152</b>	<b>40,438,883</b>	<b>41,588,844</b>	<b>42,784,802</b>	<b>46,255,184</b>	<b>48,307,609</b>	<b>49,880,912</b>	<b>51,052,003</b>	<b>52,735,082</b>	
<b>UTILIDAD</b>												
Utilidad operativa		12,140,533.72	13,093,750.13	14,085,095.19	15,116,094.06	16,188,332.88	15,076,877.00	15,477,734.51	16,455,844.97	17,938,224.13	19,014,753.71	
IUE (25%)		3,035,133.43	3,273,437.53	3,521,273.80	3,779,023.52	4,047,083.22	3,769,219.25	3,869,433.63	4,113,961.24	4,484,556.03	4,753,688.43	
Utilidad despues de impuestos		9,105,400.29	9,820,312.60	10,563,821.39	11,337,070.55	12,141,249.66	11,307,657.75	11,608,300.88	12,341,883.73	13,453,668.10	14,261,065.28	
Depreciación (+)		5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	4,910,080.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	5,668,956.00	
<b>INVERSIONES</b>												
Inversiones vehiculos y muebles		3,794,380										
Inversión tanques		49,100,800										
Capital de Trabajo		6,020,920.52										
Valor Residual											758,876.00	
<b>Valor neto actual</b>	<b>0</b>	<b>-58,916,101</b>	<b>14,774,356</b>	<b>15,489,269</b>	<b>16,232,777</b>	<b>17,006,027</b>	<b>17,810,206</b>	<b>16,217,738</b>	<b>17,277,257</b>	<b>18,010,840</b>	<b>19,122,624</b>	<b>20,688,897</b>
Valor neto acumulado	0.00	-58,916,100.52	-44,141,744.23	-28,652,475.64	-12,419,698.25	4,586,328.30	22,396,533.96	38,614,271.71	55,891,528.60	73,902,368.33	93,024,992.42	113,713,889.71

**Nota.** Elaboración propia, 2022.

Del flujo de caja se calculan los indicadores económicos VAN (valor actual neto) y TIR (tasa interna de retorno).

**Tabla 71**

*Indicadores económicos*

VAN	32,735,141.28
TIR	24.79%

**Nota.** Elaboración propia, 2022.





**CAPITULO 9**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## CAPITULO 9

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1. Conclusiones

- El estudio de mercado nos ayudó a determinar el volumen de aceite comestible residual generado en establecimiento de expendio de alimentos legalmente establecidos de las ciudades de La Paz, Cochabamba y San Cruz, dando como resultado un volumen de 22,913,856 Litros/Año, sin embargo, la demanda de esta materia prima para el Proyecto Diésel Renovable es 54,032,775 Litros/Año, por tanto, el % de abastecimiento para el Proyecto Diesel Renovable sería de 42.4%. Este porcentaje de abastecimiento provendría solamente de establecimientos de expendio de alimentos legalmente constituidos.
- Por otra, también se estudió el volumen de aceite comestible residual que recolectan las empresas privadas Uco Bolivian y Green Side cuyo dato es 1,968,000 Litros/Año. Realizando una relación entre el volumen de ACR disponible y el volumen que recolectan empresas privadas, resulta que las empresas privadas solo recolectan el 8.6 % del volumen total generado de ACR en las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz.
- De acuerdo a la norma API 650 se proponen diseños de tanques para el almacenamiento de aceite comestible residual con una capacidad de  $500m^3$ , tanto para el almacenamiento principal y temporal. Esto va de acuerdo a los volúmenes generados.
- Para el almacenamiento principal que estará ubicado en Santa Cruz en la Planta de Almacenaje de YPFB Palmasola que es parte de las instalaciones de la Refinería Guillermo Elder Bell, se propuso 4 tanques de  $500 m^3$  debido a que la capacidad calculada en el presente proyecto tiene un volumen total acumulado mensual de  $1,909 m^3$ .
- Para el almacenamiento temporal en la ciudad de La Paz se determinó una ubicación estratégica en la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos De Senkata – YPFB, para el cual se propone 2 tanque de  $500m^3$  de capacidad, debido a que el volumen calculado en el presente proyecto es  $927.7 m^3$  de ACR mensualmente.
- Para el almacenamiento temporal en la ciudad de Cochabamba se determina la ubicación en la Planta de Almacenaje de Combustibles Líquidos de Valle Hermoso -YPFB el cual es parte Refinería Gualberto Villarroel, proponiendo 1 tanque de  $500m^3$  de capacidad, ya que, el volumen calculado en el presente proyecto es  $398.1 m^3$  de ACR mensualmente.

- Para determinar la localización de eco-puntos se consideraron los mercados municipales de las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, porque son dependientes de las Alcaldías Municipales y entre sus competencias de estas entidades esta realizar la gestión de residuos líquidos y sólidos contaminantes para el medio ambiente. Por lo que se debe establecer un plan para la disposición final adecuada del aceite comestible residual proveniente de la cocción de alimentos en especial en sitios donde la generación de este residuo sea frecuente.
- Para la evaluación de rutas mínimas de acopio se utilizó en método de ruteo “Algoritmo de Dijkstra”, para lo cual, se realizó un modelo de programación lineal el cual se encuentra desarrollado en el punto 6.3.5, el resultado se puede apreciar en las figuras 32, 33, 34 del capítulo 6 del presente documento.
- Se realizó un análisis de calidad de ocho muestras de ACR recolectadas en establecimientos de expendio de alimentos en la ciudad de La Paz. Estas muestras fueron sometidas a un análisis en laboratorio para medir los atributos de calidad críticos para su utilización como materia prima en la producción de Diesel Renovable mediante hidrotratamiento. Los resultados obtenidos fueron graficados y comparados con los valores establecidos bajo especificaciones técnicas según la normativa ASTM `D6751.
- Mediante este análisis exhaustivo, se evaluó si cada una de las muestras cumplía o no con los estándares de calidad requeridos. Además, se empleó una carta "u" de control de atributos para realizar un análisis global de todos los atributos de calidad y determinar si las muestras pertenecientes a un mismo lote debían ser aceptadas o rechazadas.
- Según los resultados obtenidos, se concluye que el lote de muestras evaluado cumple con los requisitos de calidad establecidos para su utilización como materia prima en la producción de diesel renovable mediante hidrotratamiento. Sin embargo, es importante emplear una operación adicional para los atributos que estén fuera de especificaciones técnicas.
- Para realizar el análisis de rentabilidad del proyecto, se consideró el precio de venta mínimo actual de recolectores de ACR externos, de tal forma que se pueda evaluar la factibilidad de un proyecto de estas características para la provisión de materia prima al proyecto diésel renovable. En ese sentido, el presente proyecto propone que se comprará el ACR recolectado al precio de 1.2Bs y se proveerá a la planta de producción de diésel renovable al precio de 2.2Bs, esto considerando los costos de logística invertidos, asu vez se considera que la generación de ACR ira incrementando 4%anualmente.

- Por otra parte, no se considera la inversión en terreno e infraestructura, dado que el proyecto gestionará puntos de acopio (eco-puntos) y centros de almacenamiento con los municipios y ambientes dependientes de YPFB a través de su subsidiaria YPFB logística.
- Por tanto, de análisis financiero se concluye que es rentable invertir en este proyecto, puesto que, al calcular el VAN nos da un valor positivo igual a 32,735,141.28 y una TIR igual al 24.79%.

## 9.2. Recomendaciones

- Para lograr recolectar mayor cantidad en volumen de aceite comestible residual con el fin de abastecer como materia prima a la producción de Diésel Renovable y garantizar su producción continua en altos volúmenes, es importante que se modifique la siguiente legislación boliviana donde se estipule que toda la disposición final del aceite comestible residual debe ser recolectado con la finalidad de ser materia prima a la producción de Diesel Renovable.
  - ❖ Ley No. 1333 “Ley Del Medio Ambiente”
    - Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica
  - ❖ Ley 755 de “Gestión Integral de Residuos”
- Se deben crear normativas que ayuden a mitigar los impactos ambientales negativos causados por la disposición final inadecuada del aceite comestible residual, además que coadyuvara en la base de una cultura poblacional del cuidado al medio ambiente y vivir bien.





# **CAPITULO 10**

# **REFERENCIAS**

## CAPITULO 10

### REFERENCIAS

- Alcon, C. S. (Mayo de 2018). Gestion y Tratamiento de Aceites Comestibles Reutilizados en la Ciudad de La Paz.
- ANH, A. N. (2021). Planificacion Diesel Renovable. Bolivia.
- Castelazo, D. E. (2016). Reporte de Inteligencia Tecnologica Biodiesel. Mexico.
- Clima, P. N. (Enero de 2020).
- Greenside. (Marzo de 2021). <https://www.greensidesolutions.com/marco-legal-de-la-gestion-del-aceite-vegetal-usado-como-residuo-en-paraguay-riesgos-y-sanciones/>.
- Guevara, G. Verdesoto, A. Castro, N. (2020). *Metodologías de investigación educativa (Descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Ecuador.
- Setía, M. (2016). *Diseño de estudio transversal*. Red Latinoamericana de Pediatría y neonatología. Argentina.
- Mata, L. (2019). *Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental*. México.
- García, F. (2012). *El cuestionario*. Universidad de Sonora. México.
- I. Simakova, O. S.-A. (2009). Deoxygenation of palmitic and stearic acid over supported Pd catalysts: effect of metal dispersion.
- Guzman, J. T. (2010). Hydroprocessing of crude palm oil at pilot plant scale.
- A.E.-F. Abomohra, W. J.-F. (2016). Microalgal biomass production as a sustainable feedstock for biodiesel: current status and perspectives.
- Abdullah, M. A. (2016). Challenges in biodiesel industry with regards to feedstock, environmental, social and sustainability issues: A critical review.
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2020, julio). Precios Finales al Consumidor. Retrieved from <https://www.anh.gob.bo/w2019/contenido.php?s=13>
- Alvarez, F. G. (n.d.).
- ANH. (2018). Ficha tecnica Refineria Guillermo Elder Bell.
- ANH, A. N. (2021). Planificacion Diesel Renovable. Bolivia.
- Castelazo, D. E. (2016). Reporte de Inteligencia Tecnológica Biodiesel. México.
- Clima, P. N. (2020, Enero).
- Cortes, S. (2010, Enero 1). Acta Biológica Colombiana. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/13940>

- Demografico, M. p. (2016).
- Fernandez, R. L. (2016). Logística Comercial. In R. L. Fernandez, Rodrigo Lopez Fernandez.
- Freddie, I. (2020). Potential of Used Cooking Oil as Feedstock for Hydroprocessing into Hydrogenation Derived Renewable Diesel. International Journal of Engineering Research and Technology.
- G. Abdulkareem-Alsultan, N. A.-M. (2019). A review on thermal conversion of plant oil into green fuel using carbon-based nanocatalyst.
- G. da Rocha Filho, D. B.-M. (1993). Formation of alkanes, alkylcycloalkanes and alkylbenzenes during the catalytic hydrocracking of vegetable oils.
- H. Amirmoghadam, M. S. (2018). The effect of molybdenum on the characteristics and catalytic properties of M/Cs 1.5 H 1.5 PW 12 O 40/Al 2 O 3 (M= Ni or/and Mo) nanocatalysts in the hydrocracking of n-decane,.
- H. Asli, E. A. (2012). Investigation on physical properties of waste cooking oil–rejuvenated bitumen binder.
- H.A. Aziz, M. A.-b. (2016). Production of palm-based esteramine through heterogeneous catalysis.
- Hermida, E. (2011). POLIMEROS. Buenos Aires: Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
- Hood, E. E. (2016). Biocombustibles de origen vegetal. F1000Research.
- Simakova, O. S.-A. (2009). Deoxygenation of palmitic and stearic acid over supported Pd catalysts: effect of metal dispersion.
- Inambao, F. (2020). Potential of Used Cooking Oil as Feedstock for Hydroprocessing into Hydrogenation Derived Renewable Diesel. International Journal of Engineering Research and Technology.
- Kemin. (2016). <https://www.kemin.com/na/es-mx/blog/food-technologies/oxidative-process>. Retrieved from <https://www.kemin.com/na/es-mx/blog/food-technologies/oxidative-process>
- Klaus, W. (2005). Química organica industrial. Barcelona-España: Reverté.
- Kordulis. (2016). Tratamiento de trigliceridos naturales.
- L. Chen, H. L. (2016). Catalytic hydroprocessing of fatty acid methyl esters to renewable alkane fuels over Ni/HZSM-5 catalyst.

- Lázaro, M. (2018). Alteraciones de los aceites vegetales durante la fritura. Univeridad de Sevilla.
- Lifeder. (2007). Retrieved 2021, from <https://www.lifeder.com/estudio-de-prefactibilidad/>
- M.A. Hazrat, M. R. (2019). Emission characteristics of waste tallow and waste cooking oil based ternary biodiesel fuels.
- Maizar. (2007, 01 17). SISTEMAS DE PRODUCCIÓN UTILIZADOS PARA OBTENER ETANOL. Retrieved from <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=246>
- Meliza Plazas-González, C. A.-F. (2018). Modelling and simulation of hydrotreating of palm oil components to obtain green.
- Meneses, J. (2007, julio). scielo. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/>
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, M. (2020).
- Ministerio de Medio Ambiente Colombia, C. (2017, Septiembre 29). Documento Soporte Tecnico ACU. Colombia.
- Ministerio de Medio Ambiente Colombia, C. (2017, Septiembre 29). Documento Soporte Tecnico ACU. Colombia.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico España. (2016). Retrieved from <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/fracciones/aceites-cocina/>
- Mumm, R., Goldsmith, P., Stein, H., & Rausch, K. (2014, Abril). Biotechnology for Biofuels. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/261607025>
- Novozymes. (2021). Retrieved from <https://market.novozymes.com/login?returnUrl=%2F>
- Oja, S. (2008). NExBTL–next generation renewable diesel. Berlin, Germany.
- Ortega, L. M. (2021). Gestion Integral del aceite de cocina en los restaurantes de la zona de comidas del casco urbano de San Jose del Guaviare.
- Prensa.Latina. (2021, Enero 23). Prensa Latina. Retrieved Mayo 21, 2021, from <https://www.prensa-latina.cu/index.php?o=rn&id=425578&SEO=bolivia-construira-plantas-de-diesel-ecologico-y-biodiesel>
- Puig, R. P. (2019, Julio 17). Lifeder. Retrieved from <https://www.lifeder.com/alfa-amilasa/>
- R. Sotelo-Boyás, F. T.-Z.-L. (2012). Hydroconversion of triglycerides into green liquid fuels.
- Romero, M. G. (2020). Biocombustibles y producción de biohidrógeno. revista de Ciencias de la Universidad.
- S. Irwan, Z. Y. (2016). Biodiesel progress in Malasia.

- Scallan, M. (2011). New renewable diesel plant headed to Norco with federal backing. New renewable diesel plant headed to Norco with federal backing.
- Universidad Catolica San Pablo. (2018). Retrieved from <https://postgrado.ucsp.edu.pe/articulos/que-es-gestion-logistica-empresa/>
- Valdez, F. (2016). Proyectics. Retrieved 2021, from <http://proyectics.blogspot.com/2016/09/clasificacion-de-estimado-de-costos.html>
- Veriansyah. (2012). Hydrotreating of vegetable oils.
- www.anh.gob.bo. (2019). Retrieved from <https://www.anh.gob.bo/w2019/contenido.php?s=6>
- www.monografias.com/trabajos-pdf2/metodo-centro-gravedad/metodo-centro-gravedad. (n.d.).
- X. Meng, G. C. (2008). Biodiesel production from waste cooking oil via alkali catalyst and its engine test. Biodiesel production from waste cooking oil via alkali catalyst and its engine test.
- Y.P.F.B. (2018, marzo 9). Bolivia ingresa a la era del biocombustible. Retrieved from <https://www.ypfb.gob.bo/es/informacion-institucional/noticias/841-bolivia-ingresa-a-la-era-del-biocombustible>
- YPFB. (2018). Industria petroquímica en Bolivia. La paz, Bolivia.
- Pulido & Salazar (2009). Control estadístico de la calidad.
- STATISTA. (2018).

# **ANEXOS**





## ANEXOS

## ANEXO A.1

## Informes de laboratorio de la materia prima "ACR" analizada

- Informe de ensayo: ACR proveniente de la fritura de pescado 1

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA		INFLASA		RELOAA				
MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES		INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN		LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA				
LCA-P18-F01		<b>INFORME DE ENSAYO</b>		Página: 1 de 1				
Versión: 01		Emisión: 2016-03-28						
Código: 21-2822	Muestra: ACEITE COMESTIBLE RESIDUAL PROVENIENTE DE LA FRITURA DE PESCADO 1							
Nombre de Cliente:	MARXA AJATA FORRA							
Dirección del cliente:	Calle Murguía Zona Villa Victoria - La Paz							
Procedencia: La Paz - Zona Cementerio								
Envase: Botella Pet	Cantidad: 600mL							
Acta de muestreo: 3148	Tarjeta de muestreo: 21950							
Fecha de muestreo:	2021-12-13	Hora:	08h30					
Fecha de ingreso a laboratorio:	2021-12-13	Hora:	09h00					
Fecha de análisis:	2021-12-14	Hora:	08h30					
RESULTADOS								
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:								
Color: Característico	Sabor: Característico							
Olor: Característico	Aspecto: Característico							
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO								
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE				
Humedad	0,42	g/100g	NB 34010-2006	Sin limite de referencia				
Índice de Saponificación	229,00	mg/g	NB 34005-2006	Sin limite de referencia				
Índice de Peróxidos	2,97	mEqO <sub>2</sub> /Kg	NB 34008-2006	Sin limite de referencia				
Índice de Acidez	0,12	—	NB 34004-2007	Sin limite de referencia				
Clasificación: Aceite								
ANÁLISIS NUTRICIONAL								
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO					
<b>Perfil de acidos Grasos</b>								
<b>Acidos Grasos Saturados</b>								
Palmitico C16:0	22,24	%	Cromatografía de gases					
Estearico C18:0	4,82	%						
<b>Acidos Grasos Mono Insaturados</b>								
Trans Hepta Decanoico C17:1t	8,22	%						
Trans Elaidico C18:1t	2,02	%						
Oleico C18:1n9	45,25	%						
<b>Acidos Grasos Poli Insaturados</b>								
Linoléico C18:2n6	24,35	%						
Linoléico C18:3n3	2,75	%						
Analista (s): Dra. D. Vasquez, Dra. E. Mendoza, Dra. C. Zenteno, Dra. E. Guillen								
La Paz, 17 de diciembre del 2021								
 M. Sc. Monica Stuberstein JEFE DE LABORATORIO LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS INFLASA			 M. Sc. Faviola Vidal Velasquez COORDINADORA DE LA DIVISION DE CONTROL INFLASA					

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.  
 Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.

- Informe de ensayo: ACR proveniente de la fritura de pescado 2





**INLASA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD**  
**DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS**  
**COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA**



LCA-P18-F01

Versión: 01

**INFORME DE ENSAYO**

Emisión: 2016-03-28

Página: 1 de 1

<b>Código:</b> 21-2822	<b>Muestra:</b> ACEITE COMESTIBLE RESIDUAL PROVENIENTE DE LA FRITURA DE PESCADO 2					
<b>Nombre de Cliente:</b>	MARXA AJATA FORRA					
<b>Dirección del cliente:</b>	Calle Murguía Zona Villa Victoria - La Paz					
<b>Procedencia:</b> La Paz - Zona Cementerio						
<b>Envase:</b> Botella Pet			<b>Cantidad:</b> 600mL			
<b>Acta de muestreo:</b> 3147			<b>Tarjeta de muestreo:</b> 21949			
<b>Fecha de muestreo:</b>	2021-12-13	<b>Hora:</b>	08h30			
<b>Fecha de ingreso a laboratorio:</b>	2021-12-13	<b>Hora:</b>	09h00			
<b>Fecha de análisis:</b>	2021-12-14	<b>Hora:</b>	08h30			
<b>RESULTADOS</b>						
<b>CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:</b>						
<b>Color:</b> Característico	<b>Sabor:</b> Característico					
<b>Olor:</b> Característico	<b>Aspecto:</b> Característico					
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>						
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE		
Humedad	0,38	g/100g	NB 34010-2006	Sin limite de referencia		
Índice de Saponificación	187,00	mg/g	NB 34005-2006	Sin limite de referencia		
Índice de Peróxidos	2,79	mEqO <sub>2</sub> /Kg	NB 34008-2006	Sin limite de referencia		
Índice de Acidéz	0,06	—	NB 34004-2007	Sin limite de referencia		
Clasificación: Aceite						
<b>ANÁLISIS NUTRICIONAL</b>						
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO			
<b>Perfil de acidos Grasos</b>						
<b>Acidos Grasos Saturados</b>						
Palmitico C16:0	15,64	%	Cromatografía de gases			
Estearico C18:0	5,72	%				
<b>Acidos Grasos Mono Insaturados</b>						
Trans Hepta Decanoico C17:1t	11,72	%				
Trans Elaidico C18:1t	1,88	%				
Oleico C18:1n9	28,58	%				
<b>Acidos Grasos Poli Insaturados</b>						
Linolénico C18:2n6	57,31	%				
Linolénico C18:3n3	4,91	%				
Analista (s): Dra. D. Vasquez, Dra. E. Mendoza, Dra. C. Zenteno, Dra. E. Guillen						
La Paz, 17 de diciembre del 2021						
 M. Sc. MONICA SILBERSTEIN JEFE DE LABORATORIO LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS INLASA		 M. Sc. FAVIOLA VIDAL VELASQUEZ COORDINADORA DE LA DIVISION DE CONTROL INLASA				

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.

Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.

- Informe de ensayo: ACR proveniente de comida rápida "Pollos Capacabana"



**INLASA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD**  
**DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS**  
**COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA**



LCA-P18-F01

Versión: 01

**INFORME DE ENSAYO**

Emisión: 2016-03-28

Página: 1 de 1

<b>Código:</b> 21-2823	<b>Muestra:</b> ACEITE COMESTIBLE RESIDUAL PROVENIENTE DE COMIDA RÁPIDA "POLLOS COPACABANA"					
<b>Nombre de Cliente:</b>	MARXA AJATA FORRA					
<b>Dirección del cliente:</b>	La Paz - Zona Villa Victoria Calle Murjuria N° 480					
<b>Procedencia:</b> La Paz - Pollos Copacabana - Zona Sur						
<b>Envase:</b> Frasco de vidrio			<b>Cantidad:</b> 250mL			
<b>Acta de muestreo:</b> 3158			<b>Tarjeta de muestreo:</b> 21974			
<b>Fecha de muestreo:</b>	2021-12-13	<b>Hora:</b>	11h50			
<b>Fecha de ingreso a laboratorio:</b>	2021-12-13	<b>Hora:</b>	11h55			
<b>Fecha de análisis:</b>	2021-12-14	<b>Hora:</b>	08h30			
<b>RESULTADOS</b>						
<b>CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:</b>						
<b>Color:</b> Característico	<b>Sabor:</b> Característico					
<b>Olor:</b> Característico	<b>Aspecto:</b> Característico					
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>						
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>LÍMITE</b>		
Humedad	0,59	g/100g	NB 34010-2006	Sin limite de referencia		
Índice de Saponificación	187,00	mg/g	NB 34005-2006	Sin limite de referencia		
Índice de Peróxidos	1,22	mEq z/Kg	NB 34008-2006	Sin limite de referencia		
Índice de Acidéz	0,16	—	NB 34004-2007	Sin limite de referencia		
Clasificación: Aceite						
<b>ANÁLISIS NUTRICIONAL</b>						
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>			
<b>Perfil de acidos Grasos</b>						
<b>Acidos Grasos Saturados</b>						
Palmítico C16:0	23,80	%	Cromatografía de gases			
Estearico C18:0	5,55	%				
<b>Acidos Grasos Mono Insaturados</b>						
Trans Hepta Decanoico C17:1t	4,97	%				
Trans Elaidico C18:1n9t	1,58	%				
Oleico C18:1n9	35,42	%				
<b>Acidos Grasos Poli Insaturados</b>						
Linolenico C18:2n6	26,50	%				
Linolenico C18:3n3	1,64	%				
Analista (s): Dra.D. Vasquez, Dra. E. Mendoza, Dra. C. Zenteno, Dra. E. Guillen						
La Paz, 17 de diciembre del 2021						
 M. Sc. Monica Silberstein JEFE DE LABORATORIO LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS INLASA		 M. Sc. Faviola Vidal Velasque COORDINADORA DE LA DIVISION DE CONTROL DE ALIMENTOS INLASA				

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.

Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.

- Informe de ensayo: ACR proveniente de comida rápida "Burger King"



**ANEXO A.2****Fotografías tomadas durante la encuesta y recolección de muestras de “ACR”**



MARXA AJATA FORRA

CORREO: [marcia\\_a14@hotmail.com](mailto:marcia_a14@hotmail.com)

CEL. 74840960



DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR  
Y DERECHOS CONEXOS  
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-1904/2023  
La Paz, 18 de Julio del 2023

**VISTOS:**

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha 7 de Julio del 2023, por MARXA AJATA FORRA con C.I. N° 6956728 LP, con número de trámite DA 990/2023, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulada: "DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA PROVISIÓN DE ACEITE COMESTIBLE RESIDUAL COMO MATERIA PRIMA EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIESEL RENOVABLE - REFINERÍA GUILLERMO ELDER BELL", cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

**CONSIDERANDO**

Que, en observación al Artículo 4° del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el "Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración".

Que, el Artículo 16° del Decreto Supremo N° 27938 establece "Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión". En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6° de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26° inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4° de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18° de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18° de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: "la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios".



**"2023 AÑO DE LA JUVENTUD HACIA EL BICENTENARIO"**

Oficina Central - La Paz  
Av. Montevideo, N° 915,  
entre Eros, Uruguaay y  
C. Batallón Alamos.  
Telf.: 2052300 - 2052306  
2052301 Fax: 2052300

Oficina - Santa Cruz  
Av. Uruguaay, Calle  
prolongación Quijano,  
N° 20, Edif. Bicentenario.  
Telf.: 3202954 - 32042936

Oficina - Cochabamba  
Calle Bolívar, N° 175,  
entre H. de Julio y Antezana.  
Telf.: 4144403 - 72042952

Oficina - Oruro  
Av. Juan Pablo II, N° 2610  
Edif. Multiventuro El Ceibo  
Edif. Piso 2, Of. 58,  
zona H. de Julio.  
Telf.: 7060001 - 72042909

Oficina - Chuquiaca  
Calle Kilometro 7, N° 166  
calle esp. Doroteagotia,  
zona Parque Bolívar.  
Telf.: 72005873

Oficina - Tarija  
Av. La Paz, entre  
Calle Ciro Tringa y Avanza  
Edif. Santa Cruz, N° 243.  
Telf.: 72002886

Oficina - Oruro  
Calle 6 de Octubre,  
N° 5837, entre Ayacucho  
y Juan, Galena Central,  
Of. 14 (La Banca Pl.)  
Telf.: 6270088

Oficina - Potosí  
Av. Villazón entre calles  
Wenceslao Alba y San Alberto,  
Edif. AM, Salinas N° 242,  
Primer Piso, Of. 11.

[www.senapi.gob.bo](http://www.senapi.gob.bo)





Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*.

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: *"... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ..."*, por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

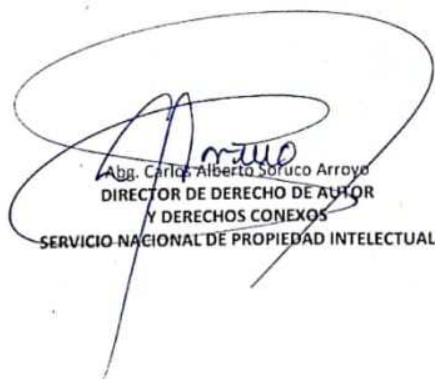
**POR TANTO**

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas

**RESUELVE:**

**INSCRIBIR** en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: **"DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN LOGÍSTICA PARA LA PROVISIÓN DE ACEITE COMESTIBLE RESIDUAL COMO MATERIA PRIMA EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DIESEL RENOVABLE - REFINERÍA GUILLERMO ELDER BELL"**, a favor de la autora y titular: **MARXA AJATA FORRA** con C.I. N° 6956728 LP, representado legalmente por **MARXA**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

  
Abg. Carlos Alberto Soruco Arroyo  
**DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR  
Y DERECHOS CONEXOS**  
SERVICIO NACIONAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL



**"2023 AÑO DE LA JUVENTUD HACIA EL BICENTENARIO"**

Oficina Central - La Paz  
Av. Morán, N° 515,  
entre Bq. Gregorio y  
C. Balcón Wilson.  
Telf.: 219700 - 219705  
219709. Fax: 219700

Oficina - Santa Cruz  
Av. Gregorio, Calle  
prolongación Bujanda,  
N° 20, Edif. Asentamiento.  
Telf.: 312193 - 312193

Oficina - Cochabamba  
Calle Bolivia, N° 121,  
entre St. de Julio y Aricaena.  
Telf.: 644469 - 7064957

Oficina - El Alto  
Av. Juan Pablo II, N° 216  
Edif. Multicentro El Cerro  
Edif. Pico 1, Of. 58,  
zona St. de Julio.  
Telf.: 2142001 - 7104209

Oficina - Chuquiaguá  
Calle Kilómetro 1, N° 166  
casi esp. Urubaguá,  
zona Parque Bolívar.  
Telf.: 7205893

Oficina - Tarija  
Av. La Paz, entre  
Calle Los Tigos y Avenida  
Edif. Santa Clara, N° 263.  
Telf.: 7225288

Oficina - Oruro  
Calle 4 de Octubre,  
N° 1833, entre Ayacucho  
y Imaná, Guernía Central,  
Ed. 14 (Ex Banco Fie).  
Telf.: 6720088

Oficina - Potosí  
Av. Villazón entre calles  
Meneses Alba y San Alberto,  
Edif. AM. Salinas N° 262,  
Potosí Pico, Of. 11.

[www.senapi.gob.bo](http://www.senapi.gob.bo)