



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

**TESIS**

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA  
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE  
BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS  
LIGNOCELULOSICOS EN LAMBAYEQUE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO  
EXTERIOR**

**Autores:**

**Bach. Santisteban Vidaurre Pedro Arnaldo  
(<https://orcid.org/0000-0002-2200-9204>)**

**Bach. Tarrillo Coronel Lesly Fabiana  
(<https://orcid.org/0000-0002-4288-3783>)**

**Asesor:**

**Mg. Ing. Aurora Vigo, Edward.  
(<https://orcid.org/0000-0002-9731-4318>)**

**Línea de Investigación:  
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú  
2022**

**APROBACIÓN DEL JURADO**  
**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA**  
**PLANTA PRODUCTORA DE BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS**  
**LIGNOCELULOSICOS EN LAMBAYEQUE**

---

**Bach. Santisteban Vidaurre Pedro Arnaldo**  
**Autor**

---

**Bach. Tarrillo Coronel Lesly Fabiana**  
**Autor**

---

**Mg. Aurora Vigo Edward Florencio**  
**Asesor**

---

**Dr. Rodríguez Lafitte Ernesto Dante**  
**Presidente de Jurado**

---

**Mg. Aurora Vigo Edward Florencio**  
**Secretario de Jurado**

---

**Ing. Símpalo López Walter Bernardo**  
**Vocal de Jurado**

## DEDICATORIA

Le dedicamos nuestra Tesis a Dios por permitirnos culminar con éxitos nuestra anhelada carrera y por darnos buena salud y fortaleza en cada momento.

También la dedicamos con todo nuestro amor, cariño y respeto a nuestros Padres y familiares por su apoyo incondicional en cada etapa de nuestra vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por darnos sabiduría y perseverancia para poder finalizar esta etapa universitaria muy importante de nuestra vida y en la carrera como futuros profesionales.

De igual manera a nuestros padres, que siempre estuvieron inculcándonos la virtud de la fortaleza para nunca rendirnos ante las adversidades.

Igualmente, para el resto de familiares y amigos que siempre estuvieron en cada momento complicado que pasábamos a lo largo de este difícil recorrido, la cual hemos tenido que sobreponernos a cada tropiezo, pero gracias a ellos, tuvimos la motivación y esa palabra de aliento que todos queremos escuchar en algún momento que es: "Tú puedes hacerlo", la cual eso nos llenó de confianza, porque una palabra de aliento vale más que cualquier otra cosa, y eso nos llevó a estar firme ante estas circunstancias.

De antemano paso en agradecer a la prestigiosa Universidad Señor de Sipán, en especial a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, por brindarnos ese conocimiento necesario en cada ciclo, cada año; que fue de mucha ayuda por parte de cada autor para realizar nuestra Tesis de Investigación. Aprendimos a ser unos estudiantes más críticos; a enfocarnos en el más mínimo detalle de cualquier investigación obteniendo todas las herramientas necesarias que un estudiante necesita para lograr sus objetivos.

Por último, no puedo dejar de agradecer a nuestro Asesor de Tesis que es el distinguido Mg. Ing. Edward Florencio Aurora Vigo y a nuestra docente Ing. María Elena León Marrou, por su invaluable dedicación y apoyo en mi tema de Investigación, además de sus sabias orientaciones y observaciones en cada punto que se debía corregir, ya que, sin ello, no sería posible la culminación de este gran proyecto final.

## Resumen

La energía juega un papel crucial en nuestra sociedad, sobre todo en el sector industrial, de transporte y energético, sin embargo, la fuente principal de suministro en el mundo son los combustibles fósiles, lo que ha ocasionado una creciente preocupación por la crisis energética y el cambio climático. En ese sentido, es que los residuos lignocelulósicos se muestran como materia prima para la elaboración de biocombustible, es por ello que el presente estudio busca realizar un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos en la región Lambayeque. La investigación es de tipo cuantitativa con un enfoque No experimental con un alcance descriptivo. El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia debido a número reducido que conformaba la población y por la accesibilidad de la información, siendo la muestra las empresas productoras de biocombustible en el Perú. Los resultados obtenidos nos arrojaron que en la región Lambayeque existe una gran producción de residuo lignocelulósico representado por cascarilla de arroz y bagazo de caña de azúcar, con 92 518.93 Tn y 131 525.40 Tn, respectivamente, asimismo, se observó una creciente demanda de etanol en el Perú de 25 822 431.98 m<sup>3</sup>, por otro lado, se identificó una demanda insatisfecha con un rango de crecimiento promedio del 20%/año. En relación con la inversión para la instalación y funcionamiento de la planta, este sería de \$1 546 370.74, con un tiempo de recuperación sería de 4.5 años, con un VAN y TIR de \$1, 643,976.52 y 52% respectivamente y un costo beneficio de 1.22 con un punto de equilibrio del 22%. Como conclusión se determinó que es factible poder procesar bagazo de caña y cascarilla de arroz para obtener bioetanol con un costo final de producción del etanol por litro de \$ 0.08.

**Palabras Clave:** *Bioetanol, bagazo de caña, cascarilla de arroz, prefactibilidad.*

## Abstract

Energy plays a crucial role in our society, especially in the industrial, transport and energy sectors, however, the main source of supply in the world is fossil fuels, which has caused growing concern about the energy crisis and climate change. In this sense, it is that lignocellulosic waste is shown as raw material for the production of biofuel, which is why this research work seeks to carry out a pre-feasibility study for the installation of a bioethanol production plant from lignocellulosic waste in the Lambayeque region. The research is quantitative with a non-experimental approach with a descriptive scope. The type of sampling was non-probabilistic for convenience due to the small number that made up the population and because of the accessibility of the information, the sample being the biofuel producing companies in Peru. The results obtained showed us that in the Lambayeque region there is a large production of lignocellulosic residue represented by rice husk and sugarcane bagasse, with 92 518.93 Tn and 131 525.40 Tn, respectively, also, a growing demand for ethanol was observed in Peru of 25,822,431.98 m<sup>3</sup>, on the other hand, an unsatisfied demand was identified with an average growth range of 20% / year. In relation to the investment for the installation and operation of the plant, this would be \$ 1,546,370.74, with a recovery time of 4.5 years, with a NPV and IRR of \$1, 643,976.52 and 52% respectively and a cost benefit of 1.22 with a breakeven point of 22%. As a conclusion, it was determined that it is feasible to process sugarcane bagasse and rice husk to obtain bioethanol with a final cost of ethanol production per liter of \$ 0.08.

**Key words:** *Bioethanol, sugarcane bagasse, rice husk, pre-feasibility.*

## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>19</b>
1.1. Realidad Problemática .....	19
1.2. Antecedentes del estudio .....	21
A. Internacionales.....	21
B. Nacionales.....	23
C. Locales.....	25
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	27
1.3.1. Cascarilla de arroz .....	27
1.3.2. El bagazo de caña de azúcar.....	29
1.3.3. Los biocombustibles.....	30
A. Historia.....	30
B. Sustratos utilizados para producir bioetanol .....	31
C. Biocombustibles obtenidos a partir de biomasa lignocelulósica.....	31
D. Biocombustibles: Primera y Segunda Generación .....	32
E. Estado de la producción de biocombustible en todo el mundo.....	36
1.3.4. Lignocelulosa.....	38
A. Característica química de las lignocelulosas.....	38
a. Celulosa .....	39
b. Hemicelulosa .....	40
c. Lignina.....	42
B. Productos derivados de la Celulosa y Hemicelulosa .....	43
C. Bioconversión de lignocelulosa en combustible .....	44
D. Los pre - tratamientos de la biomasa lignocelulósica.....	45
1.4. Formulación del proyecto .....	47
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	47
1.5.1. Justificación técnica.....	47
1.5.2. Justificación económica .....	48
1.5.3. Justificación social.....	48
1.5.4. Justificación ambiental.....	49
1.5.5. Justificación académica .....	49
1.6. Hipótesis.....	50
1.7. Objetivos.....	50
1.7.1. General.....	50
1.7.2. Específicos.....	50
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>50</b>

2.1.	Tipo y diseño de investigación.....	50
2.1.1.	Tipo de investigación .....	50
2.1.2.	Diseño de investigación .....	51
2.2.	Población y muestra.....	51
2.2.1.	Población: .....	51
2.2.2.	Muestra: .....	51
2.3.	Variables y Operacionalización.....	53
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	55
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos .....	55
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	55
2.4.3.	Validez .....	56
2.5.	Procedimientos y análisis de datos. ....	56
2.6.	Criterios éticos.....	57
2.6.1.	Originalidad. ....	57
2.6.2.	Veracidad.....	57
2.6.3.	Confidencialidad.....	57
2.7.	Criterios de rigor científico.....	58
2.7.1.	Credibilidad.....	58
2.7.2.	Conformidad .....	58
2.7.3.	Replica.....	58
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>58</b>
	<b>CAPITULO I: ESTUDIO DE MERCADO.....</b>	<b>58</b>
1.1.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO.....	58
1.2.	EL PRODUCTO EN EL MERCADO.....	59
1.2.1.	Producto principal y subproductos. ....	59
1.2.2.	Características, composición, propiedades, vida útil, requerimientos de calidad. ....	59
1.2.3.	Productos sustitutos y/ o similares. Productos complementarios. .	60
1.2.4.	Estrategia del lanzamiento al mercado. ....	60
1.3.	ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	61
1.3.1.	Factores que determinan el área de mercado. ....	61
1.3.2.	Área de mercado seleccionada. ....	61
1.3.3.	Factores que limitan la comercialización. ....	61
1.4.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA. ....	62
1.4.1.	Características de los consumidores. ....	62



1.4.2.	Situación actual de la demanda. ....	63
1.4.3.	Demanda Histórica (Características teóricas, coeficientes de crecimiento histórico, índices básicos, coeficientes de elasticidad, patrones de consumo, coeficientes técnicos). ....	63
1.4.4.	Demanda futura. ....	66
1.4.5.	Método de proyección de la demanda.....	67
1.4.6.	Proyección de la demanda. ....	67
1.5.	<b>ANÁLISIS DE LA OFERTA. ....</b>	<b>68</b>
1.5.1.	Evaluación y características actuales de la oferta.....	68
1.5.2.	Oferta histórica de crecimiento. ....	69
1.5.3.	Oferta actual, oferentes, capacidad, producción.....	69
1.5.4.	Políticas de desarrollo y condiciones de la oferta futura.....	71
1.6.	<b>DEMANDA INSATISFECHA (BALANCE-OFERTA-DEMANDA) .....</b>	<b>72</b>
1.6.1.	Determinación de la demanda insatisfecha. ....	72
1.6.2.	Resultados. ....	73
1.7.	<b>DEMANDA DEL PROYECTO .....</b>	<b>73</b>
1.7.1.	Análisis de la Demanda del Proyecto. ....	73
1.7.2.	Disponibilidad de materias primas anual. ....	74
1.7.3.	Proyección de la disponibilidad.....	75
1.7.4.	Conclusiones de la disponibilidad de MP.....	76
1.7.5.	Demanda del Proyecto.....	77
1.8.	<b>PRECIOS.....</b>	<b>78</b>
1.8.1.	Precio del producto en el mercado. ....	78
1.8.2.	Evolución histórica.....	78
1.8.3.	Proyección del precio. ....	80
1.8.4.	Método de proyección de precio.....	80
1.8.5.	Políticas de precios. ....	80
1.9.	<b>COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO .....</b>	<b>82</b>
1.9.1.	Factores que limitan la comercialización. ....	82
1.9.2.	Sistema de distribución propuesto. ....	82
1.9.3.	Estrategias de comercialización y distribución.....	82
1.10.	<b>CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO. ....</b>	<b>82</b>
	<b>CAPITULO II: MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS.....</b>	<b>83</b>
2.1.	<b>REQUERIMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS.....</b>	<b>83</b>
2.1.1.	Plan de Producción. ....	83
2.1.2.	Requerimientos de Materiales .....	83

2.1.3.	Materiales y componentes industriales elaborados.....	85
2.1.4.	Disponibilidad de insumos críticos y las posibles estrategias.....	85
<b>CAPITULO III: LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO .....</b>		<b>85</b>
<b>3.1.</b>	<b>FACTORES BÁSICOS QUE DETERMINAN LA LOCALIZACIÓN .....</b>	<b>85</b>
3.1.1.	Análisis de los mercados de consumo.....	85
3.1.2.	Disponibilidad y costos:.....	85
3.1.3.	Estudio de disponibilidad de materias primas:.....	89
3.1.4.	Disponibilidad para el proyecto.....	93
3.1.5.	Costos de transportación de: .....	93
3.1.6.	Factores Geográficos: .....	93
3.1.7.	Factores institucionales:.....	94
3.1.8.	Impacto ecológico y ambiental. Condiciones infraestructurales y medio ambiente.....	95
<b>3.2.</b>	<b>DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.....</b>	<b>95</b>
3.2.1.	Aspectos geográficos:.....	95
3.2.2.	Aspectos socioeconómicos y culturales: .....	95
3.2.3.	Sueldos y salarios.....	98
3.2.4.	Infraestructura: .....	99
3.2.5.	Aspectos institucionales:.....	101
3.2.6.	Mapas .....	103
<b>3.3.</b>	<b>MICROLOCALIZACIÓN.....</b>	<b>103</b>
3.3.1.	Aspectos geográficos:.....	103
3.3.2.	Aspectos socioeconómicos y culturales: .....	105
3.3.3.	Sueldos y salarios.....	106
3.3.4.	Aspectos institucionales:.....	106
3.3.5.	Mapas.....	107
<b>3.4.</b>	<b>JUSTIFICACION DE LA UBICACIÓN Y LOCALIZACION DE LA PLANTA.</b>	
	108	
3.4.1.	Justificación de la ubicación y localización de la planta.....	108
3.4.2.	Plano de ubicación .....	108
<b>CAPITULO IV: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA .....</b>		<b>109</b>
<b>4.1.</b>	<b>ESTUDIOS PRELIMINARES .....</b>	<b>109</b>
4.1.1.	Antecedentes de proceso.....	109
<b>4.2.</b>	<b>PROCESO PRODUCTIVO .....</b>	<b>110</b>
4.2.1.	Tipo de proceso.....	110
4.2.2.	Descripción del Proceso de Producción seleccionado.....	120

4.2.3.	Diagramas de flujo.....	124
4.2.4.	Balance de masa.....	125
4.2.5.	Cálculos del balance de masa.....	129
4.2.6.	Plan de Producción y capacidad de la planta.....	144
4.2.7.	Requerimientos de Materiales.....	145
4.2.8.	Materiales y componentes industriales elaborados.....	147
4.2.9.	Disponibilidad de insumos críticos.....	148
4.2.10.	Capacidad de Planta.....	153
4.2.11.	Indicadores de producción.....	154
4.3.	<b>TECNOLOGÍA</b> .....	154
4.3.1.	Sistema de lavado para el bagazo de caña y cascarilla de arroz....	154
4.3.2.	Sistema para pre hidrolisis de la cascarilla de arroz y bagazo de caña.	156
4.3.3.	Sistema para delignificación de la cascarilla de arroz y bagazo de caña	157
4.3.4.	Sistema para hidrolisis de hemicelulosa y lavado.....	158
4.3.5.	Sistema de filtrado.....	160
4.3.6.	Destilador:.....	160
4.3.7.	Sistema de calefacción.....	161
4.3.8.	Evaporadores para solución de Hexosas.....	162
4.3.9.	Mezclador estático.....	163
4.3.10.	Pre Fermentador.....	163
4.3.11.	Fermentador.....	164
4.3.12.	Destiladores.....	165
4.3.13.	Requerimientos de energía.....	166
4.4.	<b>DISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b> .....	175
4.4.1.	Especificar el tipo de distribución de planta.....	175
4.4.2.	Describir el plan de distribución de planta.....	176
4.4.3.	Describir las principales obras de ingeniería civil necesarias.....	180
4.5.	<b>CONTROL DE CALIDAD</b> .....	180
4.5.1.	Control de calidad.....	180
4.6.	<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b> .....	183
<b>CAPITULO V: RECURSOS HUMANOS Y ADMINISTRACIÓN</b> .....		184
5.1.	<b>RECURSOS HUMANOS</b> .....	184
5.1.1.	Tipo de organización y estructura Organizacional.....	184
5.1.2.	Descripción de áreas, funciones y puestos.....	186

5.1.3.	Perfil de puestos.....	186
5.1.4.	Requerimiento de mano de obra directa e indirecta.....	188
5.2.	ADMINISTRACION GENERAL.....	189
5.2.1.	Políticas de la empresa: .....	189
<b>CAPITULO VI. INVERSIONES .....</b>		<b>191</b>
6.1.	INVERSIÓN FIJA (TANGIBLE).....	191
6.1.1.	Terrenos, Edificios y construcciones.....	191
6.1.2.	Instalaciones. ....	192
6.1.3.	Maquinaria y equipos.....	192
	Fuente: Elaboración propia.....	193
6.1.4.	Mobiliario y Equipo de oficina. ....	193
6.1.5.	Layout de planta.....	193
6.2.	INVERSIÓN DIFERIDA (INTANGIBLE).....	195
6.2.1.	Contratos varios.....	195
6.2.2.	Permisos.....	195
6.2.3.	Fletes de Maquinaria y equipos.....	195
6.2.4.	Capacitación de personal. ....	195
6.2.5.	Gastos de preparación o puesta en marcha.....	196
6.2.6.	Seguros, patentes. ....	197
6.2.7.	Publicidad antes de operación, estudios y proyectos, otros.....	197
6.3.	CAPITAL DE TRABAJO.....	197
6.3.1.	Capital para puesta en marcha del proyecto.....	197
6.3.2.	Estimación de los costos de producción. ....	198
6.3.3.	Costos de manufactura. ....	198
6.3.4.	Gastos generales. ....	204
6.4.	IMPREVISTOS.....	205
6.5.	RESUMEN DE INVERSIÓN TOTAL (Se indicará la participación del capital propio como el monto a ser financiado). ....	205
6.6.	CRONOGRAMA DE INVERSIONES.....	206
6.7.	FINANCIAMIENTO .....	206
6.7.1.	Fuentes de recursos.....	206
6.7.2.	Estrategia de Financiamiento de préstamo. ....	207
6.7.3.	Programa de pago de intereses y amortizaciones a pagar por el préstamo adquirido. ....	207
<b>CAPITULO VII. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA .....</b>		<b>209</b>
7.1.	PRESUPUESTO DE INGRESOS.....	209

<b>7.2. PRESUPUESTO DE COSTOS</b> .....	209
7.2.1. Costos de Producción. ....	209
7.2.2. Gastos de operación y administrativos. ....	211
7.2.3. Gastos Financieros.....	213
7.2.4. Costos Total (resumen Total de Costos) .....	215
<b>7.3. PUNTO DE EQUILIBRIO ECONOMICO</b> .....	217
<b>7.4. ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS</b> .....	219
7.4.1. Estado de resultados o de pérdidas y ganancias.....	219
7.4.2. Flujo de caja.....	221
<b>7.5. EVALUACIÓN ECONOMICA FINANCIERA</b> .....	222
7.5.1. Tasa de rentabilidad económica y social.....	222
7.5.2. Tiempo de recuperación de la inversión.....	222
7.5.3. Valor presente neto.....	222
7.5.4. Relación beneficio/ costo.....	224
Fuente: Elaboración propia.....	224
<b>CAPITULO VIII. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y SOSTENABILIDAD AMBIENTAL</b> .....	224
<b>IV. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	225
4.1. Discusiones .....	225
4.2. Conclusiones. ....	226
4.2.1. Del análisis técnico.....	226
4.2.2. Del análisis financiero.....	226
4.2.3. Del análisis ambiental. ....	227
4.3. Recomendaciones. ....	227
<b>REFERENCIAS BILBLOGRÁFICAS</b> .....	228
<b>ANEXOS</b> .....	234
ANEXO-1.....	234
FICHA TÉCNICA DEL BIOETANOL .....	234
ANEXO- 2.....	235
PARTIDA ARANCELARIA.....	235
ANEXO-3.....	236
DEMANDA NACIONAL DE GASOHOL POR DEPARTAMENTO (2020). ....	236
ANEXO- 4.....	237
RIESGOS DEL ETANOL.....	237
ANEXO- 5.....	238
DISPOSICIÓN GENERAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	238
ANEXO- 6.....	239

<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO.....</b>	<b>239</b>
<b>ANEXO- 7.....</b>	<b>240</b>
<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE MATERIA PRIMA.....</b>	<b>240</b>
<b>ANEXO- 8.....</b>	<b>241</b>
<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE MANO DE OBRA. ....</b>	<b>241</b>
<b>ANEXO- 9.....</b>	<b>242</b>
<b>INDICES Y GRADOS DE RIESGOS / MATRIZ IPERC. ....</b>	<b>242</b>
<b>ANEXO- 10.....</b>	<b>243</b>
<b>MATRIZ IPERC. ....</b>	<b>243</b>
<b>ANEXO- 11.....</b>	<b>248</b>
<b>CRITERIO DE VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA MATRIZ DE LEOPOLD. ....</b>	<b>248</b>
<b>ANEXO- 12.....</b>	<b>249</b>
<b>VALORIZACIÓN DE MATRIZ LEOPOLD. ....</b>	<b>249</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Empresas productores de bioetanol en el Perú.....	33
Tabla 2: Operacionalización de Variables.....	35
Tabla 3: Consumo de etanol en el Perú.....	46
Tabla 4: Consumo de Gasohol en el Perú.....	48
Tabla 5: Proyección de demanda de etanol en el Perú.....	50
Tabla 6: Exportación de etanol.....	52
Tabla 7: Demanda nacional de Gasohol y etanol (metros cúbicos).....	54
Tabla 8: Proyección de siembra anual de arroz y caña de azúcar en la Región Lambayeque.....	58
Tabla 9: Proyección de lignocelulosa en cascara de arroz y bagazo de caña en la Región de Lambayeque.....	59
Tabla 10: Demanda de etanol como aditivo en el mercado nacional.....	59
Tabla 11: Consumo de gasohol a nivel nacional 2015 - 2020.....	61
Tabla 12: Inflación peruana 2016 - 2020.....	63
Tabla 13: Proyección de producción en el horizonte del proyecto.....	65
Tabla 14: Requerimiento de materiales e insumos por litro de etanol obtenido.....	66
Tabla 15: Costo de materiales e insumos por litro de etanol obtenido.....	66
Tabla 16: Costos de mano de obra directa.....	68
Tabla 17: Costos de supervisores de producción.....	69
Tabla 18: Costos de jefe de producción.....	70
Tabla 19: Composición de la cascara de arroz.....	72
Tabla 20: Composición del bagazo de caña.....	72
Tabla 21: Volúmenes de producción de arroz en cascara y caña de azúcar en la Región de Lambayeque.....	73
Tabla 22: Volúmenes disponibles de cáscara de arroz y bagazo de caña.....	73
Tabla 23: Precio de las materias primas.....	74
Tabla 24: Evaluación para la selección de procesos.....	102
Tabla 25: Estructura de las corrientes en la etapa de pre-hidrólisis de la biomasa.....	107
Tabla 26: Estructura de las corrientes en la etapa de hidrólisis de la biomasa.....	108
Tabla 27: Estructuras de las corrientes en la etapa de hidrólisis de la biomasa.....	109
Tabla 28: Estructura de las corrientes en la etapa de hidrólisis de la biomasa.....	110
Tabla 29: Composición de la cascara de arroz y bagazo de caña.....	111
Tabla 30: Requerimiento de biomasa para el proceso.....	111
Tabla 31: Disponibilidad de compuestos a partir del bagazo de caña.....	112
Tabla 32: Disponibilidad de compuestos a partir de la cascara de arroz.....	112
Tabla 33: Balance de agua para el proceso B.....	112
Tabla 34: Balance de agua e impurezas de la etapa C.....	113
Tabla 35: Balance de biomasa para el proceso.....	113
Tabla 36: Balance de ácido sulfúrico añadida a la biomasa.....	114
Tabla 37: Balance calórico del proceso.....	114
Tabla 38: Balance de calor y vapor generado en el proceso.....	114
Tabla 39: Balance de biomasa y obtenidos en la hidrolización.....	115
Tabla 40: Balance de agua para el proceso de lavado.....	115
Tabla 41: Balance de productos obtenidos después del lavado.....	116
Tabla 42: Balance de la biomasa y los productos obtenidos.....	116
Tabla 43: Balance de biomasa y producto en el proceso de delignificación.....	117
Tabla 44: Balance de materia de biomasa e insumos para la delignificación.....	117
Tabla 45: Balance de agua y biomasa para lavado.....	118
Tabla 46: Balance de residuos de biomasa no delignificada.....	118

Tabla 47: Blance de biomasa y solubles obtenidos del lavado.....	118
Tabla 48:Balance de biomasa y productos en el proceso de recuperación de solventes. .....	119
Tabla 49: Balance de etanol obtenido.....	119
Tabla 50: Balance de solución recuperada.....	120
Tabla 51: Balance de solución para el proceso de hidrolisis.....	120
Tabla 52: Balance de productos obtenidos a partir de la celulosa.....	121
Tabla 53: Balance de agua utilizada en el proceso.....	121
Tabla 54: Balance de hexosas y pentosas.....	121
Tabla 55: Balance de productos obtenidos con formación de ácido acético.....	122
Tabla 56: Reacción de pentosas.....	122
Tabla 57: Reacción de hexosas.....	123
Tabla 58: Hidrolisis de la sacarosa.....	123
Tabla 59: Hidróxido de carbono obtenido en cada reacción.....	123
Tabla 60: Balance de hidróxido de carbono obtenido.....	123
Tabla 61: Balance de biomasa y sub productos generados.....	124
Tabla 62: Balance de etanol y sub productos obtenidos en la etapa de destilación. .	124
Tabla 63: Balance de etanol obtenido en el proceso.....	125
Tabla 64: Balance de sub productos obtenidos en el proceso.....	125
Tabla 65: Plan de producción de etanol durante el horizonte del proyecto.....	126
Tabla 66: Materiales e insumos por litro de etanol.....	127
Tabla 67: Materiales directos en el horizonte de ejecución del proyecto.....	128
Tabla 68: Materiales para el mantenimiento de equipos.....	129
Tabla 69: Horas de funcionamiento por máquina en el horizonte del proyecto.....	131
Tabla 70: Potencia en KW por máquina y equipos.....	132
Tabla 71: Energía requerida por año para cada máquina y equipo destinada para el proyecto.....	133
Tabla 72: Requerimiento de agua para el caldero y el chiller en m <sup>3</sup> .....	134
Tabla 73: Consumo de combustible por hora de funcionamiento de la máquina.....	135
Tabla 74: Consumo de combustible en el horizonte del proyecto.....	135
Tabla 75: Costos de máquinas y equipos utilizados en el procesamiento de etanol.	147
Tabla 76: Especificación técnica del elevador.....	149
Tabla 77: Especificación técnica del tornillo transportador.....	149
Tabla 78: Especificación técnica de las zarangas.....	150
Tabla 79: Especificación técnica del biodigestor - 01.....	150
Tabla 80: Especificación técnica del biodigestor - 02.....	151
Tabla 81: Especificación técnica del biodigestor - 03.....	151
Tabla 82: Especificación técnica del filtro - 01.....	152
Tabla 83: Especificación técnica del filtro - 02.....	152
Tabla 84: Especificación técnica de la columna de destilación.....	152
Tabla 85: Especificación técnica del calentador.....	153
Tabla 86: Especificación técnica del evaporador.....	153
Tabla 87: Especificación técnica tanque del mosto.....	154
Tabla 88: Especificación técnica mezclador estático.....	154
Tabla 89: Especificación técnica del fermentador.....	155
Tabla 90: Especificación técnica de pre- fermentadores.....	155
Tabla 91: Especificación técnica de la centrifuga.....	156
Tabla 92: Especificación técnica del destilador binario C-2.....	156
Tabla 93: Especificación técnica del destilador binario C-3.....	157
Tabla 94: Tipo de habilitación para uso industrial.....	157
Tabla 95: Zonas requeridas para el procesamiento de etanol.....	158



Tabla 96: Guerchet para determinar áreas de producción - maquinaria fija (m).....	160
Tabla 97: Guerchet para áreas de tratamiento de aguas para proceso.....	161
Tabla 98: Norma técnica peruana relacionada a la elaboración de etanol. ....	162
Tabla 99: Cronograma de implementación del proyecto. ....	165
Tabla 100: Requerimiento de mano de obra directa.....	170
Tabla 101: Costos de terrenos y edificaciones para el proyecto. ....	174
Tabla 102: Costos de máquinas y equipos para el proyecto. ....	174
Tabla 103: Depreciación de los activos utilizados en el proyecto.....	185
Tabla 104: Inversión total para el proyecto. ....	187
Tabla 105: Cronograma de inversiones para la ejecución del proyecto. ....	188
Tabla 106: Servicio de la deuda para el proyecto. ....	191
Tabla 107: Ingresos por venta de etanol en el horizonte del proyecto.....	191
Tabla 108: Costos de producción en el horizonte del proyecto. ....	192
Tabla 109: Costo de operación y administrativos en el horizonte del proyecto.....	194
Tabla 110: Costos financieros y amortización sobre deuda. ....	197
Tabla 111: Costos totales generados en el horizonte del proyecto. ....	197
Tabla 112: Punto de equilibrio en el horizonte del proyecto. ....	199
Tabla 113: Estado de ganancia y pérdida durante el horizonte del proyecto.....	202
Tabla 114: Flujo de caja en el primer año del proyecto. ....	203
Tabla 115: Análisis financiero del proyecto en el horizonte.....	205

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: La producción de biocombustibles a partir de materiales lignocelulósicos. ....	20
Figura 2: Estructura química de la celulosa. ....	22
Figura 3: Estructura química de la hemicelulosa. ....	24
Figura 4: Estructura química lignina. ....	23
Figura 5: Diferentes productos obtenidos de materiales lignocelulósicos. ....	26
Figura 6: Esquema del efecto del pretratamiento sobre la biomasa lignocelulósica. ....	28
Figura 7: Tasa de crecimiento del PBI (%) 2010 - 2020. ....	44
Figura 8: Importación y exportación de etanol en el Perú. ....	47
Figura 9: Consumo nacional de etanol a nivel nacional (metros cúbicos). ....	48
Figura 10: Participación de las empresas según exportaciones de etanol 2020. ....	43
Figura 11: Porcentaje de participación del gasohol frente a otros combustibles líquidos en el Perú. ....	55
Figura 12: Mapa político de la Región Lambayeque. ....	85
Figura 13: Mapa político del distrito de Ferreñafe. ....	89
Figura 14: Plano de ubicación de la planta de procesamiento de etanol. ....	90
Figura 15: Disposición general de la distribución de planta. ....	194
Figura 16: Punto de equilibrio. ....	199

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

La energía, como una de las necesidades básicas de nuestra sociedad, juega un papel crucial en los sectores industrial, de transporte y energético (Obeta et al., 2021). La principal fuente de suministro de energía a nivel mundial se genera a partir de combustibles fósiles, que sin duda son recursos finitos y no amigables con el medio ambiente (Taha et al., 2016). El consumo de combustibles fósiles en el sector del transporte plantea un importante desafío medioambiental ya que actualmente es consciente del 24% de las emisiones directas de CO<sup>2</sup> a nivel mundial (Duque et al., 2021). En ese sentido, uno de los primordiales problemas a los que se enfrenta la sociedad actual es el desarrollo de energía sostenible a partir de materiales baratos, abundantes y no comestibles que permitan su comercialización antes de que se agoten las principales fuentes de energía (Taha et al., 2016).

Actualmente existe una creciente preocupación por la crisis energética y el cambio climático a nivel mundial, a pesar que el abastecimiento de energía actual se sostiene en gran medida de los combustibles fósiles (Cheng, 2011) & (López-Hidalgo et al., 2017). Por otro lado, el creciente uso de recursos no renovables y su continuo agotamiento se ha convertido en una gran preocupación en la actualidad (Khaire et al., 2021). Estimaciones hechas a nivel mundial, nos dicen que para el 2050, la demanda mundial de energía será de 2 a 3 veces mayor que la actual, por lo que es poco probable que las reservas de combustibles fósiles existentes puedan satisfacer la demanda del mercado (Bittencourt et al., 2019).

Por otro lado, (Prasad et al., 2019) nos dice que, el gran crecimiento poblacional de los últimos 25 años ha traído consigo un aumento de aproximadamente el 200% del consumo total de energía. La producción de bioetanol en el mundo ha tenido un crecimiento

exponencial, mostrándose como la principal ocasión para el reemplazo de los combustibles fósiles, que tiene los países avanzados y emergentes, ayudándoles así, a responder el creciente requerimiento energético y proteger el consumo interno, así como también, reducir las secuelas producidas por los gases de efecto invernadero (GEI) (Yao et al., 2019). Sin embargo, (Nwaefuna et al., 2021) (Cheng, 2011) nos mencionan que, aunque los combustibles fósiles satisfacen nuestra demanda de energía y son el suministro de energía mundial, su contribución al cambio climático como resultado de las emisiones de gases de efecto invernadero es un dilema global (Gupta & Tuohy, 2013).

El bagazo de caña de azúcar es un desecho obtenido en las agroindustrias, generado posteriormente de la extracción del jugo de caña, su producción mundial rodea los 234 millones de toneladas anualmente, de las cuales el 50% es usado para la energía de los calderos, produciéndose grandes cantidades de gases contaminantes (Arumugam et al., 2021). Aunque el bagazo de caña contiene componente como la celulosa, hemicelulosa, lignina los cuales pueden ser aprovechados para la producción de bioetanol, este es muy poco utilizado para dicho fin (López-Hidalgo et al., 2017). La magnitud de este impacto, que se ha agravado en las últimas décadas, hace imperativo el uso de fuentes renovables y sostenibles para la producción de biocombustibles alternativos, entre los que la biomasa juega un papel clave (Duque et al., 2021).

Según el (MIDAGRI, 2020) la producción de caña de azúcar y arroz en cascara en el Perú para el 2020 fue de 1 022,729 y 249,951 miles de TN respectivamente. En la región Lambayeque, ese mismo año la producción de caña de azúcar y arroz en cascara llegó a ser de 2 184,188 y 428,285 TN respectivamente, lo que generó una cantidad de residuos lignocelulósicos de bagazo de caña y cascarilla de arroz de 1,528,931.6 y 21,441.25 TN respectivamente, haciendo un total de

1,550,372.25 TN de materia prima útil para la producción de bioetanol.

## 1.2. Antecedentes del estudio

La creciente demanda de energía ha hecho que se busquen y estudien nuevas alternativas de producción de energías limpias y eco-amigables, en ese sentido, el biocombustible obtenido a partir de biomasa lignocelulósica es una alternativa que viene tomando cada vez más fuerza, tal es así que existen muchos estudios, tales como:

### A. Internacionales

(Buraimoh et al., 2021) quienes realizaron un estudio para determinar la generación sostenible de bioetanol a partir de desechos de caña de azúcar por *Streptomyces coelicolor* cepa COB KF977550. La fermentación se llevó a cabo en matraces que contenían medio de sales minerales suplementado con 5,0 g (p/v) de bagazo de caña de azúcar. La incubación se hizo con un agitador (150 rpm) a 30 ° C por 21 días. El crecimiento microbiano se evaluó midiendo la densidad óptica (OD 600 nm) a intervalos de 3 días. La destilación fraccionada se llevó a cabo en modo discontinuo utilizando una configuración de destilación fraccionada simple. Se realizaron análisis adicionales utilizando FTIR y GC-MS. El GC-FID mostró que se generaron 43,08 g/L de etanol. Curiosamente, los resultados mostraron la presencia de diversos bioquímicos liberados en el medio además del producto principal etanol. Diez ácidos carboxílicos que incluyen ácido fórmico, ácido glicólico, ácido tartárico, ácido acético, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido málico, ácido láctico, ácido n-valórico y ácido 3-hidroxibutírico se identificaron como subproductos de ácidos orgánicos bioquímicos.

Asimismo, (Morales et al., 2021) hicieron una exploración para determinar cómo las alteraciones en la composición de la materia

prima lignocelulósica pueden actuar sobre el rendimiento de conversión de la producción de bioetanol. Para esto se analizaron los efectos de siete materias primas lignocelulósicas (pertenecientes a las categorías de cultivos energéticos, residuos forestales y agrícolas) sobre los balances de masa, carbono, agua y energía para la producción de bioetanol bioquímico, incluida una comparación de los rendimientos de cada paso del proceso. Los resultados arrojaron que los rendimientos generales de bioetanol varían considerablemente, oscilando entre 19,0 y 29,0%, 27,3 y 46,2%, y 19,0 y 31,0%, para la eficiencia energética y de carbono, respectivamente. Los rendimientos más altos se encuentran para el pasto varilla, que tiene el mayor contenido de carbohidratos y el más bajo para los residuos forestales (abeto). La composición de la materia prima también afecta los balances de agua y carbono. En general, el tipo de biomasa influye en los resultados de conversión, por lo que requiere una representación explícita de los efectos de los tipos de biomasa en estudios de evaluación técnica, económica y ambiental de la producción de bioetanol.

Por otro lado, (Morales-Rodriguez et al., 2016) desarrollaron una investigación en la cual, buscaron determinar la viabilidad de la elaboración simultánea de bioetanol y xilitol a partir de materiales lignocelulósicos. El criterio de evaluación comparativa empleado fue el beneficio potencial de los productos combinados de bioetanol y xilitol. La mejor configuración del proceso fue sacarificación y co-fermentación simultáneas en continuo con reciclaje y producción continua de xilitol con un 11,4% más para la producción combinada de bioetanol y xilitol en comparación con el caso base seleccionada (sacarificación simultánea y co-fermentación continua). Además, la integración de la generación de energía utilizando los materiales sólidos restantes y el balance energético, permitió determinar que la energía necesaria para las configuraciones del proceso productivo podría generarse con los residuos de cada configuración. La energía producida a partir de la combustión de

materiales sólidos estuvo en el rango de 1,9 y 2,2 veces mayor que la energía requerida.

## **B. Nacionales**

En ese sentido, (Ludeña Castro, 2019) elaboró un estudio para decretar la prefactibilidad de la producción industrial de bioetanol anhidro a partir de residuos lignocelulósicos en la ciudad de Lima – 2018. Fue un estudio cuantitativo, descriptivo y aplicado, presentando un diseño No Experimental propositivo, los datos fueron recolectados a través de un análisis documentario. Los resultados obtenidos demostraron que se puede llegar a cubrir la demanda interna y que se podría exportar, gracias al déficit que existe en el mercado externo. La tecnología identificada a desarrollar para la producción de biocombustible fue la de los tamices moleculares, por su bajo costo, fácil manejo, asimismo, la dimensión de la planta se estimó en 80 m<sup>3</sup>/ día de bioetanol anhidro, por otro lado, el estudio económico arrojó un balance acogedor, pues los indicadores mostraron valores de \$1,637,267.21 para el valor actual neto, 30% para la tasa interna de retorno y 4 años el tiempo de recuperación de la inversión.

Asimismo, (Chantas Torres, 2015), realizó un trabajo de investigación en el cual buscó estimar el rango de elaboración de bioetanol a partir de residuos lignocelulósico (muestras de 2.5 Kg compuestas de hojas y tallo) de Sorgo Dulce por extracción con vapor. La materia prima fue molida y pre-tratada con vapor a 201 y 200°C por 5 a 10 minutos, la fermentación anaeróbica fue hecha por *Zimomonas Mobilis* y destilación simple, fraccionada y deshidratación molecular hasta conseguir etanol. Los resultados de las pruebas arrojaron una producción de bioetanol de 136.73 a 408.88 ml Etanol / kg de sustrato (hojas), y 146.68 a 640.72 ml Etanol / kg de sustrato (tallo). El análisis físico – químico de la biomasa arrojó, Humedad 72.31%, Grasa total 0.37%, Cenizas 8.59%, Materia Orgánica 91.41%, Nitrógeno total 1.45%, Fósforo

0.15%, Celulosa 41.78%, Hemicelulosa 26.28% y Lignina 31.02%. La fermentación se desarrolló entre 0.13 y 5.45° brix, pH entre 3.47 y 5.45, acidez total 1.240 - 2.286 % ác. Sulfúrico. La máxima producción de bioetanol la mostró el tratamiento Tallo x 210° C x 5.0 min con 16.09% p.v<sup>-1</sup> y 640.72 ml de etanol/kg de sustrato. En el examen de calidad partiendo de estándares dados por INDECOPI en la NTP N° 321.126.2011, para etanol anhidro no desnaturalizado, destacaron los tratamientos Tallo x 210° C x 5.0 min y Hojas x 210° C x 5.0 min.

Así también, (Rodríguez García, 2015) realizó un estudio de investigación para extraer y caracterizar bioetanol obtenido a partir de residuos lignocelulósicos de Caña de Azúcar (*Saccharum Officinarum*. L.), se utilizó la metodología de explosión por vapor como pre tratamiento, y se aplicó un diseño factorial determinado por dos tipos de sustratos, dos tiempos y dos niveles de temperatura, para todos los tratamientos se usó 1.5 ml de inóculo (*Zymomonas mobilis*), se agregó 100mg/L mosto de Metabisulfito de potasio, NPK 30%, 20gr/L de mosto, registrándose sólidos solubles (°Brix), acidez total (%) y pH. Los resultados obtenidos arrojaron que el periodo favorable de fermentación fue de 72 h y el tratamiento con el mejor rendimiento de elaboración de etanol fue S2T1P1 (Sustrato tallo por temperatura de 210°C por periodo de tiempo de 5 min.) con un promedio de elaboración de 1570.43 ml de etanol/kg de sustrato. El examen de calidad ejecutada al bioetanol producido, según los tratamientos testeados y respetando los estándares señalados por la Norma Técnica Peruana N° 321.126.2011, para etanol anhidro no desnaturalizado, sobresalieron los tratamientos Tallo x 210 °C x 5.0 mm n y Hojas x 210 °C x 5.0 min.

Por otro lado, (Collao Domínguez & Norabuena Meza, 2015), elaboraron un estudio para establecer un modelo matemático para determinar el procedimiento de hidrólisis sobre residuos



lignocelulósicos (aserrín) para la producción de bioetanol, para el proceso se utilizaron enzimas celulosas comerciales. El bioetanol para producir era de segunda generación. Se estudiaron los procesos de pre-tratamiento de la biomasa y posterior hidrólisis, para determinar las condiciones óptimas tanto en laboratorio como en campo. El modelamiento matemático y simulación se hizo usando algoritmos genéticos, en un primer momento se el modelo matemático específico fue para las reacciones significativas y la obtención de los parámetros óptimos (simulación en estado estacionario), luego se procedió a estudiar el control de todas las variables de operación predeterminadas (simulación en estado dinámico). Los resultados arrojaron que, si se puede establecer un modelo matemático para la obtención de bioetanol a partir de residuo lignocelulósico, tanto en la fermentación, la destilación del fermentado, así como la deshidratación del alcohol hidratado a bioetanol anhidro.

### **C. Locales**

En ese sentido (Chiroque Marchena, 2018), realizó una investigación a través de la cual buscó, determinar el potencial de elaboración de bioetanol a partir de la degradación de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Chiriaco. Para esto, se aplicó una metodología que se basó en recuperar las muestras de los residuos sólidos vegetales, los cuales fueron llevados al laboratorio para su posterior tratamiento. La secuencia que se siguió en el laboratorio para la producción de bioetanol consistió en: Se hizo un pre-tratamiento de la materia prima, para después ser inoculado con cepas bacterias específicas para su degradación, luego se determinó la cantidad de glucosa producida, la cual fue fermentada y a través de un proceso de destilado, esta fue procesada hasta obtener el bioetanol. Los resultados obtenidos en las pruebas nos arrojaron que se encontraron cantidades superiores en humedad,

contenido de glucosa y la presencia de otros azúcares reductores, asimismo, la prueba estadística de ANVA, demostró que es estadísticamente viable. Como conclusión se llegó a que, es técnicamente posible la elaboración de bioetanol usando residuos vegetales, sin embargo, se deben de seguir realizando estudios para determinar las condiciones y procesos óptimos de producción, con el objetivo de implementarla a nivel comercial.

Del mismo modo, (Diaz Saldaña & Silupú Risco, 2017) realizaron un “estudio de pre-factibilidad para el montaje de una planta productora de bioetanol de segunda generación”, usando cascarilla de arroz. Se realizó un estudio de mercado, el cual arrojó que existe un gran potencial por el uso de este biocombustible, siendo el potencial de 45.24 millones de litros/año, asimismo, se evidenció que existe la cantidad de materia prima requerida, se tuvo una consideración de riesgo mayor al 10%. El tamaño final de la planta fue de 50 000 l/día. El estudio de ubicación arrojó que la planta debería estar en Lambayeque por su cercanía a la materia prima. Los resultados de los análisis de balance de masa, selección, diseño del proceso y requerimiento energético arrojaron que por motivos técnicos y económicos el mejor proceso es el Organosol de Dedini, con un rendimiento de 0.25 litros de alcohol/kg de cascarilla de arroz. Para el análisis ambiental se usó la matriz de Leopold, arrojándonos que los efluentes de la planta no constituirían un residuo. El análisis económico, nos dio una inversión de 19'824,267 dólares, con un costo de producción de 0.389 dólares / litro, con un precio de venta de 0.85 dólares / litro. La tasa se retornó en base a la inversión fue de 38.32% y 19.81%, con un tiempo de recuperación de 2.29 años promedio. Como conclusión se logró determinar que el proyecto es factible.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Cascarilla de arroz**

Residuo generado de la molienda de los granos de arroz, su contenido representa el 18% del peso total del grano, es un insumo agrícola que se obtiene al separar el grano de arroz de su cáscara. Normalmente, la cascarilla de arroz es incinerada, actividad que se realiza con el fin de reducir su volumen, sin embargo, esto genera un impacto ambiental bastante considerable (Buraimoh et al., 2021).

##### **A. Composición química de la cascarilla de arroz**

(Bajpai, 2016), nos dice que es un tejido vegetal formado por celulosa y sílice, los elementos encontrados en la composición química podemos encontrar:

- Carbono 37.6- 42.6 %;
- Hidrógeno 4.7 – 5.78;
- Oxígeno 31.37 – 37.62;
- Nitrógeno 0.38 – 1.88;
- Azufre 0.01 – 0.18;
- Cenizas 16.93 – 24.6.

Por otro lado, en relación a su composición de celulosa, podemos encontrar:

- Celulosa 39.05%.
- Lignina 22.80%.
- Proteínas 3.56%
- Extracto No Nitrogenado 6.60%
- Extracto con Éter 0.93%.

Cabe resaltar que entre los contenidos más importantes a nivel de constitución química que presenta la cascarilla de arroz al momento de ser calcinado, es sílice en forma amorfa cristalizada, lo que genera se dé una difícil combustión continua y completa. Los principales elementos trazan que contiene a parte de la sílice son: calcio, potasio, magnesio y manganeso y como secundarias aluminio, hierro (10-20ppm), boro y fósforo. (1-40 ppm) (Khaire et al., 2021).

## **B. Usos de la cascarilla de arroz**

Experimentalmente la cascarilla de arroz, se ha usado en diferentes procesos industriales, cabe resaltar que su uso solo se hace en su estado natural, es decir como “Biomasa”. Sin embargo, las experiencias de su uso industrial son pocas (Zheng et al., 2021).

Por las características físico – químicas que muestra la cascarilla de arroz, es un insumo que tiene muchos usos, debido a la cantidad de silicio que tiene (85% - 90%) lo hace muy útil para ser usado como mortero en reemplazo del cemento, presenta un bajo poder calórico (13.24 - 14.22 Mj/Kg), además de tener un comportamiento abrasivo y una inherente resistencia a la combustión, sin embargo, por estar constituido de celulosa, lo hace un residuo con potencial para ser usado en la extracción de bioetanol (Duque et al., 2021).

Otras utilidades que se le da a la cascarilla de arroz son, como sustrato en hidroponía, en las camas para cría de aves y en la producción de compost y abonos.

### **1.3.2. El bagazo de caña de azúcar**

Material leñoso lignocelulósico, compuesto primordialmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, es obtenido como subproducto del proceso de prensado y extracción de jugo de caña en los centros de producción azucareros, representa aproximadamente entre el 25-40% del total de la materia seca, dependiendo del contenido de fibra de caña y la optimización del proceso de extracción de jugo. Es además una biomasa disponible en grandes cantidades (Ludeña Castro, 2019).

#### **A. Composición química del bagazo de caña.**

(Prasad et al., 2019), mencionan que el bagazo de caña de azúcar es una biomasa constituida por fibras lignocelulósicas, las cuales crean paredes en forma de celdas, con humedad absorbida y condensada, contiene varios extractos y componentes minerales, los cuales varían según la parte, estado de madurez o especie de planta, en ese sentido el bagazo de caña muestra la siguiente composición.

- Humedad 46-42%
- Celulosa 25-45 %,
- Hemicelulosa 25-50 % y
- Lignina 10-30 %.
- Sólidos solubles 2 – 6%

Cabe resaltar que el bagazo es un material de granulometría y formas variables. Por otro lado, la biomasa en la caña de azúcar se divide entre el tallo verde (75%), el cual representa el 30% del residuo fibroso obtenido de los tallos verdes procesados de la molienda (Taha et al., 2016).

## **B. Usos del bagazo de caña.**

El bagazo de la caña de azúcar es uno de los residuos agrícolas más versátiles y útiles para ser reutilizado en muchas aplicaciones. Con el avance de la tecnología, es usado para la elaboración de papel, tablas de fibra prensada, tableros aglomerados, alfa celulosa, plástico, xilitol de bagazo, bagazo hidrolizado, entre otros (Duque et al., 2021).

Usualmente en los ingenios azucareros, este residuo es incinerado, esto debido a la cantidad de energía que este provee y también por ser una forma de reducir la disposición final de este desecho (Karimi, 2015).

Actualmente se viene desarrollando muchos estudios para poder establecer metodologías económicas que permitan la elaboración de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos, en ese sentido, los bajos costos se dan cuando la elaboración se hace a partir de maíz o jugo de caña de azúcar, pero, el bagazo de caña pre-tratado ha demostrado ser una alternativa importante pues favorece la obtención de bioetanol a bajo costo (Buraimoh et al., 2021)

### **1.3.3. Los biocombustibles**

#### **A. Historia.**

Los primeros combustibles líquidos utilizados por la humanidad fueron los biocombustibles (aceites vegetales, grasas animales, etanol de cultivos y metanol y trementina de madera); todos estos usados para iluminación, cocción, calefacción y transporte general antes que el petróleo (Singh, 2013). A inicios del siglo XX, se usaron

biocombustibles en muchos los países, especialmente en emergencias de guerra o cuando había preocupación por la autosuficiencia energética nacional. La investigación sobre biocombustibles ha evolucionado de manera constante (Bajpai, 2016).

## **B. Sustratos utilizados para producir bioetanol**

Las técnicas comerciales para la elaboración de etanol en un inicio se basaban en cultivos, utilizando sustratos como jugo de caña de azúcar, jugo de remolacha, melaza y almidón de maíz (Ferreira et al., 2018). Dado que el costo de las materias primas puede llegar al 40% del costo del bioetanol, sin embargo, actualmente muchos investigadores se han concentrado en la utilización de lignocelulosas desde finales de la década de 1990. Este polímero natural y potencialmente barato y abundante se encuentra como residuos agrícolas (paja de trigo y arroz, tallos de maíz, residuos de soja, bagazo de caña de azúcar), residuos industriales (industria de la pulpa y papel), residuos forestales, residuos sólidos urbanos, etc. (Saye et al., 2021).

## **C. Biocombustibles obtenidos a partir de biomasa lignocelulósica**

Tanto para el etanol como para el butanol, los materiales lignocelulósicos pueden hidrolizarse mediante catalizadores químicos o enzimáticos para obtener azúcares fermentables. Luego, el microorganismo apropiado convierte los azúcares en biocombustibles. El proceso de elaboración de biometanol a partir de materiales lignocelulósicos es diferente al de la producción de etanol y butanol. Un consorcio de varios cientos de microorganismos trabaja en conjunto para convertir las lignocelulosas en este biocombustible. El primer grupo de estos microorganismos

hidroliza los polisacáridos. Después de las reacciones de hidrólisis, tres grupos de microorganismos realizan posteriormente reacciones de acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Karimi, 2015).

## **D. Biocombustibles: Primera y Segunda Generación**

### **a. Biocombustibles de Primera Generación**

El bioetanol producido por la fermentación del azúcar (jugo de caña de azúcar, melaza, jugo de remolacha azucarera, jugo de frutas) y materias primas con almidón (trigo, maíz, papa) se conoce comúnmente como bioetanol de primera generación (Buraimoh et al., 2021).

Las metodologías de producción de etanol usadas son la digestión enzimática (para soltar los azúcares de los almidones almacenados), la fermentación de los azúcares, la destilación y el secado. “Según la Administración de Información de Energía de EE. UU”. El bioetanol de primera generación ha ejercido un papel vital en la constitución de la infraestructura y los impulsores de políticas necesarios para respaldar los combustibles de transporte renovables en el mercado internacional (Naraian, 2019).

Sin embargo, la Agencia Internacional de Energía (IEA 2008) citado por (Bajpai, 2016) tiene una serie de preocupaciones sobre los posibles inconvenientes del bioetanol de primera generación, tales como:

- **Competencia entre alimentos y combustibles:** está claro que el desarrollo de opciones de bioenergía, en particular el bioetanol a base de



alimentos puede afectar negativamente a la demanda de alimentos. Es un hecho obvio que los costos más altos de los alimentos tendrán efectos adversos en el mundo en desarrollo, donde los ingresos disponibles son más bajos. Esta alarma por el uso de los recursos alimentarios llevó a la búsqueda de biocombustibles alternativos.

- **Deforestación:** La producción constante de biocombustibles de primera generación puede conducir a una gran deforestación, y la tierra así disponible puede cambiar de cubierta forestal permanente a agricultura.
- **Flexibilidad de múltiples materias primas:** para la viabilidad comercial, son preferibles las tecnologías y diseños de plantas que puedan procesar una serie de materias primas diferentes de manera flexible. El almacenamiento de materias primas de cultivos puede acelerar el costo de producción de biocombustibles si muchos cultivos de alimentos individuales utilizados para biocombustibles son estacionales para que la planta funcione durante todo el año, y el costo de producción de biocombustibles puede acelerarse debido al almacenamiento de materias primas.

#### **b. Biocombustibles de Segunda Generación**

Ahora, la producción de bioetanol de primera generación es un enfoque insostenible, siendo muy criticado, ya que su producción se hace a partir de cultivos alimentarios, a diferencia de los de segunda generación, que se obtienen a partir de los residuos de los cultivos (Obeta et al., 2021) (Tabatabaei & Aghbashlo, 2019).

La elaboración de bioetanol de segunda generación es a partir de biomasa lignocelulósica compuesta por las partes residuales no alimentarias de los cultivos alimentarios y otros cultivos que no se utilizan con fines alimentarios junto con los residuos municipales, industriales y de construcción. Se espera que los biocombustibles de segunda generación reduzcan las emisiones netas de carbono, aumenten la eficiencia energética y reduzcan la dependencia energética, superando potencialmente las limitaciones de los biocombustibles de primera generación (Duque et al., 2021).

- **La producción de biocombustibles de segunda generación.**

Los pasos principales en la elaboración de bioetanol de segunda generación incluyen, en primer lugar, la separación de celulosa y hemicelulosas (solubles) de la biomasa leñosa o fibrosa. Estas fuentes de azúcar están protegidas por lignina evitando su fácil degradación. Se han intentado varios métodos a lo largo de los años para pretratar los residuos lignocelulósicos con este fin (Nguyen et al., 2018).

La pulpa celulósica extraída después del pretratamiento tiene que hidrolizarse a su componente monómero de glucosa usando diferentes catalizadores que incluyen ácidos y el complejo de enzima celulasa. Las severas condiciones requeridas para la hidrólisis ácida dificultan la construcción de reactores eficientes. Además, estas condiciones convierten los azúcares producidos en compuestos de inversión que son

difíciles de fermentar y convertir en otros productos. La búsqueda de una fuente de enzima celulasa que pueda descomponer la celulosa fácilmente y pueda producirse ella misma de manera rentable no ha sido fácil. El costo de las enzimas producidas por hongos, levaduras y fuentes bacterianas a menudo contribuye a casi el 40% del costo de producir etanol por esta vía (Buraimoh et al., 2021).

La azúcar obtenida por hidrólisis debe fermentarse utilizando levaduras o cepas bacterianas para producir etanol. Además del contenido de glucosa (C-6) de la celulosa de las sustancias lignocelulósicas, también se está explorando la posible co-fermentación de los componentes (C-5) de los hemicelulósicos a alcohol. La fermentación más lenta de los componentes C-5 a alcohol por parte de ciertos microorganismos y los efectos inhibidores de los metabolitos obtenidos por la fermentación C-6 y C-5 ralentizan aún más la co-fermentación (Mattila et al., 2017).

La fermentación de levadura de glucosa a etanol es relativamente fácil y se pueden obtener concentraciones de etanol de hasta 12%. Al igual que el bioetanol de primera generación, el producto de etanol fermentado debe destilarse a una concentración del 95% para que sea adecuado para mezclarlo con gasolina para producir gasohol. Se requiere destilación azeotrópica para obtener la concentración de etanol a niveles adecuados para la mezcla se suma a los costos (Khaire et al., 2021).

- **Beneficios de la producción de biocombustibles de segunda generación.**

Además de estos, la naturaleza renovable del etanol, su sostenibilidad a largo plazo, baja emisión neta de carbono, alta eficiencia energética y baja dependencia energética son los otros beneficios importantes de cambiar al etanol celulósico (IEA 2008) citado por (Bajpai, 2016). Sin embargo, todavía queda mucho trabajo por hacer en términos de mejorar las vías de la tecnología de biocombustibles de segunda generación, para reducir costos y mejorar el rendimiento y la confiabilidad del proceso de conversión.

#### **E. Estado de la producción de biocombustible en todo el mundo**

La elaboración de bioetanol en todo el universo ha aumentado considerablemente desde la crisis del petróleo en 1970. Su mercado creció de menos de mil millones de litros en 1975 a más de 65.000 millones de litros en 2008 y se espera que alcance los 100 mil millones de litros en 2015 (Zheng et al., 2021).

Según la AIE (2008) citado por (Bajpai, 2016), se ha visto un crecimiento del 1% anual para la demanda mundial de petróleo. Esto se debe principalmente al aumento de la demanda en el mercado energético de los países en desarrollo, especialmente India (3,9%/año) y China (3,5%/año). Con respecto al bioetanol, la participación de los EE. UU. En la producción mundial es del 50% y Brasil proporciona el 39% del suministro mundial total.

Dado que Brasil es una de las naciones más desarrolladas en la producción de etanol, casi todos los vehículos brasileños emplean etanol puro o la mezcla de gasolina y etanol (75:25) (Mussatto et al. 2018). El alto porcentaje en el que se agrega etanol a la gasolina en Brasil también es un esfuerzo del gobierno para reducir las importaciones de petróleo (Prasad et al., 2019).

Como resultado de estos esfuerzos, la producción de etanol en Brasil ha aumentado sustancialmente de 555 millones de litros (1975/1976) a 16 mil millones de litros (2005/2006), pero una de las principales razones de esto es el jugo de caña de azúcar. Las innovaciones introducidas por la industria del automóvil con los automóviles de combustible flexible, que pueden alimentarse con etanol y/o gasolina en cualquier proporción, aumentaron el mercado del etanol (Mattila et al., 2017).

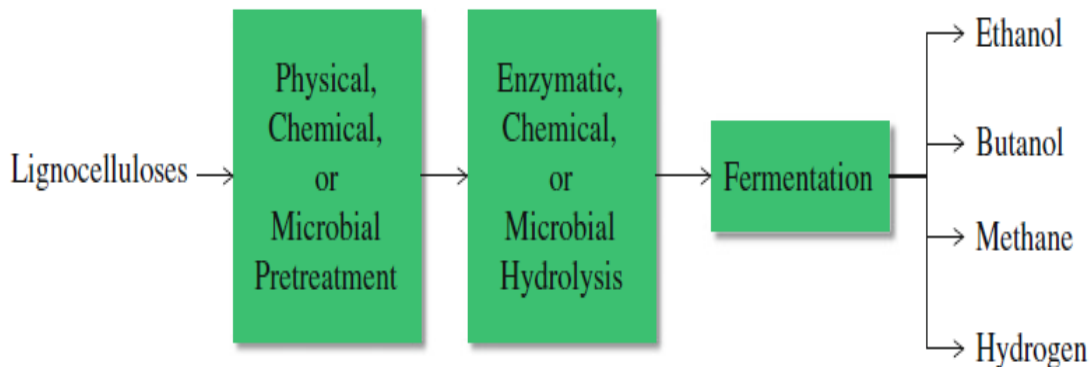
Es de destacar que Estados Unidos, el mayor consumidor de productos petrolíferos (2,42 mil millones de litros / día o 20,7 millones de barriles / día en 2007), satisface su demanda importando alrededor del 58%, es decir, 1,4 mil millones de litros o 12 millones de barriles / día. Se prevé que el consumo de gasolina seguirá aumentando junto con el aumento de la población, ya que la gasolina es una fuente de energía primaria que satisface las demandas de transporte no comercial (Mattila et al., 2017).

Al igual que Brasil, EE. UU. También es un gran inversor en la investigación del bioetanol y ha aumentado la producción de etanol de 6.160 millones de litros o 1.630 millones de galones en 2000 a 39.300 millones de litros o 10.400 millones de galones en 2009, lo que representa un aumento

de siete veces. En la actualidad, más del 95% de la producción de etanol en los Estados Unidos proviene del maíz (Buraimoh et al., 2021).

**Figura 1:**

*La producción de biocombustibles a partir de materiales lignocelulósicos.*



Fuente: (Karimi, 2015).

**1.3.4. Lignocelulosa**

Los materiales lignocelulósicos son compuestos diseñados de forma natural que desempeñan un papel crucial en la supervivencia de las plantas (Karimi, 2015).

**A. Característica química de las lignocelulosas.**

Las lignocelulosas, es la biomasa renovable más exuberante en la tierra, están compuestas principalmente de celulosa (35 a 50%), hemicelulosa (15 a 35%) y lignina (10 a 35%). Tanto las porciones de celulosa como de hemicelulosa son polímeros de azúcares, por lo que son una potencial fuente de azúcares fermentables. La lignina se puede usar para la producción de productos químicos, combinando calor y energía, o para otros fines (Karimi, 2015).

La celulosa, la hemicelulosa y la lignina tienen interacciones muy estrechas entre sí en la pared celular. Esto da como resultado una estructura tridimensional única de pared celular. La presencia de un elevado número de grupos OH en la cadena de celulosa, polímero de glucosa, hace que este biopolímero sea susceptible a la formación de fuertes enlaces de hidrógeno. Esto termina con la formación de micro-fibrillas de celulosa altamente cristalina en la pared celular de la planta. Las microfibrillas de celulosa están rodeadas de hemicelulosa (un heteropolímero de azúcares de cinco y seis carbonos) y lignina (un polímero complejo de compuestos fenólicos) (Karimi, 2015).

La alta cristalinidad de la celulosa es crucial para que la pared celular vegetal exhiba una alta resistencia mecánica. La lignina y la hemicelulosa protegen la celulosa contra ataques microbianos y químicos. Además, la naturaleza hidrófoba de la lignina protege a las células vegetales contra la pérdida de humedad y la muerte debido al secado. La biomasa lignocelulósica, producto directo de las reacciones fotosintéticas de las plantas, es de hecho el material renovable más abundante del mundo (da Siva Martins et al., 2021).

En ese sentido (Karimi, 2015) & (Naraian, 2019), nos dicen que los elementos de la biomasa lignocelulósica son:

#### **a. Celulosa**

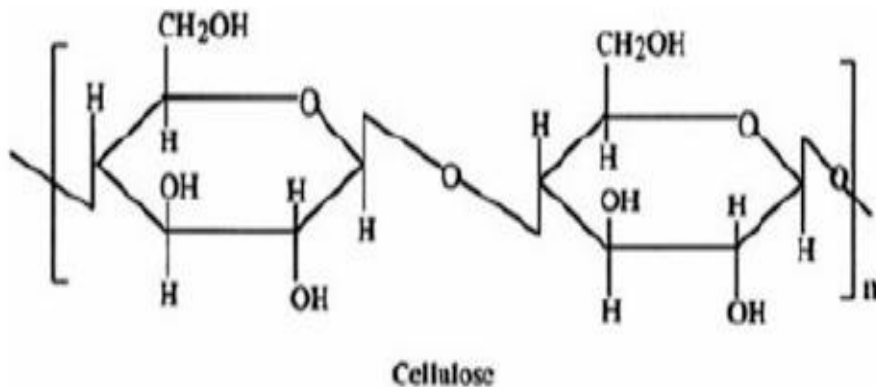
La celulosa procedente de plantas como componente principal de las lignocelulosas es el polímero orgánico más numeroso en el mundo. Este es el principal

material de construcción del que se fabrican las plantas como sustancia polimérica muy valioso.

La celulosa es un polímero lineal de glucosa que contiene un alto peso molecular unido a través de enlaces  $\alpha$ -1,4 y generalmente se dispone en estructuras microcristalinas. Su estructura consiste en redes extensivas de puentes de hidrógeno intermoleculares, que unen fuertemente las unidades de glucosa. Este es un polímero insoluble en agua con una estructura lineal rígida. Este polímero conocido por ser una importante fuente renovable de bioenergía está involucrado en varios tratamientos microbianos para su conversión significativa en glucosa soluble y fermentable.

**Figura 2:**

*Estructura química de la celulosa.*



Fuente: (Duque et al.,2021).

#### **b. Hemicelulosa**

Las hemicelulosas son el segundo constituyente más abundante de la biomasa lignocelulósica después de las celulosas. Las hemicelulosas se encuentran generalmente asociadas con la celulosa en las

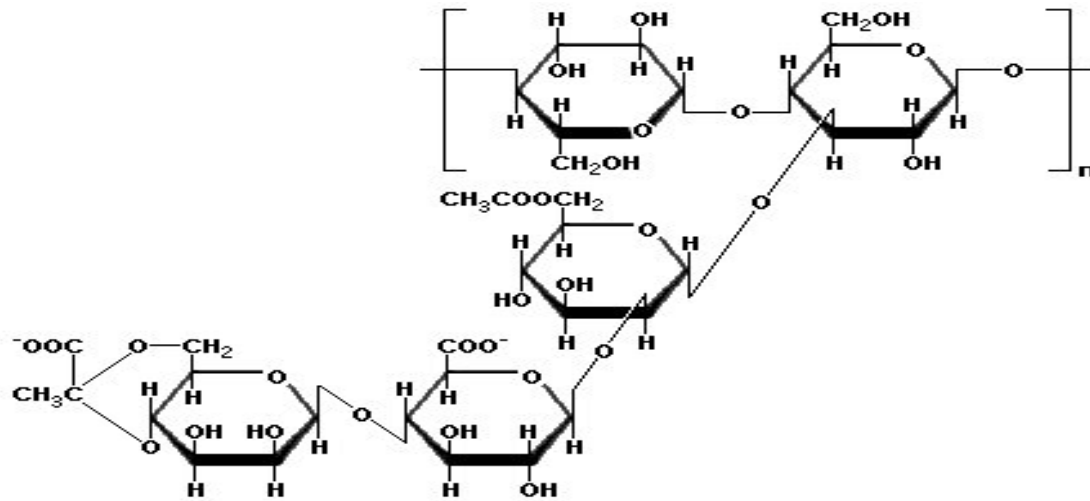


paredes primarias y secundarias de todas las plantas. En la estructura de la pared celular, las hemicelulosas funcionan como un adhesivo entre las microfibrillas de celulosa de refuerzo rígidas y la lignina de la matriz. La forma más común de hemicelulosa es el xilano, compuesto por el esqueleto de monómeros de xilosa enlazados en  $\beta$ - (1-4). La hemicelulosa puede contener principalmente manosa y galactosa, pero también puede contener pentosa, xilosa y arabinosa. La hemicelulosa como heteropolisacárido puede estar compuesta por diferentes azúcares solubles en agua que incluyen hexosas, pentosas y monómeros de ácido glucurónico, que interactúan con celulosa y lignina a través de enlaces de hidrógeno o enlaces covalentes.

Básicamente, se sabe que las hemicelulosas de tipo xilano son el elemento hemicelulósico de las paredes celulares de las maderas duras y de cualquier planta herbácea que constituya aproximadamente el 20-35% en peso de la biomasa total. Las hemicelulosas están compuestas por tres grupos de polímeros amorfos como xilanos, mananos y galactanos.

**Figura 3:**

*Estructura química de la hemicelulosa.*



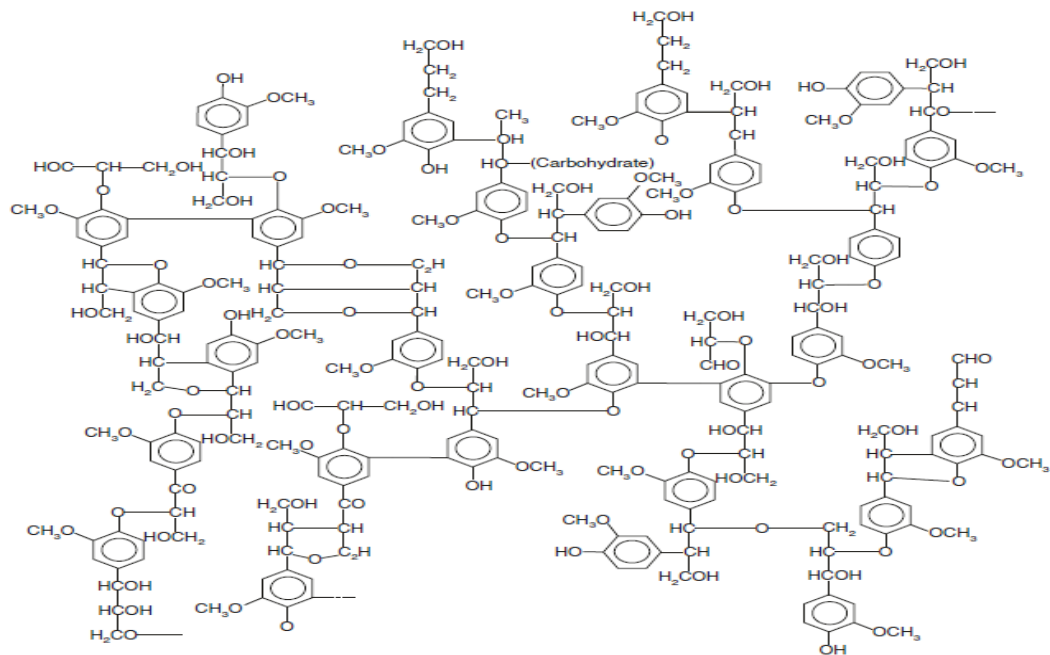
Fuente: (Duque et al.,2021).

### c. Lignina

La lignina es un componente estructural importante de las plantas con heteropolímero aromático tridimensional de alto peso molecular, asociado a otros elementos de la pared celular celulosa y hemicelulosa. Esta es la fuente de carbono más abundante en el suelo después de la celulosa. La lignina tiene una estructura muy irregular y es un polímero insoluble compuesto de subunidades fenilpropanoides, a saber, unidades p-hidroxifenilo (tipo H), guaiacilo (tipo G) y siringilo (tipo S). La lignina es un polímero aromático constituido por tres unidades básicas como el alcohol p-coumarílico (alcohol 4-hidroxicinámico), el alcohol coniferílico y alcohol sinapílico, que se pronuncian colectivamente como monolinos derivados de la fenilalanina (aminoácido).

**Figura 4:**

*Estructura química lignina.*



Fuente: (Duque et al.,2021).

## **B. Productos derivados de la Celulosa y Hemicelulosa**

Los polisacáridos, es decir, celulosa y hemicelulosa, constituyen el 45-80% de la biomasa lignocelulósica (Saye et al., 2021).

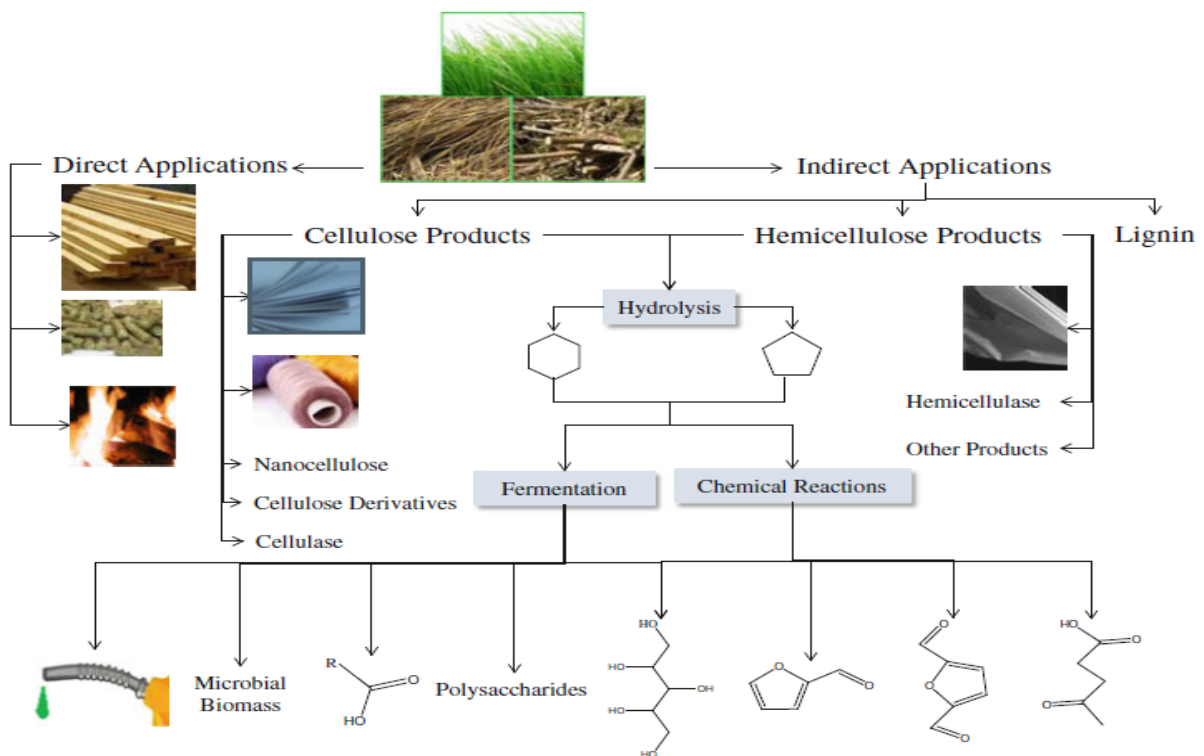
En ese sentido, (Karimi, 2015) nos dice que los productos a base de celulosa y hemicelulosa se pueden clasificar en dos grupos.

- a. El primer grupo se refiere a los productos que se obtienen directamente de estos biopolímeros. El papel, los textiles, los derivados de la celulosa, las películas de embalaje y los materiales súper absorbentes son algunos ejemplos de tales productos.
- b. El segundo grupo de productos pasa por un paso de hidrólisis en el que los polisacáridos se convierten en

sus componentes básicos, es decir, azúcares simples de seis y cinco carbonos. Los azúcares y todos sus derivados pertenecen a este grupo. Se emplean diferentes enfoques térmicos, químicos y biológicos para la conversión de azúcares lignocelulósicos en productos finales.

**Figura 5:**

*Diferentes productos obtenidos de materiales lignocelulósicos.*



Fuente: (Ferreira et al., 2018).

### C. Bioconversión de lignocelulosa en combustible

Las tecnologías basadas en la conversión eficiente de residuos lignocelulósicos de baja calidad o de desecho en combustibles y productos químicos de importancia industrial presentan una solución a largo plazo para los suministros finitos de petróleo (Saye et al., 2021).

Se han hecho varios esfuerzos para incrementar los procesos económicamente viables derivados de los elementos de celulosa y hemicelulosa y lignina. Los productos químicos de bajo peso molecular como la vainillina y el dimetilsulfóxido también se preparan actualmente a escala industrial a partir de lignosulfonatos y lignina kraft, respectivamente. La gama de compuestos de bajo peso molecular formados durante la degradación de la lignina por hongos de pudrición blanca y actinomicetos ha planteado la posibilidad de utilizar la biodegradación controlada para generar algunos de los productos químicos de alto valor que se obtienen actualmente a través de la industria petroquímica (Buraimoh et al., 2021).

#### **D. Los pre - tratamientos de la biomasa lignocelulósica**

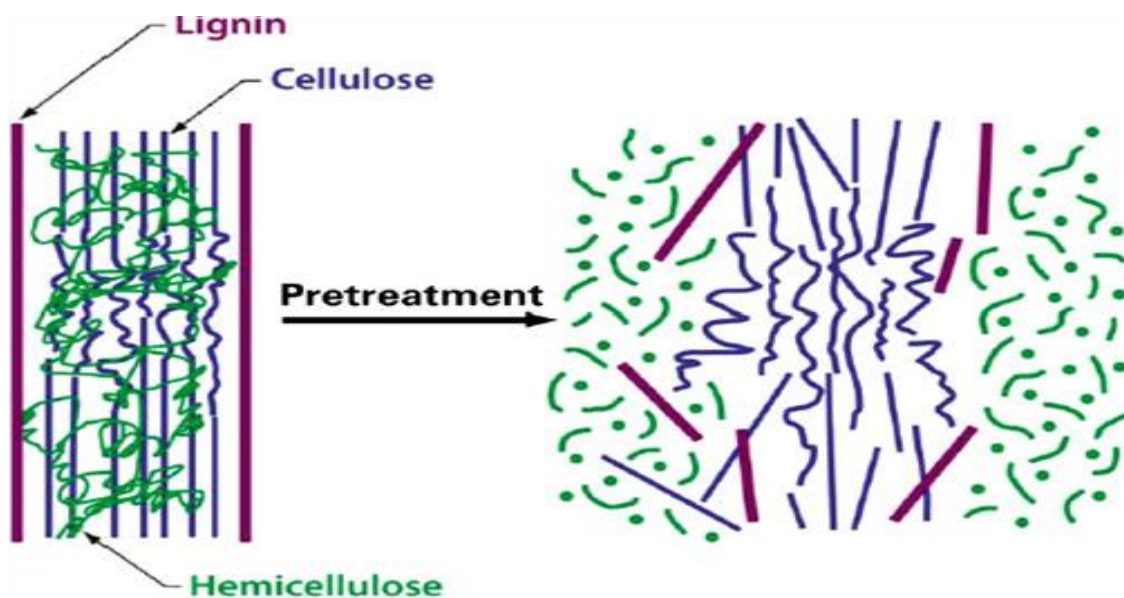
Según (Bajpai, 2016), los principales objetivos del proceso de pretratamiento son eliminar la lignina y las hemicelulosas, incrementar la porosidad de los materiales lignocelulósicos y aminorar la cristalinidad de la celulosa. El pretratamiento debe cumplir los siguientes requisitos:

- Bajo costo operativo y de capital
- Eficaz en una amplia gama y carga de materiales lignocelulósicos
- Debe resultar en la recuperación de la mayoría de los componentes lignocelulósicos en una forma utilizable en fracciones separadas.
- Se debe minimizar la necesidad de pasos de preparación / manipulación o preacondicionamiento antes del pre-tratamiento, como la reducción de tamaño.

- Impedir el desarrollo de subproductos inhibidores de los posteriores procesos de hidrólisis y fermentación.
- Baja demanda de energía o realizarse de manera que la energía invertida pueda utilizarse para otros fines como calefacción secundaria.
- Optimizar la generación de azúcares o la posibilidad de generar posteriormente azúcares por hidrólisis, evita la degradación o merma de carbohidratos.

**Figura 6:**

*Esquema del efecto del pretratamiento sobre la biomasa lignocelulósica.*



Fuente: (Bajpai, 2016)

Los pre-tratamientos empleados se dividen en métodos físicos, químicos y biológicos, pero existe una fuerte interdependencia de estos procesos. No existe un método de pretratamiento perfecto empleado y los cuellos de botella restantes incluyen la formación de productos inhibidores como ácidos, furanos, fenoles, alta carga de partículas, alto aporte de energía y separación eficiente de azúcares solubles de residuos sólidos. Se necesitan condiciones específicas de pretratamiento para

materias primas individuales y los modelos mecánicos pueden ayudar en el diseño racional de tales procesos (da Siva Martins et al., 2021).

Es particularmente importante optimizar los métodos de pretratamiento de lignocelulosa porque son uno de los pasos más costosos en la conversión total a bioetanol.

(Luo et al., 2021) informaron que el pretratamiento representa 0.30 centavos de dólar por galón de etanol celulósico producido. El pretratamiento es necesario para cambiar el tamaño y la estructura macroscópica y microscópica de la biomasa y también la composición y estructura química submicroscópica de modo que la hidrólisis de la fracción de carbohidratos a azúcares monoméricos se pueda obtener más rápidamente y con mayores rendimientos (Hou et al., 2019).

El pretratamiento de la biomasa celulósica de manera rentable es un desafío importante de la celulosa para el estudio y el crecimiento de la tecnología del etanol. La biomasa lignocelulósica nativa es extremadamente recalcitrante a la digestión enzimática (Bajpai, 2016).

#### **1.4. Formulación del proyecto**

¿Los residuos lignocelulósicos generados por las empresas agroindustriales de la región Lambayeque, permitiría poder instalar una empresa para la producción de biocombustible?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

##### **1.5.1. Justificación técnica**

El residuo lignocelulósico representa la biomasa más abundante en el mundo y podría ser un candidato adecuado para producir

productos valiosos, incluidos los biocombustibles. Sin embargo, el bioetanol celulósico no se ha producido a gran escala debido a las barreras técnicas involucradas, como la viabilidad comercial de la biodegradación de la lignocelulosa en azúcares fermentables (Taha et al., 2016).

### **1.5.2. Justificación económica**

Debido a las limitaciones que han causado los biocombustibles de primera generación generados a partir de cultivos alimentarios, se debe poner mayor énfasis en los biocombustibles de segunda generación obtenidos a partir de materias primas agrícolas secundarias (Khaire et al., 2021).

La elaboración de combustibles renovables (biocombustibles) a partir de biomasa procedente de residuos agrícolas ricos en lignocelulosa es bastante prometedora, por ser sostenible y económicamente viable, ya que cuenta con propiedades ecológicas, de bajo costo y de abundante reserva, siendo el residuo de la caña de azúcar una de las biomásas lignocelulósicas más abundantes en el universo. Cada año, alrededor de 200 mil millones de toneladas de desechos lignocelulósicos de la agricultura se crean en todo el mundo (Khaire et al., 2021), (López-Hidalgo et al., 2017) & (Hou et al., 2017).

### **1.5.3. Justificación social**

En ese sentido, la búsqueda de combustibles renovables ha motivado la investigación sobre la degradación biológica de la materia prima de biomasa lignocelulósica para producir biocombustibles como bioetanol, biodiesel y biohidrógeno (Adegboye et al., 2021). Además, el consenso sobre el cambio gradual de una economía sustentada en el petróleo a una economía basada en los carbohidratos, ha pronosticado que



para el 2030, el 20% del combustible para el transporte y el 25% de los productos químicos deben producirse a partir de biomasa (Morales-Rodriguez et al., 2016).

#### **1.5.4. Justificación ambiental**

Debido a la reciente crisis energética, junto con el agotamiento de los combustibles fósiles y la progresiva preocupación por el cambio climático, indudablemente han provocado un renovado interés en la exploración de recursos de biomasa renovables y sostenibles para la generación de fuentes de energía alternativas limpias (Adegboye et al., 2021), (Wang et al., 2021).

La conversión de biomasa lignocelulósica para la producción de biocombustible es una valiosa fuente de energía alternativa debido a su abundancia en la naturaleza y por generar menor impactos en el medio ambiente en comparación con las fuentes de carbón o petróleo, teniendo además, el potencial de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Duque et al., 2021), (Nwaefuna et al., 2021) & (Prasad et al., 2019).

#### **1.5.5. Justificación académica**

El bioetanol es una alternativa a los combustibles derivados del petróleo debido a sus numerosas ventajas (Nwaefuna et al., 2021). Es por lo que, representa la alternativa más prometedora a los combustibles fósiles en el sector del transporte. En ese sentido se ha reconocido desde hace mucho tiempo que para lograr la sustitución completa de los combustibles fósiles, no se puede depender únicamente de sustratos que compiten con los alimentos, es por ello que, muchos estudios encontraron en los materiales lignocelulósicos una alternativa de producción diversificada de biocombustibles y bioquímicos dentro de un contexto de biorrefinería.(Ferreira et al., 2018).

## 1.6. Hipótesis

La Instalación de una Planta Productora de Bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos en la Región Lambayeque es factible, comercial, técnica y económicamente.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. General

Realizar el Estudio de Pre-Factibilidad para la Instalación de una Planta Productora de Bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos en la Región Lambayeque.

### 1.7.2. Específicos

- Determinar la demanda y el potencial consumo de bioetanol en la región Lambayeque.
- Realizar el estudio técnico- tecnológico para la Instalación de una Planta Productora de Bioetanol a partir de los residuos lignocelulósicos.
- Realizar un análisis económico - financiero del estudio de prefactibilidad formulado.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Tipo y diseño de investigación.

#### 2.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es:

- **Cuantitativa:** Debido a que recopila y analiza datos sobre las dos variables y estudia sus características y fenómenos cuantitativos.
- **Descriptiva:** Porque se busca conocer las particularidades de empresas productoras de bioetanol a nivel nacional para poder conocer su operatividad de estos en la actualidad en relación con la producción de bioetanol, con el objetivo de llevar a cabo el estudio de pre-factibilidad para la producción de bioetanol en la región Lambayeque.

- **Aplicada:** Pues los resultados obtenidos podrán ser utilizados como base para la instalación de una planta productora de bioetanol en la región Lambayeque, teniendo en cuenta desde la obtención de materia prima, los aspectos ambientales, económicos y sociales.

### 2.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es el planeamiento general que adopta el investigador para responder al problema planteado (Arias, 2006).

No experimental - Descriptiva; el diseño de investigación es descriptivo, porque busca describir relaciones entre variables, a través de indicadores en un momento dado.

## 2.2. Población y muestra.

### 2.2.1. Población:

La población del estudio serán todas las empresas productoras de bioetanol en el Perú, siendo actualmente 3.

**Tabla 1.**

*Empresas productoras de bioetanol en el Perú.*

Ítem	Instalaciones Industriales	Tamaño de planta (m <sup>3</sup> /d)
1	Caña Agro Aurora (grupo Gloria)	300
2	Sucroalcolera del Chira S.A.C (grupo Romero)	420
3	Casagrande S.A. A	150

Fuente: (SUNAT, 2020).

### 2.2.2. Muestra:

Para el caso en que la población tenga un número limitado de unidades y además resulte, accesible en su totalidad, no es necesario extraer una muestra (Arias, 2006).

Para nuestro caso, la población es bastante limitada y además no muy grande; pues solo son tres instalaciones industriales; por lo tanto, resulta conveniente aplicar muestreo no probalístico eligiendo una muestra por conveniencia de modo tal que nuestra muestra es igual a nuestra población.

### 2.3. Variables y Operacionalización.

**Variable independiente:** Uso de los residuos lignocelulósicos

**Variable dependiente:** Planta productora de bioetanol

**Tabla 2.**

*Operacionalización de Variables.*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas / instrumentos
<b>Independiente:</b> Uso de los residuos lignocelulósicos	Producción	Cantidad de residuo producido/mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué cantidad de bagazo de caña produce la región Lambayeque?</li> <li>¿Qué cantidad de cascarilla de arroz, produce le región Lambayeque?</li> </ul>	Análisis documental / Hoja de análisis
<b>Dependiente:</b>	Mercado	m <sup>3</sup> de bioetanol producido/año	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué cantidad de bioetanol se puede producir al año en la región Lambayeque?</li> </ul>	Análisis documental / Hoja de análisis
		Precio del m <sup>3</sup> de bioetanol producido	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el precio por ofertar /m3 de bioetanol en la región Lambayeque?</li> </ul>	
	Ingeniería	Tamaño de planta	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el tamaño de la planta para la producción de bioetanol en la región Lambayeque?</li> </ul>	

Planta productora de bioetanol			<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál sería la ubicación de la planta de bioetanol?</li> </ul>	Análisis documental / Hoja de análisis
		Diseño de equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el dimensionamiento de los equipos para la producción de bioetanol en la región Lambayeque?</li> </ul>	
		Balance de materiales / localización de la planta	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la ubicación de la materia prima?</li> <li>¿Cuáles son los molinos e ingenios azucareros más cercanos a la ubicación de la planta?</li> </ul>	
	Costos de producción	Costo de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el costo de producción/m<sup>3</sup> de bioetanol en la región Lambayeque?</li> </ul>	
		Gastos operativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son los costos operativos para el mantenimiento de la planta de bioetanol en la región Lambayeque?</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

La técnica para la recolección de datos tanto para la variable independiente “Uso de los residuos lignocelulósicos” como para la variable dependiente “Planta productora de bioetanol”.

La técnica que se empleará es:

#### **2.4.1.1. Análisis documental**

Forma de investigación técnica, que significa extracción científico-informativa, el cual, por ser un procedimiento integrador cíclico y sistémico que resulta de una serie de requerimientos metodológicos, las cuales nos permitirán hacer un análisis de la información obtenida de fuentes primarias, asimismo, podremos identificar sus relaciones y diferencias de las dimensiones establecidas como componentes de las variables en estudio.

Para cumplir con los requisitos de rigor científico, se hará búsqueda de información confiable obtenida de bases de datos, lo que nos permitirá poder llegar a determinar los indicadores de cada una de las dimensiones identificadas para ambas variables, la información a usar será lo más actual posible y que este accesible.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Para ambas variables (independiente y dependiente) el instrumento a utilizar será:

#### **2.4.2.1. Hoja de análisis**

Instrumento que corresponde a la técnica de análisis documental, será empleada a lo largo del proyecto, permitiéndonos poder hacer un análisis, ordenado y sistematizado de la información que será recopilada, la cual serán de base datos confiables.

Tanto para el estudio técnico y el estudio económico – financiero, la hoja de análisis documental se utilizará para recopilar, sistematizar y analizar todos los datos sobre oferta, demanda, precios, parámetros de operación referidos al flujo masivo y volumétrico, a las temperaturas de operación, costos operativos, costos de producción, etc; cabe resaltar que la información a utilizar será recopilada de fuentes primarias y secundarias.

#### **2.4.3. Validez**

La Guía de análisis de documentos será validada por el criterio de un experto.

### **2.5. Procedimientos y análisis de datos.**

Para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se han elaborado una serie de pasos que permitirán obtener la información necesaria para desarrollar el estudio de prefactibilidad de una planta productora de bioetanol para la región Lambayeque, siendo estos:

- A Recoger información técnica de la producción de bioetanol a nivel nacional, el mercado potencial y la demanda energética nacional.
- B Examinar la disponibilidad y fiabilidad de las empresas en otorgar información, tanto técnica como productiva.
- C Identificar los procesos críticos en la producción de bioetanol, mediante la recolección y análisis de los manuales de operación para la producción de bioetanol.



D Realizar un análisis económico de la producción de bioetanol a nivel comercial.

Los datos obtenidos serán analizados y codificados para una mejor cuantificación de estos, y a partir de una estadística descriptiva, se determinarán los rangos de frecuencia según las dimensiones identificadas para cada variable.

## **2.6. Criterios éticos.**

Nuestra investigación consideró los siguientes aspectos éticos:

### **2.6.1. Originalidad.**

Durante todo el desarrollo del actual trabajo de investigación, se respetaron los derechos de autor, en ese sentido se hizo uso de un gestor bibliográfico para un correcto citado y colocación de las respectivas referencias bibliográficas según la norma APA exigida.

### **2.6.2. Veracidad.**

La información identificada y seleccionada para el desarrollo del presente estudio, fue obtenida de base de datos científicos, los cuales, por ser revisados por pares, le conceden a dicha información una alta fiabilidad y confiabilidad a nivel teórico, de metodología, de resultados y conclusiones.

### **2.6.3. Confidencialidad.**

Durante el desarrollo toda la investigación, los datos obtenidos para el respectivo análisis, no serán divulgados, manteniendo su confidencialidad y respetando los criterios exigidos por las empresas en el manejo de información.

## **2.7. Criterios de rigor científico.**

### **2.7.1. Credibilidad**

Criterio relacionado con la autenticidad de la información obtenida y con el uso de información confiable que permitan sustentar el trabajo y los protocolos seguidos en el desarrollo de la observación. Para esto se usaron trabajos y estudios de base de datos científicas.

### **2.7.2. Conformidad**

Nuestra investigación incluirá procedimientos validados y confiables que permitirán obtener datos confiables y no sesgados, asimismo, ningún dato será manipulado para conveniencia del investigador.

### **2.7.3. Replica**

El trabajo de investigación por contener un buen rigor científico y basándose en bases teóricas, metodológicas y de resultados confiables, lo convierten en un trabajo que puede ser replicado y comparado con futuros estudios de investigación.

## **III. RESULTADOS**

### **CAPITULO I: ESTUDIO DE MERCADO**

#### **1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO**

El actual estudio de mercado tiene por objetivo, poder determinar la viabilidad económica, logística, ambiental y tecnológica de la implementación de una planta productora de bioetanol a partir de bagazo de caña de azúcar y cascarilla de arroz en la región Lambayeque.

## 1.2. EL PRODUCTO EN EL MERCADO.

### 1.2.1. Producto principal y subproductos.

El etanol es un compuesto químico, considerado como materia prima en la industria de los hidrocarburos, ya que al ser mezclado con los combustibles forma gasohol, el cual es usado en los autos, como una alternativa para reducir el impacto medio ambiental que este genera.

Sus tres niveles bajo el concepto de comercialización es:

- a. **Producto básico:** Producto que cumpla las exigencias de la norma técnica, capaz de ser utilizado como aditivo en la gasolina permitiendo formar un biocombustible.
- b. **Producto real.** Producto que se comercializa a granel con valores de humedad menores o iguales a 0.5%.
- c. **Producto aumentado:** Producto que se ofrece con un servicio postventa, que permita retroalimentarse del cliente final, fortaleciendo su cadena de valor.

### 1.2.2. Características, composición, propiedades, vida útil, requerimientos de calidad.

#### 1.2.2.1. Posición arancelaria.

Según, INEI (2010); la clasificación industrial internacional uniforme que recibe el etanol es la CIU 2011, la cual refiere a la clase de sustancia química, por medio de procesos de pirolisis o destilación.

#### 1.2.2.2. Características del etanol.

La denominación del producto es ETANOL, el cual está compuesto por alcohol en un porcentaje del 99,5 al 99.8%. En el siguiente proyecto, se plantea la elaboración de etanol a partir del bagazo de caña y la cascarilla de arroz, permitiendo ser utilizado como aditivo para combustibles.

### **1.2.3. Productos sustitutos y/ o similares. Productos complementarios.**

Según, Universidad de Palermo (2008); el sustituto al etanol como aditivo para combustibles es el biodiesel; el cual se obtienen a través de aceites vegetales o grasas animales; obteniendo características muy similares a la gasolina, y cuyo uso reduce la emisión de los monóxidos de carbono al ambiente.

Asimismo, existen dos alternativas energéticas utilizadas en los autos, como es el caso del GNV y la electricidad.

En el caso del GNV, según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía; (2008), la facilidad en su almacenamiento y disposición es mejor, ya que puede ser almacenado en cilindros a presiones de 200 bar.

Por otra parte, el complemento para el uso del etanol es la gasolina con octanajes de 84 a 90, que al mezclarse forman gasohol.

### **1.2.4. Estrategia del lanzamiento al mercado.**

#### **1.2.4.1. Publicidad y promoción.**

**a. Publicidad:** Para los productos industriales, la importancia de la estrategia para su lanzamiento en el mercado radica en la venta personalizada, debido a que se debe existir un contacto directo y estrecho con el cliente final, ya que permite establecer las condiciones del contrato, bajo los esquemas de corto, mediano o largo plazo de la venta. Para todo esto se debe contar con un análisis comercial confiable y disponible como herramienta de gestión para con los clientes.

**b. Promoción:** con referencia a la promoción, se establecerá un precio muy competitivo en referencia al precio de mercado; así mismo la logística para su

distribución estará consignada en el valor final, ya que las instalaciones de la planta facilitarán su libre disposición, ya que por estrategia la planta se ubicará en un ámbito geográfico muy cercano a sus potenciales clientes.

### **1.3. ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.**

#### **1.3.1. Factores que determinan el área de mercado.**

La definición del mercado involucra un grupo grande de actividades productivas, las cuales pueden ser agrupadas en tres grupos principales, siendo estas: las relacionadas al producto, las relacionadas al consumo y las relacionadas con el mercado. Es a partir de todo esto que definir el mercado depende de los siguientes factores:

#### **1.3.2. Área de mercado seleccionada.**

Bajo el análisis del mercado, realizado en el siguiente trabajo de investigación, la elaboración de etanol a partir del bagazo de caña y cascarilla de arroz estará enfocada hacia la industria de gasohol, el cual lo utiliza como aditivo con la gasolina, para reducir el impacto ambiental que genera el incremento del parque automotriz y su demanda energética.

#### **1.3.3. Factores que limitan la comercialización.**

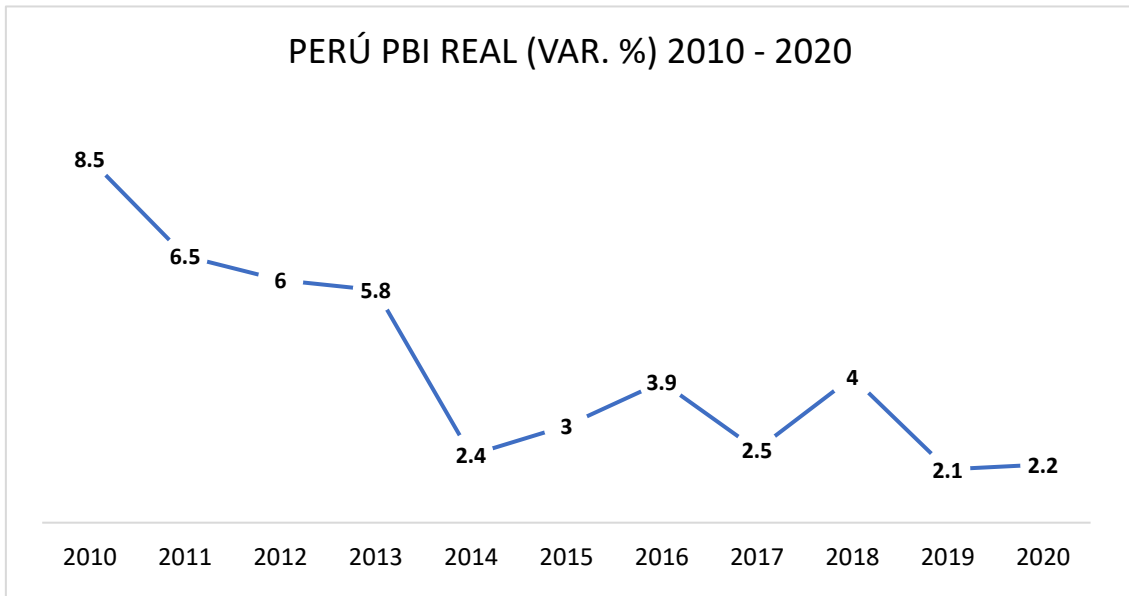
El factor que limita la comercialización del etanol como aditivo para la gasolina es su nivel de pureza, es a partir de todo esto, que en proyecto se considera un etanol con un nivel del 99.5% de pureza, que permita ser utilizado en porcentaje del 7.5% con gasolina de 84 o 90 octanos.

Así mismo otro factor que limita su comercialización, son los indicadores económicos con el PBI, el cual en la economía peruana

al finalizar 2020 marco una tendencia al descenso en su tasa de crecimiento, ya que paso de 2.14% en el 2019 a 1.81% en el 2020.

**Figura 7.**

*Tasa de crecimiento del PBI (%) 2010 - 2020.*



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2021)

**1.4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.**

**1.4.1. Características de los consumidores.**

Para el desarrollo del siguiente proyecto, se tomará en cuenta como consumidor final, a todas las empresas que adquieren etanol para aditivar la gasolina, como una opción para reducir los gases de efecto invernadero al ambiente.

Para ello se identificará el porcentaje de gasohol que se consume a nivel nacional, frente a las demás regiones, dicho cálculo se mantendrá en control durante el horizonte del proyecto.

#### **1.4.2. Situación actual de la demanda.**

La dinamización de la economía en el Perú, la crisis energética y la responsabilidad de mantener sostenible el medio ambiente, exige el desarrollo de energías limpias.

Dentro de las alternativas resalta la generación del bioetanol, que en su mayoría es elaborado con caña de azúcar; pero al mirar el incremento de su demanda, resulta inviable sacrificar productos destinados para cubrir la demanda alimenticia. Es a partir de todo esto que existen investigaciones donde se plantea la elaboración de bioetanol utilizando desechos agroindustriales ricos en lignocelulosa.

Bajo el siguiente contexto y analizando el desarrollo industrial de nuestro país, podemos observar que existe una gran biomasa proveniente del sector agroindustrial; los cuales en la región Lambayeque, por su abundancia son el bagazo de caña y la cascarilla de arroz, con grandes potencialidades para el procesamiento de bioetanol.

#### **1.4.3. Demanda Histórica (Características teóricas, coeficientes de crecimiento histórico, índices básicos, coeficientes de elasticidad, patrones de consumo, coeficientes técnicos).**

El procesamiento de alcohol en el Perú, resulta ser una alternativa muy grande, puesta que cada vez se amplían las áreas de siembra de caña de azúcar y las grandes obras de irrigación que permiten cubrir la exigencia hídrica del cultivo.

Sin embargo, la capacidad de producción aun es deficiente, generando la importación de etanol, el cual es utilizado para elevar el octanaje de los compuestos derivados del petróleo para uso

energético. Es a partir de todo esto que la demanda nacional sigue la siguiente ecuación.

$$C = P - E + I$$

Dónde:

C: consumo nacional.

P: Producción nacional.

I: Importaciones.

E: Exportaciones.

Se presenta el siguiente cuadro donde se detallan las importaciones, exportaciones y el consumo nacional de Etanol, durante los periodos 2015 – 2020.

**Tabla 3.**

*Consumo de etanol en el Perú.*

<b>AÑO</b>	<b>IMPORTACIONES (Lt)</b>	<b>EXPORTACIONES (Lt)</b>
2010	205,608.55	1,126,049.04
2011	229,468.98	882,207.68
2012	271,908.78	2,181,187.67
2013	200,615.22	2,608,597.38
2014	172,241.65	1,795,431.50
2015	669,703.41	1,522,205.50
2016	1,042,798.95	1,822,969.78
2017	1,623,748.12	2,183,160.44
2018	1,924,056.88	5,397,688.93
2019	2,147,339.55	4,228,841.25
2020	3,343,634.50	5,064,394.93

Fuente: AGRODATA PERU (2020).



**Figura 8.**

*Importación y exportación de etanol en el Perú.*



Fuente: AGRODATA PERU (2020).

**Tabla 4.**

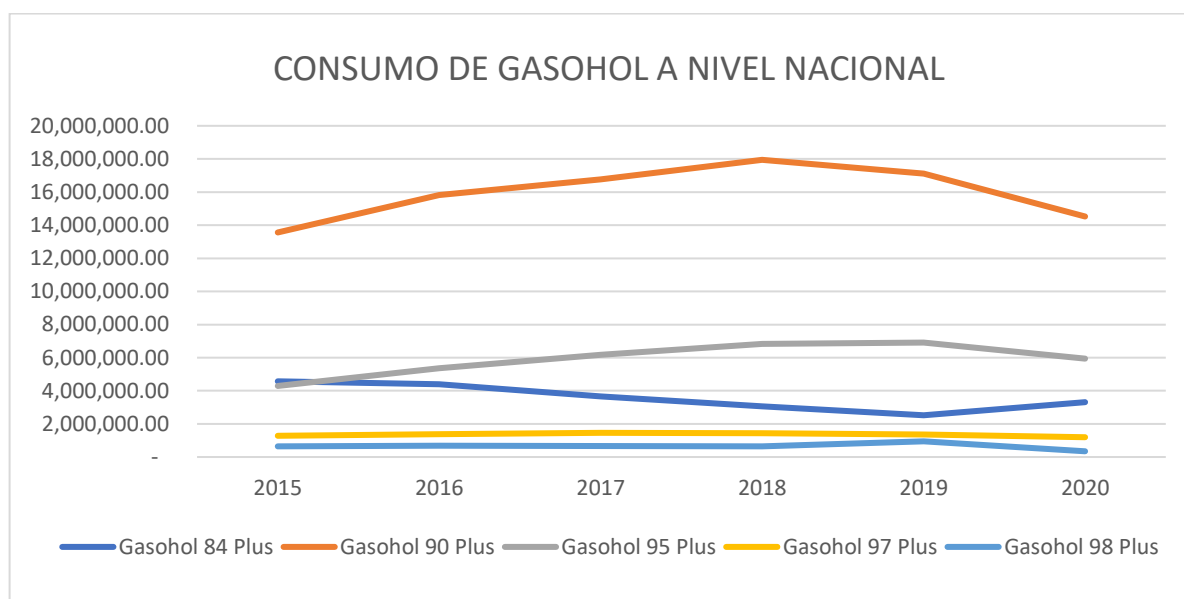
*Consumo de Gasohol en el Perú.*

Año	Gasohol 84 Plus	Gasohol 90 Plus	Gasohol 95 Plus	Gasohol 97 Plus	Gasohol 98 Plus	Total, Gasohol
2015	3,314,476.00	9,829,270.00	3,111,097.00	926,959.00	474,036.00	17,655,838.00
2016	3,191,542.00	11,465,310.00	3,881,481.00	1,005,654.00	501,667.00	20,045,654.00
2017	2,648,968.00	12,152,965.00	4,477,731.00	1,059,226.00	482,937.00	20,821,827.00
2018	2,222,873.00	13,007,480.00	4,955,198.00	1,045,738.00	470,301.00	21,701,590.00
2019	1,828,046.00	12,407,103.00	5,009,750.00	986,201.00	687,551.00	20,918,651.00
2020	2,400,220.00	10,528,754.00	4,302,278.00	866,510.00	251,234.00	18,348,996.00

Fuente: OSINERGMIN 2021

**Figura 9.**

*Consumo nacional de etanol a nivel nacional (metros cúbicos).*



Fuente: OSINERGMIN (2021).

#### **1.4.4. Demanda futura.**

##### **1.4.4.1. Patrones de consumo.**

La calidad final de etanol determina su funcionalidad en las distintas industrias que lo utilizan como materia prima. Para este proyecto de investigación, se buscará procesar un etanol con un grado de pureza del 99.5%, el cual por su alto consumo estará direccionado al sector de los combustibles.

Los factores que influyen su consumo en el país primero están enfocados en la legislación que permite ser mezclado con la gasolina en una proporción del 7.8%.

En segundo lugar, su demanda está influenciada por el crecimiento del parque automotor.

##### **1.4.4.2. Determinación de la demanda potencial.**

Para establecer la demanda potencial del etanol, se identifica el porcentaje de etanol utilizado como

complemento de la gasolina bajo la legislación nacional. Es a partir de esto, que a nivel nacional en el año 2020 se consumió 25,316,109.78 metros cúbicos de GASOHOL, para lo cual se requiere de 7.5% de metanol, haciendo un consumo de 1,898,708.23 ese mismo año. La proyección de crecimiento estimada es del 2% anual, permitiendo proyectar una demanda futura de este insumo. A continuación, se presenta la siguiente tabla, detallando la demanda, de acuerdo al horizonte del proyecto.

#### **1.4.5. Método de proyección de la demanda.**

Para establecer la tasa de crecimiento de la demanda se determinará la demanda interna aparente. La variable independiente es el tiempo, ajustando bajo regresión lineal su tendencia de comportamiento. Así mismo se considera el porcentaje de crecimiento anual estimado del consumo de gasohol en el Perú.

#### **1.4.6. Proyección de la demanda.**

La estimación de la demanda estará en función al consumo nacional y a los valores de exportación e importación.

En el caso de las exportaciones, el incremento se debe a las exigencias del cuidado del medio ambiente, ya que se utiliza para aditivar combustibles, elevando su octanaje y reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente.

Con los indicadores de importación, exportación y consumo de etanol, se estima su proyección de demanda futura para los siguientes 10 años, como horizonte del proyecto.

**Tabla 5.**

*Proyección de demanda de etanol en el Perú.*

PROYECCION EN AÑO	Demanda de etanol en m <sup>3</sup>	Demanda de gasohol en m <sup>3</sup>
2021	1,936,682.40	25,822,431.98
2022	1,975,416.05	26,338,880.62
2023	2,014,924.37	26,865,658.23
2024	2,055,222.85	27,402,971.39
2025	2,096,327.31	27,951,030.82
2026	2,138,253.86	28,510,051.44
2027	2,181,018.93	29,080,252.47
2028	2,224,639.31	29,661,857.52
2029	2,269,132.10	30,255,094.67
2030	2,314,514.74	30,860,196.56

Fuente: Elaboración propia.

## **1.5. ANÁLISIS DE LA OFERTA.**

### **1.5.1. Evaluación y características actuales de la oferta.**

Por la utilidad del etanol en las diferentes industrias, existen diversas empresas dedicadas a su producción, siendo las más importantes del sector:

- ✓ Sucroalcolera de Chira.
- ✓ Cartavio.
- ✓ Agroindustria Laredo.
- ✓ Casa Grande.
- ✓ Corporación azucarera del Perú.
- ✓ Alambique Tumán.
- ✓ Maple Biocombustibles.

La forma de comercialización del etanol en el Perú responde a un mercado libre y competitivo; determinando su rentabilidad los niveles de producción, la calidad y el precio final del producto, así como también los servicios post venta de las empresas.

La competitividad en el sector productivo del etanol es muy grande; identificando en la región Lambayeque cuatro importantes empresas,

siendo estas: Destilería Naylamp, Alcoholera Pacifico, Industria Pucalá y Destilería Pomalca.

En el ámbito nacional, se identifican como las más importantes a Sucroalcolera de Chira, Alambique Tumán, Maple Biocombustibles y destilerías unidas de la Libertad.

Según, (Agrodata, 2019); en el Perú existen tres empresas que representan en sus exportaciones de etanol el 88%, siendo su participación, bajo el siguiente orden: Sucroalcolera de Chira, casa Grande y Cartavio.

### **1.5.2. Oferta histórica de crecimiento.**

El sector productivo del etanol comprende un mercado altamente competitivo; siendo su importación proveniente de países como Europa y Asia como los más representativos.

A nivel nacional existen siete empresas productoras y en la región Lambayeque 4 de importancia por sus volúmenes de producción, pero que no exportan su producción.

### **1.5.3. Oferta actual, oferentes, capacidad, producción.**

Considerando la oferta del alcohol rectificado, como competidor directo, podemos afirmar que:

#### **A. Alcohol etílico rectificado.**

- Uso para bebidas alcohólicas por encima del 40%, 32 millones de litros/año.
- Uso para medicina y cosmética, 7.2 millones de litros/año.

La capacidad instalada de las plantas de procesamiento de alcohol en el Perú, alcanza el 85%.

La empresa Caña Brava que pertenece al grupo romero ocupa el primer lugar como empresa exportadora de etanol, con una capacidad de 370 mil litros por día, con un volumen de procesamiento de caña de 4300 toneladas al día.

Con referencia a las empresas que comercializan productos sustitutos, esta Pluspetrol, la cual produce petróleo y gas; así mismo también se considera a Petroperú quien realiza los trabajos de exploración, explotación, refinado, distribución y comercialización de petróleo.

#### **1.5.3.1. Oferta actual.**

La estimación de la oferta se hace en base a la referencia de las exportaciones que hace las empresas productoras de etanol en el Perú, la misma que se presenta a continuación.

**Tabla 6.**

*Exportación de etanol.*

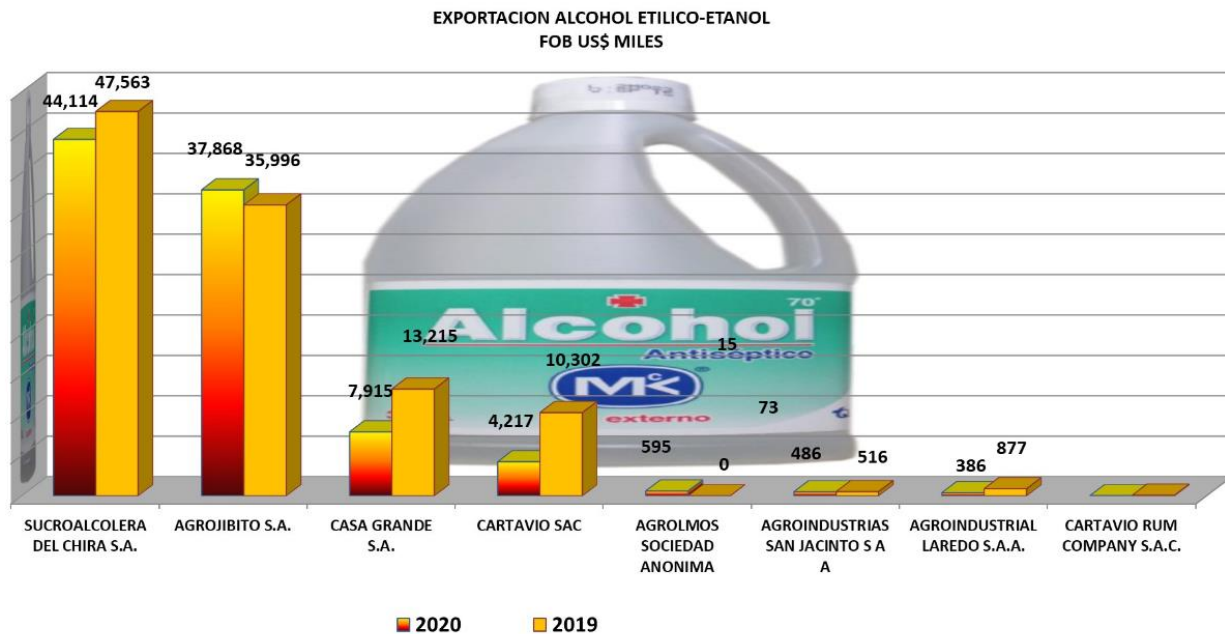
<b>AÑO</b>	<b>Cantidad (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Precio Promedio (US\$/Kg)</b>
<b>2013</b>	<b>104,349,317</b>	<b>0.86</b>
<b>2014</b>	<b>79,165,281</b>	<b>0.76</b>
<b>2015</b>	<b>68,542,934</b>	<b>0.69</b>
<b>2016</b>	<b>112,148,673</b>	<b>0.66</b>
<b>2017</b>	<b>74,401,908</b>	<b>0.67</b>
<b>2018</b>	<b>86,715,762</b>	<b>0.68</b>
<b>2019</b>	<b>148,732,517</b>	<b>0.73</b>

Fuente: Agrodata, 2020.

La participación de las empresas en el mercado, se presenta en la siguiente gráfica.

**Figura 10.**

*Participación de las empresas según exportaciones de etanol 2020.*



Fuente: Agrodata, 2020.

#### **1.5.4. Políticas de desarrollo y condiciones de la oferta futura.**

Para iniciar la ejecución del proyecto, se iniciarán los trámites ante el “Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Hidrocarburos, para la obtención de los permisos y autorizaciones correspondientes”. Cabe indicar que, bajo las regulaciones establecidas, la comercialización se realizara a consumidores directos y/o mayoristas que estén registrados en el MINEM.

Como política de desarrollo y condiciones para la oferta del producto en el horizonte del proyecto, se debe tener en cuenta las regulaciones que establece el país; siendo estas el Decreto Supremo N°021-2007-EM, el establece los lineamientos para su comercialización; así mismo el Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, como política medio ambiental; y al Ley N° 28054, Ley para la promoción del mercado de biocombustibles; cabe resaltar que estas normas establecen las características técnicas de calidad del producto.

## 1.6. DEMANDA INSATISFECHA (BALANCE-OFERTA-DEMANDA)

### 1.6.1. Determinación de la demanda insatisfecha.

Para determinar la demanda insatisfecha, se analiza la demanda de gasohol en los últimos 5 años y su participación en % frente a otros combustibles líquidos.

**Tabla 7.**

*Demanda nacional de Gasohol y etanol (metros cúbicos).*

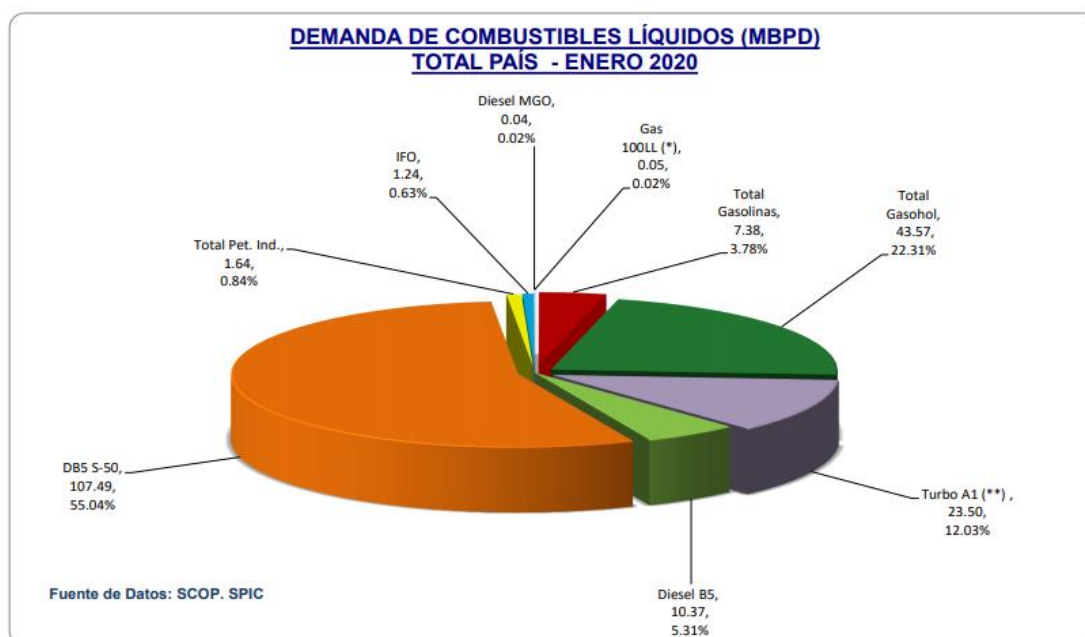
Año	Gasohol 84 Plus	Gasohol 90 Plus	Gasohol 95 Plus	Gasohol 97 Plus	Gasohol 98 Plus	Total, Gasohol	Total, de etanol aditivo
2015	4,572,982.54	13,561,443.82	4,292,380.53	1,278,925.33	654,027.47	24,359,759.69	1,826,981.98
2016	4,403,370.50	15,818,688.21	5,355,279.34	1,387,500.82	692,149.96	27,656,988.82	2,074,274.16
2017	3,654,781.15	16,767,445.81	6,177,925.46	1,461,414.11	666,308.18	28,727,874.71	2,154,590.60
2018	3,066,897.88	17,946,420.16	6,836,686.68	1,442,804.72	648,874.29	29,941,683.72	2,245,626.28
2019	2,522,155.07	17,118,080.01	6,911,952.08	1,360,661.52	948,614.11	28,861,462.78	2,164,609.71
2020	3,311,583.53	14,526,521.89	5,935,852.96	1,195,523.85	346,627.55	25,316,109.78	1,898,708.23

Fuente: Dato del SCOP, SPIC OSINERGMIN – PERU (2020)



**Figura 11.**

*Porcentaje de participación del gasohol frente a otros combustibles líquidos en el Perú.*



Fuente: Dato del SCOP, SPIC OSINERGMIN – PERU (2020)

### 1.6.2. Resultados.

El etanol es un producto que cuenta con un mercado en expansión. De acuerdo al cálculo de proyección de la demanda, y a la oferta existente en el mercado, podemos decir que existe una demanda promedio insatisfecha en el horizonte del proyecto de 1,060,306.60 litros al día.

De acuerdo a la identificación de la demanda insatisfecha, bajo un enfoque sostenible del proyecto se establece producir 60 mil litros de etanol por día, generando un volumen anual de 21,901 mil litros anuales, lo que representa cubrir un 5.6% de dicha demanda.

## 1.7. DEMANDA DEL PROYECTO

### 1.7.1. Análisis de la Demanda del Proyecto.

De acuerdo a la demanda insatisfecha a cubrir, la planta de procesamiento de etanol que se desarrollara con el proyecto, plantea tener un crecimiento promedio del 20%, en un horizonte de 10 años.

### **1.7.2. Disponibilidad de materias primas anual.**

La materia prima para el procesamiento de etanol es muy importante, puesto que la cantidad y calidad deben ser los adecuados para garantizar la sostenibilidad del proceso productivo.

Las materias primas identificadas son el BAGAZO DE CAÑA y la CASCARILLA DE ARROZ, los cuales son subproductos de dos grandes sectores agroindustriales de la región Lambayeque.

El siguiente proyecto, busca optimizar estas materias primas, bajo un enfoque de economía circular y como alternativa innovadora en la producción de etanol.

#### **1.7.2.1. CASCARILLA DE ARROZ.**

Según COMEXPERU 2019, la producción del arroz cascara ha aumentado considerablemente, entre 2010 y 2019, con un 56,7%, con un aumento importante del rendimiento que paso de 5.6 toneladas por hectárea en los noventa a 7.7 toneladas por hectárea en el 2015.

A nivel nacional según el MINAGRI 2017, se cuenta con 636 molinos, los cuales en mayor número se encuentran en Piura con 108, Lambayeque con 98, Arequipa con 76 y La libertad con 71. Asimismo, según el IV CENSO NACIONAL DE ARROZ, en molinos, almacenes y comercios mayoristas; realizado en mayo de 2019, se obtuvo un stock de 409 mil toneladas, comparado con el censo del 2018, el resultado obtenido ha sido menor en 4.5%, representando 19,4 miles de toneladas.

Cabe señalar que los departamentos que concentran mayores volúmenes de arroz pilado son: Lambayeque 38.1% equivalente a 155,9 miles de toneladas; la Libertad 19.7% equivalente a 80,4 miles de toneladas, Arequipa 14,2% equivalente a 58,3 miles de toneladas, Lima 11,1%

(45,4 miles de toneladas; San Martín 8,3% equivalente a 33,8 miles de toneladas, Piura 2,6% equivalente a 10,8 miles de toneladas, Ancash 1,7% equivalente a 6,8 miles de toneladas y otros 4,3%.

La cascarilla de arroz es un residuo generado en la industria molinera de la región Lambayeque, representando el 20% en peso de los 156 millones de toneladas de cascara producido en la región.

#### **1.7.2.2. BAGAZO DE CAÑA.**

El bagazo de caña es un residuo generado en la industria azucarera de la región Lambayeque, representando el 18% en peso de los 1,2 millones de toneladas de caña producida en la región.

El bagazo de caña representa uno de los materiales lignocelulósicos más abundantes en la industria azucarera, que bajo procesos químicos puede convertirse en un combustible más amigable para el medio ambiente.

Sus características físicas más importantes son: contenido de humedad 15%, densidad, cenizas 85%

#### **1.7.3. Proyección de la disponibilidad.**

Para determinar la disponibilidad de las materias primas seleccionadas para la ejecución del proyecto se muestra a continuación el siguiente cuadro.

**Tabla 8.**

*Proyección de siembra anual de arroz y caña de azúcar en la Región Lambayeque.*

Año	LAMBAYEQUE	
	Arroz	Caña de azúcar
2021	462595	822034
2022	476472	879576
2023	490767	941146
2024	505490	1007027
2025	520654	1077519
2026	536274	1152945
2027	552362	1233651
2028	568933	1320007
2029	586001	1412407
2030	603581	1511275
2031	621689	1617065

Fuente: MINAGRI 2020

#### **1.7.4. Conclusiones de la disponibilidad de MP**

A continuación, se identifican dentro la región Lambayeque, la producción de bagazo de caña y arroz en cascara, así como sus proyecciones en el horizonte del proyecto. Garantizando así un abastecimiento constante de materias primas para el desarrollo del mismo.

**Tabla 9.**

*Proyección de lignocelulosa en cascara de arroz y bagazo de caña en la Región de Lambayeque.*

Año	Lambayeque	
	Cascara de arroz	Bagazo de caña
2021	92,518.93	131,525.40
2022	95,294.49	140,732.17
2023	98,153.33	150,583.43
2024	101,097.93	161,124.27
2025	104,130.87	172,402.97
2026	107,254.79	184,471.17
2027	110,472.44	197,384.16
2028	113,786.61	211,201.05
2029	117,200.21	225,985.12
2030	120,716.21	241,804.08
2031	124,337.70	258,730.36

Fuente: Elaboración propia.

#### **1.7.5. Demanda del Proyecto.**

El etanol que se elaborara en el proyecto, será destinado a forma parte del GASOHOL, que se vende en el mercado. A continuación, se presenta la demanda de ETANOL (7.8%) como aditivo del GASOHOL en los últimos cinco años a nivel nacional.

**Tabla 10.**

*Demanda de etanol como aditivo en el mercado nacional.*

Año	Total, de etanol aditivado
2015	1,324,187.85
2016	1,503,424.05
2017	1,561,637.03
2018	1,627,619.25
2019	1,568,898.83
2020	1,376,174.70

Fuente: Elaboración propia.

## **1.8. PRECIOS.**

### **1.8.1. Precio del producto en el mercado.**

El requerimiento de etanol en el mercado nacional es cubierto por empresas locales y extranjeras. Para el desarrollo del siguiente proyecto se consideran los precios por tonelada de los principales productores, que exportan volúmenes representativos; asimismo por ser un producto cuyo consumo se debe a factores como volumen de producción, volúmenes de exportación e importación, el cálculo de su precio será bajo el sistema CIF, donde se usan los valores del precio de importación y el FOB, como precio sobre producción para su exportación; lo que genera un costo por tonelada de exportación a un valor de \$ 0.25 por galón. (Peruvian New Sol, 2020).

### **1.8.2. Evolución histórica.**

El etanol que se desarrollara con el proyecto, es para aditivar combustibles, obteniendo así, diferentes tipos de gasohol que se comercializan. A continuación, se identifica el consumo de los gasohol en el mercado nacional en los últimos cinco años.

**Tabla 11.***Consumo de gasohol a nivel nacional 2015 - 2020.*

<b>Año</b>	<b>Gasohol 84 Plus</b>	<b>Gasohol 90 Plus</b>	<b>Gasohol 95 Plus</b>	<b>Gasohol 97 Plus</b>	<b>Gasohol 98 Plus</b>	<b>Total, Gasohol</b>	<b>Total, de etanol aditivado</b>
<b>2015</b>	3,314,476.00	9,829,270.00	3,111,097.00	926,959.00	474,036.00	17,655,838.00	1,324,187.85
<b>2016</b>	3,191,542.00	11,465,310.00	3,881,481.00	1,005,654.00	501,667.00	20,045,654.00	1,503,424.05
<b>2017</b>	2,648,968.00	12,152,965.00	4,477,731.00	1,059,226.00	482,937.00	20,821,827.00	1,561,637.03
<b>2018</b>	2,222,873.00	13,007,480.00	4,955,198.00	1,045,738.00	470,301.00	21,701,590.00	1,627,619.25
<b>2019</b>	1,828,046.00	12,407,103.00	5,009,750.00	986,201.00	687,551.00	20,918,651.00	1,568,898.83
<b>2020</b>	2,400,220.00	10,528,754.00	4,302,278.00	866,510.00	251,234.00	18,348,996.00	1,376,174.70

Fuente: OSINERGMIN 2020.

### 1.8.3. Proyección del precio.

Para determinar la proyección del precio, se considera el nivel de inflación en los últimos 5 años en el Perú, ya que esta variable influye de forma directa sobre el producto.

La estimación del precio para el desarrollo del siguiente proyecto está en función también a la media del precio FOB del etanol según (Peruvian New Sol, 2021) el cual es de \$ 0.25 por galón, lo que equivale en litros a \$ 0.07 dólares por litro y \$ 71.43 por tonelada.

### 1.8.4. Método de proyección de precio.

Para la determinación del precio en el mercado del etanol producido en el mercado, se utilizará la siguiente formula:

$$CPPE = PA + (PA \times T)$$

#### Dónde:

CPPE = Calculo de proyección de precios de etanol.

PA = Precio promedio actual de etanol = \$ 71.43 por tonelada

T = Se estima un incremento de la inflación de 0.3% anual

Después de desarrollar la formula, se obtiene que el precio del etanol en el horizonte del proyecto será de \$ 71.43 por tonelada, lo que equivale a \$ 0.07 por litro.

### 1.8.5. Políticas de precios.

En las políticas de precio bajo cualquier inversión, como una forma de garantizar su sostenibilidad y reducir el riesgo, se deben tener en cuenta lo siguiente:



### 1.8.5.1. PBI.

El producto bruto interno en el Perú en el año 2020 tuvo una caída del 11.1% en relación al del año anterior, siendo una tasa de 113 décimas inferior a la referencia del año 2019, en la que fue del 2.2%.

La justificación de esta caída es a causa de la pandemia generada por la COVID-19, que genero un retroceso en la producción nacional.

### 1.8.5.2. SALDO DE LA DEUDA PÚBLICA.

La deuda pública en el Perú, según el FMI (2021); en el año 2020 tuvo un crecimiento del 37.1%, frente a un 36.5% que se generó el 2019.

### 1.8.5.3. INFLACION.

La inflación en el Perú en los últimos 5 años ha sido muy estable, presentando un promedio de 2.3% de inflación.

**Tabla 12.**

*Inflación peruana 2016 - 2020.*

INFLACIÓN PROMEDIO 2016-2020 (%)	
2016	3.59
2017	2.8
2018	1.32
2019	2.14
2020	1.81

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2021)

Para esto, se considera la media proporcional de la inflación en los últimos 5 años, la cual es 2.3%. Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, se le incrementara a la media proporcional hasta llevarlo al 4% como factor para los 10 años, correspondiendo una elevación anual del 0.3%.

## **1.9. COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO**

### **1.9.1. Factores que limitan la comercialización.**

Para la comercialización del etanol, es importante tener en cuenta el Decreto Supremo N° 021-2007-EM, donde se establece su comercialización, así mismo el D.S N°012-2009-MINAM; y la Ley N° 28054.

### **1.9.2. Sistema de distribución propuesto.**

El sistema de distribución del etanol que se plantea en el siguiente proyecto, inicia utilizando tanque de almacenamiento en planta de proceso como producto terminado, para después ser trasladado hacia el cliente final, por medio de camiones cisterna, los cuales serán por terceros, bajo el marco legal de la Norma Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

### **1.9.3. Estrategias de comercialización y distribución.**

Para garantizar una adecuada distribución del producto, para el siguiente proyecto se considera lo siguiente:

- Se evitará su comercialización a través de vendedores minoristas.
- Se manejará una estrategia de negociación que permita ofrecer descuentos a clientes que deseen volúmenes grandes de etanol.
- El pago se realizará una vez confirmada la entrega al cliente.

## **1.10. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADO.**

El etanol es un insumo que se aditiva a la gasolina para obtener un combustible más amigable con el medio ambiente, dentro de la línea de los GASOHOL, identificamos al Gasohol de 84, 90, 95, 97, 98; haciendo un total de consumo de etanol en los últimos cinco años de 8,961,941.70 metros cúbicos y un promedio mensual de consumo de 746,828.48 metros cúbicos. Identificando así un crecimiento anual del 2% anual. Su

precio es definido por el mercado internacional, el cual es de \$ 0.20 por galón, generando una facturación solo por consumo en el 2020 de \$ 96,332, 229.00.

## **CAPITULO II: MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS**

### **2.1. REQUERIMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS**

#### **2.1.1. Plan de Producción.**

De acuerdo a la demanda insatisfecha identificada, posteriormente, se presenta la proyección de producción diaria, mensual y anual durante el horizonte del proyecto.

**Tabla 13.**

*Proyección de producción en el horizonte del proyecto.*

<b>AÑO</b>	<b>Producción diaria en litros.</b>	<b>Producción mensual en metros cúbicos</b>	<b>Producción anual en metros cúbicos.</b>
<b>2021</b>	60000	1560	18720
<b>2022</b>	72000	1872	22464
<b>2023</b>	86400	2246	26957
<b>2024</b>	103680	2696	32348
<b>2025</b>	124416	3235	38818
<b>2026</b>	149299	3882	46581
<b>2027</b>	179159	4658	55898
<b>2028</b>	214991	5590	67077
<b>2029</b>	257989	6708	80493
<b>2030</b>	309587	8049	96591

Fuente: Elaboración propia.

#### **2.1.2. Requerimientos de Materiales**

##### **2.1.2.1. Materiales directos.**

Los materiales directos, son los materiales e insumos que se requieren para obtener el etanol, y que sin ellos no se puede realizar el proceso; por ello a continuación se presenta el requerimiento de cada uno de ellos, bajo la ponderación de un litro de etanol obtenido. Asimismo, se presentan los precios estimados de mercado, para su adquisición.

**Tabla 14.**

*Requerimiento de materiales e insumos por litro de etanol obtenido.*

<b>Rubro</b>	<b>Litros</b>
<b>Para Obtener</b>	<b>Etanol por Kg de insumo</b>
Cascara de arroz	4.00
Bagazo de caña	4.00
Ácido sulfúrico	0.11
Bacterias	0.0003
Agua	6
Gasolina	0.024

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15.**

*Costo de materiales e insumos por litro de etanol obtenido.*

<b>Material e insumo</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Costo total</b>
Cascara de arroz	0.08	0.32
Bagazo de caña	0.07	0.28
Ácido sulfúrico	1.52	0.17
Bacterias	0.61	0.0002
Agua	0.18	1.08
Gasolina	0.90	0.02
<b>TOTAL</b>		<b>1.8702</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **2.1.3. Materiales y componentes industriales elaborados.**

Los materiales o componentes elaborados identificados en el procesamiento de etanol que desarrollara el proyecto, se pueden identificar al ácido sulfúrico y a la gasolina.

### **2.1.4. Disponibilidad de insumos críticos y las posibles estrategias.**

La disponibilidad de los insumos críticos identificados como la gasolina y el ácido sulfúrico es amplia, lo único que se debe tener en cuenta es considerar los permisos para su abastecimiento y establecer un sistema de seguridad y salud en el trabajo, evitando así perjuicios a los operarios.

## **CAPITULO III: LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO**

### **3.1. FACTORES BÁSICOS QUE DETERMINAN LA LOCALIZACIÓN**

#### **3.1.1. Análisis de los mercados de consumo.**

##### **3.1.1.1. Proximidad de la materia prima (PMP).**

El acceso a las materias primas es muy importante ya que el proyecto depende de la cantidad de bagazo de caña y cascarilla de arroz disponibles, por lo que se debe ubicar su implementación en una zona donde la producción sea continua, permitiendo así cumplir el cronograma de producción establecido durante el horizonte del proyecto. Cabe mencionar que también su ubicación debe ser lo más cerca de las zonas de producción de las materias primas, como estrategia para reducir los costos de transporte.

#### **3.1.2. Disponibilidad y costos:**

##### **3.1.2.1. Terrenos.**

Para el desarrollo del proyecto se debe contar un área lo suficiente grande y ubicada en zonas industriales, que no pongan en riesgo las autorizaciones establecidas por ley, así

mismo debe garantizar un abastecimiento continuo de agua, desagüe, energía eléctrica y de fácil acceso. Cabe indicar que también se considera el costo para su adquisición.

### 3.1.2.2. Abastecimiento y costo del agua.

El proceso de producción de etanol a partir del bagazo de caña y cascarilla de arroz requiere volúmenes considerables de agua, no solo para los procesos y las operaciones, sino también para la limpieza de los equipos y planta de proceso. Es por ello que, a partir de los volúmenes identificados, se considerara el costo estimado de agua por metro cubico.

### 3.1.2.3. Disponible y costo de mano de obra.

Para el desarrollo del proyecto, se requiere una plana administrativa dirigida por un gerente general, que permita dar soporte a la parte operativa, que estará estructurada por personal altamente capacitado para desarrollar la supervisión y control de las operaciones. Es por ello que se identifica esto grupos en Mano de Obra directa y la Mano de obra indirecta.

#### ➤ Mano de obra directa.

**Tabla 16.**

*Costos de mano de obra directa.*

CONCEPTO	ID	PUESTO DE 08 HRS.
<b>A. REMUNERACION BRUTA</b>		
1. REMUNERACION BASE.		\$ 350.00
2. HORAS EXTRAS		
3. ASIGNACION FAMILIAR	10%	
4. REEMPLAZO SEMANAL		
<b>REMUNERACION BRUTA</b>	<b>1</b>	<b>\$ 350.00</b>
<b>B. BENEFICIOS SOCIALES</b>		
1. VACACIONES	8.33%	2 \$ 29.16
2. GRATIFICACIONES	16.67%	3 \$ 58.35
3. CTS	8.33%	4 \$ 29.16

4. FERIADOS	3.33%	5	\$	11.66
<b>BENEFICIOS SOCIALES (2+3+4+5)</b>		6	\$	<b>128.31</b>
<b>TOTAL REMUNERACIONES</b>		7	\$	<b>478.31</b>
C. APORTACIONES DE LA EMPRESA				
1. ESSALUD	7%	8	\$	30.32
<b>TOTAL APORTACION DE LA EMPRESA</b>		8	\$	<b>30.32</b>
<b>D. GASTOS DE UNIFORMES Y OTROS</b>				
1. UNIFORME Y EQUIPO PERSONAL (2 CAMBIOS POR AÑO)		9	\$	90.00
2. SEGURO SCTR (MENSUAL)		10	\$	5.00
<b>TOTAL COSTO DE UNIFORMES Y OTROS</b>		11	\$	<b>95.00</b>
<b>TOTAL COSTO DE PERSONAL</b>		12	\$	<b>603.63</b>
E. GASTOS ADMINISTRATIVOS, OPERATIVOS Y EQUIP.	5%	13	\$	30.18
<b>TOTAL COSTO DEL PUESTO</b>		14	\$	<b>633.81</b>
<b>IGV</b>	18%	15	\$	<b>114.09</b>
<b>COSTO UNITARIO MENSUAL</b>		16	\$	<b>747.90</b>
<b>NUMERO DE PUESTOS</b>				<b>25.00</b>
<b>COSTO MENSUAL DE PERSONAL</b>			\$	<b>18,697.38</b>

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Mano de obra indirecta.**

**Tabla 17.**

*Costos de supervisores de producción.*

CONCEPTO	ID	PUESTO DE 08 HRS.
<b>A. REMUNERACION BRUTA</b>		
1. REMUNERACION BASE.		\$ 500.00
2. HORAS EXTRAS		
3. ASIGNACION FAMILIAR	10%	\$ 50.00
4. REEMPLAZO SEMANAL		
<b>REMUNERACION BRUTA</b>	<b>1</b>	<b>\$ 550.00</b>
<b>B. BENEFICIOS SOCIALES</b>		
1. VACACIONES	8.33%	2 \$ 45.82
2. GRATIFICACIONES	16.67%	3 \$ 91.69
3. CTS	8.33%	4 \$ 45.82
4. FERIADOS	3.33%	5 \$ 18.32
<b>BENEFICIOS SOCIALES (2+3+4+5)</b>	<b>6</b>	<b>\$ 201.63</b>
<b>TOTAL, REMUNERACIONES</b>	<b>7</b>	<b>\$ 751.63</b>
C. APORTACIONES DE LA EMPRESA		
1. ESSALUD	7%	8 \$ 47.64
<b>TOTAL, APORTACION DE LA EMPRESA</b>	<b>8</b>	<b>\$ 47.64</b>
<b>D. GASTOS DE UNIFORMES Y OTROS</b>		
1. UNIFORME Y EQUIPO PERSONAL (2 CAMBIOS POR AÑO)	9	\$ 75.00
2. SEGURO SCTR (MENSUAL)	10	\$ 130.00

<b>TOTAL, COSTO DE UNIFORMES Y OTROS</b>	<b>11</b>	<b>\$</b>	<b>205.00</b>
<b>TOTAL, COSTO DE PERSONAL</b>	<b>12</b>	<b>\$</b>	<b>1,004.27</b>
E. GASTOS ADMINISTRATIVOS, OPERATIVOS Y EQUIP.	5%	13	\$ 50.21
<b>TOTAL, COSTO DEL PUESTO</b>	<b>14</b>	<b>\$</b>	<b>1,054.49</b>
<b>IGV</b>	<b>18%</b>	<b>15</b>	<b>\$ 189.81</b>
<b>COSTO UNITARIO MENSUAL</b>	<b>16</b>	<b>\$</b>	<b>1,244.29</b>
<b>NUMERO DE PUESTOS</b>			<b>4</b>
<b>COSTO MENSUAL DE PERSONAL</b>		<b>\$</b>	<b>4,977.17</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18.**

*Costos de jefe de producción.*

<b>CONCEPTO</b>	<b>ID</b>	<b>PUESTO DE 08 HRS.</b>
<b>A. REMUNERACION BRUTA</b>		
1. REMUNERACION BASE.		\$ 750.00
2. HORAS EXTRAS		
3. ASIGNACION FAMILIAR	10%	\$ 75.00
4. REEMPLAZO SEMANAL		
<b>REMUNERACION BRUTA</b>	<b>1</b>	<b>\$ 825.00</b>
<b>B. BENEFICIOS SOCIALES</b>		
1. VACACIONES	8.33%	2 \$ 68.72
2. GRATIFICACIONES	16.67%	3 \$ 137.53
3. CTS	8.33%	4 \$ 68.72
4. FERIADOS	3.33%	5 \$ 27.47
<b>BENEFICIOS SOCIALES (2+3+4+5)</b>	<b>6</b>	<b>\$ 302.45</b>
<b>TOTAL, REMUNERACIONES</b>	<b>7</b>	<b>\$ 1,127.45</b>
<b>C. APORTACIONES DE LA EMPRESA</b>		
1. ESSALUD	7%	8 \$ 71.46
<b>TOTAL, APORTACION DE LA EMPRESA</b>	<b>8</b>	<b>\$ 71.46</b>
<b>D. GASTOS DE UNIFORMES Y OTROS</b>		
1. UNIFORME Y EQUIPO PERSONAL (2 CAMBIOS POR AÑO)		9 \$ 75.00
2. SEGURO SCTR (MENSUAL)		10 \$ 130.00
<b>TOTAL, COSTO DE UNIFORMES Y OTROS</b>	<b>11</b>	<b>\$ 205.00</b>
<b>TOTAL, COSTO DE PERSONAL</b>	<b>12</b>	<b>\$ 1,403.91</b>
E. GASTOS ADMINISTRATIVOS, OPERATIVOS Y EQUIP.	5%	13 \$ 70.20
<b>TOTAL, COSTO DEL PUESTO</b>	<b>14</b>	<b>\$ 1,474.10</b>
<b>IGV</b>	<b>18%</b>	<b>15 \$ 265.34</b>
<b>COSTO UNITARIO MENSUAL</b>	<b>16</b>	<b>\$ 1,739.44</b>
<b>NUMERO DE PUESTOS</b>		<b>2</b>
<b>COSTO MENSUAL DE PERSONAL</b>		<b>\$ 3,478.89</b>



Fuente: Elaboración propia.

#### **3.1.2.4. Cercanía del mercado.**

La cercanía de nuestros principales clientes es fundamental, ya que permitirá una logística más eficiente y de menor costo. Por ello se buscará establecer una planta cerca a todas las empresas que compran etanol para aditivar la gasolina y obtener gasohol.

#### **3.1.2.5. Suministro y costo de energía eléctrica.**

El acceso a la energía eléctrica es de importancia, ya que permitirá el adecuado funcionamiento de las máquinas y equipos. Para ello también se determinará el requerimiento energético de cada uno de ellos, debiendo ser estable y constante, instalando para ello un estabilizador de corriente. Es a partir de todo esto, que se considerara el costo de la energía requerida para el proyecto.

#### **3.1.2.6. Infraestructura.**

La infraestructura vial también se considerará ya que debe garantizar el transporte de las materias primas, insumos y materiales hacia la planta, así como también la distribución del producto terminado hacia los diferentes clientes. Es a partir de ahí que se evaluarán los sistemas de carreteras de cada región.

### **3.1.3. Estudio de disponibilidad de materias primas:**

#### **3.1.3.1. Características de las materias primas.**

Las materias primas consideradas para el proyecto son sub productos de sectores económicos ampliamente desarrollados en la región Lambayeque.

Dichas materias primas son: el bagazo de caña y cascara de arroz, las mismas que a continuación se describen, bajo las

características físicas requeridas para su utilización en el procesamiento de etanol.

**Tabla 19.**

*Composición de la cascara de arroz.*

<b>COMPONENTE</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Celulosa	32%
Hemicelulosa	22%
Lignina	17%
cenizas	16%
Agua	13%
Impurezas	1%

Fuente: Empresa Casagrande.

**Tabla 20.**

*Composición del bagazo de caña.*

<b>COMPONENTE</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Celulosa	52%
Hemicelulosa	24%
Lignina	3%
cenizas	1%
Agua	4%
Impurezas	1%

Fuente: Empresa Agro-Pucalá.

### **3.1.3.2. Zonas productoras y volúmenes de producción.**

Las zonas productoras de las materias primas utilizadas para el proyecto, se ubican en la macro región Norte, donde se produce en gran cantidad la cascarilla de arroz y en menor medida, bagazo de caña; siendo las zonas específicas de su producción de este último Lambayeque, por contar con ingenios azucareros.

Es así como a posteriormente se presentan los volúmenes de producción en los últimos cinco años.

**Tabla 21.**

*Volúmenes de producción de arroz en cascara y caña de azúcar en la Región de Lambayeque.*

Año	Macro región norte	
	Lambayeque TM	
	Arroz	Caña de azúcar
2021	462595	822034
2022	476472	879576
2023	490767	941146
2024	505490	1007027
2025	520654	1077519
2026	536274	1152945
2027	552362	1233651
2028	568933	1320007
2029	586001	1412407
2030	603581	1511275
2031	621689	1617065

Fuente: MINAGRI 2020.

**Tabla 22.**

*Volúmenes disponibles de cáscara de arroz y bagazo de caña.*

Año	Macro región norte	
	Lambayeque	
	Cascara de arroz	Bagazo de caña
2021	92,518.93	131,525.40
2022	95,294.49	140,732.17
2023	98,153.33	150,583.43
2024	101,097.93	161,124.27
2025	104,130.87	172,402.97
2026	107,254.79	184,471.17
2027	110,472.44	197,384.16
2028	113,786.61	211,201.05
2029	117,200.21	225,985.12
2030	120,716.21	241,804.08
2031	124,337.70	258,730.36

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.3.3. Precios, condiciones y mecanismos de compra.**

#### **3.1.3.3.1. Precios.**

Los materiales requeridos por el proyecto son sub productos que se obtienen de diferentes procesos productivos, siendo estos el pilado de arroz y el procesamiento de azúcar. El precio estimado del mercado por kilo de cada materia prima se presenta a continuación.

**Tabla 23.**

*Precio de las materias primas.*

<b>Materia prima</b>	<b>Volumen</b>	<b>Precio</b>
Cascara de arroz	kg.	\$ 0.08
Bagazo de caña	Kg.	\$ 0.07

Fuente: Elaboración propia.

#### **3.1.3.3.2. Condiciones y mecanismos de compra.**

No existe condición alguna para la adquisición de las materias primas que se emplearan para el desarrollo del proyecto. En cuanto al mecanismo de compra, su adquisición es en la misma zona de producción, donde se adquiere el producto, se carga y se traslada a la zona de procesamiento.

#### **3.1.3.4. Períodos de disponibilidad.**

Como se menciona a continuación, las materias primas para el proyecto son sub productos de otros procesos industriales, los cuales al pertenecer a la canasta familiar y ser productos de alto consumo, el abastecimiento se garantiza todo el año.

#### **3.1.3.5. Usos y destino.**

Las materias primas seleccionadas para el proyecto, provienen de la industria azucarera y arroceras.

En el caso del bagazo de caña, es un sub producto que se elabora en el procesamiento de la caña de azúcar para la elaboración de azúcar. Su uso en la industria azucarera es para alimentar los calderos que permiten dar energía al proceso.

Para la cascara de arroz, también es un sub producto que se obtienen en el proceso de pilado de arroz. La utilidad que se le da es como combustible para los secadores de arroz, que tiene cada molino.

#### **3.1.4. Disponibilidad para el proyecto.**

La disponibilidad de las materias primas para el proyecto, frente a la producción representa para el bagazo de caña y la cascarilla de arroz en la región Lambayeque el 0.17% y 0.24% respectivamente; garantizando un adecuado abastecimiento durante el horizonte de su ejecución.

#### **3.1.5. Costos de transportación de:**

##### **3.1.5.1. Materia prima e insumos auxiliares.**

El abastecimiento de las materias primas e insumos, serán por medio de empresas de transporte de carga, es a partir de todo esto que el costo estimado de su traslado a la planta de procesamiento será el 5% sobre el costo de compra.

##### **3.1.5.2. Producto terminado.**

En referencia al producto terminado, la distribución hacia los clientes representa el 0.5% sobre el costo final del producto sin impuestos.

#### **3.1.6. Factores Geográficos:**

##### **3.1.6.1. Fenómenos ecológicos.**

Los fenómenos ecológicos, son agentes externos que pueden poner en riesgo el procesamiento o la distribución del producto terminado. Como la planta de procesamiento se desarrollará en la región Lambayeque, se identifica como fenómeno ecológico de gran impacto el fenómeno del niño, el cual genera deterioro de las carreteras, limitando el abastecimiento de los insumos o la distribución del producto terminado.

#### **3.1.6.2. Condiciones topográficas.**

Las condiciones topográficas, son las características del espacio donde se desarrolla una actividad, permitiendo determinar los posibles riesgos que se pueden generar con los fenómenos ecológicos de la zona.

La región Lambayeque, donde se desarrollará el proyecto presenta una topografía plana en lo que corresponde a la parte urbana; en la zona sur este presenta elevaciones, y en la zona sur oeste presenta dunas de arena.

#### **3.1.7. Factores institucionales:**

##### **3.1.7.1. Políticas de descentralización.**

Lambayeque, bajo el esquema jerárquica de sus autoridades, presenta una política descentralizada, la cual está dirigida por el gobierno regional, el cual articula sus proyectos de inversión con sus municipalidades.

##### **3.1.7.2. Incentivos fiscales.**

En la región Lambayeque, el impuesto por el desarrollo de actividades esta designado por el ente regulador, el cual es la SUNAT, quien lo determina por el monto facturado y los procesos desarrollados. Cabe señalar que en la región no se aplican incentivos fiscales.

### **3.1.8. Impacto ecológico y ambiental. Condiciones infraestructurales y medio ambiente.**

El proyecto que se desarrollara, generara grandes cantidades de efluentes, los cuales antes de ser derivados a los efluentes naturales deberán ser tratados de forma adecuada. Para ello la empresa utilizara las infraestructuras que cuenta la región, siendo estos los drenes que permitirán la disposición final de estos efluentes, para todo esto, la empresa también desarrollara la actividad bajo el marco legal del ANA y la OEFA, como garantía de salvaguardar el cuidado del medio ambiente.

## **3.2. DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.**

### **3.2.1. Aspectos geográficos:**

El departamento de Lambayeque cuenta con una superficie de 14,231 kilómetros cuadrados, lo que representa el 1.1% del área sobre el territorio nacional. Sus ubicaciones a la noroeste del Perú, ubicado entre las regiones de Piura al norte, Cajamarca al este, La Libertad al sur y el océano pacifico al Oeste. Políticamente está dividido en 3 provincias siendo estas: Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe y 33 distritos, de los cuales Chiclayo es la capital.

### **3.2.2. Aspectos socioeconómicos y culturales:**

#### **3.2.2.1. Población total. Centros de población más importantes.**

En el Censo Nacional realizado en el 2018, se identificó una población de 1, 260,650 habitantes, representando el 4% de la población existente a nivel nacional.

#### **3.2.2.2. Ramas de actividad.**

Dentro de las actividades económicas más representativas y que generan grandes ingresos a la región identificamos las siguientes:

- **Comercio.**

Esta actividad representa una de las actividades con mayor valor agregado en la región, generando cerca del 20% de su PBI, con una tasa media de crecimiento del 8% anual. Su dinamismo se debe a su ubicación geográfica, ya que convergen sobre ellas rutas de oriente provenientes de la selva, la zona sur y la zona norte. Cabe señalar que el desarrollo de este sector se debe también al número de empresas establecidas en la región, estimando un total de casi 30 mil pequeñas empresas, dentro de las cuales más del 50% se dedican al comercio de productos de consumo masivo, prendas de vestir, zapatos y artículos para el hogar. (Cámara de comercio de Lambayeque, 2020)

- **Manufactura.**

El sector de la manufactura es un sector que en el 2019 genero el 12% del PBI del departamento, con una tasa de crecimiento anual por encima del 5%. Es importante señalar que los sectores con mayor desempeño en este sector son el procesamiento de la caña de azúcar y el pilado de arroz.

Para el sector molinero, Lambayeque ha identificado 180 molinos, de los cuales el 40% tiene tecnologías innovadoras como secadoras y



añejadoras, mejorando así la calidad de sus productos.

Otro rubro dentro de sector de manufactura que se ha desarrollado con éxito, es el procesamiento y exportaciones de cafés, provenientes de la zona de Jaén y San Ignacio; así mismo también las agroexportadoras en productos como: mango, maracuyá, espárragos, limón, pimientos, etc.; desarrollados en las zonas de Motupe en Olmos. (BCRP, 2019)

- **Agricultura.**

La agricultura en la región Lambayeque represento el 9.2% de la VAB en el 2019. Caracterizándose por la producción de arroz, caña de azúcar y maíz amiláceo duro, con un total en áreas sembradas de 100 mil hectáreas.

Dentro de los productos mencionados, el que más destaca es la caña de azúcar con un aporte del 28% sobre la producción nacional en caña de azúcar.

Desde los años 2014, la aparición de la agroexportación en la región, ha generado que algunos nuevos productos sean sembrados, identificando dentro de ellos mango, maracuyá, espárragos, limón, pimientos, etc. (BCRP, 2019).

- **Construcción.**

El sector de la construcción represento el 8.2% del VAB de la región, con un crecimiento promedio del 9.8% anual en los periodos de 2015

al 2019, potenciado por la apertura de créditos hipotecarios, programas sociales del estado como el fondo mi Vivienda y el ingreso de constructoras.

Según, BCRP (2019); la comercialización de cemento como insumo tuvo un crecimiento del 1.2% en el 2019. Siendo su crecimiento debido a la ejecución de obras públicas y privadas, siendo este último por proyectos inmobiliarios.

### **3.2.3. Sueldos y salarios.**

#### **3.2.3.1. Educación.**

El desarrollo económico de un país y una región depende de su nivel educativo de la población, mejorando la posibilidad de lograr un bienestar desde el punto de vista de ingresos a partir del acceso al conocimiento de la ciencia y la cultura. Para determinar el nivel de educación en la Región Lambayeque, se consideran dos indicadores; siendo estos: la media de los años de estudio y nivel de educación alcanzado por la población.

#### **3.2.3.2. Salud pública.**

La organización Mundial de la Salud, define al estado de salud como el bienestar físico, mental y social de una población, y no solamente la ausencia de enfermedades. Cabe indicar también que la salud es un derecho fundamental para toda la población, sin distinción alguna.

Según datos del censo realizado en el 2017, se estableció que el 58,6% de la población pertenecían al seguro social de salud, presentando un crecimiento sobre la población en el año 2014.

### **3.2.4. Infraestructura:**

#### **3.2.4.1. Vías de comunicación.**

El departamento de Lambayeque, cuenta con 3 kilómetros de carreteras, con carreteras vecinales que representan el 67% y un 22% pavimentadas.

#### **3.2.4.2. Electrificación.**

El acceso a la energía eléctrica permite desarrollar diferentes actividades, permitiendo el funcionamiento de máquinas, equipos, acceso a internet y a otros medios de comunicación. En el 2018, el 97% de la población cuenta con energía eléctrica en sus hogares, determinado así un incremento del 19%, con respecto al 2013.

#### **3.2.4.3. Proyecto Hidro energético y de irrigación.**

El proyecto más representativo de la región es el Proyecto Hidro energético y de irrigación en Olmos, que tiene como objetivo aprovechar el recurso hídrico de las vertientes del Atlántico hacia el Pacífico, utilizando para ello un túnel de 19.3 kilómetros con un diámetro interior de 4.8 metros. Este proyecto también considera la generación de energía y el riego de las tierras áridas del bosque seco de la región.

La primera etapa del proyecto considera utilizar las aguas provenientes del río Huancabamba, permitiendo regar un área de 43 mil 500 hectáreas.

#### **3.2.4.4. Red de agua potable.**

El acceso al agua potable es un derecho básico en la calidad de vida de la población, identificando un incremento en la población que dispone de dicho

servicio, presentando un crecimiento del 5% frente al año 2013.

#### **3.2.4.5. Transportes y comunicaciones.**

Según, Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2021); el sector de transporte viene desarrollando trabajos importantes en la región, permitiendo mejorar la calidad de vida de la población. Una de obras que generara un gran impacto es la Autopista del sol, con una inversión de 570 millones de soles. Cabe indicar también que se cuenta en desarrollo el plan de reconstrucción con un monto destinado de 821.2 millones de dólares, la cual busca la rehabilitación de 179 kilómetros de carreteras y 21 puentes en toda la región.

#### **3.2.4.6. Telecomunicaciones y correos.**

En el caso de los accesos a las telecomunicaciones, en el 2019 incremento en un 62%, frente a los años anteriores. La tasa de crecimiento de las líneas telefónicas fue de 8 veces, frente a la densidad de este servicio se estimó 147 líneas por cada 100 habitantes.

#### **3.2.4.7. Servicios.**

Según, INEI (2019); Los servicios que se desarrollan en la región Lambayeque, representan el 30% de su VAB, con un crecimiento promedio anual del 6.4% en los últimos cinco años. Dentro este rubro se identifica al sector financiero, siendo el más dinámico, y todo ello por la gran demanda de créditos y depósitos que requiere el sector del comercio. Cabe señalar que, en el 2019, los créditos registraron un crecimiento del 10,4%, mientras que los depósitos un 15,6% (BCRP, 2019).

### **3.2.5. Aspectos institucionales:**

#### **3.2.5.1. Instituciones crediticias.**

Contar con instituciones crediticias en la zona donde se desarrollará un proyecto de inversión es muy importante, ya que permitirá tener acceso a un crédito el cual permita desarrollar el proceso productivo, mejorando línea de proceso, compra de equipos o ampliación de planta.

En la región Lambayeque, se identifican las siguientes instituciones crediticias:

- ✓ Banco de Crédito de Perú.
- ✓ Scotiabank.
- ✓ Banco BBVA.
- ✓ Banco continental.
- ✓ BANBIF
- ✓ AGROBANCO.

#### **3.2.5.2. Programas de desarrollo regional.**

La región Lambayeque, cuenta con un plan de desarrollo regional, cuya visión es lograr la integración de la región, con identidad y autonomía de un estado unitario, representativo y descentralizado, bajo los valores éticos e igualdad de oportunidades.

El plan enfoca su desarrollo en: (1) mejoramiento de los sistemas educativos; (2) acceso a la salud y nutrición equilibrada; (3) capital social; (4) derechos fundamentales de las personas.

#### **3.2.5.3. Potencial agrícola y agroindustrial.**

En la región Lambayeque, se identifican grandes ventajas para el desarrollo de la agricultura, donde se pueden desarrollar productos estacionales o permanentes. Teniendo una disponibilidad de áreas para

siembra de 270 mil hectáreas, pero por la deficiencia del recurso hídrico solo se disponen de 177 mil hectáreas, lo cual se está mejorando con el desarrollo del proyecto de irrigación Olmos – Tinajones, permitiendo irrigar más de 43 mil hectáreas adicionales.

Dentro de su historia agrícola de la región Lambayeque, se identifican cuatro cultivos, siendo estos: el arroz, la caña de azúcar, el algodón y el maíz amiláceo duro, pero en los últimos 10 años como parte del desarrollo de la agroindustria se vienen implementado nuevos cultivos, como son: el mango, la uva, pimiento, paprika, esparrago, berries, limón; ubicando a la región como la segunda en producción de mango y limón a nivel nacional (BCRP, 2019).

#### **3.2.5.4. Potencial en exportación.**

La gran diversidad productiva de la región ha permitido ampliar su oferta hacia el mercado exterior, consolidándola como una región con una amplia oferta a otros países.

Según, Reporte Regional de Comercio (2019); las exportaciones ascendieron al US\$ 168.5 millones, creciendo un 295 respecto al año 2018. Este crecimiento se dio por la exportación es de futas como: Uva que creció un 190%, palta 69%, mango 17%, siendo sus principales destinos los Países bajos, Reino Unido y Estados Unidos.

### 3.2.6. Mapas

Figura 10.

Mapa político de la Región Lambayeque.



Fuente: Gobierno Regional Lambayeque, 2016.

### 3.3. MICROLOCALIZACIÓN.

Para el desarrollo del siguiente proyecto, se considera a la provincia de Ferreñafe como una zona adecuada para su instalación.

#### 3.3.1. Aspectos geográficos:

##### 3.3.1.1. Límites políticos.

Sus límites son: por el norte con el distrito de Jayanca, Salas y Pacora; por el sur con el distrito de Picsi, Tumán y Pátapo; por el este con el distrito de Chongoyape y por el oeste con el distrito de Pacora, Íllimo, Túcume, Mochumi y Lambayeque.

##### 3.3.1.2. Coordenadas y altitud sobre el nivel del mar.

La provincia de Ferreñafe, se ubica a 67 m.s.n.m., cuyas coordenadas con 79° 85' 15" y 79° 16' 18" longitud oeste y 6° 02' 42" y 6° 38' 50" de latitud.

#### **3.3.1.3. Extensión.**

La provincia de Ferreñafe cuenta con un área de 1,578.60 km<sup>2</sup>, la cual se encuentra distribuida en seis distritos, los cuales son: Ferreñafe, pueblo Nuevo, Kañaris, Incahuasi, mesones Muro y Pitipo.

#### **3.3.1.4. Orografía.**

El distrito de Ferreñafe presenta un relieve plano, alternando pampas, las cuales presentan también algunas montañas con poca elevación.

#### **3.3.1.5. Hidrografía.**

En la provincia de Ferreñafe, las agua que se utilizan para el riego provienen de Tinajones del Rio Chancay, captadas por el canal Taymi, cuya administración es realizada por la Comisión de regantes de Ferreñafe.

La provincia en la parte alta tiene dos abastecimientos de agua naturales, las cuales con captadas por las lluvias y la segunda por las pequeñas quebradas, riachuelos y puquios.

#### **3.3.1.6. Clima.**

La provincia de Ferreñafe, cuenta con los distritos de Ferreñafe, Pueblo Nuevo y Manuel A. Mesones Muro cuentan con un clima cálido – semitropical, propio de la región costa que cuenta con un bosque seco; sus temperaturas oscilan entre los 18° a 24° C durante la estación de verano.

Una pequeña porción del distrito de la parte de baja de Incahuasi se ubica en la región Yunga, manifestando un clima templado – cálido; el cual durante la estación de verano presenta lluvias.



#### **3.3.1.7. Suelos.**

La provincia de Ferreñafe presenta una gran variedad de suelos, donde se destacan los francos arcillosos arenosos.

#### **3.3.1.8. Recursos naturales.**

La provincia de Ferreñafe, cuenta con una gran variedad de recursos naturales, identificando dentro ellos la flora cuya composición está determinada por lo Montes Ribereños, Zonas áridas, Zonas húmedas; y en cuanto a la fauna animales de crianza como ovejas, chivos, cuyes, patos, pavos y chancho y animales silvestres como zorros, chállalas, lagartijas, gallaretas, etc.

### **3.3.2. Aspectos socioeconómicos y culturales:**

#### **3.3.2.1. Población total.**

La provincia de Ferreñafe, según el censo desarrollado por INEI el 2017, cuenta con 52 350 habitantes.

#### **3.3.2.2. Población económicamente activa.**

En la provincia de Ferreñafe, de acuerdo al Censo del 2017 realizado por INEI, se identifican en esta condición, los pobladores que están entre las edades de 18 a 64 años de edad.

La población económicamente activa está presente en el sector de servicios y la agricultura.

#### **3.3.2.3. Ramas de actividad.**

Las actividades económicas que se desarrollan en la provincia de Ferreñafe están ubicadas en la Agricultura, donde se producen alimentos orientados al mercado local, mientras que la producción de las zonas alto andinas son principalmente para el consumo de las

familias o para desarrollar intercambios dentro de sus mercados locales.

Según el Ministerio de Agricultura (2019); en la provincia de Ferreñafe se cuenta con 31,214 ares sembradas, ubicando en ellas productos como el arroz, el maíz amarillo y en menor cantidad la caña de azúcar.

### **3.3.3. Sueldos y salarios.**

#### **3.3.3.1. Educación.**

##### **➤ Infraestructura educativa.**

De acuerdo al Ministerio de Educación, la provincia de Ferreñafe cuenta con 462 instituciones educativas distribuidas en 68 escolarizados y 150 no escolarizados para educación inicial; 178 para primaria; 54 para secundaria; 1 para especial y 5 para educación básica alternativa. En cuanto a la educación superior, presenta 1 instituto superior pedagógico; 2 institutos tecnológicos y tres centros de educación técnica.

#### **3.3.3.2. Salud pública.**

En la provincia de Ferreñafe se identifican 33 establecimientos de salud, distribuidos en los diferentes distritos que lo conforman, siendo estos estructurados por un 1 hospital referencial, 5 centros de salud y 27 puestos de salud.

### **3.3.4. Aspectos institucionales:**

#### **3.3.4.1. Programas de desarrollo.**

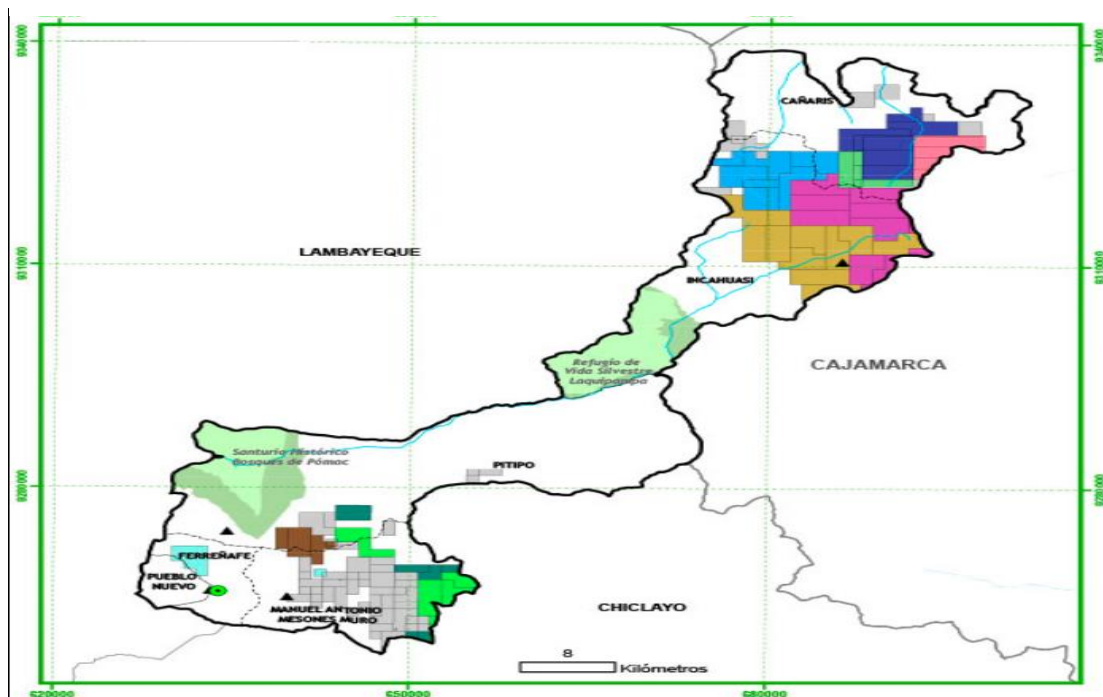
Los ejes identificados en el Programa de desarrollo son la parte social, económica, territorial y organizacional. Dentro de cada uno de ellos se identifican lineamientos

estratégicos los cuales son: dentro del (i) desarrollo social: cubrir los servicios básicos, la educación, la salud, la cultura y la seguridad ciudadana; para el (ii) desarrollo económico: el desarrollo agropecuario, el turismo y competitividad con el emprendimiento local; (iii) desarrollo territorial: la gestión vial, la gestión territorial, cuidado de los recursos naturales y control de riesgos y vulnerabilidad; (iv) desarrollo institucional: la sociedad civil y desarrollo de las municipalidades y organismos estatales.

### 3.3.5. Mapas.

Figura 11.

*Mapa político del distrito de Ferreñafe.*



Fuente: Gobierno Regional Lambayeque, 2016.

### 3.4. JUSTIFICACION DE LA UBICACIÓN Y LOCALIZACION DE LA PLANTA.

#### 3.4.1. Justificación de la ubicación y localización de la planta.

La ubicación de la planta para el procesamiento de etanol, de acuerdo al proyecto, será en la Provincia de Ferreñafe, esto debido a que su ubicación resulta estratégica, para el abastecimiento de bagazo de caña y cascarilla de arroz, y esto debido que limita con Tumán y Pátapo, donde se encuentran ubicados ingenios azucareros, así mismo tiene accesos a Íllimo, Túcume, Mochumi y Lambayeque, donde se encuentran el 90% de los molinos de arroz de la región. Asimismo, cuenta con infraestructura vial en muy buen estado, garantizando el poder desplazar unidades para abastecimiento de materias primas y producto terminado. Cabe señalar también, que es una provincia que inicia su auge industrial y el abastecimiento de terrenos para dicha actividad, el cual cuenta con infraestructura para aguas residuales generadas en dicha actividad.

#### 3.4.2. Plano de ubicación

**Figura 12.**

*Plano de ubicación de la planta de procesamiento de etanol.*



**Tabla 24:***Localización de la Planta.*

Descripción	P.P	LAMBAYEQUE		CHICLAYO		FERREÑAFE	
		CALIFICACIÓN	PUNTAJE	CALIFICACIÓN	PUNTAJE	CALIFICACIÓN	PUNTAJE
Abastecimiento de agua	25	10	2.50	10	2.50	9	2.78
Abastecimiento de luz	25	10	2.50	10	2.50	9	2.78
Mano de obra	15	9	1.67	9	1.67	8	1.88
Vías de acceso de MP	20	8	2.50	8	2.50	10	2.00
Transporte de PT	10	9	1.11	9	1.11	9	1.11
Clima	5	8	0.63	7	0.71	8	0.63
	100	10.90		10.99		11.17	

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO IV: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

### **4.1. ESTUDIOS PRELIMINARES**

#### **4.1.1. Antecedentes de proceso.**

Según (Ferreira et al., 2018); Para la obtención de etanol a partir de compuestos con alto contenido de hemicelulosa, se describen bajo los procesos de una preparación del sustrato, hidrolisis, fermentación y finalmente la destilación del etanol.

En el proceso de preparación del sustrato, se mejoran las estructuras del sustrato, desde su conformación física y química, de tal forma que facilitan su proceso fermentativo.

En el caso de la hidrolisis, es el proceso donde se convierten los azúcares presentes en el sustrato en azúcares más simples. Estos azúcares pueden ser convertidos en etanol por microorganismos específicos, mejorando su calidad del producto.

Finalmente, la destilación, donde se separa el etanol de las impurezas generadas en el proceso, elevando su nivel de concentración a partir

de su punto azeotrópico, obteniendo un rendimiento del 95.6% sobre el peso final.

## **4.2. PROCESO PRODUCTIVO**

### **4.2.1. Tipo de proceso.**

#### **4.2.1.1. Pre tratamiento.**

Según (Duque et al., 2021); la compleja estructura de los tejidos lignocelulósicos presentes en el bagazo de caña y cascarilla de arroz, dificultan el proceso fermentativo de los azúcares, limitando su capacidad de transformación en etanol, es por ello que necesitan recibir un pretratamiento que permita eliminar impurezas y modificar sus estructuras, en compuestos más simples.

Este proceso es de vital importancia y es donde se destina la mayor parte de la inversión, ya que al tener materias primas en buenas condiciones determinan la calidad final del etanol.

#### **a. Físico.**

##### **✓ Trituración mecánica.**

Según (Duque et al., 2021); en este tratamiento la materia prima entra a un proceso de ruptura en partes más pequeñas, utilizando para ello un molino de martillo.

El objetivo de este proceso es reducir la capacidad de polimerización de la celulosa al transformar sus cristales; reduciendo su biomasa, incrementando así su superficie que posteriormente será expuesta al proceso de hidrólisis.

##### **✓ Alta radiación de energía.**

Según (Duque et al., 2021); los efectos sobre la digestibilidad de compuestos lignocelulósicos bajo

este procedimiento son significativo. Las tecnologías identificadas en este proceso son: luz UV, campos eléctricos pulsantes, ultrasonido y los rayos microondas.

✓ **Pre tratamiento térmico.**

➤ **Tratamiento con agua líquida a alta temperatura.**

Según (Ferreira et al., 2018); proceso en la que la materia prima entra a cocción con agua caliente, controlando temperaturas y presiones para mantener el estado líquido del agua. Este proceso potencializa la digestibilidad de la materia prima, facilitando la extracción de sus azúcares, recuperación de pentosas y reducción de inhibidores que podrían afectar los rendimientos en la fermentación.

Según (Khaire et al., 2021); este método en cascara de trigo mejora la recuperación de la hemicelulosa en un 53%, optimizando la actividad enzimática en un 96%.

➤ **Tratamiento con vapor.**

Según (Duque et al., 2021); es el método más utilizado en la industria, el cual se conoce como proceso de auto hidrólisis, ya que el agua bajo condiciones de temperaturas altas presenta propiedades ácidas que catalizan la hemicelulosa, degradando los azúcares presentes.

Según (Prasad et al., 2019); el proceso somete a las materias primas a temperaturas superiores a

los 160°C, utilizando vapor saturado, inyectándolo por intervalos de 1 a 10 minutos, para después ser descomprimida bajo condiciones de presión atmosférica.

Según (Khaire et al., 2021); al utilizar vapor saturado de agua, garantiza menor presencia de humedad en los reactores, permitiendo obtener azúcares más concentrados, así mismo el tamaño de partícula es importante, ya que, si es muy pequeña, esto no optimiza su rendimiento, debido a que por la rápida expansión térmica el tamaño del poro se incrementa.

#### **b. Físico – químico.**

##### **✓ Explosión de fibra con amoníaco.**

Según (Prasad et al., 2019); para el desarrollo del siguiente proceso, la materia prima es expuesta a amoníaco disuelto y en temperaturas altas, el cual sufre descompresión de forma rápida, permitiendo una digestibilidad más eficiente, debido a la deslignificación, solubilización de la hemicelulosa y cristalización de la celulosa.

Según (Ferreira et al., 2018); el proceso utilizando amoníaco requiere una proporción de 1 a 1 frente al volumen total de la materia prima seca; bajo diferentes condiciones de temperatura, como la del medio ambiente que genera una duración de 10 a 60 días, o temperaturas de 120 °C, con una duración de minutos. Cabe indicar que también se da un incremento de 6 veces a la hidrólisis enzimática, con un rendimiento de 2.5 mayor el rendimiento en obtención de etanol.



✓ **Explosión de vapor con catalizador.**

Según (Duque et al., 2021); el uso de este método es un equivalente al de la explosión con vapor, con la excepción del uso de gases y líquidos ácidos, identificando al  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , ácido oxálico, etc. como catalizador sobre la biomasa de la materia prima antes de ingresar a la explosión de vapor. Este proceso resulta ser muy rentable, ya que producen líquidos ácidos que hidrolizan mejor la hemicelulosa.

Cabe indicar que algunos elementos utilizados en este proceso son altamente tóxicos, identificando dentro de ellos al  $\text{SO}_2$  y al  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , representando un riesgo en la seguridad del proceso, así como también la liberación de calor y el impacto sobre el medio ambiente.

**c. Químico.**

✓ **Tratamiento ácido.**

Según (Prasad et al., 2019); este tratamiento resulta de la hidrólisis ácida, donde se utilizan catalizadores ácidos para convertir la estructura de los polisacáridos en monómeros más elementales. Para desarrollar este tratamiento se considera el uso de ácido sulfuroso, ácido clorhídrico, sulfuroso, fosfórico, nítrico y fórmico.

Según (Nwaefuna et al., 2021); para desarrollar este tratamiento se identifican dos formas, donde se utilizan ácidos concentrados o ácidos disueltos. Para el uso de ácidos concentrados estos deben estar entre el 10% al 30%, con temperaturas de ( $170^\circ$  -  $190^\circ\text{C}$ ). Este procedimiento se aplica para la

extracción de hemicelulosa con aplicación de hidrólisis de celulosa con glucosa antes de ser diluida bajo hidrólisis ácida.

✓ **Tratamiento alcalino.**

Según (Khaire et al., 2021); es un tratamiento de deslignificación, donde la hemicelulosa es diluida en compuestos alcalinos como el hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, hidróxido de potasio, amoníaco acuoso, hidróxido de amonio, entre otros; generando un aumento en el volumen de las biomásas y una baja en su cristalización, desorganizando la estructura de la lignina generando su separación, dando como resultado reacciones de solvatación o y saponificación, permitiendo el acceso de las enzimas y bacterias.

La eficiencia de este proceso es directamente proporcional al tipo de sustrato y bajo las condiciones con que se realiza. Las referencias bibliográficas mencionan que la digestibilidad de la madera utilizando NaOH aumenta del 14% al 55% y caída de lignina del 55% al 20%. Asimismo, el uso de cal como pre tratamiento bajo condiciones de temperaturas de ambiente, generan un proceso de 192 horas, permitiendo mejorar la digestibilidad del bagazo de caña de un 20% a un 72%. En el caso de la cascara de arroz, se ha desarrollado este proceso con hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, hidróxido de potasio, en un periodo de 24 horas a una temperatura de 25°C, obteniendo un aumento en el rendimiento de 85% sobre los índices de glucosa, por medio de hidrólisis enzimática. (Prasad et al., 2019).

✓ **Oxidación húmeda.**

Este proceso es considerado como un pretratamiento oxidativo, donde se utiliza el peróxido de hidrogeno de ácido peracético sobre la biomasa de la materia prima, previamente hidratada; dando como resultado reacciones de sustitución electrolítica, destruyendo los enlaces de alquil, aril, éter o de núcleos aromáticos.

✓ **Tratamiento con ozono.**

La utilización de ozono, limita la descomposición de la lignina y la hemicelulosa, ya que la celulosa no se ve afectada; su tasa de hidrolisis por efecto enzimático se incrementa en un 60% sobre estructuras como paja de trigo. En el caso de tratamientos con ozono sobre la lignina, no presenta formación de compuestos tóxicos que afectan la calidad final del producto obtenido; asimismo esta reacción se da a temperatura ambiente y presiones bajas. Sin embargo, el requerimiento de ozono es muy alto, elevando los costos de producción. (Ferreira et al., 2018).

✓ **Tratamiento con solventes orgánicos.**

Este tratamiento tiene mejores efectos sobre la hidrolisis de celulosa, permitiendo remover los solventes presentes en la lignina. La solución se calienta permitiendo disolver la lignina y parte de la hemicelulosa; en algunos casos se añade un catalizador para reducir la temperatura, mejorando el proceso de delignificación. Cabe señalar que, si la temperatura es superior a los 185°C, la adición de un catalizador ya no es necesaria, ya que existen

mejoras significativas en la delignificación. (Khaire et al., 2021).

✓ **Control de pH con agua a altas temperaturas.**

En los métodos físicos de tratamiento con líquidos en alta temperatura, el pH que contiene el reactor es por debajo de 4, lo que genera inhibidores por el desdoblamiento de los hidratos de carbono. En este proceso donde se hace un pre tratamiento, la base cambia de acuerdo a los compuestos químicos añadidos como catalizadores, ya que estos últimos estabilizan el pH manteniéndolo estable entre 5 y 7, reduciendo la hidrolisis de los azúcares. Se han identificado estudios donde se ha realizado el pre tratamiento a temperaturas de 160°C con un pH mayor a 4, donde el 50% de los compuestos lignocelulósicos se disolvieron en 20 minutos, permitiendo poder realizar una hidrolisis enzimática más eficiente sobre los azúcares presentes en las estructuras fibrosas de la biomasa.

✓ **Tratamiento con líquidos iónicos.**

Según Heinze y Colaboradores (2005); Este proceso ha sido estudiado con mucha atención, ya que presenta grandes resultados sin afectar el medio ambiente, donde se disuelven compuestos celulósicos en grandes volúmenes bajo condiciones moderadas y con la capacidad de poder recuperar el 100% de los líquidos iónicos utilizados, sin afectar su pureza.

Los líquidos iónicos como reductores de celulosa presentan grandes ventajas frente a los solventes orgánicos, ya que presentan baja toxicidad, posibles

combinaciones, bajo efecto de hidrofobicidad, baja densidad, muy estables en términos químicos y térmicos, alta índice de reacción, baja volatilidad y no son inflamables. Sus mecanismos de acción sobre la celulosa se deben al efecto sobre sus compuestos OH de su estructura, rompiendo los enlaces de hidrogeno, resultando en su disociación. Esta metodología ha identificado nuevos productos que pueden sintetizar la celulosa de forma más eficiente.

#### **d. Biológico.**

Los pre-tratamientos biológicos utilizan microorganismos como hongos y bacterias que sintetizan la celulosa, facilitando su hidrolisis enzimática.

##### ✓ **Tratamiento con hongos.**

Para este tratamiento se utilizan hongos específicos que generan un rompimiento de las estructuras de la lignina y la hemicelulosa presente en la biomasa. Este proceso genera dos tipos de degradación, una es la que genera un color marrón el cual sintetiza la celulosa y otra de color blanco que sintetiza la lignina. Dentro de los hongos que pueden desarrollar dicha actividad con mayor eficiencia se encuentran los basidiomicetos.

##### ✓ **Tratamiento con biodisolventes orgánicos.**

Para desarrollar este tratamiento se combina el uso de solventes con microorganismos, el cual permite la síntesis de la hemicelulosa, para después sintetizar la lignina. Dentro de las investigaciones desarrolladas sobre este método se utilizaron hongos como *Ceriporiopsis*, *subvermispora*,

*Dichomitus squalens*, *Pleurotus ostreatus* y *Coriolus versicolor*, reduciendo el uso de energía para la hidrólisis en un 15%.

#### **4.2.1.2. Hidrolisis.**

Después del pre tratamiento que reciben los materiales lignocelulósicos, pasan al proceso de hidrólisis, donde se sintetizan sus estructuras de celulosa y hemicelulosa, obteniendo azúcares, los cuales después se transformarán en etanol, mediante la combinación de los procesos de despolimerización y sacarificación, utilizando para ello catalizadores ácidos o de origen enzimático.

##### **a. Hidrolisis acida.**

Para desarrollar este proceso se identifican una gran variedad de compuestos ácidos como: ácido sulfuroso, clorhídrico, sulfúrico, nítrico y fórmico. Pero solo a nivel industrial se utiliza el ácido clorhídrico y sulfúrico. Para esto los ácidos deben estar en condiciones que permitan su utilización, siendo estos en estado concentrado o en dilución.

En el caso de utilizar ácidos concentrados para la hidrólisis, estos actúan a temperaturas bajas, generando rendimientos superiores al 90% sobre los azúcares. Sin embargo, los costos son altos. En cuanto al uso de ácidos diluidos, el uso de temperatura es alto ya que requiere 240°C para poder obtener buenos rendimientos, llegando solo a un 60% de rendimiento teórico.

##### **b. Hidrolisis enzimática.**

Para desarrollar este proceso, se utilizan enzimas específicas llamadas celulasas, cuya acción es sintetizar

la celulosa presente en la biomasa, siendo esta desarrollada bajo condiciones de pH de 5 a temperaturas de 40 a 50 °C, generando así poca toxicidad y un consumo de energía muy bajo. En este proceso se identifican tres enzimas con diferentes mecanismos de acción, siendo estas: la Endo beta glucanasa, la cual actúa sobre los polímeros internos, sintetizando los enlaces beta (1,4); la exo-beta glucanasa; la celobiohidrolasa, la cual actúa sobre los compuestos no reductores generando moléculas de celobiosa y la glucohidrolasa, quien actúa sobre los sistemas no reductores de la molécula de celulosa, generando glucosa.

#### **4.2.1.3. Detoxificación**

En este proceso se pueden identificar dos tipos de compuestos que permitirán eliminar compuestos tóxicos generados en la etapa de hidrolisis, siendo estos compuestos biológicos y químicos. En el caso de los biológicos se identifica el uso de enzimas y microorganismos específicos. En el caso de las enzimas convierten los fenoles en compuesto de aminas aromáticas. En referencia a microorganismos se identifican a hongos, donde se han utilizado cepas aisladas de *Coniochaeta ligniaria* y *Ureibacillus thermosphaericus*.

#### **4.2.1.4. Fermentación.**

El proceso de fermentación alcohólica es una actividad biológica anaeróbica, generado por la actividad de microorganismos que sintetizan los hidratos de carbono, para obtener alcoholes en forma de etanol, hidróxido de carbono como gas y moléculas de ATP que sintetizan los microorganismos en sus metabolismos celulares. Para este

proceso existe una gran gama de microorganismos con los que se puede obtener etanol a partir de hexosas, pero muy pocos microorganismos para obtención de etanol a partir de pentosas (Nwaefuna et al., 2021).

#### 4.2.2. Descripción del Proceso de Producción seleccionado.

##### 4.2.2.1. Selección del proceso.

De acuerdo a los diferentes procesos desarrollados para la obtención de etanol, se aplicó el criterio técnico, que a continuación se describe en la siguiente tabla:

**Tabla 25.**

*Evaluación para la selección de procesos.*

PROCESOS	FACTORES DE EVALUACION						TOTAL
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	
Hidrolisis enzimática y fermentación separada	8	3	5	6	5	5	32
Sacarificación y fermentación simultanea	3	7	7	7	7	7	38
Sacarificación y fermentación simultanea no isotérmica	7	8	7	6	5	7	40
Sacarificación y co-fermentación simultanea	7	5	6	6	7	7	37
Bio procesamiento consolidado	5	7	5	5	5	4	31
Proceso de recirculación de solvente.	6	8	7	6	7	8	42
Sacarificación y co-fermentación simultanea							

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

F1: Condiciones óptimas para el proceso (presión, temperatura, pH, etc.)

F2: Tiempo de operación.

F3: Inhibición de formación de hexosas y pentosas.

F4: Formación de furfural y HMF.

F5: Contaminación microbiana.

F6: Costo de energía.



Después del análisis de los diferentes factores que forman parte del proceso de elaboración de etanol, para el desarrollo del siguiente proyecto se estableció seguir el proceso de Recirculación de etanol con sacarificación y co-fermentación simultánea.

#### **4.2.2.2. Obtención del mosto azucarado del bagazo de caña y la cascarilla de arroz.**

En el proceso seleccionado de Recirculación de etanol con sacarificación y co-fermentación simultánea, el proceso de hidrólisis es con ácido diluido. Este proceso se realiza en tres etapas, las que inicia con una pre hidrólisis, seguido por delignificación e hidrólisis, permitiendo el retiro de pentosas previas al proceso de hidrólisis de celulosa, controlando así la formación de inhibidores de fermentación. El uso de  $H_2SO_4$  como catalizador, permite la formación de lignina libre de sulfatos. (Prasad et al., 2019).

##### **a. Pre hidrólisis de la hemicelulosa.**

La cascarilla de arroz y el bagazo de caña en conjunto forma la biomasa que iniciara el proceso de hidrólisis; esta biomasa contiene una humedad del 42.6% después de su lavado, para después calentado con inyección de vapor saturado a  $120^{\circ}C$ ; añadiendo ácido sulfúrico. Esta masa ingresa al reactor de pre hidrólisis, el cual trabaja a 200 KPa.

De acuerdo a una investigación realizada por Aguilar et. Al (2002), lo ideal para la pre hidrólisis es incorporar el 2% de  $H_2SO_4$  en referencia al peso de la biomasa, con un tiempo de acción en el reactor de 25 minutos. Esto permite obtener pentosas en un 91.4% en referencia a la hemicelulosa y valores de ácido acético por debajo de 0.8%.

#### **b. Des lignificación.**

Una vez realizada el pre hidrolisis, la biomasa conformada por lignina y celulosa, pasa a la etapa de des lignificación utilizando para ello etanol al 60%. La relación volumétrica es de 5 metros cúbicos por tonelada de biomasa pre hidrolizado, después se presuriza a 19 bar, manteniendo su condensación a una temperatura de 180 °C, por un tiempo de 5 minutos. (Ferreira et al., 2018).

#### **c. Hidrolisis de celulosa y recuperación de solvente.**

A la celulosa obtenida se incorpora agua en un volumen del 10% en relación al peso total; para después añadir ácido sulfúrico hasta llegar a una concentración del 0.07%, siendo presurizada a 36 bar y calentada a 205 °C. Esta condición permite la conversión de la celulosa a hexosa en un 90.6%. Cabe señalar que el 2% de la celulosa se convierte en hidroximetilfurfural, así como también la hemicelulosa que no reacción en etapas anteriores se convierte en un 80% en pentosas.

Es resultante de este proceso pasa por un intercambiador de calor con el fin de enfriarlo, permitiendo mantener la reacción de hidrolisis, y obtener finalmente licor de hexosas, lo que se combinaran con el licor de pentosas, obteniendo así un mosto azucarado que será usado en la etapa de fermentación (Duque et al., 2021).

#### **4.2.2.3. Fermentación.**

(Duque et al., 2021). Para el proceso de fermentación de hexosas y pentosas de forma simultánea se utilizarán bacterias modificadas de *Escherichia coli* LY180, ya que tienen una buena resistencia ante la presencia de inhibidores de fermentación como el furfural.,

hidroximetilfurano y el ácido acético. Los rendimientos de utilizar esta cepa son de 0.27 gramos de etanol por gramo de biomasa (cascara de arroz y bagazo de caña) (Duque et al., 2021).

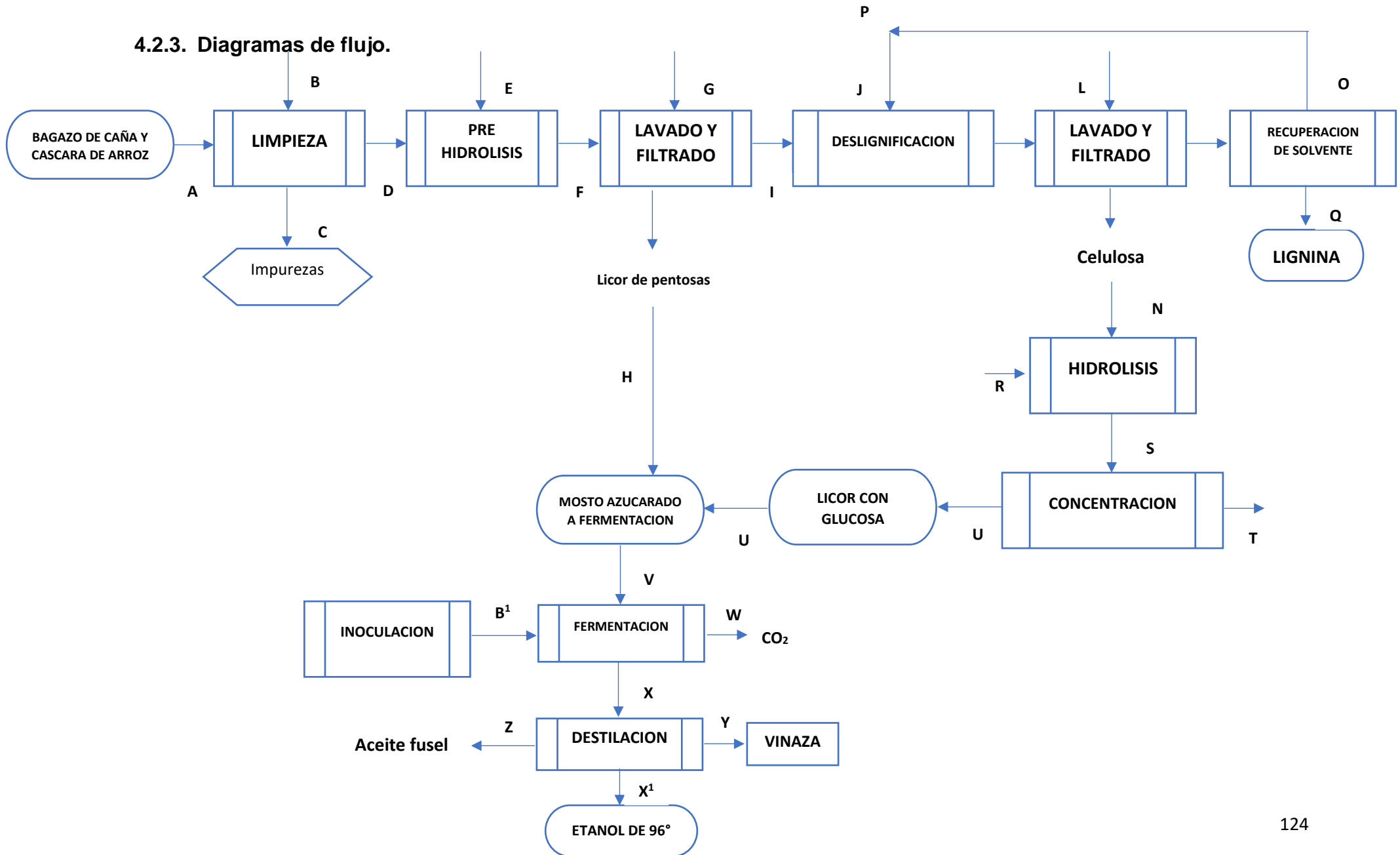
La suspensión de esta cepa con un volumen del 28% frente al volumen total de la biomasa, se ingresa al reactor de fermentación en un volumen del 10% a la capacidad del reactor; para luego ser alimentado de forma continua.

La conversión a etanol es al 92%, en base al consumo de los azúcares fermentados, 3% de azúcares no consumidos y 5% se vuelve sub productos, debido a las reacciones en paralelo, crecimiento de células y presencia de impurezas (Khaire et al., 2021).

#### **4.2.2.4. Destilación.**

El licor conteniendo el 5.62% de etanol en peso, se pre calienta y se envía a la primera columna de destilación, obteniendo un producto de 40 a 50% en peso de etanol. Como sub producto del proceso de obtienen aceite fusel. Obtenido el resultado del primer destilador, es enviado a la segunda columna de destilado, donde eleva la concentración del etanol en valores de 92.8 a 93.5%.

### 4.2.3. Diagramas de flujo.



#### 4.2.4. Balance de masa.

##### 4.2.4.1. Balance de masa en el proceso de pre-hidrolisis de la biomasa (bagazo de caña y cascara de arroz).

**PROCESO: 60 000 litros de etanol al 96% por día.**

**Rendimiento: 0.20 litros de etanol por kilo de biomasa (cascara de arroz + bagazo de caña)**

**Tabla 26:**

*Estructura de las corrientes en la etapa de pre-hidrolisis de la biomasa.*

<b>COMPONENTES</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
Agua	3187.5	56250	39375	20062.5	20.71	220291.92	20156.39	204381.07	36067.25
Celulosa	15191.25	-	-	15191.25	-	15191.25	-	-	15191.25
Hemicelulosa	8610	-	-	8610	-	490.77	-	-	490.77
Lignina	3600	-	-	3600	-	3600.00	-	-	3600.00
Impurezas	412.5	-	412.5	-	-	-	-	-	-
Cenizas	3281.25	-	-	3281.25	-	3281.25	-	-	3281.25
Ácido sulfúrico	-	-	-	-	1014.90	1014.90	-	1004.75	10.15
Pentosas	-	-	-	-	-	7749.00	-	7671.51	77.49
Furfural	-	-	-	-	-	68.88	-	68.19	0.69
Ácido acético	-	-	-	-	-	34.44	-	34.10	0.34
Hexosas	-	-	-	-	-	232.47	-	230.15	-
<b>TOTAL</b>	<b>34282.50</b>	<b>56250.00</b>	<b>39787.50</b>	<b>50745.00</b>	<b>1035.61</b>	<b>251954.88</b>	<b>20156.39</b>	<b>213389.76</b>	<b>58719.19</b>

Fuente: Elaboración propia.

**4.2.4.2. Balance de masa en el proceso de hidrolisis de la biomasa (bagazo de caña y cascara de arroz).**

**PROCESO: 60 000 litros de etanol al 96% por día.**

**Rendimiento: 0.20 litros de etanol por kilo de biomasa seca (cascara de arroz + bagazo de caña).**

**Tabla 27:**

*Estructura de las corrientes en la etapa de hidrólisis de la biomasa.*

<b>COMPONENTES</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>
Agua	247352.78	283420.03	3366392.54	274140.07	45347.20	-	247352.78
Celulosa	-	15191.25	-	-	15191.25	-	-
Hemicelulosa	-	490.77	-	-	490.77	-	-
Lignina	-	3600.00	-	3600.00	-	-	-
Impurezas	-	-	-	-	-	-	-
Cenizas	-	3281.25	-	1640.63	1640.63	-	-
Ácido sulfúrico	-	10.15	-	10.15	-	-	-
Pentosas	-	77.49	-	77.49	-	-	-
Furfural	-	0.69	-	0.69	-	-	-
Ácido acético	-	0.34	-	0.34	-	-	-
Etanol	22136542.67	22136542.67	-	22136542.67	-	22125474.40	11068.27
Hexosas	-	2.32	-	2.32	-	-	-
HMF	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>22383895.45</b>	<b>22442616.97</b>	<b>3366392.54</b>	<b>22416014.36</b>	<b>62669.85</b>	<b>22125474.40</b>	<b>258421.05</b>

Fuente: Elaboración propia.

**PROCESO: 60 000 litros de etanol al 96% por día.**

**Rendimiento: 0.20 litros de etanol por kilo de biomasa seca (cascara de arroz + bagazo de caña)**

**Tabla 28:**

*Estructuras de las corrientes en la etapa de hidrólisis de la biomasa.*

<b>COMPONENTES</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>U</b>	<b>V</b>
Agua	274140.07	30382.63	75729.83	71943.34	3786.49	208167.56
Celulosa	-	-	-	-	-	-
Hemicelulosa	-	-	-	-	-	-
Lignina	3600.00	-	-	-	-	-
Impurezas	-	-	-	-	-	-
Cenizas	1640.63	-	1640.63	-	1640.63	1640.63
Ácido sulfúrico	10.15	136.04	136.04	-	136.04	1140.79
Pentosas	77.49	-	98.15	-	98.15	7769.66
Furfural	0.69	-	392.62	-	392.62	460.81
Ácido acético	0.34	-	-	-	-	34.10
Etanol	11068.27	-	-	-	-	-
Hexosas	2.32	-	13824.04	-	13824.04	14054.18
HMF	-	-	1367.21	-	1367.21	1367.21
<b>TOTAL</b>	<b>290539.962</b>	<b>30518.6684</b>	<b>93188.5177</b>	<b>71943.3395</b>	<b>21245.1782</b>	<b>234634.937</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.4.3. Balance de masa en el proceso de fermentación y destilación.

**PROCESO: 60 000 litros de etanol al 96% por día.**

**Rendimiento: 0.20 litros de etanol por kilo de biomasa seca (cascara de arroz + bagazo de caña)**

**Tabla 24:**

*Estructura de las corrientes en la etapa de hidrólisis de la biomasa.*

<b>COMPONENTES</b>	<b>W</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>A<sup>1</sup></b>
Agua	-	208145.56	208141.21	-	4.35
CO <sub>2</sub>	9869.34	-	-	-	-
Cenizas	-	1640.63	1640.63	-	-
Ácido sulfúrico	-	1140.79	1140.79	-	-
Pentosas	-	233.09	233.09	-	-
Furfural	-	460.81	230.40	230.40	-
Ácido acético	-	34.10	34.10	-	-
Etanol	-	10208.60	704.39	10.21	9494.00
Hexosas	-	421.63	421.63	-	-
HMF	-	1367.21	683.61	683.61	-
+ ligeros etanol	-	62.85	-	31.42	31.42
+ pesado etanol	-	7910.21	7910.21	-	-
Aceite fusel	-	125.69	-	125.69	-
Biomasa	-	7910.21	7910.21	-	-
<b>TOTAL, Kg/H</b>	<b>9869.33805</b>	<b>31515.7965</b>	<b>20909.0436</b>	<b>1081.33142</b>	<b>9525.42153</b>
<b>TOTAL, L/día</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60,002.07</b>

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.5. Cálculos del balance de masa.

A continuación, se detalla el cálculo del balance de materia, de acuerdo a las etapas identificadas en el diagrama de flujo.

- **Etapas A.**

**Tabla 30:**

*Composición de la cascara de arroz y bagazo de caña.*

COMPONENTES PROMEDIOS DE LA CASCARA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA		
Componente	% en cascara de arroz	% en bagazo de caña
Celulosa	31%	50%
Hemicelulosa	22%	24%
Lignina	17%	3%
cenizas	16%	1%
Agua	13%	4%
Impurezas	1%	1%

Fuente: Sánchez y Colaboradores (2010)

Para determinar la cantidad de biomasa utilizada para el proceso, se describe el siguiente cuadro, donde se considera la producción establecida por día en el proyecto, y el rendimiento.

**Tabla 31:**

*Requerimiento de biomasa para el proceso.*

Producción al día en litros	60,000
Litros por hora	7,500
Rendimiento	20%
cantidad de biomasa (kg/H)	37,500

Fuente: Organosol.

**Tabla 32:***Disponibilidad de compuestos a partir del bagazo de caña.*

<b>BAGAZO DE CAÑA</b>		
<b>ETAPA A</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>CAPACIDAD</b>
Materiales e insumos en A	Celulosa	9330
	Hemicelulosa	4578.75
	Lignina	506.25
	cenizas	225
	Agua	750
	Impurezas	187.5
<b>TOTAL, en A</b>		<b>15577.5</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 33:***Disponibilidad de compuestos a partir de la cascara de arroz.*

<b>CASCARA DE ARROZ</b>		
<b>ETAPA A</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>CAPACIDAD</b>
Materiales e insumos en A	Celulosa	5861.25
	Hemicelulosa	4031.25
	Lignina	3093.75
	cenizas	3056.25
	Agua	2437.5
	Impurezas	225
<b>TOTAL, en A</b>		<b>18705</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa B.**

En la etapa B, ingresa agua para realizar el proceso de lavado, su adición para este proceso es de 1.5 por cada kilo de biomasa utilizada.

**Tabla 34:***Balance de agua para el proceso B.*

<b>ETAPA B</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>CAPACIDAD</b>
Material e insumo en B	Agua	56250
<b>TOTAL, en B</b>		<b>56250</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa C.**

Es el balance que determina el agua y las impurezas obtenidas del proceso de lavado de la biomasa.

**Tabla 35:**

*Balance de agua e impurezas de la etapa C.*

<b>ETAPA C</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>CAPACIDAD</b>
Material e insumo en C	Agua	39375
	Tierra	412.5
<b>TOTAL, en C</b>		<b>39787.5</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa D.**

Ingreso de la biomasa limpia al proceso de obtención de etanol.

**Tabla 36:**

*Balance de biomasa para el proceso.*

<b>ETAPA D</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>CAPACIDAD</b>
Material e insumo en D	Celulosa	15191.25
	Hemicelulosa	8610
	Lignina	3600
	cenizas	3281.25
	Agua	20062.5
<b>TOTAL</b>		<b>50745</b>

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de humedad de la biomasa es del 40%.

- **Etapa E.**

Adición del ácido sulfúrico a la biomasa, el cual se hace en un 2% en relación al peso total de la biomasa.

**Tabla 37:***Balance de ácido sulfúrico añadida a la biomasa.*

ETAPA E	COMPONENTES	CAPACIDAD
Material e insumo en E	Ácido Sulfúrico	1014.90
	Agua	20.71
<b>TOTAL</b>		<b>1035.61</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como en esta etapa, requiere el uso de energía para la transformación de la biomasa, se tendrá en cuenta los aportes calóricos de cada uno de ellos.

**Tabla 38:***Balance calórico del proceso.*

APORTE CALORICO	
Capacidad calórica por caldero (Kcal/Kg)	781.39
Capacidad calórica de la cascara de arroz (Kcal/Kg)	2681.6
Capacidad calórica del bagazo de caña (Kcal/Kg)	1942.73
<b>Total, de capacidad calórica de la biomasa</b>	<b>4624.33</b>

FUENTE: <http://www.scielo.org.co>**Tabla 39:***Balance de calor y vapor generado en el proceso.*

ETAPA E	COMPONENTES	CAPACIDAD
Material e insumo en E	Calor	234661625.85
	Vapor	200208.71
<b>TOTAL</b>		<b>234861834.56</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa F.**

En esta etapa, se obtienen diversos productos a partir de la hidrolización de los compuestos de la biomasa.

**Tabla 40:**

*Balance de biomasa y obtenidos en la hidrolización.*

<b>ETAPA F</b>	<b>Componentes</b>	<b>Capacidad</b>
	Celulosa	15191.25
	Hemicelulosa	490.77
	Lignina	3600.00
	cenizas	3281.25
Material e insumo en F	Agua	220291.92
	Pentosas	7749.00
	Furfural	68.88
	Ácido acético	34.44
	Glucosa	232.47
	Ácido sulfúrico	1014.90
<b>TOTAL</b>		<b>251954.88</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa G.**

En esta etapa se lava la biomasa para poder separar las pentosas obtenidas. El producto obtenido debe llegar a una concentración del 9%.

**Tabla 41:**

*Balance de agua para el proceso de lavado.*

<b>ETAPA G</b>	<b>Componentes</b>	<b>Capacidad</b>
Material e insumo en G	Agua	20156.39
<b>TOTAL</b>		<b>20156.39</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa H.**

**Tabla 42:**

*Balance de productos obtenidos después del lavado.*

<b>ETAPA H</b>	<b>Componentes</b>	<b>Capacidad</b>
Material e insumo en H	Agua	204381.07
	Pentosas	7671.51
	Furfural	68.19
	Ácido acético	34.10
	Hexosas	230.15
	Ácido sulfúrico	1004.75
<b>TOTAL</b>		<b>213389.76</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa I.**

En esta etapa del proceso, se identifica que los productos obtenidos, deben contener un 50% de humedad.

**Tabla 43:**

*Balance de la biomasa y los productos obtenidos.*

<b>ETAPA I</b>	<b>Componentes</b>	<b>Capacidad</b>
Material e insumo en I	Celulosa	15191.25
	Hemicelulosa	490.77
	Lignina	3600.00
	cenizas	3281.25
	Agua	36067.25
	Pentosas	77.49
	Furfural	0.69
	Ácido acético	0.34
	Hexosas	2.32
	Ácido sulfúrico	10.15
<b>TOTAL</b>		<b>58721.51</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa J.**

En esta etapa se desarrolla el proceso de delignificación. Para el desarrollo de este cálculo se considera que se tiene el 89% de masa y una densidad de

0.85%. Cabe indicar que se prepara una solución con 60% de etanol, adicionando una porción de 5 m<sup>3</sup> por tonelada de biomasa hidrolizada.

**Tabla 44:**

*Balance de biomasa y producto en el proceso de delignificación.*

ETAPA J	Componentes	capacidad
Volumen	Mezcla	293.61
Masa	Mezcla	249566.43
Contenido de productos en la mezcla	etanol	22136542.67
	agua	247352.78
<b>TOTAL</b>		<b>22383895.45</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa k.**

**Tabla 45:**

*Balance de materia de biomasa e insumos para la delignificación.*

ETAPA K	Componentes	capacidad
Material e insumo en k	Celulosa	15191.25
	Hemicelulosa	490.77
	Lignina	3600.00
	cenizas	3281.25
	Agua	283420.03
	Pentosas	77.49
	Furfural	0.69
	Ácido acético	0.34
	Hexosas	2.32
	Ácido sulfúrico	10.15
	Etanol	22136542.67
<b>TOTAL</b>		<b>22442616.97</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa L.**

Etapa de lavado de, donde se utiliza el 15% de los productos obtenidos en K.

**Tabla 46:***Balance de agua y biomasa para lavado.*

ETAPA L	Componentes	capacidad
Materiales en insumo en L	Agua	3366392.54
	Masa	3366392.54

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa N.**

Obtención de la torta, donde se separan los productos obtenidos de la biomasa, constituida por celulosa, hemicelulosa, cenizas y agua.

**Tabla 47:***Balance de residuos de biomasa no delignificada.*

ETAPA N	Componentes	capacidad
Material e insumo en N	Celulosa	15191.25
	Hemicelulosa	490.77
	cenizas	1640.63
	Agua	45347.20
<b>TOTAL</b>		<b>62669.85</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa M.**

Etapa donde se filtran todos los compuestos solubles.

**Tabla 48:***Balance de biomasa y solubles obtenidos del lavado.*

ETAPA M	Componentes	capacidad
Material e insumo en M	Lignina	3600.00
	cenizas	1640.63
	Agua	274140.07
	Pentosas	77.49



Furfural	0.69
Ácido acético	0.34
Hexosas	2.32
Ácido sulfúrico	10.15
etanol	22136542.67
<b>TOTAL</b>	<b>22416014.36</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa Q.**

Etapa de recuperación de solvente en una proporción del 52% en peso de etanol con referencia al agua. En esta etapa se considera la pérdida del 0.5% de etano por aplicación de calor.

**Tabla 49:**

*Balance de biomasa y productos en el proceso de recuperación de solventes.*

ETAPA Q	Componentes	capacidad
Material e insumo en Q	Lignina	3600.00
	cenizas	1640.63
	Agua	274140.07
	Pentosas	77.49
	Furfural	0.69
	Ácido acético	0.34
	Hexosas	2.32
	Ácido sulfúrico	10.15
	etanol	11068.27
<b>TOTAL</b>		<b>290539.96</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa O.**

Etapa donde se obtienen una corriente de etanol con un 52% en peso.

**Tabla 50:**

*Balance de etanol obtenido.*

ETAPA O	Componentes	capacidad
Material e insumo en O	Etanol	22125474.40
	Agua	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>22125474.40</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa P.**

Etapa donde se recupera la solución perdida en la etapa J.

**Tabla 51:**

*Balance de solución recuperada.*

<b>ETAPA P</b>	<b>Componentes</b>	<b>capacidad</b>
Material e insumo en P	Etanol	11068.27
	Agua	247352.78
<b>TOTAL</b>		<b>258421.05</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa R.**

Etapa donde inicia la hidrólisis de celulosa, utilizando agua y ácido sulfúrico, donde la concentración de sólidos debe ser del 33% y la concentración del ácido sulfúrico del 0.3%

**Tabla 52:**

**Balance de solución para el proceso de hidrólisis.**

<b>ETAPA R</b>	<b>Componentes</b>	<b>capacidad</b>
Material e insumo en R	Agua	30382.63
	Ácido sulfúrico	136.04
<b>TOTAL</b>		<b>30518.67</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa S.**

Etapa donde se obtienen hexosas y hidroximetilfurfural en proporciones del 91% y 9% respectivamente, a partir de la celulosa.

**Tabla 53:***Balance de productos obtenidos a partir de la celulosa.*

<b>ETAPA S</b>	<b>Componentes</b>	<b>capacidad</b>
Material e insumo en S	Hexosas	13824.04
	HMF	1367.21
	Furfural	392.62
	Pentosas	98.15
	Cenizas	1640.63
	Agua	75729.83
	Ácido sulfúrico	136.04
<b>TOTAL</b>		<b>93188.52</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa T.**

Etapa de concentración de hexosas, mezcladas con las pentosas para obtener una solución del 15% en azúcares totales.

**Tabla 54:***Balance de agua utilizada en el proceso.*

<b>ETAPA T</b>	<b>Componentes</b>	<b>capacidad</b>
Insumos en T	Agua	71943.34
<b>TOTAL</b>		<b>71943.34</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa U.**

Etapa de separación de las hexosas, del agua utilizada en el proceso anterior.

**Tabla 55:***Balance de hexosas y pentosas.*

ETAPA U	Componentes	capacidad
Material e insumo en U	Hexosas	13824.04
	HMF	1367.21
	Furfural	392.62
	Pentosas	98.15
	Cenizas	1640.63
	Agua	3786.49
	Ácido sulfúrico	136.04
<b>TOTAL</b>		<b>21245.18</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa V.**

Etapa donde se los compuestos obtenidos en la etapa anterior se mezclan con los materiales solubles obtenidos en la etapa H, formando ácido acético.

**Tabla 56:***Balance de productos obtenidos con formación de ácido acético.*

ETAPA V	Componentes	capacidad
Insumos en V	Hexosas	14054.18
	HMF	1367.21
	Furfural	460.81
	Pentosas	7769.66
	Cenizas	1640.63
	Agua	208167.56
	Ácido sulfúrico	1140.79
	Ácido acético	34.10
<b>TOTAL</b>		<b>234634.94</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa W.**

Etapa donde inicia el proceso de fermentación. Donde se reaccionan las pentosas y las hexosas, así como también la hidrólisis de la sacarosa. Formando CO<sup>2</sup>, etanol y glucosa.

**Tabla 57:***Reacción de pentosas.*

	C5H10O5	540
Pentosas	C2H5OH	276
	CO2	264

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 58:***Reacción de hexosas.*

	C6H12O6	215
hexosas	C2H5OH	109
	CO2	106

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 59:***Hidrolisis de la sacarosa.*

	C12H22O11	410
Hidrolisis	H2O	22
	C6H12O6	432

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 60:***Hidróxido de carbono obtenido en cada reacción.*

PRODUCTO	Origen	Capacidad
Etanol	Hexosas	6555.13
Etanol	Pentosas	3653.47
CO2 - 1	Hexosas	6374.72
CO2 - 2	Pentosas	3494.62

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 61:***Balance de hidróxido de carbono obtenido.*

ETAPA W	Componentes	capacidad
insumo en W	CO2	9869.34

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa X.**

Etapa donde se identifican el 3% de azúcares no reaccionados y el 5% de biomasa y subproductos generados en el proceso de fermentación

**Tabla 62:***Balance de biomasa y sub productos generados.*

ETAPA X	Componentes	capacidad
	Hexosas	421.63
	HMF	1367.21
	Furfural	460.81
	Pentosas	233.09
	Cenizas	1640.63
	Agua	208145.56
Insumo en X	Ácido sulfúrico	1140.79
	Ácido acético	34.10
	Etanol	10208.60
	Ligeros	62.85
	Fusel	125.69
	Pesados	7910.21
	Biomasa	7910.21
<b>TOTAL</b>		<b>239661.354</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa Z.**

Etapa donde se hace la destilación, donde se obtienen etanol al 93.5%

**Tabla 63:***Balance de etanol y sub productos obtenidos en la etapa de destilación.*

ETAPA Z	Componentes	capacidad
Insumos en Z	Fusel	125.69
	Ligeros	31.42
	Furfural	230.40
	HMF	683.61
	Etanol	10.21
<b>TOTAL</b>		<b>1081.33</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa A\*.**

Etapa donde se separa el etano de las impurezas.

**Tabla 64:***Balance de etanol obtenido en el proceso.*

ETAPA A*	Componentes	capacidad
Insumo en A	Ligeros	31.42
	etanol	9494.00
	Agua	4.35
<b>TOTAL</b>		<b>9529.77</b>

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa Y.**

Etapa donde se obtienen los sub productos generados en el proceso, así como también de trazas de productos obtenidos.

**Tabla 65:***Balance de sub-productos obtenidos en el proceso.*

ETAPA Y	Componentes	capacidad
Insumo en Y	Hexosas	421.63
	HMF	683.61
	Furfural	230.40
	Pentosas	233.09
	Cenizas	1640.63

Agua	208141.21
Ácido sulfúrico	1140.79
Ácido acético	34.10
Etanol	704.39
Pesados	7910.21
Biomasa	7910.21
<b>TOTAL</b>	<b>229050.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.6. Plan de Producción y capacidad de la planta.

##### 4.2.6.1. Plan de producción.

El plan de producción, permite establecer el abastecimiento de las materias primas y la adquisición de maquinaria que garantice un abastecimiento continuo del producto al mercado. Es así que, a partir de la demanda a cubrir durante el horizonte del proyecto, luego, se mostrara el plan de producción por día, mes y año.

**Tabla 66:**

#### ***Plan de producción de etanol durante el horizonte del proyecto.***

<b>AÑO</b>	<b>Producción diaria en litros.</b>	<b>Producción mensual en metros cúbicos</b>	<b>Producción anual en metros cúbicos.</b>
<b>2021</b>	60000	1560	18720
<b>2022</b>	72000	1872	22464
<b>2023</b>	86400	2246	26957
<b>2024</b>	103680	2696	32348
<b>2025</b>	124416	3235	38818
<b>2026</b>	149299	3882	46581
<b>2027</b>	179159	4658	55898
<b>2028</b>	214991	5590	67077
<b>2029</b>	257989	6708	80493
<b>2030</b>	309587	8049	96591

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.6.2. Capacidad de planta.

La capacidad de planta será de 309 587 litros de etanol por día, permitiendo garantizar el crecimiento del 20% anual en producción determinado en la ejecución del proyecto, durante su horizonte.

#### 4.2.7. Requerimientos de Materiales

Para el desarrollo del siguiente proyecto se presentan a continuación los materiales e insumo requeridos para la producción de etanol. Los valores aquí presentados responden a valor por litro de producto final obtenido.

**Tabla 67:**

*Materiales e insumos por litro de etanol.*

MATERIALES E INSUMOS	CANTIDADES
Bagazo de caña (Kg/litro)	4.00
Cascara de arroz (Kg/litro)	4.00
Ácido sulfúrico (Kg/litro)	0.11
Bacterias (Kg/litro)	0.0003
Agua (Kg/litro)	6.00
Gasolina (m <sup>3</sup> /litro)	0.02

Fuente: Elaboración propia.

Bajo el esquema anterior, y las proyecciones de producción en el horizonte del proyecto, el volumen de los materiales directos a utilizar es:

**Tabla 68:***Materiales directos en el horizonte de ejecución del proyecto.*

Rubro	UND. MEDIDA	AÑOS										TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bagazo de caña	TM	240.00	288.00	345.60	414.72	497.66	597.20	716.64	859.96	1031.96	1238.35	<b>6230.08</b>
Cascara de arroz	TM	288.00	345.60	414.72	497.66	597.20	716.64	859.96	1031.96	1238.35	1486.02	<b>7476.10</b>
ácido sulfúrico	Kg.	345.60	414.72	497.66	597.20	716.64	859.96	1031.96	1238.35	1486.02	1783.22	<b>8971.32</b>
bacterias	kg.	414.72	497.66	597.20	716.64	859.96	1031.96	1238.35	1486.02	1783.22	2139.86	<b>10765.58</b>
agua	m3	497.66	597.20	716.64	859.96	1031.96	1238.35	1486.02	1783.22	2139.86	2567.84	<b>12918.70</b>
Gasolina	litro	597.20	716.64	859.96	1031.96	1238.35	1486.02	1783.22	2139.86	2567.84	3081.40	<b>15502.44</b>
<b>TOTAL</b>											<b>61864.23</b>	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.8. Materiales y componentes industriales elaborados.

Los materiales u otros componentes a usar en la elaboración del etanol, se consideran materiales indirectos. Dichos materiales se detallan a continuación.

##### 4.2.8.1. Mantenimiento.

Para el mantenimiento de las diferentes máquinas y equipos identificados en el proceso, estarán en función al nivel de producción, siendo reemplazados cada 1000 horas de funcionamiento en las que desarrollan el proceso de mezcla. En sistemas de ablandamiento serán reemplazadas por cada 72 horas de funcionamiento.

**Tabla 69:**

*Materiales para el mantenimiento de equipos.*

Año	Lubricantes (litros)	Carburo de silicio	Cierres mecánicos	Detergente	Aire comprimido	Trapos industriales	Salmuera
2021	15,00	3	6	110,00	1750,00	2	10140,00
2022	15,00	3	10	110,00	1750,00	2	10920,00
2023	15,00	3	8	110,00	1750,00	2	10920,00
2024	15,00	3	10	110,00	1750,00	2	11440,00
2025	15,00	3	9	110,00	1750,00	2	11700,00
2026	15,00	3	12	110,00	1750,00	2	11960,00
2027	15,00	3	10	110,00	1750,00	2	12220,00
2028	15,00	3	11	110,00	1750,00	2	12480,00
2029	15,00	3	10	110,00	1750,00	2	12690,00
2030	15,00	3	12	110,00	1750,00	2	12930,00

Fuente: Elaboración propia.

##### 4.2.8.2. Calidad.

Para garantizar la calidad final de producto terminado, se consideran los materiales que permitirán desarrollar sus análisis, para poder ser usado como aditivo en la gasolina; siendo estos los siguientes:

- 20 ml de hidróxido de sodio por Bach para medir la acidez total del etanol.
- 0.005 ml de ácido clorhídrico por Bach, para controlar el nivel de cobre en el etanol.
- 0.5 ml de ácido nítrico por Bach, para controlar el nivel de cobre en el etanol.
- 0.5 ml de fenolftaleína, para medir la acidez total del etanol.

#### **4.2.9. Disponibilidad de insumos críticos.**

Para determinar los valores de energía eléctrica a usar durante el proceso, se debe considerar los días a trabajar y las horas de funcionamiento de cada máquina y equipos, a continuación, se detalla los siguientes valores.

**Tabla 70:***Horas de funcionamiento por máquina en el horizonte del proyecto.*

<b>Máquinas y equipos</b>	<b>Bach por hora</b>	<b>Año Bach por día</b>	<b>2021 312 días</b>	<b>2022 312 días</b>	<b>2023 312 días</b>	<b>2024 312 días</b>	<b>2025 312 días</b>	<b>2026 312 días</b>	<b>2027 312 días</b>	<b>2028 312 días</b>	<b>2029 312 días</b>	<b>2030 312 días</b>
<b>Lavadora</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Cortadora</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Molino</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Tanque de mezcla</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Reactor de pre licuefacción</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Reactor de cocción</b>	0.30	2	148.20	153.60	159.00	163.00	167.40	171.00	174.60	178.20	181.80	185.40
<b>Reactor de licuefacción</b>	2.50	2	1235.0	1280.00	1325.00	1360.00	1395.00	1425.00	1455.00	1485.00	1515.00	1545.00
<b>Reactor de pre fermentación</b>	0.33	2	164.67	170.67	176.67	181.33	186.00	190.00	194.00	198.00	202.00	206.00
<b>Reactor SFS</b>	12.0	2	5928.0	6144.00	6360.00	6528.00	6696.00	6840.00	6984.00	7128.00	7272.00	7416.00
<b>Columna de destilación 01</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Columna de destilación 02</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Recuperadores</b>	0.67	2	329.33	341.33	353.33	362.67	372.00	380.00	388.00	396.00	404.00	412.00
<b>Chiller</b>	2.83	2	1399.7	1450.6	1501.7	1541.3	1581.0	1615.0	1649.0	1683.0	1717.0	1751.0
<b>Caldero de vapor</b>	1.97	2	971.53	1006.9	1042.3	1069.9	1097.4	1121.0	1144.6	1168.2	1191.8	1215.4
<b>Caldero de agua caliente</b>	1.00	2	494.00	512.00	530.00	544.00	558.00	570.00	582.00	594.00	606.00	618.00
<b>Ablandador de agua</b>	5.80	2	2865.2	2969.6	3074.00	3155.2	3236.4	3306.0	3375.6	3445.2	3514.8	3584.4

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.2.9.1. Energía eléctrica.

Las máquinas y equipos responden a una potencia para su adecuado funcionamiento, a continuación, se presentan sus valores, así como también la cantidad que se destinarán para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 71:**

*Potencia en KW por máquina y equipos.*

Máquinas y equipos	Cantidad	Potencia (KW)
Lavadora	1	4.00
Cortadora	1	4.85
Molino	1	55.00
Tanque de mezcla	1	15.00
Reactor de pre licuefacción	1	5.00
Reactor de cocción	1	5.00
Reactor de licuefacción	1	5.00
Reactor de pre fermentación	2	5.00
Reactor SFS	2	5.00
Columna de destilación 01	1	80.00
Columna de destilación 02	1	40.00
Tamices recuperadores	2	5.00
Chiller	1	501.00
Ablandador de agua	1	40.00

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 72:***Energía requerida por año para cada máquina y equipo destinada para el proyecto.*

Máquinas y equipos	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Lavadora	1966	2048	2133	2221	2313	2409	2509	2613	2722	2835
Cortadora	2395.9	2495	2599	2707	2819	2936	3058	3185	3317	3455
Molino	27170	28298	29472	30695	31969	33296	34677	36116	37615	39176
Tanque de mezcla	7410	7718	8038	8371	8719	9081	9457	9850	10259	10684
Reactor de pre licuefacción	2470	2573	2679	2790	2906	3027	3152	3283	3420	3561
Reactor de cocción	741	772	804	837	872	908	946	985	1026	1068
Reactor de licuefacción	6175	6431	6698	6976	7266	7567	7881	8208	8549	8904
Reactor de pre fermentación	1646.67	1715	1786	1860	1938	2018	2102	2189	2280	2374
Reactor SFS	59280	61740	64302	66971	69750	72645	75660	78799	82070	85476
Columna de destilación 01	39520	41160	42868	44647	46500	48430	50440	52533	54713	56984
Columna de destilación 02	19760	20580	21434	22324	23250	24215	25220	26266	27357	28492
Recuperadores	3193.33	3326	3464	3608	3757	3913	4076	4245	4421	4604
Chiller	702492.7	731646	762009	793633	826569	860871	896597	933806	972559	1012920
Caldero de vapor	114608	119364	124318	129477	134850	140447	146275	152346	158668	165253
<b>TOTAL</b>	<b>988829</b>	<b>1029865</b>	<b>1072604</b>	<b>1117117</b>	<b>1163478</b>	<b>1211762</b>	<b>1262050</b>	<b>1314425</b>	<b>1368974</b>	<b>1425786</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.9.2. Agua.

El agua considerada en el desarrollo del proyecto estará vinculada a la exigencia del caldero, el cual será de 100 m<sup>3</sup> por hora; a partir de ello se debe multiplicar por las horas de funcionamiento al año. De igual manera, según las exigencias del chiller, el cual consume 44.45 litros por tonelada de refrigerante, la cual también debe multiplicarse por las horas de funcionamiento.

El abastecimiento del agua para la planta de proceso, tendrá su origen del subsuelo, considerando un pozo para su abastecimiento.

Al ser su origen de un pozo, esto será regulado por la Autoridad Nacional del Agua ANA, la cual otorgará las autorizaciones necesarias para su uso.

Los requerimientos del agua para el caldero y el chiller, se detallan a continuación.

**Tabla 73:**

*Requerimiento de agua para el caldero y el chiller en m<sup>3</sup>*

<b>Año</b>	<b>Agua para caldero</b>	<b>Agua para chiller</b>	<b>Total, de agua</b>
<b>2021</b>	48576.67	48882.47	97459.14
<b>2022</b>	50346.67	50663.62	101010.29
<b>2023</b>	52116.68	52444.75	104561.43
<b>2024</b>	53493.33	53830.09	107323.42
<b>2025</b>	54870.00	55215.42	110085.42
<b>2026</b>	56050.00	56402.85	112452.85
<b>2027</b>	57230.00	57590.28	114820.28
<b>2028</b>	58410.00	58777.71	117187.71
<b>2029</b>	59590.00	59965.15	119555.14
<b>2030</b>	60770.00	61152.57	121922.57

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.9.3. Combustible.

El uso de combustible está vinculado a la exigencia de las máquinas y equipos para su adecuado funcionamiento, a



continuación, se detallan los consumos de cada uno y el consumo en el horizonte del proyecto.

**Tabla 74:**

*Consumo de combustible por hora de funcionamiento de la máquina.*

<b>Maquina</b>	<b>Consumo (litros/hora)</b>
<b>Caldero de agua caliente</b>	3.14
<b>Caldero de vapor</b>	12.59
<b>Grupo electrógeno</b>	161.00

Fuente: Elaboración propia.

Conociendo las horas de funcionamiento y las capacidades de producción en el horizonte del proyecto, se determina el requerimiento de combustible requerido año por año; el resultado es convertido a galón, permitiendo así determinar su costo final.

**Tabla 75:**

*Consumo de combustible en el horizonte del proyecto.*

<b>Año</b>	<b>Caldero para agua caliente</b>	<b>Caldero para vapor</b>	<b>Grupo electrógeno</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL, en galones</b>
<b>2021</b>	1551.16	12221.89	954408.00	968181.05	26167.55
<b>2022</b>	1607.68	12667.22	989184.00	1003458.90	271205.11
<b>2023</b>	1664.20	13112.55	1023960.00	1038736.75	280739.66
<b>2024</b>	1708.16	13458.29	1051008.00	1066174.45	288155.26
<b>2025</b>	1752.16	13805.29	1078056.00	1093613.45	295571.20
<b>2026</b>	1789.80	14102.18	1101240.00	1117131.98	301927.56
<b>2027</b>	1827.48	14399.07	1124424.00	1140650.55	308283.93
<b>2028</b>	1867.16	14695.96	1147608.00	1164171.12	314640.84
<b>2029</b>	1906.84	14992.85	1170792.00	1187691.69	320997.75
<b>2030</b>	1950.80	15338.59	1197840.00	1215129.39	328413.35

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.2.10. Capacidad de Planta.**

Para el desarrollo del siguiente proyecto, se tendrá una capacidad de planta para 309 587 mil litros de etanol. Pero bajo los cálculos de demanda a cubrir se iniciará con una producción de 60 mil litros de etanol al día. Esta capacidad permitirá poder cubrir el crecimiento del

20% de producción al año como proyección en el horizonte del proyecto.

#### **4.2.11. Indicadores de producción.**

Los indicadores de producción, bajo el análisis técnico del proceso, son:

IP1: Nivel de sustrato asimilable, identificación de hexosas y pentosas.

IP2: Tiempo de fermentación.

IP3: Control de pH, temperatura y presión.

IP4: Nivel de consumo de energía.

IP5: Costo operativo, como mano de obra directa.

IP6: Rendimiento en la elaboración de etanol mayo al 85%.

### **4.3. TECNOLOGÍA**

#### **4.3.1. Sistema de lavado para el bagazo de caña y cascarilla de arroz**

**Función:** El siguiente equipo, realizara el lavado del bagazo de caña y la cascarilla de arroz, remitiendo retirar todas las impurezas.

**Funcionamiento:** Desde la zona de recepción y pesado de materia prima, se traslada la cascarilla de arroz y el bagazo de caña por medio de un elevador de cangilones de 3 metros de altura, para ser vaciado en un canal el cual contiene agua. El agua con el producto en suspensión pasa a una zaranda, la cual por medio de vibración separa las impurezas y el agua. Paso seguido la cascarilla de arroz y el bagazo de caña, se traslada al equipo de pre-hidrolisis.

##### **4.3.1.1. Equipos.**

➤ **Elevador de cangilones (transporte de bagazo de caña y cascarilla de arroz).**

✓ **Capacidad:** 7.3 Tn/H

- ✓ **Ancho del conductor:** 75 cm.
  - ✓ **Longitud horizontal:** 6 metros (dos tramos de 3 m. cada uno)
  - ✓ **Elevación:** 3 m.
  - ✓ **Longitud total:** 9 m.
  - ✓ **Potencia:** 1.5 HP
- **Ducto de transporte para cascarilla de arroz, bagazo de caña y agua.**
- Tanque receptor.**
- ✓ **Diámetro:** 0.90 m.
  - ✓ **Altura:** 0.393 m.
- Canal transportador.**
- ✓ **Longitud:** 2m.
  - ✓ **Altura:** 30 cm.
  - ✓ **Ancho:** 40 cm.
  - ✓ **Angulo de inclinación:** 5°
  - ✓ **Material:** acero inoxidable 3/16.
- **Sistema de zaranda.**
- ✓ **Fabricante y modelo:** Xinhai Mineral Processing EPC – YA1236.
  - ✓ **Área:** 1.5 m<sup>2</sup>
  - ✓ **Capacidad nominal:** 20 – 40 Tn/h.
    - ✓ **Motor:** 4 HP.

**Figura 12.**

*Lavadora para biomasa.*



Fuente: <http://www.imarca.com.ve/Lavadora-general-de-Alimentos.php>

#### **4.3.2. Sistema para pre hidrolisis de la cascarilla de arroz y bagazo de caña.**

##### **4.3.2.1. Función.**

Equipo que permite realizar el proceso de hidrolisis sobre las hemicelulosas de la biomasa, así mismo facilita su limpieza y separa la porción no hidrolizada.

##### **4.3.2.2. Proceso.**

Ingresa la biomasa con el vapor y el ácido sulfúrico, siendo llevados a una temperatura de 120°C por 25 minutos, la temperatura final se desarrolla bajo dos procesos de circulación de temperatura de forma indirecta. Su parte posterior del equipo se utiliza para poder separar y lavar la porción de la biomasa que no se procesó.

##### **4.3.2.3. Equipo.**

✓ **Volumen total:** 3.9018 m<sup>3</sup>

- ✓ **Altura total:** 7.82 m
- ✓ **Material de construcción:** acero inoxidable 316.
- ✓ **Alimentador tipo tornillo, modelo ADI-500.**
- ✓ **Conexiones de entrada de vapor.**
- ✓ **Dos bombas para el reciclo de licor.**

#### **4.3.3. Sistema para delignificación de la cascarilla de arroz y bagazo de caña**

##### **4.3.3.1. Función.**

Obtención de lignina de la celulosa presente en la biomasa, usando una dilución de 60% (v/v) de etanol en solución orgánica.

##### **4.3.3.2. Proceso.**

Abastecimiento de celulosa y lignina de forma continua, conteniendo la solución del 60% de etanol y vapor de agua, a una presión de 19 bar por 180°C en un tiempo de 7 minutos.

##### **4.3.3.3. Equipo.**

Digestor vertical, modelo Valmet.

**Volumen total:** 8.500 m<sup>3</sup>

**Altura total:** 6.55 m.

**Motorreductor:** 2.5 HP.

**Material de construcción:** acero inoxidable 316.

**Alimentación de celulosa y lignina:** tornillo sin fin.

**Bomba para reciclar los licores formados.**

### Figura 13.

*Digestor vertical Modelo Valmet.*



Fuente: <http://www.emmsainoxidables.com.ar/product-details/digestor/>

#### 4.3.4. Sistema para hidrolisis de hemicelulosa y lavado.

##### 4.3.4.1. Estructura.

Capacidad de pulpeo de biomasa 1918 litros/hora, con retención de 40 minutos, 70 de cocción y 150 minutos para lavado. Para el proceso de hidrolisis de hemicelulosa, según Aguilar (2002), la retención es de 24.1 minutos, pero se considerará 25 minutos, distribuidos en 4 minutos para impregnación, 7 para cocción y 14 para lavado.

**Flujo de biomasa:** 37.500 kilos por hora.

Agua en forma de vapor 200208.71 kg/hora.

**Flujo total de zona:** 237708.71.

Consideración de densidad promedio de 50745 Kg de biomasa con 40% de humedad.

Flujo volumétrico: 4.68 kilogramos por hora.

Volumen de zona de impregnación: 18.73 metros cúbicos.

Volumen de zona de cocción: 32.18 kg.

Flujo de agua de lavado: 20156.39 Kg/hora.

Volumen de zona de lavado: 94331.90 kg/hora.

Área de zona de impregnación: 4.01 metros cuadrados.

Diámetro: 0.68 m.

Altura: 1.8 metros.

Altura de zona de cocción: 2.5 m.

Diámetro de zona de cocción: 0.782 m

Diámetro de lavado: 0.90 m

Altura de zona de lavado: 4.2 m.

**Sección de alimentación:**

**Altura de sección:** 0.8 m.

**Diámetro:** 0.9 m.

**Volumen:** 0.430 m<sup>3</sup>

**Volumen total:** 1.85 m<sup>3</sup>

**Potencia:** 1.5 HP

**Material:** Acero inoxidable 316.

#### **4.3.4.2. Función.**

Desarrollar el proceso de hidrolisis a la celulosa para la obtención de hexosas.

#### **4.3.4.3. Proceso.**

Se tiene un digestor con una temperatura de 205 °C a una presión de 36 bar, donde ingresa la celulosa y el ácido sulfúrico, hidrolizándola para obtener hexosas.

#### **4.3.4.4. Equipo.**

Digestor vertical, modelo Valmet.

**Volumen total:** 2.500 m<sup>3</sup>

**Altura total:** 5.07 m.

**Motorreductor:** 1.5 HP.

**Material de construcción:** acero inoxidable 316.

**Alimentación de celulosa y lignina:** tornillo sin fin.

**Bomba para reciclar los licores formados.**

#### 4.3.5. Sistema de filtrado.

**4.3.5.1. Función:** elevar nivel de concentración de celulosa y lignina que sale del digestor 01 y concentración de celulosa del digestor 02.

**Flujo de filtro 01:** 965.12 TM/día.

**Flujo de filtro 02:** 1312.50 TM/día.

**Diámetro de placa:** 3500 mm

**Coherencia de entrada:** 1.2 %.

**Coherencia de salida:** 4%

**Presión de agua:** 240 MPa.

**Área de tamizado:** 120 m<sup>2</sup>

**Capacidad:** 260 TM/día.

**Potencia:** 20 HP.

**Número de placas:** 12

**Figura 14.**

*Filtro modelo ZNP7 – OCC.*



Fuente: <http://www.emmsainoxidables.com.ar/product-details/digestor/>

#### 4.3.6. Destilador:

**Numero de platos para destilación:** 10 unidades.

**Numero de platos para alimentación:** 7 unidades.

**Distancia entre platos:** 24 pulgadas.

**Diámetro interno:** 1.524 m.



**Altura de columna:** 8.23 m.

**Carga de reboiler:** 48.78 MMBtu/H.

**Figura 16.**

*Destilador para etanol.*



Fuente: <https://www.amazon.com/-/es/galones-Destilador-alcohol-Moonshine-inoxidable/dp/B0796SGYLX>

#### **4.3.7. Sistema de calefacción.**

**Flujo de entrada:** 5000 KG/H.

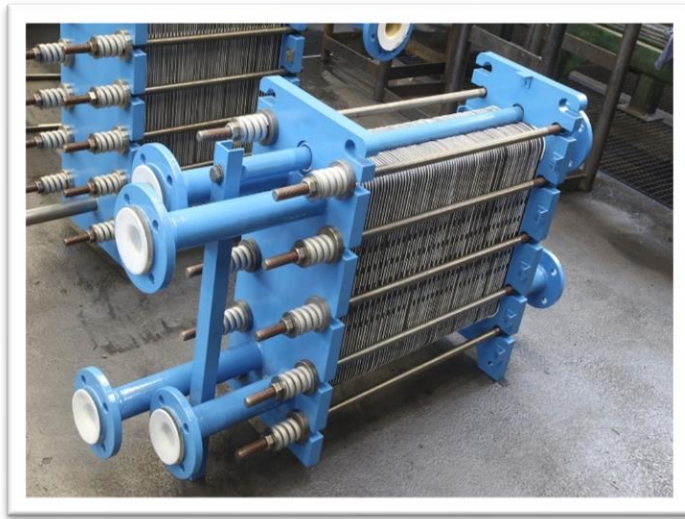
**Potencia:** 40 HP

**Área requerida:** 1.5 m<sup>2</sup>

**Longitud:** 4.5 m.

**Figura 17.**

*Intercambiador de calor.*



Fuente: <https://www.gab-neumann.com/Intercambiadores-de-calor-de-placas-de-sic>

**4.3.8. Evaporadores para solución de Hexosas.**

**Área: 89.78 m<sup>2</sup>**

**Requerimiento de vapor: 3382.36 Kg/H.**

**Capacidad calórica: 4.02 KJ/KG. °C.**

**Temperatura de ingreso: 95°C.**

**Capacidad: 9000 KG/H.**

**Figura 18.**

*Evaporador.*



Fuente: <https://www.cgiberica.com/evaporadores-industriales>

#### 4.3.9. Mezclador estático.

**Capacidad:** 4200 Kg/H.

**Flujo:** 3500 Kg/H.

**Volumen de tanque:** 2000 litros.

**Diámetro:** 2672 mm.

**Bomba:** CRN 45-1

**Caudal:** 42000 litros/H.

**Potencia:** 3 W.

**Material:** acero inoxidable 204.

**Figura 19.**

*Mezclador estático.*



Fuente: <https://aguaquim.cl/productos/koflo/>

#### 4.3.10. Pre Fermentador.

**Capacidad volumétrica:** 200 m<sup>3</sup>

**Volumen de pre-fermentación:** 20 m<sup>3</sup>

**Altura:** 3 m

**Diámetro:** 2.5 m

**Diámetro de turbina:** 0.8 m

**Ancho de paleta:** 0.2 m

**Potencia:** 40 KW.

**Potencia de compresor:** 8 HP

**Figura 20.** *Biorreactor.*



Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/bioreactor-20947681462.html>

#### **4.3.11. Fermentador.**

**Flujo:** 30000 litros/H.

**Capacidad volumétrica:** 1100000 litros.

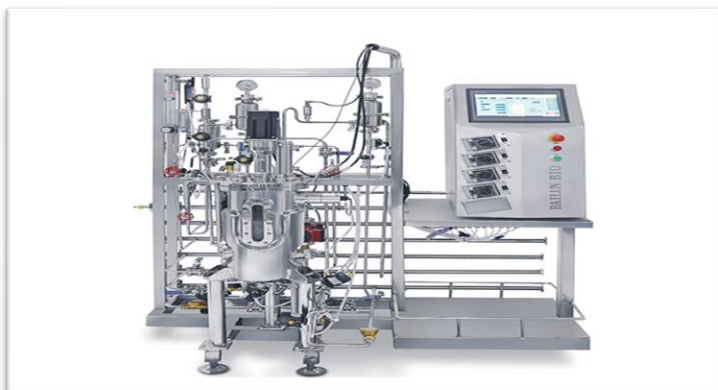
**Altura:** 9 m.

**Diámetro:** 4 m.

**Material:** acero inoxidable.

**Figura 21.**

*Fermentador.*



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/20l-fermentor-bioreactor-fermenter-30l-300l-bioreactor-fermenting-equipment-60825174559.html?spm=a2700.details.0.0.5a42133cT9pbQN>

#### 4.3.12. Destiladores.

**Numero de platos: 28.**

**Numero de platos para alimentación: 21**

**Espacio entre platos: 24 pulgadas.**

**Diámetro interno del destilador: 2 m.**

**Altura: 19.2m.**

**Presión: 1 atm.**

**Figura 22.**

*Destilador para etanol.*



Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/bioreactor-20947681462.html>

#### 4.3.12.1. Costos de maquinarias y equipos.

**Tabla 76:**

*Costos de máquinas y equipos utilizados en el procesamiento de etanol.*

AREA	MAQUINARIA/EQUIPO	CANT.	C. UNIT (\$)	C. TOTAL (S/.)
<b>I. MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE PROCESO.</b>				<b>\$ 451,740.00</b>
PRODUCCION	Lavadora	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
	cortadora	1	\$ 3,580.00	\$ 3,580.00
	Destiladores	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	tanque de mezcla	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	reactores	7	\$ 20,000.00	\$ 140,000.00
	columna de destilación 01	1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00
	columna de destilación 02	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	tamices	2	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00

	balanza electrónica	1	\$ 120.00	\$ 120.00
	balanza electrónica	1	\$ 600.00	\$ 600.00
	excavador de ruedas	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
	montacarga	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
	Caldero de agua caliente	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
TRATAMIENTO DE AGUA	caldero de vapor	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	Chiller	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	ablandador de agua	1	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	tanque de agua	4	\$ 18,000.00	\$ 72,000.00
	Cromatógrafo	1	\$ 16,200.00	\$ 16,200.00
CONTROL DE CALIDAD	espectrofotómetro	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
	espectrómetro	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
	computadora	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
	mobiliario	1	\$ 200.00	\$ 200.00
	Parihuelas	4	\$ 30.00	\$ 120.00
ALMACENES	Mesas	1	\$ 120.00	\$ 120.00
	Tanque de almacenamiento	4	\$ 6,500.00	\$ 26,000.00
	Tanque de almacenamiento de gasolina	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
OTROS	Luminarias	25	\$ 20.00	\$ 500.00
<b>II. EQUIPOS DE OFICINA</b>				<b>\$ 3,750.00</b>
ADMINISTRACION	Mobiliario	1	\$ 120.00	\$ 120.00
	Computadoras	3	\$ 1,200.00	\$ 3,600.00
	Teléfono	1	\$ 30.00	\$ 30.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 455,490.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.13. Requerimientos de energía.

##### 4.3.13.1. Especificaciones técnicas para el requerimiento de energía en equipos.

Las máquinas y equipos empleados en el procesamiento de etanol considerados en el proyecto, establecen sus especificaciones técnicas, que permitirán un de adecuado uso, para obtener los rendimientos establecidos.

**Tabla 77:***Especificación técnica del elevador.*

<b>ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL ELEVADOR</b>			
NOMBRE	Elevador de cangilones		
OPERACIÓN	Continua		
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>			
Ancho del conductor	$A = 0.061 \text{ m}^2$	Altura del sistema de arrastre	150 mm
Ancho del sistema de arrastre	0.41 m	Distancias de vías y cadenas	0.75 m
Longitud	9 m	Altura del elevador	3 m
Potencia de motor	1.5 HP		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 78:***Especificación técnica del tornillo transportador.*

<b>ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL TRANSPORTADOR</b>			
NOMBRE	Canal transportador		
OPERACIÓN	Continua		
<b>ESPECIFICACIONES TECNICA TANQUE RECEPTOR</b>			
Tiempo de resistencia	20 segundos	Volumen de tanque	140 litros
Volumen nominal	300 litros	Flujo volumétrico	$0.00920 \text{ m}^3/\text{s}$
Diámetro	0.9 m	Altura	0.39 m
<b>ESPECIFICACIONES TECNICA DEL TRANSPORTADOR</b>			
Tiempo de resistencia	20 segundos	Volumen del canal	115 litros
Longitud	2 m	Flujo volumétrico	$0.2 \text{ m}^3$
Ancho	0.40 m	Altura	0.30 m

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 79:***Especificación técnica de las zarangas.*

ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL ELEVADOR			
NOMBRE	Zaranda		
OPERACIÓN	Continua		
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Numero de mallas	1	Capacidad	240 TM/H
Mech de malla	6 mm	Área	1.5 m <sup>2</sup>
Tipo de malla	Cuadrada	Flujo	40 TM/H
Potencia de motor	4 HP		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 80:***Especificación técnica del biodigestor - 01.*

ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL ELEVADOR			
NOMBRE	Biodigestor		
OPERACIÓN	Continúa		
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Volumen de impregnación	0.52 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.68 m
		Área	0.37 m <sup>2</sup>
		Altura	1.43 m
Volumen zona de cocción	0.911 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.78 m
		Altura	1.89 m
Volumen de lavado	2.47 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.89 m
		Altura	3.89 m
Sección de entrada	Altura		0.6 m
	Diámetro		0.68 m
	Volumen		0.36 m <sup>3</sup>
Potencia de motor	3 HP		

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 81:***Especificación técnica del biodigestor - 02.*

ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL ELEVADOR			
NOMBRE	Biodigestor		
OPERACIÓN	Continúa		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Volumen de impregnación	0.82 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.85 m
		Altura	1.44 m
Volumen zona de cocción	1.43 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.97 m
		Altura	1.92 m
Volumen de lavado	3.28 m <sup>3</sup>	Diámetro	1.27 m
		Altura	2.59 m
Sección de entrada	Altura		0.6 m
	Diámetro		0.68 m
	Volumen		0.34 m <sup>3</sup>
Potencia de motor	2.5 HP		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 82:***Especificación técnica del biodigestor - 03.*

ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL ELEVADOR			
NOMBRE	Biodigestor		
OPERACIÓN	Continúa		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Volumen de impregnación	0.24 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.55 m
		Altura	1.04 m
Volumen zona de cocción	0.43 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.61 m
		Altura	1.50 m
Volumen de lavado	0.98 m <sup>3</sup>	Diámetro	0.78 m
		Altura	2.03 m
Sección de entrada	Altura		0.5 m
	Diámetro		0.68 m
	Volumen		0.12 m <sup>3</sup>
Potencia de motor	1.5 HP		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 83:**

Especificación técnica del filtro - 01.

ESPECIFICACIONES DEL FILTRO	
NOMBRE	Filtro vertical
OPERACIÓN	Continua
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
Capacidad del filtro	500 TM/día
Flujo	34679 kg/h
Numero de filtros	2

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 84:**

Especificación técnica del filtro - 02.

ESPECIFICACIONES DEL FILTRO	
NOMBRE	Filtro vertical
OPERACIÓN	continua
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
Capacidad del filtro	500 TM/día
Flujo	50364 kg/h
Numero de filtros	3

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 85:***Especificación técnica de la columna de destilación.*

ESPECIFICACIONES DE LA COLUMNA DE DESTILACION			
NOMBRE	Columna de destilación binaria		
OPERACIÓN	Continua		
ESPECIFICACIONES TECNICA			
<b>Tipo de columna: Columna de destilación binaria con plato de casquetes de burbujeo</b>			
Diámetro	152.4 cm.	T° de ingreso	85 °C
Presión de condensación	0.05 atm.	N° de platos	10
Eficiencia en	0.7	Eficiencia de	0.8

fondos		tope	
Altura	8.23 m	Espacio entre platos	24
Altura del vertedero	198	Plato de alimentación	7
Altura de tope	0.0625 pulg.	Reflujo	0.1456
Espesor de pared de columna	½ pulg.	Presión	1 atm.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 86:**

*Especificación técnica del calentador.*

ESPECIFICACIONES DEL CALENTADOR			
NOMBRE	Calentador		
OPERACIÓN	Continua		
ESPECIFICACIONES TECNICA			
T° de ingreso	80 °C	T° de salida	180 °C
Presión de salida	19 bar	Carga de calor	15.77 MMBtu/H
Flujo de vapor	15379.28 Kg/H	Transferencia de calor requerida	5390. 52 pies <sup>2</sup>
Transferencia de calor efectivo	5390. 52 pies <sup>2</sup>	Diámetro	3.33 pies
Numero de tuberías	1396	Diámetro de tuberías	¼ pulg.
Longitud de tuberías	20 pies.	Reflujo	0.1456

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 87:**

*Especificación técnica del evaporador.*

ESPECIFICACIONES DEL EVAPORADOR			
NOMBRE	Evaporador		
OPERACIÓN	Continua		
ESPECIFICACIONES TECNICA			
T° de ingreso	95 °C	T° de salida	110 °C
Presión de	19 bar	Flujo de	9151.24 Kg/H

salida		entrada	
Vapor	6088.24 Kg/H	Calor requerido	3770.82 KW
Vapor requerido	3382.36. 52 kg/H	Diámetro	3.33 pies
Área de transferencia requerida	112.23 m <sup>2</sup> .	Área de transferencia efectiva	120 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 88:**

*Especificación técnica tanque del mosto.*

<b>ESPECIFICACIONES DEL TANQUE PARA MOSTO</b>			
NOMBRE OPERACIÓN	Tanque para mosto Continua		
<b>ESPECIFICACIONES TECNICA</b>			
Flujo de entrada	31309.15 Kg/H	Densidad	110 kg/m <sup>3</sup>
Flujo volumétrico	28462.87 litros /H	Tiempo de retención	0.5 H
Volumen de trabajo	14231. 43 litros	Volumen real del tanque	17.06 m <sup>3</sup>
Diámetro	2.67 m	Altura	3.21 m
<b>BOMBA</b>			
Caudal	3.9 m <sup>3</sup> /H.	Columna	20 m
Potencia	3 KW	Acoplamiento de carga	2 pulg.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 89:**

*Especificación técnica mezclador estático.*

<b>ESPECIFICACIONES DEL MEZCLADOR ESTATICO</b>			
NOMBRE OPERACIÓN	Mezclador estático Continua		
<b>ESPECIFICACIONES TECNICA</b>			
Flujo de entrada	31309.16 Kg/H	Densidad	110 kg/m <sup>3</sup>
Revolución	65649.23 rpm	Caída de presión	27.64 Psi

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 90:***Especificación técnica del fermentador.*

<b>ESPECIFICACIONES DEL FERMENTADOR</b>			
NOMBRE	Fermentador		
OPERACIÓN	Continua		
<b>ESPECIFICACIONES TECNICA</b>			
Flujo de entrada	28462.87 litros/H	Tiempo de fermentación	36 horas
Volumen de trabajo	102467 litros	Volumen real del fermentador	120 m <sup>3</sup>
<b>FERMENTADOR TORIESFERICO</b>			
Volumen de tapa	6.116 m <sup>3</sup>	Volumen de fondo	6.116 m <sup>3</sup>
Diámetro	3.94 m	Altura	8.83 m
<b>ACOPLAMIENTO</b>			
Diámetro de entrada de mosto	3 pulg.	Diámetro de la salida de mosto	2.5 pulg.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 91:***Especificación técnica de pre- fermentadores.*

<b>ESPECIFICACIONES DEL PRE FERMENTADOR</b>			
NOMBRE	Pre fermentador		
OPERACIÓN	Continua		
<b>ESPECIFICACIONES TECNICA</b>			
Flujo de entrada	28462.87 litros/H	Volumen	12 /m <sup>3</sup>
Régimen de flujo	Turbulento	Altura	2.97 m
Diámetro	2.475 m	Volumen del Biorreactor	14.28 m <sup>3</sup>
Volumen de trabajo	10 m <sup>3</sup>	Altura	2.079 m
Ancho	0.2475.	Separación	0.05 m
<b>ACOPLAMIENTO</b>			
Diámetro	0.825 m.	Diámetro de turbina	0.55 m
Ancho	0.24 m	Altura	0.206 m.
<b>MOTOR</b>			
RPM	150	Eficiencia	60

Potencia real	40.872 KW	Potencia del compresor	7.38 HP
---------------	-----------	------------------------	---------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 92:**

*Especificación técnica de la centrifuga.*

ESPECIFICACIONES DE LA CENTRIFUGA			
NOMBRE	Centrifuga		
OPERACIÓN	Continua		
ESPECIFICACIONES TECNICA			
Flujo	29711.24 Kg/H	Densidad	110 kg/m <sup>3</sup>
Flujo volumétrico	32682 litros /H	Modelo	AC 1500

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 93:**

*Especificación técnica del destilador binario C-2.*

ESPECIFICACIONES DEL DESTILADOR BINARIO			
NOMBRE	Columna de destilación binario C-2		
OPERACIÓN	Continua		
ESPECIFICACIONES TECNICA			
Diámetro interno	1.21 m	Temperatura de entrada	85 °C
CARACTERISTICAS DEL PLATO			
Altura	10 m	Distanciamiento	24 pulg.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 94:**

*Especificación técnica del destilador binario C-3.*

ESPECIFICACIONES DEL DESTILADOR BINARIO			
NOMBRE	Columna de destilación binario C-3		
OPERACIÓN	Continua		
ESPECIFICACIONES TECNICA			
Diámetro interno	2 m	Temperatura de entrada	85 °C
CARACTERISTICAS DEL PLATO			
Altura	19.2 m	Distanciamiento	24 pulg.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

##### 4.4.1. Especificar el tipo de distribución de planta.

##### 4.4.1.1. Factor edificio.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, de acuerdo al uso permisible de una planta de procesamiento, la habilitación industrial está catalogadas en cuatro tipos, siendo estas:

**Tabla 95:**

*Tipo de habilitación para uso industrial.*

<b>Tipo</b>	<b>Área mínima en (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Frente mínimo en (m)</b>	<b>Tipo de industria</b>
1	300	10	Elemental y complementaria
2	1000	20	Liviana
3	2000	30	Gran industria
4	No especifica	No especifica	Industria pesada

Nota: Bajo los lineamientos establecidos bajo el tipo de habilitación, una planta productora de etanol se cataloga en el tipo 3, por lo que exige tener un área mínima de 2000 m<sup>2</sup>; la cual debe contar con tránsito asfaltado y sardineles. Sus pisos deben garantizar hermeticidad y ser anti deslizantes, como garantía de seguridad.

Para las estructuras internas y externas se utilizará concreto, por ser una materia resistente y de fácil acceso.

El almacén de producto terminado, no estará techado, por razones de seguridad; así mismo las paredes internas de la planta, serán pintadas con un material ignífugo, así como también se usarán puertas cortafuego.

#### 4.4.2. Describir el plan de distribución de planta.

##### 4.4.2.1. Determinación de las zonas físicas requeridas.

En la siguiente tabla, se detallan las zonas requeridas para la instalación de planta de procesamiento de etanol, considerada en el siguiente proyecto.

**Tabla 96:**

##### **Zonas requeridas para el procesamiento de etanol.**

<b>Área</b>	<b>Descripción</b>
Almacén de materias primas	Almacenamiento
Almacén de insumos	Almacenamiento
Área de producción	Operación – producción
Almacén de producto terminado	Almacenamiento
Control de calidad	Servicios
Área de tratamiento de agua	Servicios
Oficinas administrativas	Administración
Taller de mantenimiento	Servicios
Comedor	Servicios
Servicios higiénicos (operarios)	Servicios
Servicios higiénicos (administrativos)	Servicios
Patio de maniobras	Transporte
Casa fuerza	Servicios

Fuente: Elaboración propia.

##### 4.4.2.2. Cálculo de áreas para cada zona.

###### **Área de producción.**

Para la determinación de las áreas utilizadas para la producción de etanol consideradas en el proyecto, se empleará el método de Guerchet, tomando en referencia los dimensionamientos de las máquinas y equipos considerados para el proceso.



**Tabla 97:**

*Guerchet para determinar áreas de producción - maquinaria fija (m).*

Elementos fijos	R	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
Caldero de vapor de agua	0.98	-	-	4.42	1	1	2.99	2.99	2.57	8.55	2.99	13.21
Caldero para agua caliente	0.98	4.42	-		1	1	27.13	27.13	28.26	82.53	27.13	0.00
Chiller	-	1.75	0.86	1.41	1	1	1.51	1.51	1.57	4.58	1.51	2.12
Ablandador de agua	0.6	-	-	1.85	1	1	1.13	1.13	1.17	3.43	1.13	2.09
<b>TOTAL</b>										<b>99.08</b>	<b>32.75</b>	<b>17.42</b>

Fuente: Elaboración propia.

Elementos fijos	r	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
Lavadora	0.00	5.00	2.10	1.16	2	1	10.50	21.00	12.45	43.95	10.50	12.18
Cortadora	0.00	4.10	1.20	2.85	2	1	4.92	9.84	5.83	20.59	4.92	14.02
Destiladores	0.00	2.17	1.31	1.19	1	1	2.84	2.84	2.25	7.93	2.84	3.38
Tanque de mezcla	1.20	0.00	0.00	3.20	1	1	4.51	4.51	3.56	12.58	4.51	14.43
Reactores	1.50	0.00	0.00	3.50	1	1	7.05	7.05	5.57	19.66	7.05	24.66
Tanque de amoniaco	0.00	11.80	2.13	2.18	1	1	25.13	25.13	19.87	70.14	25.13	54.79
Columna de destilación 01	0.00	2.60	2.00	10.00	1	1	5.20	5.20	4.11	14.51	5.20	52.00
Columna de destilación 02	0.00	1.50	2.00	5.00	1	1	3.00	3.00	2.37	8.37	3.00	15.00
Recuperadores	0.74	0.00	0.00	1.63	1	1	1.71	1.71	1.36	4.79	1.71	2.80
Tanque de almacenamiento	1.30	11.30	0.00	0.00	1	1	29.38	29.38	23.22	81.98	29.38	29.38
Tanque de almacenamiento de gasolina	0.98	0.00	0.00	1.50	1	1	3.00	3.00	2.37	8.36	3.00	4.49
Balanza industrial	0.00	1.20	4.00	0.20	4	1	4.80	19.20	9.49	33.49	4.80	0.96
<b>TOTAL</b>										<b>326.35</b>	<b>102.04</b>	<b>228.09</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los cálculos desarrollados, el área requerida para la instalación de la planta de procesamiento de etanol es de 326.35 m<sup>2</sup>. Bajo esta medida se establece el área mínima requerida para la zona de producción, siendo esta:

$$L = L/2 = 326.35 \text{ m}^2$$

$$L = 39.67\text{m} \approx 40\text{m}$$

$$\text{Área mínima} = (40) \times (40/2) = 800.00 \text{ m}^2$$

### **Área de tratamiento de agua.**

Para determinar el área requerida para el tratamiento de agua se utiliza el método Guerchet, obteniendo la superficie mínima, considerando para el cálculo las máquinas y equipos (caldero de agua caliente, caldero de vapor, chiller y ablandador de agua).

**Tabla 98:**

*Guerchet para áreas de tratamiento de aguas para proceso.*

Elementos móviles	<i>r</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>h</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>Ss</i>	<i>Sg</i>	<i>Se</i>	<i>St</i>	<i>Ss x n</i>	<i>Ss x n x h</i>
operarios	0.00	0.00	0.00	1.65	0	8	0.50	0.00	0.00	0.00	4.00	6.60
excavador de ruedas	0.00	2.50	2.10	2.80	0	1	5.25	0.00	0.00	0.00	5.25	14.70
carretillas	0.00	0.65	0.82	1.50	0	1	0.53	0.00	0.00	0.00	0.53	0.80
remolques	0.00	10.56	2.44	2.59	0	1	25.77	0.00	0.00	0.00	25.77	66.73
<b>TOTAL</b>											<b>35.55</b>	<b>88.83</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores obtenidos, el área total para el tratamiento de las aguas para el proceso es de 88,83 m<sup>2</sup>. Bajo este valor, se determina el área mínima para dicho proceso, el cual se determina siguiendo la siguiente fórmula.

$$L = L/2 = 88,83 \text{ m}^2$$

$$L = 6.17 \text{ m} \approx 6 \text{ m}$$

$$\text{Área mínima} = (6) \times (6/2) = 18.0 \text{ m}^2$$

#### 4.4.3. Describir las principales obras de ingeniería civil necesarias.

Para el desarrollo del proyecto se consideran las siguientes áreas para su desarrollo: Almacén de insumos, Almacén de producto terminado, Almacén de materias primas. Casa fuerza, Área de servicios, Área administrativa., Servicios sanitarios, Comedor. Las áreas utilizadas para el área de proceso ser de 800 m<sup>2</sup>, para los almacenes 98 m<sup>2</sup>, para los servicios sanitarios ser de 15 m<sup>2</sup>, para el área administrativa 80 m<sup>2</sup> y para el comedor un área de 30 m<sup>2</sup>.

### 4.5. CONTROL DE CALIDAD

#### 4.5.1. Control de calidad.

##### 4.5.1.1. Especificaciones técnicas del producto.

Las especificaciones técnicas para la producción de etanol están consideradas en la NORMA TECNICA PERUANA 312.126 2011, revisada 2017), la cual aplica al etanol que será utilizado como aditivo en la gasolina en proporción de 7.8%.

#### Tabla 99:

*Norma técnica peruana relacionada a la elaboración de etanol.*

<b>Código</b>	<b>NTP 321.126 2011 (revisada el 2020)</b>
<b>Título</b>	PETROLEO Y DERIVADOS. Alcohol Carburantes: Etanol Anhidro Desnaturalizado para mezcla con gasolina para motor. Especificaciones técnicas.
<b>Comité</b>	Comité técnico de Normalización de petróleo y derivados.
<b>Resumen</b>	Establece los requisitos de calidad para el Etanol como aditivo en gasolina, para ser usado en motores de combustión interna.

Fuente: Norma técnica – PETROPERU.

De acuerdo al Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (2010) y la Norma Técnica Peruana 321.126 2011 (2020), las características del etanol consideradas en dicho documento, garantiza su calidad, la cual se describe a continuación.

✓ **Aspecto y color.**

Es un aspecto muy relevante del producto, ya que permite determinar el nivel de impurezas provenientes del proceso. El pardeamiento del etanol, se debe a causa de la oxidación de los compuestos inestables presentes como son los alcoholes superiores o aldehídos, reduciendo su vida útil y generando obstrucción en los sistemas de inyección del automóvil.

✓ **Contenido de agua.**

La presencia de agua en el etanol, genera pérdida de su capacidad como solvente en la gasolina que será utilizada en motores de combustión interna, ocasionando daño en su sistema interno.

✓ **Contenido de goma lavada en solvente.**

Determina el nivel de impurezas en su punto de ebullición, insolubles en heptano, lo que genera la formación de depósitos en la superficie de los carburadores, inyectores, válvulas y la guía de la válvula.

✓ **Contenido de cloruros inorgánicos.**

El nivel de cloruros presentes en el etanol, elevan su conductividad eléctrica, aumentando su poder corrosivo sobre las piezas de acero del motor.

✓ **Contenido de cobre.**

El nivel de cobre en el etanol, genera problemas de obstrucción en los filtros y en los circuitos de distribución de combustible.

✓ **Acidez total.**

El nivel de acidez en el etanol representa el nivel de corrosión, lo que podría dañar las partes del motor. Este parámetro se controla durante su transformación de producción, ya que, si se

el proceso de fermentación se paraliza de forma violenta, inicia su oxidación formando ácido acético.

✓ **pH.**

El pH para el etanol debe ser controlado, ya que si está en un rango menor a 6.5, genera desgaste en las boquillas, el colector, los inyectores y los cilindros del motor, pero si el pH es mayor a 9, las piezas de plástico sufren daños.

✓ **Contenido de sulfato total.**

Los sulfatos presentes en el etanol, contribuyen a la presencia de depósitos en los inyectores, generando obstrucción en los filtros de las bobas que distribuyen el combustible.

✓ **Masa específica (densidad)**

Es la variable entre la cantidad de agua con referencia al alcohol, presente en el producto terminado. Si está muy elevada, podría ser que la cantidad de agua es mayor; pero si es muy baja, indica que los componentes más livianos como el etanol o aldehídos están en mayor concentración.

✓ **Contenido de azufre.**

De acuerdo a la legislación peruana los niveles de azufre presentes en el etanol, deben permitir reducir la emisión de gases de efecto adverso al medio ambiente, ya que si el nivel es alto afecta al convertidor catalítico.

✓ **Marco regulatorio del producto.**

La regulación para producir etanol en el Perú establece bajo Decreto Supremo N°021-2007-EM los lineamientos comerciales de distribución, haciendo referencia a la Norma técnica peruana de calidad, aprobada por INDECOPI.

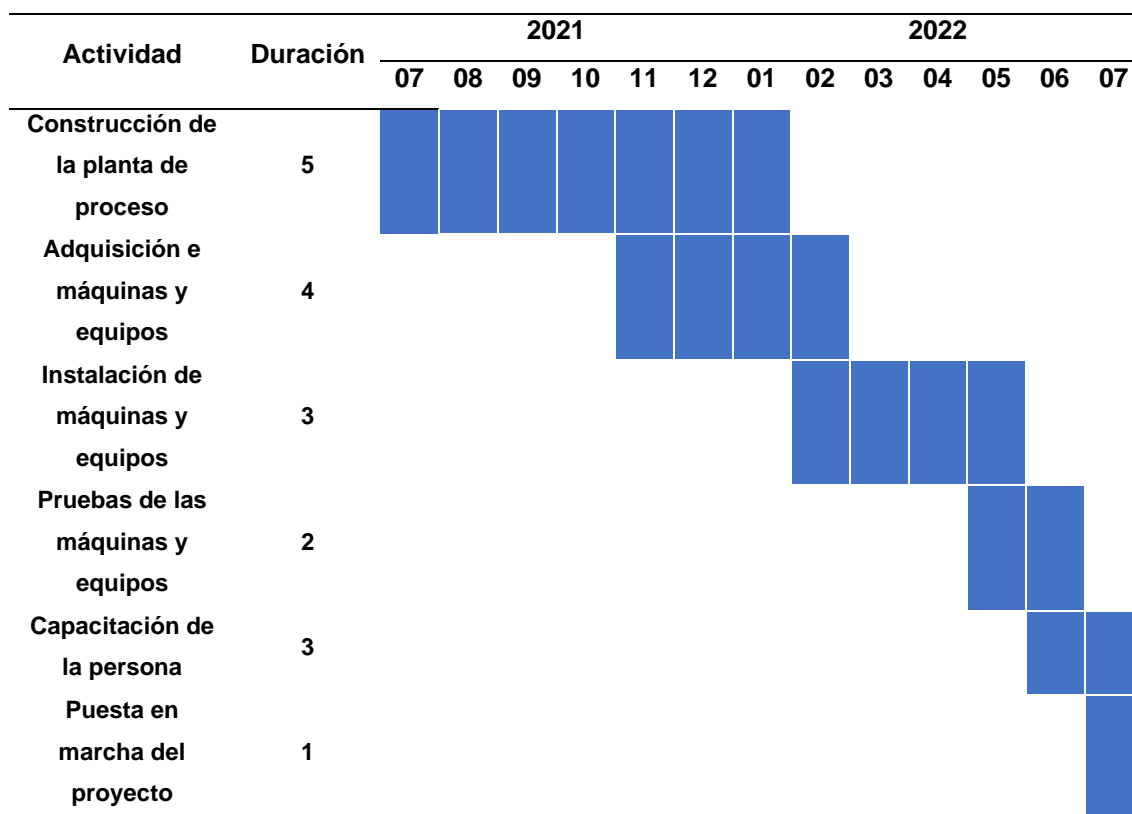
Cabe mencionar que también las características finales del etano, están evaluadas bajo la Norma técnica americana ASTM D4806-06 (pag.04)

Es importante indicar que OSINERMIN (2009); establecido los Procedimientos para el Control de Calidad de los Biocombustibles y sus mezclas, así mismo en el (2011), valido el proceso para la Inspección Mantenimiento y Limpieza de tanques de Combustibles líquidos, biocombustibles y otros derivados de Hidrocarburos.

#### 4.6. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

**Tabla 100:**

*Cronograma de implementación del proyecto.*



Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO V: RECURSOS HUMANOS Y ADMINISTRACIÓN**

### **5.1. RECURSOS HUMANOS**

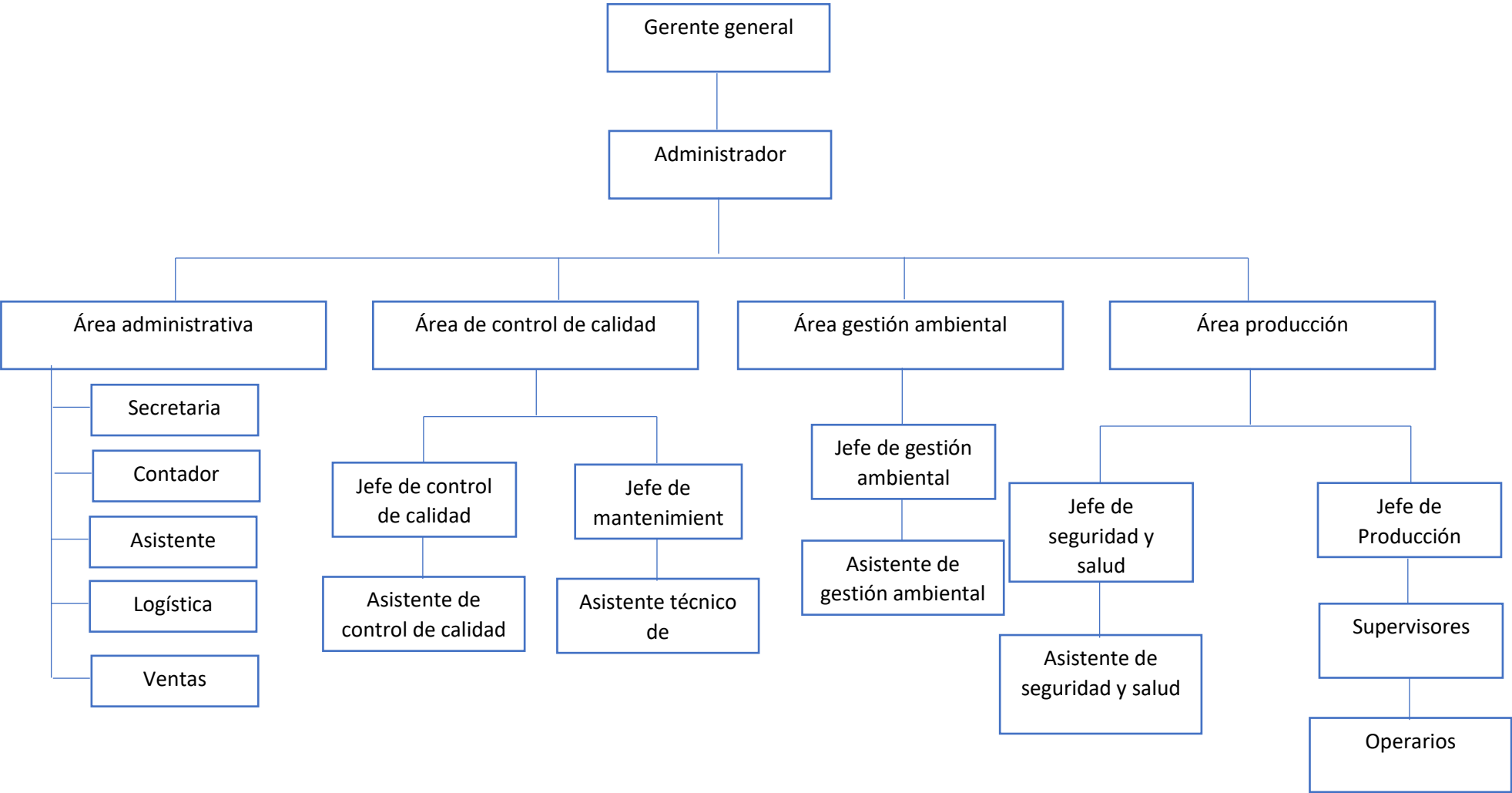
#### **5.1.1. Tipo de organización y estructura Organizacional.**

Para el desarrollo del siguiente proyecto, se considera el siguiente diagrama de flujo.



**Figura 14.**

*Organigrama para el desarrollo del proyecto.*



### **5.1.2. Descripción de áreas, funciones y puestos**

Las áreas identificadas para el adecuado funcionamiento del proyecto son:

- a. Gerencia general.
- b. Administrativa.
- c. Control de calidad.
- d. Gestión ambiental.
- e. Producción.

### **5.1.3. Perfil de puestos.**

Para el desarrollo del siguiente proyecto y bajo un enfoque de sostenibilidad técnica al proceso, se han identificado los siguientes perfiles de profesionales.

#### **5.1.3.1. Gerente general.**

Persona encargada de organizar la empresa, estableciendo la misión y visión de la misma, así como los objetivos a corto, mediano y largo plazo.

#### **5.1.3.2. Administrador.**

Personal encargado de ejecutar todas actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos; así mismo encargado de facilitar las materias e insumo para cada una de las actividades que desarrolla la empresa.

#### **5.1.3.3. Contador.**

Personal encargado de coordinar, supervisar y controlar cada uno de los procedimientos administrativos, financieros y contables de la empresa, que rigen su funcionamiento interno.

#### **5.1.3.4. Secretaria.**

Persona que brinda apoyo administrativo, archivando documentos y coordinando con las demás áreas para reuniones o tramites documentarios.

#### **5.1.3.5. Asistente.**

Personal encargado de brindar apoyo a las diferentes jefaturas, gestionando las funciones asignadas en cada área.

#### **5.1.3.6. Jefe de Ventas.**

Personal encargado de planificar y supervisar el trabajo del equipo de ventas, cumpliendo los objetivos trazados por la empresa.

#### **5.1.3.7. Jefe de producción.**

Personal encargado de gestionar los materiales, insumos y mano de obra directa, controlando y vigilando los indicadores de producción establecidos en el objetivo de la empresa.

#### **5.1.3.8. Jefe de mantenimiento.**

Personal encargado de suministrar materiales e insumos para el buen desarrollo de las diferentes actividades, así mismo los encargados de planificar el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas y equipos utilizados en el proceso

#### **5.1.3.9. Jefe de control de calidad.**

Personal encargado de evaluar y controlar los procesos, con el fin de garantizar la calidad final del producto terminado, bajo las normas establecidas. Asimismo, con el área de mantenimiento gestionar la calibración de los equipos utilizados en el proceso.

#### **5.1.3.10. Jefe de gestión ambiental.**

Personal encargado de elaborar y gestionar el Plan de Gestión Ambiental, bajo la legislación, asimismo es el encargado de planificar las auditorías internas para evaluar el nivel de cumplimiento de la gestión desarrollada.

#### **5.1.3.11. Jefe de seguridad y salud en el trabajo.**

Personal encargado de implementar y gestionar el plan de seguridad y salud en el trabajo, con el fin de garantizar un adecuado proceso y no poner en riesgo la salud de cada

uno de los trabajadores que lo desarrollan. asimismo, es el encargado de planificar las auditorías internas para evaluar el nivel de cumplimiento de la gestión desarrollada.

#### 5.1.3.12. Supervisor.

Personal encargado de planificar, dirigir y controlar los diferentes procesos productivos y el personal encargado de su desarrollo, garantizando el cumplimiento de los objetivos y control de los diferentes indicadores de producción.

#### 5.1.3.13. Operario.

Personal encargado de realizar los diferentes procesos para la elaboración del producto terminado, realizando las pruebas y acciones correctivas establecidas para garantizar un producto de buena calidad.

### 5.1.4. Requerimiento de mano de obra directa e indirecta.

#### 5.1.4.1. Mano de obra directa.

Para determinar el número de personal requerido como mano de obra directa, se considera los tiempos y volúmenes procesados. A continuación, se presenta un cuadro para el cálculo total del personal requerido.

**Tabla 101:**

*Requerimiento de mano de obra directa.*

Volumen de proceso	TIEMPO	INDICE DE PRODUCCION	EFICIENCIA	N° operarios
34282.50	71	0.017	1	1.25
56250.00	117	0.017	1	1.95
39787.50	83	0.017	1	1.38
50745.00	106	0.017	1	1.76
1035.61	2	0.017	1	0.04
251954.88	525	0.017	1	8.75
20156.39	42	0.017	1	0.70
213389.76	445	0.017	1	7.41
58719.19	122	0.017	1	2.04
<b>TOTAL, DE OPERARIOS</b>				<b>25</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### **5.1.4.2. Mano de obra indirecta.**

Para la determinación de la mano de obra indirecta, se estimará puestos básicos para administración, control de calidad, gestión ambiental y seguridad y salud en el trabajo, ya que garantizan el cumplimiento de las diferentes legislaciones a las que está sujeta una empresa de procesamiento de etanol.

## **5.2. ADMINISTRACION GENERAL.**

### **5.2.1. Políticas de la empresa:**

Las políticas de una empresa con los lineamientos que siguen cada una de las áreas con el fin de lograr objetivos comunes. Es a partir de todo esto que las estrategias para el desarrollo del proyecto, están divididas en tres; siendo estas: políticas estratégicas o generales, políticas por área y políticas operativas, las mismas que se detallan a continuación.

- **Políticas estratégicas.**

- ✓ La utilización del capital de la empresa será exclusivamente para las necesidades establecidas en el proyecto.
- ✓ Se llevará con control de los bienes de capital, auditando de forma periódica los balances generales y los estados de resultados obtenidos dentro de un periodo.
- ✓ Todas las actividades desarrolladas serán supervisadas por la gerencia, mediante reportes de producción mensuales por cada área.
- ✓ El precio de los productos publicitados será respetado, evitando así conflictos internos.
- ✓ Para el retiro de materiales e insumos, se implementará un sistema de comprobante, con el fin de establecer un control interno.
- ✓ La empresa cumplirá los acuerdos establecidos con cada uno de los clientes.

- ✓ El producto final cumple con todos los estándares de calidad exigidos por la norma técnica a la que este sujeto.
  - ✓ Reconocimiento al personal de empresa que tenga un buen desempeño.
  - ✓ Atender las demandas del mercado con responsabilidad.
  - ✓ Mejorar las expectativas del cliente con un servicio eficiente.
- **Políticas por áreas.**
    - ✓ Todo trabajador debe mantener su área de trabajo en orden y limpio.
    - ✓ Las herramientas de trabajo deben ser utilizadas de forma responsable, evitando ser llevadas a otras áreas sin autorización.
    - ✓ El área de producción, contara con un responsable quien vigilara y supervisara el adecuado uso de las materias primas y las máquinas, controlando en todo momento los indicadores de producción establecidos.
    - ✓ Las facturas de contado serán canceladas en el momento de la entrega del producto. En el caso de las facturas de crédito, se entregará la copia con la firma del cliente como conformidad.
    - ✓ Fomentar los valores a cada uno de nuestros trabajadores para desarrollar un clima laboral exitoso.
    - ✓ Todo jefe deberá fomentar en sus colaboradores un espíritu de trabajo participativo y colaborador.
    - ✓ El desarrollo de planes, programas y nuevos proyectos, se cumplirán siguiendo el proceso de planificación, con el fin de garantizar un buen resultado.
  - **Políticas operativas.**
    - ✓ Todos los trabajadores de la empresa deberán mantener un comportamiento ético.
    - ✓ Salvaguardar la seguridad de todos nuestros trabajadores, su salud y el cuidado del medio ambiente, implementando

métodos de trabajos adecuados, utilizando los equipos de seguridad adecuados.

- ✓ Brindar capacitaciones de forma continua, basado en la legislación a la cual está sujeto el proceso productivo.
- ✓ Cuidar el bien común, medio ambiente y la seguridad general, los puestos de trabajo serán desempeñados por personal idóneo y capacitado.
- ✓ El responsable del área de ventas se encargada de supervisar y verificar la entrega de cotizaciones y visitas a los clientes.

## **CAPITULO VI. INVERSIONES**

### **6.1. INVERSIÓN FIJA (TANGIBLE)**

#### **6.1.1. Terrenos, Edificios y construcciones.**

##### **6.1.1.1. Terrenos.**

Para determinar el costo del terreno donde se instalará la planta de procesamiento, no basamos en el área requerida para los procesos y las áreas administrativas, haciendo un total de 530 metros cuadrados, según los valores estimados en el precio de terrenos en Ferreñafe, se tiene que el metro cuadrado cuesta US\$ 64.00 metro cuadrado.

##### **6.1.1.2. Edificios.**

Para los edificios requeridos en la planta de proceso, se estimará utilizar el 20% del costo total generado por las máquinas y equipos, generando un costo total de US\$ 90,348.00 dólares.

**Tabla 102:***Costos de terrenos y edificaciones para el proyecto.*

<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR</b>
TERRENO	\$ 71,500.00
EDIFICACIONES DE PLANTA	\$ 90,348.00
EDIFICACIONES ADMINISTRATIVAS	\$ 16,333.46
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 178,181.46</b>

Fuente: Elaboración propia.

**6.1.2. Instalaciones.**

Al considerar equipos modulares que forma parte de una estructura final, se consignara el 5% del costo total de los equipos, como gasto de instalación, generando un gasto final de \$22,587.00 dólares.

**6.1.3. Maquinaria y equipos.**

El costo total destinado para la compra de maquinaria y equipos para el desarrollo del proceso asciende a un monto total de \$ 451,740.00 dólares.

A continuación, se detallan los equipos que se adquirirán para el desarrollo del proyecto, así como los costos que representan para su adquisición en las diferentes actividades que se desarrollaran.

**Tabla 103:***Costos de máquinas y equipos para el proyecto.*

<b>AREA</b>	<b>MAQUINARIA/EQUIPO</b>	<b>CANT.</b>	<b>C. UNIT (\$)</b>	<b>C. TOTAL (\$/.)</b>
	<b>I. MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE PROCESO.</b>			<b>\$ 451,740.00</b>
<b>PRODUCCION</b>	Lavadora	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
	Cortadora	1	\$ 3,580.00	\$ 3,580.00
	Destiladores	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	Tanque de mezcla	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	Reactores	7	\$ 20,000.00	\$ 140,000.00
	Columna de destilación 01	1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00
	Columna de destilación 02	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	Tamices	2	\$ 10,000.00	\$ 20,000.00
	Balanza electrónica	1	\$ 120.00	\$ 120.00
	Balanza electrónica	1	\$ 600.00	\$ 600.00



	Excavador de ruedas	1	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
	montacarga	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
<b>TRATAMIENTO DE AGUA</b>	Caldero de agua caliente	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	Caldero de vapor	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	Chiller	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
	Ablandador de agua	1	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	Tanque de agua	4	\$ 18,000.00	\$ 72,000.00
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Cromatógrafo	1	\$ 16,200.00	\$ 16,200.00
	Espectrofotómetro	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
	Espectrómetro	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
	computadora mobiliario	1	\$ 1,200.00 \$ 200.00	\$ 1,200.00 \$ 200.00
<b>ALMACENES</b>	Parihuelas			
	Mesas	4	\$ 30.00	\$ 120.00
	Tanque de almacenamiento	1	\$ 120.00	\$ 120.00
	Tanque de almacenamiento de gasolina	4 1	\$ 6,500.00 \$ 1,800.00	\$ 26,000.00 \$ 1,800.00
<b>OTROS</b>	Luminarias	25	\$ 20.00	\$ 500.00
<b>II. EQUIPOS DE OFICINA</b>				<b>\$ 3,750.00</b>
<b>ADMINISTRACION</b>	Mobiliario	1	\$ 120.00	\$ 120.00
	Computadoras	3	\$ 1,200.00	\$ 3,600.00
	Teléfono	1	\$ 30.00	\$ 30.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 455,490.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

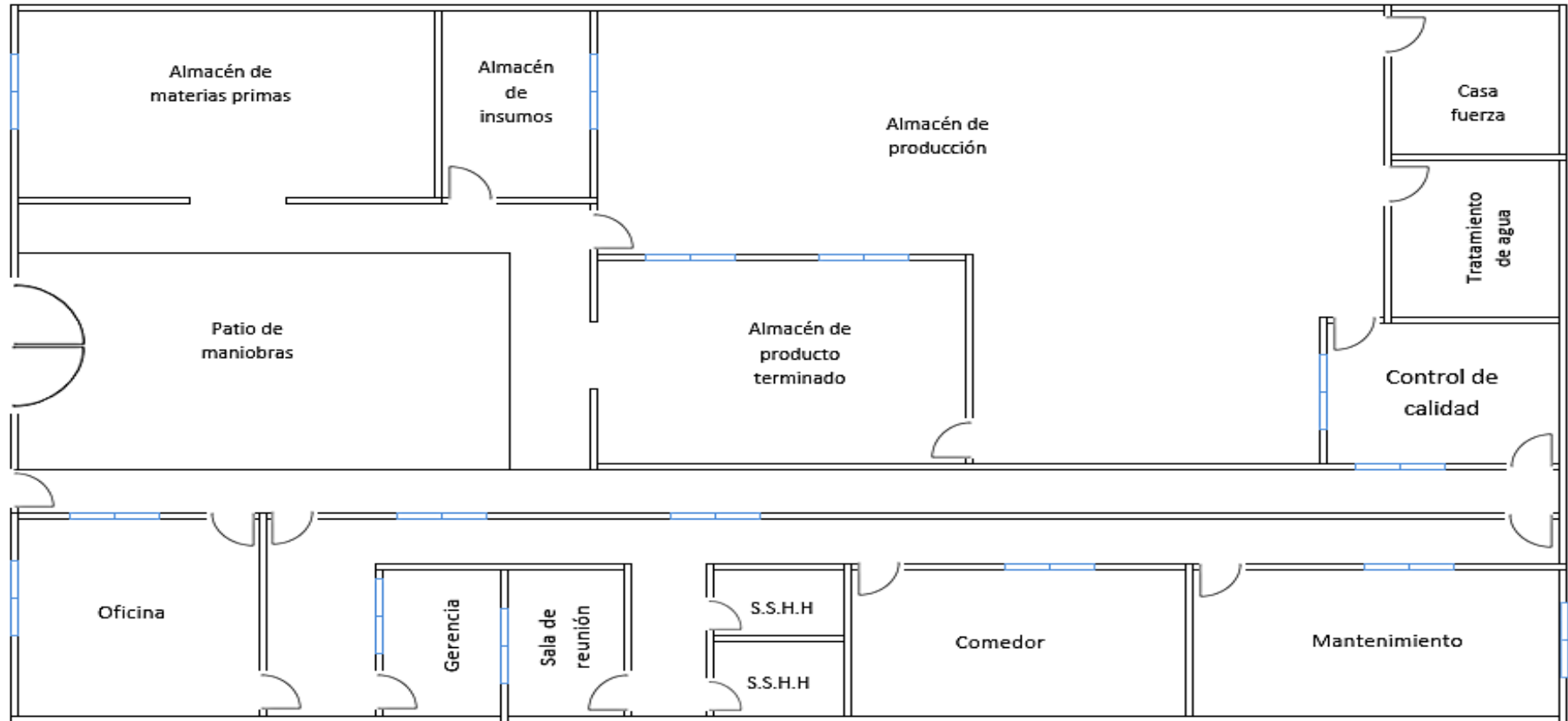
#### 6.1.4. Mobiliario y Equipo de oficina.

Para el desarrollo administrativo del proceso productivo diseñado en el siguiente proyecto, se destinará un gasto total para cubrir el mobiliario y equipos de oficina de \$ 3,750.00 dólares.

#### 6.1.5. Layout de planta.

**Figura 41:**

*Disposición general de la distribución de planta.*



Fuente: Elaboración propia.

## **6.2. INVERSIÓN DIFERIDA (INTANGIBLE)**

### **6.2.1. Contratos varios.**

#### **6.2.1.1. Ingeniería y supervisión.**

Para el esquema modular de los equipos considerados en el proyecto, se considerará el 3% sobre el costo total de la planta, generando un valor de \$18,520.14 dólares.

#### **6.2.1.2. Comisión para contratistas.**

Bajo el contexto actual se considera el 2% sobre el costo físico de la planta, generando un gasto de \$ 12,346.76 dólares.

### **6.2.2. Permisos.**

#### **6.2.2.1. Costos de construcción.**

Para la estimación del costo de construcción de la planta de procesamiento, se consideró el 5% sobre el costo total de la planta, generando un gasto de \$30,866.90 dólares.

#### **6.2.2.2. Costos sobre seguros e impuestos de construcción.**

Para determinar el gasto final sobre el siguiente ítem, se considera el 2% sobre el costo final de los equipos, generando un gasto final de \$ 9,034.80 dólares.

### **6.2.3. Fletes de Maquinaria y equipos.**

En el costo total considerado para la compra de máquinas y equipos, se considera el flete para su traslado a la planta de proceso, pero como una forma de reducir el riesgo durante dicho proceso se considera destinar el 0.5% sobre el costo final de las máquinas y equipos, generando un gasto de \$ 2,258.70 dólares.

### **6.2.4. Capacitación de personal.**

Para la estimación del siguiente gasto, se tomarán en cuenta las capacitaciones referentes al sistema de seguridad y salud en el trabajo y a la gestión medio ambiental de los residuos sólidos y

efluentes líquidos generados en el proceso. Se considera un gasto total anual de \$ 8,000.00 dólares anuales.

#### **6.2.5. Gastos de preparación o puesta en marcha.**

##### **6.2.5.1. Instrumentos de control.**

Costo donde se consideran los equipos que permitirán calibrar los procesos antes de su puesta en marcha, garantizando su adecuado funcionamiento, considerando para ello el 1% sobre el costo final de los equipos, generando un gasto de \$ 4,517.40 dólares.

##### **6.2.5.2. Tuberías y accesorios.**

Bajo el dimensionamiento de la capacidad instalada se consideran los materiales y accesorios de construcción, incluyendo el proceso de compra e instalación, considerando para ello el 2% del costo total sobre los equipos, generando un gasto de \$ 9,034.80 dólares.

##### **6.2.5.3. Aislamiento térmico.**

Es importante señalar que los equipos que se adquieren para el proceso tienen su propio sistema de aislamiento térmico, pero como una forma de garantizar su óptimo funcionamiento, se ha decidido destinar un gasto de 0.02% sobre el costo final de los equipos, generando un gasto de \$ 9,034.80 dólares.

##### **6.2.5.4. Instalaciones eléctricas.**

Para la estimación del siguiente gasto se siguen las recomendaciones dadas por P&T, el cual recomienda destinar el 2% sobre el costo total de los equipos, generando un gasto de \$ 9,034.80 dólares.

#### **6.2.5.5. Estructuras.**

En referencia a las estructuras que se utilizarán para la instalación de los equipos, se consideran los cimientos donde irán colocados, generando un gasto de \$ 17,801.23 dólares.

#### **6.2.5.6. Servicios.**

Dentro de los servicios identificados en el proyecto se consideran los gastos por instalación de agua para proceso, líneas de vapor, extractores de aire, compresión de aire, generando un gasto de \$ 45,174.00 dólares.

#### **6.2.6. Seguros, patentes.**

El gasto consignado en el siguiente ítem estará, sujeto al registro de marca y a la patente sobre proceso, consignando un gasto final de \$ 4,000 dólares.

#### **6.2.7. Publicidad antes de operación, estudios y proyectos, otros.**

Para la estimación del gasto sobre publicidad y estudios de mercado, se considera un gasto final de \$ 3,000 y \$8,000 dólares respectivamente.

### **6.3. CAPITAL DE TRABAJO.**

#### **6.3.1. Capital para puesta en marcha del proyecto.**

Estimación de los gastos que se incurren para la instalación y prueba de las máquinas y equipos para el proceso, antes de su operación comercial. Considerando un gasto total de \$674,454.32 dólares.

##### **6.3.1.1. Costos sobre inventario de materia prima.**

Costo que se considera para la adquisición de las materias primas utilizadas para el proceso, en el periodo

de una semana, generando un gasto de 19,682.44 dólares.

**6.3.1.2. Costo sobre inventario de materiales de proceso.**

Costo que se considera sobre los materiales utilizados en el proceso en el periodo de un día, generando un gasto de \$3,280.41 dólares.

**6.3.1.3. Costos sobre inventario de productos en almacén.**

Costo que se genera en el procesamiento de almacenamiento de producto terminado en el periodo de una semana antes de su embarque, generando un gasto de \$ 25,200.00 dólares.

**6.3.1.4. Cuentas por cobrar.**

Montos equivalentes a la actividad comercial de una semana de ventas, alcanzando un monto de \$23,400.00 dólares.

**6.3.1.5. Disponibilidad de caja.**

Capacidad financiera para poder asumir pagos de salarios, suministros e imprevistos, estimando un monto de \$ 38,425.73 dólares, lo que equivaldría a la caja generada en 10 días de proceso.

**6.3.2. Estimación de los costos de producción.**

Los costos considerados en el proceso de fabricación corresponden a cubrir el gasto de manufactura y los gastos generales. Ascendiendo a un monto total de \$461,108.76 dólares.

**6.3.3. Costos de manufactura.**

Gasto requerido para esta actividad es de 456,590.84 dólares, donde está incluido.

- ✓ Costos directos de manufactura.
- ✓ Costos indirectos de manufactura.
- ✓ Costos fijos de manufactura.

#### **6.3.3.1. Costos directos de manufactura.**

Gasto donde se considera cubrir los costos de materia prima, mano de obra, supervisión, mantenimiento preventivo y correctivo, suministros para las operaciones y servicios auxiliares; generando un monto total de \$ 33,722.72 dólares, lo que significa en 5% del capital de trabajo.

#### **6.3.3.2. Materia prima.**

En el siguiente ítem, se estiman los costos para el abastecimiento de cascarilla de arroz, bagazo de caña, etanol, agentes bacteriológicos específicos para degradación de azúcares y ácido sulfúrico. De acuerdo a la capacidad instalada y a la demanda a cubrir el costo total asciende a \$158,047.76 dólares.

#### **6.3.3.3. Mano de obra y supervisión.**

El desarrollo productivo considerado en el siguiente proyecto requiere de 25 operarios en dos turnos de 8 horas, utilizando para su estimación el Método Wessel, donde se identifican los pasos dentro del diagrama de flujo del proceso, capacidad de producción y el nivel de automatización; generando un costo total de \$ 18,697.38 dólares mensuales.

Los costos están en base a la remuneración básica establecida por ley.

#### **6.3.3.4. Supervisión en Ingeniería.**

En este ítem, se consideran los costos generados sobre el personal encargado de la supervisión directa sobre las

operaciones desarrolladas en la actividad, generando un gasto total de \$4,977.17 dólares mensuales.

#### **6.3.3.5. Mantenimiento y reparación.**

Representan los gastos que se generan para el mantenimiento de la planta de procesamiento, garantizando su adecuado funcionamiento y evitando paradas innecesarias; considerando para ello el 2% sobre el costo del capital fijo, haciendo un gasto total de \$ 10,418.49 dólares.

#### **6.3.3.6. Auxiliares y servicios.**

En este ítem, se consideran los costos sobre pintura, materiales de limpieza, agua, energía eléctrica, etc. Destinando para ello el 10% sobre el costo total de mantenimiento, generando un gasto de \$ 1,041.85 dólares.

#### **6.3.3.7. Suministros de operación.**

En este ítem, se consideran lubricantes, combustibles, reactivos químicos y equipos para laboratorio; sin incluir las materias primas o los materiales comprendidos en el mantenimiento preventivo o correctivo de los equipos. Destinando para ello el 6% sobre el costo total de mantenimiento, generando un costo de \$ 85,290.59 dólares.

#### **6.3.3.8. Costos indirectos de manufactura.**

Representan los gastos sobre diversas actividades complementarias, considerando para ello, gastos de laboratorio, beneficios sobre planilla y gastos generales de la planta, generando un costo total de \$101,472.73 dolores.

#### **6.3.3.9. Cargas a planilla.**

Representan los gastos sobre los beneficios sociales para los trabajadores, considerando el 21% sobre el costo de mano



de obra y supervisión, representado un gasto de \$ 47,117.39 dólares.

#### **6.3.3.10. Laboratorio.**

Costos bajo el concepto de implementación de un laboratorio para el desarrollo de los ensayos sobre el producto, permitiendo garantizar la calidad final del mismo, considerando el 20% sobre el costo total del gasto administrativo, ascendiendo a un monto de \$ 31,227.44 dólares.

#### **6.3.3.11. Gastos generales de planta.**

Los costos generados en este ítem, corresponden a cubrir los gastos de asistencia médica a los trabajadores, protección a las instalaciones de la planta, limpieza, mantenimientos preventivos y correctivos y otros servicios. Generando un costo que asciende a \$ 13,489.09 dólares, que representa el 2% sobre el costo de mano obra de los gastos generales.

#### **6.3.3.12. Costos fijos de manufactura.**

Los costos aplicables a la manufactura son independientes a los volúmenes de producción obtenidos; siendo estos los de depreciación, impuestos y seguros; generando un costo total de \$ 617,338.00 dólares.

#### **6.3.3.13. Depreciación.**

La depreciación se aplicará a los activos fijos generados por el capital. Considerando para ello un tiempo de vida útil de 10 años para todos los equipos. Ascendiendo a un costo de \$ 22,290.00 dólares. A continuación, se detalla lo mencionado anteriormente.

**Tabla 104:***Depreciación de los activos utilizados en el proyecto.*

<b>ACTIVO</b>	<b>VALOR DE ADQ. (S/.)</b>	<b>VALOR RESIDUAL</b>	<b>VALOR DE DEPREC.</b>	<b>VIDA UTIL (AÑOS)</b>	<b>DEPRECIACION ANUAL</b>	<b>DEPRECIACION MENSUAL</b>
<b>I. DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS</b>						
Lavadora	\$ 3,000.00	\$ 300.00	\$ 2,700.00	10	\$ 270.00	\$ 22.50
cortadora	\$ 3,580.00	\$ 358.00	\$ 3,222.00	10	\$ 322.20	\$ 26.85
Destiladores	\$ 5,000.00	\$ 500.00	\$ 4,500.00	10	\$ 450.00	\$ 37.50
tanque de mezcla	\$ 15,000.00	\$ 1,500.00	\$ 13,500.00	10	\$ 1,350.00	\$ 112.50
reactores	\$ 20,000.00	\$ 2,000.00	\$ 18,000.00	10	\$ 1,800.00	\$ 150.00
columna de destilación 01	\$ 50,000.00	\$ 5,000.00	\$ 45,000.00	10	\$ 4,500.00	\$ 375.00
columna de destilación 02	\$ 5,000.00	\$ 500.00	\$ 4,500.00	10	\$ 450.00	\$ 37.50
tamices	\$ 10,000.00	\$ 1,000.00	\$ 9,000.00	10	\$ 900.00	\$ 75.00
balanza electrónica	\$ 120.00	\$ 12.00	\$ 108.00	10	\$ 10.80	\$ 0.90
balanza electrónica	\$ 600.00	\$ 60.00	\$ 540.00	10	\$ 54.00	\$ 4.50
excavador de ruedas	\$ 25,000.00	\$ 2,500.00	\$ 22,500.00	10	\$ 2,250.00	\$ 187.50
montacarga	\$ 8,000.00	\$ 800.00	\$ 7,200.00	10	\$ 720.00	\$ 60.00
Caldero de agua caliente	\$ 15,000.00	\$ 1,500.00	\$ 13,500.00	10	\$ 1,350.00	\$ 112.50
caldero de vapor	\$ 15,000.00	\$ 1,500.00	\$ 13,500.00	10	\$ 1,350.00	\$ 112.50
Chiller	\$ 15,000.00	\$ 1,500.00	\$ 13,500.00	10	\$ 1,350.00	\$ 112.50
ablandador de agua	\$ 3,500.00	\$ 350.00	\$ 3,150.00	10	\$ 315.00	\$ 26.25
tanque de agua	\$ 18,000.00	\$ 1,800.00	\$ 16,200.00	10	\$ 1,620.00	\$ 135.00
Cromatógrafo	\$ 16,200.00	\$ 1,620.00	\$ 14,580.00	10	\$ 1,458.00	\$ 121.50
espectrofotómetro	\$ 8,000.00	\$ 800.00	\$ 7,200.00	10	\$ 720.00	\$ 60.00

espectrómetro	\$ 1,800.00	\$ 180.00	\$ 1,620.00	10	\$ 162.00	\$ 13.50
computadora	\$ 1,200.00	\$ 120.00	\$ 1,080.00	10	\$ 108.00	\$ 9.00
mobiliario	\$ 200.00	\$ 20.00	\$ 180.00	10	\$ 18.00	\$ 1.50
Parihuelas	\$ 30.00	\$ 3.00	\$ 27.00	10	\$ 2.70	\$ 0.23
Mesas	\$ 120.00	\$ 12.00	\$ 108.00	10	\$ 10.80	\$ 0.90
Tanque de almacenamiento	\$ 6,500.00	\$ 650.00	\$ 5,850.00	10	\$ 585.00	\$ 48.75
Tanque de almacenamiento de gasolina	\$ 1,800.00	\$ 180.00	\$ 1,620.00	10	\$ 162.00	\$ 13.50
Luminarias	\$ 20.00	\$ 2.00	\$ 18.00	10	\$ 1.80	\$ 0.15
<b>TOTAL, DEPRECIACIÓN DE A/F.</b>	<b>S/. 247,670.00</b>	<b>S/. 24,767.00</b>	<b>S/. 222,903.00</b>		<b>\$ 22,290.30</b>	<b>\$ 1,857.53</b>
<b>II. AMORTIZACION DE INTANGIBLES</b>						
<b>ACTIVO</b>	<b>MONTO (S/.)</b>			<b>HORIZONTE Py (AÑOS)</b>	<b>AMORTIZACION ANUAL</b>	<b>AMORTIZACION MENSUAL</b>
ESTUDIOS	\$ 3,500.00			2	\$ 1,750.00	\$ 145.83
OTROS INTANGIBLES				2	\$ -	\$ -
<b>TOTAL, DE AMORTIZACION DE INTANGIBLES</b>	<b>\$ 3,500.00</b>				<b>\$ 1,750.00</b>	<b>\$ 145.83</b>
<b>TOTAL, DEPRECIACION Y AMORTIZACION</b>	<b>\$ 251,170.00</b>				<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 2,003.36</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### **6.3.3.14. Impuestos.**

El pago de los impuestos sobre la actividad y producto desarrollado representa el 2% del total sobre el capital fijo, ascendiendo a un monto de \$ 10,418.49 dólares.

#### **6.3.3.15. Seguros.**

El gasto destinado a pago de seguros, representa el 1% sobre el total del capital fijo, ascendiendo un monto de \$ 5,209.24 dólares.

### **6.3.4. Gastos generales.**

Establece los costos generados por los conceptos de administración; ventas y distribución; investigación y desarrollo. Haciendo un costo total de \$ 59,815.72 dólares.

#### **6.3.4.1. Administración.**

Comprende los gastos salariales de la plana administrativa, considerando a la gerencia, las secretarías, contadores y asistentes administrativos. El costo total estimado es del 10% del costo sobre mano de obra. Generando un costo de \$ 156,137.21 dólares.

#### **6.3.4.2. Ventas y distribución.**

Comprende los gastos por publicidad y distribución del producto. La venta se realizará de forma directa, mediante la importación, estimando su costo sobre el 5% del costo de producción, generando un gasto de \$ 26,046.22 dólares.

#### **6.3.4.3. Investigación y desarrollo.**

El enfoque de investigación y desarrollo se enfoca en establecer propuestas de mejora, para los procesos y la calidad final del producto. Su costo se estima sobre el 5% del costo total de mano de obra, generando un gasto de \$ 12,253.43 dólares

#### 6.3.4.4. Costos unitarios.

Bajo el esquema de producción de 60,000 litros por días, con ocho horas de proceso en un año se obtiene 21,900,000 litros, generando un costo unitario de producción de 0.05 dólares por litro.

#### 6.4. IMPREVISTOS.

Para el desarrollo del siguiente proyecto, como forma de cubrir los imprevistos que se puedan generar durante su ejecución, se ha decidido disponer \$ 24,693.52 dólares.

#### 6.5. RESUMEN DE INVERSIÓN TOTAL (Se indicará la participación del capital propio como el monto a ser financiado).

Tabla 105:

*Inversión total para el proyecto.*

<i>DENOMINACION</i>	<i>IMPORTE (S/.)</i>	<i>%</i>
I. INVERSION FIJA		
1.1. TANGIBLE		
MAQ. Y EQUIPOS DE PROCESO	\$ 451,740.00	29%
EQUIPO DE OFICINA	\$ 3,750.00	0.2%
TERRENO	\$ 24,359.50	2%
EDIFICACIONES	\$ 356,024.58	23%
<b>TOTAL, INVERSION FIJA</b>	<b>\$ 835,874.08</b>	<b>54%</b>
1.2. DIFERIDO		
ADMINISTRATIVOS	S/ 156,137.21	10%
IMPREVISTOS	\$ 33,434.96	2%
<b>TOTAL, INVERSION DIFERIDA</b>	<b>\$ 189,572.17</b>	<b>12%</b>
<b>INVERSION FIJA TOTAL</b>	<b>\$ 1,025,446.25</b>	<b>66%</b>
II. INVERSION EN CAPITAL TRABAJO		
MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	\$ 85,290.59	6%
MATERIALES INDIRECTOS	\$ 130,749.60	8%
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 143,595.85	9%
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 101,472.73	7%
GASTOS GENERALES	\$ 59,815.72	4%
<b>TOTAL, CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>\$ 520,924.48</b>	<b>34%</b>
<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>\$ 1,546,370.74</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.

## 6.6. CRONOGRAMA DE INVERSIONES.

Para la ejecución del proyecto, se estableció un cronograma de inversiones a realizar, el cual permitirá determinar los tiempos de ejecución y puesta en marcha del proceso productivo.

**Tabla 106:**

*Cronograma de inversiones para la ejecución del proyecto.*

Actividad	Duración	2022				2023								
		07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07
Compra del terreno para la instalación de planta	2	■	■											
Compra de máquinas y equipos	2			■	■									
Construcción de las instalaciones	4					■	■	■	■					
Contratación del personal operativo	4									■	■	■	■	
Capacitación de la persona	2												■	■

Fuente: Elaboración propia.

## 6.7. FINANCIAMIENTO

### 6.7.1. Fuentes de recursos.

Los recursos económicos para el desarrollo del proyecto, serán obtenidos por una entidad financiera, permitiendo establecer el servicio a la deuda, la cual ser asumida dentro de la estructura de costos en el horizonte del proyecto.

### 6.7.2. Estrategia de Financiamiento de préstamo.

Para el desarrollo del proyecto, se buscará financiamiento por medio de una entidad financiera, donde se establece solicitar un préstamo de \$ 1,472,623.05, para ser pagado en un periodo de 4 años y medios, considerando para ello 54 cuotas con una tasa de interés media del 30% y un periodo de gracia de 06 meses.

### 6.7.3. Programa de pago de intereses y amortizaciones a pagar por el préstamo adquirido.

A continuación, se presenta el programa de pago del préstamo solicitado para la ejecución del proyecto, donde se detalla los intereses y la amortización a pagar en el tiempo establecido.

**Tabla 107:**

*Servicio de la deuda para el proyecto.*

<b>AÑO</b>	<b>N° DE CUOTAS</b>	<b>CAPITAL O SALDO</b>	<b>INTERES</b>	<b>AMORTIZACION</b>	<b>CUOTA CTE.</b>
<b>0</b>		<b>S/. 1,472,623.05</b>			
<b>PERIODO DE GRACIA</b>					
	<b>7</b>	\$ 1,459,446.04	\$ 36,815.58	\$ 13,177.01	\$ 49,992.59
	<b>8</b>	\$ 1,445,939.61	\$ 36,486.15	\$ 13,506.44	\$ 49,992.59
<b>I</b>	<b>9</b>	\$ 1,432,095.51	\$ 36,148.49	\$ 13,844.10	\$ 49,992.59
	<b>10</b>	\$ 1,417,905.32	\$ 35,802.39	\$ 14,190.20	\$ 49,992.59
	<b>11</b>	\$ 1,403,360.36	\$ 35,447.63	\$ 14,544.95	\$ 49,992.59
	<b>12</b>	\$ 1,388,451.78	\$ 35,084.01	\$ 14,908.58	\$ 49,992.59
	<b>SUB TOTAL I</b>	<b>\$ 8,547,198.63</b>	<b>\$ 215,784.25</b>	<b>\$ 84,171.27</b>	<b>\$ 299,955.52</b>
	<b>1</b>	\$ 1,373,170.49	\$ 34,711.29	\$ 15,281.29	\$ 49,992.59
	<b>2</b>	\$ 1,357,507.17	\$ 34,329.26	\$ 15,663.32	\$ 49,992.59
	<b>3</b>	\$ 1,341,452.26	\$ 33,937.68	\$ 16,054.91	\$ 49,992.59
	<b>4</b>	\$ 1,324,995.98	\$ 33,536.31	\$ 16,456.28	\$ 49,992.59
	<b>5</b>	\$ 1,308,128.29	\$ 33,124.90	\$ 16,867.69	\$ 49,992.59
<b>II</b>	<b>6</b>	\$ 1,290,838.92	\$ 32,703.21	\$ 17,289.38	\$ 49,992.59
	<b>7</b>	\$ 1,273,117.30	\$ 32,270.97	\$ 17,721.61	\$ 49,992.59
	<b>8</b>	\$ 1,254,952.65	\$ 31,827.93	\$ 18,164.65	\$ 49,992.59
	<b>9</b>	\$ 1,236,333.88	\$ 31,373.82	\$ 18,618.77	\$ 49,992.59
	<b>10</b>	\$ 1,217,249.64	\$ 30,908.35	\$ 19,084.24	\$ 49,992.59
	<b>11</b>	\$ 1,197,688.29	\$ 30,431.24	\$ 19,561.35	\$ 49,992.59
	<b>12</b>	\$ 1,177,637.91	\$ 29,942.21	\$ 20,050.38	\$ 49,992.59
	<b>SUB TOTAL II</b>	<b>\$ 15,353,072.79</b>	<b>\$ 389,097.17</b>	<b>\$ 210,813.87</b>	<b>\$ 599,911.04</b>
<b>III</b>	<b>1</b>	\$ 1,157,086.28	\$ 29,440.95	\$ 20,551.64	\$ 49,992.59

2	\$	1,136,020.85	\$	28,927.16	\$	21,065.43	\$	49,992.59
3	\$	1,114,428.78	\$	28,400.52	\$	21,592.07	\$	49,992.59
4	\$	1,092,296.92	\$	27,860.72	\$	22,131.87	\$	49,992.59
5	\$	1,069,611.75	\$	27,307.42	\$	22,685.16	\$	49,992.59
6	\$	1,046,359.46	\$	26,740.29	\$	23,252.29	\$	49,992.59
7	\$	1,022,525.86	\$	26,158.99	\$	23,833.60	\$	49,992.59
8	\$	998,096.42	\$	25,563.15	\$	24,429.44	\$	49,992.59
9	\$	973,056.24	\$	24,952.41	\$	25,040.18	\$	49,992.59
10	\$	947,390.06	\$	24,326.41	\$	25,666.18	\$	49,992.59
11	\$	921,082.23	\$	23,684.75	\$	26,307.83	\$	49,992.59
12	\$	894,116.70	\$	23,027.06	\$	26,965.53	\$	49,992.59
<b>SUB TOTAL III</b>		<b>\$ 12,372,071.54</b>	<b>\$ 316,389.82</b>	<b>\$ 283,521.22</b>	<b>\$ 599,911.04</b>			
1	\$	866,477.03	\$	22,352.92	\$	27,639.67	\$	49,992.59
2	\$	838,146.37	\$	21,661.93	\$	28,330.66	\$	49,992.59
3	\$	809,107.44	\$	20,953.66	\$	29,038.93	\$	49,992.59
4	\$	779,342.54	\$	20,227.69	\$	29,764.90	\$	49,992.59
5	\$	748,833.52	\$	19,483.56	\$	30,509.02	\$	49,992.59
6	\$	717,561.77	\$	18,720.84	\$	31,271.75	\$	49,992.59
7	\$	685,508.23	\$	17,939.04	\$	32,053.54	\$	49,992.59
8	\$	652,653.35	\$	17,137.71	\$	32,854.88	\$	49,992.59
9	\$	618,977.09	\$	16,316.33	\$	33,676.25	\$	49,992.59
10	\$	584,458.94	\$	15,474.43	\$	34,518.16	\$	49,992.59
11	\$	549,077.82	\$	14,611.47	\$	35,381.11	\$	49,992.59
12	\$	512,812.18	\$	13,726.95	\$	36,265.64	\$	49,992.59
<b>SUB TOTAL IV</b>		<b>\$ 8,362,956.28</b>	<b>\$ 218,606.52</b>	<b>\$ 381,304.52</b>	<b>\$ 599,911.04</b>			
1	\$	475,639.90	\$	12,820.30	\$	37,172.28	\$	49,992.59
2	\$	437,538.31	\$	11,891.00	\$	38,101.59	\$	49,992.59
3	\$	398,484.18	\$	10,938.46	\$	39,054.13	\$	49,992.59
4	\$	358,453.70	\$	9,962.10	\$	40,030.48	\$	49,992.59
5	\$	317,422.46	\$	8,961.34	\$	41,031.24	\$	49,992.59
6	\$	275,365.43	\$	7,935.56	\$	42,057.02	\$	49,992.59
7	\$	232,256.98	\$	6,884.14	\$	43,108.45	\$	49,992.59
8	\$	188,070.82	\$	5,806.42	\$	44,186.16	\$	49,992.59
9	\$	142,780.00	\$	4,701.77	\$	45,290.82	\$	49,992.59
10	\$	96,356.92	\$	3,569.50	\$	46,423.09	\$	49,992.59
11	\$	48,773.25	\$	2,408.92	\$	47,583.66	\$	49,992.59
12	\$	0.00	\$	1,219.33	\$	48,773.25	\$	49,992.59
<b>SUB TOTAL V</b>		<b>\$ 2,971,141.97</b>	<b>\$ 87,098.85</b>	<b>\$ 512,812.18</b>	<b>\$ 599,911.04</b>			

Fuente: Elaboración propia.



## **CAPITULO VII. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA**

### **7.1. PRESUPUESTO DE INGRESOS.**

Los ingresos son el dinero que ingresara por la venta del etanol, en el horizonte del proyecto, siendo estos:

**Tabla 108:**

*Ingresos por venta de etanol en el horizonte del proyecto.*

<b>AÑO</b>	<b>INGRESO EN US\$</b>
1	1,404,000.00
2	1,684,800.00
3	2,021,176.00
4	2,426,112.00
5	2,911,344.40
6	3,493,601.28
7	4,192,321.54
8	5,030,785.84
9	6,036,943.01
10	7,224,331.61

Fuente: Elaboración propia.

### **7.2. PRESUPUESTO DE COSTOS**

#### **7.2.1. Costos de Producción.**

Los costos de fabricación, son los gastos que se generan para desarrollar la actividad productiva, en la siguiente tabla se detallan los costos de producción en el horizonte del proyecto.

**Tabla 109:***Costos de producción en el horizonte del proyecto.*

CONCEPTO	AÑOS										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>I. COSTOS DE FABRICACIÓN.</b>											
<b>MATERIALES DIRECTOS</b>	\$ 158,047.76	\$ 189,657.32	\$ 227,588.78	\$ 273,106.54	\$ 327,727.84	\$ 393,273.41	\$ 471,928.09	\$ 566,313.71	\$ 679,576.46	\$ 815,491.75	\$ 4,102,711.66
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>	\$ 130,749.60	\$ 156,899.52	\$ 188,279.42	\$ 225,935.31	\$ 271,122.37	\$ 325,346.84	\$ 390,416.21	\$ 468,499.46	\$ 562,199.35	\$ 674,639.22	\$ 3,394,087.30
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 2,243,685.14
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 1,014,727.26
<b>TOTAL COSTOS DE FABRICACIÓN</b>	\$ 614,638.60	\$ 672,398.08	\$ 741,709.44	\$ 824,883.08	\$ 924,691.45	\$ 1,044,461.50	\$ 1,188,185.55	\$ 1,360,654.41	\$ 1,567,617.04	\$ 1,815,972.20	\$ 10,755,211.36

Fuente: Elaboración propia.

### **7.2.2. Gastos de operación y administrativos.**

Los gastos administrativos y de operación, los gastos que le darán soporte al sistema productivo, para el cumplimiento bajo las legislaciones de control y para garantizar la distribución del producto terminado a los diferentes clientes.

**Tabla 110:***Costo de operación y administrativos en el horizonte del proyecto.*

<b>CONCEPTO</b>	<b>AÑOS</b>										<b>TOTAL</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>		
<b>GASTOS DE OPERACIÓN.</b>												
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	<b>1,561,372.11</b>
<b>OTROS GASTOS</b>	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	<b>598,157.20</b>
<b>TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN</b>	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	<b>2,159,529.31</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **7.2.3. Gastos Financieros.**

Son los que se asumen en el servicio a la deuda que se genera con la entidad bancaria que facilita el dinero para la ejecución del proyecto. A continuación, se detalla el gasto financiero durante el horizonte del proyecto.

**Tabla 111:**

*Costos financieros y amortización sobre deuda.*

CONCEPTO	AÑOS										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>IDEPRECIACION DE A/F Y AMORTIZACIÓN</b>												
DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ <b>222,903.00</b>
AMORTIZACION DE INTANGIBLES	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ <b>17,500.00</b>
<b>TOTAL DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>24,040.30</b>	\$ <b>240,403.00</b>
<b>COSTO FINANCIERO</b>												
INTERES Y COMISIONES	\$ 299,955.52	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04							\$ 2,699,599.66
<b>TOTAL COSTO FINANCIERO</b>	\$ <b>299,955.52</b>	\$ <b>599,911.04</b>	\$ <b>599,911.04</b>	\$ <b>599,911.04</b>	\$ <b>599,911.04</b>	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ <b>2,699,599.66</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 7.2.4. Costos Total (resumen Total de Costos)

**Tabla 112:**

*Costos totales generados en el horizonte del proyecto.*

CONCEPTO	AÑOS										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>I. COSTOS DE FABRICACIÓN.</b>											
MATERIALES DIRECTOS	\$ 158,047.76	\$ 189,657.32	\$ 227,588.78	\$ 273,106.54	\$ 327,727.84	\$ 393,273.41	\$ 471,928.09	\$ 566,313.71	\$ 679,576.46	\$ 815,491.75	\$ 4,102,711.66
MATERIALES INDIRECTOS	\$ 130,749.60	\$ 156,899.52	\$ 188,279.42	\$ 225,935.31	\$ 271,122.37	\$ 325,346.84	\$ 390,416.21	\$ 468,499.46	\$ 562,199.35	\$ 674,639.22	\$ 3,394,087.30
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 224,368.51	\$ 2,243,685.14
MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 101,472.73	\$ 1,014,727.26
<b>TOTAL COSTOS DE FABRICACIÓN</b>	<b>\$ 614,638.60</b>	<b>\$ 672,398.08</b>	<b>\$ 741,709.44</b>	<b>\$ 824,883.08</b>	<b>\$ 924,691.45</b>	<b>\$ 1,044,461.50</b>	<b>\$ 1,188,185.55</b>	<b>\$ 1,360,654.41</b>	<b>\$ 1,567,617.04</b>	<b>\$ 1,815,972.20</b>	<b>\$ 10,755,211.36</b>
<b>II. GASTOS DE OPERACIÓN.</b>											
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 156,137.21	\$ 1,561,372.11
OTROS GASTOS	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 59,815.72	\$ 598,157.20
<b>TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 215,952.93</b>	<b>\$ 2,159,529.31</b>
<b>III. DEPRECIACION DE A/F Y AMORTIZACIÓN</b>											
DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 22,290.30	\$ 222,903.00
AMORTIZACION DE INTANGIBLES	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00	\$ 17,500.00
<b>TOTAL DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 24,040.30</b>	<b>\$ 240,403.00</b>
<b>IV. COSTO FINANCIERO</b>											
INTERES Y COMISIONES	\$ 299,955.52	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04						\$ 2,699,599.66
<b>TOTAL COSTO</b>	<b>\$</b>	<b>\$ 599,911.04</b>	<b>\$ 599,911.04</b>	<b>\$ 599,911.04</b>	<b>\$ 599,911.04</b>	<b>\$</b>	<b>- \$</b>	<b>- \$</b>	<b>- \$</b>	<b>- \$</b>	<b>- \$ 2,699,599.66</b>

<b>FINANCIERO</b>	<b>299,955.52</b>																		
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>	\$ 1,154,587.35	\$ 1,512,302.34	\$ 1,581,613.71	\$ 1,664,787.35	\$ 1,764,595.72	\$ 1,284,454.73	\$ 1,428,178.78	\$ 1,600,647.64	\$ 1,807,610.27	\$ 2,055,965.44	\$ 15,854,743.34								

Fuente: Elaboración propia.



### 7.3. PUNTO DE EQUILIBRIO ECONOMICO.

Es la capacidad de producción, en el que se garantiza que no existirá pérdida ni ganancia. De acuerdo a los cálculos realizados el punto promedio de equilibrio es del 22% frente a la capacidad total de la planta.

**Tabla 113:**

*Punto de equilibrio.*

<b>Punto de equilibrio en litros</b>	
<b>PE.Lt=CF/ (Pvu-Cvu)=</b>	<b>4866661.38</b>
<b>Punto de equilibrio en \$</b>	
<b>PE.S=CF/(1-(Cvu/Pvu)=</b>	<b>\$633,124.13</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 16:**

*Punto de equilibrio.*



Fuente: Elaboración Propia

\*Por medio de la fórmula  $PE.Lt=CF/ (Pvu-Cvu)$  el punto de equilibrio en litros es: 4866661.38.

\*Por medio de la fórmula  $PE.S=CF/(1-(Cvu/Pvu))$  el punto de equilibrio en dólares es: \$633,124.13.

**Tabla 114:***Punto de equilibrio en el horizonte del proyecto.*

CONCEPTOS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>VENTAS</b>	\$ 1,404,000.00	\$ 1,684,800.00	\$ 2,021,760.00	\$ 2,426,112.00	\$ 2,911,334.40	\$ 3,493,601.28	\$ 4,192,321.54	\$ 5,030,785.84	\$ 6,036,943.01	\$ 7,244,331.61
<b>COSTOS FIJOS</b>	\$ 382,416.28	\$ 414,025.83	\$ 451,957.29	\$ 497,475.05	\$ 552,096.36	\$ 617,641.93	\$ 696,296.61	\$ 790,682.23	\$ 903,944.97	\$ 1,039,860.26
<b>COSTOS VARIABLES</b>	\$ 232,222.33	\$ 258,372.25	\$ 289,752.15	\$ 327,408.03	\$ 372,595.10	\$ 426,819.57	\$ 491,888.94	\$ 569,972.18	\$ 663,672.07	\$ 776,111.94
<b>COSTOS TOTALES</b>	\$ 614,638.60	\$ 672,398.08	\$ 741,709.44	\$ 824,883.08	\$ 924,691.45	\$ 1,044,461.50	\$ 1,188,185.55	\$ 1,360,654.41	\$ 1,567,617.04	\$ 1,815,972.20
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO \$</b>	\$ 458,203.35	\$ 489,019.31	\$ 527,566.42	\$ 575,083.58	\$ 633,124.13	\$ 703,602.29	\$ 788,853.52	\$ 891,710.18	\$ 1,015,594.47	\$ 1,164,631.53
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO %</b>	33%	29%	26%	24%	22%	20%	19%	18%	17%	16%

Fuente: Elaboración propia.

## **7.4. ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS**

### **7.4.1. Estado de resultados o de pérdidas y ganancias**

Es la estimación de rentabilidad que tiene el proyecto, considerada sobre el precio de venta del producto en \$ 0.08 dólares por litro.

**Tabla 115:**

*Estado de ganancia y perdida durante el horizonte del proyecto.*

CONCEPTO	AÑOS										TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>A. INGRESOS</b>												
Litro de etanol	\$ 1,216,800.00	\$ 1,460,160.00	\$ 1,752,192.00	\$ 2,102,630.40	\$ 2,523,156.48	\$ 3,027,787.78	\$ 3,633,345.33	\$ 4,360,014.40	\$ 5,232,017.28	\$ 6,278,420.73	\$ 31,586,524.39	
<b>TOTAL, INGRESOS</b>	<b>\$ 1,216,800.00</b>	<b>\$ 1,460,160.00</b>	<b>\$ 1,752,192.00</b>	<b>\$ 2,102,630.40</b>	<b>\$ 2,523,156.48</b>	<b>\$ 3,027,787.78</b>	<b>\$ 3,633,345.33</b>	<b>\$ 4,360,014.40</b>	<b>\$ 5,232,017.28</b>	<b>\$ 6,278,420.73</b>		
<b>B. EGRESOS</b>												
I. COSTOS DE FABRICACIÓN	\$ 461,108.76	\$ 504,316.80	\$ 556,166.45	\$ 618,386.02	\$ 693,049.51	\$ 782,645.70	\$ 890,161.12	\$ 1,019,179.63	\$ 1,174,001.84	\$ 1,359,788.50	\$ 8,058,804.33	
II. GASTOS DE OPERACIÓN	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 2,159,529.31	
III. DEPRECIACIÓN DE A/F Y AMORTIZACIÓN	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 240,403.00	
IV. COSTO FINANCIERO	\$ 314,977.03	\$ 629,954.06	\$ 629,954.06	\$ 629,954.06	\$ 629,954.06						\$ 2,834,793.27	
V. IMPREVISTOS	\$ 20,321.58	\$ 27,485.28	\$ 28,522.27	\$ 29,766.67	\$ 31,259.94	\$ 20,452.78	\$ 22,603.09	\$ 25,183.46	\$ 28,279.90	\$ 31,995.63	\$ 265,870.60	
VI. OTROS (SCTR Y SINIESTROS)	\$ 10,160.79	\$ 13,742.64	\$ 14,261.14	\$ 14,883.33	\$ 15,629.97	\$ 10,226.39	\$ 11,301.54	\$ 12,591.73	\$ 14,139.95	\$ 15,997.82	\$ 132,935.30	
<b>TOTAL, EGRESOS</b>	<b>\$ 1,016,079.02</b>	<b>\$ 1,374,264.09</b>	<b>\$ 1,426,113.74</b>	<b>\$ 1,488,333.31</b>	<b>\$ 1,562,996.80</b>	<b>\$ 1,022,638.93</b>	<b>\$ 1,130,154.35</b>	<b>\$ 1,259,172.86</b>	<b>\$ 1,413,995.07</b>	<b>\$ 1,599,781.73</b>	<b>\$ 13,293,529.91</b>	
<b>DIFERENCIA INGRESOS - EGRESOS</b>	<b>\$ 200,720.98</b>	<b>\$ 85,895.91</b>	<b>\$ 326,078.26</b>	<b>\$ 614,297.09</b>	<b>\$ 960,159.68</b>	<b>\$ 2,005,148.85</b>	<b>\$ 2,503,190.98</b>	<b>\$ 3,100,841.53</b>	<b>\$ 3,818,022.20</b>	<b>\$ 4,678,639.00</b>	<b>\$ 18,292,994.48</b>	
<b>REINVERSION 20% DE (A - B)</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 401,029.77</b>	<b>\$ 500,638.20</b>	<b>\$ 620,168.31</b>	<b>\$ 763,604.44</b>	<b>\$ 935,727.80</b>	<b>\$ 3,221,168.51</b>	
<b>IMPUESTO A LA RENTA</b>	<b>\$ 60,216.29</b>	<b>\$ 25,768.77</b>	<b>\$ 97,823.48</b>	<b>\$ 184,289.13</b>	<b>\$ 288,047.90</b>	<b>\$ 601,544.65</b>	<b>\$ 750,957.29</b>	<b>\$ 930,252.46</b>	<b>\$ 1,145,406.66</b>	<b>\$ 1,403,591.70</b>	<b>\$ 5,487,898.34</b>	
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>\$ 140,504.68</b>	<b>\$ 60,127.14</b>	<b>\$ 228,254.78</b>	<b>\$ 430,007.96</b>	<b>\$ 672,111.78</b>	<b>\$ 1,002,574.42</b>	<b>\$ 1,251,595.49</b>	<b>\$ 1,550,420.77</b>	<b>\$ 1,909,011.10</b>	<b>\$ 2,339,319.50</b>	<b>\$ 9,583,927.62</b>	

Fuente: Elaboración propia.

## 7.4.2. Flujo de caja.

**Tabla 116:**

*Flujo de caja en el primer año del proyecto.*

CONCEPTO	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
A. INGRESOS																								
Caja inicial	S/.	8,542.95	S/.	17,085.91	S/.	25,628.86	S/.	34,171.81	S/.	42,714.77	S/.	51,257.72	S/.	59,800.67	S/.	68,343.63	S/.	76,886.58	S/.	85,429.53	S/.	93,972.48		
ventas de etano por mes	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00	S/	117,000.00		
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>S/</b>	<b>117,000.00</b>	<b>S/</b>	<b>125,542.95</b>	<b>S/</b>	<b>134,085.91</b>	<b>S/</b>	<b>142,628.86</b>	<b>S/</b>	<b>151,171.81</b>	<b>S/</b>	<b>159,714.77</b>	<b>S/</b>	<b>168,257.72</b>	<b>S/</b>	<b>176,800.67</b>	<b>S/</b>	<b>185,343.63</b>	<b>S/</b>	<b>193,886.58</b>	<b>S/</b>	<b>202,429.53</b>	<b>S/</b>	<b>210,972.48</b>
B. EGRESOS																								
Materiales directos	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65	S/.	13,170.65		
Materiales indirectos	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80	S/.	10,895.80		
Mano de obra calificada	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17	S/.	4,977.17		
Mano de obra no calificada	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38	S/.	18,697.38		
Mano de obra indirecta	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06	S/.	8,456.06		
Gastos administrativos	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43	S/.	13,011.43		
Gastos de ventas	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64	S/.	4,984.64		
Intereses	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29	\$	24,996.29		
Amortizaciones	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83	\$	145.83		
Impuesto a la renta	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32	S/.	6,235.32		
Imprevistos	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31	S/	1,924.31		
Otros	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16	S/	962.16		
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>	<b>S/</b>	<b>108,457.05</b>		
<b>CAJA FINAL</b>	<b>S/.</b>	<b>8,542.95</b>	<b>S/.</b>	<b>17,085.91</b>	<b>S/.</b>	<b>25,628.86</b>	<b>S/.</b>	<b>34,171.81</b>	<b>S/.</b>	<b>42,714.77</b>	<b>S/.</b>	<b>51,257.72</b>	<b>S/.</b>	<b>59,800.67</b>	<b>S/.</b>	<b>68,343.63</b>	<b>S/.</b>	<b>76,886.58</b>	<b>S/.</b>	<b>85,429.53</b>	<b>S/.</b>	<b>93,972.48</b>	<b>S/.</b>	<b>102,515.44</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 7.5. EVALUACIÓN ECONOMICA FINANCIERA

### 7.5.1. Tasa de rentabilidad económica y social

#### 7.5.1.1. Antes del impuesto.

Es el cálculo expresado en porcentaje, entre las utilidades netas antes de los impuestos y la inversión total.

El retorno de la inversión estimada antes de los impuestos es de 19%, lo que demuestra la factibilidad económica de la inversión.

#### 7.5.1.2. Después del impuesto.

Es el cálculo expresado en porcentaje, entre las utilidades netas después del pago de impuestos y la inversión total.

El retorno de la inversión después de pago de los impuestos es del 52%, lo que demuestra la factibilidad económica de la inversión.

### 7.5.2. Tiempo de recuperación de la inversión.

Es la etapa en años, donde se expresa la recuperación de la inversión realizada sobre el capital fijo, operando 8000 horas por año.

El tiempo de repago antes de los impuestos es de 4.5 años.

### 7.5.3. Valor presente neto

A continuación, se presenta el análisis financiero, considerando el cálculo del VAN y el TIR, obtenido en el horizonte del proyecto, siendo estos de \$ 1, 643,976.52 y 52% respectivamente.

**Tabla 117:**

*Calculo del VAN y TIR.*

VANF	S/. 1,643,976.52	TIRF	52%
------	------------------	------	-----

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 118:**

*Análisis financiero del proyecto en el horizonte.*

CONCEPTO	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>A. FLUJO DE INGRESOS</b>											
VENTAS	\$ -	\$ 1,404,000.00	\$ 1,684,800.00	\$ 2,021,760.00	\$ 2,426,112.00	\$ 2,911,334.40	\$ 3,493,601.28	\$ 4,192,321.54	\$ 5,030,785.84	\$ 6,036,943.01	\$ 7,244,331.61
VALOR RESIDUAL DE A/F	\$ -	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30	\$ 24,040.30
RECUPERACION DE CAPITAL DE TRABAJO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 441,829.31	\$ 552,828.55	\$ 686,027.64	\$ 845,866.55	\$ 1,037,673.24	\$ 3,564,225.29
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 1,428,040.30</b>	<b>\$ 1,708,840.30</b>	<b>\$ 2,045,800.30</b>	<b>\$ 2,450,152.30</b>	<b>\$ 3,377,204.01</b>	<b>\$ 4,070,470.13</b>	<b>\$ 4,902,389.48</b>	<b>\$ 5,900,692.69</b>	<b>\$ 7,098,656.55</b>	<b>\$ 10,832,597.20</b>
<b>B. FLUJO DE EGRESOS</b>											
INVERSION FIJA	\$ 617,338.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO	\$ 674,454.32	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO DE FABRICACION	\$ 614,638.60	\$ 672,398.08	\$ 741,709.44	\$ 824,883.08	\$ 924,691.45	\$ 1,044,461.50	\$ 1,188,185.55	\$ 1,360,654.41	\$ 1,567,617.04	\$ 1,815,972.20	\$ 2,159,529.31
GASTOS DE OPERACIÓN	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93	\$ 215,952.93
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ 2,122,383.86</b>	<b>\$ 888,351.01</b>	<b>\$ 957,662.37</b>	<b>\$ 1,040,836.02</b>	<b>\$ 1,140,644.38</b>	<b>\$ 1,260,414.43</b>	<b>\$ 1,404,138.48</b>	<b>\$ 1,576,607.34</b>	<b>\$ 1,783,569.97</b>	<b>\$ 2,031,925.14</b>	<b>\$ 2,319,479.67</b>
<b>FLUJO ECONOMICO</b>	<b>\$ 2,122,383.86</b>	<b>\$ 539,689.29</b>	<b>\$ 751,177.93</b>	<b>\$ 1,004,964.28</b>	<b>\$ 1,309,507.92</b>	<b>\$ 2,116,789.58</b>	<b>\$ 2,666,331.65</b>	<b>\$ 3,325,782.14</b>	<b>\$ 4,117,122.72</b>	<b>\$ 5,066,731.41</b>	<b>\$ 2,082,143.47</b>
MAS:											
PRESTAMO	\$ 1,472,623.05										
MENOS:											
SERVICIO A LA DEUDA		\$ 299,955.52	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04	\$ 599,911.04					
IMPUESTO A LA RENTA		\$ 74,823.79	\$ 51,749.30	\$ 132,043.89	\$ 228,397.39	\$ 344,021.60	\$ 662,743.97	\$ 829,242.83	\$ 1,029,041.46	\$ 1,268,799.82	\$ 1,556,509.85
<b>FLUJO FINANCIERO</b>	<b>\$ 649,760.80</b>	<b>\$ 164,909.98</b>	<b>\$ 99,517.59</b>	<b>\$ 273,009.36</b>	<b>\$ 481,199.48</b>	<b>\$ 1,172,856.94</b>	<b>\$ 2,003,587.69</b>	<b>\$ 2,496,539.31</b>	<b>\$ 3,088,081.26</b>	<b>\$ 3,797,931.59</b>	<b>\$ 3,638,653.33</b>

#### 7.5.4. Relación beneficio/ costo.

La relación beneficio costo del proyecto, presenta un valor de 1.22, lo que significa que por cada dólar invertido se genera una ganancia del 23%.

**Tabla 119:**

*Relación beneficio/costo.*

Relación costo beneficio	1.22
--------------------------	------

Fuente: Elaboración propia.

### **CAPITULO VIII. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y SOSTENABILIDAD AMBIENTAL**

Desde la etapa de diseño del proyecto deberá incluirse el manejo integrado de recursos bajo la óptica del desarrollo sostenible. “Deberá efectuarse un análisis de aquellas variables que potencialmente podrían ocasionar efectos negativos al ambiente y otros riesgos, durante la ejecución del proyecto”.

El impacto al ambiente podría ser positivo cuando los efectos del proyecto mejoren el entorno, o bien negativos cuando provoquen deterioro. En el segundo de los casos deberán indicarse las medidas de mitigación que se utilizarán para reducir o minimizar sus efectos.

El impacto negativo identificado en el procesamiento de etanol son los efluentes que se forman a partir de los diferentes procesos, el cual tiene una carga importante de sólidos, donde podemos encontrar lignina no hidrolizada y vinaza; las mismas que son utilizadas en diferentes procesos.

El sector económico de la lignina obtenida en el proceso es para la obtención de derivados aromáticos, cuyo valor añadido es alto como producto químico. Esto indica que este sub producto puede ser vendido a otras industrias que la utilizaran como materia prima para aditivos y elaboración de biocombustibles.



Cabe señalar que la lignina también puede ser usada en la industria de resinas poliméricas o para adhesivos.

Para la vinaza, el cual es un sub producto muy importante, por su alto contenido de potasio puede ser utilizado para la elaboración de abonos, el cual puede ser tratado de forma química para reducir su pH y tener un gran potencial para la agricultura en la región.

#### **IV. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

##### **4.1. Discusiones**

Objetivos 1, donde se planteó determinar la demanda y el potencial consumo de bioetanol, se evidencio al realizar dicho estudio, que el consumo de bioetanol va creciendo en 1.2% conforme van pasando los años, esto nos indica que tenemos un mercado, donde, aceptan el consumo del producto como un recurso renovable y utilizando nuestras fuentes de energía que nosotros producimos.

Según (Vásquez, 2018), refiere a que, si el país es rico en energías renovables y sostenibles, se deben aprovechar para que se pueda diversificar los tipos de energía existentes en el país. El estado y las regiones deben de fomentar el desarrollo de estas fuentes de energía y el consumo y/o exportación de estos biocombustibles.

Objetivos 2, realizar el estudio técnico- tecnológico para la Instalación de una Planta Productora de Bioetanol.

Según (Gilbeth, 2017), nos refiere que para la instalación de una planta de etanol se debe de tener en cuenta la producción, accesibilidad a la materia prima, costos, tamaño y capacidad de planta.

Al realizar el estudio se logó identificar cual sería nuestra producción anual y con ello determinar que cantidad de materia se requiere para dicha producción. La mejor opción donde seria la ubicación de nuestra planta es Ferreñafe por la alta fluencia de agua potable, energía eléctrica, facilidad de las rutas de acceso a las materias primas y mano de obra. Dentro de este análisis se precisó cual sería el

tamaño de nuestra planta productora que es de 1000m<sup>2</sup> y la capacidad de producción que será de 60,000 litro/día.

Objetivo 3, Realizar un análisis económico - financiero del estudio de prefactibilidad, se evaluó en estado económico – financiero del proyecto el cual que tendrá una inversión total de S/1 472 623,05 para una capacidad de 18,720.00 m<sup>3</sup> al año, cubriendo mano de obra directa e indirecta, materia prima e insumos, infra estructura y costo del terreno. Asimismo, se determinó el valor de la tasa interna de retorno con un valor del 52% y un Valor actual neto de \$1, 643,976.52 obteniendo así un costo beneficio de 1.22.

(Malca, 2021) en su proyecto de producción de bioetanol a partir de residuos orgánicos, no indica que la puesta en marcha de una planta procesadora es viable económicamente y ambientalmente, ya que su TIR es del 25% y está por encima del porcentaje de interés que es del 10% obteniendo un costo beneficio de 1.18.

## **4.2. Conclusiones.**

### **4.2.1. Del análisis técnico.**

De acuerdo al análisis realizado para la ejecución del proyecto, es factible poder procesar bagazo de caña y cascarilla de arroz para obtener bio etanol. Para el proceso de hidrolisis a la biomasa se consideró el proceso de Organosol, y en el caso del proceso de fermentación de los azúcares obtenidos de la hidrolisis bacterias específicas que degraden hexosas y pentosas utilizando para ello un solo reactor. Así mismo se determinó que el rendimiento es de 0.2 litros de alcohol por kilo de biomasa, conformada por cascarilla de arroz y bagazo de caña.

### **4.2.2. Del análisis financiero.**

De acuerdo al análisis financiero realizado al proyecto, podemos indicar que, la inversión requerida para su ejecución es de \$ 674,454.32 dólares; el costo final de producción del etanol por

litro es \$ 0.08. Asimismo, se determinó el valor de la tasa interna de retorno con un valor del 52% y un Valor actual neto de \$1, 643,976.52 durante los diez años establecidos en el horizonte del proyecto. Cabe indicar que el servicio a la deuda está considerado en 4.5 años, obteniendo así un costo beneficio de 1.22 y un punto de equilibrio del 22%.

#### **4.2.3. Del análisis ambiental.**

De acuerdo al análisis sobre el impacto ambiental generado por el desarrollo del proyecto, podemos decir que es muy bajo, ya que se trabajara con sub productos de diferentes industrias que generan un impacto a la hora de utilización como combustibles, así mismo de los sub productos formados en el proceso, como la vinaza, se destinara para el uso de fertilizantes.

#### **4.3. Recomendaciones.**

Para que la empresa este a nivel de sus demás competidores, se recomienda que busque la implementación y certificación del sistema de gestión de calidad ISO 14000, garantizando una responsabilidad medio ambiental más completa, así como también el poder tener un ingreso por la reducción de emisiones de CO<sup>2</sup> al ambiente.

Iniciar una política regional para el uso adecuado de sub productos generados en las diferentes industrias, con el fin de reducir los impactos ambientales que estos generan.

Buscar el fortalecimiento de la cadena de valor, articulando sus capacidades a fin de poder mejorar sus indicadores de producción, lo cual se traducirá en tener mayor poder de negociación en el mercado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegboye, M. F., Ojuederie, O. B., Talia, P. M., & Babalola, O. O. (2021). Bioprospecting of microbial strains for biofuel production: Metabolic engineering, applications, and challenges. *Biotechnology for Biofuels*, 14(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s13068-020-01853-2>
- Arumugam, A., Malolan, V. V., & Ponnusami, V. (2021). Contemporary Pretreatment Strategies for Bioethanol Production from Corncobs: A Comprehensive Review. *Waste and Biomass Valorization*, 12(2), 577-612. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-00983-w>
- Bajpai, P. (2016). *Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Biofuel Production*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0687-6>
- Bittencourt, G. A., Barreto, E. da S., Brandão, R. L., Baêta, B. E. L., & Gurgel, L. V. A. (2019). Fractionation of sugarcane bagasse using hydrothermal and advanced oxidative pretreatments for bioethanol and biogas production in lignocellulose biorefineries. *Bioresource Technology*, 292, 121963. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121963>
- Buraimoh, O. M., Ogunyemi, A. K., Isanbor, C., Aina, O. S., Amund, O. O., Ilori, M. O., & Familoni, O. B. (2021). Sustainable generation of bioethanol from sugarcane wastes by *Streptomyces coelicolor* strain COB KF977550 isolated from a tropical estuary. *Scientific African*, 11, e00709. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00709>
- Chantas Torres, V. (2015). *Producción de biocombustible a partir de biomasa lignocelulósica de sorgo dulce (Sorghum bicolor Var. Sugar Drip) por extracción con vapor* [Universidad Nacional de Piura].

<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/647/IND-CHA-TOR-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cheng, C.-L. (2011). Biohydrogen production from lignocellulosic feedstock. *Bioresource Technology*, 10.

Chiroque Marchena, J. I. (2018). *Capacidad de producción de bioetanol a través de la degradación de residuos sólidos orgánicos en Chiriaco, 2018.* [Universidad de Lambayeque]. <https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/175/3/TESIS%20Chiroque%20Marchena%20Jenny.pdf>

da Siva Martins, L. H., Komesu, A., Moreira Neto, J., Oliveira, J. A. R., Rabelo, S. C., & Costa, A. C. (2021). Pretreatment of sugarcane bagasse by OX-B to enhancing the enzymatic hydrolysis for ethanol fermentation. *Journal of Food Process Engineering*, 44(2). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13579>

Diaz Saldaña, L., & Silupú Risco, V. (2017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de bioetanol de segunda generación, a partir de cascarilla de arroz* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/1228/BC-TES-5930.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Duque, A., Álvarez, C., Doménech, P., Manzanares, P., & Moreno, A. D. (2021). Advanced Bioethanol Production: From Novel Raw Materials to Integrated Biorefineries. *Processes*, 9(2), 206. <https://doi.org/10.3390/pr9020206>

- Ferreira, J. A., Brancoli, P., Agnihotri, S., Bolton, K., & Taherzadeh, M. J. (2018). A review of integration strategies of lignocelluloses and other wastes in 1st generation bioethanol processes. *Process Biochemistry*, 75, 173-186. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.09.006>
- Gupta, V. K., & Tuohy, M. G. (Eds.). (2013). *Biofuel Technologies*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34519-7>
- Hou, J., Ding, C., Qiu, Z., Zhang, Q., & Xiang, W.-N. (2017). Inhibition efficiency evaluation of lignocellulose-derived compounds for bioethanol production. *Journal of Cleaner Production*, 165, 1107-1114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.204>
- Hou, J., Tang, J., Chen, J., & Zhang, Q. (2019). Quantitative Structure-Toxicity Relationship analysis of combined toxic effects of lignocellulose-derived inhibitors on bioethanol production. *Bioresource Technology*, 289, 121724. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121724>
- Karimi, K. (Ed.). (2015). *Lignocellulose-Based Bioproducts* (Vol. 1). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14033-9>
- Khaire, K. C., Moholkar, V. S., & Goyal, A. (2021). Bioconversion of sugarcane tops to bioethanol and other value added products: An overview. *Materials Science for Energy Technologies*, 4, 54-68. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2020.12.004>
- Lopez-Hidalgo, A. M., Sánchez, A., & De León-Rodríguez, A. (2017). Simultaneous production of bioethanol and biohydrogen by *Escherichia coli* WDHL using wheat straw hydrolysate as substrate. *Fuel*, 188, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.10.022>

- Luo, J., Qian, L., Zhu, Y., Zhang, F., & Jiang, L. (2021). Combination of ethanol and  $Fe_3O_4 @ C-SO_3H$  pretreatment of *Eucalyptus* for glucose release via enzymatic saccharification. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 96(3), 583-591. <https://doi.org/10.1002/jctb.6571>
- Mattila, H., Kuuskeri, J., & Lundell, T. (2017). Single-step, single-organism bioethanol production and bioconversion of lignocellulose waste materials by phlebioid fungal species. *Bioresource Technology*, 225, 254-261. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.082>
- MIDAGRI. (2020). *Boletín Mensual «El Agro en Cifras»—Diciembre 2020* [Boletín Mensual]. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riegp.
- Morales, M., Arvesen, A., & Cherubini, F. (2021). Integrated process simulation for bioethanol production: Effects of varying lignocellulosic feedstocks on technical performance. *Bioresource Technology*, 328, 124833. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124833>
- Morales-Rodriguez, R., Perez-Cisneros, E. S., de Los Reyes-Heredia, J. A., & Rodriguez-Gomez, D. (2016). Evaluation of biorefinery configurations through a dynamic model-based platform: Integrated operation for bioethanol and xylitol co-production from lignocellulose. *Renewable Energy*, 89, 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.12.019>
- Naraian, R. (Ed.). (2019). *Mycodegradation of Lignocelluloses*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23834-6>
- Nguyen, D. T. T., Praveen, P., & Loh, K.-C. (2018). *Zymomonas mobilis* immobilization in polymeric membranes for improved resistance to lignocellulose-derived inhibitors in bioethanol fermentation. *Biochemical*

<https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.09.003>

Nwaefuna, A. E., Rumbold, K., Boekhout, T., & Zhou, N. (2021). Bioethanolic yeasts from dung beetles: Tapping the potential of extremophilic yeasts for improvement of lignocellulolytic feedstock fermentation. *Biotechnology for Biofuels*, 14(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s13068-021-01940-y>

Obeta, J. C., Ossai, E. C., & Njoku, O. U. (2021). Optimization and characterization of bioethanol production from *Abrus* seed flour. *International Journal of Energy Research*, 45(3), 3883-3898. <https://doi.org/10.1002/er.6040>

Prasad, R. K., Chatterjee, S., Mazumder, P. B., Gupta, S. K., Sharma, S., Vairale, M. G., Datta, S., Dwivedi, S. K., & Gupta, D. K. (2019). Bioethanol production from waste lignocelluloses: A review on microbial degradation potential. *Chemosphere*, 231, 588-606. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.142>

Rodriguez Garcia, S. (2015). *Extracción y caracterización de bioetanol a partir de biomasa lignocelulósica de caña de azúcar (Saccharum Officinarum L.)* [Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/394/AGR-ROD-GAR-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saye, L. M. G., Navaratna, T. A., Chong, J. P. J., O'Malley, M. A., Theodorou, M. K., & Reilly, M. (2021). The Anaerobic Fungi: Challenges and Opportunities for Industrial Lignocellulosic Biofuel Production.



*Microorganisms*, 9(4), 694.

<https://doi.org/10.3390/microorganisms9040694>

Singh, B. P. (Ed.). (2013). *Biofuel crops: Production, physiology, and genetics*.

CAB International.

Tabatabaei, M., & Aghbashlo, M. (Eds.). (2019). *Biodiesel: From Production to*

*Combustion* (Vol. 8). Springer International Publishing.

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-00985-4>

Taha, M., Foda, M., Shahsavari, E., Aburto-Medina, A., Adetutu, E., & Ball, A.

(2016). Commercial feasibility of lignocellulose biodegradation:

Possibilities and challenges. *Current Opinion in Biotechnology*, 38, 190-

197. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.02.012>

Wang, Y., Liu, P., Zhang, G., Yang, Q., Lu, J., Xia, T., Peng, L., & Wang, Y.

(2021). Cascading of engineered bioenergy plants and fungi sustainable

for low-cost bioethanol and high-value biomaterials under green-like

biomass processing. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137,

110586. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110586>

Yao, F., Tian, D., Shen, F., Hu, J., Zeng, Y., Yang, G., Zhang, Y., Deng, S., &

Zhang, J. (2019). Recycling solvent system in phosphoric acid plus

hydrogen peroxide pretreatment towards a more sustainable

lignocellulose biorefinery for bioethanol. *Bioresource Technology*, 275,

19-26. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.12.040>

Zheng, T., Jiang, J., & Yao, J. (2021). Surfactant-promoted hydrolysis of

lignocellulose for ethanol production. *Fuel Processing Technology*, 213,

106660. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2020.106660>

## ANEXOS

### ANEXO-1

#### FICHA TÉCNICA DEL BIOETANOL



#### FICHA TÉCNICA Y DE SEGURIDAD BIOETANOL

**Fórmula:**  $C_2H_6O$ ,  $CH_3CH_2OH$

**Características Generales:** Etanol manufacturado a partir de fuentes biológicas, tales como fermentación de caña de azúcar, papa o maíz.

**Sinónimos:** Alcohol absoluto, Alcohol anhidro, Alcohol deshidratado, Hidrato de etilo, Alcohol de papa, Alcohol de caña.

**Características Físicas:**

**Aspecto:** Líquido claro, incoloro.

**Olor:** Característico.

**Prueba de Alcohol Etilico mínima:** 96.0

**Precauciones:**

**Material Flamable:** Manténgase alejado de calor, chispas, flama abierta o fuentes de ignición.

**Otras Precauciones:** Evite el contacto con ojos y piel. Evite la inhalación de los vapores.

**Contacto con ojos:** Se presenta irritación solo en concentraciones ambientales mayores a 5000 a 10000 ppm.

**Contacto con la piel:** El líquido puede afectar la piel, produciendo dermatitis caracterizada por resequedad y agrietamiento.

**Estabilidad:** Estable en condiciones normales.

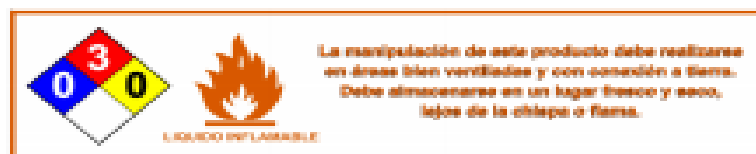
**Condiciones a Evitar:** Calor, chispas y flama abierta.

**Riesgos de fuego y explosión:** Por ser un producto inflamable, los vapores pueden llegar a un punto de ignición, prenderse y transportar el fuego hacia el material que los originó. Los vapores pueden explotar si se prenden en un área cerrada y pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente.

Los productos de descomposición son monóxido y dióxido de carbono.

**Reactividad:** Los materiales oxidantes pueden ocasionar reacciones vigorosas al contacto con el producto.

**Rombo de Seguridad:**



Fuente: <https://www.chimeneas.com.mx>

## ANEXO- 2

### PARTIDA ARANCELARIA

#### TRATAMIENTO ARANCELARIO POR SUBPARTIDA NACIONAL

[Retroceder](#) | [Inicio](#)

Ingrese la partida XXXXXXXXXXX X es una de las 10 cifras de subpartida nac. no considere puntos CODIGO :

ó Ingrese la descripción de un producto sin tilde ni puntuaciones DESCRIPCION :

SECCIÓN:IV PRODUCTOS DE LAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS; BEBIDAS, LIQUIDOS ALCOHOLICOS Y VINAGRE; TABACO Y SUCEDANEOS DEL TABACO, ELABORADOS

CAPITULO:22 BEBIDAS, LÍQUIDOS ALCOHÓLICOS Y VINAGRE

22.06 Las demás bebidas fermentadas (por ejemplo: sidra, perada, aguamiel); mezclas de bebidas fermentadas y mezclas de bebidas fermentadas y bebidas no alcohólicas, no expresadas ni comprendidas en otra parte.

22.06 Las demás bebidas fermentadas (por ejemplo: sidra, perada, aguamiel); mezclas de bebidas fermentadas y mezclas de bebidas fermentadas y bebidas no alcohólicas, no expresadas ni comprendidas en otra parte.

**2206.00.00.00** Las demás bebidas fermentadas (por ejemplo: sidra, perada, aguamiel, sake); mezclas de bebidas fermentadas y mezclas de bebidas fermentadas y bebidas no alcohólicas, no expresadas ni comprendidas en otra parte.

22.07 Alcohol etílico sin desnaturalizar con grado alcohólico volumétrico superior o igual al 80% vol; alcohol etílico y aguardiente desnaturalizados, de cualquier graduación.

**2207.10.00.00** - Alcohol etílico sin desnaturalizar con grado alcohólico volumétrico superior o igual al 80% vol

**2207.20.00.10** -- ALCOHOL CARBURANTE

**2207.20.00.90** -- LOS DEMAS

22.08 Alcohol etílico sin desnaturalizar con grado alcohólico volumétrico inferior al 80% vol; aguardientes, licores y demás bebidas espirituosas.

**2208.20** - Aguardiente de vino o de orujo de uvas:

**2208.20.21.00** --- Pisco

**2208.20.22.00** --- Singani

**2208.20.29.00** --- Los demás

**2208.20.30.00** -- De orujo de uvas («grappa» y similares)

**2208.30.00.00** - Whisky

**2208.40.00.00** - Ron y demás aguardientes procedentes de la destilación, previa fermentación,

MEDIDAS IMPOSITIVAS PARA LAS MERCANCIAS DE LA SUBPARTIDA NACIONAL 2207.10.00.00 ESTABLECIDAS PARA SU INGRESO AL PAIS

TIPO DE PRODUCTO: DS.059-2020 28.03.2020

Gravámenes Vigentes	Valor
Ad / Valorem	0%
Impuesto Selectivo al Consumo	20%
Impuesto General a las Ventas	16%
Impuesto de Promoción Municipal	2%
Derecho Especificos	N.A.
Derecho Antidumping	N.A.
Seguro	1.75%
Sobretasa	0%
Unidad de Medida:	L

N.A.: No es aplicable para esta subpartida

OTROS REQUISITOS PARA LA COMERCIALIZACIÓN CON OTROS PAISES.

[CORRELACIONES](#)

[CONVENIOS](#)

[RESTRICCIONES](#)

[DESCR. MINIMAS](#)

[IND.CRITERIOS](#)

[RESOL. CLASIF.](#)

Fuente: <http://www.aduanet.gob.pe>

### ANEXO-3

#### DEMANDA NACIONAL DE GASOHOL POR DEPARTAMENTO (2020).

DEPARTAMENTO	Gasohol 84 Plus	Gasohol 90 Plus	Gasohol 95 Plus	Gasohol 97 Plus	Gasohol 98 Plus	Total, Gasohol
AMAZONAS	265	642	69		65	1041
ANCASH	860	30714	13599	1152	1074	47399
APURIMAC	139	17524	2274	171		20108
AREQUIPA	4046	126981	28371	1391	1017	161806
AYACUCHO	532	33902	5554	129		40117
CAJAMARCA	11096	42178	3913	134	226	57547
CUSCO	7272	96675	8358	557	176	113038
HUANCAVELICA	16	8430	695	48		9189
HUANUCO	113	19501	2833	1339		23786
ICA	6104	45143	19199	1389	1111	72946
JUNIN	2759	51679	6562	2837	360	64197
LA LIBERTAD	5981	68527	19317	1203	753	95781
<b>LAMBAYEQUE</b>	<b>19390</b>	<b>50738</b>	<b>6705</b>	<b>468</b>	<b>535</b>	<b>77836</b>
LIMA	6083	330531	319939	78490	27794	762837
LORETO						
MADRE DE DIOS						
MOQUEGUA	1387	10331	8130	224	32	20104
PASCO	390	12663	1515	102		14670
PIURA	23636	98291	9738	529	145	132339
PUNO	41750	28590	3340	294		73974
SAN MARTIN	548	1597	232			2377
TACNA	1605	16285	11601	64	215	29770
TUMBES	3186	4787	1043			9016
UCAYALI			156	98		254
<b>TOTAL</b>	<b>137158</b>	<b>1095709</b>	<b>473143</b>	<b>90619</b>	<b>33503</b>	<b>1830132</b>
<b>TOTAL, MBPC</b>	<b>3.26</b>	<b>26.09</b>	<b>11.27</b>	<b>2.16</b>	<b>0.8</b>	<b>43.57</b>

Fuente: Dato del SCOP, SPIC OSINERGMIN – PERU (2020).

**ANEXO- 4**  
**RIESGOS DEL ETANOL**

---

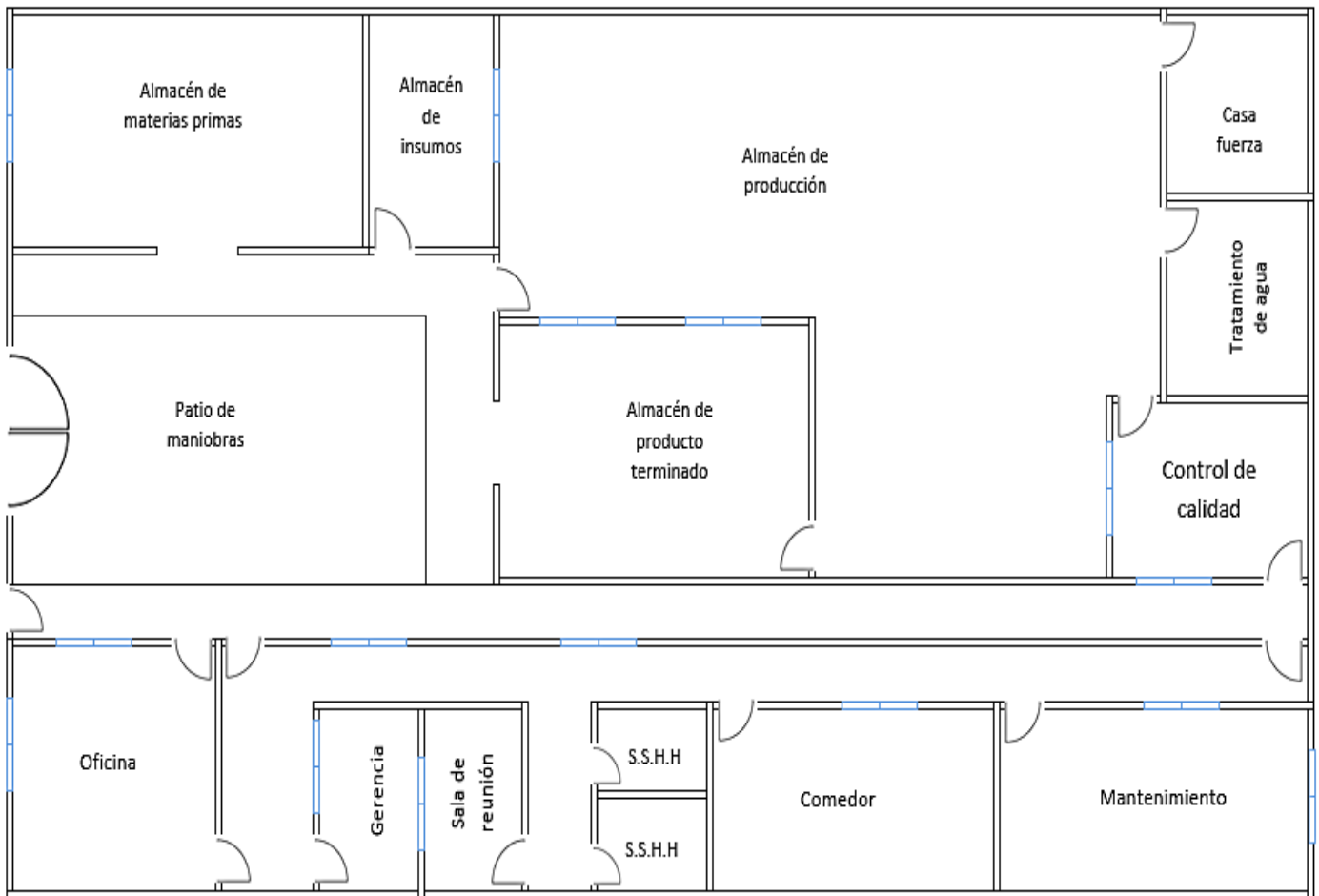
<b>Condición deInflamabilidad</b>	<b>Inflamable en grado severo.</b>
<b>Temperatura deInflamación</b>	8 - 13°C
<b>Temperatura deAuto ignición</b>	363°C
<b>Límites deInflamabilidad</b>	3.3% - 19.0%
<b>Productos deCombustión</b>	Monóxido de Carbono yDióxido de Carbono.
<b>Medios deExtinción</b>	Utilización de extintores de Polvo Químico Seco, Espuma Química y/o Anhídrido Carbónico. Aplicación de Agua sólo en forma de neblina.

---

Fuente: Ficha de Seguridad Química Winkler (2012).

## ANEXO- 5

### DISPOSICIÓN GENERAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO- 6

### ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO.

<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
<b>INGRESOS</b>	1,216,800.00	1,460,160.00	1,752,192.00	2,102,630.40	2,523,156.48	3,027,787.78	3,633,345.33	4,360,014.40	5,232,017.28	6,278,420.73
1%	1,204,632.00	1,445,558.40	1,734,670.08	2,081,604.10	2,497,924.92	2,997,509.90	3,597,011.88	4,316,414.26	5,179,697.11	6,215,636.52
2%	1,180,539.36	1,416,647.23	1,699,976.68	2,039,972.01	2,447,966.42	2,937,559.70	3,525,071.64	4,230,085.97	5,076,103.17	6,091,323.79
<b>EGRESOS</b>	1,016,079.02	1,374,264.09	1,426,113.74	1,488,333.31	1,562,996.80	1,022,638.93	1,130,154.35	1,259,172.86	1,413,995.07	1,599,781.73
<i>Impuesto a la renta</i>	121,929.48	164,911.69	171,133.65	178,600.00	187,559.62	122,716.67	135,618.52	151,100.74	169,679.41	191,973.81
<i>Depreciación</i>	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61
<b>SALDO</b>	-60,840.00	20,321.58	27,485.28	28,522.27	29,766.67	31,259.94	20,452.78	22,603.09	25,183.46	28,279.90
<b>SALDO 1</b>	-60,840.00	16,257.26	21,988.23	22,817.82	23,813.33	25,007.95	16,362.22	18,082.47	20,146.77	22,623.92
<b>SALDO 2</b>	-60,840.00	13,005.81	17,590.58	18,254.26	19,050.67	20,006.36	13,089.78	14,465.98	16,117.41	18,099.14

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO- 7

### ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE MATERIA PRIMA.

<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>	<i>Año 6</i>	<i>Año 7</i>	<i>Año 8</i>	<i>Año 9</i>	<i>Año 10</i>
<b>INGRESOS</b>	1,216,800.00	1,460,160.00	1,752,192.00	2,102,630.40	2,523,156.48	3,027,787.78	3,633,345.33	4,360,014.40	5,232,017.28	6,278,420.73
2%	1,192,464.00	1,430,956.80	1,717,148.16	2,060,577.79	2,472,693.35	2,967,232.02	3,560,678.42	4,272,814.11	5,127,376.93	6,152,852.32
3%	1,156,690.08	1,388,028.10	1,665,633.72	1,998,760.46	2,398,512.55	2,878,215.06	3,453,858.07	4,144,629.69	4,973,555.63	5,968,266.75
<b>M. DIRECTOS</b>	158,047.76	189,657.32	227,588.78	273,106.54	327,727.84	393,273.41	471,928.09	566,313.71	679,576.46	815,491.75
<b>Otros gastos de producción</b>	614,638.60	672,398.08	741,709.44	824,883.08	924,691.45	1,044,461.50	1,188,185.55	1,360,654.41	1,567,617.04	1,815,972.20
<b>Gastos de operación</b>	215,952.93	215,952.93	215,952.93	215,952.93	215,952.93	215,952.93	215,952.93	215,952.93	215,952.93	215,952.93
<b>Otros gastos</b>	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72
<b>Egresos 1</b>	1,016,079.02	1,374,264.09	1,426,113.74	1,488,333.31	1,562,996.80	1,022,638.93	1,130,154.35	1,259,172.86	1,413,995.07	1,599,781.73
<b>Egresos 2</b>	1,039,079.02	1,397,264.09	1,449,113.74	1,511,333.31	1,585,996.80	1,045,638.93	1,153,154.35	1,282,172.86	1,436,995.07	1,622,781.73
<b>EGRESOS</b>	1,027,579.02	1,385,764.09	1,437,613.74	1,499,833.31	1,574,496.80	1,034,138.93	1,141,654.35	1,270,672.86	1,425,495.07	1,611,281.73
<b>Impuesto a la renta</b>	121,929.48	164,911.69	171,133.65	178,600.00	187,559.62	122,716.67	135,618.52	151,100.74	169,679.41	191,973.81
<b>depreciación</b>	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61
<b>SALDO</b>	-60,840.00	20,321.58	27,485.28	28,522.27	29,766.67	31,259.94	20,452.78	22,603.09	25,183.46	28,279.90
<b>SALDO 1</b>	-60,840.00	16,257.26	21,988.23	22,817.82	23,813.33	25,007.95	16,362.22	18,082.47	20,146.77	22,623.92
<b>SALDO 2</b>	-60,840.00	13,005.81	17,590.58	18,254.26	19,050.67	20,006.36	13,089.78	14,465.98	16,117.41	18,099.14

Fuente: Elaboración propia.



## ANEXO- 8

### ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE MANO DE OBRA.

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<i>INGRESOS</i>	1,216,800.00	1,460,160.00	1,752,192.00	2,102,630.40	2,523,156.48	3,027,787.78	3,633,345.33	4,360,014.40	5,232,017.28	6,278,420.73
0.02	365,040.00	365,040.00	365,040.00	365,040.00	365,040.00	365,040.00	365,040.00	365,040.00	365,040.00	365,040.00
0.03	304,200.00	304,200.00	304,200.00	304,200.00	304,200.00	304,200.00	304,200.00	304,200.00	304,200.00	304,200.00
MOD	334,620.00	334,620.00	334,620.00	334,620.00	334,620.00	334,620.00	334,620.00	334,620.00	334,620.00	334,620.00
<i>Otros gastos de operación</i>	614,638.60	672,398.08	741,709.44	824,883.08	924,691.45	1,044,461.50	1,188,185.55	1,360,654.41	1,567,617.04	1,815,972.20
<i>Otros gastos</i>	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72	59,815.72
Egresos 1	1,016,079.02	1,374,264.09	1,426,113.74	1,488,333.31	1,562,996.80	1,022,638.93	1,130,154.35	1,259,172.86	1,413,995.07	1,599,781.73
Egresos 2	1,039,079.02	1,397,264.09	1,449,113.74	1,511,333.31	1,585,996.80	1,045,638.93	1,153,154.35	1,282,172.86	1,436,995.07	1,622,781.73
EGRESOS	1,027,579.02	1,385,764.09	1,437,613.74	1,499,833.31	1,574,496.80	1,034,138.93	1,141,654.35	1,270,672.86	1,425,495.07	1,611,281.73
<i>Impuesto a la renta</i>	121,929.48	164,911.69	171,133.65	178,600.00	187,559.62	122,716.67	135,618.52	151,100.74	169,679.41	191,973.81
<i>depreciación</i>	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61	406,431.61
SALDO	60,840.00	20,321.58	27,485.28	28,522.27	29,766.67	31,259.94	20,452.78	22,603.09	25,183.46	28,279.90
SALDO 1	60,840.00	16,257.26	21,988.23	22,817.82	23,813.33	25,007.95	16,362.22	18,082.47	20,146.77	22,623.92
SALDO 2	60,840.00	13,005.81	17,590.58	18,254.26	19,050.67	20,006.36	13,089.78	14,465.98	16,117.41	18,099.14

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO- 9

### INDICES Y GRADOS DE RIESGOS / MATRIZ IPERC.

INDICE	PROBABILIDAD (A+B+C+D)				SEVERIDAD (F)	ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	
	PERSONAS EXPUESTAS (A)	PROCEDIMIENTOS EXISTENTES (B)	CAPACITACIÓN (C)	EXPOSICIÓN AL RIESGO (D)		PUNTAJE (G)	GRADO DE RIESGO
1	De 1 a 3	Existen, son satisfactorios y suficientes	Personal enterado. Conoce el peligro y lo previene.	Al menos una vez al año	Lesión sin incapacidad	4	Trivial(T)
				Esporádicamente	Discomfort / Incomodidad	De 5 a 8	Tolerable (TO)
2	De 4 a 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente enterado. Conoce el peligro, pero no toma acciones de control.	Al menos una vez al mes	Lesión con incapacidad Temporal	De 9 a 16	Moderado(M)
				Eventualmente	Daño a la salud reversible	De 17 a 24	Importante (IM)
3	Mas de 12	No existen	Personal no enterado, no conoce el peligro, no toma acciones de control.	Al menos una vez al día	Lesión con incapacidad Permanente	De 25 a 36	Intolerable (IT)
				Permanentemente	Daño a la salud irreversible		

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO- 10

MATRIZ IPERC.

IPERC							
IDENTIFICACION DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONTROL							
PROYECTO:		PRODUCTORA DE BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS LIGNOCELULOSICOS					
PROYECTO:	ACTIVIDADES	EVALUACIÓN DEL RIESGO		RIESGO		RIESGO CON CONTROLES ACTUALES	MEDIDAS DE CONTROL
		FACTOR DE RIESGO	FUENTE GENERADORA (PELIGROS)	EVENTO PELIGROSO	CONSECUENCIAS	NIVEL DE RIESGO	
						(NP1xNC1)	
PRODUCTORA DE BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS LIGNOCELULOSICOS	MATERIALES E INSUMOS "A"	Ergonómico	Posturas incomodas o forzadas	Vigilar que se cumpla con las actividades diarias	Estrés, tensión muscular	Moderado	Concientizar a los trabajadores a cumplir con todas las actividades que se les encomendó
				Orientar a los trabajadores en la correcta realización de sus actividades	Estrés, tensión muscular	Moderado	Realizar un entrenamiento previo a la realización de las actividades a realizarse en la obra
		Locativo	Terreno desnivelado	caídas, tropezones	Golpes, traumatismo(heridas )	Moderado	uso de vías peatonales
		Mecánico	Maquinas en movimiento	atropellos	traumatismo, fracturas, muerte	Importante	pasar por vías señalizadas, obedecer órdenes de vigías, distanciamiento de seguridad de equipos en movimiento
	LAVADORA	Ergonómico	Condiciones ergonómicas de trabajo (posturas inadecuadas, sobre esfuerzo)	Ergonómico por posturas de trabajo, sobre esfuerzo	Lumbalgias, bursitis, tensión del cuello u hombros, lesiones musculoesqueléticas	Moderado	Personal calificado, del equipo y herramientas6.- Uso de EPPs

	Mecánico	Maquinas en movimiento	atropellos	traumatismo, fracturas, muerte	Importante	pasar por vías señalizadas, obedecer órdenes de vigías, distanciamiento de seguridad de equipos en movimiento
	Físico	Ruido	Exposición a niveles altos de ruido	Hipoacusia	Moderado	uso de protectores auditivos
CORTADORA	Ergonómico	Condiciones ergonómicas de trabajo (posturas inadecuadas, sobre esfuerzo)	Ergonómico por posturas de trabajo, sobreesfuerzo	Lumbalgias, bursitis, tensión del cuello u hombros, lesiones musculoesqueléticas	Moderado	Personal calificado, del equipo y herramientas6.- Uso de EPPs
	Mecánico	Cortadora	Partes mecánicas en movimiento	atrapamiento, traumatismo, fracturas, muerte	Importante	mantener guardas de seguridad de partes móviles, mantener distancia de seguridad.
	Químicos	Contacto con material particulado	polvo, partículas en suspensión	Enfermedades permanentes, fibrosis	Moderado	uso de protector respiratorio para partículas en suspensión
	Físico	Ruido	Exposición a niveles altos de ruido	Hipoacusia	Moderado	uso de protectores auditivos
	Ergonómico	Condiciones ergonómicas de trabajo (posturas inadecuadas, sobre esfuerzo)	Ergonómico por posturas de trabajo, sobreesfuerzo	Lumbalgias, bursitis, tensión del cuello u hombros, lesiones musculoesqueléticas	Moderado	Personal calificado, del equipo y herramientas6.- Uso de EPPs
MOLINO	Mecánico	Cortadora	Partes mecánicas en movimiento	atrapamiento, traumatismo, fracturas, muerte	Importante	mantener guardas de seguridad de partes móviles, mantener distancia de seguridad.
	Químicos	Contacto con material particulado	polvo, partículas en suspensión	Enfermedades permanentes, fibrosis	Moderado	uso de protector respiratorio para partículas en suspensión
	Físico	Ruido	Exposición a niveles altos de ruido	Hipoacusia	Moderado	uso de protectores auditivos
	Locativos	Suelos y accesos irregulares	tropezones, resbalones, caídas.	Contusión, golpes, raspones.	Moderado	Respetar las señalizaciones por donde se debe transitar para así no sufrir ningún accidente.
TANQUE DE MESCLA	Locativos	Traslado por escaleras	Resbalar o tropezar, caídas a desnivel	Fractura, traumatismo, heridas	Moderado	subir sin cosas en las manos, sostenerse en las barandas, no correr por las gradas.

		Químicos	Contacto con material particulado	polvo, partículas en suspensión	Enfermedades permanentes, fibrosis	Moderado	uso de protector respiratorio para partículas en suspensión
REACTOR DE PRELICUEFACCIÓN Y LICUEFACCIÓN	Locativos		Suelos y accesos irregulares	tropezones, resbalones, caídas.	Contusión, golpes, raspones.	Moderado	Respetar las señalizaciones por donde se debe transitar para así no sufrir ningún accidente.
			Traslado por escaleras	Resbalar o tropezar, caídas a desnivel	Fractura, traumatismo, heridas	Moderado	subir sin cosas en las manos, sostenerse en las barandas, no correr por las gradas.
	Físicos	superficies calientes	quemaduras	quemaduras de 1er y 2do grado por contacto	Tolerable	Mantener distancias de seguridad con superficies calientes.	
	Químicos	Contacto con material particulado	polvo, partículas en suspensión	Enfermedades permanentes, fibrosis	Moderado	uso de protector respiratorio para partículas en suspensión	
REACTOR DE FERMENTACIÓN Y REACTOR SFS	Químicos	Gases y vapores orgánicos	gases y vapores orgánicos	Enfermedades permanentes, asfixia	Moderado	uso de protector respiratorio para gases y vapores orgánicos	
	Mecánico	Maquinas en movimiento	atropellos	traumatismo, fracturas, muerte	Importante	pasar por vías señalizadas, obedecer órdenes de vigías, distanciamiento de seguridad de equipos en movimiento	
	Locativos		Suelos y accesos irregulares	tropezones, resbalones, caídas.	Contusión, golpes, raspones.	Moderado	Respetar las señalizaciones por donde se debe transitar para así no sufrir ningún accidente.
			Traslado por escaleras	Resbalar o tropezar, caídas a desnivel	Fractura, traumatismo, heridas	Moderado	subir sin cosas en las manos, sostenerse en las barandas, no correr por las gradas.
	Físicos	superficies calientes	quemaduras	quemaduras de 1er y 2do grado por contacto	Tolerable	Mantener distancias de seguridad con superficies calientes.	
	Químicos	Contacto con material particulado	polvo, partículas en suspensión	Enfermedades permanentes, fibrosis	Moderado	uso de protector respiratorio para partículas en suspensión	
COLUMNA DE DESTILACIÓN RECUPERADORES	Físicos		superficies calientes	quemaduras	quemaduras de 1er y 2do grado por contacto	Tolerable	Mantener distancias de seguridad con superficies calientes.
			ambientes con temperaturas calientes	estrés por golpe de calor	cefalea, mareos, deshidratación	Tolerable	hidratación constante, no estar expuesto por mucho tiempo a zonas con temperaturas extremas.
CHILLER CALDERO DE	Físicos	superficies calientes	quemaduras	quemaduras de 1er y 2do grado por contacto	Tolerable	Mantener distancias de seguridad con superficies calientes.	

VAPOR		ambientes con temperaturas calientes	estrés por golpe de calor	cefalea, mareos, deshidratación	Tolerable	hidratación constante, no estar expuesto por mucho tiempo a zonas con temperaturas extremas.
	Físico	Ruido	Exposición a niveles altos de ruido	Hipoacusia	Moderado	uso de protectores auditivos
	Mecánicos	Presión de vapor	intoxicación por gases	quemaduras de vías respiratorias, quemaduras de 1er y 2do grado	Moderado	Operador especializado, cronograma de mantenimiento, revisión contante, cuaderno de bitácora de averías, etc.
			explosión	quemaduras, proyecciones, muerte	Importante	
Físicos	ambientes con temperaturas calientes	estrés por golpe de calor	cefalea, mareos, deshidratación	Moderado	hidratación constante, no estar expuesto por mucho tiempo a zonas con temperaturas extremas.	
TODOS LOS EQUIPOS ENERGIZADOS	Eléctricos	Contacto con equipos energizados	Conexión de equipos eléctricos y manipulación	Shock eléctrico, fibrilación, cardio respiratorio, quemaduras, etc.	Moderado	Concientizar a los trabajadores para que les den el adecuado uso a sus implementos de protección personal (EPPs)
		Maquinaria con falta de mantenimiento y/o defectuosas	Shock eléctricos directo o indirecto, explosiones, quemaduras	quemaduras, muerte	Moderado	Realizar un control de registros que indiquen que las maquinas y/o herramientas se encuentren en buen y mantenimientos al día.

	SARS COV-2	Biológico	COVID - 19	<p>1.-En personas diagnosticados positivos a COVID-19.</p> <p>2.-En personas asintomáticas.</p> <p>3.-En objetos de contacto directo.</p> <p>4.-En ambientes de uso común</p> <p>5.-En lugares fuera de la empresa</p>	<p><b>Exposición directa</b> (Contacto con la persona portador del virus y mediante gotas respiratorias de más de 5 micras (Capaces de transmitirse a distancia de hasta 2 metros) <b>o indirecta</b> (Superficies que contengan el virus: Elementos metálicos, cartones, madera, etc.); <b>a contagio por COVID-19</b></p>	Moderado	<p>1.-Mascarillas descartables, para personal en general.</p> <p>2.-Guantes quirúrgicos, descartables, para personal específico.</p> <p>3.-Trajes especiales Tyvek, para personal específico.</p> <p>4.-Indumentaria médica según OMS, para personal de salud.</p> <p>5.-EPP propio de cada actividad.</p> <p>6.-El personal de riesgo de acuerdo con MINSA, no retorna al lugar de trabajo hasta concluir emergencia sanitaria.</p> <p>7.-Implementación de termómetros digitales, para toma de temperaturas.</p> <p>8.-Implementación del diseño de mascarillas según MINSA, para 100% del personal.</p> <p>9.-Diseño de área de aislamiento, para casos COVID-19</p> <p>10.-Implementación de sistemas de aseo para el personal en general, en los diferentes puntos.</p> <p>11.-Implementación de pruebas rápidas, para descarte de COVID-19.</p>
--	---------------	-----------	------------	--	---	----------	---

## ANEXO- 11

### CRITERIO DE VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA MATRIZ DE LEOPOLD.

Criterio de Evaluación	Nivel De Incidencia	Valor De Ponderación	
		Impacto Positivo	Impacto Negativo
Tipo De Impacto (TI)	positivo	P	N
	negativo		
Magnitud (M)	baja	1	1
	moderada	2	2
	alta	3	3
Área De Influencia (AI)	puntual	1	1
	local	2	2
	zonal	3	3
Duración (D)	corta	1	1
	moderada	2	2
	permanente	3	3
Mitigabilidad (MI)	baja		3
	moderada		2
	alta		1
Significancia (S)	baja	3 - 4	4 - 5
	moderada	5 - 7	6 - 9
	alta	8 - 9	10 - 12

Fórmula para determinar la Significancia:

$$(S) = TI (M + AI + D + MI)$$

Fuente: Elaboración propia.



ANEXO- 12

VALORIZACIÓN DE MATRIZ LEOPOLD.

PARAMETROS	Categoría	Componente Ambiental	ACCIONES														
			localización	infraestructura y mantenimiento	transporte	recepción y almace	instalación y funcionamiento	instalación y funcionamiento de	instalación y funcionamiento	instalación y funcionamiento de	consumo de agua de proceso	consumo de energía	recuperación y almacena	recuperación y alma	captación y alm		
Físico	tierra	suelos	-9	-6	-4	-5	-4	-4	-4	-8	-7	-4	-4	-4	-4	-4	-71
		forma de terreno	-9	-7	-4	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-65
	aire	calidad del aire	-9	-4	-4	-4	-7	-6	-8	-8	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-74
		ruidos y vibraciones	-8	-6	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-62
	agua	subterránea	-8	-4	-4	-4	-7	-5	-5	-5	-9	-4	-4	-4	-4	-4	-71
		calidad del agua	-7	-4	-4	-4	-7	-5	-5	-5	-6	-4	-4	-4	-4	-4	-67
Biológico	flora	productos agrícolas	-6	-4	-5	-4	-6	-4	-5	-8	-7	-4	-4	-4	-4	-4	-69
		alteración de habita	-4	-4	-5	-4	-4	-4	-5	-7	-8	-4	-4	-4	-4	-4	-65
		diversidad y abundancia	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-58
	fauna	aves	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-8	-7	-4	-4	-4	-4	-4	-63
animales terrestres		-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-56	
Social-económico	uso de la tierra	vida silvestre y espacios abiertos	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-57
		agricultura	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-9	-9	-4	-4	-4	-4	-4	-66
		comercial	3	6	6	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	49
		industrial	8	6	6	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	60
	económico	generación de empleo	4	7	7	3	7	6	6	6	6	4	6	6	6	6	80
		cambio en el valor de la tierra	7	7	4	3	4	3	3	3	6	4	3	3	3	3	56
		infraestructura	4	5	4	3	4	3	3	3	6	4	3	3	3	3	51
		incremento de impuestos	5	5	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	53
	social	aumento del índice	5	5	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	49
		salud y seguridad	5	4	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48
		educación	5	4	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48