

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE ETANOL A PARTIR DE
YUCA (*Manihot esculenta*)**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Elsie Harumi Rodriguez Yagui

Código 20132442

Richard Daniel Alfredo Lazo Rodriguez

Código 20122826

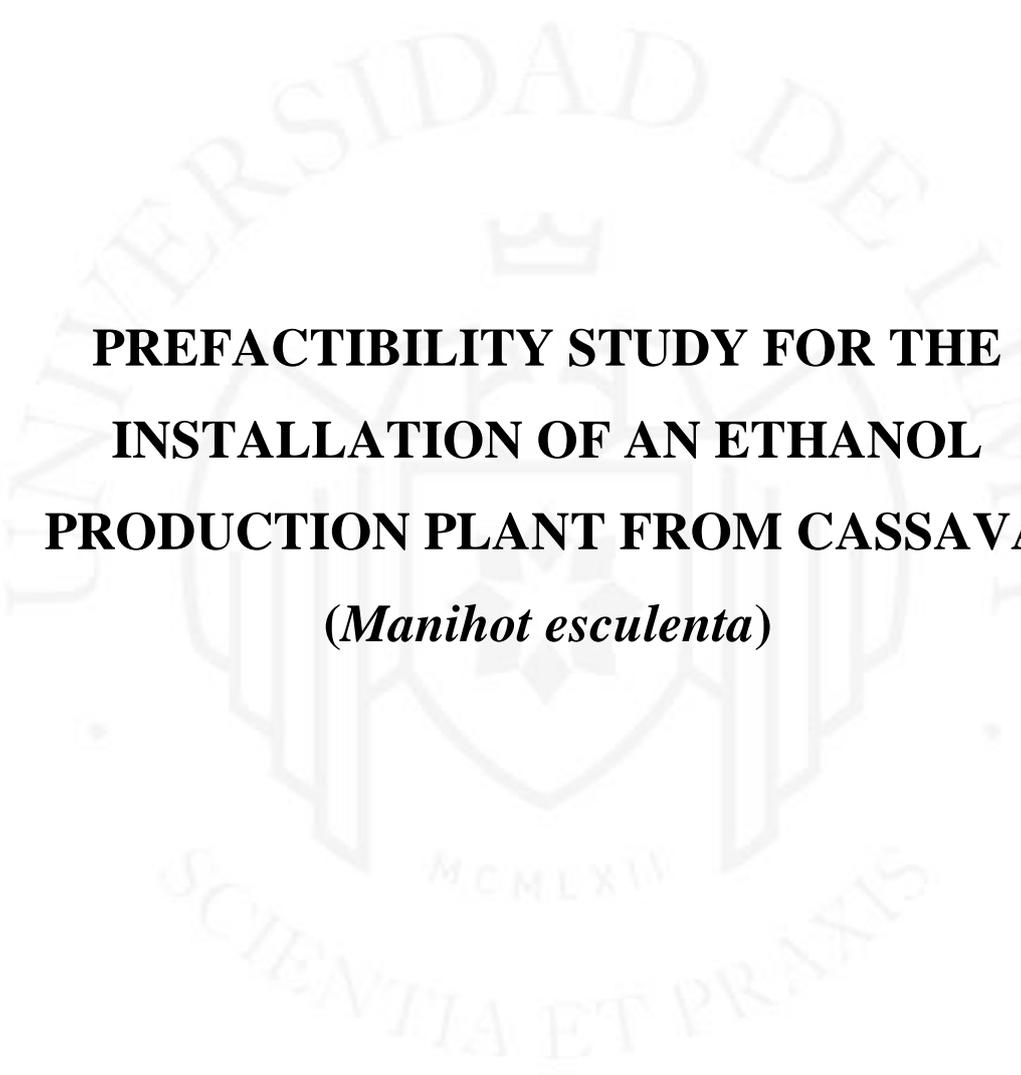
Asesor

Rafael Mauricio Villanueva Flores

Lima – Perú

Octubre de 2020





**PREFACTIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF AN ETHANOL
PRODUCTION PLANT FROM CASSAVA
(*Manihot esculenta*)**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	2
1.1 Problemática.....	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.3 Justificación del tema.....	5
1.4 Hipótesis del trabajo.....	5
1.5 Marco referencial de la investigación	6
1.6 Análisis del sector	10
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	14
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado	14
2.1.1 Definición comercial del producto.....	14
2.1.2 Principales características del producto	14
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcara el estudio.....	15
2.1.4 Determinación de la metodología	16
2.2 Análisis de la demanda	19
2.2.1 Demanda histórica.....	19
2.2.2 Demanda potencial.....	21
2.2.3 Proyección de la demanda y metodología del análisis.....	22
2.3 Análisis de la oferta.....	24
2.3.1 Análisis de la competencia.....	24
2.3.2 Oferta actual	25
2.4 Demanda para el proyecto.....	26
2.4.1 Segmentación del mercado	26
2.4.2 Selección del mercado meta.....	29
2.4.3 Determinación de la demanda para el proyecto	29
2.5 Comercialización	31
2.5.1 Políticas de comercialización y distribución.....	31
2.5.2 Publicidad y promoción	32

2.5.3	Análisis de precios	32
2.6	Análisis de los insumos principales	35
2.6.1	Características principales de la materia prima.....	35
2.6.2	Disponibilidad de insumos.....	35
2.6.3	Costos de la materia prima.....	37
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....		39
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de localización.....	39
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización	42
3.3	Evaluación y selección de localización.....	47
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización.....	47
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización	49
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE LA PLANTA.....		52
4.1	Relación tamaño-mercado.....	52
4.2	Relación tamaño-recursos productivos	52
4.3	Relación tamaño-tecnología.....	54
4.4	Relación tamaño-punto de equilibrio.....	55
4.5	Selección del tamaño de planta.....	56
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....		57
5.1	Definición del producto basado en sus características de fabricación.....	57
5.1.1	Especificaciones técnicas del producto.....	57
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción.....	62
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida	62
5.2.2	Proceso de producción	70
5.3	Características de las instalaciones y equipo	75
5.3.1	Selección de la maquinaria	75
5.3.2	Especificaciones de la maquinaria	76
5.4	Capacidad instalada.....	88
5.4.1	Cálculo de la capacidad instalada	88
5.4.2	Cálculo detallado del número de máquinas requeridas.....	90
5.5	Resguardo de la calidad	94
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto	94
5.5.2	Medidas de resguardo de la calidad en la producción	104
5.6	Estudio de impacto ambiental	104
5.7	Seguridad y Salud ocupacional	113

5.8	Sistema de mantenimiento	122
5.9	Programa de producción	132
5.9.1	Consideraciones sobre la vida útil del proyecto.....	132
5.9.2	Programa de producción para la vida útil del proyecto	132
5.10	Requerimiento de insumos, servicios y personal	133
5.10.1	Materia prima, insumos, servicios y personal.....	133
5.10.2	Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.	136
5.10.3	Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos.....	150
5.10.4	Servicios de terceros	155
5.11	Características físicas del proyecto	157
5.11.1	Factor edificio	157
5.11.2	Factor servicio.....	158
5.12	Disposición de planta.....	159
5.12.1	Determinación de las zonas físicas requeridas.....	159
5.12.2	Cálculo de áreas para cada zona	160
5.12.3	Dispositivos de seguridad industrial y señalización	169
5.12.4	Disposición general.....	174
5.12.5	Disposición de detalle	175
5.13	Cronograma de implementación del proyecto	181
	CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA	182
6.1	Organización empresarial	182
6.2	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios.....	183
6.3	Estructura organizacional.....	186
	CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS.....	188
7.1	Inversiones	188
7.1.1	Estimación de las inversiones	188
7.1.2	Capital de trabajo	193
7.2	Costos de producción.....	196
7.2.1	Costos de materias primas, insumos y otros materiales.....	196
7.2.2	Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc).....	201
7.2.3	Costo de la mano de obra.....	202
7.3	Presupuesto de ingresos y egresos	212
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas	212
7.3.2	Presupuesto operativo de costos	214

7.3.3	Presupuesto operativo de gastos administrativos	215
7.4	Flujo de fondos netos	220
7.4.1	Flujo de fondos económicos	220
7.4.2	Flujo de fondos financieros.....	221
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO.....		222
8.1	Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....	222
8.2	Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR	222
8.3	Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto	223
8.4	Análisis de sensibilidad del proyecto.....	225
CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO		229
9.1	Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto	229
9.2	Impacto de la zona de influencia del proyecto.....	229
9.3	Impacto social del proyecto	230
CONCLUSIONES		233
RECOMENDACIONES		235
REFERENCIAS.....		236
BIBLIOGRAFIA		239
ANEXOS.....		248

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Principales exportadores de yuca del Perú	11
Tabla 2.1 Modelo de negocios (Canvas)	18
Tabla 2.2 Importaciones y exportaciones históricas de etanol (en millones de litros) ...	19
Tabla 2.3 Producción de etanol (en millones de litros)	20
Tabla 2.4 Demanda interna aparente de etanol (en millones de litros).....	20
Tabla 2.5 Demanda interna aparente por año (en millones de litros).....	23
Tabla 2.6 Proyección de la DIA hasta el año 2026 (en millones de litros).....	24
Tabla 2.7 Exportaciones de etanol.....	26
Tabla 2.8 Demanda de gasolina en la selva (en %)	28
Tabla 2.9 Demanda de etanol proyectada en la selva (en millones de litros).....	29
Tabla 2.10 Demanda de etanol proyectada de la refinería Iquitos (millones de litros) ..	30
Tabla 2.11 Demanda específica del proyecto (en millones de litros).....	30
Tabla 2.12 Producción anual de Yuca en Maynas (en ton/año)	36
Tabla 2.13 Disponibilidad anual de Yuca en Maynas para Uso Industrial (en ton/año)	36
Tabla 2.14 Precio promedio mayorista de yuca (en \$/kg)	37
Tabla 3.1 Descripción de las alternativas de macro localización	42
Tabla 3.2 Escala de calificación para el factor proximidad a la materia prima (PMP) ..	44
Tabla 3.3 Escala de calificación para el factor disponibilidad de terrenos (DT).....	45
Tabla 3.4 Escala de calificación para el factor abastecimiento de agua (AA).....	45
Tabla 3.5 Escala de calificación para el factor cercanía al mercado (CM).....	46
Tabla 3.6 Escala de calificación para el factor suministro de energía eléctrica (EE).....	46
Tabla 3.7 Escala de calificación para el factor infraestructura vial (IV)	47
Tabla 3.8 Matriz de enfrentamiento de factores para la macro localización	48
Tabla 3.9 Matriz de ranking de factores para la macro localización	48
Tabla 3.10 Descripción de las alternativas de micro localización	50
Tabla 3.11 Matriz de enfrentamiento de factores para la micro localización.....	51
Tabla 3.12 Matriz de ranking de factores para la micro localización.....	51
Tabla 4.1 Tamaño-mercado (litros/día)	52
Tabla 4.2 Producción anual regional de la yuca en Loreto (ton/año)	53
Tabla 4.3 Producción anual de yuca en Maynas (ton/año)	53

Tabla 4.4 Tamaño-tecnología (litros/día)	55
Tabla 4.5 Tamaño de planta (L/día).....	56
Tabla 5.1 Norma técnica peruana relacionada a la elaboración de etanol	57
Tabla 5.2 Especificaciones de calidad para etanol	60
Tabla 5.3 Ficha técnica de la lavadora y peladora	77
Tabla 5.4 Ficha técnica de la cortadora	77
Tabla 5.5 Ficha técnica del molino	78
Tabla 5.6 Ficha técnica del tanque de mezcla	78
Tabla 5.7 Ficha técnica del reactor cerrado con agitador y chaqueta	79
Tabla 5.8 Ficha técnica del primer destilador	80
Tabla 5.9 Ficha técnica del segundo destilador	81
Tabla 5.10 Ficha técnica del tamiz molecular	82
Tabla 5.11 Ficha técnica del tanque de almacenamiento.....	82
Tabla 5.12 Ficha técnica del caldero de agua caliente.....	83
Tabla 5.13 Ficha técnica del caldero de vapor.....	83
Tabla 5.14 Ficha técnica del chiller	84
Tabla 5.15 Ficha técnica del ablandador de agua	84
Tabla 5.16 Ficha técnica de la balanza industrial	85
Tabla 5.17 Ficha técnica de la balanza electrónica.....	85
Tabla 5.18 Ficha técnica del cromatógrafo de gases	86
Tabla 5.19 Ficha técnica del espectrofotómetro de absorción atómica	86
Tabla 5.20 Ficha técnica del espectrofotómetro de absorción molecular.....	87
Tabla 5.21 Tiempo de procesamiento.....	89
Tabla 5.22 Capacidad de planta por lotes	90
Tabla 5.23 Número de máquinas	94
Tabla 5.24 Ficha técnica de la yuca	95
Tabla 5.25 Ficha técnica del agua.....	95
Tabla 5.26 Ficha técnica de la α -amilasa.....	96
Tabla 5.27 Ficha técnica de la glucoamilasa	96
Tabla 5.28 Ficha técnica de la levadura.....	97
Tabla 5.29 Ficha técnica del amoníaco líquido	97
Tabla 5.30 Ficha técnica de la gasolina	98
Tabla 5.31 Relación de variables a controlar.....	99
Tabla 5.32 Métodos y frecuencias de calidad.....	101

Tabla 5.33 Matriz de caracterización.....	106
Tabla 5.34 Magnitud de impacto ambiental	107
Tabla 5.35 Importancia de impacto ambiental.....	108
Tabla 5.36 Matriz de Leopold.....	109
Tabla 5.37 Matriz de Leopold (Promedio)	110
Tabla 5.38 Límites máximos permisibles de emisiones gaseosas y de partículas en actividades o instalaciones de hidrocarburos.....	112
Tabla 5.39 Tabla de Tolerancia	115
Tabla 5.40 Tabla de severidad y probabilidad	116
Tabla 5.41 Matriz IPER	117
Tabla 5.42 Equipos de seguridad.....	119
Tabla 5.43 Tabla de mantenimiento	124
Tabla 5.44 Reglamentación del transporte del etanol (Naciones Unidas).....	130
Tabla 5.45 Programa de producción (en L/año)	132
Tabla 5.46 Requerimientos de materia prima e insumos por litro de etanol	133
Tabla 5.47 Materiales directos.....	133
Tabla 5.48 Materiales de mantenimiento.....	134
Tabla 5.49 Lotes de producción por año.....	135
Tabla 5.50 Requerimientos de materiales de calidad	136
Tabla 5.51 Materiales de calidad	136
Tabla 5.52 Días trabajados por año	136
Tabla 5.53 Horas de funcionamiento anuales por maquina.....	138
Tabla 5.54 Potencia (KW) de equipos fabriles	139
Tabla 5.55 Energía requerida por año en cada máquina (en KW.h).....	140
Tabla 5.56 Detalles de iluminación de las áreas	141
Tabla 5.57 Energía requerida por año en cada área en horas pico (KWh)	142
Tabla 5.58 Energía requerida por año en cada área fuera de horas pico (KWh)	143
Tabla 5.59 Potencia de artefactos de menor dimensión.....	144
Tabla 5.60 Requerimiento de energía de artefactos de menor dimensión en horas pico (en kW.h)	145
Tabla 5.61 Requerimiento de energía de artefactos de menor dimensión fuera de horas pico (en kW.h)	146
Tabla 5.62 Requerimiento de agua del caldero vapor y el chiller (en m ³).....	148
Tabla 5.63 Consumo de agua.....	148

Tabla 5.64 Requerimiento de agua (en m ³ /año).....	149
Tabla 5.65 Consumo de combustible por hora	150
Tabla 5.66 Consumo de combustible.....	150
Tabla 5.67 Horario de la mano de obra directa.....	152
Tabla 5.68 Mano de obra indirecta	152
Tabla 5.69 Tipos de habilitaciones para uso industrial.....	157
Tabla 5.70 Especificaciones de iluminación y ventilación.....	159
Tabla 5.71 Zonas físicas requeridas.....	160
Tabla 5.72 Guerchet para el área de producción – Elementos fijos (m).....	161
Tabla 5.73 Guerchet para el área de producción – Elementos móviles (m)	162
Tabla 5.74 Guerchet para el área de tratamiento de agua – Elementos fijos (m)	164
Tabla 5.75 Guerchet para el área de tratamiento de agua – Elementos móviles (m)....	164
Tabla 5.76 Cálculo del área de almacén de insumos	166
Tabla 5.77 Área total de la zona grupo electrógeno	167
Tabla 5.78 Cálculo de las áreas administrativas	168
Tabla 5.79 Cálculo de las áreas de servicios sanitarios	169
Tabla 5.80 Lista de motivos para relacionar áreas.....	177
Tabla 5.81 Pares ordenados	177
Tabla 5.82 Cronograma de implementación del proyecto	181
Tabla 6.1 Horario del personal administrativo	186
Tabla 7.1 Edificaciones de la planta	189
Tabla 7.2 Edificaciones de áreas administrativas	189
Tabla 7.3 Activos tangibles	190
Tabla 7.4 Activos intangibles	193
Tabla 7.5 Capital de trabajo.....	195
Tabla 7.6 Inversión total del proyecto (en \$).....	195
Tabla 7.7 Precio de material directo	196
Tabla 7.8 Costo de materias primas e insumos (en \$)	196
Tabla 7.9 Precio de materiales de mantenimiento	197
Tabla 7.10 Costos de mantenimiento (en \$)	197
Tabla 7.11 Precio de materiales de calidad.....	198
Tabla 7.12 Costos de control de calidad (en \$).....	198
Tabla 7.13 Gastos tangibles fabriles y no fabriles (en \$).....	199
Tabla 7.14 Depreciación anual de los tangibles fabriles y no fabriles.....	200

Tabla 7.15 Precio de servicios	201
Tabla 7.16 Costos generales de producción (en \$)	201
Tabla 7.17 Aportes a cargo del empleador	202
Tabla 7.18 Remuneración mensual de MOD.....	203
Tabla 7.19 Gratificación percibida (en \$) de MOD	204
Tabla 7.20 CTS (en \$) de MOD	205
Tabla 7.21 Remuneración anual de MOD (en \$).....	206
Tabla 7.22 Remuneración mensual de MOI	208
Tabla 7.23 Gratificación percibida de MOI (en \$)	209
Tabla 7.24 CTS de MOI (en \$)	210
Tabla 7.25 Remuneración anual de MOI (en \$)	211
Tabla 7.26 Ingreso por ventas de producto y compost	213
Tabla 7.27 Presupuesto de costos de producción (en \$).....	214
Tabla 7.28 Presupuesto de gastos generales	215
Tabla 7.29 Estructura de la inversión total (en \$).....	216
Tabla 7.30 Servicio de la deuda (en \$)	217
Tabla 7.31 Componentes de la cuota por año (en \$)	217
Tabla 7.32 Presupuesto de estado de resultados	218
Tabla 7.33 Presupuesto de estado de situación financiera (apertura)	219
Tabla 7.34 Flujo de fondos económicos	220
Tabla 7.35 Flujo de fondos financieros	221
Tabla 8.1 Índices de liquidez	223
Tabla 8.2 Índices de solvencia.....	224
Tabla 8.3 Índices de rentabilidad.....	224
Tabla 8.4 Costo vs VAN.....	225
Tabla 8.5 Precio vs VAN.....	227
Tabla 9.1 Valor agregado del proyecto.....	231
Tabla 9.2 Otros indicadores sociales	232

ÍNDICE DE FIGURAS

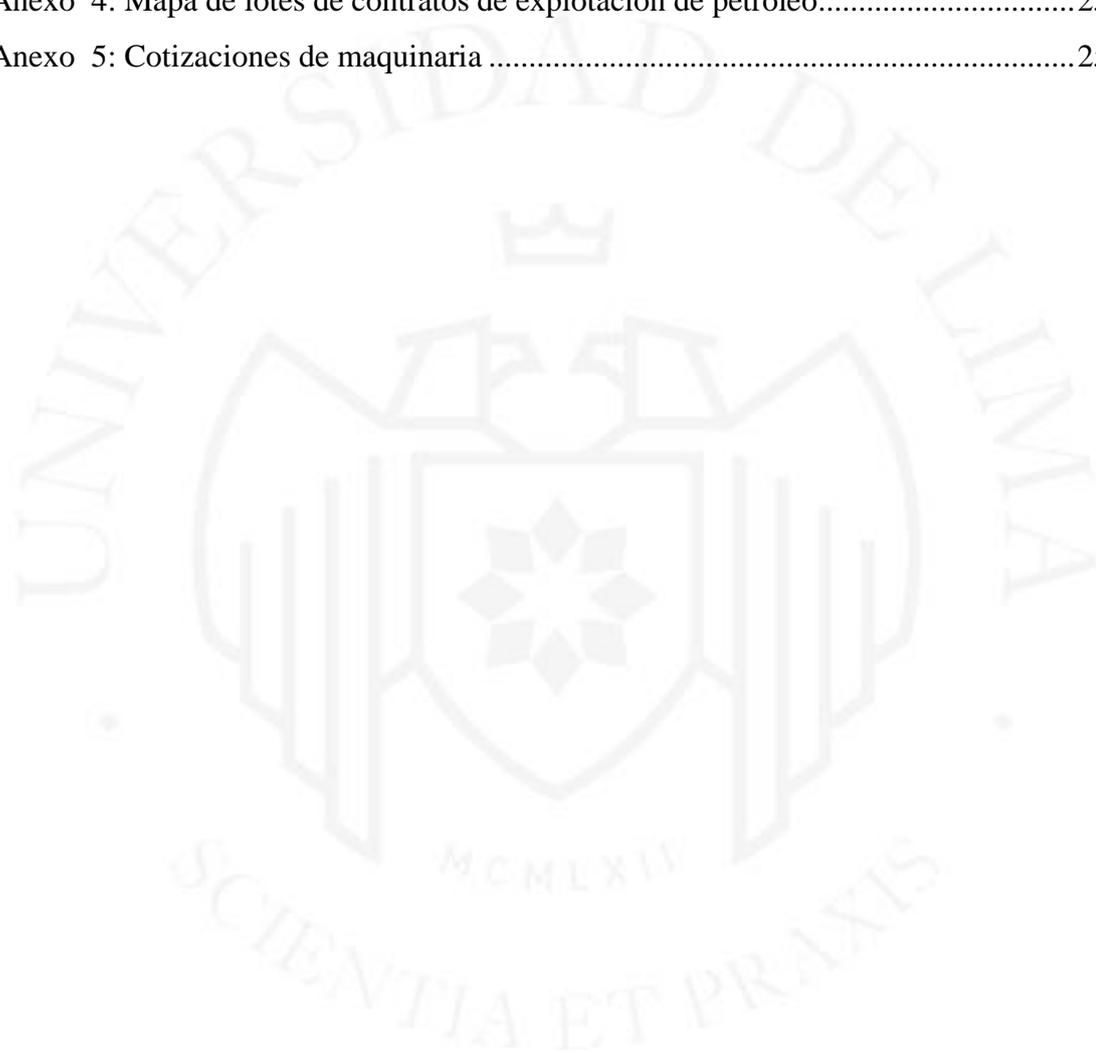
Figura 1.1 Evolución de la producción de etanol (EEUU, Brasil y el resto del mundo)..2	
Figura 2.1 Producción fiscalizada de petróleo por zona geográfica 16	16
Figura 2.2 Comportamiento de la demanda interna aparente del etanol.....23	23
Figura 2.3 Participación de mercado según las exportaciones de alcohol etílico en el 201826	26
Figura 2.4 Demanda nacional de Gasolina por departamento (en %)27	27
Figura 2.5 Cadena de comercialización de la industria petrolera31	31
Figura 2.6 Tendencia histórica del precio de etanol del 2014 al 2019 (\$/galón).....33	33
Figura 2.7 Precio actual del etanol (\$/galón)34	34
Figura 5.1 Destilación extractiva65	65
Figura 5.2 Destilación azeotrópica 66	66
Figura 5.3 Destilación al vacío67	67
Figura 5.4 Destilación salina 67	67
Figura 5.5 Destilación y tamices moleculares68	68
Figura 5.6 Destilación y per vaporación69	69
Figura 5.7 Diagrama de Operaciones del Proceso de Etanol..... 73	73
Figura 5.8 Diagrama de bloques del proceso de etanol 74	74
Figura 5.9 Tiempo de procesamiento por lote (Lead Time)90	90
Figura 5.10 Sistema de recuperación de gases mediante carbón activado 112	112
Figura 5.11 Plan de evacuación 122	122
Figura 5.14 Diagrama de red de la cadena de suministro del etanol carburante anhidro 128	128
Figura 5.15 Etiqueta para líquidos inflamables 131	131
Figura 5.16 Distribución de sacos en pallets 165	165
Figura 5.17 Señalización de advertencia 171	171
Figura 5.18 Señalización de prohibición 171	171
Figura 5.19 Señalización de obligación 172	172
Figura 5.20 Señalización de lucha contra incendios 172	172
Figura 5.21 Señalización de salvamento..... 173	173
Figura 5.22 Disposición general del plano de planta..... 174	174

Figura 5.23 Análisis relacional de actividades	176
Figura 5.24 Diagrama relacional de actividades.....	178
Figura 5.25 Mapa de señalización	179
Figura 5.26 Plan de evacuación	180
Figura 6.1 Organigrama de la empresa.....	186
Figura 8.1 Análisis de sensibilidad – Variación del costo de yuca.....	226
Figura 8.2 Análisis de sensibilidad – Variación del precio del etanol.....	227



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Artículo 2 del Protocolo de Kioto	249
Anexo 2: Entrevista al ingeniero Gustavo Chavone	250
Anexo 3: Decreto Supremo N° 021-2007-EM	251
Anexo 4: Mapa de lotes de contratos de explotación de petróleo.....	252
Anexo 5: Cotizaciones de maquinaria	253



RESUMEN

El presente proyecto de investigación demuestra la viabilidad económica y tecnológica de la instalación de una planta productora de etanol a base de yuca.

El producto es una alternativa al etanol proveniente de la caña de azúcar, el cual luego del estudio de mercado se optó que será vendido a la Refinería Iquitos de Petroperú, para la posterior producción de gasohol.

Analizando factores de micro y macro localización, se determinó que el lugar más idóneo para instalar la planta es en la selva peruana; para ser más específicos, en la provincia de Maynas, Loreto.

Según el estudio, se concluyó que el método de producción más apropiado es la de sacarificación y fermentación simultánea; mediante lotes. Se fijaron las características físicas del proyecto y la disposición de la planta, obteniendo un área total de 2 150m².

Se evaluó las relaciones con los factores limitantes de la producción; concluyendo que esta es la demanda del mercado (8 030,68 L/día).

Luego de un estudio financiero considerando una vida útil de 8 años, se resolvió que el proyecto de instalación de una planta de etanol a base de yuca es efectivamente rentable, con una VAN positiva de S/ 31 787 una TIR de 13,53% y un B/C de 1,03.

Palabras clave: Yuca (*Manihot esculenta*), Biocombustible, Etanol, Sacarificación y Fermentación Simultanea (SFS), Refinería.

ABSTRACT

The present research project demonstrates the economic and technological viability of the installation of a cassava-based ethanol production plant.

The product will be an alternative to sugarcane ethanol, which after the market research was chosen to be sold to the Petroperú Iquitos Refinery, for the subsequent production of gasohol.

Analyzing factors of micro and macro location, it was determined that the most suitable place to install the plant is in the Peruvian jungle; to be more specific, in the province of Maynas, Loreto.

The relationships with the limiting factors of production were evaluated; concluding that this will be the market demand (8 030,68 L / day).

According to the study, it was concluded that the most appropriate production method is simultaneous saccharification and fermentation; through lots. The physical characteristics of the project and the layout of the plant were fixed, obtaining a total area of 2 150m².

After a financial study considering a useful life of 8 years, it was decided that the project for the installation of a cassava-based ethanol plant was effectively profitable, with a positive NPV of S/ 31 787, an IRR of 13,53% and a B/C of 1,03.

Key words: Cassava (*Manihot esculenta*), Biofuel, Ethanol, Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF), Refinery.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema de la implementación de una planta productora de etanol destinada a fines industriales. El etanol posteriormente será mezclado con gasolina en la planta productora de nuestro cliente para la producción de gasohol, combustible con gran potencia energética y con menor emisión de gases contaminantes que los productos 100% derivados del petróleo.

La característica principal del producto es que se elaborará a partir de yuca, la cual es un recurso endémico de la selva del Perú y con gran resistencia biótica, por lo que se encuentra disponible en el transcurso de todo el año y se cultiva en la misma región donde se encuentra nuestra planta y la del cliente.

Para analizar la viabilidad de este proyecto, se tomará la demanda interna aparente del etanol por nuestro cliente, la tecnología disponible y la disponibilidad de recursos dentro de la región.

Asimismo, dentro de la metodología, se utilizó la cualitativa a través de una entrevista con un experto en el mercado de biocombustibles para estimar las barreras de entrada y volumen a comercializar, y de esta manera, incrementar nuestra competitividad como proveedores de etanol.

Profundizar la indagación desde la perspectiva económica-ambiental, fue un interés académico debido a la importancia de diversificar la matriz energética en el Perú e implementar una cadena de suministro más eficiente tanto en costos como en lead time para la adquisición de etanol de una de las mayores refinerías del país, como Petroperú.

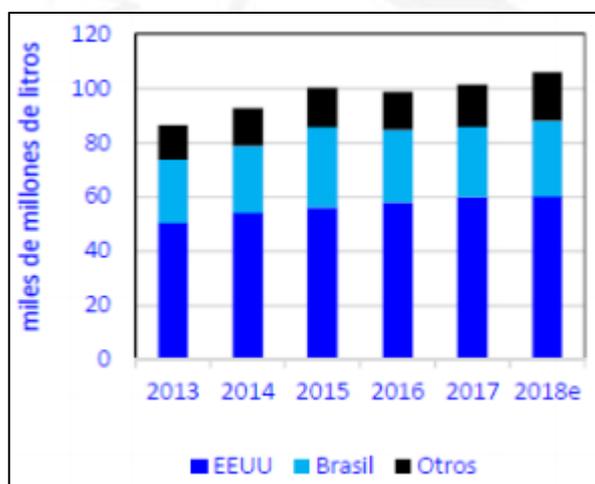
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

Según Maluenda (2018), en los últimos años, como se puede apreciar en la figura 1.1, el uso del etanol como combustible ha ido en aumento a nivel global, siendo Estados Unidos y Brasil los más representativos (p. 1). Dicha medida se estableció para reducir la dependencia de combustibles derivados del petróleo (considerado como commodity), los cuales se encuentran expuestos a alzas de precios; y a su vez, cumplir con el Protocolo de Kyoto.

Figura 1.1

Evolución de la producción de etanol (EEUU, Brasil y el resto del mundo)



Nota. Adaptado de *Récord mundial de bioetanol en 2018*, por Agrodigital, 2018 (<https://www.agrodigital.com/wp-content/uploads/2018/07/bioetanol2018.pdf>).

Diversos países han adaptado sus leyes para utilizar este tipo de combustible, los cuales contemplan el uso obligatorio de gasohol, como es el caso del Perú, que desde el 2010 es obligatorio que la gasolina contenga un 7,8% de etanol (Ministerio de Energía y Minas, 2009). Asimismo, otros países de la región como Brasil, utilizan otras mezclas que reciben el nombre de E10 y E85 ya que contienen etanol en una proporción de 10% y 85% respectivamente.

El parque automotor del Perú se encuentra en crecimiento. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), en el 2018, existían 2 425 204 automóviles lo que representaba un vehículo por cada 13 habitantes, en comparación del año 1999, donde solo existía un vehículo por cada 23 habitantes. Este crecimiento no solo se ha sustentado en la compra de autos usados que vienen del exterior ya que actualmente solo representan el 10% de las ventas del sector, sino en la compra de vehículos nuevos los cuales poseen motores que pueden soportar mayor cantidad de alcohol en el combustible.

Actualmente, en el Perú se extrae petróleo para la producción de gasolina tanto en la costa como en la selva, sin embargo, la producción de etanol para la mezcla con combustibles solo se encuentra en la costa debido a que dicho mercado solo utiliza como materia prima la caña de azúcar. Es por esto que resulta relevante estudiar la viabilidad de producción de etanol a partir de otra materia prima, como la yuca, tubérculo resistente que puede crecer con una mínima cantidad de insumos y en tierras marginales dentro de la selva. De esta manera, se podría garantizar una cadena de suministro local de etanol para las refinerías de la selva, contribuir a la reducción de costos de transporte y reducir las emisiones vehiculares al mejorar la calidad de los combustibles.

1.2 Objetivos de la investigación

Establecer la viabilidad de mercado, tecnológica, económica, financiera y social para la instalación de una planta productora de etanol obtenido a partir de un recurso endémico de la selva del Perú, como es la yuca, y cerca del posible cliente.

Objetivos específicos

- Determinar la demanda del etanol destinado a la producción de combustible en la refinería Iquitos, mediante estudio de mercado.
- Cuantificar los insumos disponibles para la producción de etanol.

Se tomará como referencia la producción anual de yuca de la localidad y utilizando el porcentaje reportado como destinado a procesos industriales dentro de la región, hallaremos la cantidad de insumos disponibles para nuestra producción de etanol. Dicho cálculo se aplicará para el resto de insumos.

- Definir la localización y tamaño de planta.

- Analizar las tecnologías disponibles y elegir la más óptima para determinar la capacidad de planta de etanol.
- Cuantificar la inversión y costos del proyecto.
- Realizar la evaluación económica, financiera y social.

Se realizará la evaluación económica y financiera del proyecto, reuniendo el monto de la inversión inicial, ingresos y costos durante la vida útil del mismo y se identificará si es rentable analizando la tasa interna de retorno en relación al costo de oportunidad. Para la evaluación social, se analizará el valor agregado del proyecto en la región, la cantidad de puestos de trabajo que se crearían y su remuneración anual, y el desarrollo de la sociedad en torno a la industria.

Alcance de la investigación

Unidad de análisis

La unidad de análisis es el etanol que cumpla la norma técnica peruana para su adecuada comercialización y compatible al mezclarse con gasolinas para producir biocombustibles.

Población

La población objetivo en esta investigación es la Refinería Iquitos de Petroperú que abastece la mayor parte del mercado local de gasolinas de la selva del Perú.

Espacio

El proyecto se enfocará en el área de la Selva del Perú, principalmente en la localidad de Maynas, Iquitos para el presente estudio de pre factibilidad.

Tiempo

El tiempo del estudio es de 78 semanas.

Limitaciones

- Dificultad para entrevistar a la directiva de la refinería que será nuestro cliente.
- La veracidad de los datos es una limitación debido a que se tendrá que confiar en los componentes subjetivos al llevar a cabo el proyecto.

1.3 Justificación del tema

Justificación técnica

Existe tecnología en el Perú y en otros países del mundo para la producción de etanol como materia prima de combustibles. En el Perú, empresas que fabrican este producto son Caña Brava, Casa Grande, Cartavio, entre otras; las cuales fabrican el etanol a partir de la caña de azúcar. Se puede aplicar dichos casos de éxito como referencia para crear el proceso de producción de este proyecto.

Justificación económica

El proyecto requiere un nivel alto de inversión ya que se necesita comprar activos altamente especializados para producir etanol. Sin embargo, se espera una demanda continua del producto, al ser su uso de carácter obligatorio en el Perú.

Justificación social

El proyecto beneficiaría a las comunidades en las cuales se comercializa la gasolina extraída de la refinería Iquitos, es decir la mayor parte de la selva del Perú, ya que el gasohol, el cual se produce a partir de la mezcla de gasolina y etanol, contamina en menor medida el ambiente. Además, se crearán nuevos puestos de trabajo en la localidad de Maynas y se invertiría en el desarrollo tecnológico del país.

Justificación de innovación

En definitiva, se propone una práctica innovadora debido a que el proyecto plantea la producción de etanol a partir de un cultivo endémico de la región de la selva la cual actualmente no se utiliza para la producción de etanol combustible en el país. A través de esta aplicación, se establecerá una industria local que abastezca a la mayor refinería de la región, ahorrándole al cliente altos costos de flete para el transporte y asegurar la disponibilidad del producto debido a la cercanía de nuestra planta con la del cliente.

1.4 Hipótesis del trabajo

La instalación de una planta de producción de etanol a partir de yuca destinado a la producción de biocombustibles es viable debido a que el mercado está más consciente del uso de la energía limpia para disminuir la contaminación, existe tecnología

innovadora y se utiliza materia prima oriunda del Perú por lo que se puede aprovechar los cultivos existentes en nuestro país y generar empleo.

1.5 Marco referencial de la investigación

Para realizar esta investigación, se tomó como marco referencial cinco investigaciones sobre la producción de etanol a partir de la caña de azúcar y de la yuca, las cuales son las siguientes:

Referencia 1: Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de alcohol rectificado a partir de la melaza de caña usando métodos biotecnológicos

Resumen: El estudio propone la instalación de una planta de alcohol a partir de melaza de caña, la cual reemplazará parcialmente las compras que se realizan a proveedores del exterior. Se encuentra situada en Tumbes por contar con varias facilidades para impulsar el comercio del producto tanto interna como externamente (se planea vender a Ecuador en un horizonte mayor a 10 años) (Arévalo, 2002).

Diferencias: En el presente estudio utilizan la caña de azúcar como materia prima para la producción de etanol. Asimismo, en la fuente consultada también se producirá alcohol de segunda el cual se utilizará como ron de quemar y otros subproductos.

Semejanzas: El proceso de producción utiliza la misma levadura para fermentar la materia prima. Se producirá alcohol anhidro el cual, al tener mayor grado de pureza, se destina para la producción de biocombustibles.

Referencia 2: Producción de etanol en base de caña de azúcar para usarlo como insumo en la obtención de gasol

Resumen: El presente trabajo de investigación detalla la instalación de una planta de producción de etanol como reemplazo a la energía eléctrica y su uso complementario con gasolinas. De acuerdo al análisis de los índices, se consideró riesgoso la implementación de ese proyecto, debido a que se consideraba difícil desplazar la demanda de gasolina, dada las condiciones de precio y mercado. (Orejuela, 1987)

Diferencias: El estudio se basa en la población de Madre de Dios y se estima que este será su público objetivo. El autor detalla que se encontrará con dos tipos de demandas: los pobladores que no poseen energía eléctrica, y los usuarios que modificarán su tendencia de compra de gasolina a gasohol por ser más eficiente.

Semejanzas: En este proyecto también se requiere elaborar etanol como materia prima para el gasohol por su mayor nivel de octanaje y rendimiento en kms.

Referencia 3: Obtención de alcohol a partir de yuca (Manihot esculenta Grantz)

Resumen: El trabajo de investigación detalla el proceso de producción de etanol a partir del método de sacarificación-fermentación independiente (SHF) y resalta la variación del rendimiento del proceso, modificando las variables como temperatura, concentración de reactivos, entre otros. (Ognio, 1990)

Diferencias: El presente estudio detalla el proceso de producción de etanol resaltando las reacciones químicas presentes y su rendimiento. Sin embargo, no detalla el análisis financiero, de mercado y social que debería realizarse en un estudio de pre factibilidad.

Semejanzas: Se utilizará la misma materia prima (yuca, enzimas y levadura).

Referencia 4: Ingeniería de procesos de planta de fabricación de etanol con una capacidad de 20 000 tm/año

Resumen: El trabajo de investigación detalla el proceso de producción de etanol a partir del método de sacarificación-fermentación independiente (SHF) y resalta la variación del rendimiento del proceso, modificando las variables como temperatura, concentración de reactivos, entre otros. (Gomez, 2015)

Diferencias: El presente estudio detalla el proceso de producción de etanol a partir del maíz. Además, presenta un presupuesto de compra general sin detallar el análisis financiero, de mercado y social que debería realizarse en un estudio de pre factibilidad.

Semejanzas: Detalla toda la ingeniería del proceso de producción de etanol, detallando las fases y máquinas.

Referencia 5: Bioetanol de paja de trigo: Estrategias de integración de las etapas del proceso.

Resumen: El trabajo de investigación detalla el proceso de producción de etanol integrando procesos y comparando los resultados de forma de elegir el que maximice la producción de etanol. (Tomas, 2009)

Diferencias: El presente estudio utiliza la paja de trigo como materia prima por lo que hace énfasis en cómo prepararlo antes de que ingrese al proceso productivo.

Semejanzas: La investigación determina que el proceso de sacarificación y fermentación simultánea tiene mayor rendimiento y mejores resultados.

Paper 1: Producción de etanol a partir de la cáscara de banana y de almidón de yuca.

Resumen: El trabajo de investigación evaluó la hidrólisis ácida del almidón presente en la yuca y de la celulosa en la cáscara de banana para su posterior conversión a etanol. Se consideró el uso de esta última materia prima, debido a que más de 80% de la cáscara contiene almidón, celulosa y hemicelulosa. Se pudo observar que en 5 horas se logró la conversión completa a azúcares reductores. (Monsalve & Medina de Perez, 2006)

Diferencias: El presente estudio detalla el proceso de producción de etanol utilizando como materia prima la cáscara de banana, además del almidón de yuca. Solo se incide en el tema químico: las reacciones que ocurren dentro de la hidrólisis y la fermentación y el porcentaje de conversión. Asimismo, se realiza el proceso de transformación a través de la hidrólisis ácida, en vez de, hidrólisis enzimática.

Semejanzas: Se utiliza la misma levadura para fermentar la materia prima (*Sacharomyces cerevisiae*).

Paper 2: Simulación de los procesos de obtención de etanol a partir de caña de azúcar y maíz.

Resumen: El trabajo de investigación evalúa las tecnologías existentes para la obtención de etanol. La investigación simula todos los procesos de manera que se

obtengan datos reales que puedan usarse como base para implementar el proyecto. (Cardona & Sánchez, 2005)

Diferencias: El presente estudio plantea una simulación del proceso de producción de etanol a base de otras materias primas (caña de azúcar y maíz). Además, no tiene como finalidad la implementación solo la simulación, es un proyecto meramente teórico.

Semejanzas: Incluye la Sacarificación y fermentación simultanea como el proceso más adecuado para obtener etanol con una pureza de 99.5°.

Paper 3: Producción de etanol a partir de almidón de yuca utilizando la estrategia de proceso sacarificación-fermentación simultánea (SSF)

Resumen: El presente trabajo de investigación compara dos metodologías de producción de etanol a partir de almidón de yuca como sustrato: la sacarificación-fermentación simultánea (SSF) y la sacarificación-fermentación independiente (SHF). El estudio demuestra la viabilidad técnica del método de SSF, al reducir los tiempos y necesidades de energía en la producción de alcohol carburante. (Mejía & Castaño, 2008)

Diferencias: La investigación incide en el tema químico: reacciones que ocurren en la sacarificación y fermentación del almidón como es la transformación del almidón en glucosa y posteriormente, en etanol.

Semejanzas: En la investigación se utiliza el método de SSF para producir etanol a partir de yuca por ser un método más eficiente y por reduce el tiempo y el requerimiento de energía en la producción. Asimismo, realiza la sacarificación a través de enzimas las cuales son la Alfa amilasa y glucoamilasa. Además, para fermentar el azúcar de la yuca se utiliza la cepa *Saccharomyces cerevisiae* la cual es un tipo de levadura que permite la conversión a etanol.

Paper 4: Diseño de planta para la producción de bioetanol a partir de yuca.

Resumen: El presente trabajo de investigación propone el diseño de una planta industrial de etanol a base de yuca, considerando los requerimientos de producción, las reacciones y las especificaciones de las maquinas. (Flores & Medina, 2004)

Diferencias: La investigación se centra en el diseño de la planta, haciendo énfasis en el proceso y las máquinas que necesitan.

Semejanzas: La investigación propone la yuca como una materia prima con un alto rendimiento para la producción de etanol. Además, detalla el proceso y que máquinas son las más adecuadas.

1.6 Análisis del sector

Rivalidad entre competidores: Rivalidad media

- Es un mercado consolidado, la mayoría son empresas grandes con un alto volumen de inversión. Entre estas se encuentra: Caña Brava, perteneciente al grupo Romero, Maple Etanol y Maple Biocombustibles, el cual fue comprado por Gloria; Casa Grande, Cartavio, Corporación Azucarera del Perú, Agroindustrial Laredo y Agrojibito SA. Dichas empresas utilizan principalmente la caña de azúcar como materia prima.
- Existe crecimiento en el sector industrial (durante el período 2004-2009, la producción de etanol registro un crecimiento promedio anual de 17,3%) (Ministerio de Agricultura y Riego, 2010).
- Existe costos fijos elevados: Se necesita gran inversión en tecnología y maquinaria como destiladores, evaporadores para lograr alcohol a 97°-99°.
- Falta de diferenciación debido a que es una materia prima y se debe cumplir los estándares.
- Se registra capacidad excedente en el sector (competidores como Cana Brava y Maple (ahora del Grupo Gloria) solo producen con un 50% a 60% de la capacidad instalada (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, 2010).

Amenaza de nuevos competidores: Baja amenaza

Barreras de ingreso: Altas barreras de ingreso

Existen requisitos de capital para la compra de maquinaria y la adquisición del terreno para localizar la planta.

Hay costos de cambio debido a que la tecnología para producir etanol es especializada, solo podría adaptarse para producir a partir de otra materia prima o para destinar el alcohol para otros usos: consumo humano, perfumes, etc.

Se necesita canales de distribución para transportar el etanol a las principales empresas petroleras del Perú y redes de distribución a los puertos si el etanol se va a exportar a otros países como EEUU, Brasil u Holanda.

Ubicaciones favorables: Se necesita una planta cerca a los campos de cultivo para disminuir los costos de flete. Sin embargo, para producir etanol a partir de yuca, la empresa se puede ubicar en varias regiones del Perú ya que, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO (2013), la yuca es un cultivo con alta tolerancia al estrés biótico (plagas, enfermedades) y no requiere de un clima altamente controlado (p. 10).

Poder de negociación de proveedores: Bajo poder

De acuerdo con Veritrade (2019), existe varias empresas proveedoras de yuca en el Perú, (existe producción de yuca en Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali). En la Tabla 1.1 se mostrará los principales exportadores de yuca del Perú.

Tabla 1.1

Principales exportadores de yuca del Perú

Año	Exportador	Peso Neto (kg)	US\$ FOB/kg	País Destino
2018	Import. y Export. Agros del Nortedur E.I.R.L	660 110	0,13	Chile
2018	Import. y Export. Las Palmeras S.A.C	478 709	0,10	Chile
2018	Import. y Export. Agrinova BMI S.R.L	190 140	0,13	Chile
2018	MATFAL E.I.R.L	129 820	0,39	Chile
2018	Import. y Export. Gema Peru S.A.C	94 488	0,10	Chile

Nota. Adaptado de Importaciones y exportaciones raíces de yuca mandioca, por Veritrade, 2018 (<https://www.veritradecorp.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/ra%C3%ADces-de-yuca-mandioca/071410>)

- El etanol se puede producir con distinta materia prima: a partir de materia sacaroide (caña de azúcar), amilácea (cereales, tubérculos) y materia diversa (celulosa) (Alonso-Gómez y Bello-Pérez, 2018)
- Los proveedores no solo venden la yuca para elaborar etanol, sino también para elaborar harinas, para el consumo en fresco, la agroindustria o, como podemos ver en la Tabla 1.1, la exportación.
- El producto que vende no es diferenciado.
- Existe la posibilidad que se integre hacia adelante, sin embargo, requiere de alto volumen de inversión.

Poder de negociación de compradores: Poder alto

- Los productos del sector industrial son estandarizados para cumplir con las especificaciones de la normativa en la producción de gasohol.
- Es muy complicado que los compradores se puedan integrar hacia atrás debido a que tendría que contar con infraestructura y desarrollar la cadena productiva para producir etanol.
- Los compradores de etanol negocian los contratos a futuro por lo que cambiar de proveedor no es costoso, pero requiere de tiempo hasta que se negocie nuevos contratos.
- Compran en gran volumen debido a que el etanol producido solo se destina para la mezcla de combustibles fósiles como la gasolina.
- Pocos compradores: Solo los productores de petróleo y gasolina (Petroperú, Neotron SPA-Customercare en Ecuador, Petrobras en Brasil, entre otros).

Productos sustitutos/complementarios: Baja amenaza

Sustitutos

- Otro tipo de combustibles como el petróleo, biodiesel que se deriva de aceites vegetales, etc. No obstante, su uso depende del precio del combustible y si existe la tecnología la cual pueda utilizar dichos recursos.

Complementarios

- Se puede considerar la gasolina como producto complementario ya que el etanol se mezcla con esta materia prima para producir gasohol oalconafta. En el Perú, 7,8% del combustible debe ser etanol mientras que en otros países puede llegar a ser el 10% (OSINERGMIN, 2007).

Este primer capítulo nos presentó un escenario general del uso del etanol como combustible tanto a nivel global como nacional. También se determinó comprobar la viabilidad de mercado, tecnológica, económica, financiera y social para la instalación de una planta productora de etanol, como objetivo del proyecto. Este objetivo es el que impulsara el desarrollo de esta investigación a lo largo de los siguientes capítulos. El alcance y las limitaciones nos permitieron aterrizar el proyecto y se tomó como referencia estudios académicos realizados sobre el producto y el rubro.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

El producto etanol es considerado como una materia prima, la cual, al mezclarse con gasolina, se convertirá en gasohol, producto utilizado como combustible por los automóviles.

Los tres niveles del producto son los siguientes:

- Producto básico: Etanol que cumpla la norma técnica peruana para su adecuada comercialización y compatible al mezclarse con gasolinas para producir biocombustibles.
- Producto real: Se comercializará un producto a granel, con máximo 0.5% de humedad, y si en caso el cliente lo requiera, será transportado hasta su planta por un operador logístico.
- Producto aumentado: Se brindará un servicio post-venta que aclare las dudas y reclamaciones del cliente. Se ofrecerá garantía y apoyo para la descarga de etanol en la planta del cliente, si contrata el operador logístico aprobado.

En este sector, una de las principales ventajas competitivas son la calidad, el servicio y el precio del producto. Además, los compradores industriales valoran especialmente el ahorro de energía y tiempo que los proveedores les puedan brindar.

2.1.2 Principales características del producto

2.1.2.1 Posición arancelaria NANDINA, CIUU

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2010), la Clasificación Industrial Internacional Uniforme que le corresponde es la CIUU 2011 la cual es la clase para la fabricación de sustancias químicas mediante procesos básicos como pirolisis o destilación.

2.1.2.2 Usos y características del producto

El nombre específico sería etanol el cual contiene un grado de alcohol del 99,5° - 99,8°. El producto se elaborará a partir de yuca la cual en el proceso pasará a ser almidón y, por último, etanol. Este producto se utilizará como combustible al mezclarlo con gasolina, produciendo gasohol.

2.1.2.3 Bienes sustitutos y complementarios

Según la Universidad de Palermo (2008), en cuanto a los bienes sustitutos, se encuentra el biodiesel el cual es un carburante líquido producido a partir de aceites vegetales y grasas animales. La materia prima más utilizada para este producto son el aceite de girasol y la soja. Las propiedades son las mismas que la gasolina en cuanto a la densidad y el número de cetano (calidad de la combustión medida en la rapidez de la ignición y la quema total y uniforme del carburante) (p. 2). El uso de este producto reduce las emisiones de los hidrocarburos no quemados como monóxido de carbono dependiendo de la cantidad de biodiesel presente en la mezcla.

Además, existen otros tipos de fuentes de energía para autos como el gas y la energía eléctrica, aunque el uso de los mismos requiere la adaptación del tipo y la tecnología del motor. En cuanto al gas compatible con vehículos, existe dos tipos: el GNV y GLP. El primero según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (2008) es el Gas Natural Vehicular el cual se diferencia del gas que se utiliza en los hogares debido a que alcanza una presión de 200 bar para ser almacenados en cilindros. Es bastante cómodo, de bajo nivel de contaminación y, bajo costo de extracción y transporte (p.1). Por otro lado, el GLP procede de la mezcla de hidrocarburos, principalmente del propano y el butano, la cual se obtiene a través de procesos de refinación.

Por otra parte, el principal bien complementario del etanol es la gasolina debido a que, al mezclarlos en proporciones previamente establecidas, se forma el gasohol. La gasolina utilizada en la mezcla puede ser desde 84 a 97 octanos.

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcara el estudio

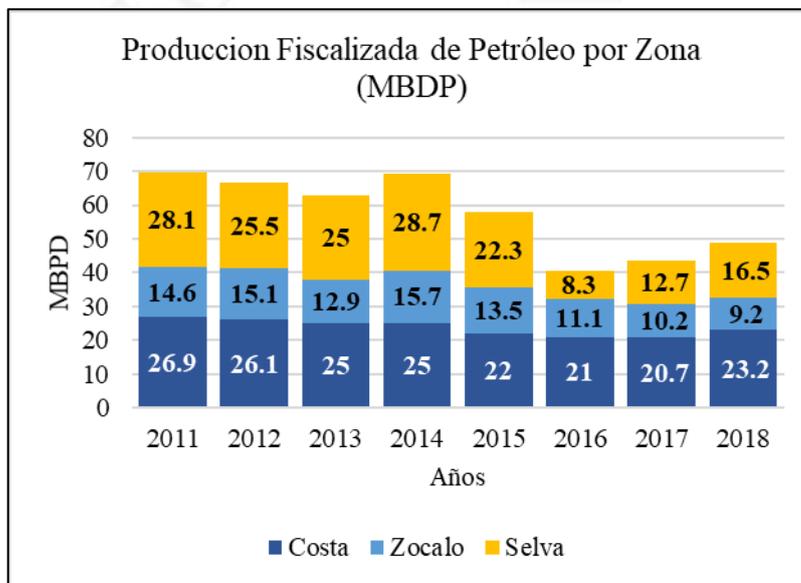
El estudio está dirigido a la refinería de Iquitos de la empresa petrolera Petroperú localizada en la provincia de Maynas, en el departamento de Loreto.

Como se puede apreciar en la figura 2.1, las refinerías más importantes de la selva representan más del 30% de la producción de petróleo en el Perú. La producción fiscalizada el 2018 fue de 48.9 MBPD (Miles de Barriles Por Día) y la selva representó un 16.5 MBPD (Osinermin, 2019).

De acuerdo con Petroperú (2018), la capacidad de la refinería de Iquitos es de 12 MBPD lo cual representa más del 70% del total de la producción de la selva. Es por ello que la elegimos como nuestro mercado objetivo y nuestra área geográfica se reduce a una sola refinería.

Figura 2.1

Producción fiscalizada de petróleo por zona geográfica



Nota. Adaptado de Estadística Anual de Hidrocarburos, por Perúpetro, 2018 (<https://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/corporativo/947ab63c-e46e-42d3-a3dc-5d3bd1a8d99a/ESTAD%20C3%8DSTICA+ANUAL+DE+HIDROCARBUROS+2018.pdf?MOD=AJPERES&2018>)

2.1.4 Determinación de la metodología

En cuanto a la metodología empleada en la investigación; como técnica de investigación cualitativa, se realizó una entrevista al Ing. Gustavo Chanove, ex gerente de Petroperú y dueño actual de una empresa de consultoría para empresas del sector petrolero. Se le realizó preguntas para estimar la demanda específica del proyecto, estrategias de comercialización que permitan competir junto con las grandes empresas del mercado y la situación actual de las energías renovables en el Perú.

La recopilación de datos que se obtuvieron de la entrevista fue la siguiente:

- Principales ventajas competitivas en el sector: capacidad de producción, precio del producto y cumplimiento de entregas a tiempo.
- Requerimientos del proceso de selección de proveedores: Auditoría a las instalaciones, certificación del producto y el proceso.
- El porcentaje del mercado que una empresa nueva podría obtener: Aproximadamente 16,5% del mercado.
- Estrategias de precio del sector energía: Se toma como referencia el precio del commodity actual, pero es negociado con el cliente según el volumen pactado.

Asimismo, se utilizó como fuentes secundarias los datos publicados por:

- Red de Información de Agricultura Global (GAIN); proporciona información sobre la economía agrícola, productos y problemas en los países del extranjero.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin); supervisa que las empresas eléctricas, de combustible y de minería del Perú cumplan el reglamento legal.
- Veritrade; brinda información sobre el comercio internacional.
- Euromonitor; proporciona información estratégica sobre estudios de mercado internacional.
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM); entidad del poder ejecutivo encargado de los sectores de Energía y de Minería en el Perú.
- Agrodata; brinda información sobre el Comercio Exterior Agropecuario del Perú.
- Bloomberg; otorga datos, noticias y software financieros.

A continuación, en la Tabla 2.1 se mostrará el modelo de negocio (Canvas) del negocio de producción de etanol para mezcla con gasolina.

Tabla 2.1

Modelo de negocios (Canvas)

<p>SOCIOS CLAVE</p> <p>Se realizará una alianza estratégica con la refinería Iquitos de Petroperú.</p> <p>Se concretará acuerdos con los principales productores de yuca de la zona para obtener precios atractivos en la compra de la materia prima.</p>	<p>ACTIVIDADES CLAVE</p> <p>Logística: Los camiones que se encargarán del transporte serán tercerizados.</p> <p>Tecnología: Maquinaria altamente especializada (destiladores, evaporadores, tanques).</p>	<p>PROPUESTAS DE VALOR</p> <p>Se produce a partir de la yuca (cultivo con alta tolerancia al estrés biótico y no requiere de un clima altamente controlado).</p> <p>Proporciona cuidado al medioambiente (menos emisiones de gases invernadero). La planta se ubicará cerca de a la del cliente (menos costos de flete y atención rápida de pedidos).</p>	<p>RELACIONES CON CLIENTES</p> <p>Se realizan contratos a largo plazo con la refinería petrolera.</p> <p>Se tendrá un analista comercial que también se encargará de mantener la relación con el cliente.</p>	<p>SEGMENTOS DE CLIENTE</p> <p>Dirigido a los distribuidores mayoristas de gasohol que adquieren el etanol para su posterior mezcla con gasolina.</p> <p>El mercado se localizará en la región de Maynas en Iquitos.</p> <p>No existe una cantidad significativa de clientes, pero compran en volumen.</p>
	<p>RECURSOS CLAVE</p> <p>Los insumos se encuentran disponibles en el Perú: Yuca, levadura, enzimas y agua.</p> <p>Se contará con expertos para supervisar el proceso y operarios de planta calificados.</p>		<p>CANALES</p> <p>Se distribuiría el etanol a través de camiones cisternas (si el cliente lo requiere).</p>	
<p>ESTRUCTURA DE COSTOS</p> <p>Alta inversión (se debe comprar maquinaria especializada).</p> <p>Parte del proyecto se puede financiar con capital propio y el resto, a través del banco.</p>		<p>FUENTES DE INGRESO</p> <p>Se esperan beneficios atractivos: Único productor de etanol ubicado en la selva y, además, se cuenta con beneficios tributarios (exoneración de IGV y reducción de Impuesto a la Renta) por ubicar la planta en esta región.</p>		

2.2 Análisis de la demanda

2.2.1 Demanda histórica

2.2.1.1 Importaciones / Exportaciones

El Perú es un principal exportador de etanol debido a los atractivos precios que ofrecen a otros países, sobre todo los europeos. De acuerdo con World Freight Rates (2019), uno de los motivos es el bajo flete que tiene el etanol peruano al extranjero (Por ejemplo, \$0,34 por galón de Paita a Rotterdam).

La Tabla 2.2 detallará las importaciones y exportaciones de etanol (en millones de litros).

Tabla 2.2

Importaciones y exportaciones históricas de etanol (en millones de litros)

Año	Importaciones	Exportaciones
2011	38	211
2012	115	122
2013	114	149
2014	63	102
2015	112	94
2016	113	113
2017	112	91
2018	173	108

Nota. Adaptado de Biofuels Annual 2019, por Global Agricultural Information Network, 2019 ([https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual Lima Peru 11-04-2019](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual%20Lima%20Peru%2011-04-2019))

2.2.1.2 Producción

En el Perú la producción de etanol empezó en el 2009. Las más grandes instalaciones de producción están en Piura (Caña Brava y Coazucar) las cuales utilizan el azúcar como materia prima y aprovechan el favorable clima de la región.

A continuación, se detallará la producción de etanol en el Perú entre los años 2011 y 2018:

Tabla 2.3*Producción de etanol (en millones de litros)*

Año	Producción
2011	195
2012	142
2013	204
2014	190
2015	152
2016	205
2017	165
2018	140

Nota. Adaptado de Biofuels Annual 2019, por Global Agricultural Information Network, 2019 ([https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual Lima Peru 11-04-2019](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual%20Lima%20Peru%2011-04-2019))

2.2.1.3 Demanda interna aparente (DIA)

Como se mencionó anteriormente, la demanda interna aparente se calculará a partir de los datos publicados por GAIN (Global Agricultural Information Network). Los datos se mostrarán a continuación en la Tabla 2.4:

Tabla 2.4*Demanda interna aparente de etanol (en millones de litros)*

	Años							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Producción (P)	195	142	204	190	152	205	165	140
Importación (I)	38	115	114	63	112	113	112	173
Exportación (X)	211	122	149	102	94	113	91	108
Demanda Interna Aparente (DIA=P+I-X)	22	135	169	151	170	205	186	205

Nota. Adaptado de Biofuels Annual 2019, por Global Agricultural Information Network, 2019 ([https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual Lima Peru 11-04-2019](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual%20Lima%20Peru%2011-04-2019))

2.2.2 Demanda potencial

2.2.2.1 Patrones de consumo

El etanol es una materia prima que dependiendo de su grado de pureza se puede utilizar para producir diferentes tipos de bienes. En este proyecto, el etanol tendrá un alto grado de pureza de aproximadamente 99,5% por lo que se destinará a la industria de energía para producir junto con la gasolina, el gasohol, combustible de gran importancia en el parque automotor de los países desarrollados.

El aumento del consumo de etanol se encuentra influenciado por una serie de factores. En primer lugar, la legislación de los países reglamenta la cantidad de etanol presente en la gasolina. Por ejemplo, según la Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (2018), en dicho país existe dos tipos de gasoholes: El E8 y E10, los cuales poseen de 8 a 10% de etanol respectivamente (p. 1). A diferencia del Perú, en donde la ley solo establece un 7,8% de etanol en las gasolinas.

En segundo lugar, el consumo de etanol también se encuentra influenciado por el incremento poblacional debido a que los consumidores finales del gasohol son la población en general debido a que cualquier persona que posea un auto o se movilice en un medio de transporte que consuma gasolina, utiliza este tipo de combustible para transportarse. Existe países con un parque automotor más grande que el Perú, como es el caso de Colombia que posee 12,5 millones de autos (Gobierno de Colombia, 2018), explicados en la mayor cantidad de personas que viven dentro del país (Población de Colombia: 49,834 millones de personas en el 2018).

Asimismo, afecta la modernización de parque automotor de cada país debido a que en el mercado internacional ya existen motores con tecnología FLEX que puede procesar mayor cantidad de etanol utilizado como combustible. Este tipo de autos dominan el mercado brasilero y, según Agrolink (2017), representan 72% del total de vehículos nuevos comercializados en Brasil en el 2017 (p. 1)

Por último, los fenómenos del medio ambiente afectan la producción y a su vez, el consumo de etanol en el país. Fenómenos como el Niño y la Niña afectan la producción de los principales cultivos que se utilizan como materia prima para la producción de etanol, como es la caña de azúcar. En Sudamérica, países que colindan con el Océano Pacífico les afecta como Colombia y Perú. El último fenómeno del Niño reportado en la región fue en el 2017 (BBC – British Broadcasting Corporation, 2018).

2.2.2.2 Determinación de la demanda potencial

Para determinar la demanda potencial del etanol, se utilizará el porcentaje de etanol utilizado en el combustible en Colombia, país de la región con una realidad parecida a la del Perú, y, además, se proyectará que seremos el único proveedor de etanol para nuestro principal cliente, el cual sería la Refinería de Iquitos de Petroperú.

El tipo de etanol utilizado en Colombia es el E10, el cual contiene 10% de etanol por cada litro de gasohol.

Actualmente, en Petroperú se producen 3 000 barriles de gasohol por día. Para continuar con los cálculos de la demanda potencial primero se deberá convertir los barriles a litros de combustible:

$$3\ 000\ \text{barriles} \times \frac{159\ \text{Litros}}{1\ \text{barril}} = 477\ 000\ \text{litros de gasohol}$$

Son 477 mil litros de combustible que la refinería produce diariamente y, como ya se explicó, se planea proveerle la totalidad del etanol requerido, siguiendo la regularización colombiana de 10%. De esta manera, obtenemos el siguiente dato:

$$477\ 000L \times 10\% = 47\ 700\ L\ \text{etanol/día}$$

El resultado obtenido es de 47,7 mil litros de etanol que el cliente requerirá diariamente para el 2019.

2.2.3 Proyección de la demanda y metodología del análisis

Para pronosticar la demanda, se graficará la demanda interna aparente hallada anteriormente. El tiempo se considerará como la variable independiente y el DIA, como la dependiente. Luego, se ajustará la regresión a la mejor línea de tendencia que explique su comportamiento, tomando en cuenta que el coeficiente de determinación (R²) sea lo más cercano a 1.

La demanda interna aparente se mostrará a continuación en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5

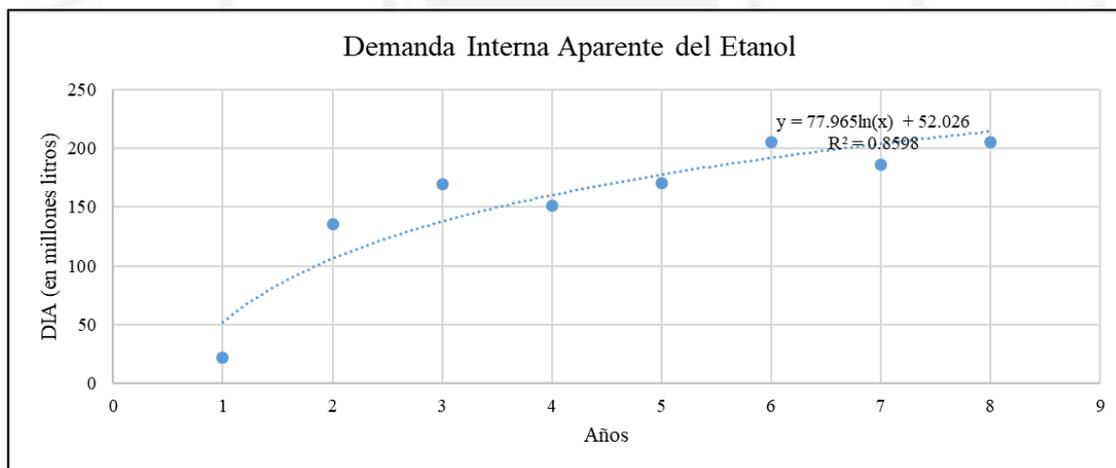
Demanda interna aparente por año (en millones de litros)

Años	DIA
2011	22
2012	135
2013	169
2014	151
2015	170
2016	205
2017	186
2018	205

Nota. Adaptado de Biofuels Annual 2019, por Global Agricultural Information Network, 2019 (<https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual Lima Peru 11-04-2019>)

Figura 2.2

Comportamiento de la demanda interna aparente del etanol



Al graficar la demanda interna, se pudo observar que la línea de tendencia que mejor explicaba el comportamiento de esta variable era la regresión logarítmica. Esta regresión tiene la forma de: $a \cdot \ln(x) + b$, y en este caso, la ecuación de la regresión es $y = 77,965 \ln(x) + 52,026$ con un coeficiente de determinación de 0,8598, valor que se encuentra muy cercano a 1.

A continuación, se proyectará la demanda interna aparente para los siguientes 8 años, y de esta manera, tomar el valor máximo para definir el tamaño-mercado del etanol

en el Perú y disminuir riesgos al invertir en dicho sector. La Tabla 2.6 demostrará la proyección de la Demanda Interna Aparente hasta el año 2026.

Tabla 2.6

Proyección de la DIA hasta el año 2026 (en millones de litros)

Años	DIA proyectada
2019	223,33
2020	231,55
2021	238,98
2022	245,76
2023	252,00
2024	257,78
2025	263,16
2026	268,19

2.3 Análisis de la oferta

2.3.1 Análisis de la competencia

Citando a Agrodata (2019), en el Perú existen tres grandes empresas que concentran el 88% de las exportaciones de etanol, las cuales son (en orden de nivel de participación): Sucoalcolera del Chira, Casa Grande y Cartavio.

La primera empresa pertenece a la corporación Caña Brava del Grupo Romero la cual se dedica exclusivamente a la producción de etanol a partir de caña de azúcar. La planta de producción cuenta con una capacidad de 370 mil litros de etanol por día, con una molienda de caña de 4 300 toneladas diarias de caña. Cuenta con la certificación ISO 9001 desde el 2011, la certificación ISCC que permite el uso de sostenible de la tierra, la protección de biosfera y reducción de los gases invernadero; y la certificación DNV la cual corrobora el control de pérdidas y los riegos de seguridad y salud en el trabajo. La planta se encuentra ubicada en la provincia de Sullana en Piura (Caña Brava, 2019).

Por otro lado, la empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A. pertenece al Grupo Gloria desde el 2006. La planta se encuentra ubicada en la provincia de Ascope, departamento de La Libertad. Esta empresa se encuentra abocada tanto a la siembra y

procesamiento de caña de azúcar y comercialización de los derivados de esta como el azúcar, alcohol, melaza y bagazo (Grupo Gloria, 2019).

Por último, Cartavio también pertenece al Grupo Gloria desde el 2007 mediante la adquisición del 52% de las acciones a través de la subsidiaria Corporación Azucarera del Perú S.A. (COAZUCAR). La planta también se encuentra ubicada en la provincia de Ascope, a la izquierda del río Chicama, en el departamento de La Libertad. Esta empresa produce azúcar como otros subproductos de la caña las cuales representan el 88,5% y el 11,5% respectivamente. En total, cuenta con 11 000 hectáreas cultivadas de caña de azúcar (Grupo Gloria, 2019).

En cuanto a las empresas que comercializan los productos sustitutos, una de las principales productoras de GLP es Pluspetrol que inició sus actividades en 1994 la cual produce petróleo y gas. La empresa trabaja en el consorcio de Camisea y tiene proyectos de exploración en las regiones de Junín, Pasco y Loreto (Pluspetrol, 2019). Otro gran comercializador de productos sustitutos es Petroperú el cual se encarga de la exploración, explotación y refinación de petróleo, además de, su distribución y comercialización. Entre los productos de uso vehicular se encuentran el GLP y el Diesel B5 (mezcla de Diesel N°2 y 5% de biodiesel).

2.3.2 Oferta actual

Al no encontrarse información sobre la participación de los productores de etanol en el Perú, se estimará dicha información a partir de las exportaciones, la cual se mostrará a continuación en la Tabla 2.7:

Tabla 2.7

Exportaciones de etanol

AÑO	Cantidad (Kg)	Precio Promedio (US\$/kg)
2011	40 160 119	0,82
2012	96 330 684	0,90
2013	104 349 317	0,86
2014	79 165 281	0,76
2015	68 542 934	0,69
2016	112 148 673	0,66
2017	74 401 908	0,67
2018	86 715 762	0,68

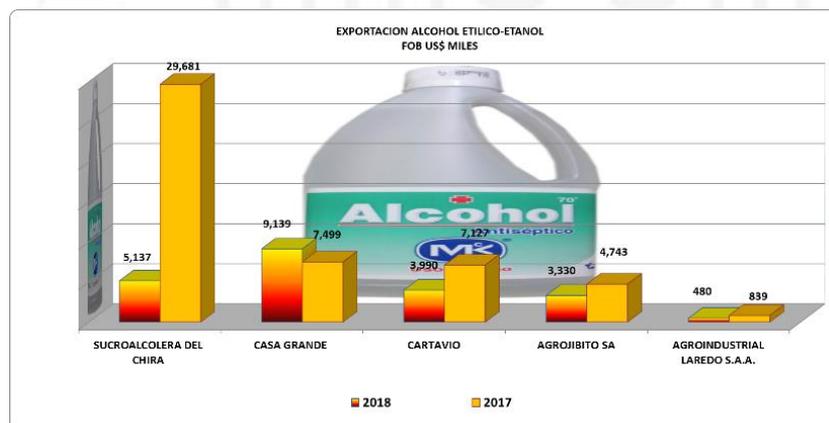
Nota. De Alcohol Etílico Perú Exportación 2019, por Agrodata Perú, 2019

(<https://www.agrodataperu.com/2019/11/alcohol-etilico-peru-exportacion-2019-octubre.html>)

La participación de mercado según las exportaciones se mostrará en la Figura 2.3.

Figura 2.3

Participación de mercado según las exportaciones de alcohol etílico en el 2018



Nota. Adaptado de Alcohol Etílico Perú Exportación 2019 diciembre, por Agrodata, 2019

(<https://www.agrodataperu.com/2020/01/alcohol-etilico-peru-exportacion-2019-diciembre.html>)

2.4 Demanda para el proyecto

2.4.1 Segmentación del mercado

En el proyecto, se tomará en cuenta la cantidad de etanol necesaria para la venta de gasohol en la selva. Para hallar dicho valor, primero se calculará el porcentaje de gasohol

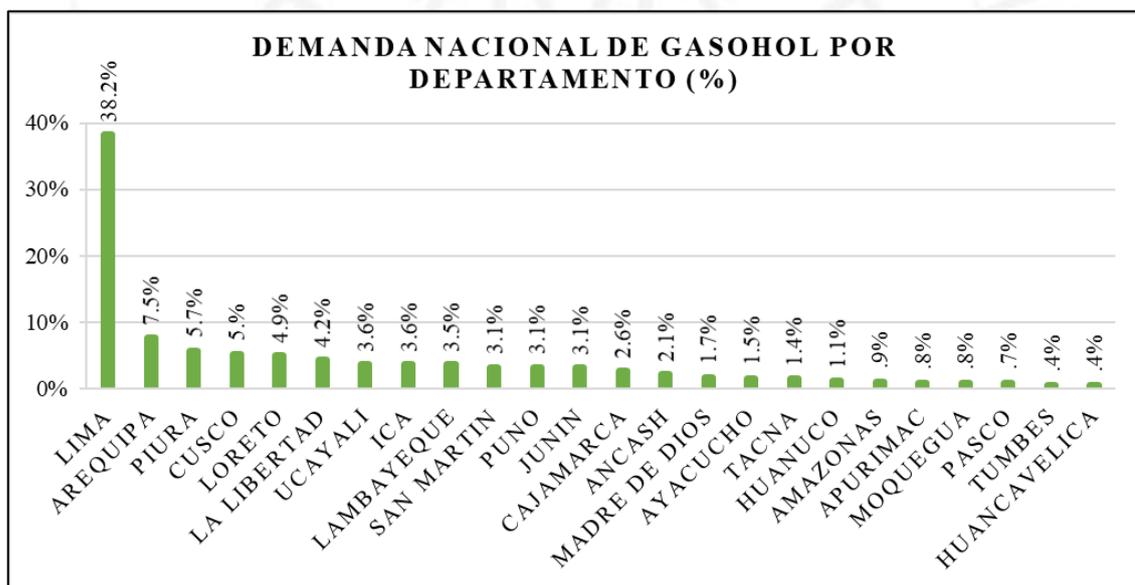
que se comercializa en la selva en relación con la venta de gasohol de todo el Perú. En este estudio, se asumirá que dicha relación se mantendrá constante en la vida útil del proyecto.

Relación venta de la selva vs. venta del Perú:

Se tomará como referencia las ventas en el 2018, tanto en la selva como en el Perú. De la Figura 2.4 obtenida de Osinergmin podremos obtener la información porcentual de las ventas. En cuanto a la selva, se utilizarán las ventas de Petroperú por ser la empresa con mayor cantidad de refinerías en la región.

Figura 2.4

Demanda nacional de Gasolina por departamento (en %)



Nota. Adaptado de SCOP-DOCS, por Osinergmin, 2019
https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/Paginas/SCOP-DOCS/scop_docs.htm

Del gráfico anterior, se extraerá solo los datos de la demanda de gasolina en los departamentos de la selva, los cuales se muestran a continuación en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8

Demanda de gasolina en la selva (en %)

Departamentos de la selva	Demanda (%)
Loreto	4,86%
Ucayali	3,61%
San Martín	3,14%
Madre de Dios	1,68%
Amazonas	0,94%
Total	14,23%

Nota. De Reporte semestral de monitoreo del mercado de hidrocarburos primer semestre del 2017, por Osinergmin, 2017

(https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Reportes_de_Mercado/RSMMH-I-2017.pdf)

Cálculo de la demanda de etanol proyectada en la selva:

Para calcular la cantidad de etanol demandada en la selva, primero se hallará la cantidad de gasohol demandada en todo el Perú. Se tomará en cuenta la relación entre la cantidad de etanol presente en el gasohol, la cual es el 7,8%. Se utilizará las demandas internas proyectadas de etanol calculadas anteriormente.

Posteriormente, se multiplicará el porcentaje de la relación entre las ventas de gasohol en la selva vs. gasohol en Perú para hallar la demanda de gasohol proyectada en la selva.

Por último, para hallar la demanda de etanol proyectada en la selva se calculará el 7,8% de la cantidad total de ventas de gasohol en la selva.

A continuación, se mostrará en la Tabla 2.9 el resumen de los cálculos mencionados anteriormente.

Tabla 2.9*Demanda de etanol proyectada en la selva (en millones de litros)*

Años	DIA proyectada de etanol	DIA proyectada de gasohol	Demanda de gasohol proyectada en la selva	Demanda de etanol proyectada en la selva
2019	223,33	2 863,24	407,44	31,78
2020	231,55	2 968,55	422,42	32,95
2021	238,98	3 063,82	435,98	34,01
2022	245,76	3 150,79	448,36	34,97
2023	252,00	3 230,80	459,74	35,86
2024	257,78	3 304,87	470,28	36,68
2025	263,16	3 373,84	480,10	37,45
2026	268,19	3 438,34	489,28	38,16

2.4.2 Selección del mercado meta

El proyecto se centrará en comercializar, en Iquitos, con la única refinería que existe en esa ciudad. Esta es la refinería de Iquitos la cual le pertenece a Petroperú, y actualmente produce 3 000 barriles de gasohol por día (Petroperú, 2019).

2.4.3 Determinación de la demanda para el proyecto

Para hallar la demanda específica del proyecto, se calculará el porcentaje que representa la demanda de etanol de la refinería Iquitos en relación con la demanda de etanol de la selva. El cálculo, se mostrará a continuación:

Cálculo de la relación:

$$= \frac{\text{Demanda de etanol de la Refinería de Iquitos}}{\text{Demanda de etanol de la selva}}$$

$$= \frac{3000 \frac{\text{barriles de gasohol}}{\text{día}} * 159 \frac{\text{litros}}{\text{barril}} * 7,8\%}{1\ 024\ 639,97 \frac{\text{litros de gasohol}}{\text{día}} * 7,8\%} = 46,55\%$$

La demanda proyectada para la refinería de Iquitos se mostrará en la Tabla 2.10:

Tabla 2.10

Demanda de etanol proyectada de la refinería Iquitos (millones de litros)

Años	Demanda de etanol proyectada en la selva	Demanda de etanol proyectada de la Refinería Iquitos
2019	31,78	14,79
2020	32,95	15,34
2021	34,01	15,83
2022	34,97	16,28
2023	35,86	16,69
2024	36,68	17,08
2025	37,45	17,43
2026	38,16	17,76

A través de la entrevista al Ing. Gustavo Chanove, se pudo concluir que la demanda específica para nuestro proyecto sería alrededor del 16,5% de la demanda de etanol proyectada para la refinería Iquitos de Petroperú, debido a que las refinerías generalmente cuentan con proveedores con contratos a largo plazo ya establecidos, y por ser una empresa emergente y de bajo volumen de producción.

La demanda específica del proyecto se muestra en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11

Demanda específica del proyecto (en millones de litros)

Años	Demanda específica del proyecto
2019	2,44
2020	2,53
2021	2,61
2022	2,69
2023	2,75
2024	2,82
2025	2,88
2026	2,93

2.5 Comercialización

2.5.1 Políticas de comercialización y distribución

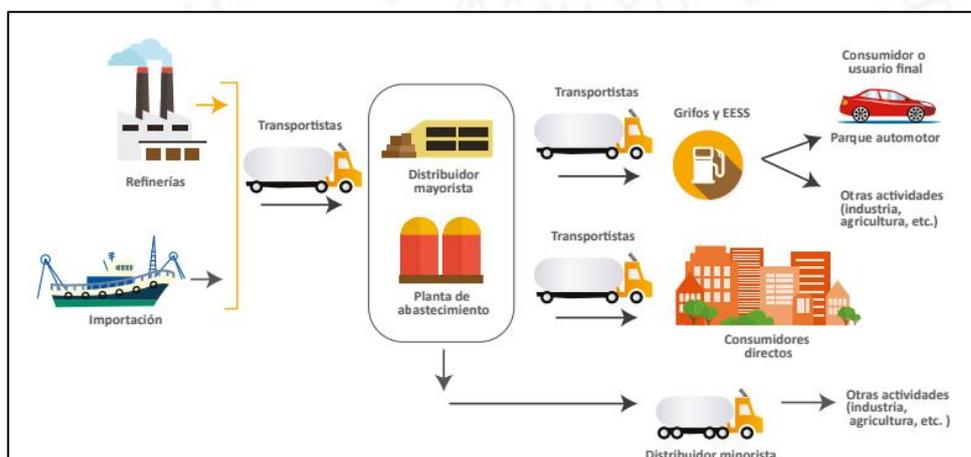
En las políticas de comercialización del etanol, se deben tomar en cuenta el Decreto Supremo N° 021-2007-EM, el cual especifica el reglamento para comercializar Biocombustibles; el Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, política nacional del ambiente; y la ley N° 28054, Ley de promoción del mercado de biocombustibles. Estos documentos contienen requisitos para la comercialización y distribución de etanol; de igual forma, hace referencia a las normas técnicas de calidad del producto.

En primer lugar, se debe obtener un permiso del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) a través de la Dirección General de Hidrocarburos para obtener los registros y autorizaciones correspondientes. Además, solo se debe vender dicho producto a los consumidores directos y a los distribuidores mayoristas con inscripción vigente en la Dirección General de Hidrocarburos del MINEM. Según el reglamento, al registrarse como distribuidor mayorista no se exige un volumen mínimo de ventas ni mantener existencia media mensual mínima.

A continuación, se mostrará la cadena de comercialización de la industria petrolera para ubicar la posición de los proveedores de etanol y los distribuidores mayoristas de gasohol.

Figura 2.5

Cadena de comercialización de la industria petrolera



Nota. Adaptado Brochure Institucional Petroperú, por Petroperú, 2019

(https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/quienes_somos/brochure-institucional.pdf)

En cuanto a la distribución del etanol, el producto se almacenará en un tanque dentro de la planta y se trasladará al cliente, si lo requiere, en camiones cisternas tercerizados que aseguren condiciones óptimas de transportación del producto. Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2016), algunas condiciones que deben cumplir son las siguientes:

- Porcentaje del volumen total del depósito: 95% (por ser un disolvente ligero, su punto de ebullición es menor a 100°C). De esta manera, se puede disponer de un sensor de nivel que detenga automáticamente el flujo de carga por cierre de las válvulas de alimentación.
- Deben poseer válvulas de aireación de cinco efectos: Para evitar que la presión interna alcance un valor demasiado elevado y permitir las operaciones de descarga mediante bombas.
- Escala de acceso a cisterna: Peldaños antideslizantes situados en la parte posterior que permite el acceso a la plataforma.

2.5.2 Publicidad y promoción

En cuanto a los bienes industriales, la importancia de la promoción radica en las ventas personales debido a que se necesita una relación estrecha con el cliente para concretar las ventas y ver las condiciones de contrato a largo plazo por lo que se incidirá en contar con un analista comercial calificado y disponible en todo momento para nuestro cliente. En cuanto a las promociones propiamente dichas, se contará con un precio más accesible al cliente debido a que se ahorrará el costo del flete debido a que la planta se encontrará cerca de nuestros clientes. Asimismo, se realizará la publicidad vía página web la cual contará con teléfonos de contacto.

2.5.3 Análisis de precios

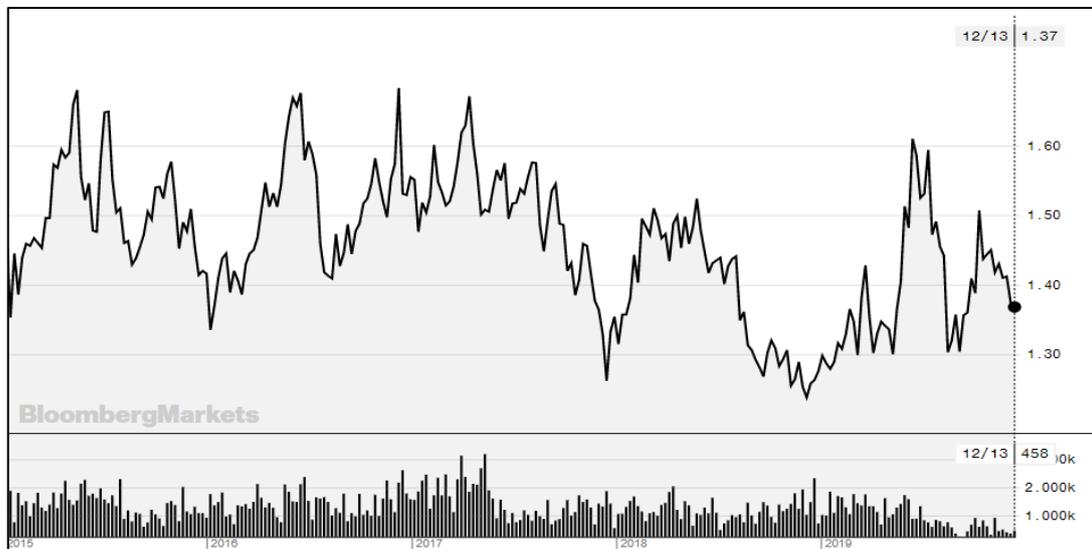
2.5.3.1 Tendencia histórica de los precios

El etanol es considerado como un commodity agrícola debido a que su producción depende de la disponibilidad de materia sacaroide (caña de azúcar), amilácea (cereales, tubérculos) y materia diversa (celulosa). La información sobre la tendencia histórica de

este commodity se obtuvo de Bloomberg, compañía estadounidense que ofrece software financiero, datos y noticias.

Figura 2.6

Tendencia histórica del precio de etanol del 2014 al 2019 (\$/galón)



Nota. Adaptado DL1:COM, por Bloomberg, 2020 (<https://www.bloomberg.com/quote/DL1:COM>)

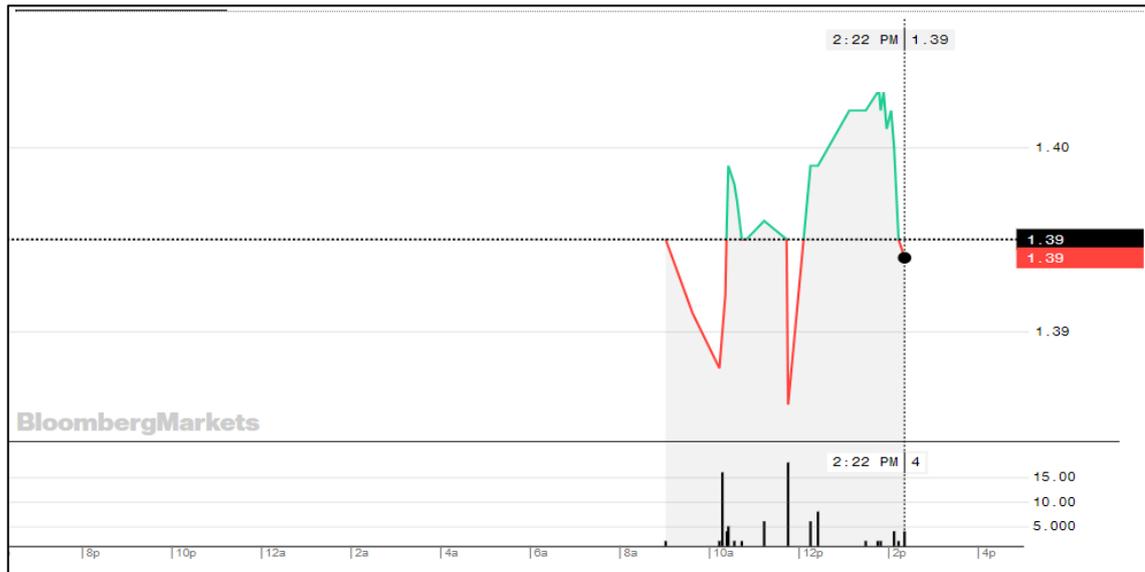
Como se puede observar en la Figura 2.6, el precio de etanol ha tenido altos y bajos con el tiempo. Debido a dicha variabilidad lo más apropiado para continuar con el estudio es establecer un precio fijo.

2.5.3.2 Precios actuales

El precio del etanol tiende a fluctuar durante el día en centésimos de dólar. Por ejemplo, como se aprecia en la figura 2.7, actualmente el precio del etanol es de 1,39.

Figura 2.7

Precio actual del etanol (\$/galón)



Nota. Adaptado DL1:COM, por Bloomberg, 2020 (<https://www.bloomberg.com/quote/DL1:COM>)

Para evitar la variabilidad del precio de etanol, se determinará que el precio por galón será de \$1,57 en planta. Dicho precio es menor a la de los proveedores nacionales debido a que ellos, debe incurrir en mayores costos de transporte por ubicarse en la costa peruana (regiones La Libertad, Lambayeque y Piura).

Asimismo, se consideró que el precio de nuestro etanol no encarecería la gasolina actual comercializada en Iquitos, debido a que el precio promedio actual de la gasolina en esta región es de \$ 3,18 por galón para la Gasolina 84 y \$ 3,54 por galón para la Gasolina 90, y según el Organismo Supervisor de Energía y Minas (2018), el 51% del precio proviene del precio neto, es decir, el precio del crudo, el margen de refinación y, en este caso, el etanol. Considerando dicha estructura del precio, el precio neto para la gasolina de 84 sería \$1,62 por galón.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que el costo del petróleo crudo y su refinación actualmente se encuentra en \$1,33/galón (Osinermin, 2018), y se necesita 7,8% de etanol por cada galón de gasohol; se calculará el precio neto del gasohol considerando nuestro precio de etanol. El precio neto del gasohol por galón sería: $\$1,33 + 0,078 * \$1,57 = \$1,45$, resultando menor que el precio neto actual.

Cabe resaltar, que nuestro precio no incluye el servicio de transporte del operador logístico, el cual puede ser solicitado por el cliente si lo requiere. El flete lo pagará el cliente directamente a la empresa de transporte homologada.

Como política, se negociará contratos a futuro en el cual se trabaje con dos tipos de pago: el provisional y el final. En el pago provisional se efectuará el 80% de pago y se realizará de forma contra entrega. El saldo restante será a crédito y se cobrará a un mes de realizada la venta.

2.6 Análisis de los insumos principales

2.6.1 Características principales de la materia prima

La materia prima utilizada para la elaboración de etanol es la yuca (nombre científico: *Manihot esculenta*) la cual es una raíz perteneciente al arbusto de la mandioca, que en promedio alcanza 30 cm de largo y 10 cm de diámetro.

La yuca es un cultivo perenne con alta producción de raíces reservantes, el cual puede ser utilizado como fuente de carbohidratos y elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas. Entre sus características principales, se encuentra la presencia de cáscara marrón y pulpa blanca, con un peso promedio de 1 kg por unidad y vida útil de aproximadamente 10 días (Cuidateplus, 2016).

Las características de este cultivo permiten su total utilización desde el tallo, hojas y raíces para la producción de almidón, agroindustria y exportación.

2.6.2 Disponibilidad de insumos

Se considerará la disponibilidad de la materia prima según la producción anual en toneladas de yuca en Maynas, mostrada en la Tabla 2.12:

Tabla 2.12

Producción anual de Yuca en Maynas (en ton/año)

Año	Maynas
2011	114 392,2
2012	109 653,7
2013	129 399,3
2014	122 458,9
2015	126 825,2
2016	133 725,4
2017	133 606,0
2018	141 816,2

Nota. De El Agro en Cifras, por Minagri, 2019 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-feb19-170419.pdf>)

Según el portal de emprendedores PYMEX (2019), aproximadamente el 70% de la producción de yuca se destina al consumo humano, el 15% para la alimentación animal y el restante para procesos industriales. Por lo tanto, la cantidad de toneladas de yuca disponible para usos industriales es la que se detalla en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13

Disponibilidad anual de Yuca en Maynas para Uso Industrial (en ton/año)

Año	Maynas
2011	17 158,8
2012	16 448,1
2013	19 409,9
2014	18 368,8
2015	19 023,8
2016	20 058,8
2017	20 040,9
2018	21 272,4

Nota. De Yuca Manihot Esculenta uno de los cultivos más importantes, por Minagri, 2019 (<https://pymex.pe/emprendedores/proyectos-de-inversion/la-yuca-manihot-esculenta-crantz-es-uno-de-los-cultivos-mas-importantes-del-tropico>)

En cuanto a los insumos, como las enzimas, la levadura, el amoníaco y la gasolina, se comprarán para un mes de producción. La diferencia de estos productos con la materia

prima, es que su vida útil es mayor (hasta 2 años en algunos casos), y pueden ser almacenados por mayor tiempo (Alibaba, 2018).

La levadura se comprará de A-1 del Perú, las enzimas de E.G. Suministros Químicos S.A., y el amoniaco de Amoniaco y Productos Diversos S.A.C., las cuales se encuentran ubicadas en el departamento de Lima. Debido a que las plantas de nuestros proveedores se encuentran alejadas de la nuestra, se ha considerado que la disponibilidad de los insumos será para un mes de producción. Por otro lado, la gasolina para la desnaturalización se comprará de la misma refinería de Iquitos de Petroperú.

Cabe recalcar que se eligieron estos proveedores por que ofrecen un certificado de calidad para cada uno de sus productos.

2.6.3 Costos de la materia prima

Según el Sistema de Abastecimiento y Precios del Minagri (2017), el precio promedio mayorista de yuca durante los años 2010 al 2018 son los que se detallan en la Tabla 2.14.

Tabla 2.14

Precio promedio mayorista de yuca (en \$/kg)

Año	Precio promedio de yuca
2010	0,06
2011	0,07
2012	0,10
2013	0,10
2014	0,10
2015	0,07
2016	0,08
2017	0,08
2018	0,09

Nota. De Boletín de Precios de Mercado – SIAR Loreto, por SIAR Loreto, 2019 (<https://siar.regionloreto.gob.pe>)

Se puede observar que el precio de la yuca tuvo un alza del año 2012 al 2014, debido al vaciante de los ríos durante el segundo semestre, el cual disminuyó el tránsito de las motonaves, principales transportistas de la zona.

Asimismo, el aumento de la temperatura por el fenómeno del Niño no permitió que los vegetales en esta región se desarrollarán normalmente, por lo que tuvo que cosecharse antes de tiempo, limitando la producción.

Para evitar las fluctuaciones de precio de la materia prima, se firmará un contrato con el proveedor de yuca para estabilizar el precio en \$0,08 por kg, debido a nuestro alto poder de negociación por comprar un suministro constante de un gran volumen de yuca.



CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de localización

Los factores a evaluar son:

Proximidad a la materia prima (PMP)

La proximidad a la materia prima es el factor más importante debido a que este proyecto depende de la oferta de la yuca, por lo tanto, se debe escoger una zona donde se asegure un abastecimiento regular de dicho recurso y cumplir con el plan de producción proyectado. Asimismo, se debe considerar que la planta debe encontrarse cerca de los centros de producción de yuca para ahorrar costos en el transporte.

Disponibilidad de terrenos (DT)

Para establecer una planta industrial es importante contar con terrenos industriales en una zona que cuente con agua, desagüe, energía eléctrica y que sea fácil acceder al lugar.

Costo de terrenos (CT)

Adicional a la disponibilidad de terrenos, es importante considerar el costo de estos.

Abastecimiento de agua (AA)

El procesamiento de la yuca requiere importantes volúmenes de agua destinadas tanto en las operaciones como para la limpieza de los equipos y la planta en general. En cuanto a las operaciones, el agua se utiliza para lavar la yuca y desprenderla de rastros de tierra e impurezas que puedan contaminar el producto final. Además, se utiliza para en el proceso de mezcla, proceso en el cual se mezcla el agua con la yuca molida para permitir que las enzimas actúen en la yuca y rompa sus enlaces entre moléculas.

Costo del agua (CA)

Debido a los importantes volúmenes de agua que se necesitan tanto durante el proceso de producción como en otras actividades, es indispensable considerar el costo de este recurso.

Disponibilidad de la mano de obra (DMO)

Se necesita contar con mano de obra calificada para supervisar y controlar las operaciones de la planta. Asimismo, se debe priorizar un alto porcentaje de población económicamente activa (PEA) para tener la posibilidad de seleccionar los más idóneos en las labores operativas y de limpieza.

Cercanía al mercado (CM)

Es de vital importancia que la planta de procesamiento de etanol se encuentre ubicada cerca de la planta de nuestros clientes para brindarle un servicio rápido el cual permita el abastecimiento de stock permanente, a menor precio al ahorrar el costo del flete.

Suministro de energía eléctrica (EE)

La disponibilidad de energía eléctrica es importante debido a que permite el funcionamiento continuo de una planta en los días que se encuentre operativos. Se debe considerar que la potencia de la energía debe ser constante, lo cual puede ser regulado, al instalar estabilizadores de corriente.

Costo de energía eléctrica (CE)

Al igual que el agua, debido a que este recurso es importante para el funcionamiento efectivo de la planta; el costo que este representa debe ser considerado.

Beneficios tributarios (BT)

Existen regiones en el Perú que cuenta con beneficios tributarios que incluyen al manejo, transformación industrial y comercialización, y están basados en la exoneración total del

impuesto general a las ventas (IGV) y parcial del impuesto a la renta, obteniendo tasas entre 0 al 10%, porcentaje muy por debajo del estándar (en el Perú, el impuesto alcanza el 29,5% de la utilidad antes de impuestos). Dichos beneficios, aumentaría la utilidad percibida por los accionistas de la empresa.

Infraestructura vial (IV)

Es importante que la región donde se ubique la planta cuente con una infraestructura vial adecuada para transportar la materia prima hacia la planta y el producto terminado hacia la planta de los clientes. En este aspecto, se evalúa el sistema de carreteras y los sistemas fluviales de cada región.

Las alternativas que se consideraron fueron las siguientes:

Loreto

Es el departamento con mayor extensión territorial del país, además el 5.4% de la superficie total está destinada a producción agrícola. Cuenta con más de un millón de habitantes y posee diversos puertos fluviales, aeropuertos y redes viales en toda su extensión.

Amazonas

Debido a que su economía depende de la agricultura y la ganadería, ambas actividades están muy desarrolladas en este departamento. Cuenta con rutas terrestres y puertos fluviales.

Ucayali

Es el segundo departamento más extenso del país. Es uno de los principales productores de yuca, plátano y papayas del Perú. Cuenta con más de medio millón de habitantes y posee vías fluviales, aeropuertos y redes viales en toda su extensión.

3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

A continuación, en la Tabla 3.1, se detallará la descripción de los factores para la elección de la macro localización de la planta de etanol.

Tabla 3.1

Descripción de las alternativas de macro localización

Factores		Regiones		
		Loreto	Ucayali	Amazonas
A	Proximidad a materia prima (PMP)	Producción de yuca (2018): 430 227 toneladas	Producción de yuca (2018): 86 752 toneladas	Producción de yuca (2018): 176 294 toneladas
B	Disponibilidad de terrenos (DT)	<ul style="list-style-type: none"> Superficie total: 368 851 km² Se está impulsando la creación de un parque industrial en Iquitos por el Gobierno Regional de Loreto. Creación del Parque Industrial de Yurimaguas. 	<ul style="list-style-type: none"> Superficie total: 102 199 km² Creación del Parque Industrial en Pucallpa de acuerdo a la Ley 27867 impulsado por el Gobierno Regional de Ucayali. 	<ul style="list-style-type: none"> Superficie total: 39 249 km² Parque Industrial Amazonas en el Nor Oriente Peruano (Distrito de Utcubamba) según Ley N° 28183.
C	Abastecimiento de agua (AA)	<ul style="list-style-type: none"> Se encuentra la Autoridad Administradora del Agua Amazonas, Huallaga y Ucayali. Disponibilidad de agua (hm³/año): 1 686 115,61 	<ul style="list-style-type: none"> Se encuentra la Autoridad Administradora del Agua Ucayali y Urubamba-Vilcanota. Disponibilidad de agua (hm³/año): 222 751,57 	<ul style="list-style-type: none"> Se encuentra la Autoridad Administradora del Agua Marañón Disponibilidad de agua (hm³/año): 47 526,05
D	Cercanía al mercado (CM)	<ul style="list-style-type: none"> Se encuentra la refinería Iquitos (Provincia de Maynas a 14 km de la ciudad de Iquitos) 	<ul style="list-style-type: none"> Se encuentra la refinería Pucallpa. Distancia a Iquitos: 464 km 	<ul style="list-style-type: none"> Se encuentra la refinería el Milagro en la provincia de Utcubamba. Distancia a Iquitos: 443 km

(Continúa)

(Continuación)

E	Suministro de energía eléctrica (EE)	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas con alumbrado eléctrico: 77,6% • Producción de energía eléctrica: 1 108,12 GW.h 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas con alumbrado eléctrico: 83,7% • Producción de energía eléctrica: 398,70 GW.h 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas con alumbrado eléctrico: 74,7% • Producción de energía eléctrica: 69,50 GW.h
F	Beneficios tributarios (BT)	Cuenta con beneficios tributarios en la totalidad de su territorio (Ley N°27037: Ley de Promoción de Inversiones de la Amazonía).	Cuenta con beneficios tributarios en la totalidad de su territorio (Ley N°27037: Ley de Promoción de Inversiones de la Amazonía).	Cuenta con beneficios tributarios en la totalidad de su territorio (Ley N°27037: Ley de Promoción de Inversiones de la Amazonía).
G	Infraestructura vial (IV)	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud total (2018): 891,2 km <ul style="list-style-type: none"> ○ Pavimentada: 209,9 km ○ No Pavimentada: 681,3 km • Puertos fluviales <ul style="list-style-type: none"> ○ Nacionales: TP Petroperú-Iquitos, Mario Da Costa Manzur, Yurimaguas, etc. ○ Regionales: TP Contamana, Cabo Pantoja, Mazán, Requena, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud total (2018): 2 512,6 km <ul style="list-style-type: none"> ○ Pavimentada: 229,5 km ○ No Pavimentada: 2 283,1 km • Puertos fluviales <ul style="list-style-type: none"> ○ Regionales: TP Henry-Pucallpa, Maple-Pucallpa, Petroperú-Pucallpa, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud total (2018): 3 341,4 km <ul style="list-style-type: none"> ○ Pavimentada: 883,2 km ○ No Pavimentada: 2 458,2 km • No tiene puertos fluviales

Nota. De Reporte Hidrométrico 150-2020, por Asociación Nacional de Agua, 2020 (https://snirh.ana.gob.pe/RepositorioComunicados/REPORTE_HIDROMETRICO.pdf).

Adaptado de Red Vial Nacional por el Tipo de Superficie Según Departamento, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018

(<https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>).

Adaptado de La Industria de la Electricidad en el Perú, por Osinergmin, 2018

(https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anos.pdf).

De Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra 2018, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2018 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/resumen-ejecutivo-enis2018-rev18jul18.pdf>).

Se utilizará el método de Ranking de Factores el cual es una técnica que emplea un sistema de evaluación que considera los factores necesarios para localizar la planta de producción de etanol.

En primer lugar, se realizará una matriz de enfrentamiento de factores para establecer el orden de importancia de cada uno de ellos. El nivel de importancia estará determinado por el porcentaje ponderado otorgado a cada factor.

Posteriormente, se realizará la matriz de ranking de factores donde se evaluará cada una de las alternativas de localización, asignándole una calificación por cada factor.

La escala de calificación utilizada será (10) excelente, (8) muy bueno, (6) bueno, (4) regular, (2) malo y (0) pésimo.

Por último, se sumará los puntajes para cada localización y se escogerá la de mayor puntaje acumulado. La escala de calificación por cada factor se resumirá a través de las Tablas 3.2 hasta la Tabla 3.7:

Tabla 3.2

Escala de calificación para el factor proximidad a la materia prima (PMP)

Proximidad a la materia prima (PMP)		
Estado	Calificación	Detalle
Excelente	10	Más de 200 000 TM por año
Muy Bueno	8	De 150 000 a 200 000 TM por año
Bueno	6	De 100 000 a 150 000 TM por año
Regular	4	De 50 000 a 100 000 TM por año
Malo	2	Hasta 50 000 TM por año
Pésimo	0	No existe producción de yuca en la región

Tabla 3.3*Escala de calificación para el factor disponibilidad de terrenos (DT)*

Disponibilidad de terrenos (DT)		
Estado	Calificación	Detalle
Excelente	10	Superficie total > 110 000 km ²
Muy Bueno	8	85,000 km ² < Superficie total ≤ 110 000 km ²
Bueno	6	60,000 km ² < Superficie total ≤ 85 000 km ²
Regular	4	35,000 km ² < Superficie total ≤ 60 000 km ²
Malo	2	10,000 km ² < Superficie total ≤ 35 000 km ²
Pésimo	0	Superficie total ≤ 10 000 km ²

La máxima calificación para una región o provincia con ningún parque industrial es mala (2), y la máxima calificación para una región con un solo parque industrial es buena (6).

Para escoger la provincia, solo se considera la superficie total, en caso en que posea al menos un parque industrial.

Tabla 3.4*Escala de calificación para el factor abastecimiento de agua (AA)*

Abastecimiento de agua (AA)		
Estado	Calificación	Detalle
Excelente	10	Superficie total > 500 000 hm ³ /año
Muy Bueno	8	400 000 hm ³ /año< Superficie total ≤ 500 000 hm ³ /año
Bueno	6	300 000 hm ³ /año< Superficie total ≤ 400 000 hm ³ /año
Regular	4	200 000 hm ³ /año< Superficie total ≤ 300 000 hm ³ /año
Malo	2	100 000 hm ³ /año< Superficie total ≤ 200 000 hm ³ /año
Pésimo	0	Disponibilidad de agua ≤ 100 000 hm ³ /año

Tabla 3.5*Escala de calificación para el factor cercanía al mercado (CM)*

Cercanía al mercado (CM)		
Estado	Calificación	Detalle
Excelente	10	Distancia media a la planta del cliente ≤ 20 km
Muy Bueno	8	$20 \text{ km} < \text{Distancia media a la planta del cliente} \leq 120 \text{ km}$
Bueno	6	$120 \text{ km} < \text{Distancia media a la planta del cliente} \leq 220 \text{ km}$
Regular	4	$220 \text{ km} < \text{Distancia media a la planta del cliente} \leq 320 \text{ km}$
Malo	2	$320 \text{ km} \leq \text{Distancia media a la planta del cliente} \leq 420 \text{ km}$
Pésimo	0	Distancia media a la planta del cliente > 420 km

Tabla 3.6*Escala de calificación para el factor suministro de energía eléctrica (EE)*

Suministro de energía eléctrica (EE)		
Estado	Calificación	Detalle
Excelente	10	Viviendas con alumbrado eléctrico $> 90\%$
Muy Bueno	8	$80\% < \text{Viviendas con alumbrado eléctrico} \leq 90\%$
Bueno	6	$70\% < \text{Viviendas con alumbrado eléctrico} \leq 80\%$
Regular	4	$60\% < \text{Viviendas con alumbrado eléctrico} \leq 70\%$
Malo	2	$50\% < \text{Viviendas con alumbrado eléctrico} \leq 60\%$
Pésimo	0	Viviendas con alumbrado eléctrico $\leq 50\%$

Para las regiones, si la producción de energía eléctrica es menor a:

- 100 GW.h, la máxima calificación que puede obtener es malo (2).
- 1 000 GW.h, la máxima calificación recibida es bueno (6).

Tabla 3.7*Escala de calificación para el factor infraestructura vial (IV)*

Infraestructura vial (IV)		
Estado	Calificación	Detalle
Excelente	10	Longitud total del sistema vial > 2 500 km
Muy Bueno	8	2,000 km < Longitud total del sistema vial ≤ 2 500 km
Bueno	6	1,500 km < Longitud total del sistema vial ≤ 2 000 km
Regular	4	1,000 km < Longitud total del sistema vial ≤ 1 500 km
Malo	2	500 km < Longitud total del sistema vial ≤ 1 000 km
Pésimo	0	Longitud total del sistema vial ≤ 500 km

Si la región no cuenta con puertos fluviales, la máxima calificación que puede obtener es regular (4). Por otro lado, si solo cuenta con puertos fluviales regionales, la máxima calificación que puede recibir es bueno (6).

3.3 Evaluación y selección de localización

3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

En cuanto a los factores escogidos en el punto anterior, el más importante es la proximidad a la materia prima, posterior la cercanía al mercado debido a que el proyecto es dependiente del suministro de yuca, y se debería ofrecer abastecimiento continuo y a bajo costo a nuestros clientes. Luego de este factor, se encuentra la disponibilidad de terrenos, siguiendo del abastecimiento de agua. Por último, el suministro de energía eléctrica y la infraestructura vial se encuentran al mismo nivel, siendo estos los de menor importancia.

A continuación, se mostrará en la Tabla 3.8 la matriz de enfrentamiento de factores considerados para la macro localización del proyecto.

Tabla 3.8*Matriz de enfrentamiento de factores para la macro localización*

Factores	PMP	DT	AA	CM	EE	IV	Total	Hi
PMP		1	1	1	1	1	5	31,25%
DT	0		1	0	1	1	3	18,75%
AA	0	0		0	1	1	2	12,50%
CM	0	1	1		1	1	4	25,00%
EE	0	0	0	0		1	1	6,25%
IV	0	1	0	0	0		1	6,25%
							16	

Asimismo, se mostrará en la Tabla 3.9 la matriz de ranking de factores en la cual se calificó cada factor según la descripción detallada de cada alternativa de calificación.

Tabla 3.9*Matriz de ranking de factores para la macro localización*

Factores	Hi	Loreto		Ucayali		Amazonas	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
PMP	31.25%	10	3,125	6	1,875	8	2,5
DT	18.75%	10	1,875	6	1,125	4	0,75
AA	12.50%	6	0,75	8	1	8	1
CM	25.00%	10	2,5	4	1	0	0
EE	6.25%	6	0,375	4	0,25	8	0,5
IV	6.25%	8	0,5	10	0,625	8	0,5
			9,125		5,875		5,25

Como se puede observar, el departamento más adecuado para localizar la planta debido a su proximidad a la materia prima, disponibilidad de terreno, disponibilidad de agua, cercanía al mercado, disponibilidad de energía eléctrica e infraestructura vial es Loreto.

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Para la micro localización, se ha considerado tres provincias de Loreto las cuales son: Maynas, Alto Amazonas y Loreto.

Maynas

Es una de las ocho provincias que conforman la región de Loreto. Además, es la zona con mayor cercanía al cliente.

Alto Amazonas

Es la segunda provincia más importante de Loreto, a pesar de ser una de las más pequeñas, y predomina la agricultura, ganadería y pesquería como actividad económica.

Loreto

Es una de las provincias más extensas de toda la región de Loreto. A pesar, de no contar con el desarrollo e inversión que otras provincias posee, también es un principal productor de yuca. Cabe resaltar, esta zona es la segunda más cercana al cliente, luego de Maynas.

La descripción detallada de las provincias se muestra en la Tabla 3.10:

Tabla 3.10

Descripción de las alternativas de micro localización

Factores		Provincias		
		Maynas	Alto Amazonas	Loreto
A	Proximidad a materia prima (PMP)	Producción de yuca (2018): 141 816,2 toneladas	Producción de yuca (2018): 98 945,95 toneladas	Producción de yuca (2018): 46 654,89 toneladas
B	Costo de Terrenos (CT)	<ul style="list-style-type: none"> Costo por m²: \$ 20,00 	<ul style="list-style-type: none"> Costo por m²: \$ 40,00 	<ul style="list-style-type: none"> Costo por m²: \$ 150,00
C	Costo del Agua (CA)	<ul style="list-style-type: none"> Costo promedio por m³: S/ 2,662 	<ul style="list-style-type: none"> Costo promedio por m³: S/ 2,416 	<ul style="list-style-type: none"> Costo promedio por m³: S/ 1,575
D	Disponibilidad de la mano de obra (DMO)	<ul style="list-style-type: none"> PEA (2018): 188 842 PEA ocupada (2018): 177 619 (94,1%) PEA desocupada (2018): 11 223 (5,9%) 	<ul style="list-style-type: none"> PEA (2018): 43 822 PEA ocupada (2018): 41 243 (94,1%) PEA desocupada (2018): 2 579 (5,9%) 	<ul style="list-style-type: none"> PEA (2018): 17 272 PEA ocupada (2018): 16 037 (92,8%) PEA desocupada (2018): 1 235 (7,2%)
E	Costo de energía eléctrica (CE)	<ul style="list-style-type: none"> Tarifa de energía eléctrica en sector industrial (cent. US\$/kWh): 12,10 	<ul style="list-style-type: none"> Tarifa de energía eléctrica en sector industrial (cent. US\$/kWh): 12,35 	<ul style="list-style-type: none"> Tarifa de energía eléctrica en sector industrial (cent. US\$/kWh): 16,91

Nota. De Reporte Hidrométrico 150-2020, por Asociación Nacional de Agua, 2020 (https://snirh.ana.gob.pe/RepositorioComunicados/REPORTE_HIDROMETRICO.pdf).

Adaptado de Red Vial Nacional por el Tipo de Superficie Según Departamento, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018

(<https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>).

Adaptado de La Industria de la Electricidad en el Perú, por Osinergmin, 2018

(https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25años.pdf).

De Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra 2018, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2018 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/resumen-ejecutivo-enis2018-rev18jul18.pdf>).

La Tabla 3.11 muestra la nueva matriz de enfrentamiento de los factores para la micro-localización.

Tabla 3.11

Matriz de enfrentamiento de factores para la micro localización

Factores	PMP	CT	CA	DMO	CE	Total	Hi
PMP		1	1	1	1	4	30,78%
CT	0		1	1	1	3	23,08%
CA	0	0		1	1	2	15,38%
DMO	0	0	1		1	2	15,38%
CE	0	0	1	1		2	15,38%
						13	

A continuación, la Tabla 3.12 muestra la matriz de ranking de factores en la cual se calificó cada factor según la descripción detallada de cada alternativa de calificación.

Tabla 3.12

Matriz de ranking de factores para la micro localización

Factores	Hi	Maynas		Alto Amazonas		Loreto	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
PMP	30,78%	6	1,8	4	1,2	2	0,6
CT	23,08%	10	2,3	2	0,5	2	0,5
CA	15,38%	10	1,5	8	1,2	2	0,4
DMO	15,38%	6	0,9	0	-	6	0,9
CE	15,38%	6	0,9	6	0,9	8	1,2
			7,4		3,8		3,6

Como se puede observar, la provincia más adecuada para localizar la planta debido a su proximidad a la materia prima, disponibilidad de mano de obra y costos, es Maynas.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE LA PLANTA

4.1 Relación tamaño-mercado

La demanda específica del proyecto, calculada previamente en el capítulo II, se utiliza para calcular el tamaño-mercado. Está transformada a litros por día y se muestra en la Tabla 4.1:

Tabla 4.1

Tamaño-mercado (litros/día)

Años	Tamaño
2019	6 687,45
2020	6 933,42
2021	7 155,93
2022	7 359,07
2023	7 545,93
2024	7 718,94
2025	7 880,01
2026	8 030,68

El tamaño-mercado, en este caso, sería la demanda del último año proyectado la cual es de 8 030,68 litros de etanol por día.

4.2 Relación tamaño-recursos productivos

El tamaño recursos productivos se basa en la materia prima, insumos, entre otros, que se tienen disponibles para la actividad productiva. Para el presente estudio, se analizará la principal materia prima del proceso: la yuca.

A continuación, en la Tabla 4.2 se muestra la producción anual regional de la yuca en Loreto.

Tabla 4.2

Producción anual regional de la yuca en Loreto (ton/año)

Años	Producción de yuca en Loreto
2011	347 031
2012	332 656
2013	392 558
2014	371 503
2015	384 749
2016	405 682
2017	405 320
2018	430 227

Nota. De Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra 2018, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2018 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/resumen-ejecutivo-enis2018-rev18jul18.pdf>).

De acuerdo al Gobierno Regional de Loreto (2017) se pudo determinar que la producción de Maynas es un 32,96% de la producción total del departamento de Loreto. Con ese porcentaje se pudo completar la Tabla 4.3:

Tabla 4.3

Producción anual de yuca en Maynas (ton/año)

Años	Producción de yuca en Maynas
2011	114 392,2
2012	109 653,7
2013	129 399,3
2014	122 458,9
2015	126 825,2
2016	133 725,4
2017	133 606,0
2018	141 816,2

Nota. De Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra 2018, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2018 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/resumen-ejecutivo-enis2018-rev18jul18.pdf>).

Al ser un producto que proviene de la agricultura y cuya producción no puede ser predicha con certeza al futuro debido a diversos factores como el clima o la tierra, se tomará como referencia el último año (2018) para nuestra investigación.

Por último, según el Portal de Emprendedores PYMEX (2018), aproximadamente el 70% de la producción de yuca se destina al consumo humano, el 15% para la alimentación animal y el restante para procesos industriales.

Finalmente, tenemos que con 19,9 ton de yuca se pueden hacer 10 000 litros de etanol (Esquivia, Castaño, Atehortua, Acosta y Mejía, 2014). Usando este factor de conversión podremos estimar la cantidad de etanol que podremos producir con nuestro recurso disponible.

$$141\,816,2 \frac{\text{ton yuca}}{\text{año}} \times 15\% \times \frac{10\,000 \text{ L etanol}}{19,9 \text{ ton yuca}} \times \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}}$$

$$= 29\,286,74 \text{ L etanol/día}$$

4.3 Relación tamaño-tecnología

Para el cálculo del tamaño-tecnología, se realizó una búsqueda en el mercado de una planta de producción de etanol que pueda producir más de 8 030,67 litros por día y, de esta manera, asegurar que su capacidad real satisfaga el tamaño-mercado. Sin embargo, se debe considerar que la capacidad instalada de la planta no debe sobrepasar desmesuradamente la demanda debido a que se generaría capacidad ociosa y no crearía valor para la empresa.

A través del cálculo del tamaño de planta utilizando el lead time del proceso de producción de etanol, hallado en el capítulo V, se debe considerar nuestro tamaño tecnología como 10 767,57 litros/día.

El tamaño tecnología se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4*Tamaño-tecnología (litros/día)*

Años	Demanda	Tamaño requerido	Tamaño disponible
2019	2 440 914,51	6 687,44	10 767,57
2020	2 530 694,18	6 933,41	10 767,57
2021	2 611 909,76	7 155,92	10 767,57
2022	2 686 053,79	7 359,05	10 767,57
2023	2 754 259,68	7 545,92	10 767,57
2024	2 817 408,47	7 718,93	10 767,57
2025	2 876 198,58	7 880,00	10 767,57
2026	2 931 193,06	8 030,67	10 767,57

4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio

Según Krajewski y Ritzman (2000), el punto de equilibrio calcula el volumen de producción necesario para que con el precio que se determine, se pueda cubrir todos los costos incurridos. Es el punto en el que los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados a la venta del producto (p.67).

El punto de equilibrio resulta un punto medio, si se produce menos, representaría pérdidas y se perdería la rentabilidad del proyecto.

Para determinar el PE se tiene la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{CF}{P - CV}$$

Los costos fijos son los que se mantienen constantes y los variables son aquellos que varían según el volumen.

$$PE = \frac{161\,416,71}{0,42 - 0,31}$$

$$PE = 1\,542\,614,97 \frac{L}{año}$$

$$PE = 4\,226,34 \frac{L}{día}$$

4.5 Selección del tamaño de planta

La Tabla 4.5. agrupa los factores hallados previamente con su respectivo tamaño, para seleccionar el tamaño de planta adecuado según nuestro mercado.

Tabla 4.5

Tamaño de planta (L/día)

Relación	Tamaño
Mercado	8 030,67
Recursos productivos	28 709,66
Tecnología	10 767,57
Punto de equilibrio	4 226,35

Del cuadro previo se puede verificar que los recursos disponibles no son una limitante para la producción de etanol. De igual forma, la tecnología que poseemos es mayor a la de mercado. Por lo tanto, el mercado es el determinante del tamaño de planta.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición del producto basado en sus características de fabricación

5.1.1 Especificaciones técnicas del producto

Para detallar las especificaciones técnicas del producto se consultó la Norma Técnica Peruana (NTP 312.126 2011, revisada el 2017), la cual aplica al etanol destinado a ser mezclado con gasolina en proporción volumétrica de 7.8% para ser utilizado como combustible en motores de ignición por chispa. La Tabla 5.1. describe la Norma Técnica Peruana para la elaboración de etanol.

Tabla 5.1

Norma técnica peruana relacionada a la elaboración de etanol

Código	NTP 321.126 2011 (revisada el 2020)
Título	PETRÓLEO Y DERIVADOS. Alcohol Carburante: Etanol Anhidro Desnaturalizado para mezcla con gasolina uso motor. Especificaciones.
Comité	Comité Técnico de Normalización de Petróleo y Derivados.
Resumen	Establece los requisitos de calidad para el Etanol Combustible Desnaturalizado para mezcla con gasolina a ser utilizada en motores de combustión interna con encendido por chispa.

Nota. De NTP 321.126 2011 (revisada el 2017), por Instituto Nacional de la Calidad, 2017 (<https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/6/jer/resoluciones-directorales/files/2ac-2017.pdf>).

Según el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (2010) y la Norma Técnica Peruana 321.126 2011 (2020), la importancia de cada propiedad contemplada en dicho reglamento, garantizando la calidad del producto, será detallada a continuación:

Aspecto y color

Representa una característica relevante del producto final debido a que permite evaluar la presencia de impurezas provenientes de proceso productivo o debido al transporte. El

oscurecimiento del etanol también puede ocurrir debido a la oxidación de compuestos inestables como alcoholes superiores y aldehídos. La presencia de estas impurezas puede reducir la vida útil de los filtros de combustible de los vehículos u obstruir los carburadores de los automóviles.

Contenido de agua

Disminuye el poder de solvencia (una sola fase) del etanol y gasolina para uso en motores de combustión interna con encendido por chispa. Normalmente los motores de ignición por chispa no funcionan con la sustancia de la fase acuosa, por lo que, al ingresar esta fase, el motor sufrirá graves problemas de operación.

Contenido de goma lavada en solvente

Detecta la presencia de impurezas de alto punto de ebullición, insolubles en heptano, los cuales pueden contribuir a la formación de depósitos en superficies de carburadores, inyectores de combustible, válvulas y guías de válvulas.

Contenido de cloruros inorgánicos

Los iones cloruro aumentan la conductividad eléctrica del etanol, lo cual incrementa el poder corrosivo del producto y puede terminar dañando los aceros utilizados en los motores y otras piezas en contacto.

Contenido de cobre

Los equipos de fermentación y destilación del etanol, generalmente, están fabricados de cobre, metal que es fácilmente transportado por el etanol. Si se presenta una gran cantidad de iones en el producto, el cobre puede depositarse, obstruir filtros y circuitos de distribución de combustible.

Acidez total

Refleja el poder corrosivo del etanol, lo que podría generar daños en los componentes de los automóviles. Esta propiedad debe ser evaluada continuamente dentro del proceso de producción, debido a que, si no se interrumpe el proceso de fermentación después de la formación de etanol, éste se oxidará formando ácido acético.

pH

Una medida de pH menor a 6.5, genera un desgaste excesivo de las escobillas, el colector, los inyectores de combustible y los cilindros del motor. Cuando el pH se encuentra por encima de 9.0, las piezas de plástico de la bomba de combustible pueden fallar. Por lo tanto, es importante controlar dicha variable.

Contenido de sulfato total

La presencia de sulfatos inorgánicos puede contribuir a la formación de depósitos en los inyectores y taponamiento prematuro de los filtros de las bombas de los dispensadores del sistema de distribución del combustible. Asimismo, los sulfatos ocasionan que los inyectores de combustibles se peguen causando fallas de encendido de motor.

Masa específica (densidad)

Es una medida indirecta de la cantidad de agua y alcohol contenido en el producto final. Si es muy elevado, podría indicar que existe una gran cantidad de agua; mientras que, si es muy baja, refleja la presencia de componentes livianos como metanol y aldehídos.

Contenido de azufre

La Normativa Legal Peruana ha establecido controles de azufre para cumplir con los límites permisible de emisión de vehículos. Un alto nivel de azufre contamina el convertidor catalítico para reducir emisiones de HC, CO y NO_x (p. 29 –31).

La Tabla 5.2 siguiente muestra las características físico-químicas exigidas para el etanol. Los métodos utilizados se han basado del reglamento americano ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).

Tabla 5.2

Especificaciones de calidad para etanol

Característica	Unidades	Métodos	Valores
Apariencia	-----	Inspección visual	Libre de partículas suspendidas y precipitadas (Claro y brillante)
Etanol	% volumen	ASTM D 5501	95,2 mínimo
Metanol	% volumen	ASTM D 5501	0,5 máximo
Contenido de agua	% peso	ASTM E 203 ASTM E 104	0,3 máximo
Contenido de desnaturalizante	% volumen	No especifica	2,00 - 3,00
Goma existente, lavada con solvente	mg/100ml	ASTM D 381	5,0 máximo
Contenido de cloruros inorgánicos, ppm masa	mg/l	ASTM D 7319 ASTM D 7328	10 máximo
Contenido de cobre	mg/kg	ASTM D 1688 Método modif. A	0,1 máximo
Contenido de fósforo	mg/l	ASTM D 3231	0,5 máximo
Acidez total (Como ácido acético), % masa	mg/l	ASTM D 1613	0,007 máximo
pH	-----	ASTM D 6423	6,5 – 9,0
Azufre	ppm masa	ASTM D 2622 ASTM D 3120 ASTM D 5453	30 máximo
Sulfato total	ppm masa	ASTM D 7318 ASTM D 7319 ASTM D 7328	4 máximo
Densidad relativa	-----	ASTM D 891 ASTM D 4052	Reportar

Nota. De NTP 321.126 2011 (revisada el 2017), por Instituto Nacional de la Calidad, 2017 (<https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/6/ger/resoluciones-directorales/files/2ac-2017.pdf>).

Marco regulatorio para el producto

En cuanto al marco regulatorio del etanol en el Perú, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN (2007) ha establecido el Decreto Supremo N°021-2007-EM, el cual detalla el marco general para promover el mercado de biocombustibles, establece los requisitos para la comercialización y distribución, y hace referencia a las normas técnicas de calidad de dichos productos.

En dicho documento se dispone que las características técnicas del alcohol carburante se establezcan mediante las Normas Técnicas Peruanas aprobadas por INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). Sin embargo, mientras éstas no sean aprobadas, se aplicarán las normas técnicas internacionales. En el caso del etanol, se utiliza la norma americana, la cual es la ASTM D 4806-06 (p.4).

Asimismo, el Reglamento de Comercialización indica que para registrar el producto en la Dirección General de Hidrocarburos y, de esta manera, obtener el permiso para efectuar ventas de biocombustibles a operadores de refinerías, se deberá presentar la siguiente documentación:

- Solicitud de acuerdo a formato, consignando el número de RUC
- Formato de declaración jurada por cada producto
- Especificaciones de calidad del producto adjuntando el certificado de análisis químico de un laboratorio acreditado.
- Plan de producción anual por mes

El documento dispone que los únicos lugares donde se realizará la mezcla de etanol con gasolina sean en las refinerías y las plantas de abastecimiento (p.10).

El organismo público encargado de asegurar el cumplimiento de dicho reglamento es el Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería (Osinermin).

Asimismo, Osinermin (2009) estableció el Procedimiento de Control de Calidad de Biocombustibles y sus Mezclas, el cual establece que en caso se incumpla las normas de calidad de biocombustibles y sus mezclas, la sanción es hasta 2000 UIT. El laboratorio de ensayo que acredite dicho incumplimiento debe ser reconocido por INDECOPI (p. 3).

Adicional, Osinergmin (2011) incluyó un Procedimiento para la Inspección, Mantenimiento y Limpieza de Tanques de Combustibles Líquidos, Biocombustibles y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos, el cual menciona lo siguiente:

Para limpieza de tanques:

- ✓ Si se determina realizar la limpieza sin ingresar al interior del tanque, se puede recircular el producto para no dejarlo fuera de servicio.
- ✓ Se puede realizar la limpieza al interior del tanque utilizando vapor, agua a presión, desengrasantes o desincrustantes. Tener especial cuidado al remover los residuos debido a que pueden llegar a ser peligrosos.

Para operación de tanques:

- ✓ Cambiar o limpiar periódicamente el filtro del sistema.
- ✓ Utilizar filtros absorbentes de agua para reducir la posibilidad de expender producto con presencia de agua.
- ✓ Verificar periódicamente el nivel de agua en el tanque (p. 5).

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

5.2.1.1 Descripción de las tecnologías existentes

A continuación, se explicará los métodos de obtención de etanol a base de yuca que existen en la actualidad.

Molienda

La molienda es el proceso que luego de la trituration, reduce el tamaño de las partículas de un sólido. Según la Universidad Politécnica de Cartagena (2009) puede ser de dos tipos:

Molienda en seco

En esta etapa se reduce el tamaño de las partículas por métodos de impacto y abrasión. Se da en recipientes cilíndricos, con una carga trituradora dentro, en rotación. La molienda en seco posee mayor rendimiento que la húmeda, además requiere menos espacio, menos equipos y requiere menor capital.

Molienda en húmedo

Esta etapa es similar a la en seco, solo que se realiza en suspensión en líquidos, casi siempre agua. Este proceso es el más utilizado en la industria; no obstante, requiere de más equipos, tiene menor rendimiento y representa un alto costo de capital (p.6).

Hidrolisis

Según Martínez, Padilla, García, Bárcena y Diez (2010), la hidrólisis es la reacción química entre una molécula y otra de agua, en la cual hay una división de esta última y sus átomos pasan a ser parte de la otra.

Hidrolisis ácida

En este proceso se utiliza un ácido prótico para catalizar la reacción de sustitución nucleofílica, en la cual se reemplazan un nucleófilo por grupo saliente.

Este tipo de hidrolisis es la que mayores antecedentes posee. Sin embargo, requiere de mucha energía, su rendimiento no es óptimo, tiene mayor impacto ambiental por los ácidos y necesidad mayor tiempo para reaccionar.

Hidrolisis enzimática

Se produce mediante hidrolasas, enzimas catalizadoras de hidrólisis, las cuales rompen los enlaces por agua. Es más reciente y soluciona casi todos los problemas de la hidrolisis ácida.

El rendimiento que se obtiene es de más del 95%, requiere menos tiempo para reaccionar, se puede acoplar junto con la fermentación formando un solo proceso, y representa menos costos (p. 4).

Fermentación

Proceso de transformación de biomoléculas complejas en más simples, en ausencia de oxígeno, generado por agentes biológicos para la producción de alcohol.

Fermentación simple

Es el proceso de oxidación incompleta generado por microorganismos que procesan los glúcidos, carbohidratos o sacáridos. Es la más básica de los procesos. Costo bajo, pero bajo rendimiento.

Sacarificación y fermentación simultaneas con amilasas

Según Castaño y Mejía (2008), este proceso junta la sacarificación de la hidrólisis con la fermentación en un solo reactor formando una sola etapa. Sin embargo, una licuefacción debe realizarse de manera independiente previo a esta etapa para poder lograr un resultado óptimo y una alta concentración. Para la sacarificación se alimenta continuamente con una enzima glucoamilasa y la fermentación se da con un tipo de levadura específico, *Saccharomyces cerevisiae*, en presencia de amoníaco (p. 2).

Es la que más se utiliza en la industria además de requerir menor cantidad de maquinaria y recursos, ya que acopla dos procesos.

Fermentación acoplada a per vaporación

Según Espinosa y Vecchiatti (2018), esta fermentación posee alta productividad y el proceso en general es más sencillo. Por otro lado, la tecnología además de no ser propia tiene un alto costo.

Fermentación acoplada a destilación con membranas

Se encontró en la investigación de Espinosa y Vecchiatti (2018), que dicha fermentación no es viable para la producción a nivel industrial, además consume mucha energía, pero los tamaños de la maquinaria son más reducidos, y separa eficientemente a un alto grado de pureza etanol.

Destilación

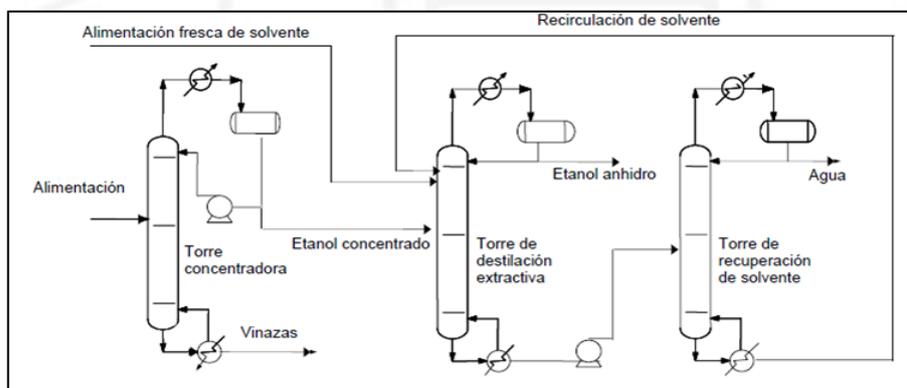
Según Grupo Investigación de Destilación de Etanol (2012), es el proceso en el cual se separan las sustancias de una mezcla líquida utilizando los diferentes puntos de ebullición de cada componente. También puede ser una mezcla gaseosa o líquido-gaseosa. Mediante la vaporización y condensación se puede lograr la destilación.

Destilación extractiva

Para lograr la destilación, como se observa en la Figura 5.1, se añade a la mezcla una sustancia como el glicerol para cambiar la volatilidad de uno de los componentes o más. Este tipo de destilación permite una separación efectiva del etanol, además es la que más se desarrolla en la industria. Por otro lado, el costo es alto y genera alto impacto ambiental.

Figura 5.1

Destilación extractiva



Nota. De "Proceso de obtención de etanol" por F. Gómez, en A. Azaña, Ingeniería de procesos de planta de fabricación de etanol con una capacidad de 20000 tm/año (pp. 62-65), 2015, Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla

Destilación azeotrópica

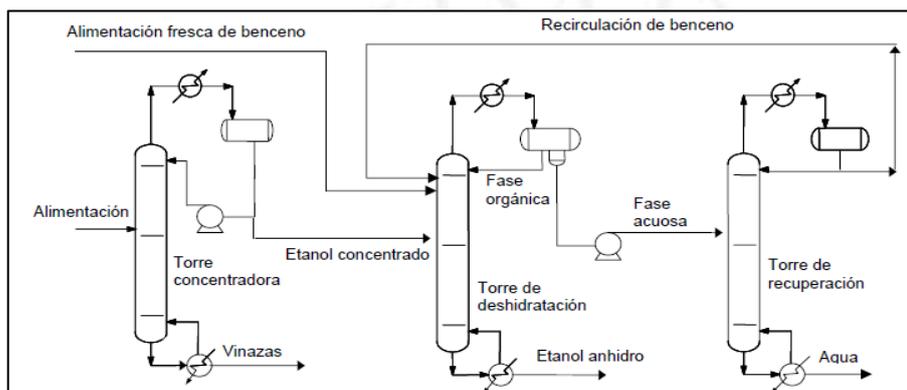
Rompe la mezcla líquida compuesta por componentes que tienen similar punto de ebullición y se comportan químicamente como si fueran la misma sustancia. Generalmente luego de la destilación, aún queda un mínimo porcentaje de mezcla no separada. Para lograrlo, se hacen cambios en la presión hasta llegar a lo más próximo al 100% de pureza de cada componente. Al igual que la extractiva, separa eficientemente el

etanol. Sin embargo, es costosa, genera impacto ambiental por el uso de químicos tóxicos y es sensible a las impurezas en la alimentación.

A continuación, en la Figura 5.2 se mostrará el diagrama de flujo de este tipo de proceso:

Figura 5.2

Destilación azeotrópica



Nota. De “Proceso de obtención de etanol” por F. Gómez, en A. Azaña, Ingeniería de procesos de planta de fabricación de etanol con una capacidad de 20000 tm/año (pp. 62-65), 2015, Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla

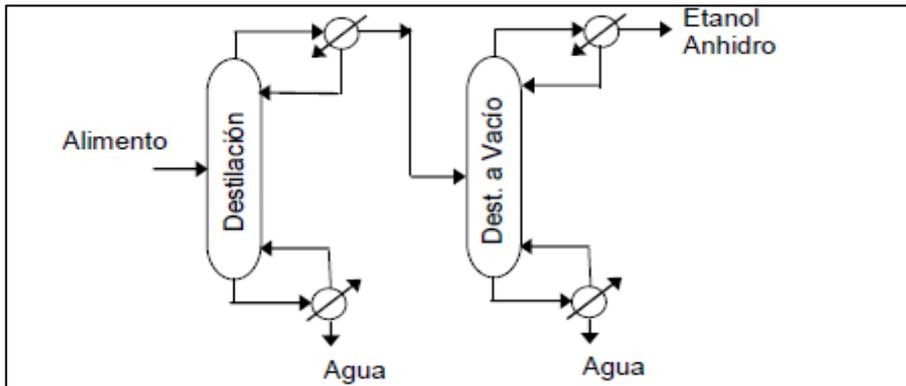
Destilación al vacío

Se crea un vacío parcial dentro del sistema para así poder destilar las sustancias por debajo del punto de ebullición a condiciones normales. Se utiliza generalmente para sustancias químicamente inestables. Es un proceso inerte, sin embargo, es el menos utilizado a nivel industrial y requiere un alto consumo energético.

A continuación, en la Figura 5.3 se mostrará el diagrama de flujo de este tipo de proceso:

Figura 5.3

Destilación al vacío



Nota. De “Proceso de obtención de etanol” por F. Gómez, en A. Azaña, Ingeniería de procesos de planta de fabricación de etanol con una capacidad de 20000 tm/año (pp. 62-65), 2015, Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla

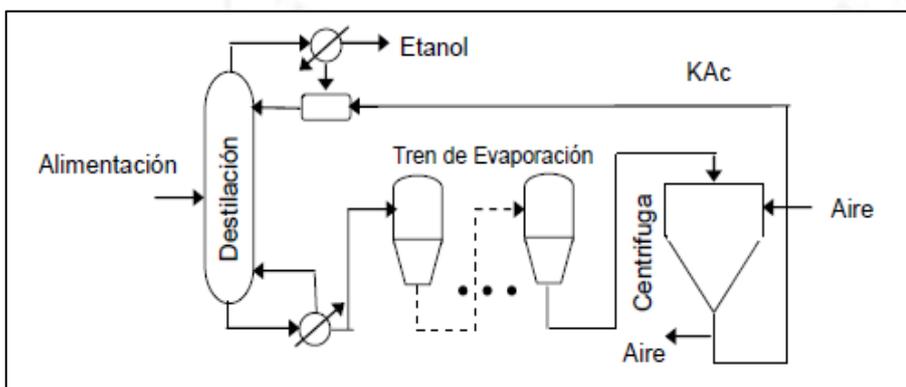
Destilación salina

Es similar a la destilación extractiva, solo que utiliza una sal para poder concluir con el proceso. Esto se debe a que la sal modifica la volatilidad de una mezcla de compuesto con similar comportamiento químico y reacción. Es la más efectiva al momento de separar el etanol y no requiere de alimentación fresca. En cuanto a las desventajas, genera corrosión en la maquinaria lo cual aumenta el costo por mantenimientos constantes.

A continuación, en la Figura 5.4 se mostrará el diagrama de flujo de este tipo de proceso:

Figura 5.4

Destilación salina



Nota. De “Proceso de obtención de etanol” por F. Gómez, en A. Azaña, Ingeniería de procesos de planta de fabricación de etanol con una capacidad de 20000 tm/año (pp. 62-65), 2015, Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla

Destilación y tamices moleculares

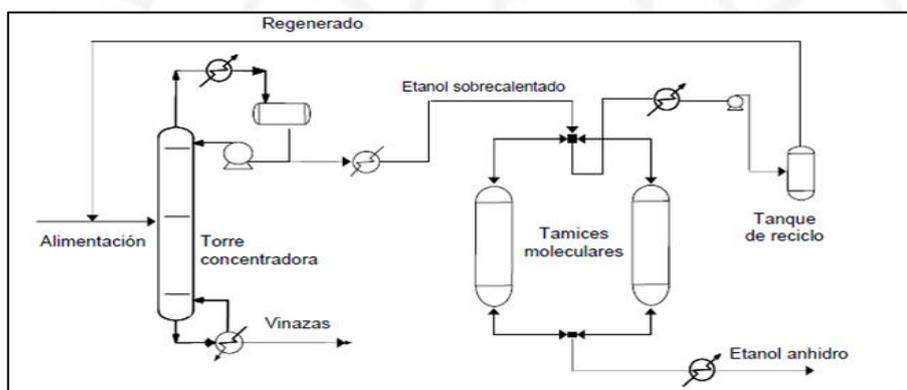
En el caso de la destilación de alcohol, con los procesos convencionales solo se logra una pureza de 95%. Para poder llegar a la concentración deseada, la mezcla es llevada a un tamiz molecular donde se absorbe el agua residual de la mezcla. El tamiz luego evapora el agua y se puede reutilizar.

Esta destilación requiere bajos recursos energéticos, es inerte, no utiliza sustancias adicionales ni ajenas y los tamices pueden procesar las impurezas que pueden llegar con el etanol. Sin embargo, el tamiz se deteriora con rapidez, aumentando el costo de mantenimiento de la maquinaria.

A continuación, en la Figura 5.5 se mostrará el diagrama de flujo de este tipo de proceso:

Figura 5.5

Destilación y tamices moleculares



Nota. De "Proceso de obtención de etanol" por F. Gómez, en A. Azaña, Ingeniería de procesos de planta de fabricación de etanol con una capacidad de 20000 tm/año (pp. 62-65), 2015, Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla

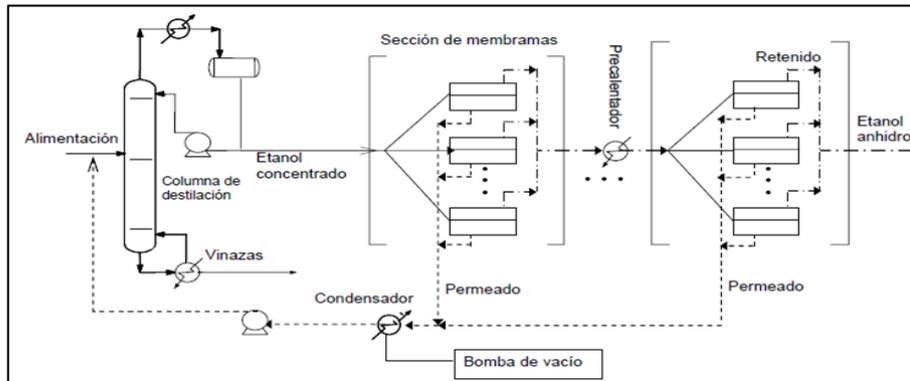
Destilación y per vaporación

Este es un proceso híbrido en la cual la mezcla pasa por una columna de destilación hasta llevar al punto azeotrópico y luego pasa por una deshidratación para eliminar el agua excedente.

Posee las mismas ventajas que la destilación por tamices, sin embargo, este proceso aún está en investigación y requiere de amplias áreas de membranas, incrementando su costo. A continuación, en la Figura 5.6 se mostrará el diagrama de flujo de este tipo de proceso:

Figura 5.6

Destilación y per vaporación



Nota. De “Proceso de obtención de etanol” por F. Gómez, en A. Azaña, Ingeniería de procesos de planta de fabricación de etanol con una capacidad de 20000 tm/año (pp. 62-65), 2015, Escuela Técnica Superior de Ingeniería - Universidad de Sevilla

5.2.1.2 Selección de la tecnología

Los criterios que se tomarán en cuenta para la selección de tecnología son:

- Aseguramiento de la calidad
- Reducción de costos
- Necesidades ambientales y ergonómicas

En cuanto al proceso de molienda, se optó por el método seco por el considerable rendimiento que representa.

Generalmente, en los procesos convencionales, el hidrolisis está compuesta por la sacarificación y la licuefacción. No obstante, en el presente trabajo, se separará la licuefacción en un proceso individual, para que la sacarificación se pueda hacer en simultáneo con la fermentación (SSF) y así ahorrar maquinaria, tiempo y recursos.

Finalmente, en el caso de la destilación, se consideró que la más idónea para el proceso de producción de etanol a base de yuca es la destilación y tamices moleculares. Si bien tienen un alto costo de capital, es la única que genera etanol con una altísima concentración.

5.2.2 Proceso de producción

5.2.2.1 Descripción del proceso

De acuerdo con Cardona, Sánchez, Montoya y Quintero (2011), el proceso de obtención de etanol a partir de yuca es el siguiente:

Selección

Se debe realizar un control visual de la materia prima, para seleccionar la yuca que presente raíces de buena calidad, libre de magulladuras y ataque de microorganismos; los cuales pudieron presentarse durante la cosecha o el transporte de los mismos.

Lavado

La yuca seleccionada es sometida a un lavado con agua limpia para eliminar restos de tierra y otras impurezas.

Pelado

Se debe eliminar la cáscara de la yuca mediante el pelado, donde se obtiene la parte comestible.

Picado

Obtenida la parte comestible de la yuca, se debe proceder al picado y reducción de tamaño, en el que se debería obtener trozos de yuca de 1 cm a 2 cm de lado. Dicha operación se realiza para facilitar el proceso de molienda.

Molienda

Dicho proceso consiste en la molienda de la yuca picado a un tamaño de 3 a 5mm.

Mezclado

A la yuca molida se le debe mezclar con agua caliente (a 90°C aproximadamente), con el fin de proveer una mezcla de no más de un 40% en sólidos, y de esta forma, sea apta para la licuefacción. En esta operación, también se mezcla la enzima α -amilasa y se debe agitar para proveer un buen humedecimiento de la yuca molida.

Pre-licuefacción

Dicha mezcla es enviada a un reactor para transformar parte de la cadena amilasa y amilopectina del almidón en dextrinas. La temperatura de los reactores debe ser de 88°.

Cocción

Posteriormente, la mezcla se transporta a un equipo de cocción en el que se solubiliza el almidón a 110°C.

Licuefacción

La masa obtenida en la primera etapa de licuefacción se envía a un reactor en lo que se convierte por completo el almidón en dextrinas. Estos reactores operan a una temperatura aproximada de 88°C.

Pre-fermentación

La masa debe ser mezclada con agua proveniente de la sección destilación, para disminuir el porcentaje de sólidos que entren a la fermentación. Asimismo, se debe enfriar la masa hasta 33°C para que se pueda producir el proceso de fermentación.

Sacarificación y fermentación simultáneas (SFS)

Dos operaciones se llevan a cabo simultáneamente: la sacarificación de dextrinas en glucosa y la fermentación de la glucosa en etanol y dióxido de carbono. La primera es posible gracias a la alimentación continua de enzima glucoamilasa y; la segunda, se lleva a cabo a través de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, junto a una fuente de nitrógeno como el amoníaco. En este proceso, los gases formados en la fermentación son retirados y enviados a la torre de adsorción para recuperar el 98% en masa del etanol.

Destilación

En esta operación se recupera el etanol del mosto de fermentación; el cual aparte de etanol, cuenta con sustancias no alcohólicas, como ácidos, esteres, aldehídos, alcoholes superiores, entre otros. El proceso se realiza en dos columnas. La primera remueve dióxido de carbono disuelto y la mayoría de agua presente, produciendo 50% en peso de etanol. En esta misma columna, se vuelve a alimentar el etanol recuperado de la adsorción de los gases de fermentación. Posteriormente, la segunda columna concentra el etanol a 96% en peso.

Deshidratación

El destilado de la segunda columna debe ser calentado hasta 116°C para ingresar a los tamices moleculares. En esta operación, el agua restante es removida de la mezcla

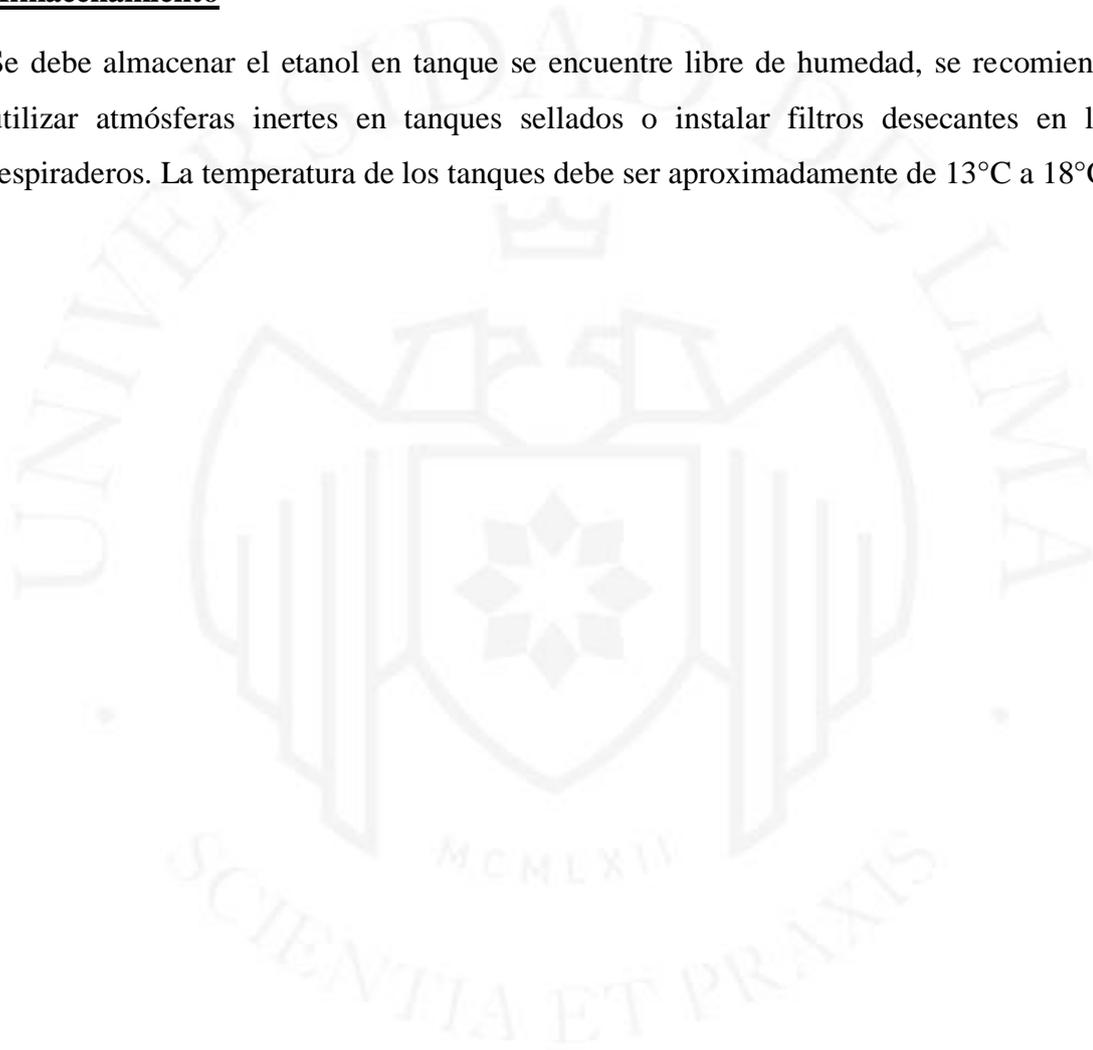
mediante la adsorción en fase vapor. La adsorción opera a 1,7 atm, mientras que la regeneración a 0,14 atm. De esta manera, se obtiene etanol a 99,5°.

Desnaturalización

En esta operación se debe agregar 2% de gasolina de 84 octanos para hacerlo inadecuado para su consumo, pero adecuado para uso automotriz, de conformidad a la Normativa Legal Peruana.

Almacenamiento

Se debe almacenar el etanol en tanque se encuentre libre de humedad, se recomienda utilizar atmósferas inertes en tanques sellados o instalar filtros desecantes en los respiraderos. La temperatura de los tanques debe ser aproximadamente de 13°C a 18°C.

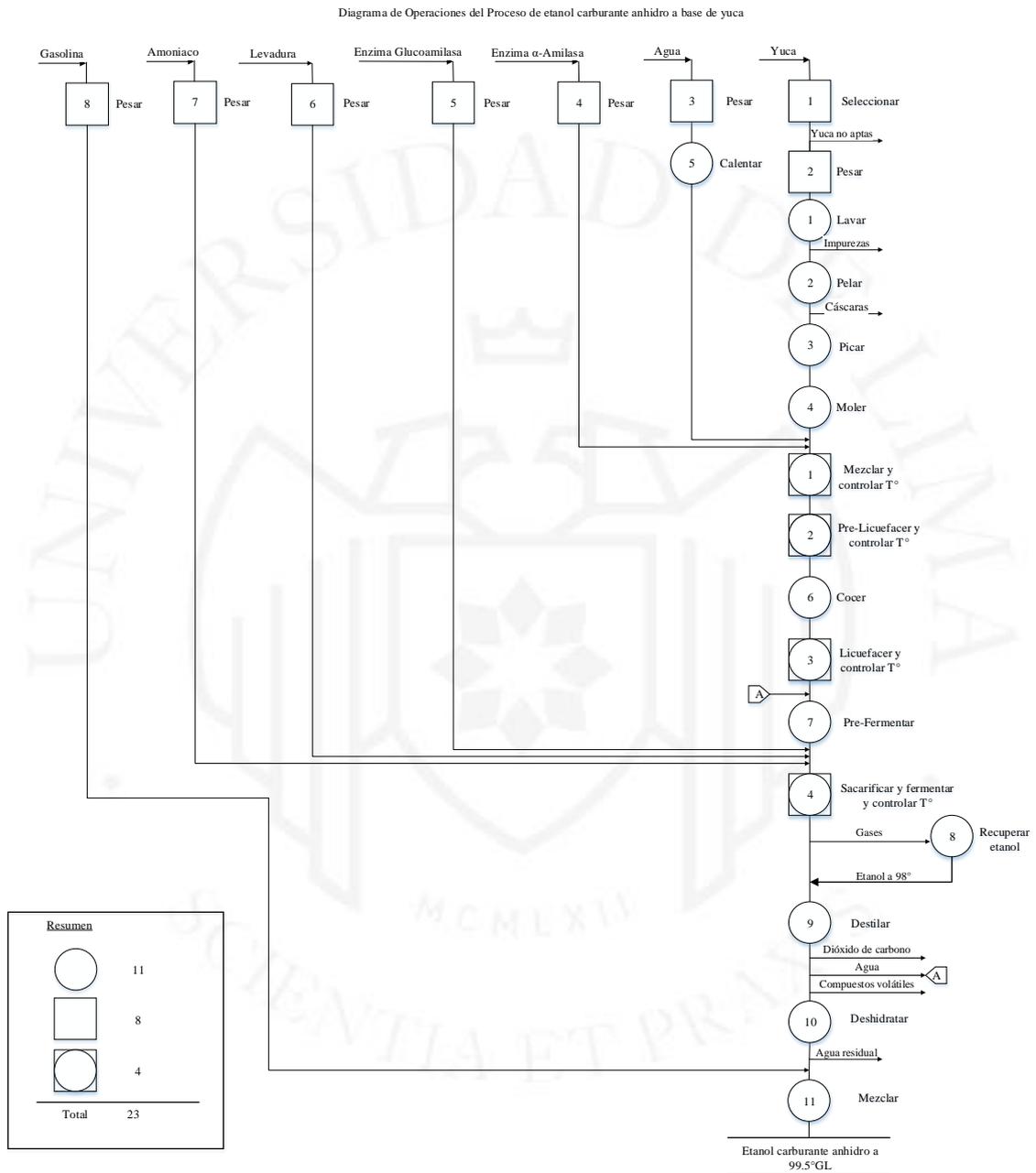


5.2.2.2 Diagrama de proceso: DOP

En la Figura 5.7 se mostrará el DOP del etanol a base de yuca.

Figura 5.7

Diagrama de Operaciones del Proceso de Etanol

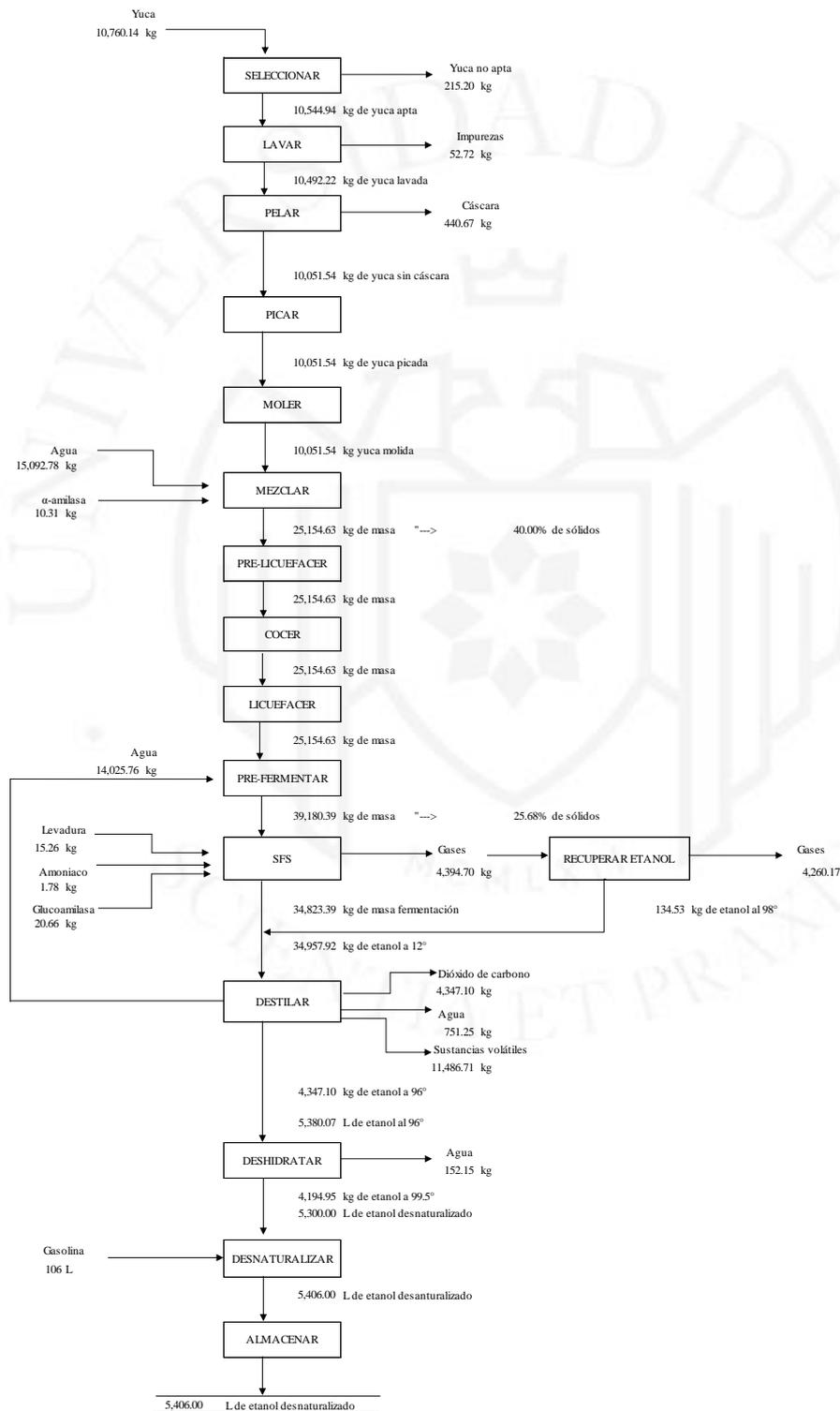


5.2.2.3 Balance de materia: Diagrama de bloques

En la Figura 5.8 se mostrará el balance de materia para la producción de etanol a base de yuca.

Figura 5.8

Diagrama de bloques del proceso de etanol



5.3 Características de las instalaciones y equipo

5.3.1 Selección de la maquinaria

Se seleccionarán los equipos más convenientes según el método de obtención elegido (hidrólisis y fermentación simultánea, y destilación rectificada), tomando en cuenta los factores técnicos, económicos y ambientales que se encuentren relacionados con la producción de etanol. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2018), los criterios de aceptación recomendables para equipos de procesamiento son:

- Identificación y registro del equipo de un proveedor certificado.
- Certificación de calibración del equipo por una entidad pertinente.
- Instrucciones actualizadas de uso y mantenimiento disponibles (manual del fabricante)
- Comprobación de cumplimiento de especificaciones de maquinaria.
- Capacidad de procesamiento de acuerdo con el lote establecido.
- Precio competitivo según lo establecido por el mercado (p. 20)

Los equipos que se emplearán para la transformación de la yuca en etanol, son los siguientes:

- Lavadora
- Peladora
- Cortadora
- Molino
- Reactor cerrado con agitador y chaqueta

Se utiliza en los procesos de pre-licuefacción, cocción, licuefacción, pre-fermentación y sacarificación y fermentación simultáneas.

- Columnas de destilación
- Tamices moleculares

Se utiliza en la recuperación del etanol de los gases de fermentación y en la deshidratación del etanol.

- Tanques de almacenamiento

- Caldero de agua caliente

Para administrar agua caliente al proceso de mezcla.

- Caldero de vapor

Para administrar calor en los procesos en que se debe de aumentar la temperatura.

- Chiller

Para disminuir la temperatura en el proceso de pre-fermentación.

- Ablandador de agua

Para disminuir los iones calcio y magnesio del agua que será administrada a los calderos y chiller, y de esta manera, evitar su deterioro.

- Balanzas

También se necesitarán equipos de calidad, y entre los que mayor inversión requieren están:

- Cromatógrafo de gases
- Espectrofotómetro de absorción atómica
- Espectrofotómetro de absorción molecular

5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

A continuación, desde la Tabla 5.3 a la Tabla 5.20 se muestra las especificaciones técnicas de la maquinaria que se utilizara en el proceso de producción de etanol.

a) Lavadora y peladora

Tabla 5.3

Ficha técnica de la lavadora y peladora

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E001	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Lavadora y peladora de yuca - Modelo: YSMQT4000 - Fabricante: YingShun - Costo aproximado: \$3 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 5 000 mm - Ancho: 2 100 mm - Alto: 1 160 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 12 000 kg - Consumo de energía: 4 kW/h - Capacidad requerida: 10 544,94 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Lavado y pelado de yuca</p>	

Nota. De Cutter chipper peeler slice cutting machine por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/For-Food-Beverage-Shops-Peeler-Machine_62215267593.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.189e80f0CfTQFy&s=p).

b) Cortadora

Tabla 5.4

Ficha técnica de la cortadora

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E002	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Cortadora industrial - Modelo: MSU-PC - Fabricante: Tagrm - Costo aproximado: \$3 580 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 4 100 mm - Ancho: 1 200 mm - Alto: 2 850 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 15 000 kg - Consumo de energía: 4,85 kW/h - Capacidad requerida: 10 051,54 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Laminado de la yuca en trozos de 1 cm a 2,5 cm de lado.</p>	

Nota. De Vegetable Fruit Grinder Chopping Cutter Cutting Slicer Machine por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/Ligong-Potato-Chips-Vegetable-Fruit-Grinder_62414052189.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.2c6773acalQuAg&s=p).

c) Molino

Tabla 5.5

Ficha técnica del molino

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E003	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Molino de martillos - Modelo: YSG130X55 - Fabricante: Rotex Master - Costo aproximado: \$5 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 2 170 mm - Ancho: 1 306 mm - Alto: 1 190 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 12 000 kg - Consumo de energía: 55 kW/h - Capacidad requerida: 10 051,54 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Moler la yuca picada para dejarla en trozos de 3 a 5mm.</p>	

Nota. De Wet Pan Mill Manufacturer por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/Stable-Gold-Grinding-Machine-Wet-Pan_62448627109.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.484f6db8h3BjVK)

d) Tanque de mezcla

Tabla 5.6

Ficha técnica del tanque de mezcla

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E004	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Tanque de Mezcla - Modelo: WS-AG - Fabricante: SIYUAN - Costo aproximado: \$15 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro: 2 400 mm - Alto: 3 200 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 30 000 L - Consumo de energía: 15 kW/h - Capacidad requerida: 25 154,63 L 	
<p><u>Servicio:</u> Mezclar la yuca molida con agua para que se encuentre apta para el proceso de licuefacción.</p>	

Nota. De Stainless Steel Agitator Mixer Tank, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-Steel-Agitator-Mixer-Tank-in_60817585524.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.768c2e5fkbwAIS).

e) Reactores cerrados con agitador y chaqueta

Tabla 5.7

Ficha técnica del reactor cerrado con agitador y chaqueta

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E005	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Tanque del Reactor con chaqueta - Fabricante: Wangtong - Costo aproximado: \$20 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro: 3 000 mm - Alto: 3 500 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 25 000 – 30 000 kg - Consumo de energía: 75 kW/h - Capacidad requerida: Pre-licuefacción, Cocción, Licuefacción: 25 154,63 kg Pre-fermentación: 38 984,30 kg SFS: 39 022,00 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para el proceso de pre-licuefacción, cocción, licuefacción, pre-fermentación y, sacarificación y fermentación simultáneas (SFS).</p>	

Nota. De Reactor/acid resistant reactor, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/50m3-reactor-acid-resistant-reactor-ammonia_60617055264.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.aa4a15f1bJVFwi).

f) Columnas de destilación

Primer destilador

Tabla 5.8

Ficha técnica del primer destilador

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E006	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Columna de destilación - Modelo: BM-5076LPD - Fabricante: BM - Costo aproximado: \$50 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 2 600 mm - Ancho: 2 000 mm - Alto: 10 000 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 40 000 kg - Consumo de energía: 80 kW/h - Capacidad requerida: 34 783,13kg (1era destilación) 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para, gracias a los puntos de ebullición diferentes de cada componente, separar el etanol del agua, CO2 y demás componentes.</p>	

Nota. De Rectifying column alcohol distiller, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/gin-still-rectifying-column-alcohol-distiller_60683995404.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.34be358cSFgoyf).

Segundo destilador

Tabla 5.9

Ficha técnica del segundo destilador

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E007	Croquis referencial
<u>Información general del equipo</u> <ul style="list-style-type: none">- Nombre: Columna de destilación- Modelo: H-AD- Fabricante: Fuyang Buda- Costo aproximado: \$5 000	
<u>Dimensiones del equipo</u> <ul style="list-style-type: none">- Largo: 1 500 mm- Ancho: 2 000 mm- Alto: 5 000 mm	
<u>Datos de operación</u> <ul style="list-style-type: none">- Capacidad: 10 000 kg- Consumo de energía: 40 kW/h- Capacidad requerida: 8 347,95 kg (2da destilación)	
<u>Servicio:</u> Se utiliza para, gracias a los puntos de ebullición diferentes de cada componente, separar el etanol del agua, CO2 y demás componentes.	

Nota. De Rectifying column alcohol distiller, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/gin-still-rectifying-column-alcohol-distiller_60683995404.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.34be358cSFgoyf).

g) Tamices moleculares

Tabla 5.10

Ficha técnica del tamiz molecular

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E008	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Tamizador Industrial - Modelo: S49-600-3S - Fabricante: Gaofu - Costo aproximado: \$10 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro: 1 470 mm - Alto: 1 630 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 2 500 kg - Consumo de energía: 5 kW/h - Capacidad requerida: Deshidratación: 4 347,1 kg Recuperación: 4 372,72 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para absorber le agua y gases que tiene la mezcla para aumentar la pureza del etanol.</p>	

Nota. De Automatic Sieving Grading, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/Automatic-Sieving-Powder-Grading-Rotary-Animal_62427662643.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.2ac537851sKoit).

h) Tanques de almacenamiento

Tabla 5.11

Ficha técnica del tanque de almacenamiento

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E009	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Tanque de almacenamiento de etanol - Modelo: 60M3 - Fabricante: TopSun - Costo aproximado: \$6 500 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro: 2 600 mm - Largo: 11 300 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 90 000 L - Capacidad requerida: 53 000 L 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para el almacenamiento del producto.</p>	

Nota. De Alcohol Storage Tank, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/high-pressure-hydrogen-gas-water-alcohol_62127019816.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.4934be8cJkwO4Y&s=p).

i) Calderos

Tabla 5.12

Ficha técnica del caldero de agua caliente

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E010	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Caldero de agua caliente - Modelo: WNS-T (pirotubular) - Fabricante: ZD Boiler - Costo aproximado: \$15 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 4 424 mm - Diámetro: 1 950 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 20 000 kg - Capacidad: 1,5 MW - Capacidad requerida: 15 092,78 kg - Capacidad requerida: 1,30 MW 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para el proceso de calentamiento del agua que ingresará en el proceso de mezclado.</p>	

Nota. De Commercial electric heat cauldron, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/Commercial-electric-heat-cauldron_1033225647.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.738c78625sXYy6).

Tabla 5.13

Ficha técnica del caldero de vapor

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E011	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Caldero de vapor - Modelo: ZDG-20/3.8M - Fabricante: ZhongDing - Costo aproximado: \$15 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro: 1 950 mm - Alto: 4 424 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 6,0 MW - Capacidad requerida: 5,58MW 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para el proceso de calentamiento del agua que ingresara a la chaqueta de los reactores.</p>	

Nota. De Commercial electric heat cauldron, por Alibaba, 2019 (https://www.alibaba.com/product-detail/Commercial-electric-heat-cauldron_1033225647.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.738c78625sXYy6).

j) Chiller

Tabla 5.14

Ficha técnica del chiller

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E012	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Chiller - Modelo: ZL-FL15 - Fabricante: Zillion - Costo aproximado: \$15 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 1 750 mm - Ancho: 860 mm - Alto: 1 412 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de refrigeración: 800 TR - Capacidad requerida: 781,2 TR 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para el proceso de enfriamiento del agua que ingresara en la chaqueta del reactor de licuefacción, pre-fermentación y en el tanque de almacenamiento del producto.</p>	

Nota. De Zillion Circulating Water Chiller, por Alibaba, 2019, (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/zillion-circulating-water-chiller-with-lowest-price-62195448230.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.5b8e7fc4Jcr6DM>)

k) Ablandador de agua

Tabla 5.15

Ficha técnica del ablandador de agua

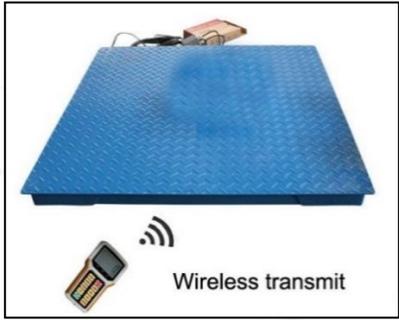
Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E013	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Ablandador de agua - Modelo:FK-600 - Fabricante: Yilida - Costo aproximado: \$3 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro: 1 200 mm - Altura: 1 850 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 21 000 kg - Capacidad requerida: 18 629,43 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para ablandar el agua que ingresará al caldero de agua caliente, el del vapor y el chiller.</p>	

Nota. De Industrial Water Softeners, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/3000l-h-industrial-water-softeners-60371360733.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.31784dd8yWuLGW&s=p>)

1) Balanzas

Tabla 5.16

Ficha técnica de la balanza industrial

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E014	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Balanza Industrial Digital - Modelo: LPF báscula de piso - Fabricante: Lightever - Costo aproximado: \$500 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 1 200 mm - Ancho: 4 000 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 15 000 kg - Capacidad requerida: 10 760,14 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para pesar las yucas que ingresan al proceso.</p>	

Nota. De *Stable Performance Floor Scale*, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/stable-performance-floor-scale-floor-platform-scale-led-display-electric-floor-platform-scale-with-ramp-62401958869.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7a804c53Y59iu&s=p>)

Tabla 5.17

Ficha técnica de la balanza electrónica

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E015	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Balanza electrónica - Modelo: WT30000x - Fabricante: Want - Costo aproximado: \$100 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 600 mm - Ancho: 500 mm 	
<p><u>Datos de operación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad: 30 kg - Capacidad requerida: α-amilasa: 10,31 kg Amoniaco: 1,78 kg Glucoamilasa: 20,66 kg Levadura: 15,26 kg 	
<p><u>Servicio:</u> Se utiliza para pesar los insumos y aditivos que entran al proceso (a-amilasa, glucoamilasa, levaduras, amoniaco).</p>	

Nota. De *Electronic Digital Weigh Scale Machine*, por Aliababa, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/electronic-digital-weighing-weight-scale-machine-electronic-balance-and-parts-fa2004-electronic-analytical-balance-60723748622.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.3c841fa3wQpkfv>)

m) Cromatógrafo de gases

Tabla 5.18

Ficha técnica del cromatógrafo de gases

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E016	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Equipo de cromatografía de gases - Modelo: Agilent 6890 FID Cryo - Fabricante: Hewlett Packard - Costo aproximado: \$15 488 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 1530 mm - Ancho: 765 mm - Alto: 965 mm - Voltaje: 115V- 240V 	
<p><u>Servicio:</u> Medición del contenido de etanol y metanol en el producto final.</p>	

Nota. De Agilent HP Cromatógrafo, por Amazon, 2019 (<https://www.amazon.es/Hewlett-Packard-Agilent-HP-cromat%C3%B3grafo/dp/B01M27BSPR>)

n) Espectrofotómetro de absorción atómica

Tabla 5.19

Ficha técnica del espectrofotómetro de absorción atómica

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E017	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Espectrómetro de absorción atómica - Modelo: AA320 - Fabricante: Nanbei - Costo aproximado: \$7 450 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 1 250 mm - Ancho: 800 mm - Alto: 759 mm - Gama de longitud de onda: 190-900 nm - Voltaje: 220V 	
<p><u>Servicio:</u> Medición del contenido de cobre en el producto final.</p>	

Nota. De Atomic Absorption spectrometer, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/aas-spectrometer-flame-atomic-absorption-spectrophotometer-60336291384.html>)

o) Espectrofotómetro de absorción molecular

Tabla 5.20

Ficha técnica del espectrofotómetro de absorción molecular

Ficha técnica de maquinaria	
Ficha N° 2017E018	Croquis referencial
<p><u>Información general del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: Espectrofotómetro UV visible - Modelo: DU-8600R - Fabricante: Drawell - Costo aproximado: \$1 000 	
<p><u>Dimensiones del equipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 545 mm - Ancho: 468 mm - Alto: 245 mm - Gama de longitud de onda: 190-1100nm - Voltaje: 220V 	
<p><u>Servicio:</u> Medición de la concentración de glucosa en la sacarificación y fermentación simultánea (SFS).</p>	

Nota. De *Uv Vis Spectrophotometer*, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/drawell-minolta-uv-vis-spectrophotometer-price-china-60721640093.html>)

5.4 Capacidad instalada

5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada

Debido a que es un proceso por lotes, la capacidad de planta se determinara a partir de los tiempos de procesamiento, el número de máquinas y la utilización y eficiencia de estas mismas. Con toda esta información se puede determinar cuántos lotes se pueden generar al día, siendo cada lote lo que se determinó en el balance de materia.

Cálculo de la utilización y eficiencia

- Días al año: 365
- Horas por turno: 8
- Turnos por día: 3

$$\text{Tiempo real disponible (NHR)} = \frac{\text{Días}}{\text{Año}} \times \frac{\text{Horas}}{\text{Turno}} \times \frac{\text{Turno}}{\text{Día}}$$

$$NHR = \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{turno}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}}$$

$$NHR = 8\ 760$$

- Tiempo de carga + Descarga por maquina (h): 0,50
- Horas efectivas por turno: 7,50

$$\text{Tiempo efectivo para producir (NHP)} = \frac{\text{Días}}{\text{Año}} \times \frac{\text{Turno}}{\text{Día}} \times \frac{\text{Horas efectivas}}{\text{Turno}}$$

$$NHR = \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}} \times \frac{7,50 \text{ horas efectivas}}{\text{turno}}$$

$$NHR = 8\ 212,50$$

- Tiempo estándar tipo (h): 7,35

$$\text{Horas Estándar Total} = \frac{\text{Días}}{\text{Año}} \times \frac{\text{Turno}}{\text{Día}} \times \frac{\text{Tiempo estándar tipo}}{\text{Turno}}$$

$$Hst = \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{día}} \times \frac{7,35 \text{ horas}}{\text{turno}}$$

$$Hst = 8\ 048,25$$

Utilización

$$U = \frac{NHR}{NHP}$$

$$U = \frac{8\,212,50}{8\,760}$$

$$U = 0,94$$

Eficiencia

$$E = \frac{NHP}{Hst}$$

$$E = \frac{8\,048,25}{8\,212,50}$$

$$E = 0,98$$

El tiempo de procesamiento de cada operación se muestra a continuación en la Tabla 5.21.

Tabla 5.21

Tiempo de procesamiento

Proceso	Min	Horas
Lavado-Pelado	60	1,00
Picado	60	1,00
Molido	60	1,00
Mezclado	60	1,00
Pre-licuefacción	60	1,00
Cocción	18	0,30
Licuefacción	150	2,50
Pre-Fermentación	20	0,33
SFS	720	12,00
Primera Destilación	60	1,00
Segunda Destilación	60	1,00
Recuperación	20	0,33
Deshidratación	20	0,33
Desnaturalización	15	0,25
TOTAL	1 383	23,05

Como se puede observar en la Tabla 5.22 para obtener el primer lote de producto se debe esperar 23,05 horas, siendo la Sacarificación y Fermentación Simultanea (SFS) el proceso que más tiempo requiere.

No obstante, si bien se debe esperar casi un día entero para producir el primer lote, gracias a la Figura 5.9 con los tiempos de procesamiento se puede observar que para el

segundo solo se debe esperar 12 horas. Es debido a estos tiempos de procesamiento que los lotes deben ser lo suficientemente grandes para cubrir este medio día de espera.

Figura 5.9

Tiempo de procesamiento por lote (Lead Time)



La capacidad de la planta calculada por lotes se muestra a continuación.

Tabla 5.22

Capacidad de planta por lotes

Tiempo de ciclo (h)	23,05
Litros / Lotes	5 406,00
Cantidad de lotes 1 ° semana de procesamiento	13,00
Cantidad de lotes en las siguientes semanas	14,00
Lotes/año	727,00
Litros/año	3 930 162,00
Litros/día	10 767,57
Eficiencia	0,98
Utilización	0,94
Capacidad de Planta (L/día)	9 892,70

5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas

Para el calcular la cantidad de máquinas que necesitamos para nuestra planta se utilizará la siguiente fórmula:

$$\# \text{ Máquina} = \frac{P \times T}{U \times E}$$

P = Cantidad a procesar (cantidad que entra a cada máquina según el balance de materia)

T = Tiempo por unidad (Variable en cada máquina)

U = Factor de Utilización

E = Factor de Eficiencia

a) Lavadora – Peladora

$$\frac{10\,544,94 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{12\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,95 \approx 1$$

b) Cortadora

$$\frac{10\,051,54 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{15\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,73 \approx 1$$

c) Molino

$$\frac{10\,051,54 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{12\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,91 \approx 1$$

d) Tanque de mezcla

$$\frac{25\,154,63 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ hora}}{30\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,91 \approx 1$$

e) Reactor cerrado con agitador y chaqueta

$$\text{Pre-Licuefacción} = \frac{25\,154,63 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{30\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,91 \approx 1$$

$$\text{Cocción} = \frac{25\,154,63 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{30\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,91 \approx 1$$

$$\text{Licuefacción} = \frac{25\,154,63 \frac{\text{kg}}{\text{Hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{30\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,91 \approx 1$$

$$\text{Pre-Fermentación} = \frac{39\,180,39 \frac{\text{kg}}{\text{Hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{25\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 1,70 \approx 2$$

$$\text{SFS} = \frac{39\,180,39 \frac{\text{kg}}{\text{Hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{25\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 1,70 \approx 2$$

$$\text{Desnaturalización} = \frac{4\,278,85 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{5\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,93 \approx 1$$

f) Columnas de destilación

$$\text{Primera destilación} = \frac{34\,957,92 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{40\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,95 \approx 1$$

$$\text{Segunda destilación} = \frac{8\,694,20 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{10\,000 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,94 \approx 1$$

g) Tamices moleculares

$$\text{Deshidratado} = \frac{4\,194,95 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{2\,500 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 1,82 \approx 2$$

$$\text{Recuperación de etanol} = \frac{4\,394,70 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{2\,500 \text{ kg}}}{0,94 \times 0,98} = 1,91 \approx 2$$

En este caso, como ambas operaciones no son paralelas y se realizan en momentos diferentes, se puede hacer las tareas en la misma máquina. Por ello, la cantidad de tamizadores será igual a 2.

h) Tanques de almacenamiento

$$\frac{54\,060 \text{ L} \times \frac{1 \text{ unid}}{90\,000 \text{ L}}}{1 \times 1} = 0,60 \approx 1$$

Adicional se considerará un tanque de amoníaco y un tanque de gasolina.

i) Calderos

Caldero de agua caliente (Formula: $Q = m \times C_e \times \Delta T$)

$$\text{Mezclado: } 15\,092,78 \text{ kg/h} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}, ^\circ\text{C}} \times (90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 1'056\,495,3 \text{ kcal/h} = 1,23 \text{ MW}$$

Caldero de agua vapor (Formula: $Q = m \times C_e \times \Delta T$)

$$\text{Cocción: } \frac{25\,154,63 \text{ kg}}{0,30 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{\text{kg}, ^\circ\text{C}} \times (110^\circ\text{C} - 88^\circ\text{C}) = 1\,844\,672,87 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 2,16 \text{ MW}$$

$$1^{\circ} \text{ Destilación: } \frac{34\,957,92\text{kg}}{h} \times \frac{1 \text{ kcal}}{\text{kg}, ^{\circ}\text{C}} \times (70^{\circ}\text{C}-33^{\circ}\text{C}) = 1'286\,975,81 \frac{\text{kcal}}{h} = 1,50 \text{ MW}$$

$$\text{Recup. etanol: } \frac{4\,394,70\text{kg}}{0,34 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{\text{kg}, ^{\circ}\text{C}} \times (116^{\circ}\text{C}-33^{\circ}\text{C}) = 1'067\,458,12 \frac{\text{kcal}}{h} = 1,24 \text{ MW}$$

$$\text{Deshidrat.: } \frac{4\,347,10\text{kg}}{0,34 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{\text{kg}, ^{\circ}\text{C}} \times (116^{\circ}\text{C}-70^{\circ}\text{C}) = 588\,137,06 \text{ kcal/h} = 0,68 \text{ MW}$$

Total caldero de agua a vapor: **5,58 MW**

j) Chiller (Formula: $Q = m \times C_e \times \Delta T$)

$$\text{Licuefacción: } \frac{25\,154,63\text{kg}}{2,5 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ kcal}}{\text{kg}, ^{\circ}\text{C}} \times (88^{\circ}\text{C}-110^{\circ}\text{C}) = 221\,360,74 \text{ kcal/h} = 73,1 \text{ TR}$$

$$\text{Pre-ferment.: } \frac{38\,180,39\text{kg}}{0,33 \text{ h}} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}, ^{\circ}\text{C}} \times (33^{\circ}\text{C}-88^{\circ}\text{C}) = 2\,144\,136,50 \text{ kcal/h} = 708,1 \text{ TR}$$

Total Chiller: **781,2 TR**

k) Ablandador de agua

Se consideró el agua que se necesitará por hora para abastecer el caldero de agua caliente, el del vapor y el chiller en el último año de operación.

$$\frac{18\,629,43 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{21\,000\text{kg}}}{0,94 \times 0,98} = 0,96 \approx 1$$

l) Balanza

$$\text{Yuca} = \frac{10\,760,14 \frac{\text{kg}}{\text{Hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{15\,000 \text{ kg}}}{1 \times 0,98} = 0,73 \approx 1$$

$$\text{Insumos} = \frac{20,66 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{30 \text{ kg}}}{1 \times 0,98} = 0,70 \approx 1$$

Luego de los cálculos se pudo obtener que el número total de máquinas que se necesitan son 25, y considerando el cromatógrafo y los dos espectrofotómetros, serían un total de 28. El resumen de máquinas se podrá apreciar a continuación en la Tabla 5.23

Tabla 5.23*Número de máquinas*

Máquina	# Máquinas
Lavadora-Peladora	1
Cortadora	1
Molino	1
Tanque de mezcla	1
Reactor cerrado con agitador y chaqueta	8
Columna de destilación	2
Tamices moleculares	2
Tanques de almacenamiento	3
Caldero agua caliente	1
Balanza	2
Caldero vapor	1
Chiller	1
Ablandador de agua	1
Cromatógrafo	1
Espectrofotómetro	2
Total	28

5.5 Resguardo de la calidad

5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

Calidad de la materia prima e insumos

De la Tabla 5.24 a la Tabla 5.30 se detallará las especificaciones de la materia prima e insumos para que se encuentren aptas para el proceso de producción.

Tabla 5.24*Ficha técnica de la yuca*

Ficha técnica de materia prima	
Ficha N° 2017MP01	Imagen referencial
<u>Información general de la materia prima</u> - Nombre: Yuca (<i>Manihot esculenta</i>) - Color de la cáscara: Marrón - Color de pulpa: Blanca - Peso promedio: 1 kg/unidad	
<u>Criterios de aceptación</u> - Libre de raíces secundarias, heridas o cortaduras - Libre de ataque de plagas, olores extraños - Sin manchas	
<u>Criterios de rechazo</u> Incumplimiento de cualquier criterio de aceptación	

Nota. De *¿Qué propiedades tiene la yuca?*, por Cuidateplus, 2016
<https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2016/12/06/-propiedades-yuca-137135.html>

Tabla 5.25*Ficha técnica del agua*

Ficha técnica de materia prima	
Ficha N° 2017MP02	Imagen referencial
<u>Información general de la materia prima</u> - Nombre: Agua - Apariencia: Líquido incoloro e inodoro - Temperatura: Aprox. 20°C	
<u>Criterios de aceptación</u> - Líquido incoloro e inodoro - Baja concentración de magnesio y calcio	
<u>Criterios de rechazo</u> Incumplimiento de cualquier criterio de aceptación	

Nota. De *Cultura del agua*, por Autoridad Autónoma de Majes, 2018
<https://www.autodema.gob.pe/cultura-del-agua/>

Tabla 5.26*Ficha técnica de la α -amilasa*

Ficha técnica de materia prima	
Ficha N° 2017MP03	Imagen referencial
<u>Información general de la materia prima</u> - Nombre: α -amilasa - Apariencia: Polvo de color marrón claro - Almacenaje: Envase cerrado y seco (Lejos de humedad y calor) - Vida útil: Máx. 2 años	
<u>Criterios de aceptación</u> - Actividad enzimática: Mín. 2 000 U/g - Pérdida por desecación: Máx. 10,0 - Arsénico: Máx. 3 mg/kg - Plomo: Máx. 10 mg/kg - Cadmio: Máx. 0,5 mg/kg	
<u>Criterios de rechazo</u> Incumplimiento de cualquier criterio de aceptación.	

Nota. De *Alpha Amylase Enzyme*, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/cas-9000-90-2-bacterial-alpha-amylase-enzyme-for-sale-enzyme-alpha-amylase-powder-price-food-grade-alpha-amylase-enzyme-60813599271.html>)

Tabla 5.27*Ficha técnica de la glucoamilasa*

Ficha técnica de materia prima	
Ficha N° 2017MP04	Imagen referencial
<u>Información general de la materia prima</u> - Nombre: Glucoamilasa - Apariencia: Polvo amarillento - Almacenaje: Envase cerrado y seco (Lejos de humedad y calor) - Vida útil: Máx. 2 años	
<u>Criterios de aceptación</u> - Estabilidad térmica: 60°C - pH: 4-4.5 - Actividad enzimática: 50 000 μ /g a 150 000 μ /g - Tamaño de partícula: 80% de partículas deben tener un tamaño menor o igual a 0,4 mm	
<u>Criterios de rechazo</u> Incumplimiento de cualquier criterio de aceptación	

Nota. De *Glucoamylase Enzyme*, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/glucoamylase-enzyme-amyloglucosidase-60638673500.html>)

Tabla 5.28*Ficha técnica de la levadura*

Ficha técnica de materia prima	
Ficha N°2017MP05	Imagen referencial
<u>Información general de la materia prima</u> - Nombre: Levadura - Color: Marrón claro - Almacenaje: En envases cerrados al vacío	
<u>Criterios de aceptación</u> - Cenizas: <2.0% - pH: 4-6 - Materia seca: >94% - Poder de fermentación: >600ml CO ₂ /h	
<u>Criterios de rechazo</u> Incumplimiento de cualquier criterio de aceptación	

Nota. De Natural Yeast, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/gmp-manufacture-100-natural-yeast-extract-60298372111.html>)

Tabla 5.29*Ficha técnica del amoníaco líquido*

Ficha técnica de materia prima	
Ficha N°2017MP06	Imagen referencial
<u>Información general de la materia prima</u> - Nombre: Amoníaco líquido - Apariencia: Líquido incoloro - Almacenaje: Tanque de amoníaco	
<u>Criterios de aceptación</u> - Pureza: 99,9% - Punto de inflamación espontánea: 651,11°C - Valor de pH de la solución acuosa: 11,7 - Humedad: ≤ 0,3 ppmv - Hierro: ≤ 0,3 ppmv - Aceite: ≤ 0,4 ppmv	
<u>Criterios de rechazo</u> Incumplimiento de cualquier criterio de aceptación	

Nota. De Anhydros Amonia, por Alibaba, 2019 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/anhydrous-ammonia-60310550633.html>)

Tabla 5.30

Ficha técnica de la gasolina

Ficha técnica de materia prima	
Ficha N°2017MP07	Imagen referencial
<u>Información general de la materia prima</u> - Nombre: Gasolina de 84 octanos - Apariencia: Líquido incoloro - Almacenaje: Tanque de gasolina	
<u>Criterios de aceptación:</u> - Certificado de calidad del proveedor: - Punto de ebullición: PI: 36°C / PF: 221°C - Punto de inflamación/inflamabilidad: -46°C - Propiedades explosivas: LSU: 5.0% / LIE: 0.8% - Presión de vapor: 0,7 atm a 25°C - Tensión superficial: 19 – 24 dinas/cm a 25°C	
<u>Criterios de rechazo</u> Incumplimiento de cualquier criterio de aceptación	

Nota. De Gasolina, por Pont Grup, 2019 (<https://www.pontgrup.com/blog/gasolina-o-nafta/>)

Calidad del proceso

El aseguramiento de la calidad es un aspecto importante a considerar en las operaciones de producción de cualquier empresa. Una de las medidas a considerar para implantar este sistema, es contar con un registro de las condiciones en las cuales se produce el etanol carburante anhidro.

Por esta razón, a continuación, de acuerdo con Cardona et al. (2011), en la Tabla 5.31 se incluirá una relación sobre las variables a controlar en cada proceso:

Tabla 5.31*Relación de variables a controlar*

Proceso	Variable a controlar	Medida	Instrumento utilizado
Selección	-----	----	----
Lavado	-----	----	----
Pelado	-----	----	----
Picado	Ancho de cada trozo de yuca	1 a 2 cm	Zarandas
Molienda	Tamaño de partícula	3 a 5 mm	Tamices
Mezclado	Temperatura	88°C-90°C	Sensor de temperatura
	pH	5,5	pH-ímetro (Se puede adicionar HCL 1,0N)
	Agitación	400 rpm	---
Pre-licuefacción	Temperatura	88°C-90°C	Sensor de temperatura
Cocción	Temperatura	110°C	Sensor de temperatura
Licuefacción	Temperatura	88°C-90°C	Sensor de temperatura
	Agitación	400 rpm	----
Pre-fermentación	Temperatura	33°C ± 2°C	Sensor de temperatura
	pH	4-5	pH-ímetro
SFS	Temperatura	33°C ± 2°C	Sensor de temperatura
	pH	4,5	pH-ímetro
	Agitación	110 rpm	----
	Concentración de glucosa	Medir valores	Método de glucosa-oxidasa (Espectrómetro a 500 nm)
	Concentración de etanol	Medir valores	Método de cromatografía de alta eficiencia (CLAE)
Recuperación de etanol	Presión	Adsorción: 1,7 atm Desorción: 0,14 atm	Manómetro
Destilación	Temperatura	70°C – 73°C	Sensor de temperatura
	Presión	1 atm	Manómetro
Deshidratación	Temperatura	116°C ± 3°C	Sensor de temperatura
	Presión	Adsorción: 1,7 atm Desorción: 0,14 atm	Manómetro
Almacenamiento	Temperatura	13°C-18°C	Sensor de temperatura

Nota. De *Microplanta para la producción de bioetanol combustible a partir de lignocelulosas*, por J.L. Nuñez, 2017, Universidad Rafael Belloso Chacín (<file:///C:/Users/Richard/Downloads/Dialnet-MicroplantaParaLaProduccionDeBioetanolCombustibleA-6460954.pdf>)

Calidad del producto:

Según la Norma Técnica Peruana relacionada a la elaboración de etanol anhidro desnaturalizado, el producto debe cumplir con una serie de especificaciones técnicas, las cuales deben ser medidas a través de métodos contemplados en el reglamento americano ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales). La cantidad mínima de muestra será de 1 litro de producto por lote.

A continuación, en la Tabla 5.32 se detallará cada método y la frecuencia de muestro de cada variable:



Tabla 5.32*Métodos y frecuencias de calidad*

Característica	Métodos	Descripción del método	Materiales e instrumentos utilizados	Frecuencia	Valor meta
Etanol	ASTM D 5501	Se utiliza cromatografía de gases para medir el contenido de etanol en el combustible.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Agilent 6890A Series GC System • Jeringa auto inyectora de 5μL • Cubetas 	Por lote	Mín. 95,2%
Contenido de metanol	ASTM D 5501	Se utiliza cromatografía de gases para medir el contenido de etanol en el combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Agilent 6890A Series GC System • Jeringa auto inyectora de 5μL 	Por lote	Máx. 0,5%
Contenido de agua	ASTM E 203	Titular la muestra con el reactivo Karl Fisher (mezcla de yodo, dióxido de azufre y alcohol) y calcular la cantidad de agua con la reducción del yodo por el dióxido de azufre.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de titulación • Reactivo Karl Fisher 	Por lote	Máx. 0,3%
Contenido de goma lavada en solvente	ASTM D 381	Evaporar 50 ml de etanol bajo condiciones controladas de temperatura y flujo de aire. El residuo restante debe ser lavado con n-heptano para luego ser pesado y reportado.	<ul style="list-style-type: none"> • Baño de evaporación • Desecador • Vasos de precipitados • Balanza • Termómetro • Aire • Heptano (mínimo de pureza 99.7%) • Solvente de goma (mezcla de tolueno y acetona) 	Por lote	Máx. 5,0mg/100ml

(Continúa)

(Continuación)

Contenido de cloruros inorgánicos	ASTM D 7319	Mezclar 0,5 ml de peróxido de hidrógeno al 30% en una muestra de 9.5 ml de etanol. Luego, inyectarlo en el cromatógrafo de iones.	<ul style="list-style-type: none">• Cromatógrafo de iones• Solución de peróxido de hidrógeno al 30%	Por lote	Máx. 10 mg/l
Contenido de cobre	ASTM D 1688 Método A	El cobre disuelto en la muestra es aspirado directamente sin ningún pre tratamiento. Se aspira utilizando ácido clorhídrico y ácido nítrico, y luego, se filtra.	<ul style="list-style-type: none">• Espectrómetro de absorción atómica• Ácido clorhídrico concentrado (gravedad específica 1,19)• Ácido nítrico (gravedad específica 1,42)	Por lote	Máx. 0,1 mg/kg
Contenido de fósforo	ASTM D 3231	Encender la muestra en presencia de óxido de zinc. El residuo debe ser disuelto en ácido sulfúrico para reaccionar con molibdato de amonio. La absorbancia del complejo de molibdato será proporcional a la concentración de fósforo en la muestra.	<ul style="list-style-type: none">• Espectrómetro de absorción atómica• Óxido de zinc• Ácido sulfúrico• Molibdato de amonio	Por lote	Máx. 0,5 mg/l
Acidez total (expresada como ácido acético)	ASTM D 1613	El etanol es mezclado con agua en la misma proporción y es titulado con una solución de hidróxido de sodio hasta el punto final de fenolftaleína.	<ul style="list-style-type: none">• Bureta de 10ml, graduada en subdivisiones de 0,05 ml• Vaso Erlenmeyer de capacidad de 250 ml• Solución de hidróxido de sodio 0,05N• Solución de fenolftaleína (10 g/L)	Por lote	Máx. 0,007 mg/l

(Continúa)

(Continuación)

pH	ASTM D 6423	Realizar medidas del pH con un pH metro.	<ul style="list-style-type: none"> pH metro 	Por lote	6,5 - 9,0
Azufre	ASTM D 2622	La muestra se coloca en el haz de rayos X, y se mide la intensidad del pico de la línea de K α de azufre en 0,5737 nm. Restar dicha medida con la intensidad de fondo a 0,5190 nm.	<ul style="list-style-type: none"> Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. Dibutil Sulfuro (DBS) Celdas de muestra 	Por lote	Máx. 30 ppm
Sulfato	ASTM D 7319	Mezclar 0,5 ml de peróxido de hidrógeno al 30% en una muestra de 9.5 ml de etanol. Luego, inyectarlo en el cromatógrafo de iones.	<ul style="list-style-type: none"> Cromatógrafo de iones Solución de peróxido de hidrógeno al 30% 	Por lote	Máx. 4 ppm
Densidad relativa	ASTM D 891 Procedimiento B	Para determinar la densidad del etanol, se debe asumir el volumen V del picnómetro y relacionar la densidad del agua destilada a temperatura ambiente con la del etanol.	Picnómetro	Por lote	Reportar

Nota. De “NTP 321.123 Alcohol Carburante: Etanol Anhidro Desnaturalizado para mezcla con gasolina uso motor. Especificaciones”, por Dirección de Normalización, 2017, Instituto Nacional de Calidad.

5.5.2 Medidas de resguardo de la calidad en la producción

Para resguardar la calidad en la producción, se contará con reactores cerrados para evitar la mezcla del producto con la humedad de la atmósfera, la cual disminuye el rendimiento del combustible del cliente.

De acuerdo con García y Martínez (2008), el etanol será almacenado en tanques libre de humedad, para asegurar el cumplimiento de agua de acuerdo a las especificaciones técnicas. Para asegurar que el tanque se encuentre libre de humedad, se recomienda utilizar atmósferas inertes en tanques sellados o instalar filtros desecantes en los respiraderos. La temperatura de los tanques debe ser aproximadamente de 13°C a 18° (p. 2).

Asimismo, citando a Icontec Internacional (2016), la norma NTC 5414, la cual detalla la regulación del transporte del etanol, el carro tanque o camión cisterna debe permitir que se cargue por el fondo para reducir el contacto con el ambiente y el posible aumento de la humedad en el producto. El tanque debe ser DOT 406, DOT 407, DOT 412 u otro de mayor especificación por tener Flash Point de 13°C y presión de vapor de 2,3 PSI a 37,8°C.

De igual forma, se realizará mantenimiento preventivo a las máquinas para evitar la contaminación del producto con residuos propios de uso y desgaste de la maquinaria.

Otra de las iniciativas es la implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) que se aplicará en todo el proceso de producción. Dicha medida es esencial para la obtención de productos inocuos, e indispensable para implementar un programa de Gestión de Calidad Total (TQM).

Durante el horizonte de vida del proyecto, se proyecta certificar la empresa con ISO 9001 para obtener una reputación favorable en el mercado.

5.6 Estudio de impacto ambiental

Actualmente no existe una Ley Ambiental específica para nuestra actividad. La Norma Técnica Peruana nos provee de especificaciones para la elaboración; sin embargo, no indica qué regulaciones se deben cumplir con respecto al impacto ambiental que tendrá el proyecto. Es por ello que se adaptara el Reglamento para la Protección Ambiental en

las Actividades de Hidrocarburos, la Ley general del ambiente y la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto ambiental.

Empresa y ambiente

La empresa es completamente responsable por todas las emisiones, efluentes, descargas y todos los impactos negativos que se generen en el medio ambiente en consecuencias de sus actividades productivas, así como de los daños causados por acción u omisión. En la sección “Manejo de residuos, efluentes y emisiones” del presente capítulo, se especificará las medidas que tomaremos.

Sistema de gestión ambiental y mejora continua

Según la ley, las empresas deben considerar sistemas de gestión ambiental con el objetivo de impulsar la mejora continua acorde con la naturaleza y el desarrollo sostenible.

Producción más limpia

No es exigido por ley, pero si promovido por el Estado tomar medidas que permitan una producción más limpia por parte de la empresa. Estas medidas incluyen decisiones eficientes sobre los inventarios, la materia prima, los insumos, el mantenimiento, la tecnología aplicada, el mismo proceso productivo y las practicas.

Estudio de impacto ambiental

Para identificarse los aspectos e impactos ambientales del proceso de producción se considerará una matriz de caracterización, la cual se muestra en la Tabla 5.33

Tabla 5.33*Matriz de caracterización*

ENTRADA	PROCESO	SALIDA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIO AFECTADO
Yuca Apta	Lavado-Pelado	Yuca pelada y lavada	Generación de efluente	Contaminación de agua	Agua
Mezcla	Pre-licuefacción	Mezcla	Probabilidad de emisión de gases	Polución	Aire
Mezcla	Cocción	Mezcla	Probabilidad de emisión de gases	Polución	Aire
Mezcla	Licuefacción	Mezcla	Probabilidad de emisión de gases	Polución	Aire
Mezcla + Agua	Pre-Fermentación	Mezcla	Probabilidad de emisión de gases	Polución	Aire + Agua
Mezcla + Insumos	SFS	Etanol a 12° + Gases	Emisión de gases	Polución	Aire
Etanol a 12°	Destilado	Etanol a 96.5° + Gases	Emisión de gases	Polución	Aire
Etanol a 96.5°	Deshidratado	Etanol a 99°	Emisión de vapores	Polución	Aire
Gases	Recuperación de etanol	Masa de fermentación + Gases	Emisión de gases	Polución	Aire
Agua	Calentamiento	Agua caliente / Vapor	Emisión de vapores	Contaminación del aire	Aire
Combustible	Calentamiento	Gases	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire	Aire
Agua	Generación de electricidad	Agua caliente / Vapor	Emisión de vapores	Contaminación del aire	Aire
Combustible	Generación de electricidad	Gases	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire	Aire

Una vez identificados los impactos y aspectos se analizará la magnitud que tendrá cada proceso dentro de los factores ambientales teniendo en cuenta su importancia. La matriz Leopold permite relacionar cada uno de estos términos de manera numérica para así obtener un indicador que nos permita analizar la situación en general.

La calificación de la magnitud y la importancia de mostraran en la Tabla 5.34 y Tabla 5.35.

Tabla 5.34

Magnitud de impacto ambiental

MAGNITUD		
Intensidad	Afectación	Calificación
Baja	Baja	+/- 1
Baja	Media	+/- 2
Baja	Alta	+/- 3
Media	Baja	+/- 4
Media	Media	+/- 5
Media	Alta	+/- 6
Alta	Baja	+/- 7
Alta	Media	+/- 8
Alta	Alta	+/- 9
Muy alta	Alta	+/- 10

Nota. De *A procedure for evaluating environmental impact*, por L.B. Leopold, F.E. Clarke, B.B. Hanshaw y J.R. Balsey, 1971, US. Geological Survey

Tabla 5.35

Importancia de impacto ambiental

IMPORTANCIA		
Duración	Influencia	Calificación
Temporal	Puntual	+1
Media	Puntual	+2
Permanente	Puntual	+3
Temporal	Local	+4
Media	Local	+5
Permanente	Local	+6
Temporal	Regional	+7
Media	Regional	+8
Permanente	Regional	+9
Permanente	Nacional	+10

Nota. De *A procedure for evaluating environmental impact*, por L.B. Leopold, F.E. Clarke, B.B. Hanshaw y J.R. Balsey, 1971, US. Geological Survey

La Tabla 5.36 y 5.37 detallan la matriz de Leopold para el proceso de producción de etanol.

Tabla 5.36

Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES ACTIVIDADES DEL PROYECTO		FISICO - QUIMICO			BIOLOGICOS		SOCIO-ECONOMICOS				PROMEDIO POSITIVO	PROMEDIO NEGATIVO
		Calidad de la tierra	Calidad del agua	Calidad del aire	Flora	Fauna	Estetica ambiental	Ruido	Salud y Seguridad	Nivel de empleo		
CONSTRUCCIÓN	Vias de acceso e infraestructura industrial	-4 3	-3 2	-3 2	-3 3	-2 2	-2 2	-4 3	2 3	4 2	2	7
	Construcción de la fabrica	-4 4	-4 4	-4 4	-2 2	-2 2	-3 4	-4 4	2 3	4 2	2	7
PROCESO	Recepción y almacén								-1 3	5 5	1	1
	Selección								-2 3	5 5	1	1
	Lavado-Pelado		-4 6					-4 3	-2 3	5 5	1	3
	Picado							-4 3	-2 3	5 5	1	2
	Molienda							-4 3	-2 3	5 5	1	2
	Mezclado		-4 6					-3 3	-2 3	5 5	1	3
	Pre-licuefaccion			-4 6				-3 3	-4 3	5 5	1	3
	Coccion			-4 6				-3 3	-4 3	5 5	1	3
	Licuefaccion			-4 6				-3 3	-4 3	5 5	1	3
	Pre-fermentacion		-4 6	-4 6				-3 3	-4 3	5 5	1	4
	SFS			-4 6				-3 3	-4 3	5 5	1	3
	Destilacion			-5 6				-2 3	-4 3	5 5	1	3
	Deshidratacion			-3 6				-2 3	-4 3	5 5	1	3
	Desnaturalizacion							-3 3	-2 3	5 5	1	2
PROMEDIO POSITIVO		0	0	0	0	0	0	0	2	16		
PROMEDIO NEGATIVO		2	5	9	2	2	2	14	14	0		

Tabla 5.37

Matriz de Leopold (Promedio)

FACTORES AMBIENTALES		FISICO - QUIMICO			BIOLOGICOS		SOCIO-ECONOMICOS			PROMEDIO	
		Calidad de la tierra	Calidad del agua	Calidad del aire	Flora	Fauna	Estetica ambiental	Ruido	Salud y Seguridad		Nivel de empleo
ACTIVIDADES DEL PROYECTO											
CONSTRUCCION	Vias de acceso e infraestructura industrial	-12	-6	-6	-9	-4	-4	-12	6	8	-4.3
	Construccion de la fabrica	-16	-16	-16	-4	-4	-12	-16	6	8	-7.78
PROCESO	Recepcion y almacen								-3	25	11
	Selección								-6	25	9.5
	Lavado-Pelado		-24					-12	-6	25	-4.25
	Picado							-12	-6	25	2.33
	Molienda							-12	-6	25	2.33
	Mezclado		-24					-9	-6	25	-3.50
	Pre-liuefaccion			-24				-9	-12	25	-5
	Coccion			-24				-9	-12	25	-5
	Licuefaccion			-24				-9	-12	25	-5
	Pre-fermentacion		-24	-24				-9	-12	25	-9
	SFS			-24				-9	-12	25	-5
	Destilacion			-30				-6	-12	25	-5.75
	Deshidratacion			-18				-6	-12	25	-2.75
Desnaturalizacion							-9	-6	25	3.33	
PROMEDIO		-14.0	-18.8	-21.1	-6.5	-4.0	-8.0	-9.9	-6.9	22.9	-1.8

Protección de la flora, fauna y ecosistemas

La planta se encontrará entre dos reservas naturales de Maynas (la reserva Ampiyacu y la reserva Allpahuayo Mishana), por lo que nuestra producción debe ser cuidadosa de no afectar la flora y fauna de la zona. En la siguiente sección explicaremos las medidas que se tomarán para mitigar las emisiones de gases, efluentes y residuos sólidos; de tal forma, que no impactemos negativamente en el ecosistema.

Manejo de residuos, efluentes y emisiones

Por ley, las empresas deben hacerse responsables por todos los residuos y efluentes que sus actividades tanto productivas como administrativas o sanitarias emiten.

En cuanto residuos sólidos, nuestro principal problema es la gran cantidad de cáscaras de yuca que se obtienen luego del proceso de lavado-pelado. Se considera que, al ser un residuo orgánico de origen vegetal, puede ser utilizado para compost. Parte de nuestra política ambiental, aparte de implementar una trampa de agua que evitara que estos residuos lleguen al desagüe, será encargarnos de que toda la materia orgánica obtenida pueda ser llevada a zonas de compostaje para que pueda ser reutilizado por los campesinos agricultores de las zonas aledañas.

De igual forma, en la planta se produce emisión de gases, y ya que no hay una ley nacional que regule los límites, se adaptará el documento “Límites permisibles para emisiones gaseosas y de partículas de las actividades del Sub Sector Hidrocarburos” (Decreto Supremo N° 014-2010-MINAM)

Tabla 5.38

Límites máximos permisibles de emisiones gaseosas y de partículas en actividades o instalaciones de hidrocarburos.

Parámetro regulado	Actividades de procesamiento y refinación de petróleo (mg/m ³)
Material Particulado (PM)	50
Compuestos Orgánicos Volátiles, incluyendo benceno (COV)	20
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	10
Óxidos de Azufre (SO _x)	
Unidades de recuperación de Azufre	50
Otras unidades	5000
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	450
Níquel	1
Vanadio	5

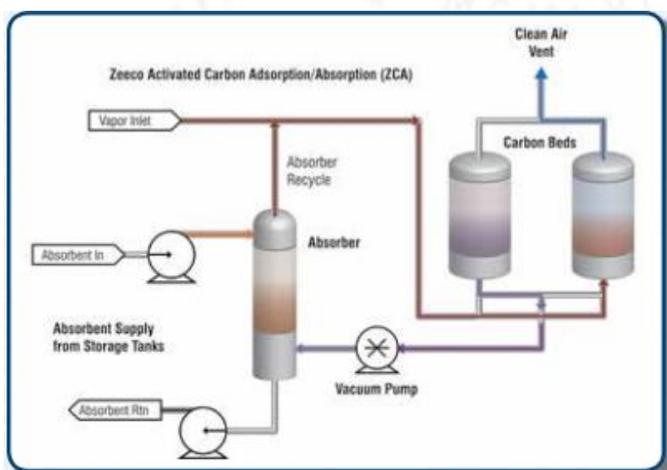
Nota. De Decreto supremo N° 014-2010-MINAM, por Ministerio del Ambiente, 2010 (http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/fe_de_erratas_ds_062-2010-em.pdf)

Para asegurar un adecuado cuidado ambiental, se implementará un sistema de recuperación de gases y vapores, el cual capturará los hidrocarburos liberados de cada operación y así disminuir el nivel de emisiones al ambiente. El sistema funciona a través del eficiente proceso de adsorber hidrocarburos utilizando carbón activado.

El sistema de recuperación de gases se muestra a continuación en la figura 5.10.

Figura 5.10

Sistema de recuperación de gases mediante carbón



Nota. Adaptado de “Control emissions. Recover valuable hydrocarbons” por Zeeco Corporate Headquarters, 2018, “Vapor Recovery Systems”, p. 2. (<https://www.zeeco.com/pdfs/Vapor-Recovery-Systems-5-21-18.pdf>)

Por otro lado, en temas de ruido, las emisiones sonoras en zonas industriales según el Reglamento Nacional de Estándares de Calidad Ambiental de Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM) no deben sobrepasar los 80 decibeles diurnos ni 70 decibeles nocturnos. Según un estudio de medición de ruidos de la empresa Biocombustibles de Zierbena S.A, una planta de producción de biocombustibles produce en promedio entre 49 y 52 dB en el día y entre 45 y 48 dB en la noche; siendo estos rangos menores a los límites permisibles. Asimismo, en el caso de los operarios, es recomendable utilizar protección de oídos cuando se superan los 85dB (OEFA, 2016); sin embargo, a pesar de que el ruido producido por la maquinas no será perjudicial para la salud de nuestro personal, se brindará orejeras a cada operario.

5.7 Seguridad y Salud ocupacional

Debido a que no existen exigencias legales previas en referencia a la producción de etanol a partir de materia orgánica, se tomará en cuenta el Reglamento de Seguridad para las actividades de Hidrocarburos como referencia, adaptando como sea posible a nuestro proceso productivo. De igual forma debe cumplirse la Ley N°29783 – Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.

Política del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo

La empresa debe contar con una política en escrito de manera clara y específica, de fácil acceso a todos los trabajadores que indique los principios y objetivos para establecer las bases del diseño del sistema de seguridad.

En esta política se incluirán:

- Obligaciones de la Alta dirección de la organización
- Esquema de autoridad y responsabilidad
- Compromiso del personal administrativos y operarios
- Asignación de los recursos de la empresa al sistema de SST
- Aprobación del cumplimiento de la misma política (proveedor externo)
- Lista de riesgos que se prevén en la planta
- Mapa de riesgo

- IPER
- Procedimiento en caso de emergencias
- Reglamento interno de SST

Asimismo, se contratará una empresa especialista en seguridad, higiene y medio ambiente. Esta compañía se encargará del monitoreo ocupacional corroborando que se cumpla con las políticas de sistema de gestión ambiental y de SST. El proveedor Ingenieros Ambientales S.A.C nos cobrará \$303.03 mensuales por sus servicios (este monto se verá reflejado en el capítulo VII; cabe recalcar, que este proveedor incluye abastecernos de la señalética requerida.

Comité de seguridad y salud en el trabajo

Según la ley, deben constituirse comités mixtos de seguridad y salud en empleadores con 20 o más trabajadores. Las funciones del comité están especificadas en la ley y deben estar compuestas tanto por trabajadores como empleadores. Los supervisores y representantes deben ser elegidos por los mismos trabajadores mediante elecciones.

Reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo

En una empresa con un mínimo de 20 trabajadores se debe elaborar un reglamento interno de seguridad que sea conforme a las disposiciones de la empresa.

Todos los trabajadores de la planta deben recibir una copia del reglamento y recibir por lo menos 4 capacitaciones al año con respecto a la seguridad y salud en el trabajo.

Este reglamento promueve la cultura de prevención de riesgos laborales, y es deber de la empresa que el personal tanto administrativo como operativo se comprometan con su cumplimiento.

Entre los puntos que estarán en el documento, que será entregado impreso a cada trabajador de la empresa, están:

- Funciones y responsabilidades de los trabajadores, desde la alta dirección hasta los operarios

- Funciones y responsabilidades del Comité de SST.
- Funciones y responsabilidades del personal tercerizado.
- Mapa de riesgos
- Programa anual de SST
- Infracciones y sanciones

Identificación y evaluación de riesgos

Es el principal servicio que el empleador debe organizar. Para la identificación de los peligros de la planta y, sobre todo, el nivel de riesgos se utilizará la Matriz IPER, la cual no solo permitirá determinar cuál tarea representa un riesgo significativo; sino que, también permite proponer una medida de control para disminuir la probabilidad de ocurrencia de los peligros y riesgos.

En la Tabla 5.39 se mostrará la tolerancia de los riesgos de acuerdo a su probabilidad y consecuencia.

Tabla 5.39

Tabla de Tolerancia

		CONSECUENCIA		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	TRIVIAL 4	TOLERABLE 5 - 8	MODERADO 9 - 16
	MEDIA	TOLERABLE 5 - 8	MODERADO 9 - 16	IMPORTANTE 17 - 24
	ALTA	MODERADO 9 - 16	IMPORTANTE 17 - 24	INTOLERABLE 25 - 36

Nota. De *Metodología para la identificación de peligros y evaluación de riesgos*, por J.A Chopitea y L.J. Delgado, Universidad Nacional de Piura (<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/415/AMB-CHO-CAN-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

En la Tabla 5.40 se presentará la severidad y probabilidad de los riesgos; y finalmente en la Tabla 5.41 se mostrará la Matriz IPER.

Tabla 5.40*Tabla de severidad y probabilidad*

ÍNDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (consecuencias)
	PERSONAS EXPUESTAS	PROCEDIMIENTO EXISTENTES	CAPACITACIÓN	EXPOSICIÓN AL RIESGO	
1	1 a 3	Existen y son satisfactorias y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año ESPORADICAMENTE	Lesión sin incapacidad DISCONFORT INCOMODIDAD
2	4 a 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado. Conoce el peligro, pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes EVENTUALMENTE	Lesión con incapacidad temporal. DAÑO A LA SALUD REVERSIBLE
3	12 a más	No existen	Personal no entrenado. No conoce el peligro y no toma acciones de control	Al menos una vez al día PERMANENTE	Lesión con incapacidad permanente. DAÑO A LA SALUD IRREVERSIBLE

Nota. De *Metodología para la identificación de peligros y evaluación de riesgos*, por J.A Chopitea y L.J. Delgado, Universidad Nacional de Piura (<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/415/AMB-CHO-CAN-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

Tabla 5.41

Matriz IPER

Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad					I. de severidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Riesgo significativo	Medidas de control
			I. de personas expuestas	I. de procedimiento	I. de capacitación	I. de exposición	I. de probabilidad					
Pesado de yuca	Objetos pesados	Probabilidad de trauma acumulativo (Lumbalgia, dorsalgia, entre otros)	1	1	1	3	6	3	18	IMP	SI	Implementación de EPPs (Fajas)
Lavado-Pelado	Piso resbaladizo	Probabilidad de caída de personas, fracturas y contusiones	1	1	1	3	6	2	12	MOD	SI	Implementación de EPPs (Botas antideslizantes) Mejoramiento del área laboral (Piso antideslizante)
Lavado-Pelado	Maquina misma	Probabilidad de atrapamiento	1	1	1	3	6	2	12	MOD	SI	Capacitación continua sobre el uso de la maquinaria
Picado	Material suspendido en el aire	Probabilidad de exposición al polvo	1	1	1	3	6	1	6	TOL	NO	Implementación de EPPs (Mascarillas)
Picado	Cuchilla cortadora	Probabilidad de mutilación, pérdida de miembros	1	1	1	3	6	3	18	MOD	SI	Implementación de programa de limpieza

(Continúa)

(Continuación)

SFS, Recuperación de etanol, destilación	Emisión de gases por fuga	Probabilidad de asfixia, intoxicación	1	1	1	3	6	3	18	IMP	SI	Implementación de EPPs (Mascarillas) y controladores de flujo
Cocción	Exposición al calor	Probabilidad de quemaduras	1	1	1	3	6	3	18	IMP	SI	Implementación de EPPs
Procesos con reactor	Daño en el sistema de bombeo y válvulas	Probabilidad de explosión	1	1	1	3	6	3	18	IMP	SI	Implementar controladores de flujo

Higiene y seguridad del personal

Las condiciones habitacionales como son las edificaciones e instalaciones que sean construidas deben cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones. De igual forma, los servicios higiénicos deben ser construidos con material lavable que no permita resbale; asimismo deben permanecer debidamente limpios y desinfectadas, y las duchas e inodoros deben instalarse en compartimentos privados. La planta debe contar con un sistema de conexiones de agua que permitan un suministro continuo tanto de agua potable como de agua para la producción y un sistema de desagüe.

Equipos y sistemas de protección

Se debe dotar a todo el personal implementos de protección, así como especificar el tipo de ropa que pueden y no pueden usar durante su jornada laboral. En la Tabla 5.42 se muestra los equipos de seguridad que se instaurarán en la planta para nuestros colaboradores.

Tabla 5.42

Equipos de seguridad

Equipo	Ubicación
Equipos de iluminación de emergencia	Toda la planta
Extintores	Oficina administrativa, oficina control de calidad, planta de producción (uno en cada área productiva)
Botiquín de primeros auxilios	Oficina administrativa, oficina control de calidad, planta de producción
Señalización de seguridad	Todas las instalaciones
Señalización de salidas de emergencia	Todas las instalaciones
Equipos de protección personal <ul style="list-style-type: none">• Cascos• Buzo de trabajo• Lentes de protección• Orejeras• Botas punta de acero• Guantes• Respiradores	Todos los trabajadores

Seguridad de almacenamiento de gases

Según la Norma Técnica 512.001 Requisitos de almacenaje, transporte, manejo y trasvase de gases comprimidos, el amoniaco, gas licuado que se utiliza en el proceso de producción de etanol anhidro, debe almacenarse de la siguiente manera:

- Las áreas de almacenaje deberán estar claramente señaladas y construidas de material no inflamable.
- Los ambientes de almacenaje deben ser frescos, secos y bien ventilados. No se permitirá almacenaje en ubicaciones bajo la superficie ni a temperatura mayor a 52°C.
- No se permitirá almacenar los cilindros cerca de sal u otros productos químicos corrosivos, ya que el óxido puede dañar los cilindros.
- Los cilindros deben estar alejados de conexiones eléctricas sin ninguna protección, flamas abiertas u otras fuentes de ignición.
- Nunca deberá usarse una llama para detectar fuga de gases. Se debe utilizar solución jabonosa.
- Los cilindros podrán almacenarse en el exterior, pero protegidos de la tierra mojada.

Seguridad contra incendios

Según ley, es indispensable implementar un sistema de prevención y extinción de incendios. Se tomará como referencia el Reglamento de Seguridad para las actividades de Hidrocarburos.

Debido a que la planta es productora de combustibles es importante que se cumplan los requisitos mínimos según el reglamento. Los extintores deben ser del tipo espuma, dióxido de carbono y PQS (Polvo químico seco); además que deben cumplir con su respectiva norma técnica (NTP 833.030 -2012) y contar con certificación aceptada por INDECOPI.

Parte de estos requisitos es que se les haga un mantenimiento mensual a los extintores; el proveedor Extintores Coimser nos apoyara con la recarga y mantenimiento

de los equipos de tal forma que cumplan con la norma. El costo será de \$151.52 mensuales y se verá reflejado en los estados financieros.

También se contará con mangueras contra incendio cerca a cada extintor puestas en gabinetes. Estas contarán con la certificación UL (Underwriters Laboratories) y la aprobación de Osinergmin, INDECI, y el Reglamento Nacional de Edificaciones. Las medidas serán de 1.5” de ancho y 30m de largo.

La maquinaria al tener una considerable probabilidad no solo de incendio y al ser de un gran tamaño, los extintores serian casi inútiles. Es por ello que se instalará un sistema de rocío de espuma de alta expansión alrededor de los equipos más peligrosos, este sistema será diseñado e instalado según los parámetros de la Asociación Nacional de Protección Contra Fuego (NFPA). Así mismo, como prevención, el tanque de almacenamiento tendrá una estructura de enfriamiento por agua, en caso se empiece a calentar, para evitar explosiones.

Debido a que no hay marcos regulatorios para plantas productos de etanol se considerará el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos (Decreto Supremo N° 052-93-EM) el cual indica que, teniendo en cuenta el máximo riesgo posible, se debe contar con una reserva de agua que pueda abastecer a los sistemas anti-incendios durante 4 horas.

Cabe recalcar que se instalarán hidrantes contraincendios conectados a la red pública de agua para que, en caso lleguen, los bomberos puedan abastecerse de agua.

Entrenamiento e instrucción del personal

Se debe asegurar que el personal este entrenado debidamente en seguridad y salud industrial, además de informado sobre los riesgos y peligros del trabajo. Las capacitaciones deben ser practico-teórico para todo tipo de emergencias y periódicas. Se programarán simulacros sorpresa para corroborar la preparación de los operarios y personal administrativo.

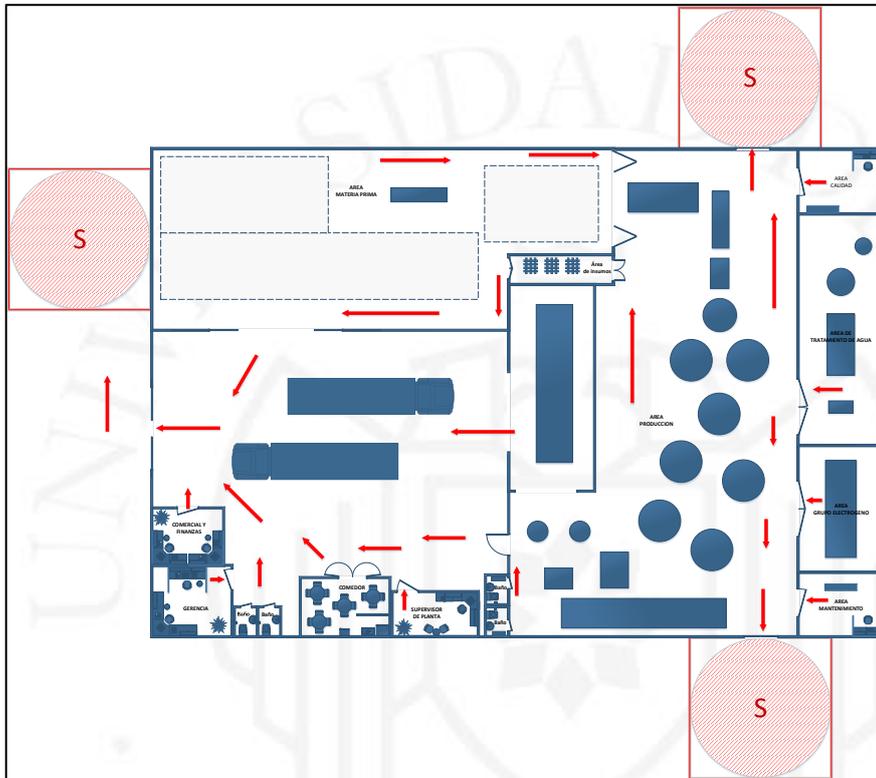
Plan de evacuación

Por ley, debe existir un plan de evacuación elaborada por el empleador que cumpla con el RISI (Reglamento Interno de Seguridad Industrial) que asegure completamente la

integridad de cada trabajador. El plan debe ser practicado periódicamente y debe estar graficado a escala en un mapa de la empresa, a la vista de todos los colaboradores. A continuación, en la Figura 5.11 se mostrará el mapa de evacuación.

Figura 5.11

Plan de evacuación



5.8 Sistema de mantenimiento

Se implementará un sistema de gestión de mantenimiento con la finalidad de conseguir la mayor eficiencia general de los equipos, reduciendo costos de mal mantenimiento y generando el menor impacto ambiental.

Programa de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de los equipos o instalaciones mediante la revisión periódica de éstos. El plazo se encuentra determinado en el manual de mantenimiento de cada máquina. El objetivo es evitar el paro de la producción o pérdidas de producto final debido a fallas en la máquina. Algunos de los

trabajos que se consideran preventivos son: la limpieza de la maquinaria, lubricación, sustitución de piezas por horas de operación, entre otros.

Por esta razón, se elaborará un programa de mantenimiento a cada máquina, asignándole un tiempo para cada actividad y la frecuencia con la cual debe realizarse.

Asimismo, se mantendrá un historial de las reparaciones y trabajos que se efectúen a las máquinas para contrastarlos con el plan de mantenimiento, y verificar que se esté cumpliendo adecuadamente.

Cabe resaltar, que los manuales de cada máquina se encontrarán al alcance de todos los operarios y su difusión estará a cargo del supervisor de mantenimiento.

Programa de mantenimiento predictivo

En cuanto al programa de mantenimiento predictivo, se medirá las vibraciones de las máquinas con un vibrómetro, De esta manera, se comprobará el desgaste de las piezas dentro de maquinaria y si existe juego entre ellas.

El mantenimiento de las maquinas se realizará en el tiempo en que estas no se utilicen durante los días de producción de la planta. En el caso del SFS se utilizarán los días restantes del año luego de finalizada la producción anual.

La Tabla 5.43 resume los trabajos de mantenimiento que se deben realizar a cada máquina:

Tabla 5.43*Tabla de mantenimiento*

Equipos	Tarea de limpieza/ Mant.	Procedimiento	Tiempo	Frecuencia
Lavadora y Peladora	Verificación del estado de los piñones	Comprobar, en parado, el desgaste de los diferentes piñones. Sustituir si los dientes se encuentran totalmente redondeados.	5 min	Semanal
	Lubricación de rodamientos y cadenas de transmisión	Lubricar, en parado, rodamientos y cadena de transmisión para conservar sus propiedades iniciales	1 min	Semanal
	Limpieza parcial del motor	Quitar, en parado, el polvo y partículas grasas que se van acumulando en motores y sensores.	5 min	Semanal
	Verificación del apriete de tornillos	Verificar, en parado, el apriete de toda la tornillería, con atornilladores.	10 min	Trimestral
Cortadora	Lubricación de la caja de engranajes	Lubricar la caja de engranajes pues con el tiempo, pierde sus propiedades iniciales	1 min	Mensual
	Afilamiento de la cuchilla	Para afilar las cuchillas, use una piedra de carburo de silicio ordinaria para afilar las navajas	10 min	Cada dos semanas
Molino	Verificación del estado de martillos	Controlar el estado de los martillos, y, si es necesario, invertirlos o sustituirlos. Sustituir los martillos en los que la perforación tiene juego debido a vibraciones fuertes	1 min	Semanal
	Control de vibraciones y ruidos desacostumbrados	Se debe verificar que no exista una disposición errónea de los martillos o el uso de martillos medio desgastados junto con martillos nuevos	Durante la operación	Diario
	Limpieza de la superficie de la máquina	Quitar el polvo y partículas grasas que se van acumulando en motores y sensores	5 min	Semana

(Continúa)

(Continuación)

Molino	Comprobación de fugas en el sistema neumático	Comprobar si hay fugas en los tubos flexibles, el aireador rápido y las válvulas, a través de la inyección de aire presión	10 min	Mensual
	Lubricación de los cojinetes principales del rotor	Re engrasar los rodamientos con la prensa de grasa durante el funcionamiento.	10 min	A las 2 000 horas de funcionamiento
Tanque de mezcla	Sustitución del cierre mecánico	Se debe sustituir el cierre mecánico del agitador industrial para cerrar herméticamente la unión del agitador con el tanque	5 min	A las 1 000 horas de funcionamiento
	Limpieza total del tanque	Realizar la limpieza del tanque utilizado agua caliente y detergente	10 min	Por lote
Reactores cerrados con agitador y chaqueta	Sustitución del cierre mecánico	Se debe sustituir el cierre mecánico del agitador industrial para cerrar herméticamente la unión del agitador con el reactor	5 min	A las 1 000 horas de funcionamiento
	Medición del espesor del tanque	Realizar medición de espesores por ultrasonidos en las partes que conforman el cuerpo del reactor	7 min	Anual
	Limpieza exterior del reactor	Limpieza abrasiva con chorros de agua de alta presión y detergente	20 min	Semestral
Tamices moleculares	Limpieza del filtro	Desmontar los elementos del filtro y aplicar aire para eliminar las partículas acumuladas. Reemplazar elementos dañados.	15 min	Mensual
Tanques de almacenamiento	Medición del espesor del tanque	Realizar medición de espesores por ultrasonidos en las partes que conforman el cuerpo del tanque	7 min	Anual
	Medición de la corrosión exterior en la escalera y sistemas de ventilación	Inspeccionar de forma visual la corrosión del accesorio del tanque y reemplazarlos si fuera necesario	1 min	Trimestral

(Continúa)

(Continuación)

Calderos (de vapor de agua y agua caliente)	Verificación de la dureza del agua administrada	Se debe tomar muestras de agua y medir la dureza con un medidor fotométrico de dureza, y su pH.	15 min	Semanal
	Limpieza del quemador y almacenamiento de agua	Limpiar con desengrasante los filtros, fotocélula y electrodos de encendido del quemador al utilizar petróleo	10 min	Semanal
	Medición del espesor de calderas	Realizar medición de espesores por ultrasonidos en las partes que conforman el cuerpo del caldero	7 min	Anuual
Chiller	Limpieza de condensador y evaporador	Limpiar con un compresor o un simple soplador que vote aire a presión y limpie la capa de suciedad dentro	15 min	Mensual
	Verificación del nivel de aceite en el separador de aceite del compresor	Verificar el nivel de aceite del separador de aceite del compresor y asegurar su ausencia en el aire comprimido	1 min	Semanal
	Comprobar la programación de los puntos de arranque y del switch de parada de emergencia	Comprobar la correcta programación de dichos puntos de acuerdo a los estándares de aplicación del chiller.	1 min	Trimestral
Balanza electrónica	Limpieza y desengrase	Usar un desengrasante y enjuagarlo correctamente con un cepillo suave ya que este posee un olor bastante fuerte	3 min	Diaria
	Calibración	Presiona y sostén el botón de calibración hasta que la pantalla de la balanza cambie	5 min	Anuual
Cromatógrafo de gases	Medición de la presión de la botella del gas portador	Medir la presión en la salida (VN= 110 psig) y la presión en el regulador de panel (VN= 85 psig) con un manómetro	1 min	Bimensual
	Medición de la presión y caudal de la botella del gas de calibración	Medir la presión en la salida (VN= 20 psig) con un manómetro; y el caudal (VN= 40 – 60 cc).	1 min	Bimensual

(Continúa)

(Continuación)

Espectrofotómetro de absorción atómica	Limpieza general de equipo y sus accesorios	Limpiar el espectrofotómetro con una pieza de tela fina (pañuelo) humedecida con agua destilada.	5 min	Mensual
	Verificación de absorción y límite de detección	Se debe verificar la sensibilidad de absorción y reproducibilidad utilizando un estándar de cobre	10 min	Mensual
	Medición nivel de ruido de la lámpara de cátodo hueco y la de deuterio	Se debe medir el nivel de ruido debido a que influye directamente en la intensidad de la señal, la cual permite una transmisión de luz máxima a lo largo del paso de luz. Reemplazar la lámpara si fuera necesario.	10 min	Semanal
Espectrómetro de absorción molecular	Limpieza general de equipo y sus accesorios	Limpiar el espectrofotómetro con una pieza de tela fina (pañuelo) humedecida con agua destilada.	5 min	Mensual
	Calibración del equipo	Se debe calibrar el equipo con una muestra estándar de absorción	7 min	Por lote
	Revisión del fusible de protección	Abrir el alojamiento del fusible, con el equipo apagado, y comprobar que sus contactos se encuentren limpios y en buen estado. Reemplazar si es necesario	5 min	Semanal
Ablandador de agua	Regeneración de la resina de intercambio iónico	Pasar solución regenerante (salmuera) por la resina de intercambio iónico.	10 min	Cada 72 horas de funcionamiento
	Calibración y re-programación del cabezal de automatización	Se debe programar la cantidad de resina que contiene el tanque en litros.	1 min	Semanal
	Reposición de la resina	Se debe realizar la reposición del 10% de la resina utilizada en el proceso de ablandamiento de agua.	15 min	Anual

Nota. Adaptado de la ficha técnica de cada máquina.

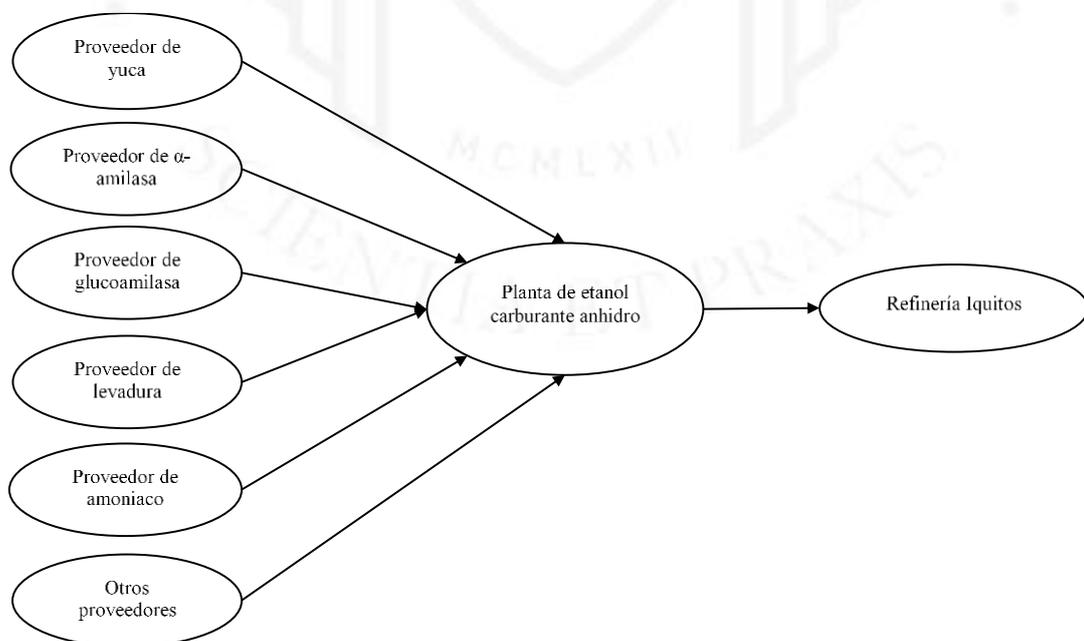
Diseño de la cadena de suministro

Debido a que el etanol es una materia prima para la producción de gasohol, producto que es utilizado como combustible en la mayoría de vehículos del parque automotor de la selva; se utilizará la estrategia Make To Stock; en el cual se realiza compras en cantidad, procesamiento de pedidos en lote y transporte en envíos de gran tamaño. En este tipo de estrategia, el pronóstico de la demanda adquiere una vital importancia ya que, a partir de éste, se establecen las órdenes de producción. Por lo tanto, es importante realizar una adecuada planeación para no incurrir en faltantes ni en capital de trabajo ocioso por inventarios excesivos.

Se espera que el nivel de servicio brindado al cliente (refinería Iquitos), sea de 95%, y de esta manera, la empresa asegure que los pedidos del cliente sean servidos en el plazo adecuado; generando una alianza estratégica que perdure durante el horizonte de vida del proyecto. En este tipo de industria, la red de la cadena de suministro no cuenta con detallistas para el suministro de etanol a las refinerías; por lo que se utiliza una distribución directa al cliente. El esquema típico de la red de suministro, se muestra a continuación en la Figura 5.12.

Figura 5.12

Diagrama de red de la cadena de suministro del etanol carburante anhidro



En cuanto a las compras, se ha considerado que la materia prima se comprará en sacos para cada tres días de producción, por ser un producto agrícola perecible y para mantener la calidad del etanol que se produzca a partir de ella. Se contará con tres proveedores de yuca de la región Maynas para abastecer el proceso de producción. Los proveedores son agricultores con extensas áreas de cultivo de dicho producto.

Por el contrario, los insumos tendrán otra periodicidad de compra. Las enzimas, la levadura y el amoníaco se comprarán para un mes de producción. La diferencia de estos productos con la materia prima, es que su vida útil es mayor (hasta 2 años en algunos casos), y pueden ser almacenados por mayor tiempo.

La levadura se comprará de A-1 del Perú, las enzimas de E.G. Suministros Químicos S.A., y el amoníaco de Amoníaco y Productos Diversos S.A.C., las cuales se encuentran ubicadas en el departamento de Lima. Debido a que las plantas de nuestros proveedores se encuentran alejadas de la nuestra, se ha considerado que se comprará de antemano para un mes de producción.

Por otro lado, para la distribución del etanol carburante anhidro, se debe utilizar vehículos que cumplan las disposiciones que emita el Ministerio de Energía y Minas respecto al transporte de Hidrocarburos, por ser un líquido inflamable. De acuerdo al Decreto Supremo N° 0032-2008-MTC, los vehículos y unidades de carga que se utilicen en el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos deberán cumplir las características técnicas y equipamiento que señala el Libro Naranja de las Naciones Unidas.

Por ello, se remitió al Libro Naranja, se buscó el código de clasificación y en Tabla 5.44 se mostrará los reglamentos para el embalaje/envasado y las especificaciones técnicas de las cisternas portátiles que contendrán nuestro producto:

Tabla 5.44*Reglamentación del transporte del etanol (Naciones Unidas)*

N° ID	1170
Nombre y descripción	Etanol (Alcohol etílico) o etanol en solución (alcohol etílico en solución)
Clase de riesgo	3
Grupo de embalaje	II
Numero de Guía	127
Embalajes/envases y RIG	
Inst. de emb/env	33
Disp. Espec.	1170
Cisternas portátiles y contenedores para gráneles	
Disp. Espec.	131

Nota. Adaptado de “Sistema de clasificación de riesgo” por U.S Department of Transportation Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, 2016, “Guía de respuestas en caso de emergencia 2016” (file:///C:/Users/Richard/Downloads/Libro_Naranja_2016.pdf)

Según la instrucción de transporte T4, las especificaciones técnicas de las cisternas portátiles son:

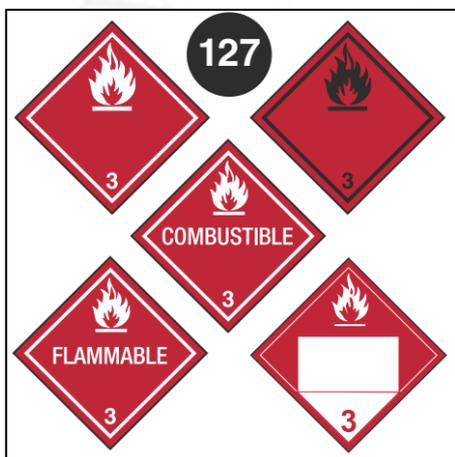
- Presión mínima de ensayo: 2,65 bar.
- Espesor mínimo del depósito (virola, fondos y las tapas de las bocas de hombre), para depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m: 5 mm.
- Espesor mínimo del depósito (virola, fondos y las tapas de las bocas de hombre), para depósitos cuyo diámetro exceda de 1,80 m: 6 mm.
- Contar con un dispositivo de descompresión (elemento fusible) con un caudal suficiente para impedir la rotura del depósito como consecuencia de exceso de presión o depresión por llenado, vaciado o calentamiento del contenido.
- Cada abertura de vaciado por el fondo debe estar provista de tres dispositivos de cierre independientes entre sí (válvulas pull off y shut off). Debe comprender:
 - a) Obturador interno de cierre automático: Impide apertura por choque o inadvertencia y permite que conserve su función, en caso exista avería del dispositivo de control exterior.

- b) Obturador externo situado lo más cerca al depósito.
 - c) Un dispositivo de cierre en la extremidad de la tubería de vaciado, que puede ser una brida ciega o un tapón roscado.
- Para la carga o descarga del líquido, el camión debe estar conectado a un pozo a tierra.
 - Grado de llenado: Aprox. 95%

En la cisterna, se debe colocar una etiqueta, como la mostrada en la figura 5.13, que indique que el producto es un líquido inflamable.

Figura 5.13

Etiqueta para líquidos inflamables



Nota. Adaptado de “Sistema de clasificación de riesgo” por U.S Department of Transportation Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, 2016, “Guía de respuestas en caso de emergencia 2016”, p. 8 (file:///C:/Users/Richard/Downloads/Libro_Naranja_2016.pdf)

El transporte de etanol a la refinería Iquitos se realizará cada 5 días, previo acuerdo con el cliente. Si lo requiere, se brindará el servicio de transporte con la empresa JCA Transportes ubicado en Maynas, la cual nos brindará dos cisternas de combustible de 9,000 gls y 5,000 gls, respectivamente. El flete será pagado por el cliente, el cual es de aproximadamente de \$ 0.03/km-gls, y la planta se encontrará aproximadamente a 20 km del cliente.

Por último, nuestro proveedor de gasolina para desnaturalizar el alcohol anhidro será la Refinería Iquitos, la cual nos distribuirá dicha materia prima para un mes de producción, según previa coordinación.

5.9 Programa de producción

5.9.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

Se ha considerado 8 años de vida útil al proyecto, debido a que la instalación de una planta de producción de etanol requiere una fuerte inversión el cual se estima no podrá ser recuperado en un plazo menor de tiempo.

Se estima que la demanda de etanol se incrementará durante estos años debido a que se proyecta que la demanda de gasholes será mayor, al impulsar la urbanización y el desarrollo económico de la región por el Estado y la inversión privada.

Por otro lado, no se considerará un stock de seguridad debido a que se contará con un solo cliente, lo cual facilita el cálculo del pronóstico de la demanda que se espera sea bastante cercano a la realidad.

Asimismo, al no contar con datos históricos del proveedor de yuca, se consideraría la desviación del lead time como cero, revalidando la inexistencia de un stock de seguridad.

5.9.2 Programa de producción para la vida útil del proyecto

El programa de producción se definirá a partir de la demanda anual calculada anteriormente. La Tabla 5.45 muestra el programa anual de producción de etanol carburante anhidro durante el horizonte de vida del proyecto:

Tabla 5.45

Programa de producción (en L/año)

Años	Demanda	Capacidad instalada	Porcentaje de uso
2019	2 440 919,04	3 610 836,34	67,60%
2020	2 530 698,87	3 610 836,34	70,09%
2021	2 611 914,61	3 610 836,34	72,34%
2022	2 686 058,77	3 610 836,34	74,39%
2023	2 754 264,79	3 610 836,34	76,28%
2024	2 817 413,69	3 610 836,34	78,03%
2025	2 876 203,92	3 610 836,34	79,65%
2026	2 931 198,50	3 610 836,34	81,18%

5.10 Requerimiento de insumos, servicios y personal

5.10.1 Materia prima, insumos, servicios y personal

Materia prima e insumos

A continuación, en la Tabla 5.46, se mostrará el requerimiento de materia prima (yuca) e insumos para la producción de etanol carburante anhidro. Dichos valores se calcularon al multiplicar las proporciones obtenidas en el balance de materia por la demanda anual de litros de etanol.

Tabla 5.46

Requerimientos de materia prima e insumos por litro de etanol

Yuca (ton/L)	0,0020302
α -amilasa (kg/L)	0,0019449
Glucoamilasa (kg/L)	0,0038980
Levadura (kg/L)	0,0028788
Amoniaco (m ³ /L)	0,0004589
Agua para mezcla (m ³ /L)	0,0028477
Gasolina (m ³ /L)	0,0000196

De esta manera, el requerimiento de materiales directos será el detallado en la Tabla 5.47:

Tabla 5.47

Materiales directos

Año	Yuca (ton)	α -amilasa (kg)	Glucoamilasa (kg)	Levadura (kg)	Amoniaco (m ³)	Agua para mezcla (m ³)	Gasolina (m ³)
2019	4 955,59	4 747,46	9 514,74	7 027,03	1 120,10	6 950,99	47,86
2020	5 137,87	4 922,07	9 864,70	7 285,49	1 161,30	7 206,66	49,62
2021	5 302,75	5 080,04	10 181,28	7 519,30	1 198,57	7 437,93	51,21
2022	5 453,28	5 224,24	10 470,30	7 732,75	1 232,59	7 649,07	52,67
2023	5 591,75	5 356,90	10 736,16	7 929,10	1 263,89	7 843,30	54,01
2024	5 719,96	5 479,72	10 982,32	8 110,90	1 292,87	8 023,13	55,24
2025	5 839,32	5 594,06	11 211,49	8 280,15	1 319,85	8 190,55	56,40
2026	5 950,97	5 701,03	11 425,85	8 438,47	1 345,08	8 347,16	57,47

Otros materiales

Dichos requerimientos se consideran como materiales indirectos debido a que son necesarios para la elaboración del producto, pero no se pueden cuantificar ni forman parte de él. Generalmente, están conformados por suministros que coadyuvan o influyen en la producción.

Mantenimiento

Dichos requerimientos se obtuvieron del programa de mantenimiento descrito en el punto 5.8. Se puede observar que los únicos que varían de acuerdo al nivel de producción, son los cierres mecánicos y la salmuera. Los primeros son reemplazados cada 1,000 horas de operación en las máquinas que poseen agitadores; es decir, la mezcladora y los reactores cerrados. La segunda debe ser remplazada cada 72 horas de operación de la máquina ablandadora de agua, con una cantidad de 260 kg.

Por otro lado, el volumen de los otros requerimientos no varía de acuerdo al programa de producción; ya que están destinados a la conservación y limpieza de la maquinaria, la cual se debe realizar periódicamente.

Tabla 5.48

Materiales de mantenimiento

Año	Lubricantes (L)	Piedra de carburo de silicio (unid)	Cierre mecánico (unidades)	Detergente (L)	Aire comprimido (ml)	Pañuelo (unid)	Salmuera (kg)
2019	15,00	3	6	110,00	1750,00	2	10 140,00
2020	15,00	3	10	110,00	1750,00	2	10 920,00
2021	15,00	3	8	110,00	1750,00	2	10 920,00
2022	15,00	3	10	110,00	1750,00	2	11 440,00
2023	15,00	3	9	110,00	1750,00	2	11 700,00
2024	15,00	3	12	110,00	1750,00	2	11 960,00
2025	15,00	3	10	110,00	1750,00	2	12 220,00
2026	15,00	3	11	110,00	1750,00	2	12 480,00

Calidad

Se requiere de reactivos para medir las variables a controlar del producto final, y de esta forma, determinar que se encuentra apto para la mezcla con gasolinas.

Se necesita:

- 20 ml de hidróxido de sodio por lote, para medir la acidez total del etanol.
- 0,005 ml de ácido clorhídrico concentrado por lote, para medir el contenido de cobre del etanol.
- 0,5 ml de ácido nítrico por lote, para medir el contenido de cobre del etanol.
- 0,5 ml de solución de fenolftaleína, para medir la acidez total del etanol.

La cantidad de lotes por año, es la detallada en la Figura 5.49.

Tabla 5.49

Lotes de producción por año

Año	Demanda (L/año)	Días de producción por año	Lotes por año
2019	2 440 919,04	247	494
2020	2 530 698,87	256	512
2021	2 611 914,61	265	530
2022	2 686 058,77	272	544
2023	2 754 264,79	279	558
2024	2 817 413,69	285	570
2025	2 876 203,92	291	582
2026	2 931 198,50	297	594

Por lo tanto, el requerimiento de materiales de calidad será el detallado en la Tabla 5.50.

Tabla 5.50*Requerimientos de materiales de calidad*

Hidróxido de sodio (L/lote)	0,0200
Ácido clorhídrico (L/lote)	0,0050
Ácido nítrico (ml/lote)	0,5000
Fenolftaleína (ml/lote)	0,5000

A continuación, en la Tabla 5.51, se mostrará las cantidades de los materiales de calidad que se necesitarán.

Tabla 5.51*Materiales de calidad*

Año	Hidróxido de sodio (L)	Ácido clorhídrico concentrado (L)	Ácido nítrico (ml)	Solución de fenolftaleína (ml)
2019	9,88	2,47	247,00	247,00
2020	10,24	2,56	256,00	256,00
2021	10,60	2,65	265,00	265,00
2022	10,88	2,72	272,00	272,00
2023	11,16	2,79	279,00	279,00
2024	11,40	2,85	285,00	285,00
2025	11,64	2,91	291,00	291,00
2026	11,88	2,97	297,00	297,00

5.10.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Para todos estos casos no solo es necesario saber los días que se trabajan al año, sino también las horas que se trabajan. Estos datos son variables por año, como se aprecia en la Tabla 5.52, ya que anualmente la demanda es distinta.

Tabla 5.52*Días trabajados por año*

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Días trabajados	247	256	265	272	279	285	291	297

De esta forma multiplicando el tiempo de funcionamiento por la cantidad de veces que se utiliza al día, por la cantidad de días que se produce en cada año se puede obtener las horas de funcionamiento anuales por cada máquina. Estas horas se pueden apreciar en la Tabla 5.53.



Tabla 5.53*Horas de funcionamiento anuales por maquina*

Equipos fabriles	Horas x lote	Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
		Lotes por día	247 días	256 días	265 días	272 días	279 días	285 días	291 días	297 días
Lavadora y peladora de yuca	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Cortadora	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Molino	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Tanque de mezcla	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Reactor pre-licuefacción	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Reactor cocción	0,30	2	148,20	153,60	159,00	163,20	167,40	171,00	174,60	178,20
Reactor licuefacción	2,50	2	1 235,00	1 280,00	1 325,00	1 360,00	1 395,00	1 425,00	1 455,00	1 485,00
Reactor pre-fermentación	0,33	2	164,67	170,67	176,67	181,33	186,00	190,00	194,00	198,00
Reactor SFS	12,00	2	5 928,00	6 144,00	6 360,00	6 528,00	6 696,00	6 840,00	6 984,00	7 128,00
Desnaturalización	0,25	2	123,50	128,00	132,50	136,00	139,50	142,50	145,50	148,50
Columna de destilación 1	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Columna de destilación 2	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Tamices moleculares (Recuperación y deshidratación)	0,67	2	329,33	341,33	353,33	362,67	372,00	380,00	388,00	396,00
Chiller	2,83	2	1 399,67	1 450,67	1 501,67	1 541,33	1 581,00	1 615,00	1 649,00	1 683,00
Caldero vapor	1,97	2	971,53	1 006,93	1 042,33	1 069,87	1 097,40	1 121,00	1 144,60	1 168,20
Caldero agua caliente	1,00	2	494,00	512,00	530,00	544,00	558,00	570,00	582,00	594,00
Ablandador de agua	5,80	2	2 865,20	2 969,60	3 074,00	3 155,20	3 236,40	3 306,00	3 375,60	3 445,20

Energía eléctrica

A continuación, se mostrará en la Tabla 5.54 la potencia en KW (obtenido de la ficha técnica de cada máquina) y la cantidad de los equipos fabriles que se utilizaran en la planta.

Tabla 5.54

Potencia (KW) de equipos fabriles

Equipos fabriles	Cantidad	Potencia (KW)
Lavadora y peladora de yuca	1	4,00
Cortadora	1	4,85
Molino	1	55,00
Tanque de mezcla	1	15,00
Reactor pre-licuefacción	1	5,00
Reactor cocción	1	5,00
Reactor licuefacción	1	5,00
Reactor pre-fermentación	2	5,00
Reactor SFS	2	5,00
Columna de destilación 1	1	80,00
Columna de destilación 2	1	40,00
Tamices moleculares	2	5,00
Chiller	1	501,90
Ablandador de agua	1	40,00
Reactor desnaturalizador	1	5,00
		775,75

Luego teniendo en cuenta las horas que se utilizara la maquina al año multiplicado por la potencia y por la cantidad se puede obtener la energía necesaria por año. Cabe resaltar que no se considerará las horas picos de consumo de energía ya que el grupo electrógeno será el cual abastecerá los requerimientos energéticos del área productiva.

En la siguiente Tabla 5.55, se detallará la energía requerida por año.

Tabla 5.55*Energía requerida por año en cada máquina (en KW.h)*

Equipos fabriles	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Lavadora y peladora de yuca	1 976,00	2 048,00	2 120,00	2 176,00	2 232,00	2 280,00	2 328,00	2 376,00
Cortadora	2 395,90	2 483,20	2 570,50	2 638,40	2 706,30	2 764,50	2 822,70	2 880,90
Molino	27 170,00	28 160,00	29 150,00	29 920,00	30 690,00	31 350,00	32 010,00	32 670,00
Tanque de mezcla	7 410,00	7 680,00	7 950,00	8 160,00	8 370,00	8 550,00	8 730,00	8 910,00
Reactor pre-licuefacción	2 470,00	2 560,00	2 650,00	2 720,00	2 790,00	2 850,00	2 910,00	2 970,00
Reactor cocción	741,00	768,00	795,00	816,00	837,00	855,00	873,00	891,00
Reactor licuefacción	6 175,00	6 400,00	6 625,00	6 800,00	6 975,00	7 125,00	7 275,00	7 425,00
Reactor pre-fermentación	1 646,67	1 706,67	1 766,67	1 813,33	1 860,00	1 900,00	1 940,00	1 980,00
Reactor SFS	59 280,00	61 440,00	63 600,00	65 280,00	66 960,00	68 400,00	69 840,00	71 280,00
Columna de destilación 1	39 520,00	40 960,00	42 400,00	43 520,00	44 640,00	45 600,00	46 560,00	47 520,00
Columna de destilación 2	19 760,00	20 480,00	21 200,00	21 760,00	22 320,00	22 800,00	23 280,00	23 760,00
Tamices moleculares (Recuperación y deshidratación)	3 293,33	3 413,33	3 533,33	3 626,67	3 720,00	3 800,00	3 880,00	3 960,00
Chiller	702 492,70	728 089,60	753 686,50	773 595,20	793 503,90	810 568,50	827 633,10	844 697,70
Caldero vapor	114 608,00	118 784,00	122 960,00	126 208,00	129 456,00	132 240,00	135 024,00	137 808,00
Reactor Desnaturalizador	617,50	640,00	662,50	680,00	697,50	712,50	727,50	742,50
TOTAL	989 556,1	1 025 612,8	1 061 669,5	1 089 713,6	1 117 757,7	1 141 795,5	1 165 833,3	1 189 871,1

Para hallar la energía eléctrica requerida de las zonas de la planta, se necesita considerar la iluminación necesaria en lux, área en m² de la zona y la potencia de la luminaria que se utilizara. Con los lúmenes necesarios (m² x lux) se puede hallar el número de luminarias requeridas. De esta forma, multiplicando la potencia de cada bombilla, por el número de bombilla por las horas que se encuentra en funcionamiento, se obtiene la información de la Tabla 5.56.

Tabla 5.56

Detalles de iluminación de las áreas

Áreas	Iluminación necesaria (lux)	Área (m ²)	Lúmenes necesarios (lm)	Potencia por bombilla (kW)	Número de bombillas
Oficina Gerente General /Asistente	250	28,00	7 000,00	0,045	2,00
Oficina Analista Comercial / Analista Finanzas	250	20,00	5 000,00	0,050	1,00
Oficina Jefe de Planta	250	18,66	4 665,00	0,050	1,00
Servicios sanitarios Adm. - 2 baños	75	6,00	450,00	0,015	2,00
Servicios sanitarios Ope. - 2 baños	75	6,00	450,00	0,015	2,00
Comedor	220	25,87	5 691,40	0,050	2,00
Control de calidad	250	27,00	6 750,00	0,045	2,00
Mantenimiento	250	27,00	6 750,00	0,045	2,00
Almacén de materia prima	50	329,19	16 459,50	0,070	3,00
Almacén de insumos	50	14,70	735,00	0,015	3,00
Tratamiento de agua	300	99,30	29 790,00	0,070	5,00
Producción	300	561,74	168 522,00	0,400	8,00
Patio de maniobras	250	527,26	131 815,00	0,400	6,00

Nota. De “*Industria: Características de los componentes*”, por Ministerio de Vivienda, 2006, *Reglamento Nacional de edificaciones*, 8, p. 134
<https://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

A continuación, se mostrará la Tabla 5.57 con la energía requerida por año en cada área dentro de horas pico y en la Tabla 5.58 la energía fuera de horas pico.

Tabla 5.57*Energía requerida por año en cada área en horas pico (KWh)*

Áreas	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Oficina Gerente General / Asistente	-	-	-	-	-	-	-	-
Oficina Analista Comercial / Analista Finanzas	-	-	-	-	-	-	-	-
Oficina Jefe de Planta	91,25	91,25	91,25	91,25	91,25	91,25	91,25	91,25
Servicios sanitarios (Administración - 2 baños)	-	-	-	-	-	-	-	-
Servicios sanitarios (Operaciones - 2 baños)	18,53	19,20	19,88	20,40	20,93	21,38	21,83	22,28
Comedor	36,50	36,50	36,50	36,50	36,50	36,50	36,50	36,50
Control de calidad	111,15	115,20	119,25	122,40	125,55	128,25	130,95	133,65
Mantenimiento	111,15	115,20	119,25	122,40	125,55	128,25	130,95	133,65
Almacén de materia prima	259,35	268,80	278,25	285,60	292,95	299,25	305,55	311,85
Almacén de insumos	55,58	57,60	59,63	61,20	62,78	64,13	65,48	66,83
Tratamiento de agua	432,25	448,00	463,75	476,00	488,25	498,75	509,25	519,75
Producción	3 952,00	4 096,00	4 240,00	4 352,00	4 464,00	4 560,00	4 656,00	4 752,00
Patio de maniobras	4 380,00	4 380,00	4 380,00	4 380,00	4 380,00	4 380,00	4 380,00	4 380,00
TOTAL	9 447,75	9 627,75	9 807,75	9 947,75	10 087,75	10 207,75	10 327,75	10 447,75

Tabla 5.58*Energía requerida por año en cada área fuera de horas pico (KWh)*

Áreas	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Oficina Gerente General / Asistente	295,65	295,65	295,65	295,65	295,65	295,65	295,65	295,65
Oficina Analista Comercial / Analista Finanzas	146,00	146,00	146,00	146,00	146,00	146,00	146,00	146,00
Oficina Jefe de Planta	346,75	346,75	346,75	346,75	346,75	346,75	346,75	346,75
Servicios sanitarios (Administración - 2 baños)	49,28	49,28	49,28	49,28	49,28	49,28	49,28	49,28
Servicios sanitarios (Operaciones - 2 baños)	70,40	72,96	75,53	77,52	79,52	81,23	82,94	84,65
Comedor	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00
Control de calidad	422,37	437,76	453,15	465,12	477,09	487,35	497,61	507,87
Mantenimiento	422,37	437,76	453,15	465,12	477,09	487,35	497,61	507,87
Almacén de materia prima	985,53	1 021,44	1 057,35	1 085,28	1 113,21	1 137,15	1 161,09	1 185,03
Almacén de insumos	211,19	218,88	226,58	232,56	238,55	243,68	248,81	253,94
Tratamiento de agua	1 642,55	1 702,40	1 762,25	1 808,80	1 855,35	1 895,25	1 935,15	1 975,05
Producción	15 017,60	15 017,60	16 112,00	16 537,60	16 963,20	17 328,00	17 692,80	18 057,60
Patio de maniobras	6 132,00	6 132,00	6 132,00	6 132,00	6 132,00	6 132,00	6 132,00	6 132,00
TOTAL	25 814,68	25 951,48	27 182,68	27 714,68	28 246,68	28 702,68	29 158,68	29 614,68

Finalmente, para el cálculo de energía utilizada en los aparatos de menor dimensión se tomará en cuenta la cantidad y la potencia de estos. La computadora 1 son las utilizadas por el supervisor de mantenimiento, de calidad y de planta; y la computadora 2 por los de administración.

La potencia de los artefactos menores se detalla en la Tabla 5.59.

Tabla 5.59

Potencia de artefactos de menor dimensión

Máquinas	Cantidad	Potencia (kW)	Potencia reactiva (kVAR)
Microondas	1	0,8	0,26
Refrigeradora	1	0,5	0,16
Teléfono	5	0,03	0,01
Computadora 1	3	0,3	0,10
Computadora 2	1	0,3	0,10
Computadora 3	4	0,3	0,10
Espectrofotómetro de absorción molecular	1	1,5	0,49
Espectrofotómetro de absorción atómica	1	1,5	0,49
Cromatógrafo de gases	1	0,2	0,07

Según la potencia y la cantidad, multiplicados por las horas de uso en pico y no pico, se obtiene la Tabla 5.60 y 5.61.

Tabla 5.60*Requerimiento de energía de artefactos de menor dimensión en horas pico (en kW.h)*

Máquinas		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Microondas		197,60	204,80	212,00	217,60	223,20	228,00	232,80	237,60
Refrigeradora		617,50	640,00	662,50	680,00	697,50	712,50	727,50	742,50
Teléfono		-	-	-	-	-	-	-	-
Computadora 1		1 111,50	1 152,00	1 192,50	1 224,00	1 255,50	1 282,50	1 309,50	1 336,50
Computadora 2		370,50	384,00	397,50	408,00	418,50	427,50	436,50	445,50
Computadora 3		-	-	-	-	-	-	-	-
Espectrofotómetro de absorción molecular		-	-	-	-	-	-	-	-
Espectrofotómetro de absorción atómica		-	-	-	-	-	-	-	-
Cromatógrafo de gases		-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	Administración	815,10	844,80	874,50	897,60	920,70	940,50	960,30	980,10
	Producción	1 482,00	1 536,00	1 590,00	1 632,00	1 674,00	1 710,00	1 746,00	1 782,00

Tabla 5.61*Requerimiento de energía de artefactos de menor dimensión fuera de horas pico (en kW.h)*

Máquinas		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Microondas		489,60	496,80	504,00	509,60	515,20	520,00	524,80	529,60
Refrigeradora		4 509,60	4 588,80	4 668,00	4 729,60	4 791,20	4 844,00	4 896,80	4 949,60
Teléfono		2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00
Computadora 1		3 754,40	3 891,20	4 028,00	4 134,40	4 240,80	4 332,00	4 423,20	4 514,40
Computadora 2		3 754,40	3 891,20	4 028,00	4 134,40	4 240,80	4 332,00	4 423,20	4 514,40
Computadora 3		2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00	2 336,00
Espectrofotómetro de absorción molecular		197,60	204,80	212,00	217,60	223,20	228,00	232,80	237,60
Espectrofotómetro de absorción atómica		197,60	204,80	212,00	217,60	223,20	228,00	232,80	237,60
Cromatógrafo de gases		197,60	204,80	212,00	217,60	223,20	228,00	232,80	237,60
TOTAL	Administración	9 671,20	9 757,60	9 844,00	9 911,20	9 978,40	10 036,00	10 093,60	10 151,20
	Producción	8 101,60	8 396,80	8 692,00	8 921,60	9 151,20	9 348,00	9 544,80	9 741,60

Agua

Para el caso del agua se considera que, según la ficha técnica del caldero de vapor, requiere 100m³ de agua por hora, entonces solo debe multiplicarse por las horas anuales en que funciona esta máquina. De la misma forma, según las especificaciones del chiller, este consume 44,45 L de agua por cada Ton de refrigeración (el chiller en cuestión es de 781,2 TR), por lo que debe multiplicarse los litros de agua por los TR de la maquina por las horas de funcionamiento anuales.

Para un suministro continuo de agua se contará con un pozo subterráneo de agua el cual almacenará suficiente agua para el uso del Chiller y del caldero a vapor.

Cabe recalcar que el uso, administración, conservación y protección de los recursos hídricos del Perú, ya sean superficiales o subterráneos, están regulados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Esta misma otorga los permisos, la autorización y la licencia de uso de agua. De igual forma regula la utilización de los pozos y autoriza la perforación y ampliación de los mismos. Para lo cual exige una serie de requisitos documentarios que se mencionaran a continuación.

- Solicitud dirigida a la Autoridad Administrativa del Agua.
- Compromiso de pago por derecho de inspección ocular, según formulario.
- Pago por derecho de trámite. (S/ 184,00)
- Memoria descriptiva para Licencia de uso de Agua Subterránea de acuerdo a los Anexos 16 ó 17 del Reglamento* según corresponda, tratándose de uso de agua subterránea.
- Formato de Autorización de Ejecución de Estudios de acuerdo al Reglamento, que incluye los datos que acrediten la conducción del área donde se perforará el pozo y la aprobación de la evaluación ambiental preliminar.

La misma ANA cuenta con un directorio de empresas debidamente inscritas en el “Registro de Empresas dedicadas a la Perforación y Mantenimiento de Pozos”. Esto nos permite tener una amplia cartera de proveedores; la empresa Global System Engineering

E.I.R.K será la elegida no solo para la perforación sino para el mantenimiento cuyo precio está incluido.

El requerimiento de agua del caldero vapor y el chiller se muestra en la Tabla 5.62.

Tabla 5.62

Requerimiento de agua del caldero vapor y el chiller (en m³)

Año	Agua para caldero de vapor	Agua para chiller	Total agua
2019	48 576,67	48 882,47	97 459,14
2020	50 346,67	50 663,61	101 010,28
2021	52 116,67	52 444,75	104 561,42
2022	53 493,33	53 830,09	107 323,42
2023	54 870,00	55 215,42	110 085,42
2024	56 050,00	56 402,85	112 452,85
2025	57 230,00	57 590,28	114 820,28
2026	58 410,00	58 777,71	117 187,71

Para el caso de requerimiento de agua para los servicios sanitarios y el comedor, se considera la siguiente información de la Tabla 5.63:

Tabla 5.63

Consumo de agua

Actividad	Litros por vez
Descarga de inodoro	6
Lavarse las manos	1,5
Lavarse los dientes	1,5
Lavar vajilla/taper	3

Nota. De *¿En que se utiliza el agua?*, por Fundación Aqua, 2019 (<https://www.fundacionaquae.org/en-que-se-utiliza-el-agua-en-espana/>)

Luego, para los servicios sanitarios de los operarios (22) se tomará en cuenta que en promedio cada operario va al baño 2 veces y en cada asistencia al baño descarga el

inodoro y se lava las manos, y se lava los dientes una vez luego de comer. Para los servicios sanitarios administrativos, se considera que el personal (4) va dos veces al baño en promedio (descarga de inodoro y lavado de manos), y se lava los dientes luego de comer solo una vez. El comedor solo cuenta con un lavadero el cual es exclusivo para lavar la vajilla/taper de los operarios. Solo debe multiplicarse la cantidad de operarios por la cantidad de días que trabaja en el año por el consumo de lavar. El requerimiento de agua se detalla en la Tabla 5.64.

Tabla 5.64

Requerimiento de agua (en m³/año)

Año	Servicios sanitarios operarios	Servicios sanitarios admin.	Comedor	Total
2019	97,81	28,40	21,04	147,25
2020	101,38	28,24	21,60	151,22
2021	104,94	28,08	22,17	155,19
2022	107,71	27,95	22,61	158,28
2023	110,48	27,83	23,05	161,36
2024	112,86	27,72	23,43	164,01
2025	115,24	27,61	23,81	166,66
2026	117,61	27,50	24,19	169,30
2019	97,81	28,40	21,04	147,25
2020	101,38	28,24	21,60	151,22
2021	104,94	28,08	22,17	155,19

Para hallar la cantidad de agua de contingencia que se debe tener en el pozo subterráneo para mitigar un incendio en caso haya uno hasta que arriben los bomberos, se verificó el Reglamento Nacional de Edificaciones el cual especifica que con un volumen aparente de incendio promedio de 3000m³ y un factor de apilamiento 0,1 (poco compacto) es necesario 150m³ para reserva.

Combustible

Para el consumo de combustible se considera que según ficha técnica de cada máquina. El consumo por hora se muestra en la Tabla 5.65.

Tabla 5.65*Consumo de combustible por hora*

Máquina	Consumo (L/h)
Caldero agua caliente	3,14
Caldero vapor	12,58
Grupo electrógeno	161,00
Excavador de ruedas	78,00

Teniendo en cuenta este dato y multiplicándolo por las horas que funciona al año se podrá obtener la cantidad de combustible requerido anual en litros y luego puede ser convertido en galones para calcular el costo. Esta información esta detallada en la Tabla 5.66

Tabla 5.66*Consumo de combustible*

Año	Caldero agua caliente	Caldero vapor	Grupo electrógeno	Excavador de ruedas	Total (L)	Total (gal)
2019	1 551,16	12 221,89	954 408,00	43 926,48	1 012 107,53	267 434,23
2020	1 607,68	12 667,22	989 184,00	45 527,04	1 048 985,94	277 178,80
2021	1 664,20	13 112,55	1 023 960,00	47 127,60	1 085 864,35	286 923,37
2022	1 708,16	13 458,92	1 051 008,00	48 372,48	1 114 547,56	294 502,48
2023	1 752,12	13 805,29	1 078 056,00	49 617,36	1 143 230,77	302 081,58
2024	1 789,80	14 102,18	1 101 240,00	50 684,40	1 167 816,38	308 577,96
2025	1 827,48	14 399,07	1 124 424,00	51 751,44	1 192 401,99	315 074,34
2026	1 865,16	14 695,96	1 147 608,00	52 818,48	1 216 987,60	321 570,72

5.10.3 Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos

Operarios

En cuanto al número de operarios, se considera que cada máquina debe ser manejada por un trabajador. Sin embargo, como las operaciones de lavado-pelado, picado, molido y mezclado no son paralelas sino secuenciales, dos operarios pueden encargarse de aquellas tareas en las máquinas. De igual forma, las actividades de pre-licuefacción, cocción, licuefacción, pre-fermentación, primer y segundo destilado, y el deshidratado son

consecutivas no paralelas, de tal modo que, dos operarios calificados pueden encargarse de las tareas en su horario laboral, en cada turno (2 turnos).

Por otro lado, la Sacarificación y Fermentación Simultánea, es una operación que dura 12 horas y es ininterrumpido en cada lote por lo que habrá dos operarios que se encargaran solo de esa tarea, uno en cada máquina, por cada turno (2 turnos).

En cuanto al área de tratamiento de agua, un operario calificado será el responsable durante un turno de 12 horas de esta tarea. Al ser dos turnos, el total de operarios de tratamiento son 2.

De esta manera, se obtiene que el número de operarios para el proceso productivo es de 12 personas.

En cuanto al seleccionado de yucas aptas para el proceso, se considera que se puede seleccionar los insumos aptos para dos lotes por día en un solo turno dentro del almacén de materia prima. Siendo el turno de trabajo de 8 horas para escoger las yucas adecuadas se utilizará la siguiente fórmula para obtener el número idóneo de operarios.

$$\# \text{ Operarios} = \frac{P \times T}{U \times E}$$

P = Cantidad a procesar

T = Tiempo por unidad (Variable en cada máquina)

U = Factor de Utilización

E = Factor de Eficiencia

$$\frac{\frac{21\ 520,29\ \text{kg}}{8\ \text{horas}} \times \frac{1\ \text{yuca}}{1\ \text{kg}} \times \frac{5\ \text{seg}}{1\ \text{yuca}} \times \frac{1\ \text{hora}}{3\ 600\ \text{seg}}}{1 \times 0,95} = 3,93 \approx 4$$

Finalmente, se obtiene que la cantidad de operarios para el seleccionado de materia prima es 4.

A continuación, en la Tabla 5.67 se presenta los horarios del personal directo de planta.

Tabla 5.67*Horario de la mano de obra directa*

PERSONAL DE PLANTA		
Tarea por desempeñar	Horario de trabajo	N° Trabajadores
Seleccionado	00:00 a 9:00	4
Lavado-Pelado, Picado, Molido, Mezclado	04:30 a 08:30	2
	16:30 a 20:30	
Pre-Licuefacción, Cocción, Licuefacción, Pre-fermentación, Primer destilado, Segundo destilado, Deshidratado, Recuperación	08:30 a 16:30	2
	20:30 a 04:30	2
SFS	13:00 a 02:00	2
	01:00 a 14:00	2
Personal de tratamiento de agua	08:00 a 21:00	1
	20:00 a 09:00	1
TOTAL		16

Trabajadores indirectos

En cuanto a la mano de obra indirecta, se requiere de supervisores de calidad, supervisores de mantenimiento y jefes de planta que controlen las operaciones, durante todo el tiempo que la planta se encuentre en funcionamiento.

Por esta razón, se ha considerado turnos de 12 horas y una persona por puesto dentro de dicho turno. La Tabla 5.68 resume el requerimiento de personal indirecto.

Tabla 5.68*Mano de obra indirecta*

PERSONAL INDIRECTO DE PLANTA		
Cargo por desempeñar	Horario de trabajo	N° Trabajadores
Supervisor de calidad	08:00 a 21:00	1
	20:00 a 09:00	1
Supervisor de mantenimiento	08:00 a 21:00	1
	20:00 a 09:00	1
Jefe de planta*	08:00 a 21:00	1
	20:00 a 09:00	1
Total		6

Los días restantes del año en los que la planta deje de producir por haber cubierto la producción anual, debe asistir un jefe de planta para coordinar las operaciones de carga de etanol a los camiones cisternas del cliente o del operador logístico, y velar por la salud y seguridad ocupacional del personal. Dicho jefe asistirá de 08:00-17:00, al igual que un personal administrativo.

Las funciones de la mano de obra indirecta, se describe a continuación:

Supervisor de calidad

Descripción del puesto: Examinar los productos parciales y terminados del proceso, garantizando que cumplan con todos los estándares necesarios para su adecuada venta y comercialización.

Funciones:

- Realizar las inspecciones, pruebas y mediciones necesarias del producto final y parcial, comprobando que cumpla con las especificaciones.
- Observar y monitorear las operaciones a lo largo del proceso productivo asegurando las buenas prácticas.
- De haber problemas, determinar la causa y proponer soluciones y oportunidades de mejora.
- Realizar informes de inspección y de pruebas según se halla determinado necesario.
- Registro de informes periódicamente.
- Reportar constantemente al jefe de planta y al asistente de gerencia los resultados obtenidos de las pruebas.

Supervisor de mantenimiento

Descripción del puesto: Planificar, organizar y supervisar los mantenimientos preventivos correctivos según sea necesario en la planta.

Funciones:

- Identificar los equipos, herramientas y maquinaria de la planta y determinar el mantenimiento que cada uno necesita.
- Instalar la maquinaria nueva
- Realizar pruebas preliminares de funcionamiento y comprobar el rendimiento.
- Limpiar y lubricar las maquinas
- Coordinar con la gerencia las fechas de mantenimientos preventivos
- Realizar informes de los trabajos hechos y los que deben realizarse.
- Supervisar constantemente las operaciones del proceso productivo asegurando las buenas prácticas.
- Realizar mantenimiento correctivo según sea necesario.

Jefe de planta

Descripción del puesto: Dirigir y apoyar constantemente el proceso productivo de la planta asegurando que se cumplan los objetivos de la gerencia.

Funciones:

- Controlar la producción de la planta y el cumplimiento de la demanda.
- Asegurar que los operarios de planta, de almacén, de tratamiento de agua, supervisores de mantenimiento y de calidad cumplan con las tareas designadas a cada uno.
- Liderar el capital humano productivo y mantenerlo motivado.
- Realizar informes de cumplimiento dirigidos a la gerencia.
- Asegurar el máximo aprovechamiento de los recursos y materia prima.

5.10.4 Servicios de terceros

Debido a que nuestra empresa planea otorgar un producto de calidad, debemos ser meticulosos con cada parte del proceso de producción. Es por ello que, con el fin de especializarnos, tercerizaremos algunos servicios que consideramos deben ser gestionados por otra empresa experta en su rubro.

Servicio de transporte

El transporte de combustibles inflamables es un tema bastante delicado, por criterios de inocuidad y aseguramiento de la calidad. Debemos procurar que el producto llegue al cliente con las mismas características con que salen de la planta.

Por lo tanto, si el cliente lo requiere, se contactará a una empresa de transporte aprobada para la distribución del etanol. Dicha empresa facturará directamente al cliente por su servicio.

Los requisitos para la aprobación de la empresa de transporte son los siguientes:

- Cumplir con los documentos exigidos para el Transporte de Materiales y Residuos Peligros según el DS N°021-2008-MTC.
 - ✓ Resolución Directoral de la Dirección General de Transporte Terrestre
 - ✓ Hoja Resumen de Seguridad del Transportista
 - ✓ Certificado de Inspección Técnica Vehicular (aplica a vehículos mayores a 2 años)
 - ✓ Licencia de Conducir Clase A Categoría III-B
 - ✓ (incluir constancia de finalización del Programa de Formación de Conductores – COFIPRO, vigencia 3 años).
 - ✓ SOAT vigente.
 - ✓ Póliza de seguro. Debe tener vigencia anual, cobertura por daños personales, materiales y remediación ambiental.

- Cumplir con los requisitos técnicos adicionales para los vehículos destinados al transporte de combustibles líquidos, según el Reglamento Nacional de Vehículos.
 - ✓ Casco cerrado tipo cisterna diseñado exclusivamente para transporte de combustible.
 - ✓ Rompeolas separados cada 1,6 m.
 - ✓ De tener más de un compartimento, éstos deben estar separados por cámaras de aire de doble mamparo.
 - ✓ Incluir rótulos en la parte lateral y posterior con la consigna: “PELIGRO COMBUSTIBLE”.
 - ✓ Dispositivo antiestático para circulación.
 - ✓ Sistema de carga y descarga de combustible.
- Mínimo 2 cisternas diarias disponibles de 9000 galones de capacidad.
- Antigüedad máxima de flota de 5 años.
- Cumplimiento del programa de mantenimiento de vehículos al 100%.
- Personal capacitado y sin antecedentes penales.
- Sistema de monitoreo GPS.
- Personal adecuadamente uniformado.

Las empresas Servosa Combustibles y JCA Transportes cumplen con las especificaciones del mercado y cuentan con suficiente experiencia en el rubro, siendo JCA la que tiene más tiempo (25 años) brindando el servicio de manera segura y puntual; además cuentan con rutas en la selva.

Servicio de limpieza

Si bien se iba a entrenar a los operarios para que limpien las máquinas luego de su uso para prolongar la vida útil de estos, también se tiene otras áreas, como las administrativas,

comedor y baños que también requieren estar debidamente limpias para asegurar la salud y el bienestar de nuestros trabajadores.

Al tercerizar este servicio, ya no será necesario gestionar un programa de limpieza de áreas, comprar materiales y elementos de limpieza, contratar personal solo para estas tareas, ya que la empresa se encargará de todo lo relacionado al aseo en la planta.

La empresa Limtek cuenta con el servicio de limpieza de plantas industriales y de oficinas, además de operar en la ciudad de Maynas en Iquitos (donde se instalará nuestra planta).

Servicio de seguridad

Finalmente, la seguridad de la planta será solicitada a una empresa tercera que se especialice en el rubro.

La empresa ISEG cuenta con la experiencia que nuestra planta necesita. Además, ofrece el servicio de protección de instalaciones y posee una sucursal en Iquitos en la misma ciudad de Maynas.

5.11 Características físicas del proyecto

5.11.1 Factor edificio

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en función de los usos permisibles, las habilitaciones para uso industrial pueden ser de cuatro tipos, mostrados en la Tabla 5.69.

Tabla 5.69

Tipos de habilitaciones para uso industrial

Tipo	Área mínima de lote (m²)	Frente mínimo (m)	Tipo de industria
1	300	10	Elemental y complementaria
2	1 000	20	Liviana
3	2 000	30	Gran industria
4	No especifica	No especifica	Industria pesada básica

Nota. De "Habilitaciones para uso industrial", por Ministerio de Vivienda, 2006, *Reglamento Nacional de edificaciones*, 4, p. 31

(<https://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>)

De acuerdo a esta clasificación, una planta productora de etanol anhidro carburante se consideraría una gran industria (tipo 3), por lo que requeriría un área mínima de lote de 2,000 m². Asimismo, se considera que la calidad mínima de obras en habilitaciones de tipo 3 debe contar con calzadas de asfalto y aceras de asfalto con sardinel. No obstante, para evitar accidentes en la planta, se construirá un piso impermeable y anti-deslizante.

En cuanto a los muros, estos serán construidos de concreto tipo 4, debido a que, es el material que mejor se adecúa a las construcciones de estructuras masivas y permite el control del aumento de temperatura en climas cálidos por su bajo calor de hidratación. La única área de la planta que no se encontrará techada será el almacén de producto terminado por seguridad del personal, en caso exista una explosión o incendio del tanque de almacenamiento.

También, el área de producción será revestida con materiales ignífugos y serán asilados con puertas cortafuego al existir un elevado peligro de fuego. De igual forma, las máquinas que generen mayor cantidad de ruido serán aisladas para cumplir con la regulación de 90 dB para zonas industriales.

5.11.2 Factor servicio

Servicios relativos al material

Se necesitará un área de control de calidad que permita analizar las muestras de etanol durante el proceso de producción según los parámetros aceptados por nuestro cliente.

Servicios relativos a la maquinaria

Un área de mantenimiento será requerida para proporcionar mantenimiento preventivos y correctivos a la maquinaria para maximizar la producción y evitar malfuncionamientos que puedan afectar la integridad del producto.

El área del grupo electrógeno se encargará de abastecer de energía continua a todas las máquinas de la planta mientras estas se encuentren funcionando.

En el área de tratamiento de agua, donde se encuentran las calderas, el chiller y el ablandador de agua, se acondicionará el agua para el momento en que ingrese al proceso.

Servicios relativos al personal

Se debe considerar que deben existir baños para operarios y para el personal administrativo, los cuales deben estar debidamente separados. Asimismo, se debe destinar para cada área un baño para hombres y otro para mujeres. Por norma, el número de retretes por cada 15 personas es 1.

A continuación, en la Tabla 5.70, se mostrará las especificaciones de iluminación y ventilación para una planta industrial.

Tabla 5.70

Especificaciones de iluminación y ventilación

Áreas	Iluminación	Ventilación
Oficinas administrativas	250 lux	Área mínima de ventanas: 20% del área del recinto
Producción	300 lux	No específica
Depósito/Apoyo	50 lux	No específica
Comedor/cocina	220 lux	Área mínima de ventanas: 20% del área del recinto
Servicios higiénicos	75 lux	Por ductos
Pasadizos	100 lux y contar con iluminación de emergencia	No específica

Nota. De “*Industria: Características de los componentes*”, por Ministerio de Vivienda, 2006, *Reglamento Nacional de edificaciones*, 8, p. 134

(<https://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>)

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Determinación de las zonas físicas requeridas

En la presente Tabla 5.71 se detallará las diferentes zonas que se requerirán en la planta productora de etanol a base de yuca.

Tabla 5.71*Zonas físicas requeridas*

Área	Descripción
Almacén de materia prima	Almacenaje
Almacén de insumos	Almacenaje
Área de producción	Operación-producción
Almacén de producto terminado	Almacenaje
Control de calidad	Servicio
Área de tratamiento de agua	Servicio
Oficinas administrativas	Administración
Taller de mantenimiento	Servicio
Comedor	Servicio
Servicios higiénicos (Operarios)	Servicio
Servicios higiénicos (Administrativo)	Servicio
Patio de maniobras	Transporte
Grupo electrógeno	Servicio

5.12.2 Cálculo de áreas para cada zona

Área de producción

El área requerida para la producción se calculará a través de método de Guerchet, en el cual se considera la superficie estática, gravitatoria y de evolución de la maquinaria (elementos estáticos), y de los elementos en tránsito, conformado por los operarios (se consideran 8 debido a que es el número máximo que se encuentran en simultáneo en el área de producción), y equipos que permitan movilizar la materia prima y los insumos dentro del área.

Dentro de estos equipos, se ha considerado el uso de un excavador de ruedas para movilizar la yuca almacenada a la línea de producción, una carretilla hidráulica para el transporte de los insumos y un remolque para transportar los grandes volúmenes de amoniaco al tanque de amoniaco. El Guerchet se puede apreciar en la Tabla 5.72 y 5.73.

Tabla 5.72

Guerchet para el área de producción – Elementos fijos (m)

Elementos fijos	r	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
Lavadora peladora	-	5,00	2,10	1,16	2	1	10,50	21,00	13,36	44,86	10,50	12,18
Cortadora	-	4,10	1,20	2,85	2	1	4,92	9,84	6,26	21,02	4,92	14,02
Molino	-	2,17	1,31	1,19	1	1	2,84	2,84	2,41	8,10	2,84	3,38
Tanque de mezcla	1,20	-	-	3,20	1	1	4,52	4,52	3,84	12,89	4,52	14,48
Reactores cerrados con agitador y chaqueta	1,50	-	-	3,50	1	7	7,07	7,07	6,00	140,93	49,48	173,18
Reactor desnaturalizador	1,20	-	-	1,50	1	1	4,52	4,52	3,92	12,97	4,52	6,79
Tanque amoniaco (en armadura)		11,80	2,13	2,18	1	1	25,13	25,13	21,32	71,59	25,13	54,79
Columna de destilación (1er destilado)	-	2,60	2,00	10,00	1	1	5,20	5,20	4,41	14,81	5,20	52,00
Columna de destilación (2do destilado)	-	1,50	2,00	5,00	1	1	3,00	3,00	2,54	8,54	3,00	15,00
Tamices moleculares	0,74	-	-	1,63	1	2	1,70	1,70	1,44	9,67	3,39	5,53
Tanque de almacenamiento	1,30	11,30	-	-	1	1	29,38	29,38	24,92	83,68	29,38	76,39
Tanque de almacenamiento de gasolina	1,00	-	-	1,50	1	1	3,00	3,00	2,60	8,60	3,00	6,00
Balanza industrial electrónica	-	1,20	4,00	0,20	4	1	4,80	19,20	10,18	34,18	4,80	0,96
										474,72	150,70	434,70

Tabla 5.73*Guerchet para el área de producción – Elementos móviles (m)*

Elementos móviles	r	L	A	H	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
Operarios	-	-	-	1,65	-	8	0,50	-	-	-	4,00	6,60
Excavador de ruedas	-	2,50	2,10	2,80	-	1	5,25	-	-	-	5,25	14,70
Carretilla hidráulica	-	0,65	0,82	1,50	-	1	0,53	-	-	-	0,53	0,80
Remolque	-	10,56	2,44	2,59	-	1	25,74	-	-	-	25,74	66,69
											35,52	88,79

Como se puede observar, la superficie total de la planta es 474,72 m². Con esta medida, se debe calcular el área mínima para la zona de producción del etanol, como se muestra a continuación:

$$L * \frac{L}{2} = 474,72 \text{ m}^2$$

$$L = 30,81 \text{ m} \cong 31,00 \text{ m}$$

$$\text{Área mínima} = (31) * \left(\frac{31}{2}\right) \cong 496,00 \text{ m}^2$$

Área de tratamiento de agua

Se ha utilizado el método de Guerchet para calcular la superficie mínima, considerando los elementos estáticos como las máquinas de tratamiento de agua (caldero de agua caliente, caldero de vapor, chiller y ablandador de agua); y como elementos móviles, los operarios, los cuales solo serán 2 por turno.

El Guerchet para el área de tratamiento de agua se detallara en la Tabla 5.74 y 5.75.

Tabla 5.74*Guerchet para el área de tratamiento de agua – Elementos fijos (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	2,29	8,27	2,99	13,21
Caldero de agua caliente	0,98	4,42	-	-	1	1	27,08	27,08	20,80	74,96	27,08	52,80
Chiller	-	1,75	0,86	1,41	1	1	1,51	1,51	1,16	4,17	1,51	2,12
Ablandador de agua	0,60	-	-	1,85	1	1	1,13	1,13	0,87	3,13	1,13	2,09
										90,52	32,70	70,23

Tabla 5.75*Guerchet para el área de tratamiento de agua – Elementos móviles (m)*

Elementos móviles	R	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
Operarios	-	-	-	1,65	-	2	0,50	-	-	-	1,00	1,65
											1,00	1,65

Como se puede observar, la superficie total del tratamiento de agua es 90,52 m². Con esta medida, se debe calcular el área mínima para la zona de tratamiento de agua, como se muestra a continuación:

$$L * \frac{L}{2} = 90,52m^2$$

$$L = 13,46 m \cong 14,00 m$$

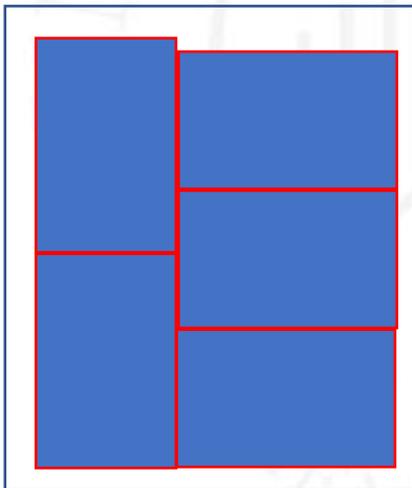
$$\text{Área mínima} = (14) * \left(\frac{14}{2}\right) = 98,00 m^2$$

Almacén de insumos

En dicha área se almacenará los insumos que se requiere para la producción de etanol: α -amilasa, glucoamilasa y levadura. Cada uno de ellos vienen en sacos de 25 kg, los cuales serán distribuidos en pallets de 1,00 m x 1,20 m, que soportan en carga estática hasta 2 000 kg. La distribución de los sacos se mostrará a continuación en la Figura 5.16.

Figura 5.14

Distribución de sacos en pallets



Cada pallet tiene la capacidad hasta 80 sacos de 25 kg cada uno, los cuales estarán repartidos en 16 filas de 5 sacos cada una.

Los insumos se almacenarán para un mes de producción, ya que, al ser productos densos, muestran una buena utilización del almacenamiento, con costos generalmente bajos. Además, se debe considerar que cada bolsa de α -amilasa, glucoamilasa y levadura tiene una vida útil de aproximadamente 2 años, por lo que se pueden almacenar para un período considerable de producción.

Cabe resaltar, que el inventario de amoniaco se almacenará en un tanque cerrado ubicado al costado del reactor de sacarificación y fermentación simultánea. Dicho tanque se cargará cada mes por el proveedor de amoniaco, al conectar su camión cisterna con el tanque. El área del tanque es de 29,38 m², superficie que ya fue considerada dentro del guerchet para el área de producción.

Asimismo, se debe considerar una carretilla hidráulica la cual transitará por el almacén, para realizar el picking de los insumos cuando se necesiten en el área de producción, y se estacionará dentro de dicho almacén cuando no se utilice.

En la Tabla 5.76 se detallará el área de almacén de insumos.

Tabla 5.76

Cálculo del área de almacén de insumos

Insumo	Requerimiento para producción mensual (kg)	Bolsas por mes	N° Palets	Área (m ²)
Levadura	864,44	35	1	1,2
Glucoamilasa	1 170,47	47	1	1,2
α -amilasa	584,02	24	1	1,2
Área de carretilla hidráulica (m2)				0,53
Área requerida (m2)				4,13
Área Total (m2)*				6,195

Se ha considerado 50% adicional para área de pasillos y maniobras.

Almacén de producto terminado

El etanol carburante anhidro se almacenará en tanques de almacenamiento a granel con una capacidad de 60 000 L. Dicha capacidad es para aproximadamente 5,66 días de producción. Se ha escogido un tanque de dicha magnitud debido a que se entregará el producto final al cliente cada 5 días, por previo acuerdo. El área del tanque es de 29,38 m², superficie que ya fue considerada dentro del guerchet para el área de producción. Ver Tabla 5.47

Área de materia prima

En esta área se almacenará nuestro principal insumo, la yuca. Cada 3 días llegarán camiones con sacos de yuca a nuestra planta. Las dimensiones de los sacos son 0,65m x 1,04m vacíos y cada saco puede contener 50 kilos de yuca.

El requerimiento para los 3 días de producción son 64 560,84 kilos de yuca, es decir, 1 292 sacos. Teniendo en cuenta las dimensiones de los sacos y que estos pueden ser apilados hasta en 5 pisos, ocupan un espacio de 175m², pero se considerará que es solo un 50% ya que el otro 25% es espacio para pasadizos y el otro 25% se distribuirá en 12 m² donde irá una mesa para que los operarios puedan seleccionar y 70m² donde se podrá poner la yuca que ya ha sido seleccionada.

Área del grupo electrógeno

Para determinar el área de esta zona se debe tener en cuenta las dimensiones del equipo que se adquirirá. Debido a las necesidades energéticas que tenemos optaremos por un grupo electrógeno MC-800 Cummins, el cual podrá abastecer el área productiva de la planta.

Las dimensiones se mostrarán en la Tabla 5.77.

Tabla 5.77

Área total de la zona grupo electrógeno

Equipo		L (mm)	A (mm)	h (mm)	Área m ²
Grupo electrógeno	Equipo abierto	4 300	1 819	2 297	7,82
	Equipo insonoro	7 000	2 200	2 430	15,4
Área requerida (m ²)					15,4
Área total (m ²)					30,8

Se considera un 50% adicional considerando espacio suficiente para que los operarios puedan circular en la zona y también se pueda hacer un chequeo completo de mantenimiento sin problemas.

Área de servicios

Dentro de la planta de producción, se necesitará un área de control de calidad y una de mantenimiento. En caso del área de control de calidad, ésta maneja equipos que pueden ser operados desde una mesa de trabajo estándar, y reactivos que pueden ser fácilmente almacenados en un estante.

Por otro lado, el área de mantenimiento requiere básicamente el almacenamiento de lubricantes y piezas de repuesto para cada máquina. No obstante, la mayoría de los mantenimientos se realizará con la máquina parada dentro de la misma área de producción, al ser equipos de gran tamaño y difícil movilización por la planta.

Por esta razón, se ha considerado que ambas áreas cuenten con un espacio de 25 m², teniendo cuenta que contarán con dos estantes de 2 m² cada una, área suficiente para los equipos y maniobras.

Área administrativa

En cuanto a la zona administrativa, se ha escogido diseñar tres áreas: una para el gerente general y la asistente de gerencia; una para el asistente comercial y el de finanzas; y, por último, una oficina para el jefe de planta, el cual también está encargado de ver las operaciones de la empresa.

En la Tabla 5.78 se ha considerado el siguiente metraje para las áreas debido a la jerarquía con la que cuentan en la organización:

Tabla 5.78

Cálculo de las áreas administrativas

Personal	Jerarquía	Área de oficina (m²)
Gerente general	Ejecutivo principal	28
Asistente de gerencia	Oficinista	
Analista comercial y Analista de finanzas	Ejecutivo junior	20
Jefe de planta	Ejecutivo	18

Servicios sanitarios

A continuación, en la Tabla 5.79, se calculará el número de baños y el área de cada uno de ellos, de acuerdo a la cantidad de personal en el área administrativa y en la de producción. Se considerará que un retrete tiene un área de aproximadamente 0,88 m²(0,8mx1,3m), y que, por cada retrete, se añadirá un lavatorio de 0,48m² (0,9mx1,3m).

Tabla 5.79

Cálculo de las áreas de servicios sanitarios

Área	N° de personas por turno	N° Baños	Área de baños (m ²)**
Administrativa	5	2	4,42
Producción y servicios *	13	2	4,42

Nota. Se considera servicios al área de tratamiento de agua, calidad y mantenimiento. Se está considerando 2 baños para cada zona (uno para hombres y otro para mujeres). El área de cada baño es de 2,21 m².

Comedor

Según el libro Instalaciones de Manufactura, se debe considerar 1,58 m² por empleado, por aquellos que estarán almorzando a un tiempo.

En este caso, el número máximo de empleados en la planta simultáneamente será 13 personas en el horario de 00:00 am – 16:00 pm. Por lo tanto, el área del comedor sería:

$$\text{Área del comedor} = 13 \text{ personas} * 1,58 \frac{\text{m}^2}{\text{persona}} = 20,54 \text{ m}^2$$

5.12.3 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Seguridad industrial

Equipo de protección personal

- Cascos
- Buzo de trabajo
- Guantes
- Lentes de protección

- Orejeras
- Botas punta de acero
- Respiradores

Equipo de protección colectivo

- Interruptores de emergencia
- Alarmas contra incendio
- Puesta a tierra
- Ductos y ventilación
- Cinta señalética en el piso
- Aspersores en caso de incendio

Señalización

Cumpliendo con la ley de seguridad y salud en el trabajo, se debe tener una señalización detallada en cada zona.

Los tipos de señalética que se tendrá en la planta serán los siguientes:

Señales de advertencia

Son indicaciones de posibles peligros por lo que el trabajador debe estar atento y ser cauteloso con la tarea asignada.

En la Figura 5.15 se mostrará algunas señalizaciones de advertencia.

Figura 5.15

Señalización de advertencia



Nota. Medida 20x30cm. Material vinil autoadhesivo blanco. Adaptado de “Manual de señalética e imagen corporativa de las unidades de servicio del seguro social de salud” por Oficina de Relaciones Institucionales, 2016, p. 93
http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/manuales/ESSALUD_Manual_Senaletica_2016.pdf

Señales de prohibición

Estas impiden actividades que pueden poner en peligro al trabajador o a los otros trabajadores. En la Figura 5.16 se mostrará algunas señalizaciones de prohibición.

Figura 5.16

Señalización de prohibición



Nota. Medida 20x30cm. Material vinil autoadhesivo blanco. Adaptado de “Manual de señalética e imagen corporativa de las unidades de servicio del seguro social de salud” por Oficina de Relaciones Institucionales, 2016, p. 93
http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/manuales/ESSALUD_Manual_Senaletica_2016.pdf

Señales de obligación

Estas señales indican la obligación de usar un determinado EPP para prevenir posibles accidentes. En la Figura 5.17 se mostrará algunas señalizaciones de obligación.

Figura 5.17

Señalización de obligación



Nota. Medida 20x30cm. Material vinil autoadhesivo blanco. Adaptado de “Manual de señalética e imagen corporativa de las unidades de servicio del seguro social de salud” por Oficina de Relaciones Institucionales, 2016, p. 93

http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/manuales/ESSALUD_Manual_Senaletica_2016.pdf

Señales de lucha contra incendios

Indican herramientas para contrarrestar un siniestro incendiario o vías de escape para evacuar. En la Figura 5.18 se mostrará algunas señalizaciones de lucha contra incendios.

Figura 5.18

Señalización de lucha contra incendios



Nota. Medida 20x30cm. Material vinil autoadhesivo blanco. Adaptado de “Manual de señalética e imagen corporativa de las unidades de servicio del seguro social de salud” por Oficina de Relaciones Institucionales, 2016, p. 93

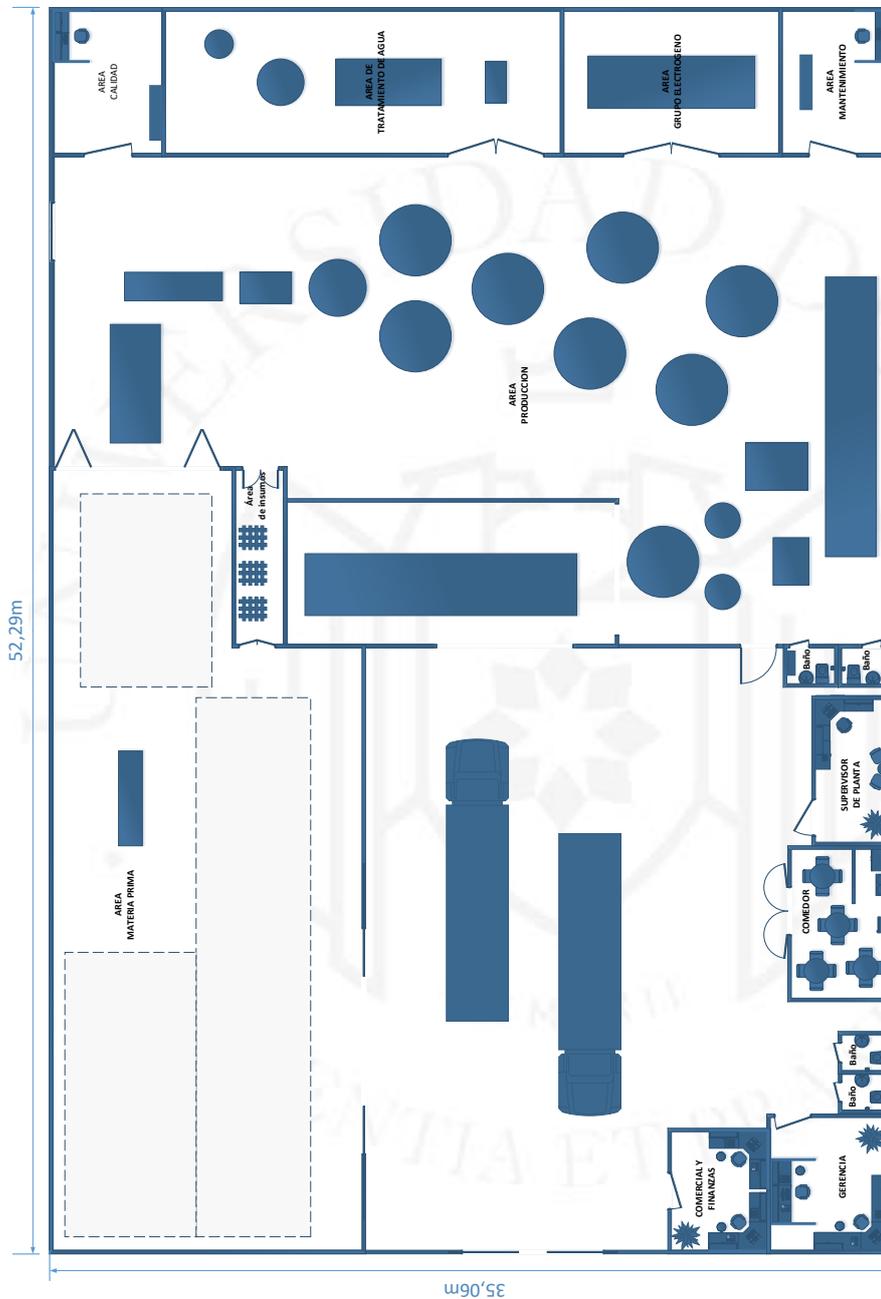
http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/manuales/ESSALUD_Manual_Senaletica_2016.pdf

5.12.4 Disposición general

En la Figura 5.20 se mostrará un plano general de la planta.

Figura 5.20

Disposición general del plano de planta



	UNIVERSIDAD DE LIMA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO DE PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL A PARTIR DE YUCA
	ESCALA: 1:1000	FECHA: 01-08-2020	ÁREA: 1 833,29m ² 52,29m x 35,06m

5.12.5 Disposición de detalle

La zona más importante de la planta es el área de producción, en el cual se debe procesar la yuca para obtener etanol carburante anhidro. Por esta razón, es absolutamente necesario que el almacén de materia prima y de insumos se encuentre cerca a dicha área. Además, debe contar con baños cercanos, destinados exclusivamente a operarios.

Asimismo, se debe considerar que el acceso a la planta es por el patio de maniobras. En este espacio, los camiones de los proveedores ingresan a la planta y descargan sus productos; de la misma forma, en que se realiza la carga del producto terminado, por parte la empresa de transporte o del cliente. Por esta razón, es absolutamente necesario que sea cercano al almacén de materia prima y producto terminado; e importante que se encuentre cerca del área administrativa, encargada de las ventas del producto.

Se debe contar con un área de tratamiento de agua debido a que se requiere agua caliente en el proceso de mezcla de la yuca con la α -amilasa; además de, vapor y agua fría para simular las condiciones óptimas de las reacciones químicas para la producción de etanol. Por ello, es absolutamente necesario que dicha área se encuentre cercana al área de producción.

Todo proceso industrial debe pasar por un control de calidad para medir si el producto resultante cumple con las regulaciones y especificaciones establecidas por el cliente. Por esta razón, es necesario contar con un área de control de calidad el cual se encuentre cerca de las áreas de producción, almacén de productos terminados y área de tratamiento de agua; debido a que el proceso amerita controlar variables del proceso productivo y de la calidad de agua.

Otra área importante es la de mantenimiento, encargada de asegurar la disponibilidad de los equipos para continuar la producción diaria de etanol. Por ello, es especialmente importante que se encuentre cerca del área de producción; y relativamente cerca al área de control de calidad y de tratamiento de agua.

Además, se debe contar con un grupo electrógeno para alimentar la electricidad a las máquinas que lo requieran. Dicha área debe ser cercana al área de producción y tratamiento de agua; y debe estar alejada necesariamente del almacén de productos terminados por cuestión de seguridad.

La lista de motivos que se utilizó para relacionar cada área, se mostrará en la Tabla 5.80.

Tabla 5.80

Lista de motivos para relacionar áreas

Lista de motivos	
1	Flujo de Materiales
2	Secuencia del Proceso
3	Conveniencia
4	Electricidad
5	Control / Mantenimiento
6	Seguridad

Los pares ordenados resultantes de la tabla relacional se mostrarán a continuación en la Tabla 5.81.

Tabla 5.81

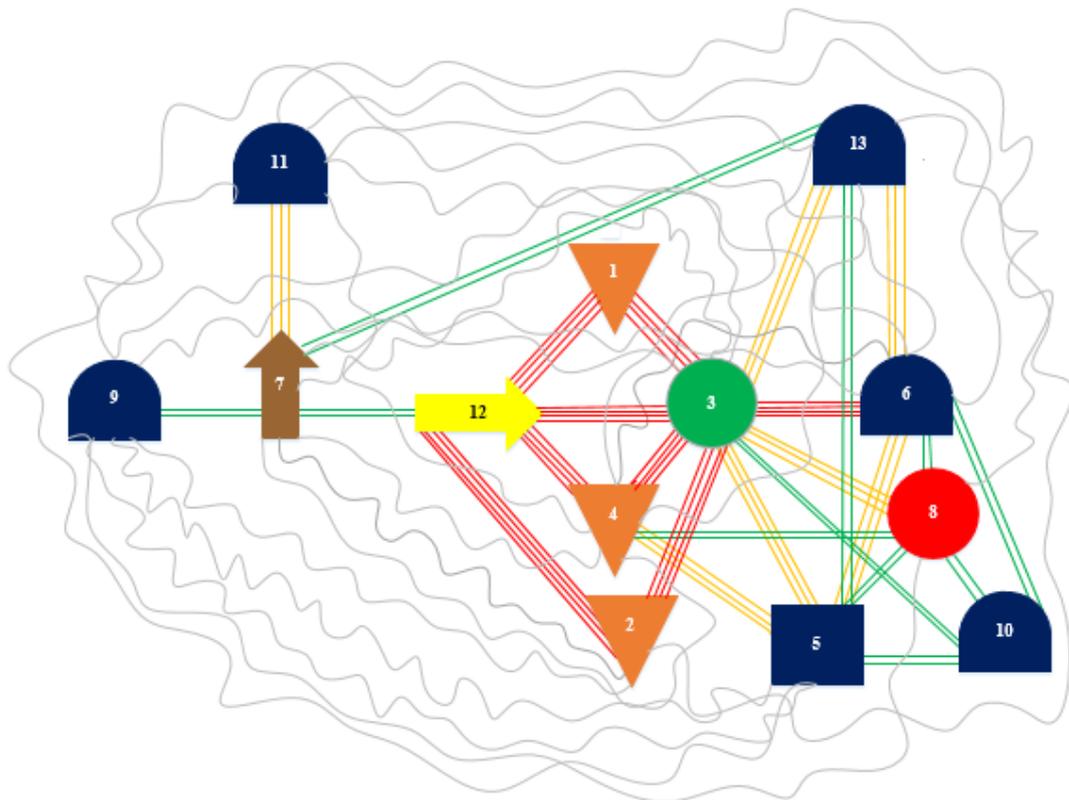
Pares ordenados

PARES ORDENADOS	A	1 - 3	1 - 12	2 - 3	2 - 12	3 - 4	3 - 6	3 - 12	4 - 12			
	E	3 - 5	3 - 8	3 - 13	4 - 5	5 - 6	6 - 13	7 - 11				
	I	3 - 10	4 - 8	5 - 8	5 - 10	5 - 13	6 - 8	6 - 10	7 - 9	7 - 12	7 - 13	8 - 10
	X	2 - 7	2 - 9	3 - 7	3 - 9	3 - 11	4 - 6	4 - 7	4 - 9	4 - 11	4 - 13	5 - 7
		5 - 9	5 - 11	6 - 7	6 - 9	6 - 11	7 - 8	8 - 9	8 - 11	9 - 13		

A partir de los pares ordenados, se realizará el diagrama relacional para determinar la ubicación relativa de las zonas de la planta de producción y facilitar la construcción del plano de la planta. Este diagrama se podrá apreciar en la Figura 5.22.

Figura 5.22

Diagrama relacional de actividades

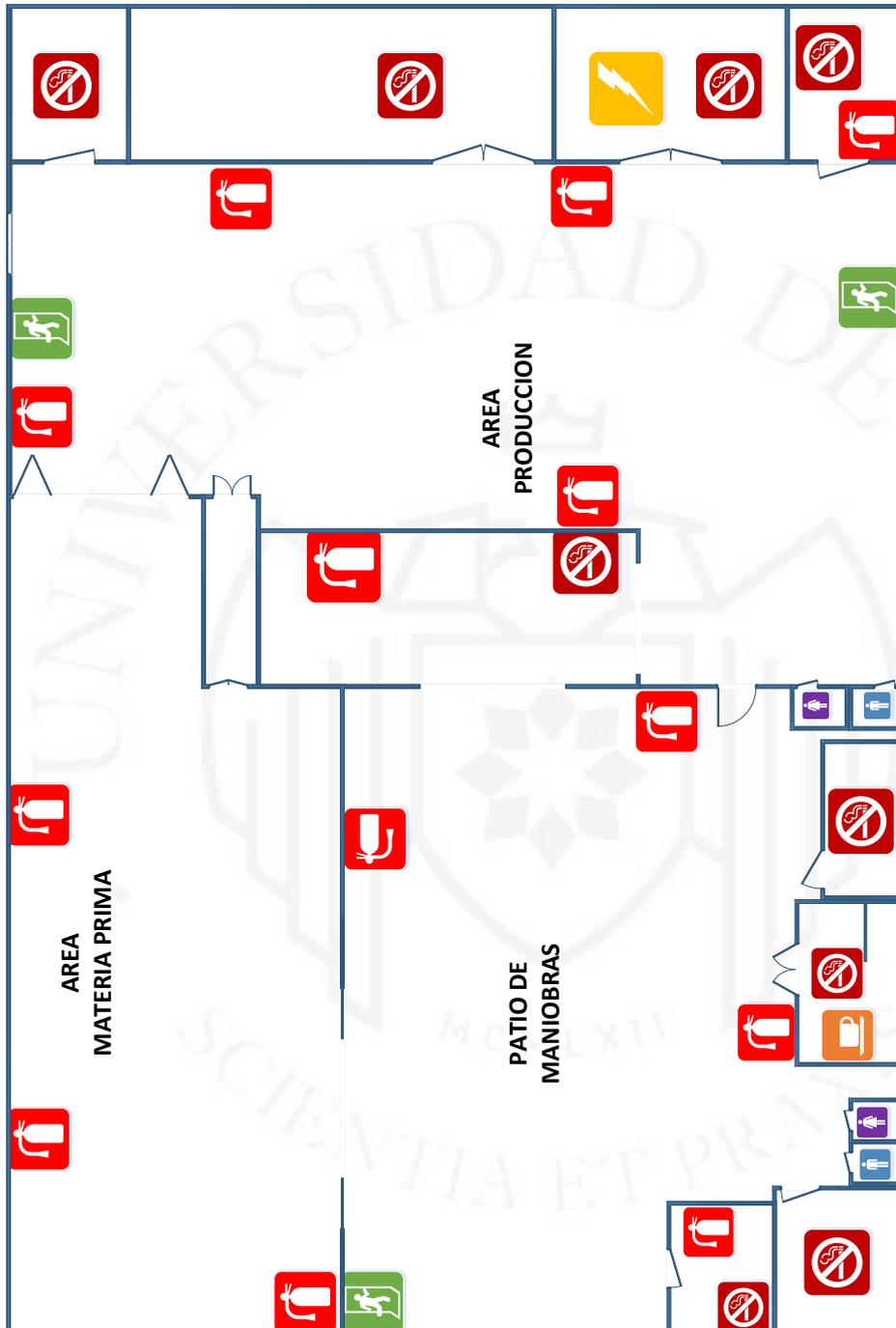


A continuación, desde la Figura 5.23 hasta la Tabla 5.24, se mostrarán los planos a detalle de la planta de producción de etanol.

Mapa de señalización

Figura 5.23

Mapa de señalización

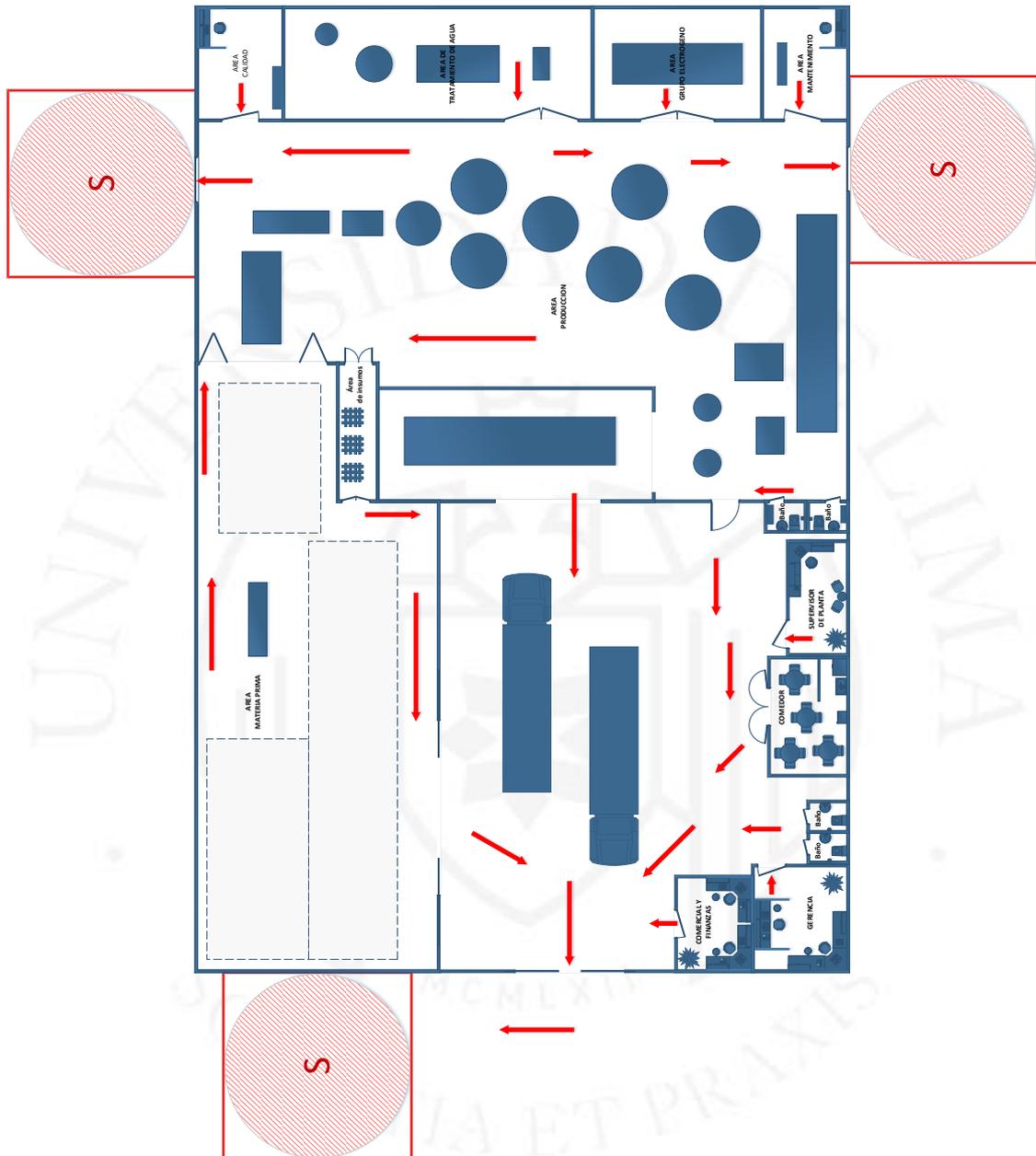


	UNIVERSIDAD DE LIMA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO DE PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL A PARTIR DE YUCA
	<u>ESCALA:</u> 1:1000	<u>FECHA:</u> 01-08-2020	<u>ÁREA:</u> 1 833,29m ² 52,29m x 35,06m

Plan de evacuación

Figura 5.24

Plan de evacuación



	UNIVERSIDAD DE LIMA ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO DE PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL A PARTIR DE YUCA
	ESCALA: 1:1000	FECHA: 01-08-2020	ÁREA: 1 833,29m ² 52,29m x 35,06m

5.13 Cronograma de implementación del proyecto

En la siguiente Tabla 5.82 se mostrará el cronograma con los tiempos de implementación del proyecto.

Tabla 5.82

Cronograma de implementación del proyecto

ACTIVIDAD	DURACIÓN (meses)	2017												2018											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estudio de pre factibilidad	4				■	■	■	■																	
Estudio de factibilidad	5							■	■	■	■	■	■	■											
Constitución de la empresa	2													■	■										
Financiamiento	1																■								
Compra de terreno	1																	■							
Construcción de la planta	4																	■	■	■	■				
Compra de maquinaria	3																		■	■	■				
Instalación y prueba de maquinaria	2																				■	■			
Capacitación del personal	2																					■	■		
Puesta en marcha	1																							■	
	25																								

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

6.1 Organización empresarial

La organización se constituirá como una sociedad anónima cerrada la cual es creada por un número reducido de personas que participan de forma activa y directa en administración, gestión y representación. Según Chasseloup (2018), analista legal de la Sociedad Nacional de Industrias, la sociedad anónima cerrada es la figura más recomendable para una empresa chica o mediana, como en nuestro caso.

Para constituir SAC se requiere:

1. Nombre de la sociedad: Se debe realizar una búsqueda previa en registros públicos, para escoger un nombre que no hay sido registrado anteriormente.
2. Capital social: No existe un tope mínimo y puede estar constituido de efectivo o bienes. En el caso, sea en efectivo se debe abrir una cuenta bancaria.
3. Debe tener mínimo 2 y no más de 20 socios. En este proyecto, la empresa solo contará con dos socios.
4. Se debe designar un gerente general y establecer sus facultades.
5. Establecer si va a tener directorio o no. En este proyecto, no se contará con un directorio al ser una pequeña empresa y los propietarios piensan laborar en ella; por lo que los resultados se comunicarán internamente en comités mensuales.

Asimismo, se debe obtener la autorización de la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) para la comercialización de biocombustibles a los operadores de refinerías y distribuidores mayoristas. Para registrar el producto se deberá presentar la siguiente documentación:

- a) Solicitud de acuerdo al formato, con el número de RUC.
- b) Formato de la declaración jurada para cada producto.

- c) Especificaciones de calidad del producto, adjuntando el certificado de análisis químico realizado por un laboratorio acreditado para el producto.
- d) Plan de producción anual por mes.

Cabe resaltar, que las empresas productoras de biocombustibles deben presentar a la DGH, en la primera quincena de enero, su plan de producción anual por meses. De la misma forma, se debe establecer la visión y la misión de la empresa, la cual es la siguiente:

Visión

Ser la empresa líder de abastecimiento de etanol en la región de la selva peruana, al ofrecer tiempos de abastecimiento menores al de la competencia.

Misión

Somos una empresa dedicada a la producción de etanol carburante anhidro que cumple los estándares de calidad propuestos, y tenemos como propósito, ofrecer menores tiempos de abastecimiento a nuestros clientes.

Por otra parte, se utilizará el enfoque de organización funcional debido a que permite la máxima especialización, mejora la suspensión técnica, aumenta la rapidez de la comunicación y cada área debe realizar únicamente su actividad específica. Por estas razones, es la más adecuada para la producción de bienes y servicios estandarizados en gran volumen y bajo costo, ya que el personal solo debe especializarse en comercializar un solo producto.

6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios

El área administrativa estará conformada por cuatro puestos, cuyas funciones serán detalladas a continuación:

Gerente general

Descripción del puesto: Planificar, organizar, dirigir y controlar el desempeño de todas las áreas de la empresa. Asimismo, garantizar la contratación del personal adecuado durante la jornada de trabajo.

Funciones:

- Planificar los objetivos generales y específicos de la empresa a corto y largo plazo.
- Organizar la estructura de la empresa actual y a futuro; así como las funciones y cargos.
- Dirigir la empresa, tomar decisiones y ser el líder de ésta.
- Analizar los problemas que puedan surgir dentro del área de finanzas, operaciones, comercial, entre otros; y proponer planes de acción.
- Participar en comités con accionistas, clientes y proveedores.

Asistente de gerencia

Descripción del puesto: Apoyar en los procesos administrativos y secretariales que garanticen el desarrollo de la operación de las áreas.

Funciones:

- Llevar el control de la agenda del Gerente General y de los jefes de las áreas.
- Elaborar las solicitudes de compra, viáticos y pagos diversos.
- Enviar correspondencia y materiales de forma interna en relación con comunicados de la Gerencia.
- Organizar el proceso de reclutamiento y selección del personal.
- Establecer plan de capacitación anual del personal.
- Medición del clima laboral y proponer mejoras en el ambiente de trabajo.

Analista comercial

Descripción del puesto: Ejecutar y controlar la gestión comercial, dirigiendo el proceso de negociación con clientes para concretar las ventas del producto.

Funciones:

- Consolidar el presupuesto anual de la Gerencia Comercial y controlar su ejecución.
- Definir y proponer planes de marketing y ventas de la empresa.
- Representar a la empresa en aspectos comerciales ante clientes y organismos nacionales e internacionales.
- Negociar contratos a largo plazo con clientes potenciales.
- Realizar análisis de la demanda y la oferta del mercado.
- Evaluar el posicionamiento de empresa frente a sus competidores.

Analista de administración y finanzas

Descripción del puesto: Administrar los recursos financieros relacionados con el proceso de negocio, al diseñar políticas y procedimientos presupuestales que serán controlados durante el ejercicio de la empresa.

Funciones:

- Diseñar, conjuntamente con el Gerente General, el presupuesto anual de ingresos y gastos de la empresa.
- Verificar el cumplimiento mensual de los presupuestos.
- Realizar análisis del flujo de efectivo, comparando el reporte de cobranzas con el de compromisos de pago.
- Realizar propuestas a la Gerencia General sobre opciones de financiamiento para soportar la carga financiera que requiera atender las operaciones de la empresa.
- Gestionar y ejecutar las cobranzas a los clientes.

- Dirigir el proceso de compras, incluyendo la ejecución del pago de las facturas de los proveedores.

A continuación, en la Tabla 6.1 se presentará el cuadro de horarios del personal administrativo:

Tabla 6.1

Horario del personal administrativo

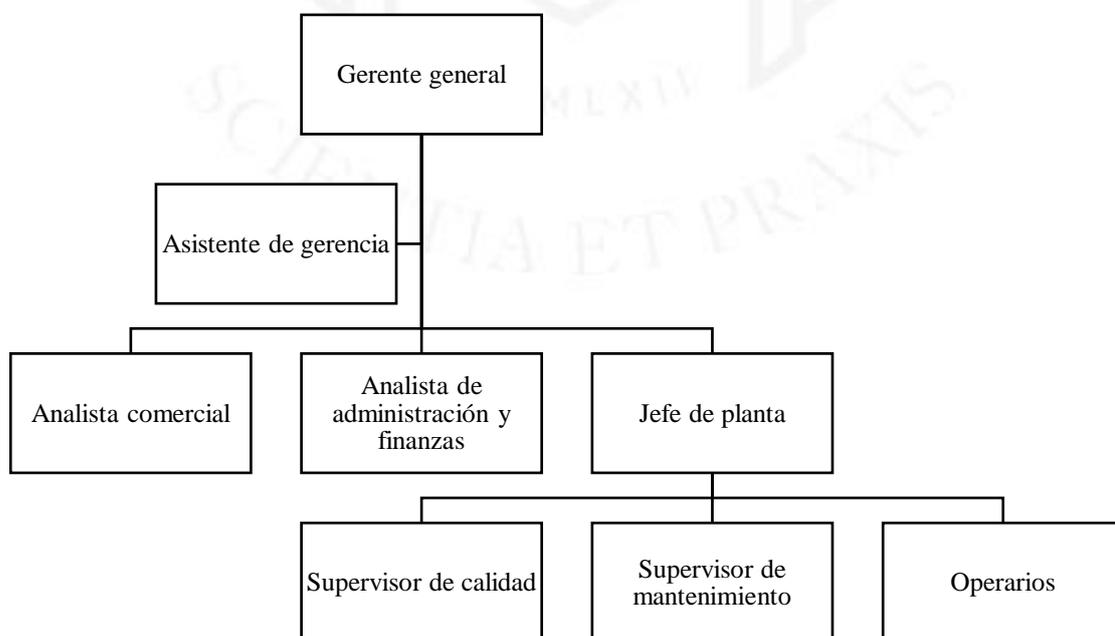
Cargo por desempeñar	Horario de trabajo	N° Trabajadores
Gerente General	08:00 a 17:00	1
Asistente de gerencia	08:00 a 17:00	1
Analista comercial	08:00 a 17:00	1
Analista de admin. Y finan.	08:00 a 17:00	1

6.3 Estructura organizacional

La Figura 6.1 detallará la estructura organizacional que tendrá la empresa.

Figura 6.1

Organigrama de la empresa



Este capítulo nos permite determinar el tipo de organización más adecuado (Sociedad Anónima Cerrada) y requerimiento exacto de personal administrativo que se necesita de forma en que se pueda maximizar los procesos sin incurrir en gastos adicionales. De igual forma, un organigrama bien estructurado permite una adecuada asignación de funciones, de forma que no se produzcan reprocesos administrativos.



CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1 Inversiones

Se clasificará las inversiones del proyecto según su tangibilidad (tangibles e intangibles), y se le sumará el capital de trabajo para hallar la inversión total.

7.1.1 Estimación de las inversiones

Con respecto a los activos tangibles, se consideró comprar un terreno en Maynas cerca de la refinería Iquitos, el cual es de 2 150 m², considerando las áreas requeridas y zonas de evacuación fuera de la planta ante cualquier incidente. El precio es de \$11,33 por m².

Asimismo, se tomó en cuenta los costos de edificaciones de la planta y las áreas administrativas según el cuadro de valores unitarios oficiales de edificaciones para la selva al 2018.

Se considera el área techada de planta: el área de producción; el de tratamiento de agua; el de calidad; el de mantenimiento; los almacenes, excluyendo el almacén de producto terminado, el de grupo electrógeno; el de los baños de operarios y el del patio de maniobras.

En cuanto al área techada administrativa, se considera el de las oficinas administrativas (incluyendo el del jefe de planta), el comedor y los baños administrativos.

El cálculo de dichos costos se mostrará a continuación en la Tabla 7.1 en 7.2.

Tabla 7.1*Edificaciones de la planta*

Edificaciones de planta	Área techada (m2)	Tipo	Costo por m² (\$)	Costo total (\$)
Muros y columnas	1 728,75	C	85,62	148 007,19
Techos	551,19	C	46,37	25 558,51
Piso general de la planta	1 728,75	H	5,91	10 215,34
Puertas y ventanas	1 728,75	G	9,11	15 747,34
Revestimientos	1 728,75	H	7,11	12 284,60
Baños	6,00	G	3,08	18,45
Inst. eléctricas y sanitarias	1 728,75	F	25,56	44 193,14
				256 024,58

Tabla 7.2*Edificaciones de áreas administrativas*

Edificaciones administrativas	Área techada (m2)	Tipo	Costo por m² (\$)	Costo total (\$)
Muros y columnas	92,53	C	85,62	7 921,97
Techos	92,53	C	46,37	4 290,59
Pisos (adm. y comedor)	92,53	F	18,58	1 718,81
Puertas y ventanas	92,53	G	9,11	842,86
Revestimientos	92,53	H	7,11	657,52
Baños	6,00	G	3,08	18,45
Inst. eléctricas y sanitarias	92,53	F	9,55	883,24
				16 333,46

Además, se ha considerado las máquinas necesarias para el proceso de producción de etanol, las de control de calidad, el grupo electrógeno y los equipos necesarios para la manipulación de los inventarios de materia prima e insumos.

Por otra parte, se tomó en cuenta los requerimientos de mobiliario para el personal administrativo; incluyendo mesas, sillas, iluminaria para el área de trabajo y computadoras. Se equipó el comedor con refrigeradora, microondas y un juego de comedor para 13 personas, debido a que es el número máximo de personas que utilizará dicho espacio en un instante dado. Por último, se consideró los requerimientos de los servicios sanitarios para operarios y administrativos, en los cuales se considera un retrete

y un lavamanos por baño. La tabla resumen de los activos tangibles, se mostrará a continuación en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3

Activos tangibles

Activos fijos	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Construcción planta			
Terreno			24 359,50
Edificaciones planta			256 024,58
Edificaciones administrativas			16 333,46
Ampliación de pozo			100 000,00
Área de producción			
Maquinaria			
Lavadora y peladora	1	3 000,00	3 000,00
Cortadora	1	3 580,00	3 580,00
Molino	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 1	1	50 000,00	50 000,00
Columna de destilación 2	1	5 000,00	5 000,00
Tamices moleculares	2	10 000,00	20 000,00
Equipos auxiliares			
Balanza electrónica insumos	1	100,00	100,00
Balanza electrónica (camiones/yuca)	1	500,00	500,00
Excavador de ruedas	1	15 000,00	15 000,00
Carretilla hidráulica	1	100,00	100,00
Otros			
Iluminación (focos)	8	95,00	760,00
Área de tratamiento de agua			
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	3 000,00	3 000,00
Tanque de agua (100 000 L)	4	17 000,00	68 000,00
Iluminación (focos)	5	25,00	125,00
Área de control de calidad			
Cromatógrafo de gases	1	15 488,00	15 488,00

(Continúa)

(Continuación)

Espectrofotómetro de absorción atómica	1	7 450,00	7 450,00
Espectrómetro de absorción molecular	1	1 000,00	1 000,00
Computadora	1	335,00	335,00
Mobiliario (mesa + silla)	1	60,00	60,00
Estantes	2	30,00	60,00
Iluminación (focos)	2	18,00	36,00
Área de mantenimiento			
Iluminación (focos)	2	18,00	36,00
Computadora	1	335,00	335,00
Mobiliario (mesa + silla)	1	60,00	60,00
Estantes	2	30,00	60,00
Almacenes			
Parihuelas	3	6,00	18,00
Iluminación (focos): Almacén MP	3	25,00	75,00
Mesa	1	120,00	120,00
Tachos	4	15,00	60,00
Iluminación (focos): Almacén Insumos	3	10,00	30,00
Tanque de almacenamiento	2	6 500,00	13 000,00
Tanque de almacenamiento Gasolina	1	1 000,00	1 000,00
Oficinas administrativas			
Mobiliario (mesa + silla)	5	60,00	300,00
Computadoras	5	335,00	1 675,00
Teléfonos	5	10,00	50,00
Iluminación (focos)	4	18,00	72,00
Servicios (comedor + baños + grupo electrógeno)			
Set comedor (13 personas)	1	180,00	180,00
Microondas	1	50,00	50,00
Refrigeradora	1	60,00	60,00
Retretes	4	30,00	120,00
Lavamanos	5	20,00	100,00
Iluminación (focos): Comedor	2	18,00	36,00
Iluminación (focos): Baños	4	10,00	40,00
Grupo electrógeno	1	7 000,00	7 000,00
Patio de maniobras			
Iluminación (focos)	6	95,00	570,00
Total			824 358,54

En cuanto a la inversión en activos intangibles, se tomará en cuenta los siguientes costos:

Costos de autorización y legalización: Se requieren de permisos para la instalación de una planta productora de etanol, permisos para la comercialización del biocombustible y licencia municipal de funcionamiento.

Costos de permisos notariales: Se necesita permisos notariales para verificar la veracidad de los documentos entregados en el trámite de los permisos y las autorizaciones de operación correspondientes.

Gastos de constitución de la empresa: Depende de la tabla de honorarios de la notaría con la que se quiera trabajar y la tarifa que registros públicos cobra, basadas en una tasa del monto del capital social. El monto total para dicha partida es de \$600.

Asesoría legal: Convenio con un abogado para el seguimiento de los trámites notariales y de constitución. El monto total es de \$1 500.

Gastos de organización y administración: Comprende la elaboración de planillas de trabajadores, el registro de productos industriales nacionales y el certificado de defensa civil.

Página web: Creación de una página web corporativa de la empresa, para la información de nuestro cliente y potenciales clientes.

Microsoft Office y ERP: Se debe considerar el costo de los softwares utilizados para el control de las operaciones de la empresa. La licencia del Microsoft Office es de \$65/usuario y del ERP Skynet, el cual controlará las órdenes de compra, inventario, facturación y finanzas; es de \$1 500 por los primeros 3 usuarios, y \$500 por usuario adicional en versión Started.

Las partidas, antes mencionadas, se costearán en la Tabla 7.4, totalizando el requerimiento de activos intangibles para el proyecto.

Tabla 7.4*Activos intangibles*

Activos intangibles	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Gastos pre operativos			
Estudio de prefactibilidad		1 000,00	1 000,00
Costos de autorización y legalización		608,11	608,11
Costos de permisos notariales		200,00	200,00
Asesoría legal		1 500,00	1 500,00
Gastos de constitución de empresa		600,00	600,00
Gastos de organización y administración		750,00	750,00
Intereses pre operativos			69 110,89
Software			
Microsoft Office	7	65,00	455,00
Página web		150,00	150,00
ERP		32 500,00	32 500,00
Total			106 874,00

7.1.2 Capital de trabajo

Esta inversión representa el monto que la empresa requiere para poder operar, desde el inicio de las operaciones hasta obtener ingresos que permitan su auto sustento. Debido a que nuestro cliente pagará el 20% de las ventas al crédito por un mes, se considerará el capital de trabajo los gastos del primer mes de operación.

En este sentido, se contempla el pago de los proveedores de materia prima e insumos; el pago de la mano de obra directa, indirecta y personal administrativo; los costos generales de producción como la energía eléctrica, el petróleo y el agua para el acondicionamiento de los reactores; y los gastos de servicios generales para la planta.

Cálculo del capital de trabajo con el ciclo de efectivo

Ramón Merchan (2017) considera que el ciclo de conversión de efectivo es el plazo que transcurre desde que se paga la materia prima para efectuar el producto hasta la cobranza de la venta del mismo. Este ratio también es conocido como ciclo de caja y la fórmula es la siguiente:

$$\text{Ciclo de conversión de efectivo: } CCE = \text{DPI} + \text{DPC} - \text{DPP}$$

En donde:

DPI: Días promedio de inventario (Inventario/Costo de ventas diario)

DPC: Días promedio de cobranzas (Cuentas por cobrar/Venta diaria a crédito)

DPP: Días promedio de pago (Cuentas por pagar/Compras diarias a crédito)

Se ha considerado que se tendrá un inventario para 10 días de venta, respetando la demanda del último año (8 030,67 L/día). Además, la política de cobranzas detalla que se realizará un pago provisional del 80% de manera contra entrega. El saldo restante será a crédito y se cobrará a un mes de realizada la venta. Por último, cabe resaltar que a nuestros proveedores se les deberá abonar cada 15 días la compra de los insumos, especialmente a los mayoristas de yuca.

Teniendo en cuenta estos lineamientos, el cálculo de las variables sería:

$$DPI = \frac{8\,030,67 \frac{L}{d} * 10 d * 0,31 \frac{\$}{L}}{\frac{\$ 1\,050\,507}{365}} = 8,66 \text{ días}$$

$$DPC = \frac{20\% * \frac{\$ 1\,279\,151}{12}}{20\% * \frac{\$ 1\,279\,151}{365}} = 30,42 \text{ días}$$

$$DPP = \frac{\frac{\$ 1\,050\,507}{24}}{\frac{\$ 1\,050\,507}{365}} = 15,21 \text{ días}$$

Con la información obtenida podemos reemplazar valores y obtener el ciclo de conversión de efectivo

$$\text{CCE} = 8,66 \text{ días} + 30,42 \text{ días} - 15,21 \text{ días} = 23,87 \text{ días}$$

En la Tabla 7.5 se muestra el cálculo del capital de trabajo considerando el ciclo de conversión de efectivo e incluyendo los gastos operativos diarios del proyecto:

Tabla 7.5*Capital de trabajo*

Capital de trabajo	C. unit. (\$/L)	Prod. anual (L)	Año 1 (\$)	Total (\$)
Costos variables				
Mano de obra directa	0,017	2 931 193,06	49 060,45	3 208,24
Material directo	0,178	2 931 193,06	522 938,68	34 196,83
Material indirecto	0,001	2 931 193,06	3 862,69	252,60
Costos generales de producción	0,114	2 931 193,06	333 911,22	21 835,65
Costos fijos				
Mano de obra indirecta			80 494,39	5 263,82
Gastos de administración y ventas			67 790,40	4 433,06
Gastos de servicios generales			13 131,92	858,74
TOTAL			1 071 189,77	70 048,92

Del cuadro, se puede determinar que la inversión de capital de trabajo para financiar la operación del proyecto es de \$70 048,92.

Por último, a partir de los componentes de la inversión tangible, intangible y el capital de trabajo, calculados anteriormente, se detalla la inversión total del proyecto en la Tabla 7.6.

Tabla 7.6*Inversión total del proyecto (en \$)*

Inversión del proyecto	Monto
Inversión fija tangible	824 358,54
Inversión fija intangible	106 874,00
Inversión en capital de trabajo	70 048,92
TOTAL	1 001 281,46

7.2 Costos de producción

7.2.1 Costos de materias primas, insumos y otros materiales

Según el cuadro de requerimiento, explicado en la Tabla 5.47, que dicta los requerimientos de materia prima, hace falta multiplicar cada uno por su precio. Los precios se detallarán en la Tabla 7.7.

Materia prima e insumos

Tabla 7.7

Precio de material directo

Material	Yuca (kg)	α -amilasa (kg)	Glucosamilasa (kg)	Levadura (kg)	Amoniaco (m ³)	Agua para mezcla (m ³)	Gasolina (m ³)
Precio (\$)	0,08	1,52	0,61	1,36	29,50	0,64	0,12

Considerando el precio y el requerimiento de materia prima e insumos se obtiene la Tabla 7.8.

Tabla 7.8

Costo de materias primas e insumos (en \$)

Año	Yuca	α -amilasa	Glucosamilasa	Levadura	Amoniaco	Agua	Gasolina	Total
2019	375 423,70	7 193,12	5 766,51	9 582,31	33 042,94	4 457,06	5,84	435 471,48
2020	389 232,22	7 457,69	5 978,61	9 934,76	34 258,30	4 621,00	6,06	451 488,63
2021	401 723,54	7 697,02	6 170,47	10 253,59	35 357,73	4 769,29	6,25	465 977,90
2022	413 127,23	7 915,52	6 345,63	10 544,66	36 361,42	4 904,68	6,43	479 205,57
2023	423 617,60	8 116,51	6 506,77	10 812,42	37 284,73	5 029,22	6,59	491 373,84
2024	433 330,17	8 302,61	6 655,95	11 060,32	38 139,58	5 144,53	6,74	502 639,91
2025	442 372,36	8 475,85	6 794,84	11 291,11	38 935,43	5 251,88	6,88	513 128,36
2026	450 830,76	8 637,92	6 924,76	11 507,00	39 679,90	5 352,30	7,01	522 939,65

Otros materiales

Al igual que en el caso de las materias primas, para el desarrollo de estos costos es necesario determinar el precio de cada material y multiplicarlo por el requerimiento

hallado en el capítulo 5. Los precios de los materiales de mantenimiento se detallarán en la Tabla 7.9.

Materiales de mantenimiento

Tabla 7.9

Precio de materiales de mantenimiento

Material	Lubricantes (L)	Piedra de carburo de silicio (unid)	Cierre mecánico (unid)	Detergente (L)	Aire comprimido (tanque)	Pañuelo (unid)	Salmuera (kg)
Precio (\$)	28,41	1,82	100,00	0,96	110,00	0,50	0,15

Considerando el precio y el requerimiento de materiales de mantenimiento se obtiene la Tabla 7.10.

Tabla 7.10

Costos de mantenimiento (en \$)

Año	Lubricantes	Piedra de carburo de silicio	Cierre mecánico	Detergente	Aire comprimido	Pañuelo	Salmuera	Total
2019	426,14	5,45	600,00	105,05	330,00	1,00	1 521,00	2 988,64
2020	426,14	5,45	1 000,00	105,05	330,00	1,00	1 638,00	3 505,64
2021	426,14	5,45	800,00	105,05	330,00	1,00	1 638,00	3 305,64
2022	426,14	5,45	1 000,00	105,05	330,00	1,00	1 716,00	3 583,64
2023	426,14	5,45	900,00	105,05	330,00	1,00	1 755,00	3 522,64
2024	426,14	5,45	1 200,00	105,05	330,00	1,00	1 794,00	3 861,64
2025	426,14	5,45	1 000,00	105,05	330,00	1,00	1 833,00	3 700,64
2026	426,14	5,45	1 100,00	105,05	330,00	1,00	1 872,00	3 839,64

Materiales de calidad

Los precios de los materiales de calidad se detallarán en la Tabla 7.11.

Tabla 7.11*Precio de materiales de calidad*

Material	Hidróxido de sodio (L)	Ácido clorhídrico concentrado (L)	Ácido nítrico (ml)	Solución de fenolftaleína (100ml)
Precio (\$)	1,40	1,60	0,01	0,06

Considerando el precio y el requerimiento de materiales de calidad se obtiene la Tabla 7.12.

Tabla 7.12*Costos de control de calidad (en \$)*

Año	Hidróxido de sodio	Ácido clorhídrico concentrado	Ácido nítrico	Solución de fenolftaleína	Total
2019	13,83	3,95	1,24	0,15	19,17
2020	14,34	4,10	1,28	0,16	19,87
2021	14,84	4,24	1,33	0,16	20,57
2022	15,23	4,35	1,36	0,17	21,11
2023	15,62	4,46	1,40	0,17	21,65
2024	15,96	4,56	1,43	0,17	22,12
2025	16,30	4,66	1,46	0,18	22,58
2026	16,63	4,75	1,49	0,18	23,05

Otros gastos indirectos**Depreciación fabril**

Esta depreciación solo incluye los bienes relacionados a la planta, desde Edificaciones, hasta muebles y maquinaria. Se presentará un cuadro resumen con los gastos totales de cada uno de estos rubros. En la Tabla 7.13 se podrá corroborar los componentes de cada rubro.

Tabla 7.13*Gastos tangibles fabriles y no fabriles (en \$)*

Tangible	Importe	% Dep.
Terreno	24 359,50	0%
Edificaciones planta	356 024,58	5%
Edificaciones administrativas	16 333,46	5%
Maquinaria y equipo	422 888,00	10%
Muebles planta	1 500,00	10%
Muebles oficina	2 097,00	10%
Servicios	1 156,00	10%
TOTAL	824 358,54	
Depreciación Fabril		
Depreciación No Fabril		

En la Tabla 7.14 se detallará la depreciación anual de los tangibles fabriles y no fabriles desde el 2019 hasta el 2026.

Tabla 7.14

Depreciación anual de los tangibles fabriles y no fabriles

Tangible	Año								Depreciación total	Valor residual
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026		
Terreno									-	24,359.50
Edificaciones planta	17 801,23	17 801,23	17 801,23	17 801,23	17 801,23	17 801,23	17 801,23	17 801,23	142,409.83	213,614.75
Edificaciones administración	816,67	816,67	816,67	816,67	816,67	816,67	816,67	816,67	6,533.38	9,800.07
Maquinaria y equipo	42 288,80	42 288,80	42 288,80	42 288,80	42 288,80	42 288,80	42 288,80	42 288,80	338,310.40	84,577.60
Muebles planta	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	1,200.00	300.00
Muebles oficina	209,70	209,70	209,70	209,70	209,70	209,70	209,70	209,70	1,677.60	419.40
Servicios	115,60	115,60	115,60	115,60	115,60	115,60	115,60	115,60	924.80	231.20
Total	61 382,00	491,056.02	333,302.52							
Depreciación Fabril	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	481,920.23	
Depreciación No Fabril	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	9,135.78	
									Valor de mercado	50%
									Valor de salvamento	166 651,26

Para el caso de costos indirectos de fabricación, el único rubro que se considera es el de depreciación fabril.

7.2.2 Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc)

El siguiente costo a analizar es el costo de los servicios, el cual considera los requerimientos totales de agua, petróleo y energía eléctrica, multiplicados por sus respectivos precios. En la Tabla 7.15 se detallarán estos costos unitarios, y en la Tabla 7.16 el costo total por producción.

Tabla 7.15

Precio de servicios

Servicios	Agua para acondicionamiento de reactores	Petróleo	Energía eléctrica		
			Energía activa HP	Energía activa HFP	Energía reactiva
Precio (\$)	0,02	1,03	0,09	0,07	0,03

Tabla 7.16

Costos generales de producción (en \$)

Año	Agua para acondicionamiento de reactores	Petróleo	Energía eléctrica	Total
2019	2 291,77	274 662,58	742,87	277 697,21
2020	2 375,27	284 670,52	769,94	287 815,73
2021	2 458,78	294 678,47	797,01	297 934,26
2022	2 523,73	302 462,43	818,06	305 804,22
2023	2 588,68	310 246,39	839,11	313 674,18
2024	2 644,35	316 918,36	857,16	320 419,86
2025	2 700,02	323 590,32	875,20	327 165,54
2026	2 755,69	330 262,29	893,25	333 911,22

7.2.3 Costo de la mano de obra

7.2.3.1 Mano de obra directa

La mano de obra directa incluye a todos los operarios que tienen participación en el proceso de producción. Para poder determinar la remuneración mensual de cada uno es necesario saber si cumple horas extras o si trabajan en horario nocturno, de tal forma que se les pueda pagar los adicionales que estas condiciones implican.

Previo a todo cálculo, se debe determinar el factor de remuneración, el cual esta detallado en la Tabla 7.17.

Tabla 7.17

Aportes a cargo del empleador

AFP	13%	0,13
EsSalud	6,75%	0,0675
EPS	2,25%	0,0225
Senati	0,75%	0,0075
Factor unidad	100%	1
TOTAL	123%	1,23

Los operarios de planta ganaran \$ 281,82 al mes lo cual si lo convertimos a horas es \$ 1,17, este dato será importante para calcular el RBC (remuneración base de cálculo) antes de multiplicarlo por el factor.

La remuneración mensual, gratificación, CTS y remuneración anual de la mano de obra directa se muestra desde la Tabla 7.18 hasta la Tabla 7.21.

Tabla 7.18*Remuneración mensual de MOD*

Personal	Cantidad	¿Hora extra?	¿Nocturno?	Rem. Est. (\$)	Remuneración por hora (\$)	RBC (\$)	Factor	Remuneración mensual (\$)
Operarios de almacén	4	No	Sí	281,82	1,17	343,47	1,23	421,60
Operarios de planta A	2	No	Sí	281,82	1,17	300,31	1,23	368,63
Operarios de planta B1	2	No	No	281,82	1,17	246,59	1,23	302,69
Operarios de planta B2	2	No	Sí	281,82	1,17	314,40	1,23	385,93
Operarios de planta C1	2	Sí	Sí	281,82	1,17	529,11	1,23	649,49
Operarios de planta C2	2	Sí	Sí	281,82	1,17	526,65	1,23	646,46
Operarios de Tratamiento 1	1	Sí	No	281,82	1,17	465,00	1,23	570,79
Operarios de Tratamiento 2	1	Sí	Sí	281,82	1,17	554,39	1,23	680,51

Tabla 7.19*Gratificación percibida (en \$) de MOD*

Personal	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Operarios de almacén	457,95	515,20	515,20	515,20	515,20	572,44	572,44	572,44
Operarios de planta A	400,42	450,47	450,47	450,47	450,47	500,52	500,52	500,52
Operarios de planta B1	328,79	369,89	369,89	369,89	369,89	410,98	410,98	410,98
Operarios de planta B2	419,20	471,61	471,61	471,61	471,61	524,01	524,01	524,01
Operarios de planta C1	705,48	793,67	793,67	793,67	793,67	881,86	881,86	881,86
Operarios de planta C2	702,20	789,97	789,97	789,97	789,97	877,75	877,75	877,75
Operarios de Tratamiento 1	620,00	697,50	697,50	697,50	697,50	775,00	775,00	775,00
Operarios de Tratamiento 2	739,19	831,58	831,58	831,58	831,58	923,98	923,98	923,98

Tabla 7.20*CTS (en \$) de MOD*

Personal	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Operarios de almacén	314,84	348,24	353,01	353,01	353,01	386,40	391,17	391,17
Operarios de planta A	275,29	304,48	308,65	308,65	308,65	337,85	342,02	342,02
Operarios de planta B1	226,04	250,02	253,44	253,44	253,44	277,41	280,84	280,84
Operarios de planta B2	288,20	318,77	323,14	323,14	323,14	353,70	358,07	358,07
Operarios de planta C1	485,02	536,46	543,81	543,81	543,81	595,25	602,60	602,60
Operarios de planta C2	482,76	533,96	541,28	541,28	541,28	592,48	599,79	599,79
Operarios de Tratamiento 1	426,25	471,46	477,92	477,92	477,92	523,13	529,58	529,58
Operarios de Tratamiento 2	508,19	562,09	569,79	569,79	569,79	623,69	631,39	631,39

Tabla 7.21*Remuneración anual de MOD (en \$)*

Personal	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Operarios de almacén	4 412,65	4 657,87	4 803,18	4 943,71	5 070,20	5 273,26	5 390,46	5 502,89
Operarios de planta A	3 858,24	4 072,65	4 199,70	4 322,58	4 433,17	4 610,72	4 713,20	4 811,50
Operarios de planta B1	3 168,06	3 344,12	3 448,44	3 549,33	3 640,14	3 785,93	3 870,07	3 950,79
Operarios de planta B2	4 039,27	4 263,75	4 396,76	4 525,40	4 641,18	4 827,06	4 934,34	5 037,26
Operarios de planta C1	6 797,74	7 175,52	7 399,36	7 615,86	7 810,70	8 123,53	8 304,07	8 477,27
Operarios de planta C2	6 766,06	7 142,07	7 364,88	7 580,36	7 774,30	8 085,67	8 265,37	8 437,76
Operarios de Tratamiento 1	5 974,05	6 306,05	6 502,77	6 693,03	6 864,27	7 139,18	7 297,85	7 450,06
Operarios de Tratamiento 2	7 122,47	7 518,29	7 752,83	7 979,66	8 183,82	8 511,58	8 700,75	8 882,22

7.2.3.2 Mano de obra indirecta

Costo de mano de obra indirecta (MOI)

Estos operarios cumplen las mismas condiciones que los de mano de obra directa en cuanto al factor remunerativo. Sin embargo, los supervisores de calidad y mantenimiento tienen un sueldo de \$ 363,64, mientras que el jefe de planta tiene un sueldo de \$ 727,27 mensuales. Esos detalles cambian la remuneración horaria como se verá a continuación.

De igual forma, cabe resaltar que si bien hay dos jefes de planta que vendrán en dos turnos diferentes el mismo día durante el proceso productivo; una vez finalizada la producción anual, solo uno de los jefes seguirá viniendo el resto del año por temas administrativos de la empresa, es por ello que el tendrá dos remuneraciones base de cálculo; uno por los meses que vendrá 12 horas a planta, y otro por los meses que vendrá solo 8 horas (sin turno nocturno ni hora extra).

La remuneración mensual, gratificación, CTS y remuneración anual de la mano de obra indirecta se muestra desde la Tabla 7.22 hasta la Tabla 7.25.

Tabla 7.22*Remuneración mensual de MOI*

Personal	Cantidad	¿Hora extra?	¿Nocturno?	Rem, Est, (\$)	Remuneración por hora (\$)	RBC (\$)	Factor	Remuneración mensual (\$)
Supervisor de calidad 1	1	Sí	No	363,64	1,52	600,00	1,23	736,50
Supervisor de calidad 2	1	Sí	Sí	363,64	1,52	715,34	1,23	878,08
Supervisor de mantenimiento 1	1	Sí	No	363,64	1,52	600,00	1,23	736,50
Supervisor de mantenimiento 2	1	Sí	Sí	363,64	1,52	715,34	1,23	878,08
Jefe de planta 1	1	Sí	No	727,27	3,03	1 200,00	1,23	1 473,00
		No	No	727,27	3,03	727,27	1,23	892,73
Jefe de planta 2	1	Sí	Sí	727,27	3,03	1 430,68	1,23	1 756,16

Tabla 7.23*Gratificación percibida de MOI (en \$)*

Personal	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Supervisor de calidad 1	800,00	900,00	900,00	900,00	900,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00
Supervisor de calidad 2	953,79	1 073,01	1 073,01	1 073,01	1 073,01	1 192,23	1 192,23	1 192,23
Supervisor de mantenimiento 1	800,00	900,00	900,00	900,00	900,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00
Supervisor de mantenimiento 2	953,79	1 073,01	1 073,01	1 073,01	1 073,01	1 192,23	1 192,23	1 192,23
Jefe de planta 1	1 927,27	1 927,27	1 927,27	1 927,27	1 927,27	1 927,27	1 927,27	1 927,27
Jefe de planta 2	1 907,58	2 146,02	2 146,02	2 146,02	2 146,02	2 384,47	2 384,47	2 384,47

Tabla 7.24*CTS de MOI (en \$)*

Personal	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Supervisor de calidad 1	550,00	608,33	616,67	616,67	616,67	675,00	683,33	683,33
Supervisor de calidad 2	655,73	725,28	735,21	735,21	735,21	804,76	814,69	814,69
Supervisor de mantenimiento 1	550,00	608,33	616,67	616,67	616,67	675,00	683,33	683,33
Supervisor de mantenimiento 2	655,73	725,28	735,21	735,21	735,21	804,76	814,69	814,69
Jefe de planta 1	1 124,24	1 124,24	1 360,61	1 360,61	1 360,61	1 360,61	1 360,61	1 360,61
Jefe de planta 2	1 311,46	1 450,55	1 470,42	1 470,42	1 470,42	1 609,52	1 629,39	1 629,39

Tabla 7.25*Remuneración anual de MOI (en \$)*

Personal	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Supervisor de calidad 1	7 708,45	8 136,83	8 390,67	8 636,17	8 857,12	9 211,85	9 416,58	9 612,98
Supervisor de calidad 2	9 190,28	9 701,02	10 003,65	10 296,34	10 559,76	10 982,69	11 226,78	11 460,93
Supervisor de mantenimiento 1	7 708,45	8 136,83	8 390,67	8 636,17	8 857,12	9 211,85	9 416,58	9 612,98
Supervisor de mantenimiento 2	9 190,28	9 701,02	10 003,65	10 296,34	10 559,76	10 982,69	11 226,78	11 460,93
Jefe de planta 1	18 773,93	18 986,70	19 416,48	19 609,91	19 783,99	19 938,73	20 093,47	20 248,21
Jefe de planta 2	18 380,57	19 402,03	20 007,29	20 592,68	21 119,53	21 965,38	22 453,56	22 921,87

7.3 Presupuesto de ingresos y egresos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

Para el cálculo de este presupuesto se tomó a la demanda proyectada como las ventas en los próximos 8 años, multiplicando este dato con el precio que se determinó es el más adecuado (\$ 0,42 /Lts) da como resultado el ingreso por ventas (en \$).

De igual forma, se consideró las ventas de la cascara de yuca para compost. El precio al que se venderá es 0,24 \$/kg. Para determinar la cantidad a vender se consideró la cantidad de cascara de yuca que se obtiene por lote (440,67 kg) y se multiplico por el número de lotes que habrá en cada año.

En la Tabla 7.26 se puede ver detalladamente el monto que se obtendrá de ingresos en ambos casos.

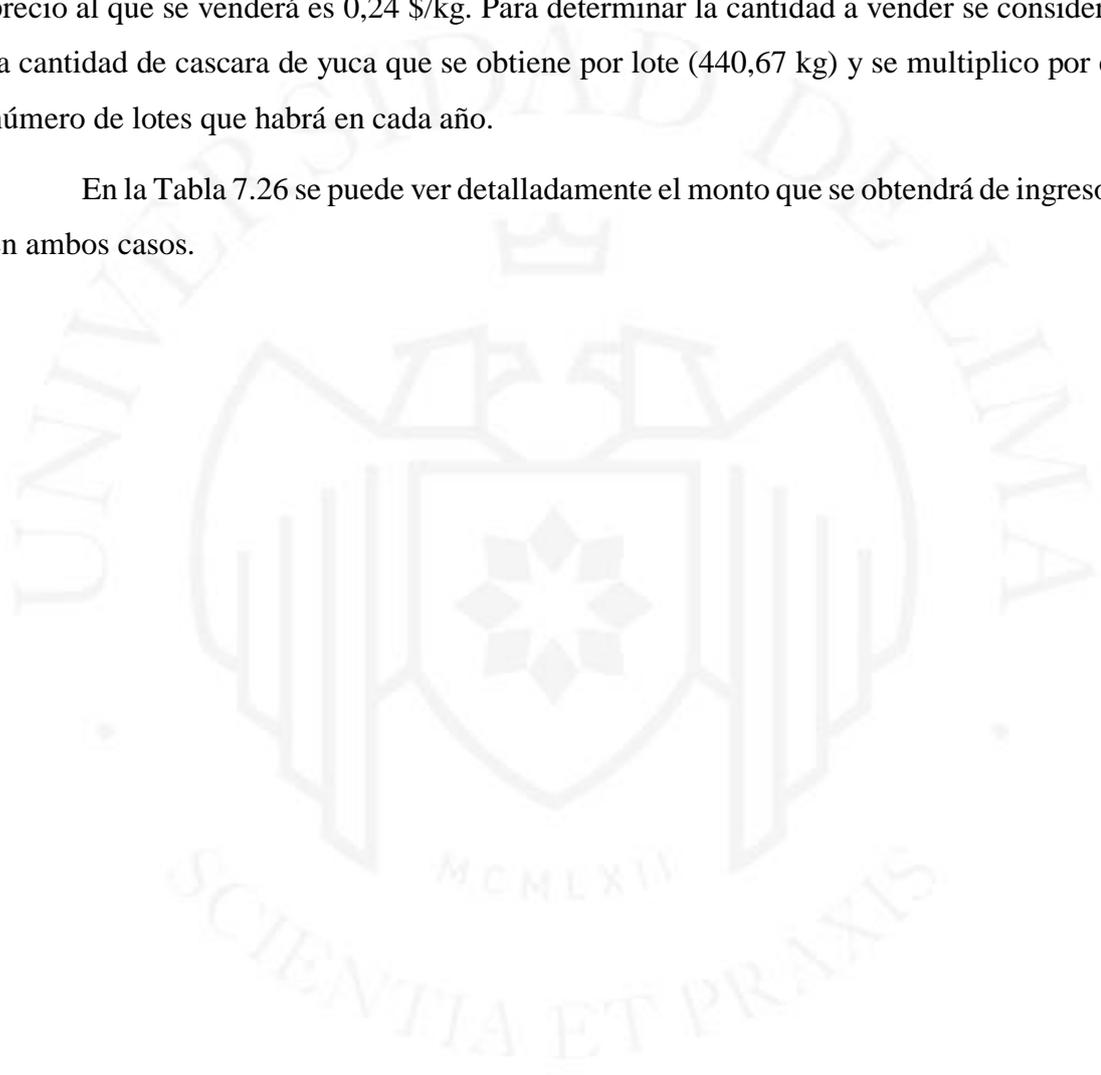


Tabla 7.26*Ingreso por ventas de producto y compost*

Unid	Año							
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Venta de etanol anhidro								
L	2 440 914,51	2 530 694,18	2 611 909,76	2 686 053,79	2 754 259,68	2 817 408,47	2 876 198,58	2 931 193,06
\$/L	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Total	1 013 014,89	1 050 274,75	1 083 980,40	1 114 751,24	1 143 057,67	1 169 265,34	1 193 664,09	1 216 487,59
Venta de compost de cáscara de yuca								
Kg	217 692,52	225 624,64	233 556,75	239 726,18	245 895,60	251 183,68	256 471,75	261 759,83
\$/kg	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Total	52 114,27	54 013,17	55 912,07	57 388,99	58 865,92	60 131,85	61 397,78	62 663,72
TOTAL	1 065 129.16	1 104 287.92	1 139 892.47	1 172 140.24	1 201 923.59	1 229 397.19	1 255 061.87	1 279 151.31

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

En la Tabla 7.27 se detallará el presupuesto de los costos de producción de la empresa.

Tabla 7.27

Presupuesto de costos de producción (en \$)

	Años							
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Materiales directos	435 470,67	451 487,79	465 977,04	479 204,68	491 372,93	502 638,97	513 127,41	522 938,68
Mano de obra directo	39 890,34	41 735,93	43 809,30	44 794,28	45 733,70	46 538,92	48 209,68	49 060,45
CIF								
Materiales indirectos	3 007,81	3 525,51	3 326,21	3 604,75	3 544,29	3 883,76	3 723,22	3 862,69
Mano de obra indirecta	67 675,41	70 395,40	73 136,83	74 728,24	76 026,88	77 140,00	79 324,87	80 494,39
Costos generales prod,	277 697,21	287 815,73	297 934,26	305 804,22	313 674,18	320 419,86	327 165,54	333 911,22
Depreciación Fabril	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03	60 240,03
Costo total de producción	883 981,47	915 200,40	944 423,65	968 376,19	990 592,01	1 010 861,54	1 031 790,75	1 050 507,48

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos administrativos

En la Tabla 7.28 se detallará el presupuesto de los gastos generales de la empresa.

Tabla 7.28

Presupuesto de gastos generales

Rubro	Año							
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Gastos adm, y ventas	67 790,40	67 790,40	67 790,40	67 790,40	67 790,40	67 790,40	67 790,40	67 790,40
Gastos servicios generales	12 703,03	12 739,47	12 857,43	12 917,48	12 977,52	13 028,98	13 080,45	13 131,92
Depreciación no fabril	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97	1 141,97
Amortización intangibles	13 485,29	13 485,29	13 485,29	13 283,63	13 283,63	13 283,63	13 283,63	13 283,63
Total Gastos Generales	95 120,70	95 157,13	95 275,10	95 133,48	95 193,52	95 244,99	95 296,45	95 347,92

Presupuesto financiero

Presupuesto de servicio de deuda

Para llevar a cabo una inversión se requiere de recursos propios y financieros, estos últimos llamados dinero o fondos, a los cuales se les debe medir el impacto en la rentabilidad y riesgo de la inversión.

En la Tabla 7.29 se mostrará la estructura de inversión que se utilizará para financiar el proyecto de la instalación de una planta productora de etanol.

Tabla 7.29

Estructura de la inversión total (en \$)

Rubro	Importe	% Participación	Intereses	Costo de capital
Accionistas	600 768,87	60,00%	12,76%	7,66%
Préstamo	400 512,58	40,00%	10,00%	4,00%
TOTAL	1 001 281,46			11,66%

El costo de oportunidad del accionista se determinó a través del método CAPM, que describe el COK, con la siguiente fórmula:

$$COK = R_f + \beta * (R_m - R_f) + R_p$$

Se agregó la tasa riesgo país a la fórmula del CAPM para contextualizar la empresa en el escenario peruano, ya que se utilizó la tasa libre de riesgo, la beta apalancada y el riesgo de mercado de Estados Unidos.

Con los datos obtenidos, el cálculo del COK sería:

$$COK = 0,71\% + 138\% * 7,50\% + 1,69\% = 12,76\%$$

Asimismo, se consideró que se financiará el 40% de la inversión total, a través de un préstamo otorgado por el COFIDE. Dicho monto se pagará a través de cuotas constantes.

El período de servicio de la deuda es de 5 años, con pagos semestrales y período de gracia parcial de 1 año. La tasa efectiva anual es de 10%.

En la Tabla 7.30 se aprecia la deuda y como se irá amortizando a través de los semestres.

Tabla 7.30*Servicio de la deuda (en \$)*

Semestre	Deuda	Amortización	Intereses	Cuota	Saldo
<u>1 Preop.</u>	400 512,58	0,00	19 548,56	19 548,56	400 512,58
<u>2 Preop.</u>	400 512,58	0,00	19 548,56	19 548,56	400 512,58
1	400 512,58	32 020,05	19 548,56	51 568,60	368 492,54
2	368 492,54	33 582,91	17 985,70	51 568,60	334 909,63
3	334 909,63	35 222,05	16 346,55	51 568,60	299 687,58
4	299 687,58	36 941,20	14 627,41	51 568,60	262 746,38
5	262 746,38	38 744,25	12 824,35	51 568,60	224 002,13
6	224 002,13	40 635,32	10 933,29	51 568,60	183 366,81
7	183 366,81	42 618,68	8 949,92	51 568,60	140 748,13
8	140 748,13	44 698,85	6 869,75	51 568,60	96 049,28
9	96 049,28	46 880,55	4 688,05	51 568,60	49 168,73
10	49 168,73	49 168,73	2 399,87	51 568,60	0,00
Total		400 512,58	115 173,45		

En resumen, los componentes de la cuota por año se muestran en la Tabla 7.31.

Tabla 7.31*Componentes de la cuota por año (en \$)*

Año	Amortización	Intereses	Cuota
1	65 602,95	37 534,25	103 137,21
2	72 163,25	30 973,96	103 137,21
3	79 379,57	23 757,63	103 137,21
4	87 317,53	15 819,68	103 137,21
5	96 049,28	7 087,92	103 137,21
Total	400 512,58	115 173,45	515 686,03

Presupuesto de estado de resultados

En la Tabla 7.32 se detallará en presupuesta del estado de resultados que tendrá la empresa.

Tabla 7.32

Presupuesto de estado de resultados

Rubro	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ingreso por ventas	1 065 129,16	1 104 287,92	1 139 892,47	1 172 140,24	1 201 923,59	1 229 397,19	1 255 061,87	1 279 151,31
(-) Costo de ventas	883 981,47	915 200,40	944 423,65	968 376,19	990 592,01	1 010 861,54	1 031 790,75	1 050 507,48
(=) Utilidad bruta	181 147,69	189 087,53	195 468,81	203 764,04	211 331,58	218 535,64	223 271,12	228 643,84
(-) Gastos generales	95 120,70	95 157,13	95 275,10	95 133,48	95 193,52	95 244,99	95 296,45	95 347,92
(-) Gastos financieros	37 534,25	30 973,96	23 757,63	15 819,68	7 087,92	0,00	0,00	0,00
(=) Utilidad antes de part. imp.	48 492,73	62 956,43	76 436,08	92 810,89	109 050,13	123 290,66	127 974,67	133 295,92
(-) Participaciones (10%)	4 849,27	6 295,64	7 643,61	9 281,09	10 905,01	12 329,07	12 797,47	13 329,59
(-) Impuesto a la renta (0%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Utilidad antes de reserva legal	43 643,46	56 660,79	68 792,47	83 529,80	98 145,12	110 961,59	115 177,20	119 966,33
(-) Reserva legal (hasta 10%)	4 364,35	5 666,08	6 879,25	8 352,98	9 814,51	11 096,16	11 517,72	11 996,63
(=) Utilidad disponible	39 279,11	50 994,71	61 913,23	75 176,82	88 330,61	99 865,43	103 659,48	107 969,69

Se considera 10% de participación de los trabajadores debido a que la empresa pertenece al rubro industrial.

Según la Ley 27037: Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía, nuestra empresa se encuentra exonerada de impuesto a la renta por desarrollar actividades de transformación o procesamiento de productos calificados como cultivo nativo, como es, la yuca. Se debe acumular reserva legal, hasta alcanzar el 20% del capital social de la empresa. (Cap. Social = \$ 600 768,87).

Presupuesto de estado de situación financiera

La Tabla 7.33 detalla el presupuesto del estado de situación financiera que se tendrá a la apertura.

Tabla 7.33

Presupuesto de estado de situación financiera (apertura)

Balance general (apertura)			
Activo corriente		Pasivo corriente	
Efectivo	70 048,92	Deuda (a corto plazo)	65 602,95
Total Activo corriente	70 048,92	Total Pasivo corriente	65 602,95
Activo no corriente		Pasivo no corriente	
Terreno	24 359,50	Deuda (a largo plazo)	344 909,63
Edificaciones planta	356 024,58	Total Pasivo no corriente	344 909,63
Edificaciones administrativas	16 333,46		
Maquinaria y equipos	422 888,00		
Mobiliario	3 597,00		
Intangibles	106 874,00	Patrimonio	
Servicios	1 156,00	Capital Social	600 768,87
Total Activo no corriente	931 232,53	Total Patrimonio	600 768,87
Total Activo	1 001 281,46	Total Pasivo y Patrimonio	1 001 281,46

La partida del efectivo está representada por el capital de trabajo de la empresa.

7.4 Flujo de fondos netos

7.4.1 Flujo de fondos económicos

En la Tabla 7.34 se detallará el flujo de fondos económicos desde el 2019 hasta el 2026.

Tabla 7.34

Flujo de fondos económicos

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
RUBRO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión total	-1 001 281								
Utilidad antes de reserva legal		43 643	56 661	68 792	83 530	98 145	110 962	115 177	119 966
(+) Amortización de intangibles		13 485	13 485	13 485	13 284	13 284	13 284	13 284	13 284
(+) Depreciación fabril		60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240
(+) Depreciación no fabril		1 142	1 142	1 142	1 142	1 142	1 142	1 142	1 142
(+) Participaciones (10%)		4 849	6 296	7 644	9 281	10 905	12 329	12 797	13 330
(+) Gastos financieros x (1-T)		37 534	30 974	23 758	15 820	7 088	-	-	-
(+) Capital de trabajo									70 049
(+) Valor residual (V. Libros)									333 303
Flujo neto de fondos económicos	-1 001 281	160 894	168 798	175 061	183 296	190 804	197 956	202 640	611 313

7.4.2 Flujo de fondos financieros

En la Tabla 7.35 se detallará el flujo de fondos económicos desde el 2019 hasta el 2026.

Tabla 7.35

Flujo de fondos financieros

		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
RUBRO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión total	-1 001 281								
Financiamiento	400 513								
Utilidad antes de reserva legal		43 643	56 661	68 792	83 530	98 145	110 962	115 177	119 966
(+) Amortización de intangibles		13 485	13 485	13 485	13 284	13 284	13 284	13 284	13 284
(+) Depreciación fabril		60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240
(+) Depreciación no fabril		1 142	1 142	1 142	1 142	1 142	1 142	1 142	1 142
(+) Participaciones (10%)		4 849	6 296	7 644	9 281	10 905	12 329	12 797	13 330
(-) Amortización del préstamo		65 603	72 163	79 380	87 318	96 049			
(+) Capital de trabajo									70 049
(+) Valor residual (V. Libros)									333 303
Flujo neto de fondos financiero	-600 769	188 963	209 987	230 683	254 794	279 765	197 956	202 640	611 313

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

Una vez obtenidos los flujos de fondos (económico y financiero) se podrá evaluar la rentabilidad del proyecto.

8.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

VAN: 31 787

TIR: 13,53%

B/C: 1,03

PR: 7,78

En esta evaluación se muestra que el Valor Actual Neto es positivo, la TIR es mayor al COK y el Beneficio/Costo es mayor a 1 en un 3%; por lo que el proyecto se puede aceptar. Además, se pudo determinar que el Periodo de retorno es de 7,78; es decir 7 años, 9 meses y 9 días.

8.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

VAN: 621 389

TIR: 35,01%

B/C: 2,03

PR: 3.70

Este escenario también favorece al proyecto, el van es mucho mayor al económico; el TIR aumento casi 259% y el B/C aumento en un 97% con respecto al económico. Estos indicadores indican que el proyecto debe ser aceptado.

8.3 Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto

A continuación, desde la Tabla 8.1 hasta la Tabla 8.3 se detallarán los índices de liquidez, solvencia y rentabilidad que tendrá la planta.

Análisis de liquidez

Tabla 8.1

Índices de liquidez

Razón corriente	=	$\frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$	=	$\frac{70\,048,92}{65\,602,95}$	=	1,07
Prueba ácida	=	$\frac{\text{Activo corriente} - \text{Inventario}}{\text{Pasivo corriente}}$	=	$\frac{70\,048,92}{65\,602,95}$	=	1,07
Razón de efectivo	=	$\frac{\text{Efectivo}}{\text{Pasivo corriente}}$	=	$\frac{70\,048,92}{65\,602,95}$	=	1,07
Capital de trabajo	=	$\text{Activo corriente} - \text{Pasivo corriente}$	=	$70\,048,99 - 55\,982,79$	=	4\,445,97

Los ratios de liquidez nos permiten ver como hace frente la empresa a sus deudas y obligaciones financieras.

La razón corriente nos indica que hay suficientes activos para solventar los pasivos; no obstante, hay que tener cuidado de que este número aumenten ya que una razón corriente muy alta representa activos ociosos.

La también hay que tener cuidado con la prueba acida ya que esta mide la respuesta de la empresa ante las deudas a corto plazo, si bien es positiva, no debe seguir creciendo ese ratio ya que se perdería la rentabilidad.

El capital de trabajo nos indica los que le queda a la empresa luego de solventar sus deudas inmediatas y el ratio obtenido es considerable.

Análisis de solvencia

Tabla 8.2

Índices de solvencia

Endeudamiento a corto plazo	=	$\frac{\text{Pasivo corriente}}{\text{Patrimonio neto}}$	=	$\frac{65\,602,95}{600\,768,87}$	=	0,11
Endeudamiento a largo plazo	=	$\frac{\text{Pasivo no corriente}}{\text{Patrimonio neto}}$	=	$\frac{334\,909,63}{600\,768,87}$	=	0,56
Solvencia total	=	$\frac{\text{Pasivo total}}{\text{Activo total}}$	=	$\frac{400\,512,58}{1\,001\,281,46}$	=	0,40
Calidad de deuda	=	$\frac{\text{Pasivo corriente}}{\text{Pasivo total}}$	=	$\frac{65\,602,95}{400\,512,58}$	=	0,16

La calidad de la deuda permite analizar la porción que representa la deuda a corto plazo, y lo ideal es que sea lo menor posible por lo que en nuestro caso este ratio nos beneficia.

El ratio de endeudamiento a corto plazo indica la relación entre las deudas a corto plazo con los fondos propios de la empresa; por lo que un 0,11 es un buen indicador.

En cuanto a la deuda a largo plazo, esta resulta ser menor que los fondos actuales; lo cual indica que se tendrá un recupero rápido.

Análisis de rentabilidad

Tabla 8.3

Índices de rentabilidad

Rentabilidad bruta	=	$\frac{\text{Utilidad bruta}}{\text{Ventas}}$	=	$\frac{195\,468,81}{1\,139\,892,47}$	=	17,15%
Rentabilidad neta	=	$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ventas}}$	=	$\frac{68\,792,47}{1\,139\,892,47}$	=	6,03%
ROA	=	$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Activo total}}$	=	$\frac{68\,792,47}{1\,001\,281,46}$	=	6,87%

Todas estas ratios permiten medir que tan efectiva es la empresa controlando costos y gastos, de tal forma que se obtengan utilidades. Si bien la rentabilidad bruta y

neta no son tan altas aún se mantienen positivas y significa que se tienen ganancias. La ROA nos indica que se ha generado casi 6,9% de utilidades sobre los activos de la empresa.

Finalmente, la EBITDA, nos indica el flujo de efectivo sin contar las deudas e impuestos y es positivo.

8.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

El análisis de sensibilidad es una herramienta que permite simular y analizar el impacto que tendrían variantes en el costo de materia prima o en el precio de venta del producto.

En la Tabla 8.4 podemos ver como un aumento desde el 1.59% en el precio de la Yuca ya impacta negativamente en la VAN de la empresa. Es muy sensible a esta variación.

Es por ello que debemos tener cuidado y considerar una amplia cartera de proveedores para evitar que uno o un grupo pequeño nos manipule con el precio de la materia prima.

Tabla 8.4

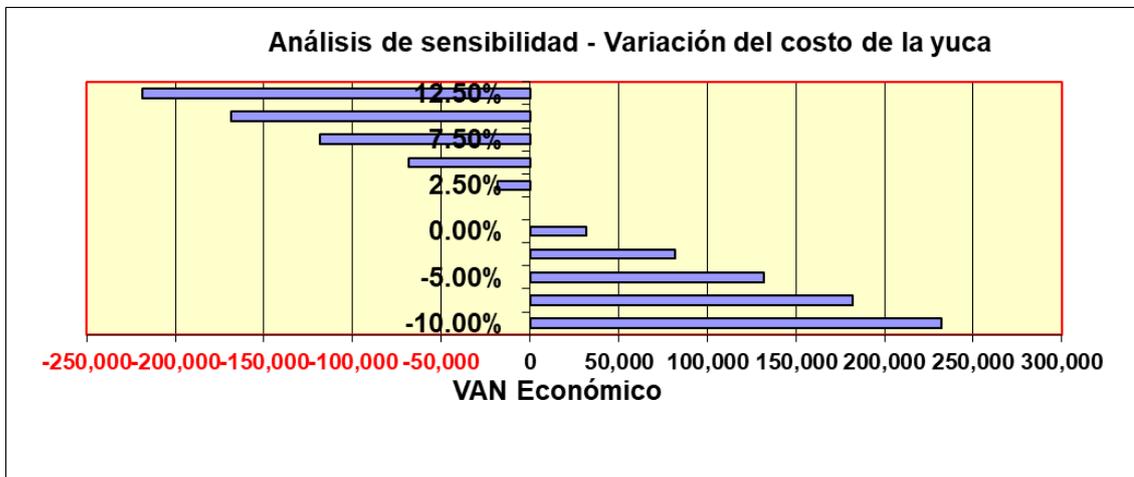
Costo vs VAN

Costo de yuca (%)	VAN Económico (\$)
-10,00%	232 052
-7,50%	181 986
-5,00%	131 919
-2,50%	81 853
0,00%	31 787
1,59%	0
2,50%	-18 279
5,00%	-68 345
7,50%	-118 411
10,00%	-168 478
12,50%	-218 544

En la Figura 8.1 se presenta una gráfica de la variación del VAN económico según el costo de la yuca:

Figura 8.1

Análisis de sensibilidad – Variación del costo de yuca



En la Tabla 8.5 se comprueba que disminuir el precio de nuestro producto afecta directamente la empresa, es por ello que no se puede considerar promociones que impliquen disminución del precio del etanol a menos del 99,41%.

Por otro lado, aumentar el precio del etanol nos beneficia, pero hay que tener en cuenta que siempre debe ser menor al precio neto de la gasolina. Debido a ello, es pertinente en un futuro solo aumentar un 4% el precio.

Tabla 8.5

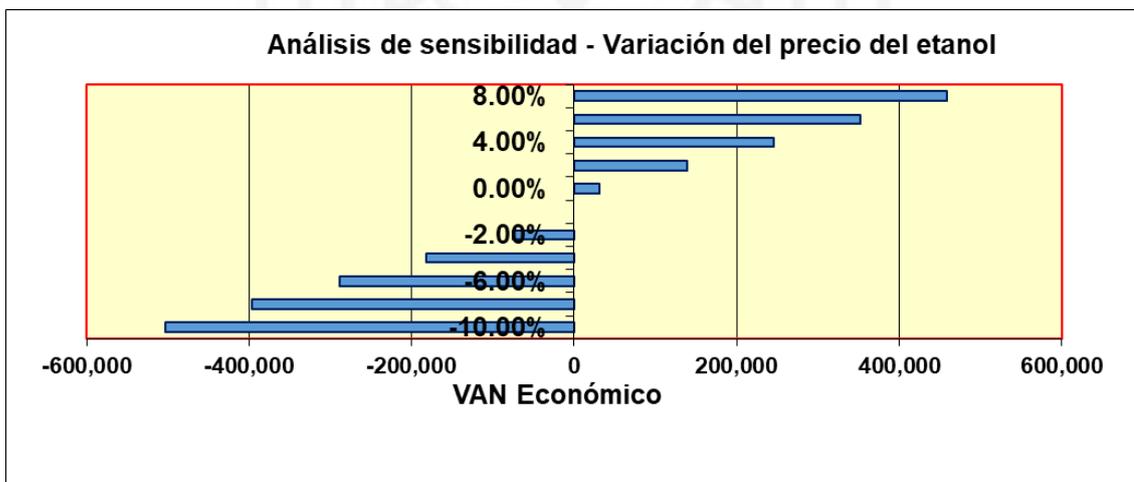
Precio vs VAN

Precio del etanol (%)	VAN Económico (\$)
-10,00%	-502 776
-8,00%	-395 864
-6,00%	-288 951
-4,00%	-182 038
-2,00%	-75 126
-0,59%	0
0,00%	31 787
2,00%	138 700
4,00%	245 612
6,00%	352 525
8,00%	459 438

En la Figura 8.2 se presenta una gráfica de la variación del VAN económico según el precio del etanol:

Figura 8.2

Análisis de sensibilidad – Variación del precio del etanol



De este capítulo podemos concluir que, teniendo un VAN considerable, un TIR mayor al COK y un B/C mayor a 1 tanto económica como financieramente, el proyecto es rentable. De igual forma, gracias a los indicadores se pudo determinar que la empresa

tiene capacidad de respuesta ante sus obligaciones financieras, es solvente y controla los costos y gastos efectivamente, permitiendo al proyecto percibir utilidades.

También se pudo concluir lo importante que es establecer un costo fijo para la yuca; ya que una variación mayor al 1,6% podría impactar negativamente en la empresa. Por otro lado, un ligero aumento en el precio puede generar grandes ganancias lo cual podría contrarrestar un hipotético aumento en el costo inclusive; sin embargo, esta variación tiene que ser muy recatada ya que sino dejaríamos de ser competitivos y perder mercado.



CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

9.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

La planta productora de etanol se ubicará en la provincia de Maynas dentro del departamento de Loreto. Según el Plan de Desarrollo Local Concertado, Maynas representa el 54,31% de la población total de Loreto y la edad promedio de la población es 24,1 años. Dicha carga poblacional concentrada en un solo espacio territorial tiene implicancias en focalizar la inversión pública y proyectos en la región, lo que incita a la migración intensa del campo a la ciudad.

En el año 2018, la tasa de ocupación de la población económicamente activa era de 93,9%, la cual se encontraba en su mayoría en actividades primarias extractivas, como agricultura, pesca y minería (29,9% de la población) y comercialización de las mismas.

En dicha provincia coexisten dos espacios territoriales bien diferenciados. Existe un primer espacio considerado el Iquitos Metropolitano, donde trasciende la urbanidad, la densidad y la concentración; y el destacado espacio rural, el cual se caracteriza por su baja densidad poblacional, alto nivel de pobreza y migración poblacional, debilitando el capital social.

9.2 Impacto de la zona de influencia del proyecto

De lo expuesto anteriormente, cabe mencionar que la creación de una planta de producción generará más puestos de trabajo dentro de la región más poblada de Loreto, con un sueldo mayor al ingreso promedio mensual, el cual, según el INEI, en el 2018 fue de 1 166,02 soles. Se les brindará a los colaboradores capacitaciones continuas, en cuanto a buenas prácticas de manufactura, seguridad y calidad.

Asimismo, el proyecto promoverá la extracción y transformación de recursos propios, incentivando el comercio y el desarrollo económico de la zona. Dicha medida se encuentra de acuerdo a la Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía que apoya el desarrollo sostenible e integral de la región, promoviendo la inversión privada.

Cabe resaltar que a pesar de explotar intensivamente las hectáreas de cultivo de yuca (6 500 ton aproximadamente para el último año proyectado), la producción de este tubérculo en Maynas es de 102 000 ton, por lo que el proyecto planea conservar la diversidad biológica de la región.

Asimismo, el impacto en la salud de los pobladores locales se mitigará al implementar un sistema de filtración catalítica de gases, no solo para situarnos por debajo del límite máximo permisible, sino para minimizar al máximo la contaminación ambiental.

Por último, los residuos sólidos orgánicos, como la cáscara de la yuca, serán llevados a zonas de compostaje para ser reutilizado por campesinos agricultores de las zonas aledañas.

9.3 Impacto social del proyecto

Valor agregado: El valor generado por la empresa incluido los sueldos, intereses, depreciación, utilidades, impuestos, entre otros. Se utilizará como tasa de descuento el costo promedio de capital, el cual para el proyecto es de 11,66%.

A continuación, en la Tabla 9.1 se presentará el valor agregado monetario del proyecto.

Tabla 9.1*Valor agregado del proyecto*

Valor agregado anual (\$)								
Ítems	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
MOD	39 890	41 736	43 809	44 794	45 734	46 539	48 210	49 060
MOI	67 675	70 395	73 137	74 728	76 027	77 140	79 325	80 494
Gasto de administración y ventas	67 790	67 790	67 790	67 790	67 790	67 790	67 790	67 790
Servicios	12 703	12 739	12 857	12 917	12 978	13 029	13 080	13 132
Intereses	37 534	30 974	23 758	15 820	7 088	-	-	-
Participaciones	4 849	6 296	7 644	9 281	10 905	12 329	12 797	13 330
Utilidad	43 643	56 661	68 792	83 530	98 145	110 962	115 177	119 966
Depreciación no fabril y amortización	14 627	14 627	14 627	14 426	14 426	14 426	14 426	14 426
Depreciación fabril	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240	60 240
Valor agregado anual	348 953	361 459	372 655	383 527	393 332	402 455	411 046	418 439

Considerando la información de la tabla, al término del proyecto se contribuirá socialmente con \$1 914 308,81 a valor presente.

Tabla 9.2

Otros indicadores sociales

Relación producto/capital	=	$\frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión total}}$	=	$\frac{1\ 914\ 308,81}{1\ 001\ 281,46}$	=	1,91
Intensidad de capital	=	$\frac{\text{Inversión total}}{\text{Valor agregado}}$	=	$\frac{1\ 001\ 281,46}{1\ 914\ 308,81}$	=	0,52
Relación densidad de capital	=	$\frac{\text{Inversión total}}{\text{Empleos generados}}$	=	$\frac{1\ 001\ 281,46}{26,00}$	=	38 510,83

Según la Tabla 9.2 mostrada anteriormente, la intensidad de capital del proyecto es 0,52, lo que significa que se necesita 0,52 dólares de inversión por cada dólar de valor agregado generado.

Asimismo, según la relación densidad de capital obtenida, se invertirá \$38 510,83 por cada puesto de trabajo creado.

Este capítulo permitió identificar a la población rural de Maynas como zona de impacto, generando más empleo directo e indirecto. Debido a los requerimientos de la planta y a que solo se negociará con proveedores locales, se incentivará el comercio y promoverá el desarrollo económico en la zona. Además, considerando al personal como el recurso más importante de la empresa, habrá constantes capacitaciones a su alcance. La planta al finalizar los 8 años de proyección habrá generado \$1 914 308,81 socialmente.

CONCLUSIONES

- Establecer una planta de producción de etanol carburante anhidro es un proyecto rentable debido a que el VAN económico, la TIR y el beneficio-costo resultaron positivos y la inversión se recupera dentro del horizonte de vida del proyecto, en 6,88 años, según el flujo económico.
- El costo de la yuca y el precio del producto influyen en gran medida el retorno esperado por el accionista, debido a que el punto de inflexión en el cual el VAN se torna negativo es 1,59% y -0,59%, respectivamente. Por lo tanto, se debe comprar en cantidad y homologar a nuestros proveedores para que el costo de yuca no aumente de sobremanera; y evitar políticas de promoción por compras en cantidad para nuestros clientes, ya que el proyecto no sería rentable.
- Según el análisis de las tecnologías existentes para la producción de etanol carburante anhidro, se escogió para el proceso de molienda, el de molienda seca por el alto rendimiento de dicho método; se separó el proceso de licuefacción y se realizará la sacarificación y fermentación en simultáneo para ahorrar maquinaria, tiempo y recursos. Por último, en el proceso de destilación, se utilizará destilación fraccionada con tamices moleculares debido a que produce etanol a alta concentración.
- La demanda de etanol por parte de la Refinería Iquitos se encontraría en constante crecimiento, alcanzado 17,76 millones de litros en el 2026. Nuestro proyecto pretende abarcar el 16,5% de dicha demanda anual.
- Los proveedores de etanol nacionales se encuentran lejos de la Refinería Iquitos, por lo tanto, nuestro cliente ahorrará costos de flete al comprar nuestro producto.
- Nuestra estrategia de precio fijada para el etanol carburante anhidro disminuirá el precio neto de la gasolina, teniendo en cuenta el costo actual del petróleo puro y del margen de refinación.
- Se estableció la planta en Loreto, específicamente, en la provincia de Maynas debido a que existe mayor disponibilidad de terrenos, agua y mano de obra; factores importantes para establecer una planta de biocombustibles. Asimismo, permite

ubicarnos cerca del mercado debido a que la Refinería Iquitos, también se encuentra en dicha región.

- El tamaño determinante de la planta fue el de mercado, pero para la investigación de considerará el tamaño-tecnología (10 767,57 L/día), ya que este no sobrepasa desmesuradamente al tamaño-mercado (8 030,67 L/día), además se tiene en cuenta que la demanda crecerá en el tiempo. Asimismo, cabe resaltar que el tamaño escogido es mayor al del punto de equilibrio (4 413,00 L/día), por lo que se considera que es un proyecto que generará utilidades para el accionista.
- Para ahorrar costos de personal, la mano de obra directa e indirecta laborará en la empresa, solo cuando se necesite cumplir con el programa de producción anual. Los días restantes del año, solo laborarán en la planta el personal administrativo y un jefe de planta con un horario de 8 horas por día.



RECOMENDACIONES

A continuación, detallaremos las recomendaciones:

- Se recomienda que la empresa, para estar a la par con sus competidores, se certifique con la ISO 9001 a la calidad y la ISO14000 a la gestión ambiental. Asimismo, la certificación ISCC sobre uso sostenible de la tierra, la protección de la biosfera y reducción de los gases invernaderos.
- Actualizarse constantemente sobre nuevas tecnologías e investigaciones en el rubro que permitan una producción que aproveche mejor los recursos.
- Implementar una campaña de concientización sobre fuentes alternativas de producción de etanol y los beneficios de la yuca para este proceso, de tal forma que posteriormente, la empresa pueda diversificarse a más clientes.
- Aumentar la cartera de proveedores de tal forma que no dependamos de unos pocos ofertantes que podrían aprovecharse y aumentar el precio de la yuca, lo cual nos perjudica.
- Hacer un estudio más a fondo sobre empresas extranjeras que se desarrollen en nuestro mismo rubro, analizar sus fortalezas y adaptarlas e implementarlas en nuestra empresa.
- Estimular la relación entre cada parte nuestra cadena de suministro; se debe fortalecer los lazos tanto con nuestro cliente como con cada uno de nuestros proveedores, asegurando de esa forma una excelente gestión logística.

REFERENCIAS

- Agrodigital (2018). Record mundial de bioethanol en 2018.
Recuperado de Página web de Agrodigital:
<https://www.agrodigital.com/wp-content/uploads/2018/07/bioetanol2018.pdf>
- Agrodigital. (s.f.). Máximos Históricos para el Bioetanol en 2015. Recuperado de
Página web de Agrodigital:
<http://www.agrodigital.com/Documentos/etanolnv15.pdf>
- Bloomberg Markets. (2016). DL1:COM. Recuperado de Página web de Bloomberg
Markets: <https://www.bloomberg.com/quote/DL1:COM>
- Global Agricultural Information Network. (2018). Peru: Biofuels Annual. Recuperado
de Página web de GAIN:
https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Biofuels%20Annual_Lima_Peru_10-29-2018.pdf
- Global Agricultural Information Network. (2016). Colombia: Biofuels Annual Report.
Recuperado de Página web de GAIN:
http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Bogota_Colombia_8-12-2016.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2009). Perfil Sociodemográfico del
Departamento de Loreto. Recuperado de Página web de INEI:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0838/Libro05/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2010). Clasificación Industrial
Internacional Uniforme. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). Compendio Estadístico Perú
2014. Recuperado de Página web del INEI:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). Perú: Panorama Económico
Departamental . Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2014). Producción Nacional 2013.
Lima: Informe Técnico INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). Población Económicamente
Activa según Niveles de Empleo. Recuperado de Página web de INEI:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1105/cap03.pdf

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). Principales Indicadores del Sector Transporte 1999-2012. Recuperado de Página web de INEI:
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>
- Ministerio de Agricultura. (2008). Plan Estratégico Regional del Sector Agrario de Loreto 2009-2015. Recuperado de Página web del Minagri:
http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/loreto.pdf
- Ministerio de Energía y Minas. (2001). Refinerías. Recuperado de Página web del MINEM:
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/atlas/hidrocarburos/refinerias.pdf?iotmwsixlwsbjccv>
- Ministerio de Energía y Minas. (2007). Decreto Supremo N°021-2007-EM. Recuperado de Página web del MINEM:
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/Legislacion/Biocombustibles/Decreto%20Supremo%20No%20021-2007-EM.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2010). Estadística Eléctrica por Región 2010. Recuperado de Página web del MINEM:
[http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Estad%20C3%83%20C2%ADstica%20E1%20C3%83%20C2%A9ctrica%20por%20Regi%C3%83%20C2%B3n%202010\(2\).pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Estad%20C3%83%20C2%ADstica%20E1%20C3%83%20C2%A9ctrica%20por%20Regi%C3%83%20C2%B3n%202010(2).pdf)
- Ministerio de Energía y Minas. (2010). Estadística Eléctrica por Regiones. Recuperado de Página web de MINEM:
[http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Cap%20C3%83%20C2%ADtulo2_%20Estad%20C3%83%20C2%ADstica%20E1%20C3%83%20C2%A9ctrica%20por%20Regiones%202010\(1\).pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Cap%20C3%83%20C2%ADtulo2_%20Estad%20C3%83%20C2%ADstica%20E1%20C3%83%20C2%A9ctrica%20por%20Regiones%202010(1).pdf)
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). Infraestructura Vial Existente del Sistema Nacional de Carreteras. Recuperado de Página web del MTC:
<http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (s.f.). Decreto Supremo N°021-2007-EM. Recuperado de Página web de OSINERGMIN:
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Reglamento%20para%20la%20Comercializaci%C3%B3n%20de%20Biocombustibles.pdf
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2015). La Industria de los Hidrocarburos Líquidos en el Perú. Recuperado de Página web de Osinergmin:
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-industria-hidrocarburos-liquidos-Peru.pdf
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (Marzo de 2016). Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado de Hidrocarburos Segundo Semestre del 2015. Recuperado de Página web del Osinergmin:
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Reportes_de_Mercado/RSMMH-II-2015.pdf

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2011). Informe Semestral: Análisis de la Evolución de Precios del Etanol y Gasohol y propuesta de Metodología para el Cálculo del Precio de Referencia del Gasohol. Recuperado de Página web de Osinergmin:
<http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/pdf/2011/Informe-No.0006-2011-GART.Anexo3.pdf>

Veritrade. (2016). Exportaciones de Yuca. Recuperado de Sitio web de Veritrade:
<http://www.veritrade.info/index.aspx>



BIBLIOGRAFIA

- Agilent Technologies. (2001). 6890 GC Site Preparation. Recuperado de Página web de Agilent Technologies:
<http://www.agilent.com/cs/library/support/documents/a16011.pdf>
- Agrodata Perú. (2015). Alcohol Etilico – Etanol Perú Exportación Junio 2015. Recuperado de Página de Agrodata:
<http://www.agrodataperu.com/2015/07/alcohol-etilico-etanol-peru-exportacion-junio-2015.html>
- Alba, S., & Escobedo, P. (2013). Destilación de una mezcla de etanol-agua. Recuperado de Página web de Universidad Autónoma de Chihuahua: <https://fcq-unitarias2.wikispaces.com/file/view/Reporte+2+destilaci%C3%B3n.pdf>
- Arévalo Flores, S. P. (2002). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de alcohol rectificado a partir de la melaza de caña usando métodos biotecnológicos. Lima: Universidad de Lima.
- Asociación Latinoamericana de Instituciones Financieras para el Desarrollo (ALIDE). (2012). Directorio de Fuentes de Financiamiento Internacional. Recuperado de Página web de ALIDE:
[https://issuu.com/alide_publicaciones/docs/directorioalide_ff?backgroundColor =](https://issuu.com/alide_publicaciones/docs/directorioalide_ff?backgroundColor=)
- Asociación Nacional del Agua. (2013). Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú. Recuperado de Página web del ANA:
<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf>
- ASTM International. (1999). Standard Test Methods for Chloride Ion in WATER. Recuperado de Página web de ASTM:
<http://file.yizimg.com/175706/2011120911460521.pdf>
- ASTM International. (2000). Specific Gravity, Apparent, of Liquid Industrial Chemicals. Recuperado de Página web de Scribd:
<https://es.scribd.com/doc/283356814/ASTM-D-891-95-Standard-Test-Methods-for-Specific-Gravity>
- ASTM International. (2005). Standard Test Methods for Electrical Conductivity and Resistivity of Water. Recuperado de Página web de ASTM International:
<http://file.yizimg.com/175706/2011120609461824.pdf>
- ASTM International. (2009). Standard Test Method for Free Water and Particulate Contamination in Distillate Fuels. Recuperado de Página web de Agrifuels:
<http://agrifuelsqcs-i.com/attachments/1207%20d4176.pdf>

- ASTM International. (s.f.). Standard Test Method for Acidity and Chemical Intermediates Used in Paint, Varnish, Lacquer, and Related Products. Recuperado de ASTM International: <http://file.yizimg.com/175706/2011120811010691.pdf>
- ASTM International. (s.f.). Standard Test Methods for Copper in Water. Recuperado de ASTM International: <ftp://185.72.26.245/Astm/2/01/Section%2011/ASTM1101/PDF/D1688.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). Caracterización del Departamento de Loreto. Recuperado de Página web del BCRP: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Iquitos/Loreto-Characterizacion.pdf>
- Banco Mundial. (2013). Población, total. Recuperado de Página web del Banco Mundial: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>
- Biocombustibles Sostenibles del Caribe S.A. (s.f.). Ficha Técnica Biodiesel B-100. Recuperado de Página web de BioSC S.A.: http://www.biosc.com.co/rsc/ficha_tecnica_biodiesel.pdf
- Biodisol. (s.f.). Biodiésel: ¿Qué es biodiésel? Recuperado de Página web de Biodisol: <http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/>
- Borroso Castillo, J. (2016). ¿Qué es Octanaje? Recuperado de Pemex Refinación: <http://www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm>
- BP España. (2016). ¿Qué son los biocombustibles? Recuperado de Sitio web de BP España: http://www.bp.com/es_es/spain/medio-ambiente-y-sociedad/biocombustibles/que-son-los-biocombustibles.html
- Calle, J. (s.f.). Biocombustibles en el Perú y su importancia. Recuperado de Página del Programa Subsectorial de Irrigaciones: <http://www.psi.gob.pe/docs/biblioteca/exposiciones/Biodiesel.pdf>
- Caña Brava. (s.f.). Quiénes Somos. Recuperado de Página web de Caña Brava: <http://www.canabrava.com.pe/nosotros/quienes-somos>
- Chanove Borja, G. (2016). Panorama del Mercado del Etanol en el Perú. (E. H. Rodríguez Yagui, Entrevistador)
- Castaño, H. I., & Mejía, C. E. (2008). Producción de etanol a partir de almidón de yuca utilizando la estrategia de proceso sacarificación-fermentación simultánea (SSF). Recuperado de Página web de Scielo Colombia: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042008000200007
- Castaño, H., & Cordoba, M. (2011). Producción de etanol a partir de harina de yuca en un sistema de hidrólisis enzimática y fermentación simultánea. Recuperado de Pagina web de Universidad Nacional de Colombia: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/20191/48741>

- Castaño, H., Mejía, C., & Ríos, O. (2012). Producción de etanol a partir de harina de yuca utilizando diferentes estrategias en modo continuo. Recuperado de Página web de Scielo Colombia:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552012000100009
- Cobana, M. (2007). Proceso de Extracción de Almidón de Yuca por Vía Seca. Recuperado de Página web de Scielo:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602007000100014
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2006). Especificaciones de la calidad del etanol carburante y del gasohol . Recuperado de Página web de CEPAL: [file:///C:/Users/User/Downloads/2006%20-%20etanol_%20especificaciones%20de%20la%20calidad%20del%20etanol%20carburante%20y%20del%20gasohol%20y%20normas%20tecnicas%20para%20la%20infraestructura%20p1%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/2006%20-%20etanol_%20especificaciones%20de%20la%20calidad%20del%20etanol%20carburante%20y%20del%20gasohol%20y%20normas%20tecnicas%20para%20la%20infraestructura%20p1%20(2).pdf)
- Comité Técnico de Normalización. (2006). Biocombustibles. Etanol Carburante Anhidro. Especificaciones. Recuperado de Página web de Comité Técnico de Normalización:
<file:///C:/Users/User/Downloads/rtca%2075.02.46.07%20etanol%20especificaciones.pdf>
- Congreso de la República. (2004). Ley de Creación del Parque Industrial Amazonas en el Nor Oriente Peruano. Recuperado de Página web de Congreso de la República:
<http://www2.congreso.gob.pe/sicr/RelatAgenda/proapro.nsf/ProyectosAprobadosPortal/BFA474EEDBB88C2005256E3600808684>
- Congreso de la República. (s.f.). Ley de Creación del Parque Industrial de Iquitos. Recuperado de Página web del Congreso de la República:
[http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/RelatAgenda/proapro.nsf/ProyectosAprobadosPortal/0B46C17650C36B3E05257806007E7965/\\$FILE/3644ParqueIndustrialIquitos.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/RelatAgenda/proapro.nsf/ProyectosAprobadosPortal/0B46C17650C36B3E05257806007E7965/$FILE/3644ParqueIndustrialIquitos.pdf)
- Connectas. (2016). Los zares del etanol. Recuperado de Página web de Connectas:
<http://www.connectas.org/project/et/es/art2.html>
- Consejo Nacional de Energía. (2007). ¿Cuáles son las ventajas y las desventajas de usar etanol en lugar de gasolina? Recuperado de Sitio web del Gobierno de El Salvador: http://www.cne.gob.sv/index.php?view=items&cid=4%3Afaq-biocombustibles&id=3%3Aicuales-son-las-ventajas-y-las-desventajas-de-usar-etanol-en-lugar-de-gasolina&option=com_quickfaq&Itemid=181
- Cortés, C., & Rodríguez, R. (s.f.). Tamices Moleculares. Recuperado de Página de Slidehare: <https://es.slideshare.net/fabianrodriguezanguna/tamices-moleculares>
- Cortés, S., & Chavarriaga, P. (2009). Biocombustibles y biotecnología: La yuca como modelo de investigación. Recuperado de Revista Universidad Nacional de

Colombia:

<http://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/13940/14662>

Diario La Región. (2010). Crean Parque Industrial en Yurimaguas. Recuperado de Página web del Diario La Región: <http://diariolaregion.com/web/crean-parque-industrial-en-yurimaguas/>

Dirección General de Transporte Acuático. (s.f.). Transporte Fluvial y Vías Navegables en el Perú. Recuperado de Página web del Congreso de la República: <http://www4.congreso.gob.pe/historico/cip/materiales/rembarcaciones/doc1.pdf>

Dirección Regional de Energía y Minas Loreto. (2016). Producción de energía eléctrica se incrementó 7.1%. Recuperado de Página web de DREM-LORETO: <http://www.dremloreto.gob.pe/drem-loreto-produccion-de-energia-electrica-se-incremento-71/>

Distribuidora de Insumos de Occidente. (s.f.). Ficha técnica de Alcohol Etilico 96°. Recuperado de Página web de Distribuidora de Insumos de Occidente: http://www.dioccidente.com/fichas_tecnicas/alcohol96.pdf

Duke Energy. (s.f.). Operaciones. Recuperado de Página web de Duke Energy: <http://www.duke-energy.com.pe/Operaciones/Paginas/default.aspx>

Ecoagricultor. (2016). Yuca o Mandioca, beneficios y propiedades nutricionales. Recuperado de Página web de Ecoagricultor: <http://www.ecoagricultor.com/yuca-mandioca/>

El Comercio. (2015). Empresas locales ajustan estrategias ante alza del dólar. Recuperado de Página web de El Comercio: <http://elcomercio.pe/economia/mercados/empresas-loales-ajustan-estrategias-ante-alza-dolar-noticia-1850053>

El Comercio. (2015). Grupo Gloria pagará US\$108 mlls. por activos de etanol de Maple. Recuperado de Economía: <http://elcomercio.pe/economia/negocios/grupo-gloria-pagara-us108-mlls-activos-compra-etanol-maple-energy-noticia-1802596>

Encuentro Nacional GLP. (s.f.). Todo sobre el GLP en el Perú. Recuperado de Página web de Encuentro Nacional GLP: <http://glp.perueventos.org/10-glp/44-el-mercado-de-glp-en-el-peru>

Facultad de Química. (s.f.). Hoja de Seguridad XII Etanol. Recuperado de Página web de la Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/12etanol.pdf>

Fernández, E., & Galván, A. (s.f.). Determinaciones colorimétricas específicas de compuestos: Determinación de Glucosa. Recuperado de Página web de Universidad de Córdoba: <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08III%20ESPECTROFOTOMETR%C3%8DA.pdf>

Fernández, M., & Concepción, E. (2014). Estrategia nacional para combustibles y vehículos más limpios y eficientes en el Perú. Recuperado de Página web del

Ministerio del Ambiente: http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/06/Presentaci%C3%B3n_estrategia_transporte_limpio_Peru_final-MINAM-2.pdf

- Fernández, V., & Pérez-Caballero, A. (s.f.). Tesina Commodities agrícola y biocombustibles. Recuperado de Página web de Barcelona School of Management:
<http://www.barcelonaschoolofmanagement.upf.edu/documents/Tesina-Commodities-agricolas-y-biocombustibles.pdf>
- Gallego, S. (2009). Experiencias en la producción de bioetanol a partir de Yuca. Recuperado de Página web de Universidad del Quindío:
<http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/eventos/siquia/siquia2009c12.pdf>
- García, N., & Martínez, E. (s.f.). Diseño de Tanque para Almacenamiento de Etanol Anhidro. Recuperado de Escuela Superior Politécnica del Litoral:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2385/1/4725.pdf>
- Garrido, H. (2016). Las 5 causas y 10 efectos de la crisis del petróleo: ¿quién gana, quién pierde y cómo nos afecta? Recuperado de Página web de 20 minutos:
<http://www.20minutos.es/noticia/2653191/0/causas-efectos/crisis-petroleo-barato/perjudicados-beneficiados/>
- Gas Natural Vehicular Chile. (s.f.). ¿Qué es GNV? Recuperado de Página web de Gas Natural Vehicular Chile: http://www.gnv.cl/sobre_gnv
- Gestión . (s.f.). Exportación de etanol generaría divisas por US\$85 mllns al año. Recuperado de Sitio web de Gestión:
<http://gestion.pe/noticia/380595/exportacion-etanol-peruano-generaria-divisas-us85-mllns-al-ano>
- Gestión. (2014). Región Amazonas contará con dos hidroeléctricas que generarán 1,400 Mw. Recuperado de Página web de Gestión: <http://gestion.pe/economia/region-amazonas-contara-dos-centrales-hidroelectricas-que-generaran-1400-mw-electricidad-2096429>
- Gestión. (2016). ¿Por qué el precio de los combustibles no baja más si el petróleo sigue cayendo? Recuperado de Página web de Gestión:
<http://gestion.pe/mercados/que-precio-combustibles-no-bajan-mas-si-petroleo-sigue-cayendo-2153030>
- Gobierno Regional de Ucayali. (2013). Ucayali es una de las cinco primeras regiones donde se implementará un Parque Industrial este año. Recuperado de Página web de Gobierno Regional de Ucayali:
http://www.regionucayali.gob.pe/prensa/index.php?option=com_content&view=article&id=147:ucayali-es-una-de-las-cinco-primeras-regiones-donde-se-implementara-un-parque-industrial-este-ano&catid=37:gestion
- Grove, J. (2007). Bioethanol Standardization. Recuperado de Página web del Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología de Brazil:

- <http://www.infoconsumo.gov.br/barreirastecnicas/apresentacoes/BioethanolStandardization.pdf>
- Grupo Gloria. (s.f.). Cartavio S.A.A. Recuperado de Página web de Grupo Gloria:
<http://www.grupogloria.com/cartavio.html>
- Grupo Gloria. (s.f.). Casa Grande S.A.A. Recuperado de Página web de Grupo Gloria:
<http://www.grupogloria.com/casagrande.html#>
- Interletras. (2000). Yuca-Cassava . Recuperado de Manual del Exportador de Frutas, Hortalizas y Tubérculos en Colombia:
<http://interletras.com/manualcci/Tuberculos/Yuca/Calidad02.htm>
- Investing. (2016). Petróleo crudo futuros - Oct 2016. Recuperado de Página web de Investing: <http://es.investing.com/commodities/crude-oil>
- Jefatura del Laboratorio de la Universidad San Martín de Porres. (2004). Obtención de Etanol a partir de Yuca. Recuperado de Boletín Informativo InfoFIA N°47:
<http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info47/artIndEtanol.htm>
- La Nación. (2006). Los motores flex dominan el mercado en Brasil. Recuperado de Página web de La Nación: <http://www.lanacion.com.ar/771859-los-motores-flex-dominan-el-mercado-en-brasil>
- La República. (2015). Congreso amplía ley de beneficios tributarios para la Amazonía. Recuperado de Página web de La República:
<http://larepublica.pe/politica/724967-congreso-amplia-ley-de-beneficios-tributarios-para-la-amazonia>
- Latin Trade. (2013). Precios de Etanol a la Baja. Recuperado de Página web de Latin Trade: <http://latintrade.com/es/precios-de-etanol-a-la-baja/>
- Liscano, Y. (2014). Producción de bioetanol de tallos de yuca. Recuperado de Página de la Universidad Nacional de Colombia:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/46389/1/94544622.2014.pdf>
- Loebl Hleap, A. (2013). Etanol de Perú. Recuperado de Editorial Universitaria de la Universidad de Ingeniería: <http://www.eduni.uni.edu.pe/AriLoebl.pdf>
- Machado L., D., & Romero G., R. (s.f.). Diseño de un sistema de enfriamiento para un reactor de tanque agitado. Recuperado de Página web de la Universidad de Carabobo: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/a7n1/7-1-5.pdf>
- Maritime Industry Foundation. (s.f.). Cargas Líquidos a Granel. Recuperado de Página web de Maritime Industry Foundation:
<http://www.maritimeinfo.org/es/Maritime-Directory/liquid-bulk-cargo>
- McCurry, J. D. (s.f.). Analysis of Denatured Fuel Ethanol using ASTM Method D5501-09. Recuperado de Página web de Agilent:
<http://cn.agilent.com/cs/library/applications/5990-6650EN.pdf>

- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (s.f.). Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora de Etanol. Recuperado de Página web de MINCETUR:
http://ww2.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/plan_exportador/publicaciones/Etanol.pdf
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. (s.f.). NTP 356: Condiciones de seguridad en la carga y descarga de camiones cisterna: líquidos inflamables (I). Recuperado de Página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_356.pdf
- Monsalve G., J. F., & Medina de Pérez, V. (2006). Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y de almidón de yuca. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Montoya, M. I. (2005). Esquema tecnológico integral de la producción de bioetanol. Recuperado de Core UK: <https://core.ac.uk/download/pdf/11051475.pdf>
- Mosquera, D., & Cumbal, H. M. (2014). Obtención de etanol anhidro a partir de materiales feculentos de producción nacional: Maiz y Yuca. Recuperado de Página web de Research Gate:
https://www.researchgate.net/publication/264847831_OBTENCION_DE_ETANOL_ANHIDRO_A_PARTIR_DE_MATERIALES_FECULENTOS_DE_PRODUCCION_NACIONAL_MAIZ_Zea_maiz_Y_YUCA_Manihot_esculenta_grantz
- Muñoz, A., & Vega, J. (2014). Determinación de azúcares reductores por espectrofotometría. Recuperado de Página eweb de Slideshare:
<https://es.slideshare.net/vegabner/determinacin-de-azcares-reductores-por-espectrofotometra-mtodo-dns>
- Museo Nacional de Ciencias Naturales. (s.f.). Cromatografía líquida de alta eficacia. Recuperado de Página web de Museo Nacional de Ciencias Naturales:
http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia_liquida_de_alta_eficacia.pdf
- Naciones Unidas. (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de Página web de UN Climate Change Newsroom: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Narciso Chávez, J. E. (2013). Avances en transporte y eficiencia energética. Recuperado de Página web del Ministerio del Ambiente:
<http://www.cmmolina.cl/wp-content/uploads/2013/07/Juan-Narciso-Presentacion-Reunion-Chile-Ago-2013.pdf>
- Ognio Solíz, A. (1990). Obtención de alcohol a partir de yuca (Manihot esculenta Grantz). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Orejuela Revilla, R. (1987). Producción de etanol en base a la caña del azúcar para usarlo como insumo en la obtención de gasol . Lima: Universidad de Lima.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2006). El mercado de almidón añade valor a la yuca. Recuperado de Sitio web de la FAO: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0610sp1.htm>
- Perúpetro. (s.f.). Mapa de Lotes. Recuperado de Página web de Perúpetro: <http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/perupetro/site/Informacion%20Relevante/Mapa%20de%20Lotes/Mapa%20de%20Lotes>
- Petroperú. (s.f.). Acerca de Petroperú. Recuperado de Página web de Petroperú: <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=40>
- Petroperú. (s.f.). Operaciones Selva. Recuperado de Intranet del MINEM: <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/ogp/GVEP/talleres/operacionselva.pdf>
- Petroperú. (s.f.). Refinería Iquitos . Recuperado de Página web de Petroperú: <https://www.petroperu.com.pe/Main.asp?Seccion=73>
- Pluspetrol. (s.f.). Peru. Recuperado de Página web de Pluspetrol: <http://www.pluspetrol.net/peru.php>
- Pluspetrol. (s.f.). Pluspetrol Norte. Recuperado de Página web de Pluspetrol: <http://www.pluspetrol.net/peru/ppn.php>
- Pymex. (2009). Yuca: Uno de los cultivos más importantes del trópico. Recuperado de Página web de Pymex: <https://pymex.pe/emprendedores/proyectos-de-inversion/la-yuca-manihot-esculenta-crantz-es-uno-de-los-cultivos-mas-importantes-del-tropico>
- Real Academia Española. (2016). Gasolina. Recuperado de Sitio web de la Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=IyyPY9x>
- Redacción Motor. (2016). Parque Automotor de Colombia es de 12.5 Millones de Vehículos. Recuperado de Página web de Motor: <http://www.motor.com.co/actualidad/industria/parque-automotor-colombia-12-millones-vehiculos/27016>
- Rosadio Quevedo, A. (s.f.). Etanol: El alcohol combustible del futuro. Recuperado de Página web de Ministerio de Agricultura y Riego: <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/otros/tecnoserve-oportunidades-etanol-en-peru.pdf>
- RPP. (2010). ¿Qué es el gasohol? Recuperado de Sitio web de RPP: <http://rpp.pe/economia/economia/que-es-el-gasohol-noticia-298835>
- Salcedo, J. G., & Montes, E. J. (2009). Producción de jarabes de fructuosa por medio de la hidrólisis enzimática del almidón de yuca. Recuperado de Página web de Scielo Colombia:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532009000400011

- Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. (2015). Anuario Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera 2015. Recuperado de Página web de SIEA:
<http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles de Chile. (23 de Mayo de 2008). Protocolo de Normas Técnicas para Análisis y/o Ensayos para Bioetanol y Biodiesel. Recuperado de Página web de SEC:
<http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/COMBUSTIBLES%20RESOLUCIONES/RE%20746,%20METODOS%20ENSAYO%20BIOCL.PDF>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2016). Tipo de cambio Setiembre-2016. Recuperado de Sitio web de SUNAT:
<http://www.sunat.gob.pe/cl-at-ittipcam/tcS01Alias>
- TCC Colombia. (2016). Combustibles ecológicos. Recuperado de Al día con la ecología: <http://www.tcc.com.co/html/quitalepesoalplaneta/content/news-2.html>
- Toponavi. (2016). Distancia entre ciudades. Recuperado de Sitio web de Toponavi:
<http://pe.toponavi.com/>
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (2016). Yuca. Recuperado de Sitio web del Programa de Investigación y Proyección Social en Raíces y Tuberosas:
<http://www.lamolina.edu.pe/investigacion/programa/yuca/#PRODUCCIONNATURAL>
- Universidad Nacional Toribio Rodríguez Mendoza de Amazonas. (s.f.). La Universidad. Recuperado de Página web de Universidad Nacional Toribio Rodríguez Mendoza de Amazonas: <http://www.untrm.edu.pe/index.php/es/27-cooperacion-tecnica>
- Vásquez, J. A. (2008). Proyectos de Inversión: Etanol Combustible. Recuperado de Página web de Banco Central de Reserva del Perú:
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2008/Lambayeque/EER-Lambayeque-JAVasquez.pdf>
- Web Activa Pro Autoempleo. (s.f.). Ley N° 27037, Ley de Promoción de Inversiones de la Amazonía. Recuperado de Página web de WAPA:
http://wapaperu.mpdl.org/index.php?option=com_content&view=article&id=213&Itemid=48



ANEXOS

Anexo 1: Artículo 2 del Protocolo de Kioto

Artículo 2

1. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3:

a) Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:

- i) fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;
- ii) protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente; promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, la forestación y la reforestación;
- iii) promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático;
- iv) investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;
- v) reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado;
- vi) fomento de reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal;
- vii) medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte;
- viii) limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía;

Anexo 2: Entrevista al ingeniero Gustavo Chavone

Preguntas de la entrevista:

- 1. ¿Cómo se encuentra la situación actual de las fuentes de energía en el Perú y como lo visualiza en un futuro?**
- 2. ¿Qué considera usted como la principal ventaja competitiva de los proveedores de las empresas petroleras?**
- 3. ¿Cuál es el proceso de selección de los proveedores de etanol en las empresas petroleras?**
- 4. Según su experiencia, ¿Cuánto etanol se comercializa actualmente en la selva?**
- 5. ¿Cuánto porcentaje de mercado podría tomar una empresa pequeña que quiere entrar al sector?**
- 6. ¿Cómo se establece la estrategia de precios del etanol, si en el Perú no se cuenta con un mercado regulado de futuros?**

Anexo 3: Decreto Supremo N° 021-2007-EM

TÍTULO II DE LA COMERCIALIZACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS BIOCOMBUSTIBLES Y DE SUS MEZCLAS CON LOS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS DERIVADOS DE LOS HIDROCARBUROS

Artículo 7°.- Porcentaje de la mezcla de Alcohol Carburante con gasolinas

El porcentaje en volumen de Alcohol Carburante en la mezcla gasolina - Alcohol Carburante que podrá comercializarse en el país será de 7,8% (siete coma ocho por ciento) y se le denominará Gasohol, según el grado de octanaje: Gasohol 97 Plus, Gasohol 95 Plus, Gasohol 90 Plus y Gasohol 84 Plus.

Artículo 8°.- Comercialización y cronograma de aplicación del Gasohol

- A partir de la vigencia de la presente norma el Gasohol podrá ser comercializado en todo el país, en las condiciones establecidas en la presente norma.

- A partir del 1 de enero de 2010 el Gasohol será de uso obligatorio en todo el país y reemplazará a todas las gasolinas motor.

Artículo 12°.- Comercialización Mayorista

Los Distribuidores Mayoristas con inscripción vigente en la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas son los únicos autorizados para comprar Alcohol Carburante y Biodiesel B100 de los productores para su comercialización y para su mezcla con gasolinas y Diesel N° 2 respectivamente.

Las empresas productoras de Biodiesel B100 y de Alcohol Carburante que deseen comercializar estos productos, sólo podrán venderlos a los Consumidores Directos y a los Distribuidores Mayoristas. Para venderlos a Consumidores Directos deberán registrarse como Distribuidores Mayoristas y no tendrán la obligación de tener un volumen mínimo de ventas ni mantener una existencia media mensual mínima de los productos que comercialicen.

Artículo 13°.- Lugares de Mezcla y Expendio

Las mezclas de Alcohol Carburante con gasolinas y de Biodiesel B100 con Diesel N° 2 se realizarán únicamente en las Plantas de Abastecimiento, que cuenten con inscripción vigente en el Registro de la Dirección General de Hidrocarburos, para lo cual éstas deberán realizar las adecuaciones correspondientes para las operaciones de mezcla en línea, que estarán a cargo del operador de la Planta de Abastecimiento.

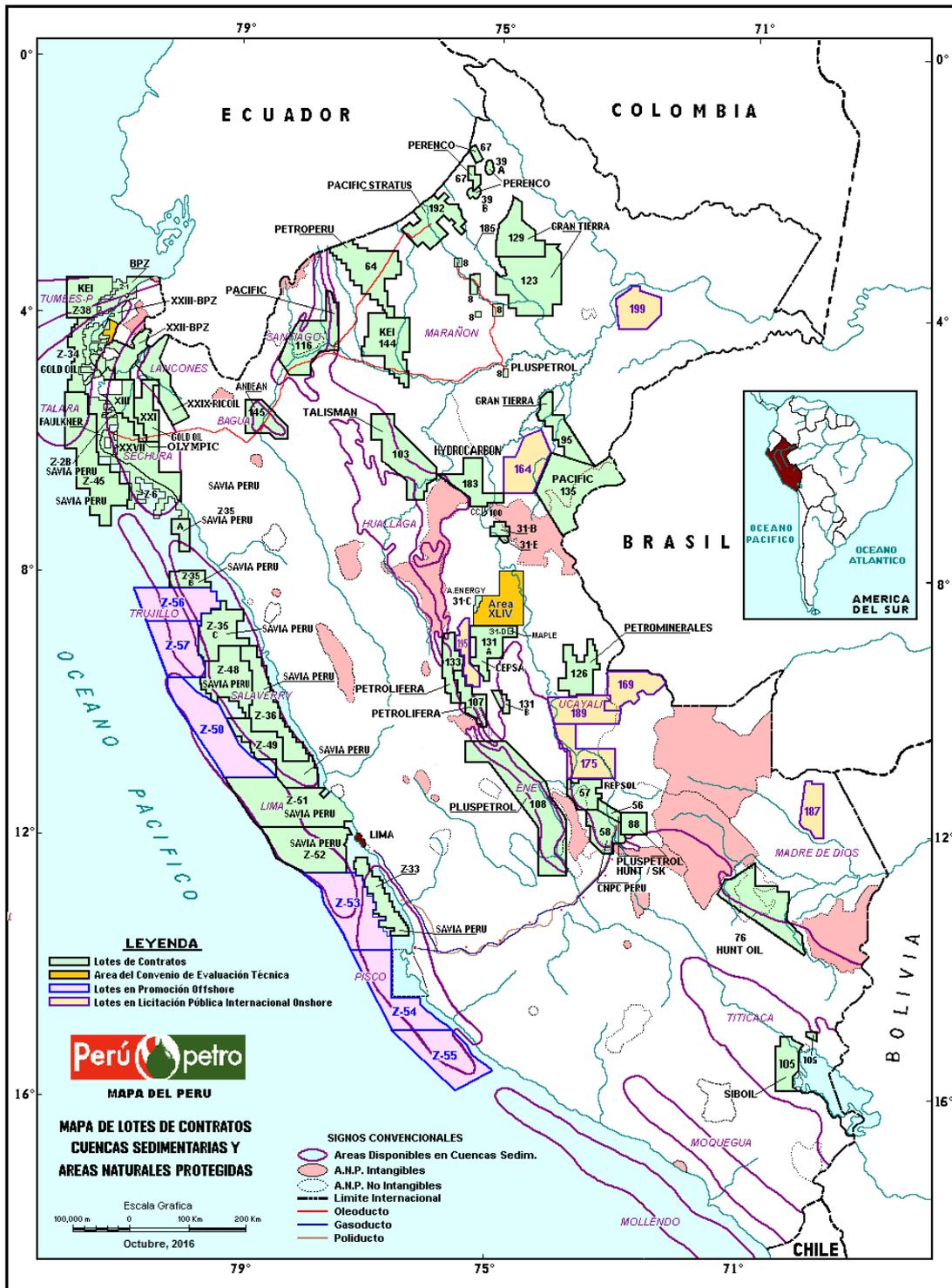
Los Grifos y/o Estaciones de Servicios debidamente inscritos en el Registro de Hidrocarburos podrán vender solamente Diesel B2 o Diesel B5 y Gasohol.

Los surtidores de expendio deberán tener en forma perfectamente visible el tipo de producto que éstos despachan. En el caso de comercializar Gasohol, los surtidores deberán tener la leyenda "Gasohol 97Plus, Gasohol 95Plus, Gasohol 90Plus y Gasohol 84Plus". En el caso de comercializarse Diesel B2 o Diesel B5 deberá indicarse en la leyenda de los surtidores "Diesel B2" o "Diesel B5" según corresponda.

Artículo 14°.- Obligación de informar al usuario

En la comercialización de los Biocombustibles y de sus mezclas con combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos, el vendedor previamente deberá informar al usuario, de manera clara y adecuada, sobre las características, la forma de uso, y toda la información relacionada con el producto. La información que proporcione el vendedor deberá ser por escrito.

Anexo 4: Mapa de lotes de contratos de explotación de petróleo



Anexo 5: Cotizaciones de maquinaria

1) Cotización para una planta de 20 000 LPD

No.	Description	FOB(USD)
酒精车间 Ethanol Workshop		
A1	粉碎工段 Crushing Section	47,500
A2	液化糖化工段 Liquefied Saccharification Section	178,000
A3	发酵工段 Fermentation Section	190,600
A4	蒸馏工段 Distillation Section	293,100
A5	无水工段 Dehydration Section	285,000
A5	通用设备 General Equipment	126,000
A6	电器仪表及自控系统 Electrical Equipment & Auto-control System	204,000
A7	管道、阀门、弯头 Pipes, Valves & Elbows	232,000
A8	设备平台框架、爬梯 Equipment Platforms & Ladders	11,500
A9	工艺设计费 Process Design	30,000
A10	安装监理及调试费 Supervision & Commissioning Fee	80,000
A11	包装捆扎费 Packaging & Lashing	8,900
A12	短途运输费 Short-distance Transport Cost	14,000
	小计 Subtotal	\$1,700,600.00

Estándar de producción

GB678-90 Standard

Item	Unit	National Fuel Ethanol Specification (GB678-90)		
		GR	A. P.	C.P.
Ethanol (20℃)	% (Volume)	99.8	99.7	99.5
Moisture≤	%	0.2	0.3	0.5
Evaporation Waste≤	%	0.005	0.001	
Test with Moisture		Qualified		
Density (20℃)	g/ml	0.789-0.791		
Acidity ≤	mmol/100g	0.02	0.01	0.1
Alkalinity ≤	mmol/100g	0.005	0.01	0.03
Methanol ≤	mg/l	200	500	2000
Isopropanol≤	mg/l	30	100	500
Carbonyl compound	mg/l	30		50
Iron≤	mg/l	0.1		
Zinc≤	mg/l			
permanganate-reducing substances≤	mg/l	2.5		6.0
Carbonize substances		Qualified		

2) Cotización para una planta de 10 000 LPD



TAIAN GAODENG CO.,LTD

Address: No.13 NANGUAN ROAD TAIAN CITY SHANDONG PROVINCE
 TEL: 0086-538-8280208 FAX: 0086-538-8291508
www.machinerybest.com alcohol0086@yahoo.com

10000L per day alcohol equipment list

milling section equipments list -----attachment 1

Equipment name	Qty	model	material	Remarks
Vibration feeder	1	GZ12	Cast iron	
Nozzle, air duct	1	φ125A	Q235	
Cyclone separator	1	JXL450A type	Q235	
air close device	1	GFZ-16L	Cast iron	
air fan	1	9-19ANe5Aleft-handed turning 90degree	Q235	
dust-removing column	1	JSB81200A type	Q235	
impeller feeder	2	2T/h	Q235	
mill	1	JFS56-40	Q235	
mixing tank	2	4 m ³	Q235	including mechanic mi
dense-liquid pump	2	Q=7m ³ /h H=60	SS	Frequency conversion r
Dust cover	1	1500x3000	Q235A	

Liquifacation and Saccharification section -----attachment 1

Equipment name	Qty	Model	Material	Remark
Steam device	1	φ325	Q235A	
Steam jet	1	7m ³ /h	SS	
Minting tank	1	2m ³	Q235	
Yeast tank	1	5m ³	Q235	
Liquifacation tank	2	JYH6	Q235	
Liquid-gas eaparator	1	JFQ1000	Q235	
Pre-liquifacation pump	1	Q=7m ³ /h H=40	Q235A	
Glucoamylase tank	1	φ400	SS	
Saccharification tank	2	JTH6	Q235	Cool inside
Spiral heat exchanger	2	60m ²	Q235A	
Liquifacation mash pump	2	Q=7m ³ /h H=40	Q235A	
Water device	1	φ400	Q235A	

Fermentation section equipments list -----attachment 1

fermentation tank	8	50m ³	Q235A	Inside SS pipe cooli
Tank-cleaning device	8		SS	
washing pump	1	Q=20m ³ /h H=60	SS	
breathing valve	8	DN50		
lye tank	1	3m ³	Q235	

Distillation section -----attachment 1

Equipment name	Qty	Model	Material	Remark
Steam device	1	φ325	Q235A	
Water device	1	φ400	Q235A	
dense liquid pump	2	Q=7 m ³ /h H=60	SS	Explosion-proof, freq
mash column	1	JSF800 (B)	SS	
rectification distillation column	1	JXB600 (B)	SS	
preheater	2	12m ²	SS	

Name of Commodity & Specification	Quantity	Unit price Fob Qingdao port	Total amour
<p>99,5% alcohol equipment(10000L per day, continue produce, equipment list pls see the attachment 1) INCLUDE : install and debug fees(8 engineers 30 days for install, 4 engineers 15 days for debug), 2 engineers 30 days for teach and guide running Not include room and board fees)</p>	1 SET	USD 678600.00	USD678600.
<p>Steam Boiler(2 tons,1 Mpa, bio gas+diesel oil fuel,include water soft system,bio gas pressure device,water separator)</p>	1 SET	USD61000.00	USD61000.0
<p>Waste Solid separat equipment (frame filter: 80m²)</p>	2 SET	USD13200.00	USD26400.0
<p>TOTAL SAY:U.S.DOLLARS:SEVEN HUNDRED AND SIXTY-SIX THOUSAND ONLY.</p>			USD 766000