

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

### **REDISEÑO DE PLANTAS AGROINDUSTRIALES CON ENFOQUE EN ECONOMÍA CIRCULAR**

### **REDISEÑO DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE UN DESTILADO DE JORA, CON UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR**

### **TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**RAZA SOLIS ALEX PAUL**  
alex.raza@epn.edu.ec

**DIRECTOR: ING. MARCO SINCHE SERRA, M.SC.**  
marco.sinche@epn.edu.ec

**DMQ, Febrero 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, Alex Paul Raza Solis declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**ALEX PAUL RAZA SOLIS**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Alex Paul Raza Solis , bajo mi supervisión.

---

**ING. MARCO SINCHE SERRA, M.SC.**  
**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

ALEX PAUL RAZA SOLIS

ING. MARCO SINCHÉ SERRA, M.SC.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este proyecto a mis tíos María Elena y Tito a quien me hubiera encantado conocer ya que por circunstancias de la vida ya no están con nosotros.

A mi hermano Hugo David a quien tomé como motivación para seguir adelante con mis estudios universitarios, con su ejemplo y apoyo incondicional he podido completar un objetivo más en mi vida.

Alex

## **AGRADECIMIENTO**

Mi gratitud a mis queridos padres Hugo y Silvia, por su confianza y apoyo durante toda mi vida y sobre todo por ser mi sostén en esta linda etapa universitaria. Gracias por estar conmigo tanto en los momentos buenos como en los momentos malos.

A mi tutor, Ing. Marco Sinche Serra que, con su paciencia, conocimientos y sobre todo con la motivación de hacerme seguir adelante en la carrera, aportó en la culminación de una etapa muy importante de mi vida.

A Cristian, Katya, Ederson y Richard que me brindaron su respaldo incondicional, con los que compartí muchos años juntos, viví experiencias únicas e inigualables y que de una u otra manera ayudaron a la culminación de este proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IIV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT.....	XII
1 JUSTIFICACIÓN .....	1
Objetivo general .....	5
Objetivos específicos .....	5
2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	6
2.1 Definición del producto .....	6
2.2 Materias primas e insumos .....	6
2.2.1 Materia prima .....	6
2.2.2 Insumos.....	8
2.3 Esquema del proceso .....	9
2.3.1 Recepción de la materia prima.....	9
2.3.2 Triturado .....	9
2.3.3 Mezclado.....	9
2.3.4 Macerado .....	10
2.3.5 Filtrado .....	10
2.3.6 Inoculación .....	10
2.3.7 Fermentación .....	10
2.3.8 Destilación.....	10
2.3.9 Estandarización .....	11
2.3.10 Embotellado y etiquetado.....	11
3 CRITERIOS DE REDISEÑO .....	11
3.1 Esquema del procesos en el rediseño .....	12
3.1.1 Vapor de calentamiento y agua de enfriamiento .....	12
3.1.2 Afrecho en la maceración.....	13

3.1.3	Sedimentos y sedechos líquidos.....	14
3.1.4	Botellas de vidrio.....	15
3.1.5	Etiquetas .....	16
3.2	Rediseños adicionales.....	16
4	DISEÑO DE LA PLANTA .....	17
4.1	Planificación de la producción .....	17
4.1.1	Análisis de mercado .....	17
4.1.1.1	Demanda .....	17
4.1.1.2	Competidores.....	18
4.1.1.2	Proveedores .....	19
4.1.2	Capacidad de la planta .....	20
4.1.3	Localización de la planta .....	21
4.1.3.1	Macrolocalización .....	21
4.1.3.2	Microlocalización .....	21
4.2	Diagrama de bloques .....	22
4.3	Balance de masa .....	23
4.4	Balance de energía .....	24
4.5	Listado de equipos.....	24
4.6	Diagrama de flujo .....	25
4.7	Disposición de la planta y planos de elevación.....	31
4.7.1	Análisis de proximidad .....	31
4.7.2	Disposición de la planta .....	33
4.8	Diagrama de instrumentación y tuberías .....	37
4.9	Distribución de las actividades .....	40
5	ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	42
5.1	Indicadores financieros .....	44
5.1.1	Valor actual neto .....	44
5.1.2	Tasa interna de retorno.....	45
5.1.3	Relación costo beneficio .....	45
5.1.4	Periodo de recuperación .....	45
5.1.5	Punto de equilibrio.....	45
5.2	Comparación de los indicadores financieros .....	46
6	Análisis sobre los beneficios del rediseño .....	46
6.1	Matriz de impacto ambiental .....	46
6.1	Análisis sobre el ámbito social.....	50

7	CONCLUSIONES .....	52
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
	ANEXOS .....	54
	ANEXO 1 : Encuestas realizadas con sus respectivas respuestas.....	54
	ANEXO 2 : Balances de masa .....	55
	ANEXO 3 : Balances de energía .....	56
	ANEXO 4 : Hojas de datos de los equipos.....	63
	ANEXO 5 : Detalle de costos de producción .....	79
	ANEXO 6 : Detalle de gastos .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	Características fisicoquímicas de un licor de alta graduación .....	7
TABLA 2	Características fisicoquímicas del agua destilada .....	8
TABLA 3	Características de la levadura soft-M1 whisky .....	8
TABLA 4	Características de insumos externos .....	9
TABLA 5	Opciones de aprovechamiento de subproductos .....	12
TABLA 6	Aplicación de 7Rs en otras áreas de la planta .....	16
TABLA 7	Competidores en mercado de licores en Ecuador .....	19
TABLA 8	Precio de venta al público de posibles competidores .....	19
TABLA 9	Principales compañías proveedoras de materia prima e insumos .....	20
TABLA 10	Factores relevantes para la selección de la ubicación .....	21
TABLA 11	Resultados del balance de masa .....	23
TABLA 12	Resultados del balance de energía .....	24
TABLA 13	Características de los equipos .....	24
TABLA 14	Nomenclatura y simbología de los equipos .....	26
TABLA 15	Codificación de las zonas productivas en la planta .....	31
TABLA 16	Codificación alfanumérica para determinar la distribución de la planta .....	32
TABLA 17	Detalle de tuberías .....	37
TABLA 18	Actividades a realizarse en la planta .....	40
TABLA 19	Activos fijos .....	42
TABLA 20	Maquinaria y equipos .....	42
TABLA 21	Inversión .....	43
TABLA 22	Costos de producción .....	43
TABLA 23	Materiales directos .....	44
TABLA 24	Flujo de fondos netos .....	44
TABLA 25	Comparación de los indicadores financieros .....	46
TABLA 26	Valoración para la elaboración de una matriz de Leopold .....	47
TABLA 27	Matriz de Leopold de una planta con modelos lineal .....	48
TABLA 28	Matriz de Leopold de una planta con modelo circular .....	49
TABLA A1	Encuestas realizadas con sus respectivos datos .....	56
TABLA A4	Tolva de alimentación .....	63
TABLA B4	Tanque de almacenamiento de agua .....	64
TABLA C4	Molino de rodillos .....	65
TABLA D4	Tanques de estandarización .....	66

TABLA E4	Tanques de fermentación.....	67
TABLA F4	Filtro de placas.....	68
TABLA G4	Alambique 1.....	69
TABLA H4	Alambique 2.....	70
TABLA I4	Mezclador.....	71
TABLA J4	Embotelladora.....	72
TABLA K4	Bombas centrífugas.....	73
TABLA L4	Bomba al vacío.....	74
TABLA M4	Válvulas manuales de bola.....	75
TABLA N4	Prensa mecánica de manivela.....	76
TABLA O4	Tambor giratorio horizontal.....	77
TABLA P4	Planta de filtración compacta.....	78
TABLA A5	Mano de obra directa.....	79
TABLA B5	Mano de obra indirecta.....	79
TABLA C5	Materiales adicionales.....	79
TABLA D5	Depreciación.....	80
TABLA E5	Suministro.....	80
TABLA F5	Reparaciones y mantenimiento.....	80
TABLA G5	Seguros e imprevistos.....	80
TABLA A6	Gastos de promoción.....	81
TABLA B6	Gastos generales y de administración.....	81
TABLA C6	Gastos financieros.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Diagrama de bloques para la producción de un licor de jora .....	22
FIGURA 2	Diagrama de flujo del proceso de producción de jora .....	29
FIGURA 3	Diagrama de flujo de proceso de tratamiento de subproductos.....	30
FIGURA 4	Análisis de proximidad con el sistema SLP .....	32
FIGURA 5	Distribución propuesta para la planta .....	33
FIGURA 6	Vista superior de la planta.....	34
FIGURA 7	Vista 3D de la planta.....	35
FIGURA 8	Flujo de personal, materia prima e insumos .....	36
FIGURA 9	Diagrama de instrumentación y tuberías de la planta.....	38
FIGURA 10	Diagrama de instrumentación y tuberías del área de rediseño.....	39
FIGURA 11	Diagrama de Gantt para la producción de un destilado de jora y subproductos ...	41

## RESUMEN

Este trabajo abordó el rediseño de una planta productora de un destilado de jora, con un enfoque de economía circular, cuyo objetivo principal es lograr una producción sostenible y sustentable, gracias a un máximo aprovechamiento de los recursos disponibles y a una mínima generación de desechos.

Se tomó como punto de partida el proyecto desarrollado en la materia Diseño de Plantas Agroindustriales, en el cual el proceso productivo se relacionaba mayoritariamente con un sistema de producción lineal. A continuación, se identificaron los componentes que podían ser mejorados con la aplicación de las denominadas “7 Rs”, de manera que los flujos de salida se recirculen, se reduzcan, se reciclen o se aprovechen como subproductos de ser el caso y, solo en casos puntuales, sean considerados como desechos. Para estos últimos, se plantearon posibles tratamientos previos a su liberación. Se actualizaron los balances de masa y energía y los diagramas, en función de los cambios establecidos en el proceso. Finalmente, se realizó un análisis económico y ambiental, para determinar la viabilidad de la propuesta, sus ventajas y desventajas. Se concluyó que, entre los beneficios de la planta luego del rediseño, estarían menores impactos ambientales, nuevos ingresos económicos, mejoras en la calidad de vida de los trabajadores y generación de empleo.

**Palabras clave:** Economía circular, desarrollo sostenible, jora, impacto ambiental, 7 Rs.

## ABSTRACT

This work addressed the redesign of a jora distillate production plant, with a circular economy approach, whose main objective is to achieve a sustainable and sustainable production, thanks to a maximum use of available resources and a minimum waste generation.

The starting point was the project developed in the subject Agroindustrial Plant Design, in which the production process was mainly related to a linear production system. Then, the components that could be improved with the application of the so-called "7 Rs" were identified, so that the output flows are recirculated, reduced, recycled or used as by-products, if applicable, and only in specific cases, they are considered as waste. For the latter, possible treatments prior to their release were proposed. The mass and energy balances and diagrams were updated according to the changes established in the process. Finally, an economic and environmental analysis was carried out to determine the feasibility of the proposal, its advantages and disadvantages. It was concluded that, among the benefits of the plant after the redesign, would be lower environmental impacts, new economic income, improvements in the quality of life of the workers and employment generation.

**Key words:** Circular economy, sustainable development, jora, environmental impact, 7 Rs.

## 1. JUSTIFICACIÓN

Existe un sistema de desarrollo económico dominante a nivel mundial denominado “economía lineal”, que se caracteriza por la extracción de materias primas vírgenes para obtener un producto o servicio que genere réditos económicos, mediante el aprovechamiento de el o los componentes principales, y termina con el descarte de los residuos. En este modelo la producción sigue una trayectoria lineal de extraer-usar-consumir-desechar y no se da mayor importancia a los impactos medioambientales, económicos y sociales (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021).

El sistema de la economía lineal no es sostenible porque se aprovechan de manera inadecuada e ineficiente las materias primas y otros insumos que se emplean para la elaboración de distintos productos; por ello, se convierte en una especie de bomba de tiempo para el mundo, debido a que en un futuro se agotarán los recursos naturales (Almeida & Díaz, 2020).

En el año 1950 se estimaba que la población mundial era de 2 500 millones de personas; para el año 2020 se estimó en 7 800 millones de personas y para el año 2050 se proyecta un total de 9 700 millones de habitantes en el mundo; con esta cifra, se considera que se va a necesitar de alrededor de tres planetas Tierra en recursos naturales para poder cubrir las demandas mundiales (Naciones Unidas, 2019).

Es necesario un cambio hacia un modelo de producción sostenible en el tiempo, más ecoamigable y a su vez más rentable, que minimice la generación de desechos y que permita aprovechar los subproductos que se generan. Es por eso que, en años anteriores, ya se han generado propuestas sobre alternativas al modelo lineal, las cuales se resumen a continuación:

- Diseño regenerativo

Propuesto por John Lyle en 1970, su fundamento se relaciona con cambios en los sistemas productivos de tal manera que se puedan reordenar las fuentes de materia y energía empleadas, con el fin de limitar los recursos naturales empleados (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021).

- Economía de bucles

Propuesta por Walter Stahel en 1976, menciona que se puede crear empleo, competitividad económica, ahorro de recursos y prevención de residuos prolongando la vida útil de un producto o servicio mediante actividades de reacondicionamiento o prevención (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021).

- Ecología industrial

Robert Frosch en 1989 planteó que en los procesos industriales se puede cambiar de un ciclo abierto a un ciclo cerrado, con el fin de optimizar la energía y los materiales (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021).

- Economía azul

Gunter Pauli propuso una idea más avanzada que la economía de bucles, denominada “técnica de cascada”, la cual fusiona la economía verde con secuencias de análisis para el aprovechamiento de recursos con el fin de eliminar desechos, reducir costos por reaprovechar un subproducto y generar nuevos réditos económicos (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021).

Con base en las alternativas presentadas, se diseñó un nuevo modelo económico denominado “economía circular”, que pretende reemplazar al modelo lineal por uno en el que se reinsertan los materiales de desecho a la cadena de valor, para generar procesos cíclicos e intentar aprovechar al máximo todos los flujos generados en una industria (Centro de innovación y economía circular, 2021).

La Fundación Ellen MacArthur (s.f.) plantea que la economía circular es un método de regeneración y restauración de los ecosistemas mediante cambios estratégicos de producción que evitan la generación de desechos desde la fase de diseño. Añade que dar un salto desde el modelo actual hacia una economía circular depende de tres factores fundamentales: eliminar la contaminación y residuos desde el diseño, mantener productos y materiales en uso, y regenerar sistemas naturales.

A diferencia de un esquema lineal de extracción-producción-consumo-desecho, la economía circular presenta un modelo de producción de escala cíclica de extracción-diseño-producción-consumo-reciclaje-reutilización-reparación-rediseño-recuperación, en el que los materiales empleados o los subproductos obtenidos puedan reintegrarse al proceso productivo; este proceso de reinserción tiene como finalidad reducir la producción de desechos y proteger los recursos naturales vírgenes (Almeida & Díaz, 2020).

El Grupo AFNOR (2018) menciona que un sistema en el cual se pueda generar productos mediante el intercambio de subproductos de desecho en lugar de materias vírgenes, aumenta la eficacia de los recursos, mejora la rentabilidad, contribuye a disminuir el impacto medioambiental y fomenta el bienestar social.

Según la Corporación 3D (2020), el uso competitivo y eficiente de los recursos se logra mediante la aplicación del modelo económico denominado economía circular, el cual posibilita que los recursos proporcionen un tiempo de vida más largo por su reutilización y, así mismo, contribuye con la disminución de la generación de residuos y con el aumento de recursos de manera sostenible.

Una alternativa para poner en práctica la economía circular en el rediseño de una planta para la elaboración de un destilado de jora es la aplicación de las denominadas "7 Rs". Estas son nociones de vital importancia para mantener un equilibrio ambiental y poder tener un desarrollo sostenible; a continuación, se describen estos siete conceptos (Oviedo, 2016):

- Reciclar

El reciclaje consiste en someter a las materias desechadas o desperdiciadas a un proceso adicional con el fin de que se usen una vez más.

- Reutilizar

Este término es confundido con el anterior, pero se diferencia porque en la reutilización se pretende usar un material ya fabricado, evitando que pase por otro proceso que implique contaminación medioambiental.

- Reducir

Los desechos producidos por la humanidad superan los 1,3 billones de toneladas por año y gran parte de estos tardan en descomponerse. Los productos y energías fósiles se usan de una manera tan amplia que se estima que los años 2030 a 2040 ya no existirá petróleo en el mundo. Debido a esto, es importante disminuir la cantidad de recursos que se emplean y la rapidez con la que se los usa, de manera que no se agoten las reservas o haya tiempo para una regeneración de los recursos renovables.

- Reparar

El consumismo y el facilismo se han vuelto tan comunes que, en muchos casos, si existe algún defecto en algún producto resulta más sencillo comprar uno nuevo, antes que encontrar la manera de repararlo, simplemente por comodidad. Antes debería realizarse un proceso de inspección con el fin de determinar si el equipo puede ser reparado u obligatoriamente debe ser reemplazado.

- Renovar

La renovación se refiere a cualquier producto o bien que ya no se usa en un proceso, pero que se podría volver a utilizar en otro ámbito. Por ejemplo, un equipo antiguo que está guardado en una bodega podría servir a otra empresa que tenga una producción en una menor escala.

- Recuperar

La recuperación consiste en recoger algún material que ya ha sido desechado y que pueda servir en algún proceso en una planta.

- Rediseñar

El rediseño puede ser el concepto más importante dentro de la producción sostenible ya que, si se parte desde el hecho de producir sin tener consideraciones medioambientales a

producir algo para obtener réditos que minimicen el impacto ambiental pues todo el proceso va a contar con mejoras proyectadas a un modelo de economía circular.

Pese a que la matriz productiva en el Ecuador no tiene el mismo desarrollo que en países europeos y norteamericanos, de igual forma se genera una gran cantidad de desechos por la actividad de las agroindustrias (Rivadeneira & Espejo, 2020). En la constitución ecuatoriana se menciona el “buen vivir” o *sumak kawsay*, y los artículos 14 y 15 tratan sobre el respeto al medio ambiente y el consumo responsable de los recursos naturales para evitar la explotación innecesaria; es por eso que, ciertas empresas como Cervecería Nacional y Arca Continental ya cuentan con sistemas de producción sostenible orientados a aminorar el impacto ambiental y mejorar la rentabilidad (Centro de innovación y economía circular, 2021).

En la elaboración de cerveza y destilados de alta graduación, usualmente, se desperdicia agua, energía, sedimentos con levadura, fermentado residual, agentes de limpieza, bagazo, papel, plástico, vidrio y etiquetas (Herrera & Bernal, 2020). Mediante la aplicación de los principios de un modelo de economía circular, se pueden proponer procesos productivos y diseñar plantas agroindustriales en los que se generen menos desechos y se mejoren los aspectos ambientales económicos y sociales.

Con los antecedentes expuestos, el presente trabajo tuvo los objetivos que se indican a continuación.

- **OBJETIVO GENERAL**

Proponer el diseño de una planta agroindustrial productora de una bebida alcohólica a partir de jora, aplicando principios de economía circular.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir un proceso para la elaboración de licor de jora que incorpore los principios de economía lineal aplicables.
- Proponer un rediseño de una planta productora de licor de jora, a partir de un diseño previo basado en economía lineal.
- Analizar las ventajas y desventajas del rediseño, con respecto a parámetros ambientales, económicos y sociales.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

Las bebidas alcohólicas surgieron en la antigüedad, cuando la fermentación de los granos y frutas se daba de forma no intensional para producir etanol (Calle, Pachas, & Santiesteban, 2017). La chicha de jora era consumida por los altos líderes incásicos y, con el tiempo, ha tomado importancia al ser considerada como un producto funcional, por sus propiedades alimenticias (Barrietos, Benitez, Celis, Flores, & Revilla, 2020).

En la actualidad, la jora es una bebida que se consume en celebraciones andinas como el *Inti Raymi* y, generalmente, posee una graduación alcohólica de 2% v/v. Mediante procesos asépticos y adecuadamente diseñados, se puede llegar a una graduación alcohólica superior a 7% v/v en la fermentación para, después, mediante procesos de destilación y rectificación llegar a un producto de graduación alcohólica de al menos 60% v/v (Pérez, 2018).

Un destilado tipo whisky, con denominación de origen y producido a partir de jora, podría convertirse en una bebida emblemática del Ecuador. En la Tabla 1, se muestran las características fisicoquímicas de que debe tener un licor, según estándares ecuatorianos.

La norma más relacionada con este producto es la NTE INEN 1837, sobre bebidas alcohólicas. Se debe considerar adicionalmente que, para que se considere como whisky, la bebida se debe añejar por un tiempo mínimo de dos años en barricas de roble, según lo indica la norma NTE INEN 365 (INEN, 2015).

### **2.2. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS**

Para la fabricación del destilado de jora es necesario el uso de las siguientes materias primas e insumos: maíz malteado (jora), levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), botellas de vidrio, etiquetas y tapas de aluminio. Además, el destilado que se obtiene presenta un elevado grado alcohólico, superior a 60% v/v, por lo debe ser estandarizado con agua destilada, según lo indiquen las normas nacionales o internacionales.

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas de un licor de alta graduación alcohólica

Grado alcohólico a 20 °C (% Alc. V/V.)	45
Extracto seco (g/l)	0,2
Unidades en mg/100 ml de alcohol anhidro	
Alcoholes superiores (alcoholes con un peso molecular mayor al etanol) (mg/100 cm <sup>3</sup> )	90
Metanol (mg/100 cm <sup>3</sup> )	80
Aldehídos (mg/100 cm <sup>3</sup> )	20
Ésteres (mg/100 cm <sup>3</sup> )	100
Furfural (mg/100 cm <sup>3</sup> )	2
Punto de ebullición (°C)	78,3
pH	6
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	947

NTE INEN 1837 (INEN, 1837)

### 2.2.1. MATERIA PRIMA

- **Jora**

De nombre científico *Zea mays*, el maíz es una gramínea originaria de América y es uno de los cereales con mayor volumen de producción a nivel mundial, junto con el arroz y el trigo (Perez, 2018).

El maíz seco se remoja por un día y, posteriormente, se realiza el malteado, que consiste en dejar germinar de cinco a siete días, con el fin de generar enzimas capaces de hidrolizar los almidones presentes en el maíz, a condiciones controladas de 85 a 90 % HR y de 18 a 22 °C (Barrietos, Benitez, Celis, Flores, & Revilla, 2020).

Una vez malteado el maíz, pasa a un proceso de secado en el que se intenta conseguir una humedad del 4 al 6 % para finalmente obtener lo que se denomina jora (Perez, 2018).

- **Agua destilada**

El uso de agua destilada en la industria de las bebidas alcohólicas es de vital importancia, ya que permite estandarizar el grado alcohólico, sin cambiar las características organolépticas. Se deben aplicar las normas nacionales o internaciones, de acuerdo con el tipo de bebida que se produce (Aguasplendor, 2017). En la Tabla 2 se presentan las

características fisicoquímicas que el agua destilada debe tener para ser usada en bebidas alcohólicas.

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas del agua destilada

Componente	Cantidad establecida por 100 mL
pH	6,7
Grasa	0,00 mg
Carbohidratos	0,00 mg
Sodio	0,60 mg
Calcio	0,64 mg
Potasio	0,30 mg
Solidos totales disueltos	3,10 mg

(Aguasplendor, 2017)

### 2.2.2. INSUMOS

- **Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)**

La levadura que más se emplea en procesos fermentativos alcohólicos para la elaboración de cervezas, vinos y licores de alta graduación es la especie *S. cerevisiae*, debido a sus altos rendimientos (Parapouli, Vasieleiadis, Afendra, & Hatziloukas, 2020).

Para la elaboración del destilado de jora se escogió la levadura de la marca Fermentis y en la Tabla 3 se presenta su descripción.

**Tabla 3.** Características de la levadura M1 soft-Whisky

Característica	Descripción
División celular	El crecimiento microbiano disminuye el pH del mosto protegiéndolo de contaminantes externos.
Resistencia al % de alcohol	El microorganismo resiste altas concentraciones de alcohol con una producción máxima de 31,7 % de etanol en 70 horas.
Floculación	La levadura tiende a formar aglomerados que se pueden visualizar en la superficie del medio fermentativo.
Alta capacidad fermentativa	La levadura tiene la capacidad de metabolizar la mayor cantidad de azúcares del medio fermentativo.
Rango de temperatura	15-22°C

(Parapouli, Vasieleiadis, Afendra, & Hatziloukas, 2020)

- **Envase**

El producto se encontraría envasado en botellas de vidrio transparente, con el fin de mostrar al público la pureza del destilado. La botella de vidrio presenta buenas características para contener un licor debido a que es un material inerte, el cual no va perturbar el sabor del producto, además es 100 % reciclable.

Por otro lado, el vidrio constituye una excelente barrera para el oxígeno, con lo que se minimizarían alteraciones de color o sabor. El etiquetado será con láminas de papel con recubierta de polipropileno. En la Tabla 4 se presentan las características físicas de los insumos externos.

**Tabla 4.** Características de los insumos externos

<b>Insumo</b>	<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<b>Envase</b>	Material	Vidrio
	Capacidad	750 mL
<b>Etiqueta</b>	Material	Celulosa y polipropileno (mate)
	Características	Tinta resistente al agua
<b>Tapa</b>	Material	Metálico
	Tipo	Rosca
	Características	Recubierta interna con goma obturadora para asegurar el ajuste e impedir el ingreso de materiales indeseables.

## 2.3. ESQUEMA DEL PROCESO

### 2.3.1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

El proceso productivo comienza con la recepción de la jora y su posterior análisis de calidad. La jora provendría en un 80 % de la empresa Sara Mama, ubicada en la ciudad de Cotacachi, y en un 20 % de la empresa Romero Stills, ubicada en la ciudad de Quito.

### 2.3.2. TRITURADO

Una vez verificado que el grano cumpla con los estándares de calidad, la jora pasaría a un proceso de molienda hasta obtener una especie de harina denominada *grist*, en la que el tamaño de partícula es de 2 a 3 mm (Faruk, 2003).

### 2.3.3. MEZCLADO

Por cada kilogramo de *grist* se deben agregar 3 kg de agua destilada (Faruk, 2003).

### 2.3.4. MACERADO

La mezcla se debe calentar hasta no más de 75 °C, durante 2 h, con el fin de obtener los almidones de la malta. A este proceso se lo denomina *wort*. La clave de la etapa de maceración es no sobrepasar los 75 °C, debido a que pueden verse afectadas las enzimas que ayudan a la transformación del almidón en maltosa y glucosa (Lizaso, 2012).

### 2.3.5. FILTRADO

Este proceso se realiza para retirar el afrecho, una vez terminada la maceración.

### 2.3.6. INOCULACIÓN

En esta parte del proceso se disminuye la temperatura del *wort* a 30 °C y se agrega o inocula la levadura *M1-saft whisky*, en una proporción de 0,4 g por cada litro.

### 2.3.7. FERMENTACIÓN

Se deja reposar por 72 h el *wort*, a una temperatura entre 27 y 30 °C. La solución final estará compuesta por alrededor de 8 a 10 % v/v de alcohol y otros compuestos químicos denominados congéneres y agua. A este conjunto de compuestos se los denomina *wash* o mosto fermentado (Lizaso, 2012).

### 2.3.8. DESTILACIÓN

Esta etapa se puede dar de dos formas que son: tipo continuo y tipo batch. Dado que la materia prima es malteada previamente, se debe hacer una destilación tipo batch (Górak & Sorensen, 2014).

El mosto fermentado o *wash* ingresa al alambique, que es un recipiente circular y con un cuello cónico, cuyo diámetro se reduce hasta convertirse en un tubo espiral que desemboca en un contenedor denominado *spirit safe* (Lizaso, 2012). Entonces, se eleva la temperatura

del alambique al punto de ebullición del etanol (79 °C), de tal manera que todo el alcohol se evapore, se condense y llegue al *spirit safe*, donde la graduación alcohólica estará en un rango de 25 a 30 %v/v; a esta sustancia se le denomina *low wines* (Górak & Sorensen, 2014).

El primer destilado o *low wines* es redirigido a un segundo alambique denominado *spirit still*, donde se calienta a 100 °C y se obtiene un producto con contenido de alcohol de 45 a 70 %v/v; este rango dependerá de factores como la calidad de la materia prima, las enzimas y las levaduras (Lizaso, 2012).

### **2.3.9. ESTANDARIZACIÓN**

Según la norma INEN NTE INEN 365 (2015), el destilado debe contener al menos 40 % v/v de graduación alcohólica, por lo que se debe diluir la solución con agua desmineralizada.

### **2.3.10. EMBOTELLADO Y ETIQUETADO**

Finalmente, se embotella el producto estandarizado en botellas de 750 mL y se procede a etiquetar, para su posterior comercialización.

## **3. CRITERIOS DE REDISEÑO**

En la industria de elaboración de cerveza y licor de alta graduación, por lo general, se desperdicia agua, energía, levadura residual, agentes de limpieza, botellas, etiquetas y, principalmente, el bagazo producto de la maceración (Herrera & Bernal, 2020). Según El Telégrafo (2021), Cervecería Nacional produce 250 jabas de cerveza al día, lo que sería alrededor de 1 950 000 L de cerveza diaria. En la elaboración industrial de cerveza se producen de 17 a 23 kg de bagazo por cada 100 L de cerveza, lo que resultaría en una generación de 331 500 kg de bagazo al día, únicamente de dicha empresa (Herrera & Bernal, 2020). El mercado de Cervecería Nacional abarca el 95 %, y el otro 5 % corresponde a medianas, pequeñas y empresas artesanales que, probablemente, no poseen planes de manejo de desechos. Se estima que, en Ecuador, se producirían alrededor de 104 442 t mensuales de bagazo (Andrade, Pisco, Leonard, & Cristell, 2020).

Se podrían incorporar, en los procesos productivos, medidas para mitigar el impacto ambiental y, a la vez, generar ahorro o ingresos extra para las empresas. La principal estaría relacionada con el aprovechamiento del bagazo como un subproducto agroindustrial. En la Tabla 5 se muestran los procesos productivos de la planta de elaboración de destilado de jora, los subproductos o flujos de salida que pueden ser aprovechados, y el componente de las 7 Rs con el que se relacionarían.

**Tabla 5.** Opciones de aprovechamiento de los subproductos y flujos de la elaboración de destilado de jora

<b>Proceso</b>	<b>Flujo o subproducto</b>	<b>7 Rs</b>
Recepción	n/a	n/a
Triturado	n/a	n/a
Mezclado	n/a	n/a
Macerado	Vapor de calentamiento	Recuperar Reutilizar
Filtrado	Afrecho	Recuperar Reutilizar Rediseñar
Inoculación	Agua de enfriamiento	Recuperar Reutilizar
Fermentación	Sedimentos	Reutilizar Rediseñar
Destilación	Desechos líquidos Vapor de calentamiento	Renovar Reutilizar
Estandarización	n/a	n/a
Embotellado	Botellas de vidrio Etiquetas	Recuperar Reciclar Reducir

### **3.1. ESQUEMA DE PROCESOS EN EL REDISEÑO**

#### **3.1.1. VAPOR DE CALENTAMIENTO Y AGUA DE ENFRIAMIENTO**

En la industria de bebidas y procesamiento de alimentos se emplea gran cantidad de agua para la limpieza de la materia prima o para el calentamiento y enfriamiento en marmitas o equipos que requieran un intercambio de calor (Lennetech, 2019).

Tal cantidad de agua generalmente es desechada, debido a que se requieren procesos adicionales para su reacondicionamiento y reutilización. En el caso de aguas residuales

provenientes de la industria alimentaria, se puede emplear procesos de depuración y desinfección como filtración por membranas, tecnología de ósmosis inversa, sistemas de desinfección por cloración o aplicación de energía UV ((AEMA), 2020).

El proceso de reutilización del agua residual se dará mediante tres etapas ((AEMA), 2020):

- La primera etapa consta de la recuperación del agua residual proveniente de los procesos de limpieza, macerado, fermentación y destilación, en una piscina de acopio.
- La segunda etapa se aplica un proceso de purificación mediante la incorporación de una planta de saneamiento de agua en cuyos componentes estén incluidos filtros de carbón activado y bentonita, esto con el fin de reducir la turbidez del agua menos de 2 UTN (*Nephelometric Turbidity Unit*).
- En la tercera etapa se dirige el agua ultrafiltrada hacia la cisterna general y se aplica hipoclorito de sodio al 2 %.

### **3.1.2. AFRECHO OBTENIDO DE LA MACERACIÓN**

El afrecho o bagazo es el desecho producido después de la maceración. Es el subproducto más abundante en la industria de elaboración de licores y cervezas, ya que representa alrededor de un 80 a 85 % del total de los residuos generados (Bucci, Santos, & Zaritzky, 2019).

Steiner et al. (2015) mencionan que por cada 100 L de producto fermentado se generan alrededor de 18 a 22 kg de bagazo o afrecho y este, generalmente, se destina a la alimentación de ganado o a la producción de abono. El bagazo producido tiene un porcentaje de humedad alto (70 a 80 %) y sufre una descomposición de manera acelerada, lo que podría ser perjudicial para los animales; además, su costo de transporte es elevado por el peso adicional del agua (Bucci, Santos, & Zaritzky, 2019).

El bagazo está constituido en un 50 % de celulosa y hemicelulosa, además de proteína y lignina en un 30 %, por lo que su tratamiento para la obtención de productos de alta calidad nutricional podría ser beneficioso para la industria panificadora, veterinaria u otras (Montesdeoca & Moreno, 2014).

El proceso de reutilización de desechos a partir del bagazo se daría de la siguiente manera:

- En la primera etapa se recopila todo el bagazo producido después de la filtración del mosto.

- En la segunda etapa se aplica un prensado mecánico, con el fin de reducir el agua hasta en un 20 a 25 %.
- En la tercera etapa se aplica un secado en estufa, para llegar a un porcentaje de humedad de al menos 8 % y se empaqueta para su comercialización.

### 3.1.3. SEDIMENTOS Y DESECHOS LÍQUIDOS

Luego del proceso de maceración, se realiza un proceso de filtrado que separa la parte sólida de la parte líquida. El filtro es un tamiz que retiene un tamaño de partícula de mínimo 300  $\mu\text{m}$  y, generalmente, existe un porcentaje de malta con menor tamaño que llega al proceso de fermentación (Herrera & Bernal, 2020).

Adicionalmente, por cada 25 L de mosto se requieren alrededor de 11 g de levadura *M1 saft-whisky*, que quedará en el fondo del tanque de fermentación. En el proceso de elaboración de un producto destilado no es necesario la aplicación de floculantes, por lo que el subproducto del primer destilado también contiene cierta cantidad de sedimentos que pueden ser aprovechados conjuntamente con los sedimentos de la fermentación (Díaz & Beltrán, 2014).

Estos sedimentos no suelen ser empleados en ningún otro proceso, mas cuando son vertidos al alcantarillado, generan problemas ambientales; es por eso que se podría reutilizar los sedimentos para la elaboración de fertilizantes orgánicos, como el biol (Herrera & Bernal, 2020).

El biol es un fertilizante orgánico que se produce gracias a una fermentación anaerobia y puede ser una alternativa a los fertilizantes sintéticos que se emplean de manera indiscriminada (Díaz & Beltrán, 2014).

El proceso de reutilización de los sedimentos y desechos líquidos se da de la siguiente manera:

- En la primera etapa se recogen los sedimentos y desechos líquidos en un tanque de almacenamiento.
- Luego, se lleva el producto de interés hacia un área de tratamiento fuera de la planta principal, para evitar una contaminación cruzada.
- El tanque de almacenamiento es tapado hidráulicamente y se adiciona una trampa de aire, con el fin de evacuar el biogás.

- Pasados 45 días, se procede a filtrar el producto y a comercializar el líquido en forma de biol.

### **3.1.4. BOTELLAS DE VIDRIO**

El vidrio es un material inorgánico que se funde a altas temperaturas y está compuesto principalmente de sílice. Este producto es 100 % reciclable por lo que, fácilmente, se puede elaborar un envase nuevo a partir de un envase usado (Carrasco, 2017).

El vidrio también es reusable ya que, a diferencia del plástico, no transmite parte de sus componentes al producto. Cabe recalcar que la generación de una botella de vidrio genera un impacto ambiental más alto que la elaboración de una botella de plástico pero, al ser reusable y reutilizable, se reduce en un 20 % el consumo de energía y en un 30 % la contaminación del agua (Carrasco, 2017).

La propuesta es hacer un convenio con GIRA EC, una empresa dedicada a la gestión integral de residuos cuyo objetivo es mitigar el impacto ambiental en el Ecuador, con acciones basadas en la economía circular y el desarrollo sostenible. El principal objetivo del convenio sería garantizar una reutilización de los envases de vidrio que se van a emplear en el proceso de elaboración de la bebida destilada.

El proceso de reutilización de las botellas consistiría en:

- Contratar los servicios de GIRA EC, que incluyen la concientización de los consumidores hacia las 7 Rs y la recepción de los envases usados en sitios denominados “puntos GIRA”.
- Una vez que se recopilen las botellas de la bebida de jora, se realizaría un proceso de sanitización y reenvío hacia la empresa para ser su reutilización.

### **3.1.5. ETIQUETAS**

Las etiquetas se pueden elaborar en papel, con algún adherente metálico y un polímero para aumentar su durabilidad. Al reutilizar la botella, la etiqueta se deteriora y se elimina con el agua de lavado, por lo que sería necesario colocar una etiqueta nueva en el producto.

Existe la posibilidad de imprimir en el vidrio; a esta técnica se le denomina serigrafiado en vidrio y consiste en depositar una serie de pigmentos en la botella de manera que, aunque se realice un lavado, esta impresión permanecerá en la botella y evitará el uso de nuevas etiquetas (Tecnovino.com, 2014).

El proceso se daría con los servicios de la empresa COBE, ubicada en el sector de Cayambe. Se contratará este servicio externo ya que el costo de adquisición de las máquinas de serigrafiado es muy elevado.

### 3.2. REDISEÑOS ADICIONALES

En las empresas no solo se generan desechos del proceso productivo, sino también de las operaciones de limpieza y de las oficinas. En la Tabla 6 se muestra el posible problema y su solución relacionada con el sistema de las 7 Rs.

**Tabla 6.** Aplicación de las 7Rs en otras áreas de la empresa

Lugar	Problemática	Solución
Oficina	Se emplea demasiado papel para la logística	Utilización de papel reciclado. Rediseño del área administrativa (solicitudes, cotizaciones, memos a través de la plataforma virtual).
Baños	Se emplea mucho papel de baño	Aplicación de secadores automáticos ecoamigables .
Pasillos y área de producción	Demasiadas luces permanecen encendidas en las horas de trabajo.	Instalación de luces con sensor de movimiento.
Área productiva (limpieza)	Para la limpieza de la planta y los equipos, primero se usa, luego un detergente de base alcalina (MAQ22), y después agua a 92 °C. Más adelante, se usa una solución de ácido fosfórico a temperatura ambiente y, finalmente, se deja reposar, en los equipos, soluciones de ácido peracético durante 30 min. En este proceso, toda el agua de lavado es desechada.	Uso de jabones biodegradables, con un tratamiento posterior del agua de lavado y su posible reutilización.
Toda la empresa	En Ecuador no es común la clasificación de los desechos generados, únicamente se divide en productos inorgánicos y orgánicos.	Aplicación de gestión integral de residuos para su clasificación por colores: gris (general), naranja (orgánico), verde (vidrios y cerámicas), amarillo (plásticos y metales), azul (papel y cartón) y rojo (desechos peligrosos).

## 4. DISEÑO DE LA PLANTA

### 4.1. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

#### 4.1.1. Análisis de mercado

El mercado es el lugar donde se realizan intercambios con noción comercial; este involucra vendedores y compradores que buscan obtener u ofrecer un producto o servicio. Existe gran cantidad de gustos respecto a un producto o servicio, por lo que es necesario un análisis de mercado (Kotler & Armstron, 2017).

##### 4.1.1.1. Demanda

Para el análisis de la demanda se toma como universo a la población total del país de origen donde se quiere distribuir el licor. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, el número de habitantes del Ecuador, para el año 2021, fue de 17 644 396 (INEC, 2021).

Se tomó como población de referencia a todos los habitantes mayores de 18 años que han consumido alcohol alguna vez en su vida. Dentro del último censo realizado sobre el consumo de alcohol, 900 000 habitantes han consumido alcohol (INEC, 2014).

Se consideró como población objetivo solo a la provincia de Pichincha, lo que representa un 20 % de la población que consume alcohol, con 180 000 personas (INEC, 2014).

Para la determinación de la población demandante efectiva se emplearon los datos del censo de 2014. Se tomó como referencia a personas mayores de 19 años que consumen alcohol, quienes representan un 97,5 %. Por otro lado, se consideró que, en Pichincha, de las personas que han consumido alcohol, al menos el 41,8 % lo hace cada semana.

Para determinar la población demandante efectiva (PDE) se tomaron en cuenta los porcentajes antes mencionados, de manera que presenta en la ecuación 1:

$$PDE = PDPich * 0,975 * 0,418 \quad [1]$$

$$PDE = 180\ 000 * 0,975 * 0,418$$

$$PDE = 73\ 359 \text{ personas}$$

Para determinar el tamaño de la muestra se tomó como referencia a la población demandante efectiva y se consideraron los siguientes parámetros: nivel de confianza de 1,81 y margen de error de 5 %. A continuación, en la ecuación 2, se presenta la ecuación con la que se calculó el número de encuestados:

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{E^2 \times (N-1) + (Z^2 \times p \times q)} \quad [2]$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

Z: valor de tabla para un determinado nivel de confianza

N: tamaño de la población total

p: proporción estimada de éxitos

q: proporción estimada de fracasos

E: error muestral estimado

$$n = \frac{1,81^2 * 73\,359 * 0,5 * (1 - 0,5)}{0,07^2 * (73\,359 - 1) + (1,81^2 * 0,5 * (1 - 0,5))}$$

$$n = 166,67 \approx 167 \text{ personas}$$

El formato de la encuesta que se realizó se encuentra en el Anexo 1 y contiene 8 preguntas. Una de ellas mostró que al menos un 81 % de la población está dispuesto a consumir una bebida alcohólica de alta graduación obtenida a partir de la jora, lo significa que al menos 54 520 personas podrían consumir la bebida propuesta.

#### 4.1.1.2. Competidores

En el país ha ido creciendo el consumo de licores de alta graduación, así como la creación de nuevas empresas para la elaboración o importación de licor (Emis company, 2020). En la Tabla 7 se muestran los principales competidores en el mercado de licores de alta graduación.

En el país no existe una empresa dedicada a la producción de un licor con base de maíz malteado, pero el destilado que se pretende elaborar podría entrar en competencia con los whiskies elaborados en Ecuador, debido a la materia prima empleada. En la Tabla 8 se muestra el precio que tiene cada uno de los licores y su promedio.

**Tabla 7.** Competidores en el mercado de los licores en Ecuador

<b>Importadores</b>	<b>Productores</b>
Almacenes Juan Eljuri Cia. Ltda.	Cavem S.A.
Complejo Industrial Licorero Coinli S.A.	Destilec S.A.
Embotelladora Azuaya S.A. Easa	Dilsa S.A.
Industria de Licores Ecuatorianos Licorec S.A.	Impalcasa S.A.
Idustria Licorera Iberoamericana Ilsa S.A.	Licoresa S.A.
Industrial Flodilicores S.A	
Licorera Ecuatoriana Liverzam Cia. Ltda.	
Licores San Miguel S.A	

(Emis company, 2020)

**Tabla 8.** Precio de venta al público de posibles competidores

<b>Nombre</b>	<b>Contenido (mL)</b>	<b>Precio de venta al público (USD)</b>
Black & White	750	\$ 32,54
Old Times Black	750	\$ 16,63
River House	750	\$ 15,00
Black Williams	750	\$ 12,00
Bellows	750	\$ 10,39
<b>Precio promedio</b>		<b>\$ 17,31</b>

(Orobio &amp; Sierra, 2015)

#### 4.1.1.3. Proveedores

Los proveedores de materia prima e insumos son empresas dedicadas a procesos similares como la elaboración de chicha de jora, cerveza, comercialización e importación de productos para fermentación y destilación. En la Tabla 9 se indican las principales empresas proveedoras de productos registradas en el mercado nacional.

**Tabla 9.** Principales compañías proveedoras de materia prima e insumos

<b>Empresa</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Producto</b>
Kutacachi SARA MAMA	Comunidad de Turuco Cotacachi-Imbabura	Jora
Industrias Romero	San Francisco de la Pita OE7-293 y segunda transversal, Quito	Jora
Industrias Romero	San Francisco de la Pita OE7-293 y segunda transversal, Quito	Levadura M1- soft whisky
Granotec	Vía Daule-Km 10.5- Lotización Expogranos MZ16 S4	Enzima alfa-amilasa
Republican Supplies	Tadeo Benitez 970 y Vicente Duque EC 130303 Quito	Agua destilada
Distribuidora Castro	De los Aceitunos N67- Y Calle G Quito 170307	Botellas de vidrio Tapas
Maya Diseño	Ascasubi y Vivar N3 S080 Cayambe	Etiquetas
COBE	Vía 131 Otavalo N80s50 Cayambe-Ecuador	Trabajo de serigrafiado

#### 4.1.2. CAPACIDAD DE LA PLANTA

Para determinar la capacidad de la planta se utilizó la ecuación 3 y se consideraron los datos estadísticos antes recopilados y calculados. También se tomó en cuenta que, según el INEC (2014), la ingesta de licor de alta graduación en el Ecuador es de 5,1 L/ año. Por otro lado, se consideró que solo a un 81 % de la población le interesaría consumir un destilado de jora, y que un 36 % de la población encuestada consume licor de alta graduación una vez por semana.

$$Capacidad = \frac{CPP * PDE * \% PA * \% PF}{Frecuencia\ de\ consumo} \quad [3]$$

Donde:

CPP: Consumo promedio por persona

PDE: Población demandante efectiva

% PA: Porcentaje que está dispuesto a consumir un destilado de jora

% PF: Porcentaje que consume alcohol una vez a la semana

Como resultado, se obtuvo que la cantidad de licor semanal que se debería producir en la planta es de 2 098 L; sin embargo, al considerar que solo un 15 % de la población

demandante efectiva en realidad consumiría un producto nuevo (Bayle, 2020), se estableció que la producción sería 315 L por semana, para el diseño de la planta.

### 4.1.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

#### 4.1.3.1. Macrolocalización

Para la macro localización de la planta se tomó en cuenta principalmente la cercanía con la materia prima y su disponibilidad, además de las principales zonas para su comercialización. Se eligió como macrolocalización a la zona sierra norte del país, pues ahí se encuentran los proveedores de jora. Dado que se requieren grandes cantidades semanales para la producción de licor, era muy importante encontrar un punto que conecte a los dos sitios es de vital importancia.

#### 4.1.3.2. Microlocalización

Para la selección de la ubicación se tomaron en cuenta tres opciones. Se realizó una tabla comparativa con los factores más relevantes y se dio a cada uno de ellos una calificación máxima de 10; dicha comparación se muestra en la Tabla 10.

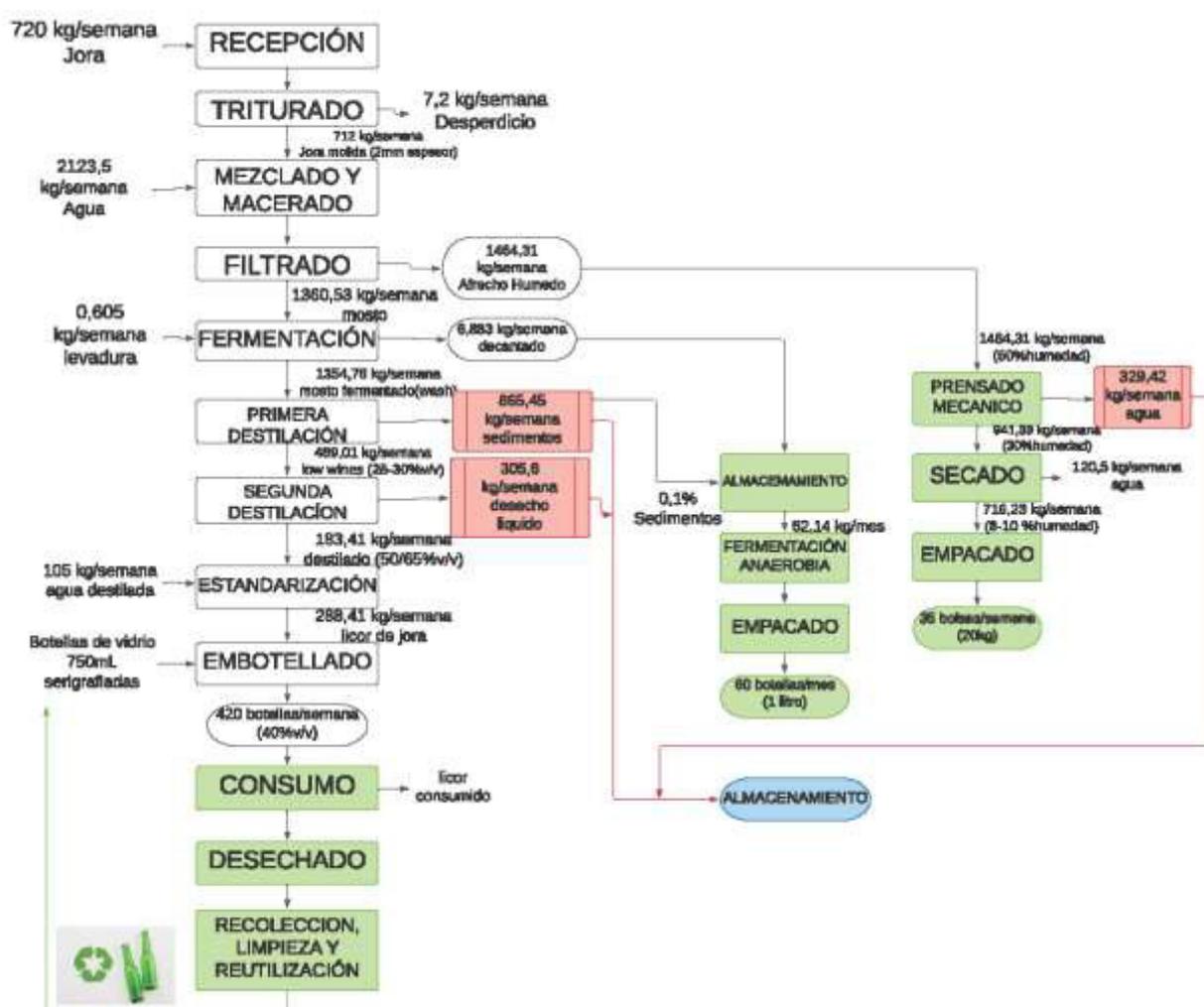
**Tabla 10.** Factores relevantes para la selección de la ubicación de la planta

Factor	Ponderación	Carcelén Norte, Quito		Centro de Otavalo, Imbabura		Sector Cayambe, Pichincha	
		Calif. /10	Ponderado	Calif. /10	Ponderado	Calif. /10	Ponderado
Proveedores materia prima	20 %	7	1,4	6	1,2	8	1,6
Cercanía a compradores	10 %	5	0,5	4	0,4	10	1
Normativas GAD"s	10 %	8	0,8	9	0,9	9	0,9
Disponibilidad de Agua	15 %	10	1,5	9	1,35	9	1,35
Calidad del Agua	15 %	10	1,5	9	1,35	9	1,35
Abastecimiento de energía	10 %	10	1	10	1	10	1
Servicios de transporte	5 %	10	0,5	7	0,35	8	0,4
Mano de obra	10 %	10	1	8	0,8	10	1
Eliminación de desechos	5 %	8	0,4	7	0,35	8	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>	<b>8,6</b>		<b>7,7</b>		<b>9</b>	

Se llegó a la conclusión de que la mejor opción es Cayambe, con un valor de 9/10. El sector de Cayambe, en Pichincha, se encuentra en un punto medio entre los dos proveedores y cumple con los criterios de fuente de agua, energía y, además, las normativas en cuanto a impuestos y permisos de funcionamiento que establece el GAD municipal de Cayambe son más accesibles que en los demás puntos.

#### 4.2. Diagrama de bloques BPD (*Block process diagram*)

En la Figura 1 se presenta el diagrama de bloques, donde se muestran los procesos productivos, cada uno con los flujos másicos.



**Figura 1.** Diagrama de bloques para la producción de un licor destilado de jora, con los principios de la economía circular

### 4.3. BALANCE DE MASA

En el Anexo 2 se detalla todo el balance de masa del proceso productivo y del rediseño, con sus respectivos cálculos, para obtener un destilado de jora, biol y bolsas de afrecho seco. A continuación, en la Tabla 11, consta el resumen sobre el balance de masa realizado.

**Tabla 11.** Resultados del balance de masa en el proceso de obtención de un destilado de jora aplicando economía circular

No.	Descripción	Flujo másico (kg/semana)
1	Jora receptada	720,00
2	Jora desperdiciada en el triturado	7,20
3	Jora molida	712,00
4	Agua para mezclado y macerado	2 123,50
5	Afrecho húmedo	1 464,31
6	Mosto	1 360,53
7	Levadura <i>M1 soft-whisky</i>	0,605
8	Decantado de la fermentación	6,883
9	Mosto Fermentado ( <i>wash</i> )	1 354,76
10	<i>Low wines</i> (primera destilación)	489,01
11	Sedimentos (primera destilación)	865,45
12	Destilado	183,41
13	Desecho líquido (segunda destilación)	305,60
14	Agua destilada para estandarización	105,00
15	Destilado de jora (40 % v/v)	288,41
16	Agua obtenida del prensado	329,42
17	Afrecho prensado	941,39
18	Agua que se evapora en el secado	120,50
19	Afrecho para empacar	716,23
20	Líquido y agua para tratar y reutilizar	1 491,81
21	Sedimentos almacenados	27,50 (kg/mes)
22	Sedimentos de la primera destilación	34,62 (kg/mes)
23	Fermentado para obtener biol	62,14 (kg/mes)

#### 4.4. BALANCE DE ENERGÍA

En el Anexo 3 se detalla el balance de energía que se realizó para los procesos que involucran vapor y agua, debido a que el objetivo es reutilizar el agua empleada en procesos de desinfección. En la Tabla 12 se muestran los flujos de vapor y agua obtenidos.

**Tabla 12.** Resultados del balance de energía para la aplicación de un destilado de jora

No.	Descripción	Flujo masico (kg/semana)
24	Vapor para calentar el mosto	219,79
25	Agua de enfriamiento del fermentado	1 781,49
26	Vapor en la primera destilación	125,96
27	Vapor en la segunda destilación	28,47
28	Agua para condensar primer destilado	146,01
29	Agua para condensar segundo destilado	254,81

Todos los flujos antes descritos serán redirigidos hacia el tanque de almacenamiento donde conjuntamente con los flujos obtenidos en el balance de masa, serán tratadas para ser reenviadas a la cisterna de alimentación de la planta.

#### 4.5. LISTADO DE EQUIPOS

Los equipos que se van a emplear en el proceso de elaboración de un destilado de jora se presentan detalladamente en la Tabla 13; además, en el Anexo 4 se encuentran las fichas de datos de los equipos empleados.

**Tabla 13.** Características de los equipos

Maquinaria y Equipo	Código	Detalles	Cant.
Tolva de alimentación	TA-001	Capacidad: 1 000 kg	1
Tanque de almacenamiento de agua	T-002	Capacidad: 5 m <sup>3</sup>	1
Molino de rodillos	M-101	Ahorro de hasta un 53 % energía Rendimiento de hasta un 99 %	1
Tanques de estandarización	TK-201-A	Capacidad: 5 m <sup>3</sup> y 1 m <sup>3</sup> Almacenamiento y mezcla	6
Tanque de fermentación	F-501	Capacidad: 1 000 L	2
Filtro de placas (300 µm)	FA-301	Capacidad: 1 100 L/h Superficie de filtración: 1,2 m <sup>2</sup>	1
Alambique 1	A-601-A	Capacidad: 1 000 L	1

**Tabla 13.** Características de los equipos (continuación...)

<b>Maquinaria y Equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Detalles</b>	<b>Cant.</b>
Alambique 2	A-602-B	Capacidad: 500 L	1
Mezclador	TK-202-B	Capacidad: 500 L Almacenamiento y mezcla	1
Embotelladora	E-802	Envasa 10 – 30 botellas/min Amplio rango de viscosidades Envases de 50 mL a 1,5 L	1
Bombas centrífugas	P-101	Ideal en la aplicación de la industria de licores	16
Bomba de vacío	P-001	Ideal en la aplicación de productos semisólidos	1
Válvulas de doble entrada	HA-101	De acción manual	35
Válvulas de triple entrada	HA-001	De acción manual	3
Prensa mecánica de manivela	PM-901	Capacidad: 100 kg	2
Tambor giratorio horizontal	TG-1201	Capacidad: 500 kg	1
Planta compacta de filtración de agua	UF-1011	Capacidad: 100 L/h Superficie de filtración: 1 m <sup>2</sup>	1

#### **4.6. DIAGRAMA DE FLUJO PFD (*PROCESS FLOW DIAGRAM*)**

El diagrama de flujo (PFD) para la obtención de una bebida destilada a partir de jora aplicando economía circular se presenta a continuación en la Figura 2. El proceso comienza con la recepción de 720 kg de jora por semana y al final del proceso se obtiene 420 botellas de un destilado de 40 % v/v. Además, con la aplicación de criterios de economía circular se obtiene 35 bolsas de harina de grano grueso por semana que pueden ser empleadas en procesos de panificación repostería y alimentación de animales. De igual manera se obtienen 60 canecas de biol por mes que pueden ser empleados en la agricultura. En la Tabla 14 se muestra la nomenclatura usada para identificar a los equipos en el proceso, además se muestra el esquema grafico que lo representa para la identificación de las operaciones unitarias empleadas.

**Tabla 14.** Nomenclatura y simbología de equipos

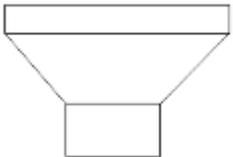
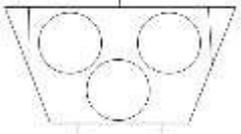
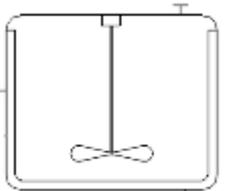
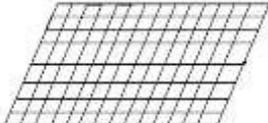
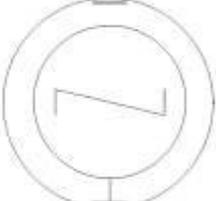
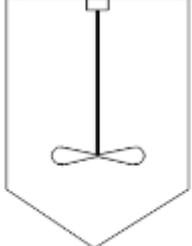
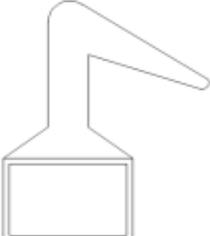
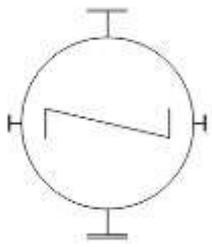
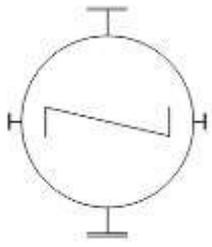
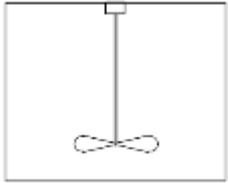
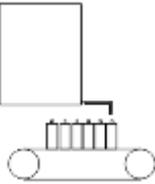
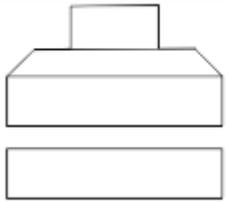
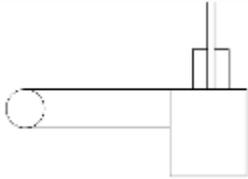
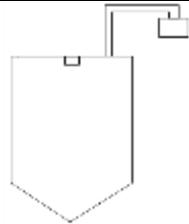
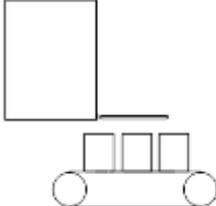
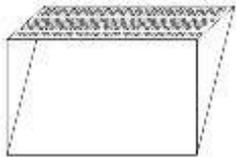
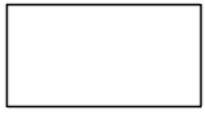
Área	Equipo	Codificación	Esquema gráfico
Recepción clasificación	Tolva de alimentación	TA-001	
	Molino de rodillos	M-101	
Producción	Tanque de estandarización	TK-201-A	
	Filtro de placas	FA-301	
	Intercambiador de calor	IC-401	
	Fermentador	F-501	
Área caliente	Alambique 1	A-601-A	
	Alambique 2	A-601-B	

Tabla 14. Nomenclatura y simbología de equipos (continuación...)

Área	Equipo	Codificación	Esquema gráfico
Área caliente	Condensador 1	C-601-A	
Área caliente	Condensador 2	C-601-B	
Embotellado	Tanque de estandarización	TK-201-B	
	Embotelladora	E-802-A	
Producción de afrecho seco	Prensa mecánica	PM-901	
	Banda transportadora	BT-1001	
	Tambor giratorio horizontal	TG-1201	
	Empacadora	EP-1301	

**Tabla 14.** Nomenclatura y simbología de equipos (continuación...)

rea	Equipo	Codificación	Esquema gráfico
Producción de biol	Tanque de almacenamiento	T-202-A	
	Fermentador con trampa	FT-502	
Producción de biol	Embotelladora	E-803-B	
Tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	T-202-B	
	Planta compacta de filtración de agua	UF-1101	
	Tanque de almacenamiento	T-202-C	

En las Figuras 2 y 3 se presentan los diagramas PFD para el proceso productivo del destilado de jora, con los principios de economía circular, y para el manejo de los subproductos, respectivamente.

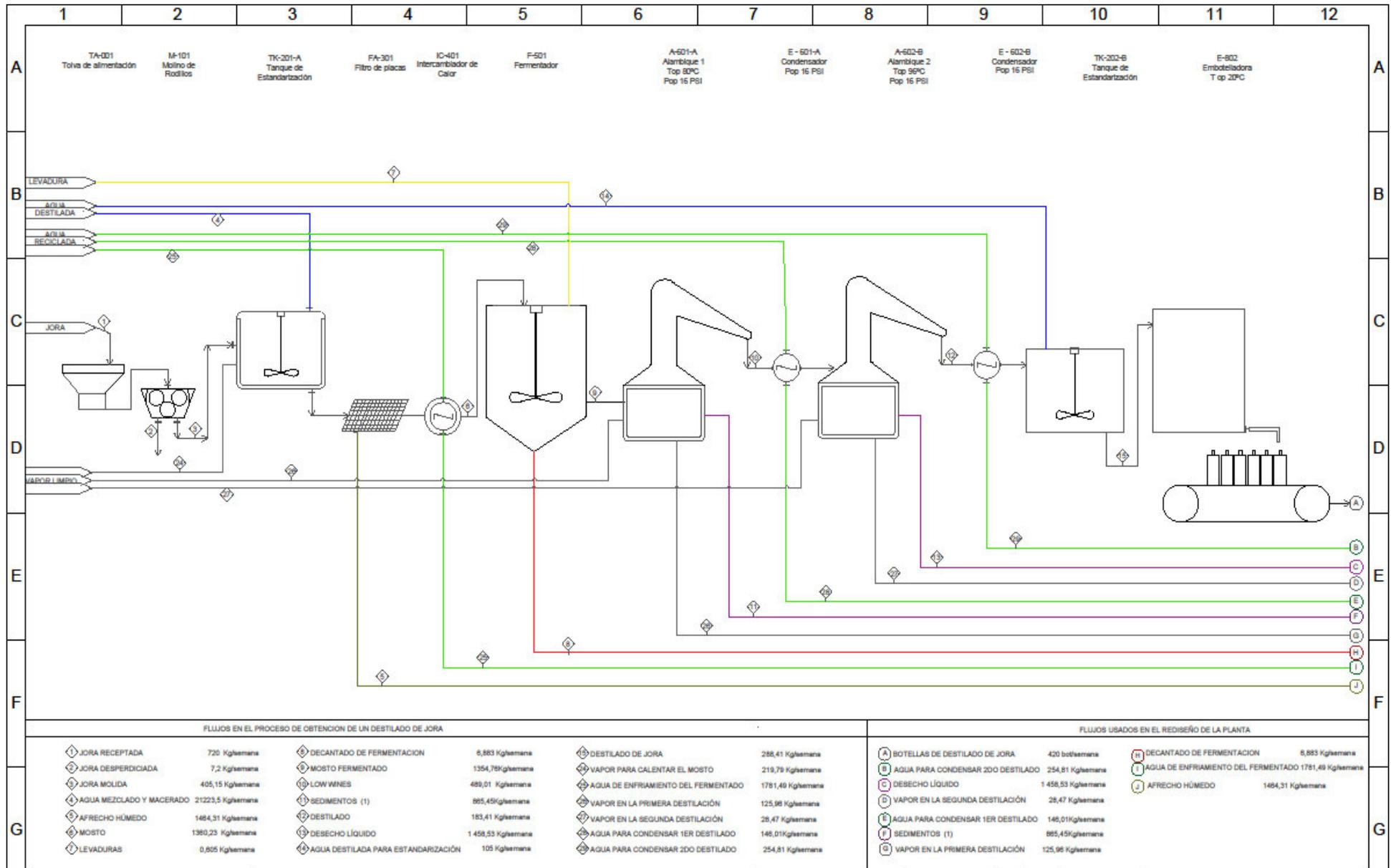


Figura 2. Diagrama de flujo de proceso (PFD) del destilado de jora, con los principios de la economía circular

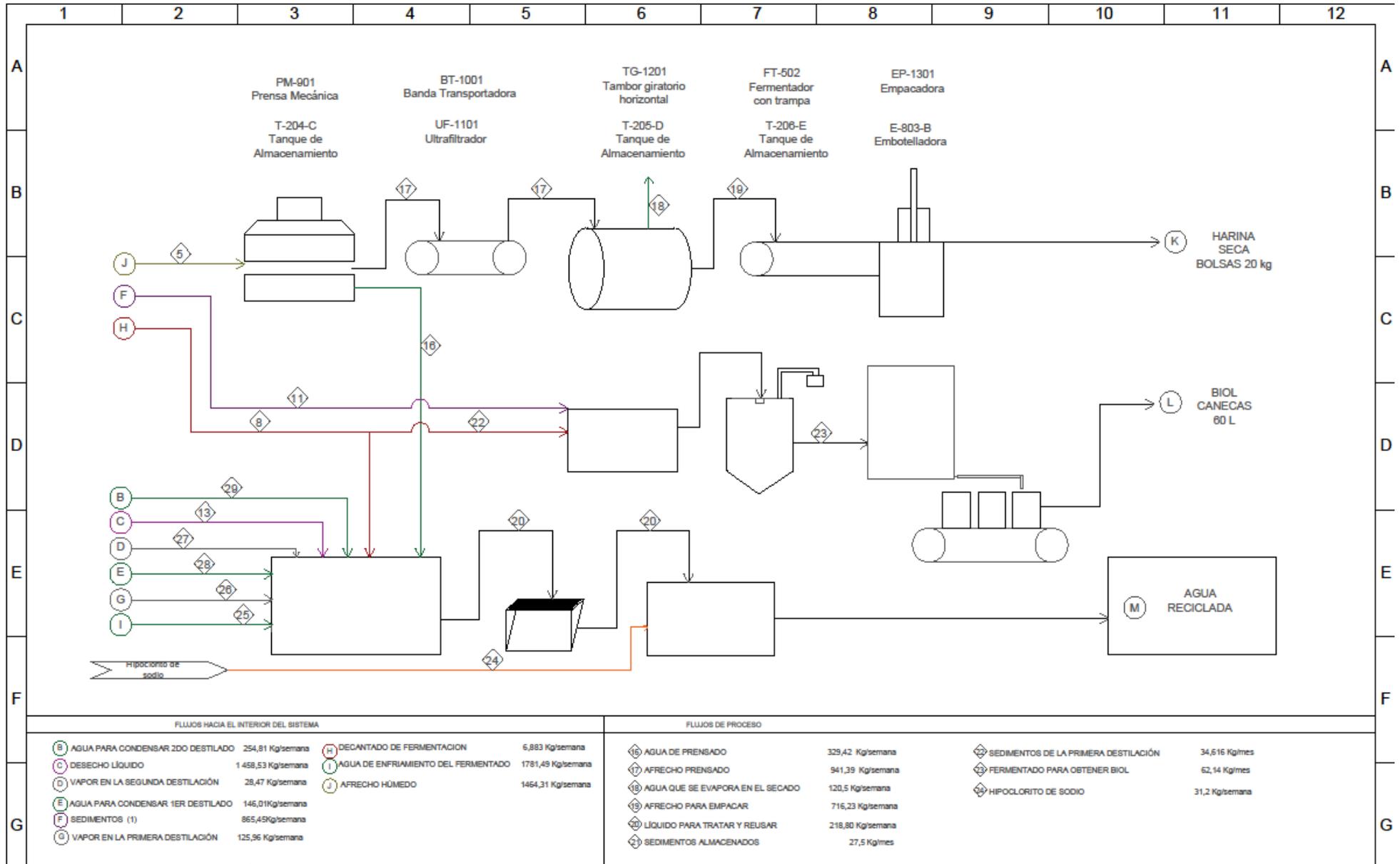


Figura 3. Diagrama de flujo de proceso (PFD) del manejo de subproductos de la producción del destilado de jora

## 4.7. DISPOSICIÓN DE LA PLANTA Y PLANOS DE ELEVACIÓN

### 4.7.1. ANÁLISIS DE PROXIMIDAD

Un análisis de proximidad dentro de una planta hace alusión a la distribución que deben tener las respectivas áreas y determinar qué tan cerca o lejos deben estar una de otra (Wiyaratn, Watanapa, & Kajondecha, 2013).

Para poder elaborar el *layout* de la planta se necesita realizar un plan de distribución mediante un análisis de proximidad. En la Tabla 15 se describen las zonas en las cuales se dividieron las actividades para la elaboración de un destilado de jora.

**Tabla 15.** Codificación de las zonas productivas y distintas áreas en la planta de elaboración de un destilado de jora

<b>ZONA 1:</b>	Recepción y almacenamiento de materia prima e insumos, clasificación y triturado de la jora	<b>A</b>
<b>ZONA 2:</b>	Área de producción (estandarización, filtrado, enfriado, fermentación)	<b>B</b>
<b>ZONA 3:</b>	Área caliente (destilación, condensación)	<b>C</b>
<b>ZONA 4:</b>	Área de embotellado (estandarización, embotellado)	<b>D</b>
<b>ZONA 5:</b>	Área de almacenado	<b>E</b>
<b>ZONA 6:</b>	Área de producción de afrecho seco	<b>F</b>
<b>ZONA 7:</b>	Área de producción de biol	<b>G</b>
<b>ZONA 8:</b>	Tratamiento de agua	<b>H</b>
<b>ZONA 9:</b>	Área de máquinas (caldera)	<b>I</b>
<b>ZONA 10:</b>	Departamento administrativo, gerencial y financiero	<b>J</b>
<b>ZONA 11:</b>	Departamento de control de calidad	<b>K</b>
<b>ZONA 12:</b>	Área sanitaria	<b>L</b>
<b>ZONA 13:</b>	Comedor	<b>M</b>

Una vez codificadas y especificadas las áreas en la planta de producción de jora, se procedió a realizar el análisis de proximidad, para lo cual se consideró el sistema SLP (*Systematic Layout Planning*).

En este proceso se determina la naturaleza de la actividad, características, necesidades de la estación de trabajo y los flujos de materias primas en insumos, para así poder determinar si es deseable o indeseable su cercanía (Wiyaratn, Watanapa, & Kajondecha, 2013).

Para determinar la distribución de la planta mediante el sistema SPL, se consideró la codificación presentada en la Tabla 16.

**Tabla 16.** Codificación alfanumérica para determinar la distribución de la planta

Letra	Significado	Número	Razón
A	Absolutamente necesario	1	Por control
E	Especialmente importante	2	Por higiene
I	Importante	3	Por proceso
O	Ordinario	4	Por convivencia
U	No importante	5	Por seguridad
X	Indeseable		

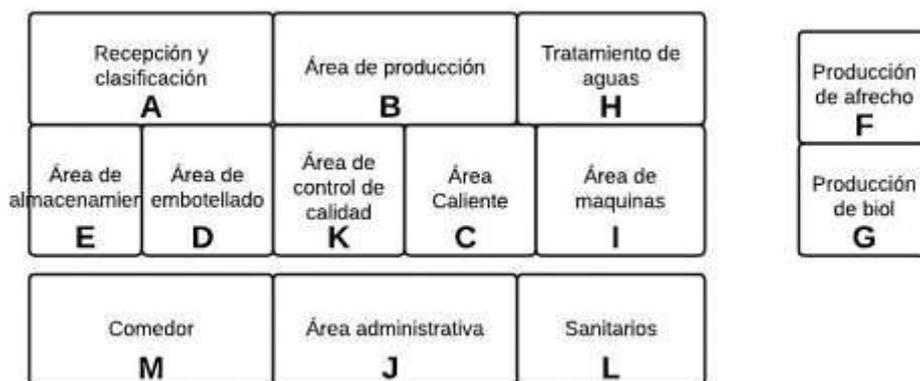
(Wiyaratn, Watanapa, & Kajondecha, 2013)

Con la ayuda del código alfanumérico, se pueden realizar las relaciones entre las diferentes estaciones o zonas de trabajo. Por ejemplo, si es absolutamente necesaria la cercanía de dos áreas o procesos por motivos de la producción, se usa la codificación A: 1, y si es indeseable por temas de seguridad, la codificación usada sería X: 5. En la Figura 4 se muestran las relaciones que se obtuvieron en la planta de producción del destilado de jora.



**Figura 4.** Análisis de proximidad con el sistema SLP

Gracias al diagrama, se pudo esquematizar la cercanía entre las diferentes áreas, así como las interacciones que estas pueden tener. Por último, se procedió a unir las zonas con letras A, E, I y a alejar de estas zonas a las interacciones con U y X; como resultado se llegó a la distribución de la planta, mediante un esquema en bloques, que se presenta en la Figura 5.



**Figura 5.** Distribución propuesta para la planta

#### 4.7.2. DISPOSICIÓN DE LA PLANTA

Se consideró el análisis de proximidad y se realizó la distribución de las instalaciones dentro del terreno disponible, con las respectivas medidas para cada área, como se muestra en las Figuras 6 (vista superior), 7 (vista en 3D) y 8 (flujo de personal, materia prima e insumos).

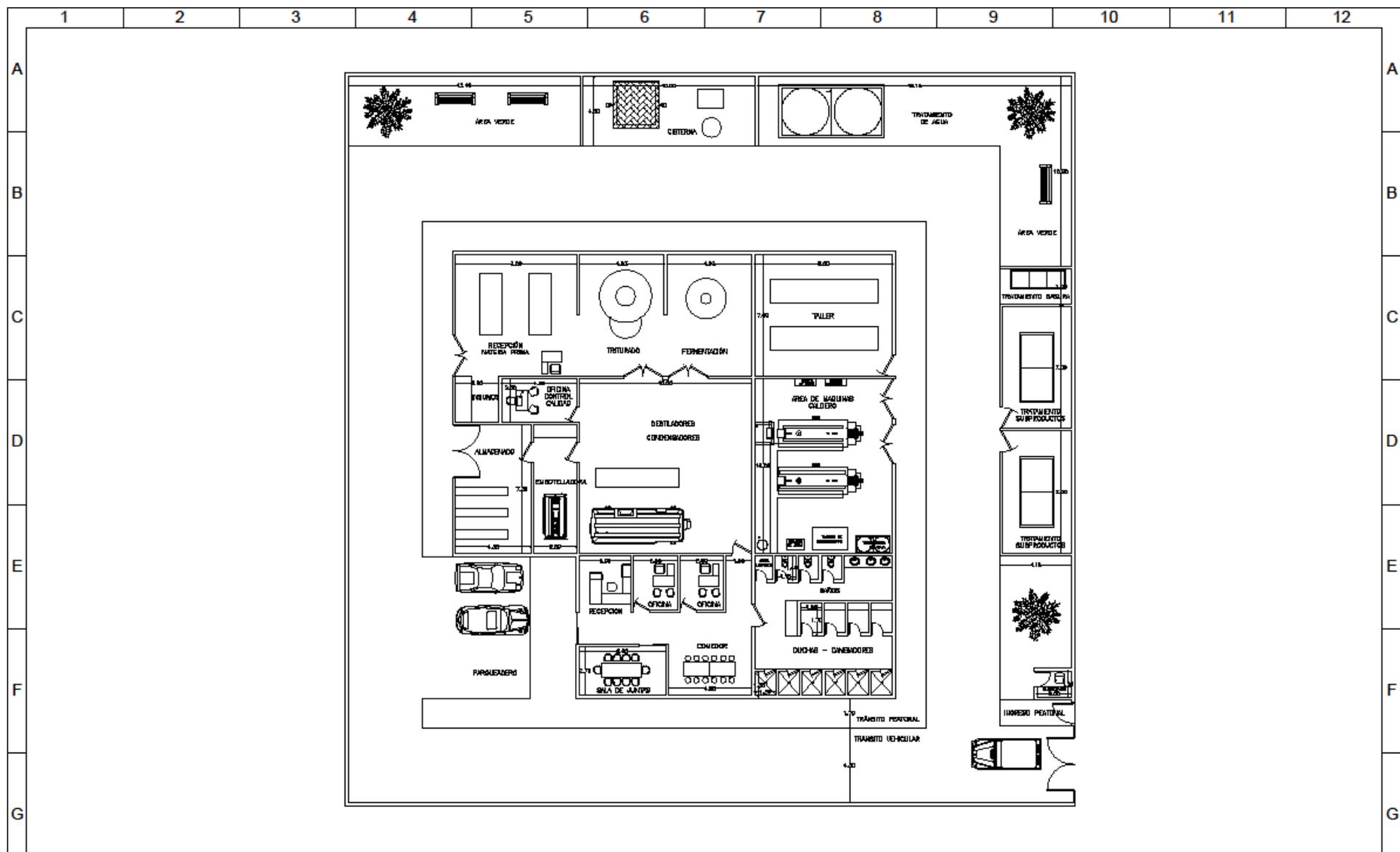
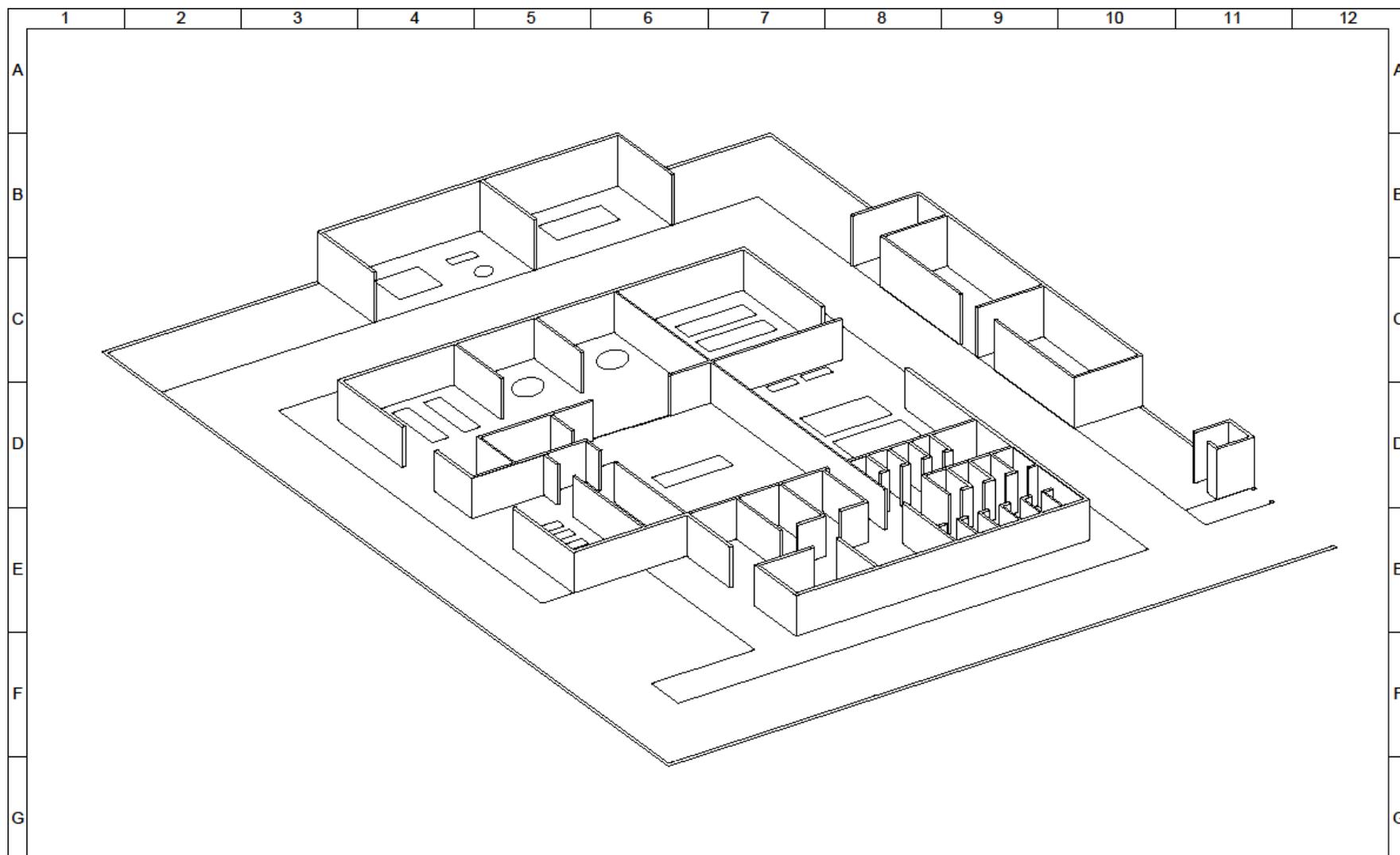


Figura 6. Vista superior de la planta



**Figura 7.** Vista en 3D de la planta

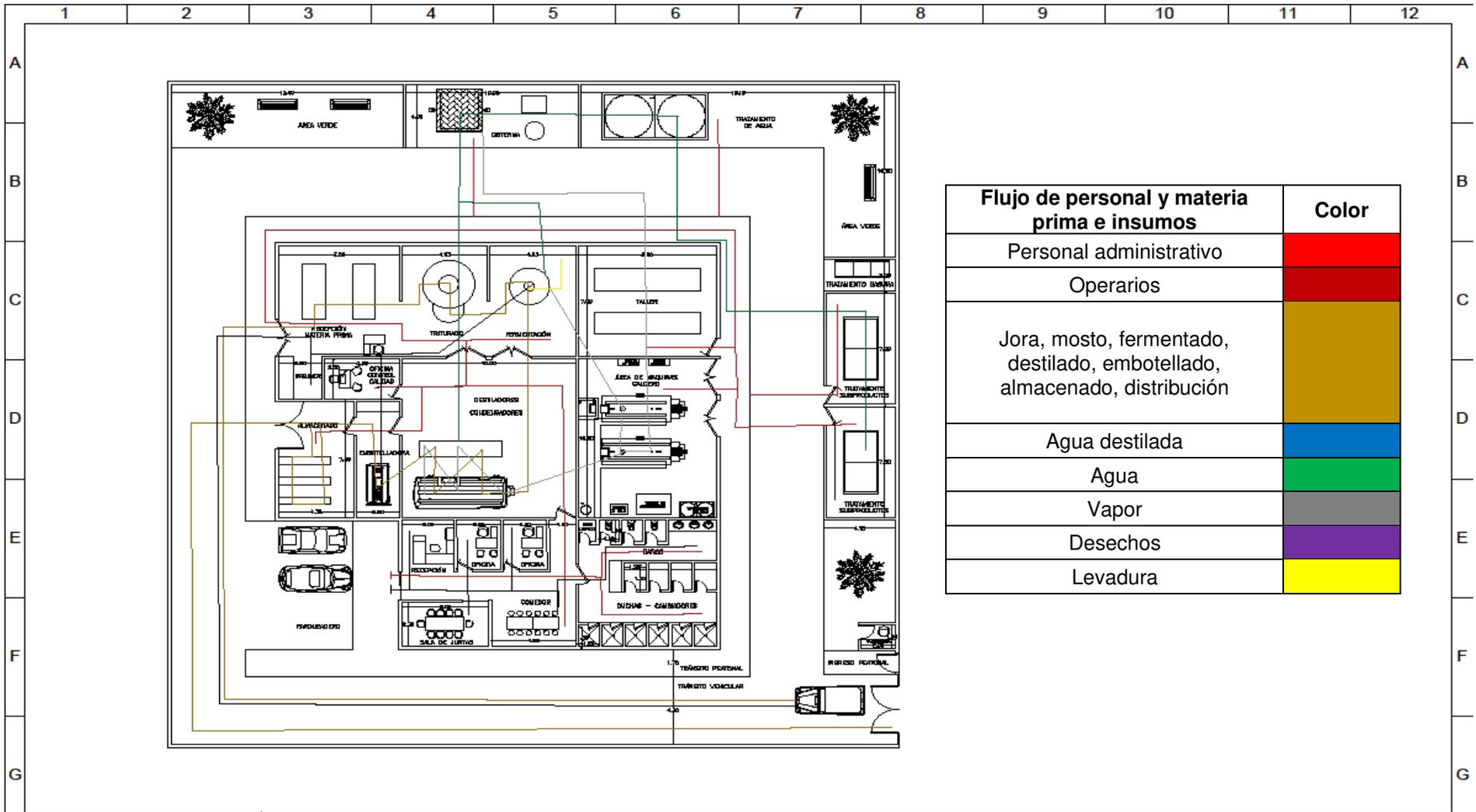


Figura 8. Flujo de personal, materia prima e insumos en la planta

#### 4.8. DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TUBERÍAS (*PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM*)

En la Tabla 17 se muestra a detalle las tuberías principales en el proceso de producción de un destilado de jora, donde se podrá observar el diámetro interno y el fluido que transporta, así como el material que se va a emplear.

**Tabla 17.** Detalle de tuberías

No. tubería	Nomenclatura	Fluido transportado	Material de tubería
1	2"-320HS01-AD-001	Agua destilada	Acero inoxidable 320
2	2"-320HS01-AD-002	Agua destilada	Acero inoxidable 320
3	2"-320HS01-AR-003	Agua reciclada	Acero inoxidable 320
4	2"-320HO01-AR-004	Agua reciclada	Acero inoxidable 320
5	2"-320HS01-AR-005	Agua reciclada	Acero inoxidable 320
6	3"-320HS01-VS-006	Vapor	Acero inoxidable 320
7	3"-320HS01-VS-007	Vapor	Acero inoxidable 320
8	3"-320HS01-VS-008	Vapor	Acero inoxidable 320
9	3"-CS300-AF-009	Afrecho húmedo	Acero al carbono 300
10	3"-CS300-DL-010	Desecho semilíquido	Acero al carbono 300
11	3"-CS300-DL-011	Desecho líquido	Acero al carbono 300
12	3"-CS300-DL-012	Desecho líquido	Acero al carbono 300
13	5"-320HS01-M-013	Jora molida	Acero inoxidable 320
14	2"-320HS01-AM-014	Afrecho con mosto	Acero inoxidable 320
15	2"-320HS01-MF-015	Mosto frío	Acero inoxidable 320
16	2"-320HS01-MF-016	Mosto fermentado	Acero inoxidable 320
17	1/2"-CU01-MF-017	Primer destilado ( <i>low wines</i> )	Acero inoxidable 320
18	1/2"-CU01-MF-018	Segundo destilado	Acero inoxidable 320
19	1/2"-320HS01-DO-019	Destilado estandarizado	Acero inoxidable 320
20	1"-320HS01-AP-020	Agua obtenida del prensado mecánico	Acero inoxidable 320
21	1"-PVC-DB-021	Desecho para biol	Tubería PVC
22	1"-PVC-B-022	Biol	Tubería PVC
23	1"-PVC-aFIL-023	Agua filtrada	Tubería PVC

Además, en toda la planta se emplearían 16 bombas centrífugas, 1 bomba de vacío para sólidos, 35 válvulas de doble entrada de tipo manual y 3 válvulas de triple entrada tipo manual, relacionadas con los procesos del rediseño. En la Figura 9 se, muestran los P&ID, tanto de la planta principal como del área de reacondicionamiento de los desechos.

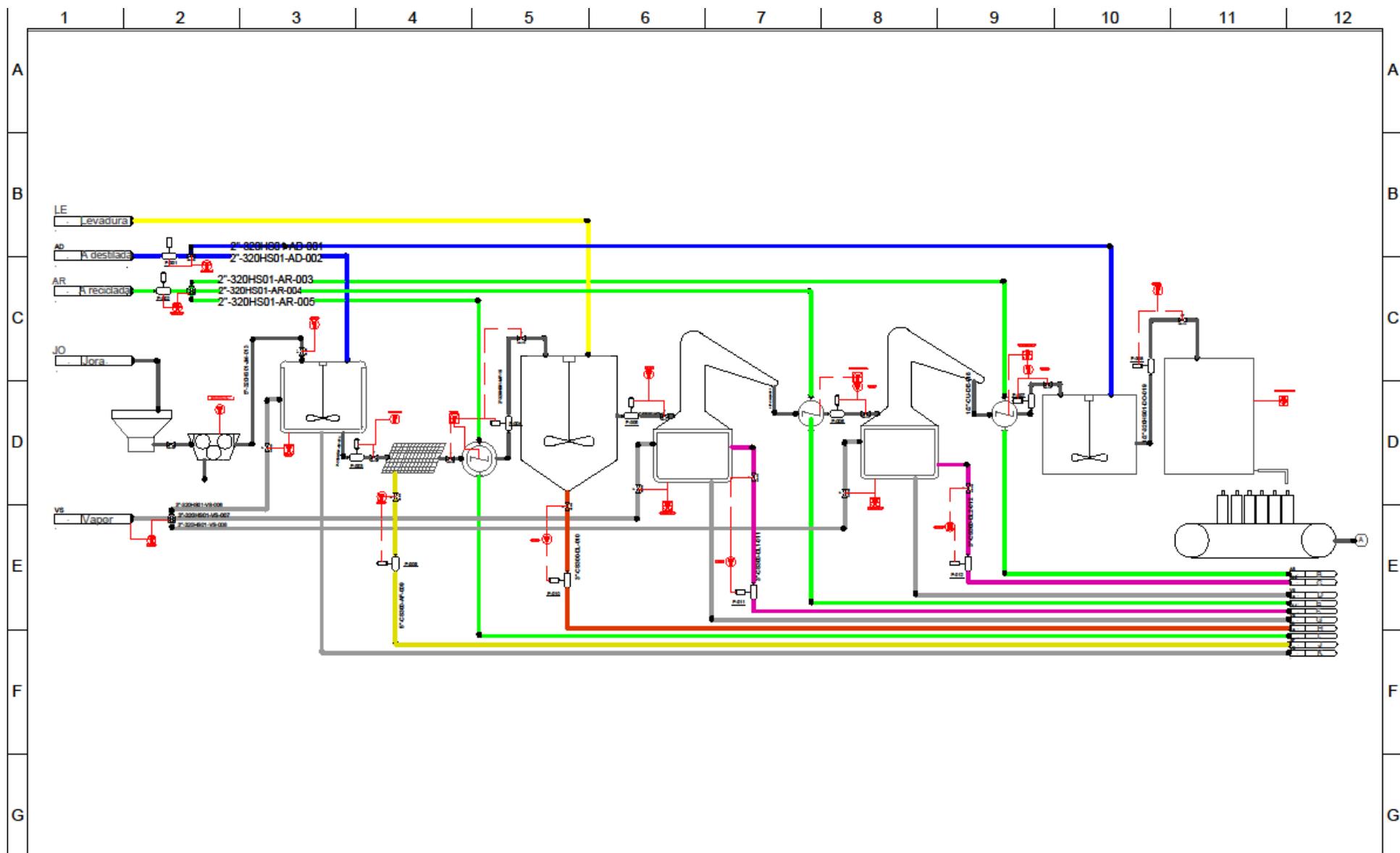


Figura 9. Diagrama de instrumentación y tuberías de la planta principal

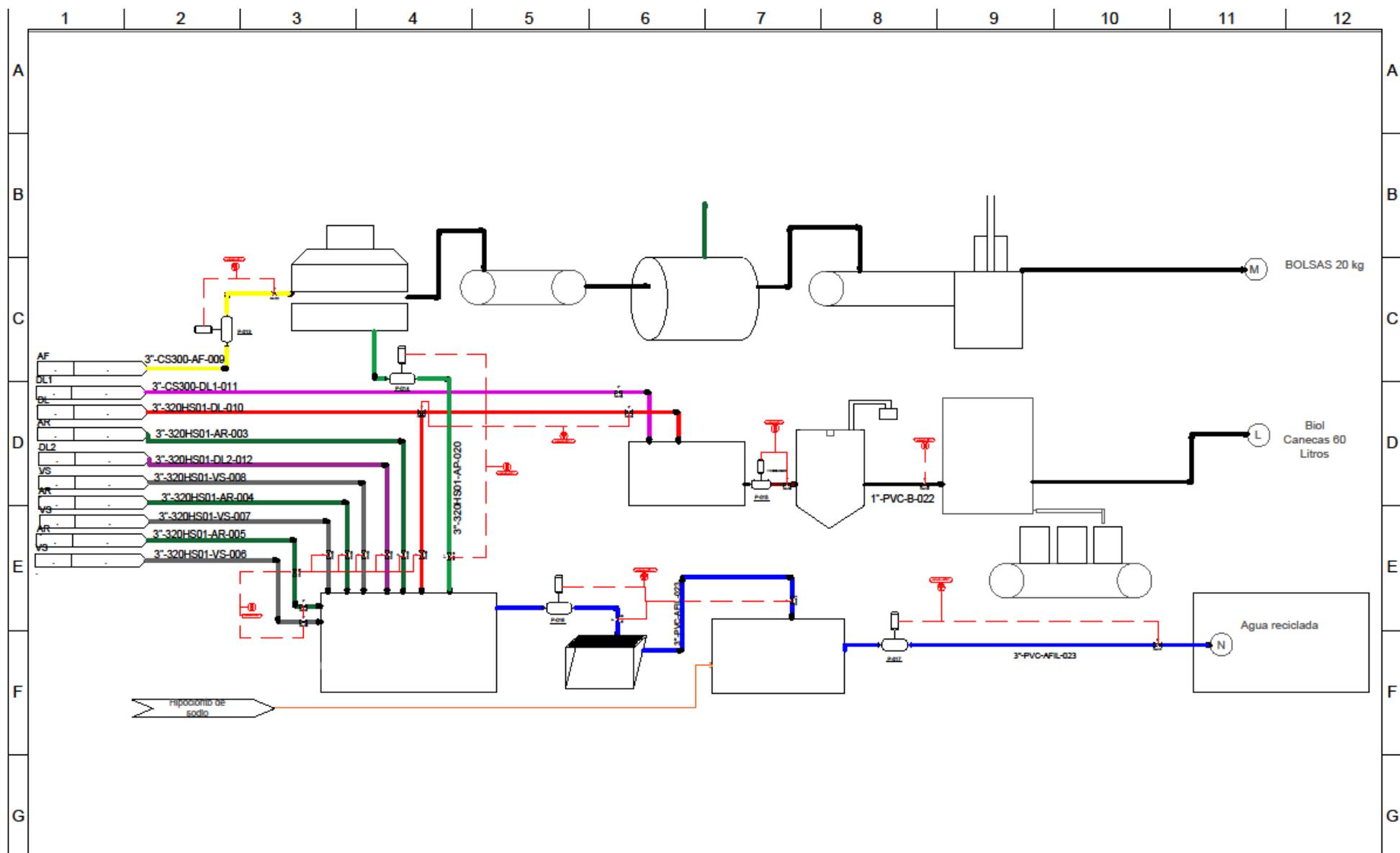


Figura 10. Diagrama de instrumentación y tuberías del área de rediseño

#### 4.9. DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES

La distribución de actividades y el tiempo en horas que toma cada una de ellas se presentan en la Tabla 18. En la Figura 11, se esquematiza la distribución mediante un diagrama de Gantt; además, como el tiempo de fermentación tarda 72 h, se estableció que se deben realizar dos procesos batch, para mejorar el rendimiento de la planta productiva y los procesos añadidos en el rediseño.

**Tabla 18.** Actividades a realizarse en la planta de elaboración de un destilado de jora

Tipo de producción	Actividad	Duración de la actividad (h)	Primer Batch		Segundo batch	
			Hora de inicio	Hora de fin	Hora de inicio	Hora de fin
Producción de licor de jora	Recepción	0,33	7h00 Lunes	7h20 Lunes	7h00 Viernes	7h20 Viernes
	Triturado	7,92	7h20 Lunes	16h10 Lunes	7h20 Viernes	16h10 Viernes
	Mezclado y macerado	2,50	7h00 Martes	9h30 Martes	7h00 Sábado	9h30 Sábado
	Filtrado	1,00	9h30 Martes	10h00 Martes	9h30 Sábado	10h00 Sábado
	Fermentación	72,0	10h00 Martes	10h00 Jueves	10h00 Sábado	10h00 Lunes
	Primera destilación	10,0	10h00 Jueves	20h00 Jueves	10h00 Lunes	20h00 Lunes
	Segunda destilación	6,0	7h00 Viernes	13h00 Viernes	7h00 Martes	13h00 Martes
	Estandarización	0,33	13h00 Viernes	13h20 Viernes	13h00 Martes	13h20 Martes
	Embotellado	3,0	13h20 Viernes	16h20 Viernes	13h20 Martes	16h20 Martes
	Almacenamiento	2,0	15h00 Viernes	17h00 Viernes	15h00 Martes	17h00 Martes
Producción de harina gruesa seca	Prensado mecánico	3,0	11h00 Martes	14h00 Martes	11h00 Sábado	14h00 Sábado
	Secado	5,0	14h00 Martes	17h00 Martes	14h00 Sábado	17h00 Sábado
	Empacado	3,0	7h00 Miércoles	10h00 Miércoles	7h00 Lunes	10h00 Lunes
Producción de biol	Almacenamiento	168,0	11h00 Jueves	10h00 Jueves	11h00 Jueves	10h00 Jueves
	Fermentación	168,0	10h00 Jueves	9h00 Jueves	10h00 Jueves	9h00 Jueves
	Embotellado	5,0	10h00 Jueves	15h00 Jueves	10h00 Jueves	15h00 Jueves



## 5. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA

Para el análisis de prefactibilidad económica, fue necesario determinar la inversión, los ingresos por venta del producto, los costos y gastos directos e indirectos. En la Tabla 19 se muestran los activos fijos necesarios para el establecimiento de la planta. Se consideró el valor de inflación que provee el Banco Central (Banco Central del Ecuador, 2021).

**Tabla 19.** Activos fijos para la planta de producción del destilado de jora

<b>Activo</b>	<b>Valor (USD)</b>
Terreno	69 673,00
Fábrica	50 500,00
Oficinas, laboratorios	21 600,00
Cerramiento	3 960,00
Calles internas y corredores	166 320,00
Área de rediseño	7 000,00
Áreas verdes y cisterna	3 419,00
<b>Total</b>	<b>336 653,00</b>

Además, para el cálculo de la inversión inicial, se consideró la maquinaria y los equipos necesarios, inclusive aquellos que fueron añadidos en el rediseño. En la Tabla 20 se muestra el costo de los equipos, junto con los proveedores.

**Tabla 20.** Maquinaria y equipos para la planta de producción del destilado de jora

<b>Maquinarias y equipos</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Costo (USD)</b>
Tolva de alimentación	Proinmec	5 000,00
Tanques de almacenamiento	Coara S.A	35 000,00
Molino de rodillos	INDUMEI	6 500,00
Tanque de estandarización	Proinmec	5 000,00
Tanques fermentadores	Industrias Romero	10 000,00
Sistema de filtro metálico	Industrias Romero	2 000,00
Alambique 1	Industrias Romero	60 000,00
Alambique 2	Industrias Romero	45 000,00
Mezclador	Coara S.A	4 500,00
Embotelladoras	Coara S.A	15 000,00
Bombas	Hebei Shenghui Pump Co. Ltd	3 600,00
Válvulas	Hebei Shenghui Pump Co. Ltd	2 600,00
Prensa de manivela	Proinmec	3 000,00
Secador tipo tambor giratorio	Coara S.A	9 500,00
Planta compacta de filtración	Hebei Shenghui Pump Co. Ltd	7 400,00
<b>Gastos de instalación</b>		<b>21 410,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>235 510,00</b>

Para el establecimiento del proyecto, se propuso emplear un 35% de capital propio que será otorgado por parte de inversores y un 75% se obtendrá por parte de una entidad financiera. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 21.

**Tabla 21.** Inversión para establecer la planta de producción del destilado de jora

Ítem	Valor (USD)
Inversión fija	674 864,00
Capital de operaciones	32 210,00
Total	707 074,00
Capital propio	247 476,00
Financiamiento	459 598,00

Como se puede observar, la inversión fija sería alta, lo que resulta lógico debido a que incluye los costos del terreno, construcciones, maquinaria, equipos, entre otros.

En el anexo 5 se muestra todas las consideraciones que se tomaron para determinar los costos de producción de un destilado de jora y los resultados se presentan en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Costos para la producción del destilado de jora

Ítem	Valor (USD)	Porcentaje
Materiales directos	127 563,00	51,55
Mano de obra directa	13 770,00	5,57
Mano de obra indirecta	34 020,00	13,75
Materiales adicionales	1 637,00	0,66
Depreciación	39 452,00	15,94
Suministros	16 386,00	6,62
Reparación y mantenimiento	4 780,00	1,93
Seguros	4 780,00	1,93
Imprevistos	5 053,00	2,04
<b>Total</b>	<b>247 439,00</b>	<b>100</b>

Con los valores de la tabla anterior, se determinó que para la producción de 22 000 L del destilado de jora se necesitarían USD 247 439,00, por lo que para la elaboración de una botella de 750 mL se requerirían USD 9,90. El mayor porcentaje corresponde a los materiales directos pues, como se podría prever, se requiere una gran cantidad de materia prima para la elaboración de un destilado de jora.

En la Tabla 23 se presenta la descripción de los materiales directos.

**Tabla 23.** Materiales directos para la producción del destilado de jora

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor total (USD)</b>
Jora	37 440 kg	56 160,00
Agua	110 422 kg	53 003,00
Levadura	31,46 kg	6 607,00
Botellas	22 000	11 794,00

En el anexo 6 se detalla los gastos totales y con los valores obtenidos más los valores calculados de los ingresos por venta y los valores totales de egresos, se realizó el flujo de fondo neto, el mismo que se presenta en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Flujo de fondos netos

<b>CONCEPTO</b>	<b>AÑO</b>										
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Inversión inicial</b>	<b>707 074</b>										
<b>Ingreso por ventas</b>	<b>0</b>	<b>410 916</b>	<b>427 507</b>	<b>444 767</b>	<b>462 725</b>	<b>481 407</b>	<b>500 844</b>	<b>521 066</b>	<b>542 104</b>	<b>563 991</b>	<b>586 762</b>
Costos directos	0	141 333	146 986	152 866	158 980	165 339	171 953	178 831	185 984	193 424	201 161
Carga fabril	0	66 654	69 320	72 093	74 977	77 976	81 095	84 339	87 712	91 221	94 870
Gastos ventas	0	11 792	12 264	12 754	13 264	13 795	14 347	14 921	15 517	16 138	16 784
Gastos administrativos	0	4 600	4 784	4 975	5 174	5 381	5 597	5 821	6 053	6 295	6 547
<b>Costos totales</b>	<b>0</b>	<b>224 379</b>	<b>233 354</b>	<b>242 688</b>	<b>252 396</b>	<b>262 492</b>	<b>272 991</b>	<b>283 911</b>	<b>295 267</b>	<b>307 078</b>	<b>319 361</b>
<b>UTILIDAD MARGINAL</b>	<b>0</b>	<b>186 537</b>	<b>194 153</b>	<b>202 079</b>	<b>210 329</b>	<b>218 916</b>	<b>227 853</b>	<b>237 155</b>	<b>246 836</b>	<b>25 6913</b>	<b>26 7401</b>
Impuestos	0	46 634	48 538	50 520	52 582	54 729	56 963	59 289	61 709	64 228	66 850
Valor rescate infraestructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168 327
Valor rescate equipos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33 153
<b>FLUJO NETO EFECTIVO</b>	<b>-707 074</b>	<b>139 903</b>	<b>145 614</b>	<b>151 559</b>	<b>157 747</b>	<b>164 187</b>	<b>170 890</b>	<b>177 866</b>	<b>185 127</b>	<b>192 685</b>	<b>402 030</b>

## 5.1. INDICADORES FINANCIEROS

### 5.1.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Para determinar el valor actual neto, es necesario obtener la tasa de descuento que es la suma de la tasa convencional máxima activa y la tasa de riesgo del proyecto. Según el

banco central del Ecuador (2022), para febrero de este año la tasa máxima para PYMES es de 11,16% y se consideró una tasa de riesgo del 5% obteniendo una tasa de descuento de 16,16%. A partir del flujo neto de fondos y la tasa de descuento se determinó el valor actual neto (VAN), cuyo resultado es USD 106 486,8.

(Carrasco P. , 2013) menciona que si se tiene un VAN de USD 0 se tiene un resultado indiferente pues se tiene un beneficio esperado, pero si se obtiene un valor superior, entonces se obtiene un beneficio esperado más un excedente lo que determina la viabilidad del proyecto.

#### **5.1.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**

La tasa interna de retorno sería de 19,73 %, la cual es superior a la tasa activa que proyecta el Banco central del Ecuador para 2022, lo que indica que se trata de una buena inversión.

#### **5.1.3. RELACIÓN COSTO BENEFICIO (RBC)**

La relación costo/beneficio del proyecto es de 1,15 lo que indica que por cada dólar invertido se ganarían 15 centavos.

#### **5.1.4. PERIODO DE RECUPERACIÓN (PR)**

El periodo de recuperación de la inversión fue determinado a partir del flujo neto de fondos. Sería alcanzado al quinto año, lo cual indica que es un proyecto relativamente seguro, dado que el tiempo de vida del proyecto sería de 10 años y se recuperaría la inversión a la mitad del plazo esperado.

#### **5.1.5. PUNTO DE EQUILIBRIO**

El punto de equilibrio se determinó con base en el porcentaje de la capacidad de la planta que debe utilizarse para que no existan pérdidas ni ganancias, y para que esto ocurra se debería utilizar el 55,79 % de la capacidad máxima; si se usa una menor capacidad el proyecto no sería viable.

## 5.2. COMPARACIÓN DE LOS INDICADORES FINANCIEROS

En la Tabla 25 se muestran los indicadores financieros obtenidos antes y después de la aplicación de un modelo de economía circular.

**Tabla 25.** Comparación de los indicadores financieros

INDICES FINANCIEROS ANTES		INDICES FINANCIEROS DESPUÉS	
<b>VAN</b>	99 365,50 USD	<b>VAN</b>	106 486,8 USD
<b>TIR</b>	19,56 %	<b>TIR</b>	19,73 %
<b>RBC</b>	1,11	<b>RBC</b>	1,15
<b>PR</b>	5 años	<b>PR</b>	5 años

Como se puede observar, los indicadores financieros son muy similares y esto puede deberse a que la producción de afrecho seco y biol genera ingresos extra y a que, en un lapso de aproximadamente dos años, estos ingresos cubrirían el costo de los equipos y la infraestructura adicional. Por otro lado, el consumo de agua se reduciría con el rediseño, gracias a que ahora se emplearían procesos de filtración y desinfección, con lo que el abastecimiento de agua para los procesos industriales disminuiría.

## 6. ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS DEL REDISEÑO

En la Tabla 25, presentada en la anterior sección, se puede observar el beneficio económico de aplicar un modelo circular, frente a un modelo lineal. Fue necesario construir una matriz de impacto ambiental para establecer, de manera objetiva, las diferencias entre el proceso original y el proceso luego del rediseño.

### 6.1. MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

En las Tablas 27 y 28 se presentan matrices de Leopold para el proceso inicial y para el proceso en el que se consideró un modelo circular. Esta matriz es la más empleada en estudios ambientales y se caracteriza por ser un método cualitativo, pero que requiere una valoración numérica que está sujeta a la interpretación del evaluador (UMB Virtual, 2019). Para la valoración se tuvieron en cuenta los criterios indicados en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Valoración para la elaboración de una matriz de Leopold

<b>Magnitudes</b>			<b>Importancia</b>		
<b>Intensidad</b>	<b>Afectación</b>	<b>Calificación</b>	<b>Duración</b>	<b>Influencia</b>	<b>Calificación</b>
Nula	Nula	0	Nula	Nula	0
Baja	Baja	1 +/-	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2 +/-	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3 +/-	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4 +/-	Temporal	Local	4
Media	Media	5 +/-	Media	Local	5
Media	Alta	6 +/-	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7 +/-	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8 +/-	Media	Regional	8
Alta	Alta	9 +/-	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	10 +/-	Permanente	Nacional	10

(UMB Virtual, 2019)

Tabla 27. Matriz de Leopold de la planta con modelo lineal

		ELEMENTO SO FACTORES AMBIENTA LES	ACTIVIDADES QUE PUEDEN CAUSAR UN IMPACTO AMBIENTAL																				Magnitud	Importancia	Total
			Área administrativa central	Exteriores	Comedor	Recepción de la materia prima	Área de almacenamiento de materia prima	Proceso de triturado	Proceso de macerado	Proceso de filtrado	Área de fermentación	Área de destilación	Área de estandarización y embotellado	Área de almacenamiento	Parqueadero	Taller	Área de máquinas	Despacho de productos	Baños y vestidores	Proceso de lavado de equipos	Área de almacenamiento de desechos	Área de rediseño			
SISTEMA BIO-FÍSICO	AIRE	Calidad de aire (Generación)	0	-1	-1	-1	0	-2	-3	0	0	-5	0	0	-1	-5	-5	0	-1	-1	-3	0	-29	19	-59
		Nivel de ruido	-1	-3	-1	-4	0	-3	-2	-1	0	-3	-2	0	0	-5	-5	-1	-2	0	0	0	-33	21	-63
		Presencia de material particulado	0	-1	0	-1	0	-4	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	6	-14
	AGUA	Calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Desperdicio de agua	-5	0	-4	0	0	0	-4	-3	-5	-5	0	0	-3	-5	0	-5	-7	-1	0	-52	28	-123	
	Desechos	Generación de desechos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	1	-1
		Generación de desechos	-6	0	-4	-1	-3	-3	-1	-9	-1	-7	-7	0	0	0	0	0	-3	-5	-6	0	-56	31	-179
	BIÓTICO	Flora (Calidad y cantidad)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Fauna (Calidad y cantidad)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	-5	-3	15
	ENERGÉTICO	Consumo de energía	-4	0	-4	0	0	-5	-5	-2	-3	-3	-3	0	0	-3	-5	0	-5	-1	0	0	-43	25	-84
SISTEMA SOCIOECONÓMICO	Socioeconómico	Empleo	4	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	3	1	1	0	0	18	16	29
		Calidad de vida de comunidad	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	6	10
		Servicios básicos	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
		Salud ocupacional y seguridad	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	4	4
		Magnitud	-13	-5	-14	-5	-3	-15	-15	-12	-8	-21	-16	2	-1	-15	-19	4	-15	-13	-16	0	-200		
Importancia	14	3	6	6	1	13	10	12	7	18	12	2	1	11	13	4	10	9	4	0		154			
Total	-16	-5	-18	-5	-3	-39	-29	-45	-21	-78	-57	2	-1	-41	-59	4	-35	-37	-11	0			-494		

Tabla 28. Matriz de Leopold ambiental de la planta con modelo circular

		ELEMENTO S O FACTORES AMBIENTA LES	ACTIVIDADES QUE PUEDEN CAUSAR UN IMPACTO AMBIENTAL																			Magnitud	Importancia	Total		
			Área administrativa central	Exteriores	Comedor	Recepción de la materia prima	Área de almacenamiento de materia prima	Proceso de triturado	Proceso de macerado	Proceso de filtrado	Área de fermentación	Área de destilación	Área de estandarización y embotellado	Área de almacenamiento	Parqueadero	Taller	Área de máquinas	Despacho de productos	Baños y vestidores	Proceso de lavado de equipos	Área de almacenamiento de desechos				Área de rediseño	
SISTEMA BIO-FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	0	-1	-1	-1	0	-2	-3	0	0	-5	0	0	-1	-5	-5	0	-1	-1	-3	-1	-30	20	-60	
		Generación	0	1	1	1	0	1	1	0	0	3	0	0	1	3	3	0	1	1	2	1				
		Nivel de ruido	-1	-3	-1	-4	0	-3	-2	-1	0	-3	-2	0	0	-5	-5	-1	-2	0	0	0	0	-33	21	-63
	AGUA	Presencia de material particulado	0	-1	0	-1	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	5	-6
		Calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Desperdicio de agua	-5	0	-3	0	0	0	-1	-2	-5	-2	-3	0	0	-1	-2	0	-5	-5	-1	0	0	-35	20	-72
	Desechos	Generación de desechos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	1	-1
		Generación de desechos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
	BIÓTICO	Flora (Calidad y cantidad)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
		Fauna (Calidad y cantidad)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-1	0	-6	-2	14
Consumo de energía		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	1	0				
SISTEMA SOCIOECONÓMICO	Socioeconómico	Consumo de energía	-4	0	-2	0	0	-5	-5	-2	-3	-3	-3	0	0	-3	-5	0	-2	-3	0	0	0	-40	24	-74
		Empleo	5	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	3	1	1	0	3	0	22	20	47
		Calidad de vida de comunidad	5	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	3	0			
		Servicios básicos	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	5	5	7
		Salud ocupacional y seguridad	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Magnitud	-5	-5	-9	-5	-1	-13	-12	-6	-8	-14	-10	2	-1	-13	-16	4	-10	-9	-13	1	0	-143				
Importancia	14	3	6	6	1	12	9	7	7	13	8	2	1	10	11	4	8	8	3	9	0		142			
Total	6	-5	-11	-5	-1	-31	-22	-7	-21	-36	-19	2	-1	-36	-46	4	-20	-22	1	7	0			-263		

En los diagramas de Leopold se realizó la valoración numérica y, posteriormente, se realizó una multiplicación entre la magnitud y la importancia.

Si se obtiene un valor mayor a cero, se considera que el impacto es positivo; si se obtiene un valor de -1 a -10, significa que el impacto es mínimo; si el valor va de -11 a -49, entonces el impacto negativo es considerable y se requiere un plan de acción para mitigar tal impacto; si se obtiene un valor de -50 a -99, el impacto es alto y se requieren acciones correctivas; y si el valor es menor a -100, se considera como un impacto negativo crítico y se requieren acciones inmediatas (UMB Virtual, 2019).

Como se puede apreciar en la matriz de Leopold, ninguna actividad supera el valor de -100, pero sí se alcanzan valores que indican que algunos procesos necesitarían ser mejorados.

Una vez aplicados los principios de economía circular mencionados en la sección 3.2, se pudo reducir el impacto ambiental de manera notoria. Para tener una valoración total, se realizó una sumatoria del producto entre la magnitud y la importancia y se tuvo como resultado -494 para el diseño inicial y de -263 en el rediseño, lo que confirma que hubo una importante mitigación del impacto ambiental.

## **6.2. ANÁLISIS SOBRE EL ÁMBITO SOCIAL**

Mediante la adopción de un sistema de producción basado en la economía circular, no solamente se podrían mejorar aspectos ambientales y económicos, sino que también se tendrían beneficios en el ámbito social. Esto gracias a que se podría ahorrar recursos; generar nuevos empleos; producir bienes de menor costo gracias a la valorización de los subproductos; promover la innovación, entre otros (Zacarías , 2018).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2021) menciona que, si se alarga la vida útil de los productos y se aumenta la eficiencia en el ámbito industrial, se podría llegar a la creación de al menos 5 millones de empleos. En América Latina, uno de los principales problemas es, precisamente, el desempleo. Cualquier medida que genere oportunidades de trabajo de forma digna y responsable, debe ser respaldada por los gobiernos.

Zacarías (2018) menciona que los cambios de mentalidad y en la manera de llevar a cabo sus actividades cotidianas no solo deben producirse en los sectores industriales, sino también en la población general, como consumidores. La gran mayoría de personas, desde su infancia, es formada en un patrón de consumo de “comprar- usar- desechar” y en el hábito de comprar algo nuevo y actual, en lugar de intentar reparar lo que ya se tiene, por simple comodidad. Cambiar estos hábitos de consumo por unos que sean acordes con un desarrollo sostenible fomentaría el compromiso sobre las responsabilidades que cada persona tiene.

## 7. CONCLUSIONES

1. Se verificó la factibilidad de proponer el rediseño de una planta agroindustrial productora de una bebida alcohólica a partir de jora, con base en los principios de economía circular, y evaluar la propuesta en función de las consecuencias de los cambios planteados en los aspectos económicos, ambientales y sociales.
2. Se propuso un nuevo diseño del proceso productivo, el cual se fundamentó en la metodología de las 7 Rs e incorporó operaciones unitarias para aprovechar los subproductos, reducir los desechos y tratar los efluentes antes de su disposición; además, se planteó establecer alianzas estratégicas con el fin de mejorar el sistema de gestión medioambiental.
3. En el rediseño, se planteó valorizar los residuos del proceso productivo, para obtener nuevos productos como biol, que puede ser empleado en la agricultura, o afrecho seco, que puede ser empleado en la industria alimentaria.
4. En el análisis económico se determinó que, tras el rediseño, los indicadores financieros prácticamente no se verían alterados, debido a que, aunque los costos fijos aumentarían, también existirían nuevos ingresos asociados con el aprovechamiento de los subproductos y mejoras en la eficiencia en el uso de los recursos.
5. Los resultados del análisis del impacto ambiental de la planta luego del rediseño sugieren que existiría una mejora gracias a que no solo disminuiría la generación de desechos, sino también se fomentaría la reutilización de agua y de las botellas de vidrio, así como del papel en el área administrativa.
6. Debido a la incorporación de nuevos procesos y áreas de trabajo y a la nueva oferta de productos al mercado, se incrementarían las plazas de trabajo en la planta productora del destilado de jora, lo que representa un beneficio social.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. (AEMA), S. I. (2020). *Prescripciones técnicas que toda instalación de reutilización de agua debe tener*. Aguasindustriales.es. Obtenido de <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/reutilizacion-de-aguas-industriales-tecnologias-adecuadas-para-su-regeneracion>
2. Aguasplendor. (2017). *Propiedades Únicas del Agua*. Obtenido de <http://www.aguasplendor.com.ec/propiedades-unicas.html>
3. Almeida, M., & Díaz, C. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en el Ecuador. *Estudios de la gestion. Revista Internacional de administración*, 23.
4. Andrade, X., Pisco, I., Leonard, Q., & Cristell, C. (2020). El mercado de las bebidas alcohólicas en Ecuador. *Revista Industrias*.
5. Banco Central del Ecuador. (2021). Boletín mensual de inflación. *BCEcuador*, 40. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Notas/Inflacion/inf202112.pdf>
6. Barrietos, A., Benitez, M., Celis, A., Flores, K., & Revilla, A. (Febrero de 2020). *Producción y comercialización de una bebida alcohólica a base de chicha de jora*. Obtenido de Tesis previo a la obtención de grado-Repositorio USIL.pe: <https://repositorio.usil.edu.pe/items/523d4918-0dda-4cd1-9d52-942e0ecd2c4a>
7. Bucci, P., Santos, M., & Zaritzky, N. (2019). *Universidad Nacional de la Plata*. Obtenido de Jornadas ITE-Facultad de Ingeniería: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/75651>
8. Calle, A., Pachas, T., & Santiesteban, R. (10 de 05 de 2017). *Industrialización de la chicha de Jora*. Obtenido de Tesis de grado: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3381>
9. Carrasco, P. (2013). *Evaluación Financiera de Proyectos*. Quito Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
10. Carrasco, T. (3 de Marzo de 2017). El reciclaje de vidrio y su impacto en la conservación del medio ambiente. *ED Digital*, 22-31. doi:<https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v1i2.319>
11. Centro de innovación y economía circular. (2021). *LIBRO BLANCO de economía circular de Ecuador*. Quito.
12. Diaz, M., & Beltrán, S. (2014). *Obtención de biol a partir del desecho de levadura utilizado en la cervecería de la empresa Brau Supplies*. Obtenido de Facultad de ciencias ambientales-SEKInvestigacion de fin de carrera para titulado: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2502>
13. Emis company. (2020). *Industria de los licores Ecuatorianos Licorec S.A*. Obtenido de [https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Industria\\_de\\_Licores\\_Ecuatorianos\\_Licorec\\_SA\\_es\\_3951709.html](https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Industria_de_Licores_Ecuatorianos_Licorec_SA_es_3951709.html)

14. Faruk, O. (2003). *The alcohol textbook. A reference for the beverage, fuel and industrial alcohol industries.* (4, Ed.) Nottingham: Nottingham University.
15. Garabiza, B., Prudente, E., & Quinde, K. (2021). Aplicacion del modelo de economía circular en Ecuador . *Revista Espacios* , 16.
16. Górak, A., & Sorensen, E. (2014). *Distillation: Fundamentals and principes* . London : Elsevier .
17. Herrera, L., & Bernal, D. (2020). Procesamiento de cerveza: tratamiento de aguas residuales. *Universidad Santiago de Cali*, 1-7.
18. INEC. (2014). *Mas de 900 mil ecuatorianos consume alcohol*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/mas-de-900-mil-ecuatorianos-consumen-alcohol/>
19. INEC, I. N. (2021). *Contador Poblacional*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
20. Kotler, P., & Armstron, G. (2017). *Fundamentos de Marketing*. Mexico: Pearson Education .
21. Landivar, F. (2002). *Estudio de Impacto ambiental expost y plan de manejo ambiental. Planta procesadora de bebidas alcohólicas y no alcohólicas Corporacion Azende*. Cuenca: Carto-Sig.
22. Lennetech, E. (2019). *Reciclaje de agua en la industria de la alimentacion y bebidas*. Obtenido de <https://www.lennetech.es/reciclaje-agua-industria-alimentacion-bebida.htm>
23. Lizaso, S. (2012). *Produccion de whisky en Argentina*. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires .
24. Monteesdeoca, M., & Moreno, X. (2014). *Estudio de factibilidad para la producción y/o comercialización de alimentos balanceados a base de afrecho*. Obtenido de Trabajo de titulación previo a la obtención del titulo de ingeniero comercial- Unversidad Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/2568>
25. Naciones Unidas. (17 de Junio de 2019). *Desafios globales: Población* . Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457891>
26. Orobio, N., & Sierra, L. (2015). *Modelo de negocio para cubrir la demanda insatisfecha de los consumidores de whisky en el Ecuador*. Obtenido de Trabajo de titulación para obtener titulo de ingeniero comercial: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19443/1/Tesis%20Sierra%20-%20Orobio.pdf>
27. Oviedo, S. (2016). Consumerismo y medio ambiente: las 7R y la ecopaz. *Revista científica de la UCSA*, 78-87.
28. Parapouli, M., Vasieleiadis, A., Afendra, S., & Hatziloukas, E. (2020). Saccharomyces cerevisiae and its industrial applications. *US National library of Medicine* , 1-31. doi:10.3934/microbiol.2020001

29. Perez, J. (2018). Contenido de aminas biógenas(histamina y tiamina) y su relación con características fisicoquímicas en muestras de chicha de jora elaboradas en la provincia de Abancay . *Industrial Data*, 35-46. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v21i2.15601>
30. Rivadeneira, M., & Espejo, H. (2020). Propuesta de reutilización de los residuos del proceso de producción de cerveza artesanal para incremento de la productividad de la empresa. *Trabajo de titulación previo a la obtencion del titulo de ingeniería industrial*, 4-6.
31. Tecnovino.com. (junio de 2014). *Adios a las etiquetas? serigrafiado en vidrio*. Obtenido de <https://www.tecnovino.com/adios-a-las-etiquetas-la-serigrafia-en-vidrio/>
32. UMB Virtual, P. (12 de Abril de 2019). Videoclase. Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental. Colombia. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=LcG7QeoPHeA>
33. Wiyaratn, W., Watanapa, A., & Kajondecha, P. (February de 2013). Improvement plant layout based on systematic layout planning. *International Journal of engineering and technology*, 5.
34. Zacarías , A. (18 de Diciembre de 2018). *Que es economía circular y como mejora el medio ambiente*. Obtenido de Noticias ONU: <https://news.un.org/es/interview/2018/12/1447801>

## ANEXOS

### ANEXO 1. Encuestas realizadas y resultados obtenidos

- **Tabla A1.** Encuestas realizadas con sus respectivos resultados

Numero de encuestados	169	Relativos	Absolutos
Genero	Masculino	55,40%	94
	Femenino	44,60%	75
Edad	18-30	35%	59
	30-40	25%	42
	40 en adelante	40%	68
Frecuencia de consumo de alcohol	1 vez al mes	46%	78
	2 veces al mes	13%	22
	1 vez a la semana	36%	61
	dos veces a la semana	5%	8
Que bebida el encuestado consume mas	Alcohol de alta graduación	38%	64
	Cerveza	60%	101
	Vino	2%	3
	Otros	1%	2
Disposición de comprar un licor de jora	Si	81%	137
	No	19%	32
Donde quisiera el encuestado que se venda el licor	Supermercados	13%	22
	Micro mercados	22%	37
	Licorerías	65%	110
Qué precio el encuestado está dispuesto a comprar el producto	12 a 16\$	66%	112
	16 a 20	25%	42
	20\$ en adelante	9%	15

## ANEXO 2. Balances de masa para la obtención de licor jora y de los subproductos

- **Capacidad de la planta =315 litros**

$$315 \frac{\text{litros licor}}{\text{semana}} * \frac{40 \text{ litros etanol}}{100 \text{ litros licor}} = 126 \frac{\text{etanol}}{\text{semana}}$$

$$126 \frac{\text{litros licor}}{\text{semana}} * \frac{1 \text{ m}^3 \text{ etanol}}{1000 \text{ litros etanol}} * \frac{789 \text{ kg etanol}}{1 \text{ m}^3 \text{ etanol}} = 99,41 \text{ kg} \frac{\text{etanol}}{\text{semana}}$$

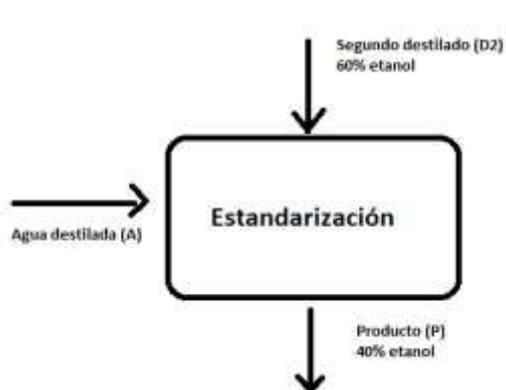
$$315 \frac{\text{litros licor}}{\text{semana}} * \frac{60 \text{ litros agua}}{100 \text{ litros licor}} = 189 \text{ litros} \frac{\text{agua}}{\text{semana}}$$

$$189 \frac{\text{litros agua}}{\text{semana}} * \frac{60 \text{ kg agua}}{1 \text{ litro agua}} = 189 \text{ kg} \frac{\text{agua}}{\text{semana}}$$

$$\text{Cantidad de licor en kg} = 189 \text{ kg} + 99,41 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de licor en kg} = 288,41 \frac{\text{kg licor}}{\text{semana}}$$

- **Balance de masa en la estandarización del destilado**



Balance general

$$D_2 + A = P$$

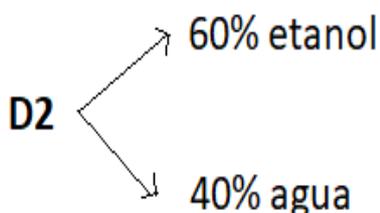
$$D_2 + A = 315 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

Balance del etanol

$$0,6D_2 = 126 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

$$D_2 = 210 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

**Composición del segundo destilado**



$$126 \frac{\text{l etanol}}{\text{semana}} * 0,789 \frac{\text{kg etanol}}{\text{l etanol}} = 99,41 \frac{\text{kg etanol}}{\text{semana}}$$

$$84 \frac{\text{l agua}}{\text{semana}} * \frac{1 \text{ kg agua}}{1 \text{ litro agua}} = 84 \frac{\text{kg etanol}}{\text{semana}}$$

$$\text{kg } D_2 = 183,41 \frac{\text{kg licor}}{\text{semana}}$$

- Balance de masa Segundo destilador



Balance general

$$D_1 = D_2 + R$$

$$1) \quad D_1 = 210 \frac{\text{litros}}{\text{semana}} + R$$

Balance de etanol

$$0,25D_1 = 0,6D_2 + 0,01R$$

$$2) \quad 0,25D_1 = 0,6 * 210 + 0,01R$$

2 EN 1

$$0,25(210 + R) = 126 + 0,01R$$

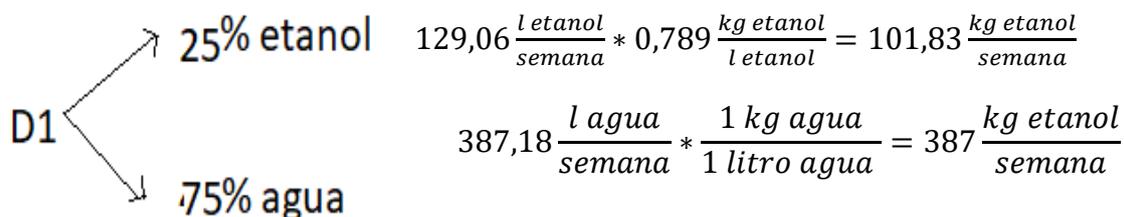
$$52,5 + 0,25R = 126 + 0,01R$$

$$R = 306,25 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

$$D_1 = 210 \frac{\text{litros}}{\text{semana}} + 301,25 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

$$D_1 = 516,25 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

Composición del primer destilado



$$\text{kg } D_2 = 489,01 \frac{\text{kg licor}}{\text{semana}}$$

- Balance de masa primer destilador



Balance general

$$F = D_1 + R'$$

$$1) F = 516,25 + R'$$

Balance de etanol

$$2) 0,1F = 0,01R' + 0,25(516,25)$$

2EN 1

$$0,1(516,25 + R') = 0,01R' + 0,25(516,25)$$

$$R' = 860,38 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

$$1) F = 516,25 + 860,38$$

$$F = 1376,63 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

### Composición del fermentado

- ❖ 100 gramos de floculado por cada 20 litros de mosto

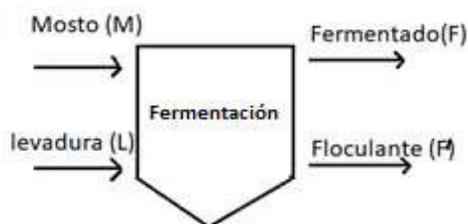
$$100 \frac{\text{g floculado}}{20 \text{ litros mosto}} * 1376,63 \frac{\text{litros mosto}}{\text{semana}} = 6883,15 \frac{\text{g floculado}}{\text{semana}}$$

$$137,66 \frac{\text{litros etanol}}{\text{semana}} * 0,789 \frac{\text{kg etanol}}{1 \text{ litro etanol}} = 108,61 \frac{\text{kg etanol}}{\text{semana}}$$

$$1238,96 \frac{\text{litros agua}}{\text{semana}} * \frac{\text{kg agua}}{1 \text{ litro agua}} = 1238,96 \frac{\text{kg agua}}{\text{semana}}$$

$$\text{Masa en el fermentador} = 1354,46 \frac{\text{kg agua}}{\text{semana}}$$

- **Balance de masa en el fermentador**



Masa de levadura

$$L = 0,60571 \text{ kg}$$

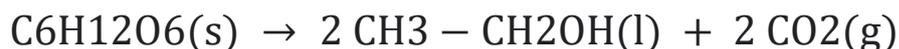
Balance de masa General

$$M + L = F + F'$$

$$M + 0,6057 = 1354,46 + 6,883$$

$$M = 1360,73 \frac{\text{kg mosto}}{\text{semana}}$$

### Considerando la ecuación estequiométrica



$$108,61 \frac{\text{kg etanol}}{\text{semana}} * \frac{1 \text{ mol et}}{46,07 \text{ kg et}} * \frac{1 \text{ mol glu}}{2 \text{ mol glu}} * \frac{180,15 \text{ kg glu}}{1 \text{ mol glu}} = 212,35 \frac{\text{kg glucosa}}{\text{semana}}$$

- ❖ Asumiendo que en cada kg de jora existen 30 gramos de glucosa

$$212,35 \frac{\text{kg glucosa}}{\text{semana}} * \frac{100 \text{ kg jora}}{\text{kg glucosa}} = 707,83 \frac{\text{kg jora}}{\text{semana}}$$

- **Balance de masa en el macerado**



Afrecho que pasa con el mosto

$$\text{Afrecho residual} = \text{floculado} - \text{lev}$$

$$\text{Afrecho residual} = 6,883 - 0,6057$$

$$\text{Afrecho residual} = 6,02 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

Balance general

$$AG + J = M + AF$$

$$2123,49 + 70783 = 1360,73 + AF$$

$$AF = 1470,5 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

Balance del afrecho húmedo

$$AF_{\text{real}} = AF - \text{Afrecho residual}$$

$$AF_{\text{real}} = 1464,313 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

- **Balance de masa del afrecho húmedo para obtener afrecho seco**



Balance general

$$1) AF = P + A$$

$$1464,31 = P + A$$

Balance Del afrecho húmedo

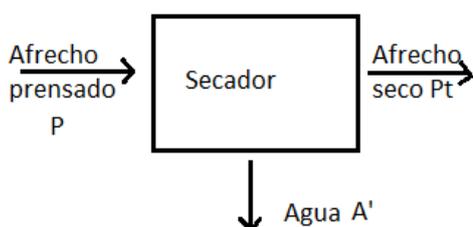
$$0,45 * (1464,3) = 0,70P$$

$$P = 941,34$$

$$1) 1464,31 = 941,34 + A$$

$$A = 522,97 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

- **Balance de masa en el secador de tambor**



Balance general

$$P = A' + Pt$$

$$836,74 = A' + Pt$$

Balance del afrecho en el secador

$$0,7(941,34) = 0,92 * Pt$$

$$Pt = 716,23 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

$$P = A' + Pt$$

$$836,74 = A' + 716,23$$

$$A' = 120,5 \frac{\text{litros}}{\text{semana}}$$

### ANEXO 3. Balances de energía en la obtención de licor jora y de los subproductos

- **Balance de energía en el macerado**

$$M_{mezcla} * Cp_{mosto} * (T_e - T_s) = \dot{M}_v * (\hat{H}_L - \hat{H}_v)$$

$$2835,5 * (0,24 * 2,27 + 4,18 * 0,76) * (23 - 70) = \dot{M}_v * (2675,6 - 419)$$

$$495972,04 = \dot{M}_v * (2256,5)$$

$$\dot{M}_v = 219,79 \frac{kg}{semana}$$

- **Balance de energía en la fermentación**

$$M_{agua} * Cp_{agua} * (T_e - T_s) = M_{mosto} * Cp_{mosto} * (T_e - T_s)$$

$$M_{agua} * 4,18 * (23 - 50) = 1354,76 * (0,16 * 1,24 + 4,18 * 0,84) * (70 - 30)$$

$$201059,38 = M_{agua} * (112,86)$$

$$\dot{M}_v = 1781,38 \frac{kg}{semana}$$

- **Balance de energía en la primera destilación**

$$A * H_A + V * L = C * H_C + B * H_B$$

$$H_A = Cp_A * T_A$$

$$H_B = Cp_B * T_B$$

$$H_C = Cp_C * T_C$$

Donde

A=Entrada del fermentado

B = Destilado

C= Desecho líquido

$$H_A = (((0,1 * 2,44) + 0,01 * (2,7)) + (0,89 * 4,18)) * 25 = 99,79$$

$$H_B = (((0,25 * 2,44) + 0,75 * (4,18)) + ) * 79 = 295,85$$

$$H_C = (((0,01 * 2,7) + 0,05 * (1,244)) + (0,94 * 4,18)) * 79 = 317,45$$

$$1354,76 * 99,78 + V * 2256,5 = 489,01 * 295,85 + 865,45 * 317,45$$

$$V = 125,96 \frac{kg}{semana}$$

- **Balance de energía en la segunda destilación**

$$B * H_B + V * H_{lv} = D * H_D + E * H_E$$

$$H_B = Cp_B * T_B$$

$$H_D = Cp_D * T_D$$

$$H_E = Cp_E * T_E$$

Donde

B= low wines

D = Destilado final

E= Desecho liquido 2

$$H_B = \left( (0,25 * 2,44) + 0,75 * (4,18) \right) * 70 = 262,15$$

$$H_D = \left( (0,6 * 2,44) + 0,4 * (4,18) \right) * 92 = 288,51$$

$$H_E = \left( (0,01 * 2,44) + (0,99 * 4,18) \right) * 92 = 382,95$$

$$262,15 * 489,01 + V * 2256,5 = 288,512 * 183,41 + 382,95 * 305,6$$

$$V = 28,47 \frac{kg}{semana}$$

- **Balance de energía en el primer condensador**

$$M_{agua} * Cp_{agua} * (T_e - T_s) = M_{destilado} * Cp_{destilado} * (T_e - T_s)$$

$$M_{agua} * 4,18 * (23 - 50) = 489,01 * (0,25 * 2,44 + 4,18 * 0,75) * (79 - 70)$$

$$146,01 \frac{kg}{semana} = M_{agua}$$

- **Balance de energía en el segundo condensador**

$$M_{agua} * Cp_{agua} * (T_e - T_s) = M_{destilado2} * Cp_{destilado2} * (T_e - T_s)$$

$$M_{agua} * 4,18 * (23 - 50) = 183,4 * (0,6 * 2,44 + 4,18 * 0,4) * (79 - 70)$$

$$254,81 \frac{kg}{semana} = M_{agua}$$

## ANEXO 4. Hojas de datos de los equipos

### ❖ Tabla A4. Tolva de alimentación

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN TOLVA DE ALIMENTACIÓN</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b>	<b>Trabajo de integración curricular</b>		FECHA: 04 - 02 - 2022
			DOC. No. 0-000-001
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	<b>TOLVA DE ALIMENTACIÓN</b>		
<b>GENERAL</b>			
ETIQUETA:	<b>TA - 001</b>	<b>PROPIEDADES DEL COMPUESTO</b>	
CAPACIDAD MÁXIMA:	1 m <sup>3</sup>	COMPUESTO:	Maíz malteado
CAPACIDAD NETA:	0.8 m <sup>3</sup>	CONTENIDO DE AGUA:	5-8%
DIMENSIONES		TEMPERATURA:	20 °C
ANCHO:	1m		
ALTURA:	2m		
LARGO:	1m		
<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
TEMPERATURA DE DISEÑO:	N/A		
PRESIÓN DE DISEÑO:	N/A		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
ENVOLVENTE:	4 mm		
FONDO:	4 mm		
TIPO DE TECHO FIJO:	SIN TECHO		
<b>MATERIAL DEL TANQUE</b>			
MATERIAL TECHO:	ACERO INOXIDABLE 320		
MATERIAL ENVOLVENTE:	ACERO INOXIDABLE 320		



❖ **Tabla C4. Molino de rodillos**

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE MOLINO</b>		1	
			1	
<b>PROYECTO:</b> Trabajo de integración curricular		FECHA: 04 – 02 - 2022		
		DOC. No. 0-000-003		
<b>DESCRIPCIÓN: MOLINO MECÁNICO DE RODILLOS</b>				
<b>GENERAL</b>				
ETIQUETA:	<b>M-101</b>		<b>FLUJO</b>	
DIÁMETRO DE RODILLOS:	1.5 ft		FLUJO DE MATERIAL	3457 kg/h
LONGITUD:	4.5 ft		<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>DATOS DE DISEÑO</b>			TIPO:	Molino de rodillos
TEMPERATURA DE OPERACIÓN:	163 °F		Material interno	Acero al carbono
PRESIÓN DE OPERACIÓN:	75 psia		Material externo	Acero inoxidable 316
				

❖ **Tabla D4.** Tanques de estandarización

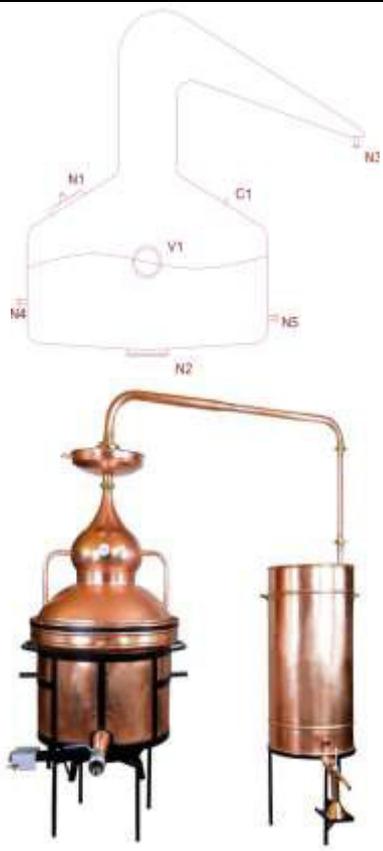
	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b>	<b>Trabajo de integración curricular</b>		FECHA: 04 – 02 - 2022 DOC. No. 0-000-004
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	<b>TANQUE DE ESTANDARIZACIÓN</b>		
<b>GENERAL</b>			
ETIQUETA:	<b>TK-401</b>	<b>PROPIEDADES DEL LÍQUIDO</b>	
CAPACIDAD MÁXIMA:	2m <sup>3</sup>	LÍQUIDO:	Mosto
CAPACIDAD NETA:	1.5m <sup>3</sup>	GRAVEDAD ESPECÍFICA:	1,002
DIMENSIONES		TEMPEARTURA:	96.8 °F
DIÁMETRO:	2.5m	PRESIÓN DE VAPOR:	1,5 psia
ALTURA:	2m	<b>MATERIAL DEL TANQUE</b>	
<b>DATOS DE DISEÑO</b>		MATERIAL TECHO:	ACERO AL CARBONO
TEMPERATURA DE DISEÑO:	146.8 °F	MATERIAL ENVOLVENTE:	ACERO INOXIDABLE 304
PRESIÓN DE DISEÑO:	16 psi		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
ENVOLVENTE:	4 mm		
FONDO:	4 mm		
TIPO DE TECHO FIJO:	TAPA PLANA		
<b>BOQUILLAS:</b>			
<b>SERVICIO</b>	<b>DIMENSIONES</b>		
INGRESO DE MOSTO	4 in		
SALIDA DE MOSTO EST.	2 in		
VÁLVULA DE SEGURIDAD	2 in		
INGRESO DE AGUA	2 in		
VENTERO, CUELLO DE GANSO	2 in		
MANWAY DE CUERPO	24 in		



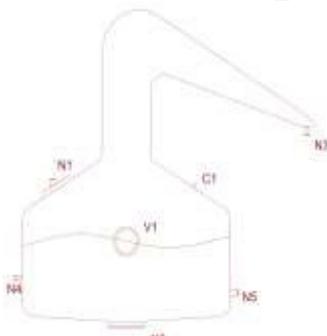
❖ **Tabla F4.** Filtro de placas

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE FILTRO</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b> Trabajo de integración curricular		FECHA: 04 – 02 - 2022	
		DOC. No. 0-000-006	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> <b>FILTRO DE MOSTO</b>			
<b>GENERAL</b>			
ETIQUETA:	F - 601	<b>PROPIEDADES DEL FLTRADO</b>	
DIÁMETRO:	30cm	FLUJO MÁSIKO:	7398 kg/h
LONGITUD:	100cm	VISCOSIDAD:	30 cP
<b>PROPIEDADES DEL RETENIDO</b>		DENSIDAD:	1.002 g/cm3
FLUJO MÁSIKO:	45.85 kg/h	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
TEMPERATURA DE OPERACIÓN:	36 °C	TIPO:	FILTRO VERTICAL
		TIPO DE CABEZAL:	-
<b>DATOS DE DISEÑO</b>		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Acero inoxidable 316
TEMPERATURA DE DISEÑO:	36 °C		
PRESIÓN DE DISEÑO:	16 psi		
			

❖ **Tabla G4. Alambique 1**

		<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN ALAMBIQUE</b>		1
				1
<b>PROYECTO:</b>		<b>Trabajo de integración curricular</b>		FECHA: 04 – 02 - 2022
				DOC. No. 0-000-007
<b>DESCRIPCIÓN:</b>		<b>ALAMBIQUE 1ra DESTILCIÓN</b>		
<b>GENERAL</b>				
ETIQUETA:	<b>A – 601 - A</b>		<b>PROPIEDADES DEL CONTENIDIO</b>	
DIÁMETRO:	2 m		FLUJO MÁSSICO (h):	4 918 kg /h
LONGITUD:	1.75 m		PUNTO DE EBULLICIÓN	203 °F
VOLUMEN DE DISEÑO	5.5 m <sup>3</sup>		DENSIDAD:	1.002 g/cm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE OPERACIÓN	4.57 m <sup>3</sup>			
TIEMPO DE OPERACIÓN	1.5 h			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>				
TIPO:	Destilador batch			
FORMA	Cilindro con cuello de cisne			
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Cobre			
MÉTODO DE CALENTAMIENTO	Vapor saturado			
<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
TEMPERATURA DE DISEÑO	212 F			
PRESIÓN DE DISEÑO	16 psi			
<b>BOQUILLAS</b>				
<b>ÍTEM</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>DIMENSIONES</b>		
N1	INGRESO DE MOSTO	4 in		
N2	SALIDA DE VINAZAS	4 in		
N3	SALIDA DESTILADO	4 in		
N4	INGRESO DE VAPOR	2 in		
N5	SALIDA DE AGUA	2 in		
V1	VENTANILLA	12 in		
C1	CONTROL DE PRESIÓN	1/2 in		

❖ **Tabla H4. Alambique 2**

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN ALAMBIQUE</b>		1	
			1	
<b>PROYECTO:</b>		<b>Trabajo de integración curricular</b>		FECHA: 04 – 02 - 2022
				DOC. No. 0-000-008
<b>DESCRIPCIÓN:</b>		<b>ALAMBIQUE 2da DESTILCIÓN</b>		
<b>GENERAL</b>				
ETIQUETA:	<b>A – 601 - B</b>		<b>PROPIEDADES DEL CONTENIDO</b>	
DIÁMETRO:	1 m		FLUJO MÁSIKO:	1000 kg/h
LONGITUD:	1.2 m		PUNTO DE EBULLICIÓN	200
VOLUMEN DE DISEÑO	2.5 m <sup>3</sup>		DENSIDAD:	1.002 g/cm <sup>3</sup>
VOLUMEN DE OPERACIÓN	1.5 m <sup>3</sup>			
TIEMPO DE OPERACIÓN	10 h			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>				
TIPO:	Destilador batch			
FORMA	Cilindro con cuello de cisne			
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Cobre			
MÉTODO DE CALENTAMIENTO	Vapor saturado			
<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
TEMPERATURA DE DISEÑO	212 F			
PRESIÓN DE DISEÑO	16 psi			
<b>BOQUILLAS</b>				
<b>ÍTEM</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>DIMENSIONES</b>		
N1	INGRESO DE MOSTO	4 in		
N2	SALIDA DE VINAZAS	4 in		
N3	SALIDA DESTILADO	4 in		
N4	INGRESO DE VAPOR	2 in		
N5	SALIDA DE AGUA	2 in		
V1	VENTANILLA	12 in		
C1	CONTROL DE PRESIÓN	1/2 in		

❖ **Tabla I4. Mezclador**

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TANQUE</b>		1	
			1	
<b>PROYECTO:</b>		<b>Trabajo de integración curricular</b>		FECHA: 04 – 02 - 2022
				DOC. No. 0-000-009
<b>DESCRIPCIÓN: MEZCLADOR</b>				
<b>GENERAL</b>				
ETIQUETA:	<b>TK – 202-B</b>	<b>PROPIEDADES DEL LÍQUIDO</b>		
CAPACIDAD MÁXIMA:	1 m3	LÍQUIDO:	Mosto de Jora	
CAPACIDA NETA:	0.37 m3	GRAVEDAD ESPECÍFICA:	1,002	
DIMENSIONES		TEMPEARTURA:	86 °F	
DIÁMETRO:	0,9 m			
ALTURA:	0,6 m			
<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
TEMPERATURA DE DISEÑO:	136 °F			
PRESIÓN DE DISEÑO:	16 psi			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>				
ENVOLVENTE:	4 mm			
FONDO:	4 mm			
TIPO DE TECHO FIJO:	BRIDADA CÓNCAVA ESTANDAR			
<b>MATERIAL DEL TANQUE</b>				
MATERIAL TECHO:	ACERO INOXIDABLE 304			
MATERIAL ENVOLVENTE:	ACERO INOXIDABLE 304			

❖ **Tabla J4. Embotelladora**

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE FILTRO</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b> Trabajo de integración curricular		FECHA: 04 - 02 - 2022	
		DOC. No. 0-000-010	
<b>DESCRIPCIÓN: EMBOTELLADORA</b>			
<b>GENERAL</b>			
ETIQUETA:	E - 801	<b>PROPIEDADES DEL EMBOTELLADO</b>	
DIÁMETRO:	70cm	FLUJO MÁSSICO:	50 botellas/hora
LONGITUD:	70cm	VISCOSIDAD:	.
<b>DATOS ADICIONALES</b>		DENSIDAD:	1.002 g/cm3
MARCA:	Ek	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
PROVEEDOR:	COARA	TIPO:	MANUAL
		TIPO DE CABEZAL:	-
<b>DATOS DE DISEÑO</b>		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Acero inoxidable 316
POTENCIA:	4kW		
PRESIÓN DE DISEÑO:	16 psi		
			

❖ **Tabla K4. Bomba centrífuga**

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBA</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b>	<b>Trabajo de integración curricular</b>	FECHA: 04 - 02 - 2022	
		DOC. No. 0-000-011	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	<b>BOMBA CENTRÍFUGA</b>		
ETIQUETA:	P-101		
LÍQUIDO			
LÍQUIDO	<u>Agua y Mosto</u>		
TEMPERATURA DE BOMBEO NORMAL	<u>162</u> (°F)		
GRAVEDAD ESPECÍFICA @ 60 °F	<u>1,41</u>		
CALOR ESPECÍFICO, Cp	<u>0.89328365339</u> (Btu/lb°F)		
CONDICIONES DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD NORMAL	<u>18</u>	(gpm)	
PRESIÓN DE SUCCIÓN MÁX/PROM.	<u>0</u>	/	<u>0</u> (psi)
PRESIÓN DE DESCARGA	<u>10,43</u>	(psi)	
PRESIÓN DIFERENCIAL/TDH	<u>10,43</u>	(psi)	
INFORMACIÓN DEL LUGAR			
ALTITUD	<u>2518</u>	(m.s.n.m )	PRESIÓN BAROM. <u>14,7</u> (psi)
RANGO DE TEMP. AMBIENTE MIN/MÁX	<u>64.4</u> / <u>68</u> (°F)		
HUMEDAD RELATIVA MIN/MÁX	<u>68</u> / <u>98</u> (%)		
			

❖ **Tabla L4.** Bomba al vacío

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBA</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b> Trabajo de integración curricular		FECHA: 04 - 02 - 2022	
		DOC. No. 0-000-012	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> BOMBA AL VACÍO PARA SOLIDOS			
ETIQUETA: P-001			
LÍQUIDO			
LÍQUIDO <u>          Desechos semisólidos          </u>			
TEMPERATURA DE BOMBEO			
NORMAL	<u>32-161</u>	(°F)	
GRAVEDAD ESPECÍFICA @ 60 °F			<u>1,41</u>
CONDICIONES DE OPERACIÓN			
CAPACIDAD NORMAL	<u>1000</u>	(gpm)	
PRESIÓN DE SUCCIÓN MÁX/PROM.		<u>0</u> / <u>0</u>	(psi)
PRESIÓN DE DESCARGA	<u>150</u>	(psi)	
CARGA	<u>73</u>	(m)	
			

❖ **Tabla M4.** Válvulas manuales de bola

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE FILTRO</b>		1	
			1	
<b>PROYECTO:</b>		<b>Trabajo de integración curricular</b>		FECHA: 04 – 02 - 2022
				DOC. No. 0-000-013
<b>DESCRIPCIÓN:</b>		<b>VÁLVULAS DE BOLA</b>		
<b>GENERAL</b>				
ETIQUETA:	HA-101	<b>PROPIEDADES DEL EMBOTELLADO</b>		
DIÁMETRO:	2"	TEMPERATURA MÁXIMA	150°C	
LONGITUD:	12cm	TEMPERATURA MÍNIMA	-25°C	
<b>DATOS ADICIONALES</b>		PRESIÓN MAXIMA	800 (psi)	
MARCA:	Ek	<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
PROVEEDOR:	COARA	TIPO:	MANUAL	
			-	
		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Acero inoxidable 316	
				

❖ **Tabla N4.** Prensa mecánica de manivela

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN TOLVA DE ALIMENTACIÓN</b>		1	
			1	
<b>PROYECTO:</b> Trabajo de integración curricular		FECHA: 04 – 02 - 2022 DOC. No. 0-000-014		
<b>DESCRIPCIÓN: PRENSA MECÁNICA DE MANIVELA</b>				
<b>GENERAL</b>				
ETIQUETA:	<b>PM - 901</b>	<b>PROPIEDADES DEL COMPUESTO</b>		
CAPACIDAD MÁXIMA:	120 kg	COMPUESTO:	Afrecho húmedo	
CAPACIDA NETA:	100 kg	CONTENIDO DE AGUA:	70%	
DIMENSIONES		TEMPEARTURA:	25 °C	
ANCHO:	1m			
ALTURA:	1,5m			
LARGO	1m			
<b>DATOS DE DISEÑO</b>				
TEMPERATURA DE DISEÑO:	N/A			
PRESIÓN DE DISEÑO:	N/A			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>				
ENVOLVENTE:	N/A			
FONDO:	N/A			
TIPO DE TECHO FIJO:	N/A			
<b>MATERIAL DEL TANQUE</b>				
MATERIAL TECHO:	ACERO INOXIDABLE 320			
MATERIAL ENVOLVENTE:	ACERO INOXIDABLE 320			

❖ **Tabla O4.** Tambor giratorio Horizontal

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN TOLVA DE ALIMENTACIÓN</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b> Trabajo de integración curricular		FECHA: 04 – 02 - 2022	
		DOC. No. 0-000-015	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> SECADOR TIPO TAMBOR GIRATORIO HORIZONTAL			
<b>GENERAL</b>			
ETIQUETA:	<b>TG - 1201</b>	<b>PROPIEDADES DEL COMPUESTO</b>	
CAPACIDAD MÁXIMA:	2m <sup>3</sup>	COMPUESTO:	Afrecho húmedo
CAPACIDA NETA:	1m <sup>3</sup>	CONTENIDO DE AGUA:	35%
DIMENSIONES		TEMPEARTURA DE SECADO:	125 °C
DIAMETRO:	70 cm		
LARGO:	2 m		
<b>DATOS DE DISEÑO</b>			
DIÁMETRO DE LAS PERFORACIONES DE LA CRIBA	6 mm		
POTENCIA MAXIMA	10kW		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
ENVOLVENTE:	N/A		
FONDO:	N/A		
TIPO DE TECHO FIJO:	N/A		
<b>MATERIAL DEL TANQUE</b>			
MATERIAL TECHO:	ACERO INOXIDABLE 320		
MATERIAL ENVOLVENTE:	ACERO INOXIDABLE 320		

❖ **Tabla P4.** Planta de filtración compacta para purificación de agua

	<b>HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE FILTRO</b>		1
			1
<b>PROYECTO:</b> Trabajo de integración curricular		FECHA: 04 - 02 - 2022	
		DOC. No. 0-000-016	
<b>DESCRIPCIÓN: PLANTA DE FILTRACIÓN COMPACTA</b>			
<b>GENERAL</b>			
ETIQUETA:	UF - 601	<b>PROPIEDADES DEL FLTRADO</b>	
DIÁMETRO:	180 mm	FLUJO MÁSSICO:	420 kg/semana
LONGITUD:	1920mm	VISCOSIDAD:	n/a
<b>PROPIEDADES DEL RETENIDO</b>		DENSIDAD:	n/a
ÁREA DE CONTACTO:	550FT2	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
TEMPERATURA DE OPERACIÓN MÁXIMA:	40 °C	TIPO:	FILTRO VERTICAL
		TIPO DE CABEZAL:	-
<b>DATOS DE DISEÑO</b>		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	PVDF
TEMPERATURA DE DISEÑO:	25 °C		
PRESIÓN DE DISEÑO:	16 psi		



## ANEXO 5. Detalle costos de producción

### Tabla A5. Mano de obra directa

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>N°</u>	<u>Sueldo</u>	<u>Total Anual</u>
		<u>Mensual</u> (USD)	<u>(USD)</u>
Calificados	0	S/ 600	S/ -
Semi-calificados	2	S/ 425	S/10.200,00
No calificados	0	S/ 318	S/ -
Cargas sociales	35,0	%	S/ 3.570,00
<b>TOTAL</b>			S/13.770,00

### Tabla B5. Mano de obra indirecta

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>N°</u>	<u>Sueldo</u>	<u>Total Anual</u>
		<u>Mensual</u> (USD)	<u>(USD)</u>
Jefe de Planta	1	S/ 1.100	S/ 13.200
Guardian - portero	0	S/ 425	S/ -
Conserje	0	S/ 400	S/ -
Secretaria Producción		S/ 600	S/ -
Bodeguero	1	S/ 400	S/ 4.800
Jefe de ventas	1	S/ 1.100	S/ 13.200
Cargas sociales	35,0	%	S/ 8.820,00
<b>TOTAL</b>			S/ 34.020,00

### Tabla C5. Materiales adicionales

<u>DENOMINACIÓN</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo</u>	<u>Costo Total</u>
		<u>Unitario</u> (USD)	<u>(USD)</u>
Botellas plásticas	720	S/ 0,15	S/ 108
Serigrafiado	21.840	S/ 0,06	S/ 1.310
Bolsas para harina	1.820	S/ 0,12	S/ 218
<b>TOTAL</b>			S/ 1.636,80

**Tabla D5. Depreciación**

<u>CONCEPTO</u>	<u>Vida útil</u>	<u>Costo</u>	<u>Valor Anual</u>
		<u>Unitario</u> (USD)	<u>(USD)</u>
Construcciones	15	S/249.380,00	S/ 16.625
Maquinaria y equipo	10	S/214.100,00	S/ 21.410
Laboratorio	3	S/ 2.000,00	S/ 667
Talleres	4	S/ 3.000,00	S/ 750
Repuestos y accesorios	0	n/a	-
		<b>TOTAL</b>	S/ 39.452

**Tabla E5. Suministros**

<u>CONCEPTO</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo</u>	<u>Valor Total</u>
		<u>Unitario</u> (USD)	<u>(USD)</u>
Energía eléctrica (Kw-h)	14.630	S/ 0,32	S/ 4.682
Gas (galones)	14.630	S/ 0,24	S/ 3.511
Agua (m <sup>3</sup> )	14.630	S/ 0,56	S/ 8.193
		<b>TOTAL</b>	S/ 16.385,60

**Tabla F5. Reparaciones y mantenimiento**

<u>CONCEPTO</u>	<u>%</u>	<u>Costo</u>	<u>Valor Total</u>
		<u>(USD)</u>	<u>(USD)</u>
Maquinaria y equipos	15,0	S/ 235.510	S/ 3.533
Edificios y construcciones	5,0	S/249.380,00	S/ 1.247
		<b>TOTAL</b>	S/ 3.533

**Tabla G5. Seguros e imprevistos**

<u>CONCEPTO</u>	<u>%</u>	<u>Costo</u>	<u>Valor Total</u>
		<u>(USD)</u>	<u>(USD)</u>
Seguros	15,0	S/ 235.510	S/ 3.533
Imprevistos	5 % de los costos anteriores	S/101.053,50	S/ 5.053
		<b>TOTAL</b>	S/ 8.585

## ANEXO 6. Detalle de gastos

### Tabla A6. Gastos de promoción

<u>GASTOS DE PROMOCIÓN</u>		<u>Total Anual</u>
Publicidad		S/ 1.000,00
Distribución		S/ 720,00
	<u>SUMAN</u>	S/ 1.720,00
	<u>%</u>	
Imprevistos	10,0	S/ 172,00
	<u>TOTAL</u>	1.892,00

### Tabla B6. Gastos generales y de administración

<u>PERSONAL</u>	<u>N°</u>	<u>Sueldo Mensual</u>	<u>Total Anual</u>
		(USD)	(USD)
Contador	1	S/ 300	S/ 3.600
Cargas sociales	10,0	<u>%</u>	S/ 360,00
Depreciación de muebles y equipo de oficina (10 años)	(10 años)		S/ 321,00
Imprevistos	5,0	<u>%</u>	S/ 219
		<u>TOTAL</u>	S/4.600,05

### Tabla C6. Gastos financieros

<u>CONCEPTO</u>	<u>Tasa</u>	<u>(USD)</u>
Amortización de intereses durante la construcción		S/ 5.049,79
Intereses del préstamo	11,3	S/51.750,73
	<u>TOTAL</u>	S/56.800,52