



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORES LÍQUIDOS PARA
UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Ing. Mynor Fernando García Avila

Asesorado por la MSc. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini

Guatemala, enero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORES LÍQUIDOS PARA
UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ING. MYNOR FERNANDO GARCÍA AVILA

ASESORADO POR LA MSC. INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

GUATEMALA, ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
EXAMINADORA	Mtra. Lcda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORES LÍQUIDOS PARA
UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 23 de febrero de 2021.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'M' followed by a series of loops and a long horizontal stroke that ends in a vertical line.

Ing. Mynor Fernando García Avila

LNG.DECANATO.OI.086.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORES LIQUIDOS PARA UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Ing. Mynor Fernando García Avila**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, enero de 2023

LNG.EEP.OI.086.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORES LÍQUIDOS PARA UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”

presentado por **Ing. Mynor Fernando García Avila** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Director

**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**





Guatemala 9 de agosto 2021.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el informe final del **TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado **"DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORES LÍQUIDOS PARA UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA"** del estudiante **Ing. Mynor Fernando García Avila** quien se identifica con número de carné **202090355** y número de DPI **2697 17102 0101** del programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MSc. Hilda Piedad Palma de Martini
Coordinadora
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 17 de julio de 2021

Maestro Edgar Alvarez Coti
Director Escuela de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería

Estimado Maestro Alvarez Coti:

Por este medio me es grato saludarlo y desearle todo tipo de exitos en sus labores diarias. El motivo de la presente es para informarle que he leído, revisado y aprobado el informe final de graduación titulado:

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SABORES LÍQUIDOS PARA UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

del estudiante **Mynor Fernando García Avila**, quien se identifica con número de carnet: **202090355** y número de DPI: **2697 17102 0101**

El trabajo cuenta con todos los aspectos requeridos para constituir un informe final de trabajo de graduación para la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Sin otro particular me suscribo de usted.
Atentamente,



Ms. Sc. Inga. Hilda Palma de Martini

INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por todas las bendiciones que ha derramado sobre mí.
Mi abuelo	Víctor Manuel Avila, por ser siempre una inspiración en mi vida profesional.
Mis tíos	Luis Avila y Emma de Avila, por motivarme a seguir alcanzando nuevos retos profesionales.
Mi novia	María Isabel Valdés, por siempre apoyarme y motivarme a dar lo mejor de mí en cada aspecto de la vida.
Mi familia	Por ser un pilar en cada uno de los acontecimientos en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Escuela de Estudios de
Posgrado de la Facultad
de Ingeniería**

Por proporcionar opciones para educación superior de alta calidad en el país.

**Catedráticos de la
Maestría en Ciencia y
Tecnología de los
Alimentos**

Por compartir todos sus conocimientos y experiencias con nosotros en afán de volvernos mejores profesionales para Guatemala.

**MSc. Inga. Hilda Piedad
Palma de Martini**

Por todo su apoyo desde el inicio de la Maestría que coordina con gran entusiasmo y entrega, así como por todos sus consejos para la realización de este trabajo de graduación.

**Compañeros y amigos
de promoción**

Por todo el apoyo mutuo que nos demostramos a lo largo de los dos años de Maestría y las amistades que hemos creado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Diseño de plantas para alimentos	7
2.1.1. Consideraciones generales en plantas de alimentos	7
2.1.2. Plantas de producción de materias primas.....	7
2.1.3. Proyecto preliminar de planta de alimentos.....	8
2.1.4. Diseño higiénico de las áreas de proceso	9
2.1.5. Almacenamiento en planta de alimentos	11
2.2. Sabores para la industria de alimentos	12
2.2.1. Sabores naturales.....	12
2.2.2. Sabores artificiales	12
2.3. Producción de sabores líquidos.....	13
2.4. Reglamentación en Guatemala	16

2.4.1.	Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales	16
2.4.1.1.	Diseño	17
2.4.1.2.	Pisos	17
2.4.1.3.	Paredes	18
2.4.1.4.	Techos.....	18
2.4.1.5.	Ventanas y puertas	18
2.4.1.6.	Iluminación	19
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	21
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	23
4.1.	Diseñar el proceso productivo para elaboración de sabores líquidos.....	23
4.2.	Especificación de los equipos, utensilios y mobiliario necesario para la producción de sabores líquidos	25
4.3.	Establecimiento de la línea y servicios auxiliares en función del proceso productivo	27
4.4.	Determinación costos de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción	28
4.5.	Determinación el costo total de arranque del proyecto tomando en cuenta los factores de infraestructura, mano de obra, y gastos asociados.....	31
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
5.1.	Diseñar el proceso productivo para elaboración de sabores líquidos.....	33

5.2.	Especificación de los equipos, utensilios y mobiliario necesario para la producción de sabores líquidos.....	34
5.3.	Establecimiento de la línea y servicios auxiliares en función del proceso productivo.....	37
5.4.	Determinación costos de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción.....	40
5.5.	Determinación el costo total de arranque del proyecto tomando en cuenta los factores de infraestructura, mano de obra, y gastos asociados	41
CONCLUSIONES		43
RECOMENDACIONES		45
REFERENCIAS		47
ANEXOS		53
APÉNDICES		65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Factores del contexto que influyen en el desarrollo de una planta de producción de materias primas para alimentos.....	9
2.	Sistema de producción de sabores por lotes en planta industrial.	14
3.	Sistema de producción de sabores por lotes en planta industrial a gran escala.....	15
4.	Flujograma para producción de sabores líquidos.....	24

TABLAS

I.	Variables por cada objetivo específico	XVIII
II.	Operacionalización de variables	XVIII
III.	Equipos seleccionados para la producción de sabores líquidos.	25
IV.	Utensilios seleccionados para la producción de sabores líquidos.....	26
V.	Mobiliario seleccionado para la producción de sabores líquidos.....	27
VI.	Planos elaborados para la línea de producción de sabores líquidos ...	28
VII.	Costo de equipos seleccionados para producción de sabores líquidos.....	29
VIII.	Costo de utensilios seleccionados para producción de sabores líquidos.....	30
IX.	Costo de mobiliario seleccionado para producción de sabores líquidos.....	31
X.	Costo total de arranque del proyecto producción de sabores líquidos.....	32

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballo de fuerza (<i>horsepower</i>)
cm	Centímetro
∅	Diámetro
°C	Grado Celsius
g	Gramo
nD	Índice de refracción
kg	Kilogramo
L	Litro
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
mL	Mililitro
pH	Potencial de Hidrógeno
"	Pulgada
rpm	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

Buenas Prácticas de Manufactura	Conjunto de actividades relacionadas al aseguramiento de las condiciones para garantizar la inocuidad de los alimentos.
Clase A	Clasificación dada a los instrumentos de laboratorio dependiendo de su precisión y exactitud en las mediciones reportadas.
<i>HACCP</i>	Hazard Analysis and Critical Control Points
<i>Layout</i>	Esquema representativo de la distribución física de los componentes en un área de producción, incluyendo: equipo, mobiliario y sistemas auxiliares.
Reglamento Técnico Centroamericano	Normativa técnica aplicable en los países de Centro América suscritos a dicho marco común.
Sistemas auxiliares	Servicios presentes en el área de producción, los cuales, aunque no interactúan con los productos, son necesarios para el funcionamiento de los equipos, como el agua y las líneas de vapor, y para mantener las condiciones higiénicas del área, como la iluminación y el alcantarillado.

RESUMEN

Este trabajo de investigación presenta el desarrollo para el diseño de una línea de producción de sabores líquidos para una empresa de alimentos ubicada en Ciudad de Guatemala. La industria de sabores líquidos en Guatemala está atendida principalmente por distribuidores de empresas con presencia mundial, lo cual tiene implicaciones en la forma de comercialización de dichas materias primas diferentes a las de un productor local, tanto en costos, como tiempos de respuesta.

Para alcanzar el objetivo general de la investigación, se planteó el proceso productivo para elaborar sabores líquidos, la selección de equipos, utensilios y mobiliario necesarios, la distribución de las áreas e insumos mencionados en el espacio físico con el que se cuenta presentados en nueve planos de construcción elaborados con el apoyo de un arquitecto, y la determinación de costos hasta obtener el valor de montaje del área planteada.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general del problema

La industria de alimentos es una de las más grandes en el ámbito mundial. Representa ingresos por arriba de los USD 7,500,000 millones de acuerdo con datos de la plataforma Statista (Statista, 2020). De la industria de alimentos, el mercado de sabores representa USD 27.9 mil millones en 2018 de acuerdo con datos de Research And Markets (Research And Markets, 2020). Las empresas productoras de sabores para alimentos más grandes del mundo en el mercado son: Givaudan, Firmenich, IFF, Symrise, Mane SA, Frutarom y Takasago (Research And Markets, 2020). Todas ellas con operaciones de producción en países, como Francia, Alemania, Estados Unidos, México, entre otros. En Guatemala no se cuenta con un dato exacto de la cantidad de empresas dedicadas a la producción de sabores. Los distribuidores, en cambio, están cuentan con mayor número en el país, representa, inclusive, a las organizaciones mencionadas líderes en el mundo.

- Descripción del problema

Actualmente, en el país una planta productora de alimentos procesados, que además, es uno de los distribuidores de sabores importados, desea incursionar en la producción de sabores líquidos para ampliar la oferta y variedad de opciones en saborizantes para los consumidores locales representados por las pequeñas y medianas empresas que no pueden realizar importaciones de gran volumen.

- Formulación del problema

Como pregunta central se planteó: ¿Cómo es el diseño de una línea de producción de sabores líquidos para una planta de alimentos ubicada en la Ciudad de Guatemala?

Y al realizar el análisis del problema se plantearon las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuál es el proceso productivo para la elaboración de sabores líquidos?
- ¿Cuáles son las dimensiones de los equipos, utensilios y mobiliario necesario para la producción de sabores líquidos?
- ¿Cuál es la distribución de la línea y servicios auxiliares en función del proceso productivo?
- ¿Cuál es el costo de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción?
- ¿Cuál es el costo estimado total de arranque del proyecto tomando en cuenta los factores de infraestructura, mano de obra, y gastos asociados?
- Delimitación del problema

El diseño de una línea de producción de sabores se realizó en las instalaciones de una planta de alimentos ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala, la cual cuenta con el espacio destinado para el montaje de la línea. Se realizó en un plazo de seis meses a partir de la aprobación del tema. Para esto se requirió del apoyo de un arquitecto para completar los planos específicos del proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar una línea de producción de sabores líquidos para una planta de alimentos ubicada en la Ciudad de Guatemala.

Específicos

1. Diseñar el proceso productivo para elaboración de sabores líquidos.
2. Especificar los equipos, utensilios y mobiliario necesario para la producción de sabores líquidos.
3. Establecer la distribución de la línea y servicios auxiliares en función del proceso productivo.
4. Determinar costos de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción.
5. Definir el costo total de arranque del proyecto tomando en cuenta los factores de infraestructura, mano de obra, y gastos asociados.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

- Diseño: no experimental

- Tipo de estudio: Mixto
 - Cuantitativo: se realizaron cálculos de las capacidades de los equipos, así como el análisis de los costos asociados a equipos, utensilios, y puesta en marcha del proyecto.

 - Cualitativo: se presenta un *layout* de la distribución física propuesta del área de producción y servicios auxiliares necesarios.

- Alcance: el presente estudio abarca desde el planteamiento del proceso de producción de sabores líquidos, el diseño y selección de equipos y utensilios, hasta el diseño propuesto para la distribución física del área de producción y servicios auxiliares.

- Variables

Tabla I. **Variables por cada objetivo específico**

No.	Nombre de la Variable
1	Proceso de producción
2	Equipos, utensilios y mobiliario para producción
3	Distribución de la línea y servicios auxiliares
4	Costos de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción
5	Proyección de costo para arranque de proyecto

Fuente: elaboración propia.

- Operacionalización de variables

Tabla II. **Operacionalización de variables**

Nombre de la Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Proceso de producción	“Conjunto de operaciones y actividades que se ejecutan para crear valor, mediante la transformación de insumos o materias primas en un producto.” (Fúquene, 2007, p. 1)	Determinación de las etapas y condiciones de proceso necesarias para la producción de sabores líquidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Etapas de proceso en forma de diagrama de flujo. • Orden de ejecución de las etapas. • Condiciones de proceso requeridas.

Continuación Tabla II.

Nombre de la Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Equipos, utensilios y mobiliario para producción	<p>“Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.” (Real Academia Española (RAE, 2020, p. 1)</p>	Especificaciones de equipos y utensilios para producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de los equipos. • Capacidades de equipos. • Dimensiones de equipos.
Distribución de la línea y servicios auxiliares	<p>“Ubicación que tendrá la maquinaria y equipo, los puestos de trabajo, almacenes etc., en la planta de producción”. (Progenero-Promer, 2002, p. 1)</p>	Layout de distribución de áreas de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de proceso. • Espacio físico disponible. • Condiciones de diseño sanitario • Servicios auxiliares: agua, drenajes, electricidad.

Continuación Tabla II.

Nombre de la Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Costos de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción	"Suma de todos los gastos en equipo necesarios para la realización de un proceso productivo." (Suárez, 2005, p. 1)	Costo total por equipos, utensilios y mobiliario para el área de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 cotizaciones de proveedores de equipos, utensilios, y mobiliario. • Decisión de adquisiciones por ponderaciones.
Proyección de costo para arranque de proyecto	"Suma de gastos de material, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proceso productivo." (Suárez, 2005, p. 1)	Costo total de arranque del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Costos legales y de trámites asociados. • 2 cotizaciones de proveedores (contratistas).

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas de análisis de la información

Se revisaron manuales operativos en los que se determinó el proceso de producción adecuado para la obtención del producto esperado, con lo cual se establecieron los parámetros de: tiempos, temperatura y condiciones de proceso específicas los cuales serán presentados en forma de un diagrama de flujo.

A partir del diagrama de flujo de procesos, se establecieron los equipos que realizan las operaciones descritas, y fueron especificados con los parámetros que apliquen de: material, capacidad (volumen), dimensiones, potencia, requerimientos específicos de operación, y presentados en fichas de especificación de equipo.

La distribución de los equipos fue establecida en forma de *layout*, el cual incluye las ubicaciones de los equipos de acuerdo con un flujo de proceso ordenado y un diseño higiénico que evite la contaminación cruzada.

Con base a las especificaciones descritas, se determinaron los costos de equipos, utensilios y mobiliario, los cuales fueron recolectados a través de cotizaciones de dos proveedores por cada insumo, y se realizó un análisis de criterios ponderados para establecer cuál de las dos opciones cumple de mejor forma los requerimientos del diseño, proceso y comparación de precios. Esto se presenta en una tabla con los insumos seleccionados entre las opciones evaluadas.

Finalmente, a partir de toda la información relacionada a la operación de producción se solicitan dos cotizaciones a los proveedores de la parte estructural, de instalaciones, sistemas auxiliares y mano de obra, lo cual se presenta en una tabla el costo total de la puesta en marcha de las operaciones

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación consiste en el diseño sistematizado de un área de producción de sabores líquidos ubicada en una empresa de alimentos en la ciudad de Guatemala. Como parte de la línea de investigación de diseño de plantas alimenticias, y tomando en cuenta oferta de sabores líquidos para alimentos de origen extranjero en Guatemala, se detectó la necesidad del diseño de una línea de producción de sabores líquidos. El objetivo es responder a los requerimientos del mercado y a las intenciones de una empresa constituida actualmente en la ciudad para atender a dicho mercado.

El trabajo se basa en los conceptos de diseño de plantas alimenticias, para el que se consideran factores fundamentales como: el diseño de proceso acorde con el tipo de productos que se elaboran, el dimensionamiento y selección de equipos, la distribución física del área (*layout*), y el análisis de costos asociados al proyecto. De esta manera se deja un fundamento para que la organización interesada lo ponga en marcha.

Como objetivo general del proyecto se planteó diseñar una línea de producción de sabores líquidos para una planta de alimentos ubicada en la Ciudad de Guatemala. Para esto, se determinó el proceso productivo para la elaboración de los sabores, así como el establecimiento de los equipos, utensilios y mobiliario para el área de producción, junto con los análisis de costos de cada uno de los insumos mencionados. Finalmente, se determinó que el costo total para iniciar el proyecto es de Q 1,648,373.71, de acuerdo con los requerimientos de proceso y al espacio disponible para su ejecución.

1. ANTECEDENTES

La importancia de los sabores en la industria de alimentos es crítica para el desarrollo de productos aceptados por los consumidores. Existen diferentes técnicas para la obtención y recuperación de estos, lo cual ha derivado en diversos estudios para su desarrollo. Antes de diseñar los sabores es necesario entender qué percibe el consumidor para el que se estará diseñando. Además de entender las tecnologías para la obtención de sabores y su aplicación en la industria de alimentos.

En el trabajo de graduación presentado por Blanco (2020), *Diseño de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de procesamiento de alimentos, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, se planteó como objetivo general “realizar el diseño de una planta piloto para la ejecución de tecnologías de alimentos, en la Universidad de San Carlos de Guatemala.” (p. 15) Para alcanzar dicho objetivo se realizó la propuesta de los equipos necesarios junto con sus especificaciones, Para ello, se presentó una distribución en forma de *layout* de la distribución de la planta, y los servicios auxiliares, como agua potable, aguas negras, gas propano, instalación eléctrica, iluminación y sistema de aire acondicionado propuestos. Este trabajo presenta una guía práctica para el diseño de una planta aplicado al contexto de Guatemala, tanto para selección de equipos como para la aplicación de los lineamientos en la distribución de estos y de los servicios auxiliares.

Peña-Portillo publicó en 2019 el estudio del *Oleogustus: El sexto sabor en la industria alimentaria*, el cual se describe como el sabor graso presente en alimentos con grasas y aceites, esto al estimular las células de gusto con una alta

concentración de ácidos grasos. Este artículo presenta opciones para el desarrollo de sabores que al encontrarse en esta clasificación sean de utilidad para los desarrolladores de alimentos con perfiles mejores aceptados por los consumidores.

Entre los desarrollos en sabores también se han buscado nuevas tecnologías edulcorantes, dado que la tendencia en el mercado es reducir el consumo de azúcar, Carniel, Döring y De Dea (2018) realizaron un estudio descriptivo de los edulcorantes y potenciadores de sabor dulce. Para ello, presentaron la aplicación de las moléculas denominadas moduladores positivos alostéricos (PAMs siglas del nombre en inglés), los cuales han demostrado su potencial por sobre otros potenciadores de dulzor con un perfil de seguridad apropiado para el consumo humano.

Gomes, Meneses, Hermes y de Oliveira (2017) presentaron un estudio con la aplicación de síntesis enzimática de ésteres utilizados como sabores en la industria de alimentos, cosméticos y farmacéuticas. En la industria estos procesos de síntesis son de los más económicos desarrollados para obtener productos ecológicos sin toxicidad ni daño en los consumidores. El artículo presenta una descripción de las reacciones de síntesis de ésteres aromáticos, así como las condiciones de reacción que optimizan la obtención de los productos, así como tendencias en las tecnologías actuales para la producción de sabores.

Otros investigadores, como Poornima y Preetha (2017) publicaron un estudio comparativo de los procesos de biosíntesis de sabores y fragancias al presentar que, muchos de los productos utilizados en la actualidad se obtienen de forma artificial sin que su producción sea ecológica. Sin embargo, existen diversos procedimientos por biosíntesis utilizando enzimas, células microbianas,

entre otros. En el artículo se presentan las ventajas en la aplicación de biosíntesis para la obtención de productos de forma más ecológica y con mejores resultados para la salud de los consumidores.

Saffarionpour y Ottens (2017) evaluaron las técnicas para la recuperación de sabores en alimentos líquidos procesados al ser componentes claves los compuestos aromáticos volátiles con un aroma característico y contribuyeron a la calidad del alimento. Entre las técnicas existentes se presentan la destilación, evaporación y extracción de fluidos supercríticos. Estos estudios demuestran su potencial en las aplicaciones para la recuperación de sabores que pueden perderse durante los procesos de producción, por lo que es necesario identificar la aplicación a la que se destinarán los sabores a producir en una planta.

En 2019 Endrizzi, et al. realizaron la investigación *Efecto de Sabores Artificiales e Información Externa en el Gusto de los Consumidores de Manzanas*, en la cual estudiaron la influencia de la modificación del sabor, introducido artificialmente, en la aceptación de consumidores de manzanas. Para esto, sumergieron las manzanas en soluciones de sabor a distintas concentraciones, y se obtuvo que dicho método es adecuado para modificar el sabor de las frutas sin alterar su naturaleza. Esto demuestra una de las aplicaciones con el uso de sabores artificiales para complementar sabores naturales y lograr una mayor aceptación del consumidor.

Berenstein (2018) publicó una descripción del proceso de producción de sabores enfocado en los cambios que se dieron después de la Segunda Guerra Mundial, con la importancia que adquirió la industria de sabores como proveedores de la industria de alimentos a nivel mundial. En el artículo se presentan métodos de desarrollo de alimentos que hoy día tienen vigencia en la industria de sabores y deben conocerse por quienes inician producción.

Los investigadores Yu, Lui, Hu y Xu, (2017) publicaron un estudio comparativo del sabor de leche de soya procesada con cuatro tecnologías en 26 plantaciones en China. Para esto compararon dichas tecnologías para determinar cómo estas afectan el sabor a vaina de la leche de soya. Esta investigación demuestra el valor de analizar diferentes tecnologías de acuerdo con la aplicación a la que se están aplicando y cómo poder ser más objetivos en las comparaciones.

Uno de los temas más importantes al diseñar un área de producción de productos alimenticios es el aseguramiento de la inocuidad de estos. Allata, Valero y Benhadja (2017) presentaron la implementación de un sistema HACCP en el caso de una compañía de helados en Algeria. Este estudio demuestra los pasos iniciales para aplicar trazabilidad en una planta de producción de alimentos, lo cual debe ser considerado como parte del diseño tanto del área de producción, así como de los productos que serán elaborados en dicho espacio.

Parrales y Tamayo (2012) en su tesis de maestría *Diseño de una modelo de gestión estratégico para el mejoramiento de la productividad y calidad aplicado a una planta procesadora de alimentos balanceados* ejemplifican la importancia de pensar en los pasos siguientes a la puesta en marcha del proyecto enfocados en el sistema de gestión de la calidad e inocuidad de los productos elaborados en las áreas destinadas para dicho uso, en especial con la selección y aplicación de indicadores de gestión para mejorar el control estadístico de procesos.

Al realizar la producción de sabores líquidos, así como en la industria de fragancias, es común que las personas encargadas del proceso productivo se encuentren expuestas a altas concentraciones de químicos y compuestos, lo cual puede catalogarse como un posible riesgo a la salud de los colaboradores, por lo que se han propuesto modelos a partir de estudios para la determinación de las

concentraciones y tiempos de exposición máximos para las personas en las industrias. Angelin, et al. (2016) presentaron un modelo base que debe ser aplicado de acuerdo con el lugar de producción, los métodos, y su adaptación a cambios regulatorios, técnicos u organizacionales. Esto debe ser tomado en cuenta para el diseño de un ambiente seguro para el personal encargado de la producción de sabores.

En 2011, Betta, Barbanti y Massini realizaron un estudio enfocado en la higiene de procesos y sistemas de empaque al evaluar diferentes industrias alimenticias italianas. Verificaron los procedimientos estandarizados operativos para la limpieza y desinfección de los equipos y utensilios de trabajo para cumplir con los requerimientos indicados en el Codex Alimentarius sobre Buenas Prácticas de Manufactura. Al finalizar, detectaron oportunidades de mejora que deben ser consideradas por las industrias, como la instalación de equipos con piezas desmontables que faciliten los procedimientos de limpieza al ser accesibles cada una de las superficies de estas, además de realizar listas de verificación que pueden ser utilizadas de forma general en industria de alimentos para el cumplimiento de las BPM's.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Diseño de plantas para alimentos

Entre las consideraciones para el diseño de plantas de alimentos están:

2.1.1. Consideraciones generales en plantas de alimentos

Los sistemas de procesamiento en las plantas de alimentos se encargan de transformar materias primas en productos aptos para el consumo humano. Para esto se realizan pasos descritos como operaciones unitarias. Un sistema de procesamiento puede ser definido como “el ensamblaje de equipos unidos por alguna forma de interacción o interdependencia”. (López-Gómez & Barbosa-Cánovas, 2005, p. 16)

2.1.2. Plantas de producción de materias primas

Las materias primas en la industria de alimentos pueden ser de varios tipos, como azúcar, levaduras, proteínas, extractos, pectinas, sabores, gomas y químicos. Muchos ingredientes son provistos por plantas procesadoras de químicos, como los edulcorantes, antioxidantes, preservantes, aminoácidos y vitaminas. (Maroulis y Saravacos, 2008)

El diseño de plantas productoras de materias primas para la industria de alimentos se basa en las operaciones unitarias de ingeniería química, con la optimización en el uso de las materias primas y energía requerida. El control e instrumentación de procesos son esenciales para lograr la optimización de

procesos, así como las consideraciones ambientales. (Maroulis y Saravacos, 2008)

En el caso de las plantas de producción de materias primas, regularmente los requerimientos de sanitización son menos estrictos que los implementados en las plantas procesadoras de alimentos, debido a que el deterioro microbiano y deterioro de químicos de los ingredientes son más limitados. (Maroulis y Saravacos, 2008)

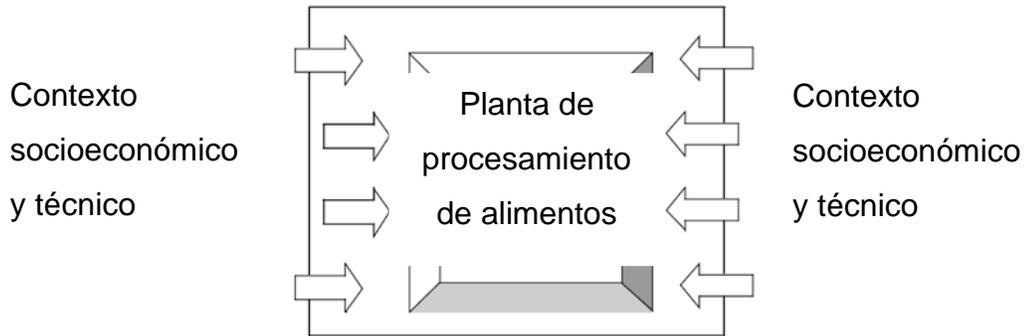
2.1.3. Proyecto preliminar de planta de alimentos

Corresponde al estudio en el que se obtienen datos por medio de los siguientes recursos descritos por López-Gómez y Barbosa-Cánovas (2005):

- Balances de masa y energía de los procesos de producción representados en diagramas de flujo.
- Especificaciones de los equipos de producción y los sistemas auxiliares necesarios.
- La inversión total necesaria (con un error cercano a $\pm 30\%$) y una evaluación económica global.

A partir de dicha información se puede construir el proyecto preliminar para la puesta en marcha de una planta de alimentos o, en este caso, para la producción de materias primas para su uso en la industria de alimentos. Además, el contexto en el que se plantea el proyecto preliminar para la producción debe ser entendido desde el punto de vista socioeconómico como de las tecnologías disponibles para la operación. (López-Gómez y Barbosa-Cánovas, 2005)

Figura 1. **Factores del contexto que influyen en el desarrollo de una planta de producción de materias primas para alimentos**



Fuente: adaptado de López-Gómez & Barbosa-Cánovas. (2005). *Food Plant Design*.

2.1.4. Diseño higiénico de las áreas de proceso

Durante el desarrollo del proyecto preliminar de diseño de una planta de alimentos se deben considerar los aspectos que eviten la contaminación, desarrollo y crecimiento de microorganismos que puedan darse en el ambiente. Este mismo rigor se debe mantener para la producción de materias primas que serán utilizadas posteriormente en alimentos procesados, ya que las condiciones higiénicas deben ser garantizadas a lo largo de toda la cadena productiva y con mucha importancia en la producción de materias primas. (Acosta, 2008)

El diseño de la planta debe asegurar la inocuidad y calidad de los productos elaborados en las instalaciones. Los flujos de proceso deben ser establecidos de forma que se siga un camino secuencial ordenado, y con ello evitar una contaminación cruzada en cualquiera de los puntos de proceso. (Acosta, 2008)

Al establecer el orden de las operaciones a realizar se debe delimitar las diferentes zonas en las que se dan los procesos, y movimientos de materias

primas y personas. Para la zonificación a definir, se pueden seguir diversos criterios, tales como los procesos de transformación de la materia prima, las condiciones de proceso en cada área o etapa, las entradas y salidas en cada operación, entre otras. (Acosta, 2008)

Uno de los componentes críticos en la producción de materias primas para alimentos al inicio del proyecto son los planos o *layout*, en los cuales se presentan de forma esquemática la distribución del espacio físico en el que se realizarán los procesos productivos, así como los servicios auxiliares necesarios para llevar a cabo las operaciones. (Holah y Lelieveld, 2011)

Una distribución de planta adecuada minimizará las posibles fuentes de contaminación, como plagas y microorganismos. Además, permitirá el movimiento de materiales de forma higiénica, así como de los colaboradores sin el riesgo de una contaminación cruzada. Por otra parte, es necesario considerar los alrededores desde esta etapa del diseño, con lo cual se planeará las barreras adecuadas para contar con un sistema de barreras físicas en el perímetro de la planta. (Holah y Lelieveld, 2011)

El diseño de proceso higiénico para una planta de alimentos incluye consideraciones como:

- El propósito principal de cada una de las operaciones unitarias, lo cual implica la definición del proceso que se ejecuta.
- Los equipos para realizar los procesos.
- El desarrollo de diagramas de flujo, balances de masa y energía, así como el dimensionamiento preliminar de los equipos.
- El desarrollo de un diagrama esquemático de los componentes y sistemas auxiliares. (Ahmed y Shafiur, 2012)

El diseño de proceso debe optimizar las condiciones de operación, las cuales deben ser económicamente justificables y cumplir con las características y criterios de inocuidad, calidad y seguridad en su funcionamiento. (Ahmed y Shafiur, 2012)

La fabricación de equipos para procesamiento de alimentos debe considerar algunos requerimientos específicos, relacionados con el diseño, con los materiales de construcción, los cuales no pueden interactuar con los productos, así como no ser corrosivos y mecánicamente estables. Para la mayoría de los equipos de uso directo con alimentos se utiliza acero inoxidable AISI 304. (Saravacos y Kostaropoulos, 2002)

El diseño y operación de equipos que procesan materias primas para alimentos, deben garantizar la inocuidad ante microorganismos que pueden contaminar los productos que se elaboran. Los mismos deben ser diseñados para facilitar la remoción y drenado de todos los efluentes del proceso, así como una limpieza fácil y rápida, ya sea desmontando piezas o realizando una limpieza en el lugar (Clean In Place - CIP por sus siglas en inglés) dependiendo de la complejidad del equipo. (Saravacos y Kostaropoulos, 2002)

2.1.5. Almacenamiento en planta de alimentos

El almacenamiento en una planta de alimentos, tanto procesados como de materias primas para su uso posterior en productos alimenticios, debe procurar la correcta preservación de las características de los productos, así como evitar cualquier contaminación. (Acosta, 2008)

Entre las consideraciones en un área de almacenamiento se encuentran:

- Exclusividad en la presencia de productos o grado alimenticios.
- Evitar el contacto con pisos, paredes y techos.
- Manejo integrado de plagas.
- Condiciones de presión y temperatura adecuadas y controladas cuando el producto lo requiera. (Acosta, 2008)

2.2. Sabores para la industria de alimentos

Existe una amplia gama de compuestos saborizantes para la industria de alimentos, de los cuales pueden darse diversas clasificaciones como naturales y sintéticos. En esta categoría se pueden mencionar edulcorantes, acidulantes, potenciadores de sabor, y saborizantes. (Badui, 2006)

2.2.1. Sabores naturales

Son ingredientes cuyo origen es de una fuente natural como especias, frutas o vegetales. Pueden extraerse de fuentes, como hierbas, cortezas, raíces, o plantas similares. Los sabores naturales se pueden obtener de fuentes animales, como carne, pescados, cerdo, huevos y productos lácteos. Los sabores solo son utilizados para complementar alimentos, no con un fin nutricional. (Flavor and Extract Manufacturers Association (FEMA), 2020)

2.2.2. Sabores artificiales

Son saborizantes que no encajan en la definición de sabores naturales. No hay mucha diferencia en la composición química de los saborizantes naturales de los artificiales. La diferencia es la fuente. (FEMA, 2020)

2.3. Producción de sabores líquidos

Los saborizantes son típicamente clasificados de acuerdo con sus estados físicos, como líquidos, emulsiones o sólidos. Los saborizantes líquidos y en emulsiones son utilizados en alimentos líquidos. Estos productos pueden ser acuosos o en medio apolar con el sabor correspondiente acuoso. Por ejemplo, el alcohol y propilenglicol son solubles en bases de aceites como aceite vegetal entre otras. (Reineccius, 2006)

La producción de sabores líquidos se basa en una operación unitaria de mezclado. La producción consiste desde el almacenamiento de materia prima, pesaje, mezclado y empaquetado del producto. Para el almacenamiento de materia prima poco estable se mantiene bajo refrigeración (o congelación), para químicos con un sabor muy potente en áreas ventiladas, y la gran mayoría se puede almacenar a temperatura ambiente. (Reineccius, 2006)

Las áreas de producción de sabores presentan una gran cantidad de tipos de tanques de agitación con diversas capacidades, así como agitadores con diferentes potencias. Los tanques se pueden presentar con capacidades para mezclar desde 1 kg hasta cientos de kilogramos en producción. (Reineccius, 2006)

Actualmente, la introducción de sistemas computarizados para el pesaje de materias primas ha generado avances en la automatización de las áreas de producción de sabores líquidos. Estos sistemas evitan errores humanos, lo cuales pueden ocasionar pérdida de materia prima, desecho de mezclas no formuladas apropiadamente, pérdida de tiempo y costos de mano de obra, así como la insatisfacción de los clientes o reclamos cuando el cliente final identifica un problema. (Reineccius, 2006)

Figura 2. **Sistema de producción de sabores por lotes en planta industrial**



Fuente: Reineccius (2006). *Flavor Chemistry and Technology*.

El orden de mezclado tiene gran importancia para la producción, ya que la solubilidad y reactividad pueden depender de los compuestos químicos presentes y su concentración. Por ello, con frecuencia, los solventes se pesan primero para minimizar problemas de solubilidad. (Reineccius, 2006)

Figura 3. **Sistema de producción de sabores por lotes en planta industrial a gran escala**



Fuente: Reineccius. (2006). *Flavor Chemistry and Technology*.

Al finalizar el pesado y el tiempo de mezclado requerido para elaborar el sabor que se está formulando, se toma una muestra para control de calidad. A esta muestra se le aplican diferentes pruebas fisicoquímicas para aprobar del lote en producción. Una vez aprobado el lote, se empaqueta y puede ser despachado para el cliente. (Reineccius, 2006)

Las áreas de producción deben limpiarse para evitar que el sabor se contamine por un peligro químico, físico o biológico, o bien, por una contaminación cruzada con el lote anterior que se elaboró en el mismo equipo. Debido a las trazas que pueden quedar de algunos constituyentes del sabor, la limpieza adecuada es de gran importancia para una operación exitosa. (Reineccius, 2006)

2.4. Reglamentación en Guatemala

En Guatemala la máxima autoridad para verificar el cumplimiento de estándares en inocuidad en la producción de alimentos y afines es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, gracias a la creación por el Código de Salud en el Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala (1997). Dicho código tiene como legislación operativa el Reglamento para la Inocuidad de los Alimentos, en el cual se establecen “las disposiciones del Código de Salud, relativas al control sanitario de los alimentos en las distintas fases de la cadena productiva y de comercialización”. (Acuerdo Gubernativo 969-99, 1999, p.1).

2.4.1. Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales

Para la normalización de las Buenas Prácticas de Manufactura en la industria de alimentos en Guatemala, se cuenta con reglamentos para las industrias de alimentos no procesados y procesados. En estos últimos se incluyen las materias primas que serán utilizadas por otros miembros de la cadena productiva, por lo que es necesario cumplir con las especificaciones contenidas en el Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.01.33:06,

Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios Generales. (Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana -COMIECO-, 2006)

2.4.1.1. Diseño

Entre las consideraciones establecidas por el RTCA 67.01.33:06, se encuentran:

- Establecer un diseño que permita y facilite el mantenimiento adecuado y las operaciones sanitarias.
- Permitir una limpieza fácil y adecuada, así como inspección.
- Contar con los espacios adecuados para la realización de las operaciones que se realicen.
- Los materiales de construcción deben ser inertes ante los productos que se estén elaborando y que no constituyan un riesgo para los alimentos.

2.4.1.2. Pisos

Entre las consideraciones establecidas por el RTCA 67.01.33:06, se encuentran:

- Construidos de materiales impermeables, lavables y antideslizantes, de forma que faciliten su limpieza y desinfección.
- No presentar grietas ni irregularidades.
- Colocar curva sanitaria en las uniones entre pisos y paredes.
- Contar con desagües adecuados para evitar estancamiento de agua.

2.4.1.3. Paredes

Entre las consideraciones establecidas por el RTCA 67.01.33:06, se encuentran:

- Se deben revestir las paredes interiores con materiales adecuados para su lavado y desinfección.
- Colocar curva sanitaria en las uniones entre paredes.

2.4.1.4. Techos

Entre las consideraciones establecidas por el RTCA 67.01.33:06, se encuentran:

- Colocar techos lisos que faciliten la limpieza de los mismos, y que reduzcan la formación de condensación y posibles mohos o contaminantes.
- Se pueden colocar cielos falsos, de igual forma cumpliendo con ser lisos y fáciles de limpiar.

2.4.1.5. Ventanas y puertas

Entre las consideraciones establecidas por el RTCA 67.01.33:06, se encuentran:

- Ventanas de fácil limpieza y que eviten la entrada de plagas.
- Puertas recubiertas de un material no absorbente y fáciles de limpiar.
- Contar con protección entre las puertas y las áreas que comunican como cortinas o barreras similares.

2.4.1.6. Iluminación

Entre las consideraciones establecidas por el RTCA 67.01.33:06, se encuentran:

- Toda el área de producción debe contar con la iluminación adecuada ya sea natural o artificial para una correcta ejecución de las labores.
- En el caso de lámparas y accesorios de luz artificial, se deben proteger éstos contra roturas, ni alterar colores en el área que iluminan.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se describen las fases de la investigación realizada.

- Fases
 - Fase 1. Revisión documental
 - Procedimiento
 - ✓ Se revisaron fuentes de información documentadas, como libros de texto, artículos o publicaciones científicas, fichas y datos técnicos de proveedores, entre otros.
 - Fase 2. Determinación de los de equipos, utensilios y mobiliario para el área de producción de sabores.
 - Procedimiento
 - ✓ Se determinaron los tipos de equipos requeridos para cada una de las etapas del proceso indicado previamente.
 - ✓ Se determinaron los costos por los utensilios y mobiliario por utilizar en la producción.
 - Fase 3. Establecimiento de la distribución de los equipos y servicios auxiliares.
 - Procedimiento
 - ✓ Se determinó la ubicación en el área con que cuenta la empresa en sus instalaciones de forma que se logre

establecer un flujo de proceso ordenado y se cumplan con los requerimientos legales para la producción de alimentos, o en este caso de una materia prima para su uso en la industria de alimentos.

- Fase 4. Determinación del costo de equipos, utensilios y mobiliario para producción.
 - Procedimiento
 - ✓ Se determinó el costo total de equipos, utensilios y mobiliario establecidos previamente, para lo que se requirieron cotizaciones e información disponible por parte de los proveedores para contar con datos reales y verificados.

- Fase 5. Determinación del costo de arranque del proyecto.
 - Procedimiento
 - ✓ Se determinó el costo total para el arranque del proyecto, de manera que se entregó un valor total para el inicio de operaciones, tomando en cuenta los requerimientos legales, como permisos de construcción, licencia ambiental, licencia sanitaria, instalación de equipos y servicios auxiliares requeridos entre otros de los gastos a considerar para la puesta en marcha del proyecto.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos

4.1. Diseñar el proceso productivo para elaboración de sabores líquidos

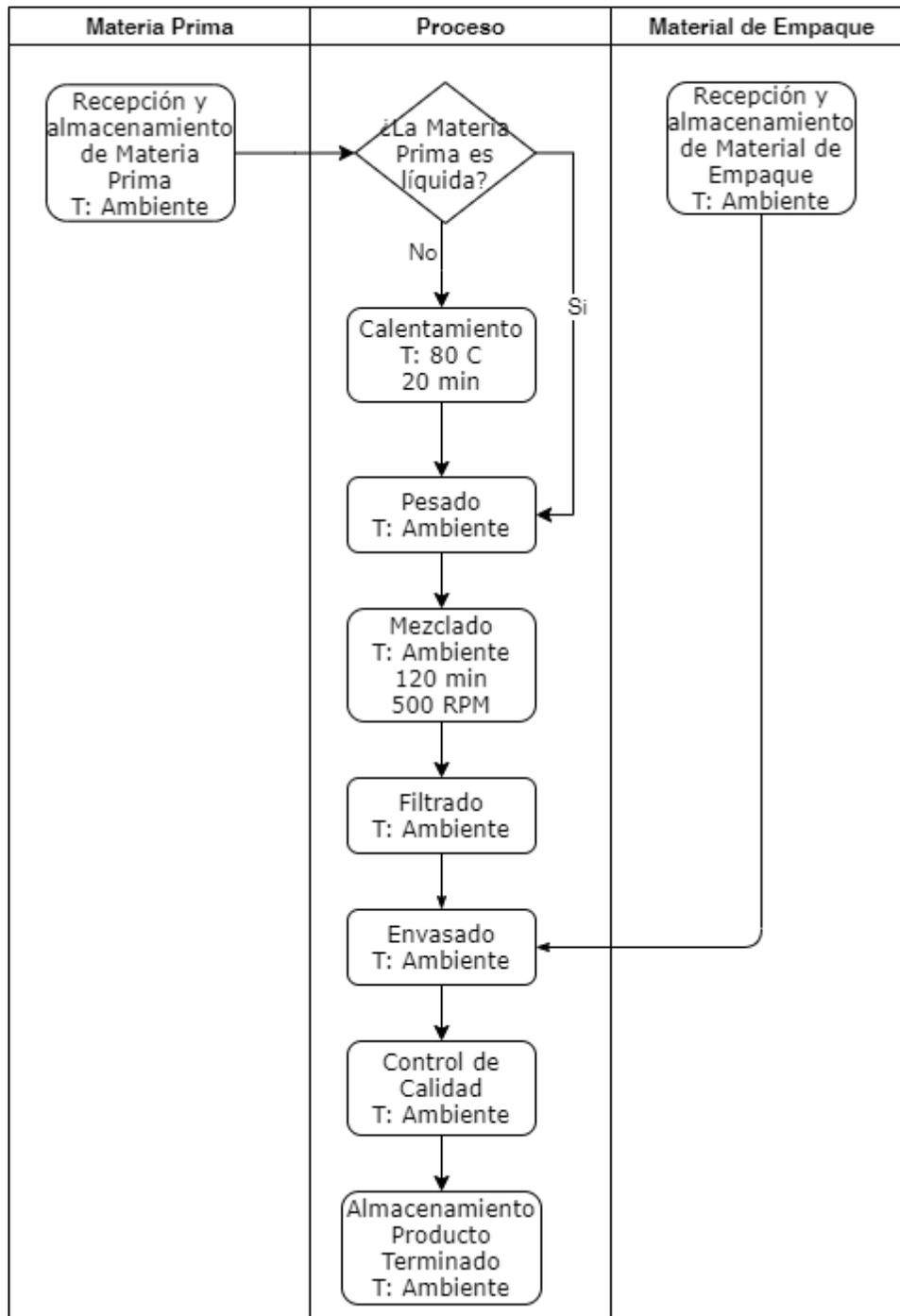
La primera actividad para realizar la investigación fue analizar el proceso de producción de sabores líquidos. Para ello, se definieron las etapas de producción desde el almacenamiento de la materia prima y material de empaque, proceso productivo, y el almacenamiento de producto terminado.

Las etapas de producción definidas fueron las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materia prima y material de empaque.
- Si la materia prima se encuentra en estado sólido se coloca en calentamiento a 80 °C.
- Pesado de materia prima.
- Mezclado y agitación de las materias primas.
- Filtrado de la solución.
- Envasado de la solución.
- Control de calidad del producto terminado.
- Almacenamiento del producto terminado.

A continuación, se presenta el siguiente diagrama de flujo.

Figura 4. **Flujograma para producción de sabores líquidos**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Especificación de los equipos, utensilios y mobiliario necesario para la producción de sabores líquidos

Los equipos para producción de sabores líquidos, después de cotizarlos y comparar los datos presentados en el anexo 2 y, con base en el cuadro de decisiones del anexo 3, fueron los siguientes.

Tabla III. Equipos seleccionados para la producción de sabores líquidos

Equipo	Cantidad	Aplicación	Marca/Modelo
Balanza electrónica	4	Pesado de la formulación de sabores	Bernalo / BSH
Balanza de piso	2	Pesado en la recepción de materia prima y despacho producto terminado	Bernalo / FL Acero inoxidable 304
Tanque de agitación sin calentamiento	3	Homogenización de la formulación pesada	Proinox / 50 L
Balanza analítica	1	Control de calidad de materia prima y producto terminado	Bernalo BAR 224
Refractómetro ABBE	1	Control de calidad de materia prima y producto terminado	ExacTec / 4R4
Potenciómetro	1	Control de calidad de materia prima y producto terminado	Potenciómetro de mesa WTW

Fuente: elaboración propia.

Los utensilios determinados para producción de sabores líquidos, después de realizada la cotización y las comparaciones respectivas de los datos

presentados en el anexo 4, y con base en el cuadro de decisiones del anexo 5, fueron los siguientes:

Tabla IV. **Utensilios seleccionados para la producción de sabores líquidos**

Utensilio	Cantidad	Aplicación	Especificaciones
Fogón de una hornilla Cookrite modelo ATSP-18-1	1	Calentamiento de materias primas sólidas y viscosas	Acero inoxidable 304
Recipiente pesado de sabores líquidos 10 L para	3	Contener materias primas pesadas previo a mezclado	Acero inoxidable 304
Recipiente pesado de sabores líquidos 30 L para	5	Contener materias primas pesadas previo a mezclado	Acero inoxidable 304
Beaker 100 mL	10	Pesado de Sabores	Pyrex
Beaker 250 mL	10	Pesado de Sabores	Pyrex
Beaker 1000 mL	10	Pesado de Sabores	Pyrex
Probeta 10 mL	10	Medición de volumen para determinar densidad	Clase A

Fuente: elaboración propia.

El mobiliario determinado para producción de sabores líquidos, después de realizada la cotización y las comparaciones respectivas de los datos presentados en el anexo 6, y con base en el cuadro de decisiones del anexo 7, fueron los siguientes.

Tabla V. **Mobiliario seleccionado para la producción de sabores líquidos**

Mobiliario	Cantidad	Aplicación	Especificaciones
Mesa de acero inoxidable	4	Colocar materias primas, herramientas y utensilios.	Acero inoxidable 304
Estanterías de acero inoxidable	10	Almacenamiento de materia prima, material de empaque y producto terminado.	Acero inoxidable 304

Fuente: elaboración propia.

4.3. Establecimiento de la línea y servicios auxiliares en función del proceso productivo

La línea de producción se estableció de acuerdo con los planos presentados en los anexos 8 a 16 para cumplir con los requerimientos del proceso de producción, así como los servicios auxiliares de agua potable, drenajes sanitarios, e iluminación. Para detallar las necesidades a cubrir en el proyecto se elaboraron los siguientes planos, escala 1/100.

Se contó con la colaboración de un arquitecto para establecer la distribución de las áreas y ambientes, definiendo los siguientes espacios delimitados.

- Muelle de carga y descarga
- Bodega de almacenamiento de materia prima
- Bodega de almacenamiento de material de empaque
- Bodega de almacenamiento de producto terminado
- Baños y vestidores
- Área industrial (producción)

- Control de calidad
- Oficina del jefe de operaciones
- Lavado

A continuación, se presenta el nombre del plano y el anexo en el que se encuentra en el informe.

Tabla VI. Planos elaborados para la línea de producción de sabores líquidos

Número de plano	Nombre de plano	Anexo
1	Ubicación en el proyecto actual	8
2	Planta amueblada	9
3	Planta acotada	10
4	Planta con acabados	11
5	Agua potable	12
6	Drenaje sanitario	13
7	Drenaje pluvial	14
8	Iluminación	15
9	Tomas eléctricas	16

Fuente: elaboración propia.

4.4. Determinación costos de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción

Los costos de los equipos, utensilios y mobiliario seleccionados se obtuvieron por medio de las cotizaciones proporcionadas por los proveedores. Todos los valores se presentan en quetzales.

Tabla VII. **Costo de equipos seleccionados para producción de sabores líquidos**

Equipo	Marca/ Modelo	Cantidad	Precio/ unidad	Total
Balanza electrónica	Bernalo / BSH	4	Q 6,500.00	Q 26,000.00
Balanza de piso	Bernalo / FL Acero inoxidable	2	Q 8,500.00	Q 17,000.00
Tanque de agitación sin calentamiento	Proinox / 50 L	3	Q 32,432.00	Q 97,296.00
Balanza analítica	Bernalo BAR 224	1	Q 1,200.00	Q 1,200.00
Refractómetro ABBE	ExacTec / 4R4	1	Q 43,000.00	Q 43,000.00
Potenciómetro	Potenciómetro de mesa WTW	1	Q 2,700.00	Q 2,700.00
Total				Q 187,196.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Costo de utensilios seleccionados para producción de sabores líquidos**

Mobiliario	Material/ Especificación	Cantidad	Precio/ unidad	Total	
Fogón de una hornilla Cookrite modelo ATSP- 18-1	Acero inoxidable 304	1	Q 4,249.00	Q	4,249.00
Recipiente para pesado de sabores líquidos 10 L	Acero inoxidable 304	3	Q 323.84	Q	971.52
Recipiente para pesado de sabores líquidos 30 L	Acero inoxidable 304	5	Q 469.53	Q	2,347.65
Beaker 100 mL	Pyrex	10	Q 16.00	Q	160.00
Beaker 250 mL	Pyrex	10	Q 32.00	Q	320.00
Beaker 1000 mL	Pyrex	10	Q 57.00	Q	570.00
Probeta 10 mL	Clase A	10	Q 65.80	Q	658.00
Total				Q	9,276.17

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Costo de mobiliario seleccionado para producción de sabores líquidos**

Mobiliario	Material/ Especificación	Cantidad	Precio/ unidad	Total
Mesa de acero inoxidable	Acero inoxidable 304	4	Q 1,159.95	Q 4,639.80
Estanterías de acero inoxidable	Acero inoxidable 304	10	Q 649.95	Q 6,499.50
Total				Q 11,139.30

Fuente: elaboración propia.

4.5. Determinación el costo total de arranque del proyecto tomando en cuenta los factores de infraestructura, mano de obra, y gastos asociados

Como última etapa de la investigación, se determinó el costo total de arranque del proyecto a partir de las cotizaciones presentadas en los anexos 17 y 18.

Para esto se consideraron siguientes los rubros:

- Equipos
- Utensilios
- Mobiliario
- Infraestructura
- Mano de obra

- Gastos asociados

Tabla X. **Costo total de arranque del proyecto Producción de sabores líquidos**

Descripción	Costo	Porcentaje por rubro (%)
Equipos	Q 187,196.00	11.36
Utensilios	Q 9,276.17	0.56
Mobiliario	Q 11,139.30	0.68
Infraestructura	Q 940,762.24	57.07
Mano de obra	Q 350,000.00	21.23
Gastos asociados	Q 150,000.00	9.10
Total	Q 1,648,373.71	100.00

Fuente: elaboración propia.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Diseñar el proceso productivo para elaboración de sabores líquidos

El proceso productivo para la elaboración de sabores líquidos se estableció con los criterios necesarios para realizar un pesaje y mezclado de los productos, los cuales, dependiendo del estado de la materia en el que se encuentren a condiciones ambientales normales (presión y temperatura), pueden requerir un calentamiento previo a su pesado en formulación.

Debido a que un pesador encargado de la elaboración de la fórmula lleva a cabo el proceso de forma artesanal, es necesario que se conozcan las materias primas por utilizar y que se manipulen adecuadamente en todo momento.

Como se observa en la figura 4, el diagrama de flujo de proceso presenta que las condiciones de operación serán a la temperatura y presión ambientales normales para el área de la ciudad de Guatemala, por ello, no se requiere de una infraestructura especializada en el control de temperatura al no ser un factor que influya en el proceso productivo.

El diagrama en la figura 4 concuerda con el diagrama de proceso de Allata, Valero y Benhadja (2017), en el cual se indican las condiciones de operación en cada etapa del proceso productivo, el cual además puede ser utilizado para indicar y establecer los puntos críticos de control al desarrollar un análisis de puntos críticos para un HACCP.

La mayoría de las materias primas utilizadas en elaboración de sabores presentan un pH ácido. Al ser compuestos orgánicos que no pueden ser metabolizados por microorganismos, no es necesario realizar un análisis microbiológico frecuente de los productos, y solo se realizará de forma rutinaria con lotes aleatorios en un laboratorio de referencia asegurando la inocuidad del producto.

5.2. Especificación de los equipos, utensilios y mobiliario necesario para la producción de sabores líquidos

La determinación de equipos se realizó a partir de los procesos establecidos en la figura 4. Para cada etapa de proceso se determinó el equipo o utensilio a aplicar, los cuales se presentan en la tabla III. Dichos equipos fueron cotizados a nivel local con proveedores especializados, los cuales presentaron opciones detalladas en el apéndice 1 con las especificaciones técnicas necesarias para la toma de decisión. Para la toma de decisión se aplicó el criterio descrito en el apéndice 2, a partir de los atributos por evaluar de cada equipo propuesto: marca (20 %), cumplimiento de requerimientos de proceso (30 %), precio (50 %) y otras características a considerar.

Para la recepción de materia prima y despacho producto terminado se seleccionó una balanza de piso Bernalo FL, la cual tiene una capacidad de hasta 2500 kg, para utilizarse en aplicaciones de pesado de hasta 220 kg tanto de materia prima como de producto terminado. Debido a que el proceso de producción se realiza de forma artesanal de acuerdo con lo descrito en el procedimiento, cada pesador utiliza una balanza electrónica Bernalo BSH con capacidad de 30 kg, para el pesado de cada uno de los materiales de las formulaciones de sabores.

Para la homogenización de las formulaciones pesadas, se seleccionó un tanque de agitación sin calentamiento Proinox de 50 L de capacidad, el cual tiene incorporado un agitador de 0.5 HP, como se presenta en el apéndice 1. Además, se tiene previsto que al necesitar aumentar la capacidad de agitación en la línea se tienen otros tanques de agitación con mayor capacidad cotizados con el mismo proveedor, lo cual facilita la selección al ser requeridos para la operación.

Todos estos equipos cumplen con los criterios de inocuidad, como los indicados por Allata, Valero y Benhadja (2017), quienes al establecer los criterios de un análisis HACCP para una planta de helados, realizaron estudios microbiológicos previo y posterior a la limpieza de equipos construidos de acero inoxidable 304, evidenciando la importancia del uso de equipos con las especificaciones necesarias para asegurar la inocuidad en la producción.

Es importante tomar en consideración las facilidades de limpieza de los equipos seleccionados, ya que como lo determinaron Betta, Barbanti y Massini, (2011), se pueden suscitar peligros significativos para el proceso si no se tiene cuidado al realizar los procesos de limpieza y desinfección adecuados, comprometiendo la inocuidad de los productos elaborados dichos equipos.

Para verificar los parámetros de calidad, se seleccionó una balanza analítica Bernalo BAR 224 con una precisión de ± 0.0001 g. Este equipo permite que la incertidumbre cuando se mide la masa para densidad sea más confiable que la reportada por otras balanzas con menor sensibilidad. Se seleccionó un Refractómetro ABBE ExacTec 4R4 para medir el índice de refracción de las materias primas y producto terminado. Este equipo presenta un rango de 1.3000 a 1.7000 nD, y, al ser de revestimiento plástico, disminuye el deterioro por el contacto con las muestras si estas son derramadas. Además, se seleccionó un

potenciómetro de mesa WTW, con un rango de 1.000 a 14.000, para la medición del pH en las muestras y establecer dicha medición como un punto de control.

En la tabla IV se presentan los utensilios seleccionados para la producción de sabores líquidos. Debido a que en la etapa de pesado se busca utilizar materias primas líquidas para lograr la homogenización de los materiales, se seleccionó un fogón de una hornilla marca Cookrite construido de acero inoxidable 304 para realizar el calentamiento de los materiales sólidos o con alta viscosidad, lo cual permite un mejor manejo de la materia prima, así como facilita el pesado. Además, en esta etapa se utilizaron recipientes para el pesado de los sabores de 10 y 30 L, lo cual permite un pesado separado de cada ingrediente y posteriormente ser trasladado a los tanques de agitación.

Se seleccionaron *beakers* de tres volúmenes para su aplicación en el área de pesado, como se observa en la tabla IV, los cuales son de 100, 250 y 1000 mL, para trasvasar las materias primas de los contenedores en los que ingresan a la planta hacia los recipientes de pesado. De esta forma, se mantiene la precisión en el pesaje. Además, se seleccionaron probetas de 10 mL para usarlas en control de calidad, al ser necesarias en la determinación de la densidad de las materias primas y producto terminado a partir de la fórmula de dicho parámetro.

Finalmente, en el cuadro V se presenta el mobiliario seleccionado. Incluye mesas de acero inoxidable 304, con las dimensiones adecuadas a las áreas de trabajo de cada pesador. En ellas se puede colocar la balanza, así como las materias primas utilizadas en el momento. Además, para el almacenamiento de materia prima, material de empaque, y producto terminado se seleccionó el uso de estanterías de acero inoxidable 304, las cuales presentan un diseño de altura y ancho adecuados a las dimensiones con las que se cuentan en los almacenes

mencionados, así como el ser completamente lisas para facilitar los procedimientos de limpieza y desinfección.

5.3. Establecimiento de la línea y servicios auxiliares en función del proceso productivo

Para el establecimiento de la línea de producción de sabores líquidos se tomaron en consideración los requerimientos indicados en el Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios generales, para lo cual se trazaron planos como guía para la ejecución del proyecto.

Debido a que la elaboración de sabores es una ampliación de las operaciones actuales de una empresa dedicada a la producción de alimentos con procesos que involucran agua, se estableció un área destinada para el desarrollo de las actividades específicas de sabores líquidos. Dado que estas actividades involucran materias primas orgánicas, no pueden introducirse en ambientes con productos a base de agua como los elaborados actualmente. En el anexo 2 se presenta el plano de planta general, en el que se indica la ubicación para la línea de producción de sabores líquidos.

En el plano amueblado (anexo 5), se presenta la distribución de los ambientes en el área de producción diseñada. Para esta distribución, se tomó en consideración que la materia prima y material de empaque ingresarán a las áreas de almacenamiento respectivas de la planta a través de un muelle de carga y descarga. En ese mismo muelle se entregará el producto terminado elaborado. Por esta razón, en ese espacio no puede darse un flujo de personas para evitar una contaminación cruzada.

Para la distribución de mobiliarios y equipos se aplicaron criterios de forma similar a Blanco (2020), quien, en los seis ambientes para la planta piloto de alimentos de la USAC, se basó en los requerimientos del RTCA 67.01.33:06, Buenas Prácticas de Manufactura, así como en los espacios con disponibles para la ubicación de los insumos, tal y como es observado en esta investigación.

En el mismo plano, se observa que el personal solo puede ingresar por el lateral izquierdo, el cual inmediatamente se encuentra con el área de baños y vestidores, por lo que todo el personal debe realizar el procedimiento de aseo previo a su ingreso a las instalaciones.

Al ingresar a las instalaciones se observa el área de producción en la que se ubican tres pesadores de las formulaciones de sabores, con acceso a los almacenes de materia prima y material de empaque, así como un espacio para el mezclado y homogenización de estas, seguido del área de envasado para el producto terminado. Estas áreas se encuentran ubicadas de forma secuencial, y de acuerdo con las etapas del proceso de producción descrito en la figura 4, evitando así posibles fuentes de contaminación cruzada.

El área de control de calidad se ubica de forma que puede brindar sus servicios para el análisis de materia prima, material de empaque, control de proceso productivo, y análisis de producto terminado, esto con los equipos necesarios en su área de trabajo.

Se cuenta con una oficina destinada para el jefe de operaciones, ubicada entre los almacenes de materia prima y producto terminado, con una ventana que permite observar hacia el área de despacho del producto, y tener un control apropiado de las salidas.

Debido a que el proceso es libre de agua al tratarse de materias primas orgánicas, se cuenta con un área de lavado en la que se realiza la limpieza y desinfección de los utensilios, sin comprometer el proceso productivo.

El plano acotado (anexo 4) presenta las medidas destinadas para cada uno de los ambientes, los cuales se encuentran en un área total de 280 m² de construcción. En el plano de acabados (anexo 5) se especifican los tipos de materiales de construcción por utilizar en el levantamiento de la obra civil, los cuales cumplen con las características que indica el Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.01.33:06 para las paredes, a las cuales se les aplica un alisado de muros y pintura blanca lavable para realizar los procesos de limpieza y desinfección en las áreas. Además, el piso deber ser de cerámica antideslizante para cumplir con normas de seguridad para los trabajadores y facilidad de limpieza para lavar y desinfectar.

Como parte de los servicios auxiliares, se presenta el plano de agua potable (anexo 6), en el que se detalla la ubicación de las tuberías con el suministro de agua para baños y áreas de lavado. Debido a que el proceso no involucra la aplicación de agua durante la producción, al momento de realizar los lavados se conectarán mangueras a los grifos del área de lavado para realizar limpieza profunda de todos los ambientes internos de producción, control de calidad y almacenamiento.

En el plano de drenaje sanitario (anexo 7), se detalla la ubicación de los alcantarillados, para las aguas generadas por baños, lavado de equipos y utensilios, y una salida de agua de lavado de los ambientes en el centro del área industrial para su uso durante las limpiezas profundas del lugar. Además, en el anexo 8 se presenta el plano de drenaje pluvial, el cual detalla la distribución de

los recolectores de agua de lluvia para ser dirigidos a alcantarillados existentes para captación de dicha agua.

En el plano de iluminación (anexo 9), se observa la ubicación de las lámparas e interruptores, los cuales se encuentran distribuidos de forma que todas las áreas cuentan con la suficiente iluminación para ejecutar sus funciones. Finalmente, en el plano de tomas eléctricas (anexo 10) se presenta la ubicación de las tomas eléctricas. En el área de producción se cuenta con un tomacorriente por cada lugar de trabajo para conectar las balanzas, dos tomacorrientes para los mezcladores industriales, y uno en el lugar de envasado del producto terminado.

5.4. Determinación costos de equipos, utensilios y mobiliarios por utilizar en el área de producción

Para el proceso de producción de sabores líquidos se determinaron los equipos, utensilios y mobiliario presentados en las tablas III a V respectivamente. Cada uno de estos instrumentos de trabajo, como se mencionó se seleccionaron de forma que se verificaron los requerimientos de proceso y condiciones de operación específicas.

Las unidades de cada uno de los equipos y muebles se obtuvieron a partir de los requerimientos de proceso, y la disposición del espacio como se presenta en el anexo 9 del plano amueblado del área de producción. Los utensilios para pesado, envasado y control de calidad se determinaron a partir de los puestos de trabajo para dotar a cada colaborador con una cantidad apropiada de utensilios.

En las tablas VI a VII se presentan los costos por unidad y totales, siendo éstos de Q187,196.00 para equipos; Q9,276.17 para utensilios y Q11,139.30 del mobiliario por utilizar.

5.5. Determinación el costo total de arranque del proyecto tomando en cuenta los factores de infraestructura, mano de obra, y gastos asociados

Finalmente, se definió el costo de inicio del proyecto tomando en cuenta los rubros presentados en la tabla X, considerando los valores previamente indicados para equipos, utensilios y mobiliario. Para el levantamiento de la infraestructura se consideraron los costos de movimiento de tierras, fundición de losa. El costo de mano de obra cubre todas las etapas de levantamiento del proyecto, desde los cimientos hasta acabados para cumplimiento de los requerimientos indicados en el RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura.

Además, los gastos asociados incluyen los trámites de licencias de construcción, ambientales, sanitaria y otros permisos requeridos. Debido a que se trata de una empresa que se encuentra actualmente en funcionamiento y este proyecto se puede considerar una ampliación de las operaciones, muchos de los documentos se encuentran vigentes, pero requieren las actualizaciones ante entidades, como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para el cumplimiento de la normatividad en materia de ambiente, además del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) al solicitar una licencia sanitaria específica para la producción de sabores líquidos. Además, entre estos gastos asociados se encuentran la proyección para la adquisición de un transformador de energía, así como el acoplamiento a la red de distribución eléctrica.

Al considerar todos los gastos asociados para la puesta en marcha del proyecto, se determinó que el costo total del proyecto es de Q1,648,373.71. El cual se encuentra conformado por el 57 % en gasto de infraestructura, 21 % en mano de obra, 11 % en equipos, 9 % en gastos asociados a trámites y 1.20 % en utensilios y mobiliario. Debido a que no se cuentan con proyectos similares en los que los análisis de costos se hayan planteado hasta el levantamiento y puesta en marcha de la operación, no se puede comparar con otros estudios previos enfocados en esta área de la industria de alimentos.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó el proceso productivo adaptado a las condiciones actuales de operación de la planta existente para la inclusión de sabores líquidos. Para ello se establecieron etapas de proceso, condiciones de operación (temperatura y presión), iniciando con la recepción de materia prima y material de empaque hasta el almacenamiento de producto terminado.
2. Se especificaron las condiciones para la adquisición de equipo, utensilios y mobiliario necesarios para la producción, de acuerdo con los requerimientos que mejor se adaptan al diseño de la línea de producción de sabores líquidos, la cual estará compuesta por seis equipos, siete utensilios y dos muebles.
3. Se establecieron nueve áreas de proceso necesarias para la elaboración de sabores líquidos, las cuales fueron distribuidas de acuerdo con el flujo de proceso y los requerimientos de construcción específicos para evitar cualquier forma de contaminación, entre estas se encuentran: ubicación en el proyecto actual, planta amueblada, agua potable y drenajes.
4. Se determinaron las unidades, así como los costos de equipos (Q187,196.00), utensilios (Q9,276.17) y mobiliario (Q11,139.30) por utilizar en el área de producción de sabores líquidos.
5. Se definió el costo total de arranque del proyecto tomando en cuenta los factores de infraestructura, mano de obra, y gastos asociados, con un valor total de Q1,648,373.71. Los rubros de mayor impacto son:

infraestructura (57 %) y mano de obra (11 %) de acuerdo con los requerimientos de proceso y al espacio disponible para su ejecución.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar las operaciones unitarias involucradas en cada etapa y plantear las condiciones de operación para cada equipo involucrado en el proceso productivo.
2. Analizar el consumo eléctrico de cada equipo utilizado en la planta. Así como buscar alternativas de automatización para la verificación de parámetros.
3. Evaluar opciones de distribución de los ambientes y áreas determinadas de acuerdo con el espacio disponible, manteniendo el flujo de proceso y cumpliendo con los requerimientos establecidos por RTCA 67.01.33:06.
4. Identificar nuevos proveedores de equipos, utensilios y mobiliario tanto locales como internacionales, cumpliendo con las características técnicas apropiadas.
5. Generar un estudio con software de obra civil, o herramientas como la metodología BIM para establecer las etapas de levantamiento del proyecto en obra, con todos los recursos necesarios para el desarrollo de este.

REFERENCIAS

1. Acosta, R. (2008). *Saneamiento ambiental e higiene de los alimentos*. Córdoba, Argentina: Brujas.
2. Ahmed, J., & Shafiur, M. (2012). *Handbook of Food Process Design*. West Sussex, Estados Unidos: Wiley-Blackwell
3. Allata, S., Valero, A., y Benhadja, L. (2017). Implementation of traceability and food safety systems (HACCP) under the ISO 22000:2005 standard in North Africa: The case study of an ice cream company in Algeria. *Food Control*, 79, 239-253. doi:10.1016/j.foodcont.2017.04.002
4. Angelini, E., Camerini, G., Diop, M., Roche, P., Rodi, T., Schippa, C., y Thomas, T. (2016). Respiratory Health – Exposure Measurements and Modeling in the Fragrance and Flavour Industry. *PLoS ONE*, 11(2), 1-16. doi: 10.1371/journal.pone.0148769
5. Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Ciudad de México, México: Pearson Education.
6. Berenstein, N. (2018). Designing flavors for mass consumption. *The Senses and Society*, 13(1), 19-40. doi:10.1080/17458927.2018.1426249

7. Betta, G., Barbanti, D., y Massini, R. (2011). Food Hygiene in aseptic processing and packaging system: A survey in the Italian food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 327-334. doi: 10.1016/j.tifs.2011.02.006
8. Blanco, M. (2020). *Diseño de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de procesamiento de alimentos, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
9. Carniel, M., Döring, T., y De Dea, J. (2018). Sweeteners and sweet taste enhancers in the food industry. *Food Science and Technology*, 38(2), 181-187. doi:10.1590/fst.31117
10. Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana (COMIECO). (2006). *RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales*. Guatemala: Autor.
11. Endrizzi, I., Aprea, E., Betta, E., Charles, M., Zambanini, J., y Gasperi, F. (2019). Investigating the Effect of Artificial Flavours and External Information on Consumer Liking of Apples. *Molecules*, 24(4306), 23-40. doi:10.3390/molecules24234306
12. Flavor and Extract Manufacturers Association (FEMA). (04 de 10 de 2020). Flavor Glossary of Terms. Obtenido de FEMA Web site: <https://www.femaflavor.org/flavor-glossary-terms>

13. Fúquene, C. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana
14. Gomes, A., de Meneses, A., Hermes, P., y de Oliveira, D. (2017). A review on enzymatic synthesis of aromatic esters used as flavor ingredients for food, cosmetics and pharmaceuticals industries. *Trends in Food Science & Technology*, 69, 95-105. doi: 10.1016/j.tifs.2017.09.004
15. Holah, J., & Lelieveld, H. (2011). *Hygienic Design of Food Factories*. Cambridge, Inglaterra: Woodhead Publishing.
16. López-Gómez, A., & Barbosa-Cánovas, G. (2005). *Food Plant Design*. Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press
17. Maroulis, Z., & Saravacos, G. (2008). *Food Plant Economics*. Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.
18. Parrales, V., y Tamayo, J. (2012). *Diseño de una modelo de gestión estratégico para el mejoramiento de la productividad y calidad aplicado a una planta procesadora de alimentos balanceados*. (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
19. Peña-Portillo, G. (2019). Oleogustus: El sexto sabor en la industria alimentaria. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 29(3), 70-75

20. Poornima, K., y Preetha, R. (2017). Biosynthesis of Food Flavours and Fragrances - A Review. *Asian Journal of Chemistry*, 29(11), 2345-2352. doi:10.14233/ajchem.2017.20748
21. Progenero-Promer. (2002). *Manual de microempresa rural con enfoque de género*. Caracas, Venezuela: Progenero-Promer
22. Real Academia Española (RAE). (14 de septiembre de 2020). Real Academia Española. Obtenido de Máquina: <https://dle.rae.es/m%C3%A1quina>
23. Reineccius, G. (2006). *Flavor Chemistry and Technology*. Boca Ratón, Estados Unidos: CRC Press
24. Research And Markets. (1 de 06 de 2020). Flavour and Fragrance Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2019-2024. Obtenido de Research And Markets: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4763175/flavour-and-fragrance-market-global-industry>
25. Saravacos, G., & Kostaropoulos, A. (2002). *Handbook of Food Processing Equipment*. Nueva York, Estados Unidos: Springer Science & Business Media.
26. Saffarionpour, S., y Ottens, M. (2017). Recent Advances in Techniques for Flavor Recovery in Liquid Food Processing. *Food Engineering Review*, 81-94. doi:10.1007/s12393-017-9172-8

27. Statista. (1 de junio de 2020). Outlooks: Consumer Market Outlooks. Obtenido de Statista: <https://www.statista.com/outlook/40000000/100/food/worldwide#market-volume>
28. Suárez, C. (2005). *Costo y Tiempo en Edificación*. México DF, México: Editorial Limusa.
29. Yu, H., Liu, R., Hu, Y., y Xu, B. (2017). Flavor profiles of soymilk processed with four different processing technologies and 26 soybean cultivars grown in China. *International Journal of Food Properties*, 20 (S3), 87-98. doi:10.1080/10942912.2017.1382507

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

- Recolección de información de equipos e instrumentos de medición



RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

**Equipo/instrumento
de medición**

Uso/aplicación:

Dimensiones:

Material: Largo: Alto: Ancho:

Variables

Especificaciones

Rango de medición:

Potencia:

Precisión: (si aplica)

Capacidad: (si aplica)

Marca:

Otras variables:

Fuente: adaptado de Blanco (2020). *Diseño de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de procesamiento de alimentos, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*

- Cuadro comparativo de características y precios obtenidos en cotizaciones por proveedores de equipos.



Evaluación comparativa de cotizaciones por equipo/instrumento de medición

Equipo/instrumento de medición	Marca (20 %)	Cumplimiento de requerimientos de procesos (30 %)	Precio (50 %)	Otras características	Puntuación Total
Equipo 1.a					
Equipo 1. b					
Instrumento 1.a					
Instrumento 1. b					

Fuente: elaboración propia.

Donde:

Marca:

- 20 % con representación en Guatemala, y calibración disponible.
- 10 % con representación en Guatemala, calibración no disponible.
- 5 % representación en el extranjero.

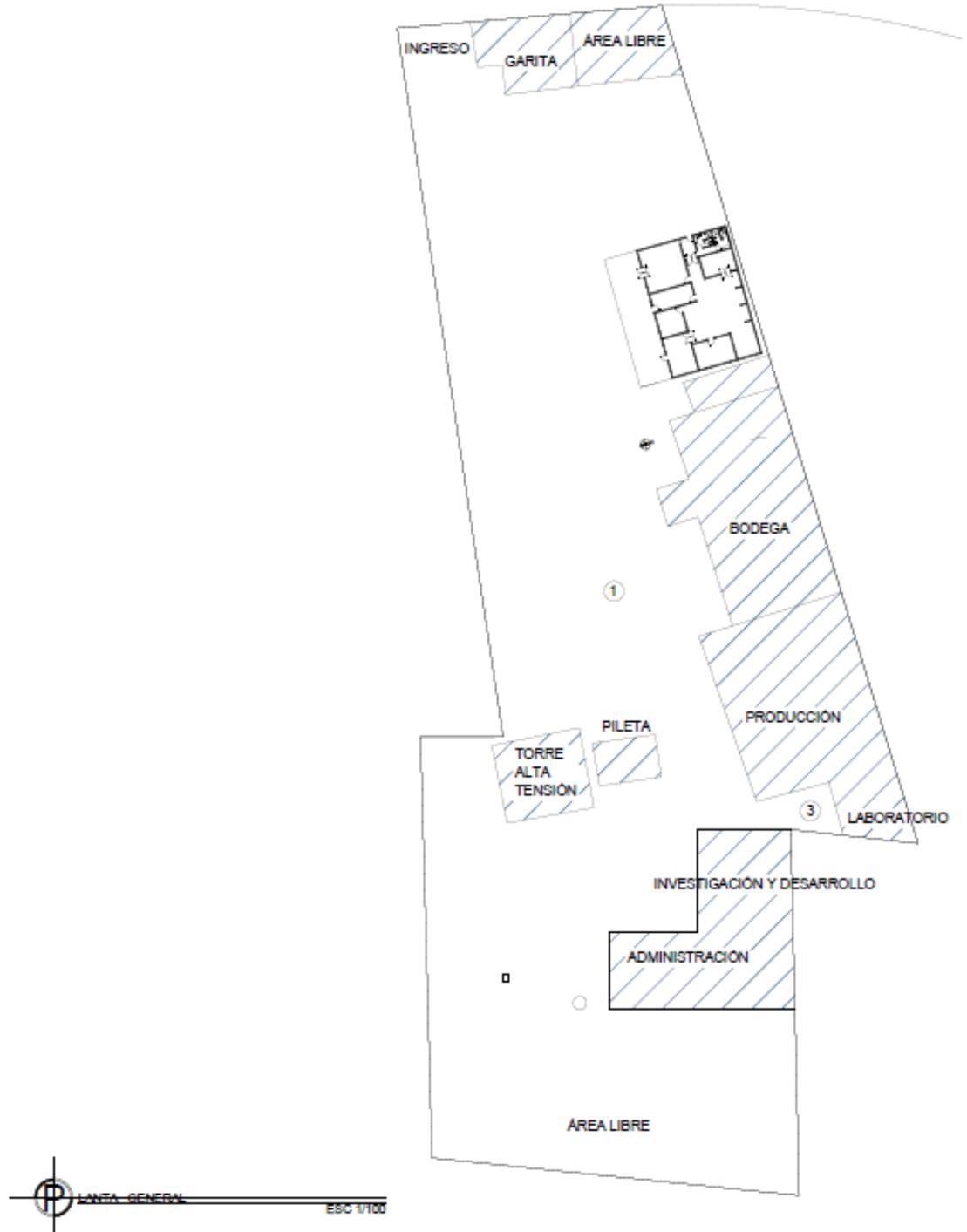
Cumplimiento de requerimientos de procesos:

- 30 % cumple con todas las características necesarias (rango de aplicación, precisión, exactitud)
- 20 % cumple con la mayoría de las características necesarias.
- 10 % cumple con algunas de las características necesarias.

Precio:

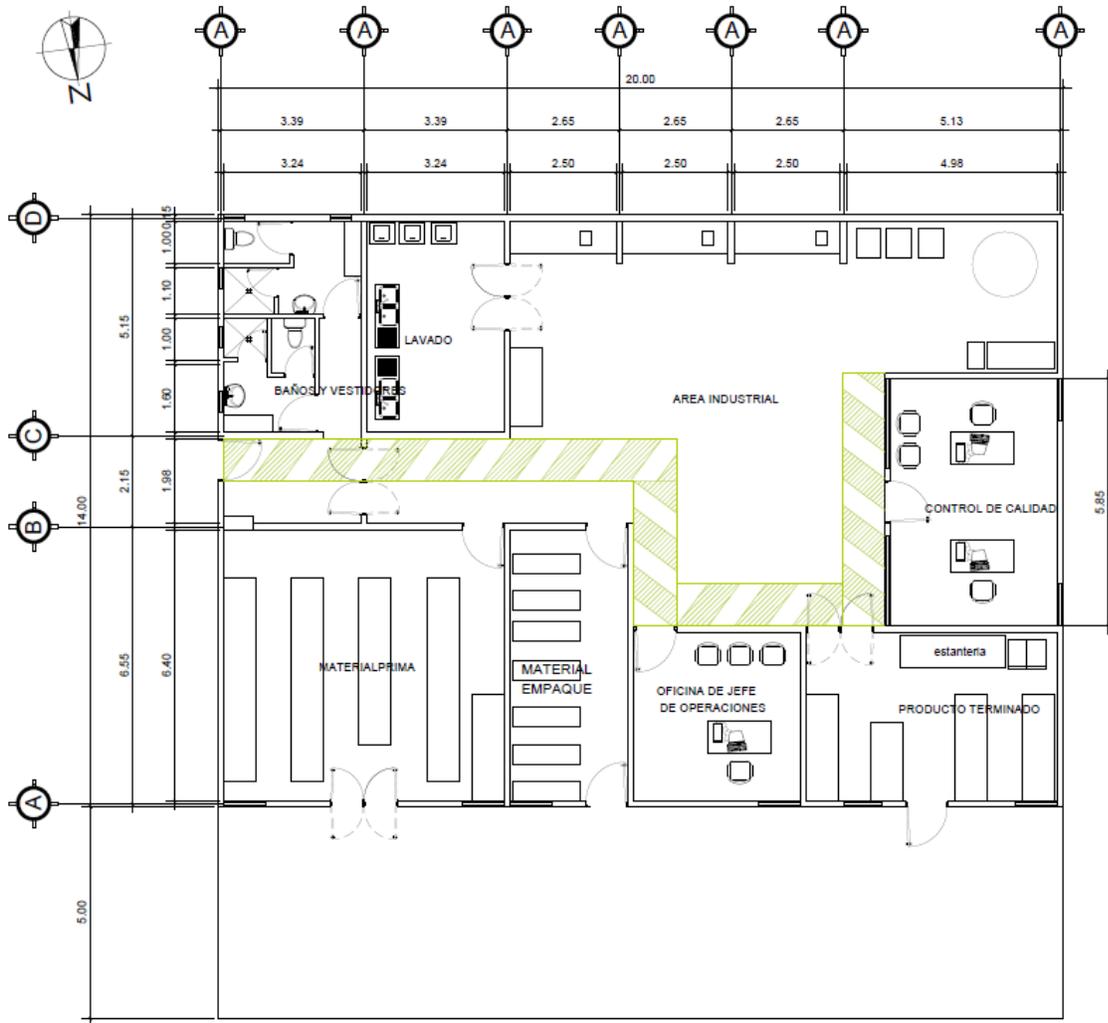
- 50 % mejor precio comparativo
- 40 % segundo mejor precio en comparativo

Anexo 2. Plano de ubicación en el proyecto actual



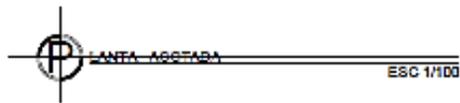
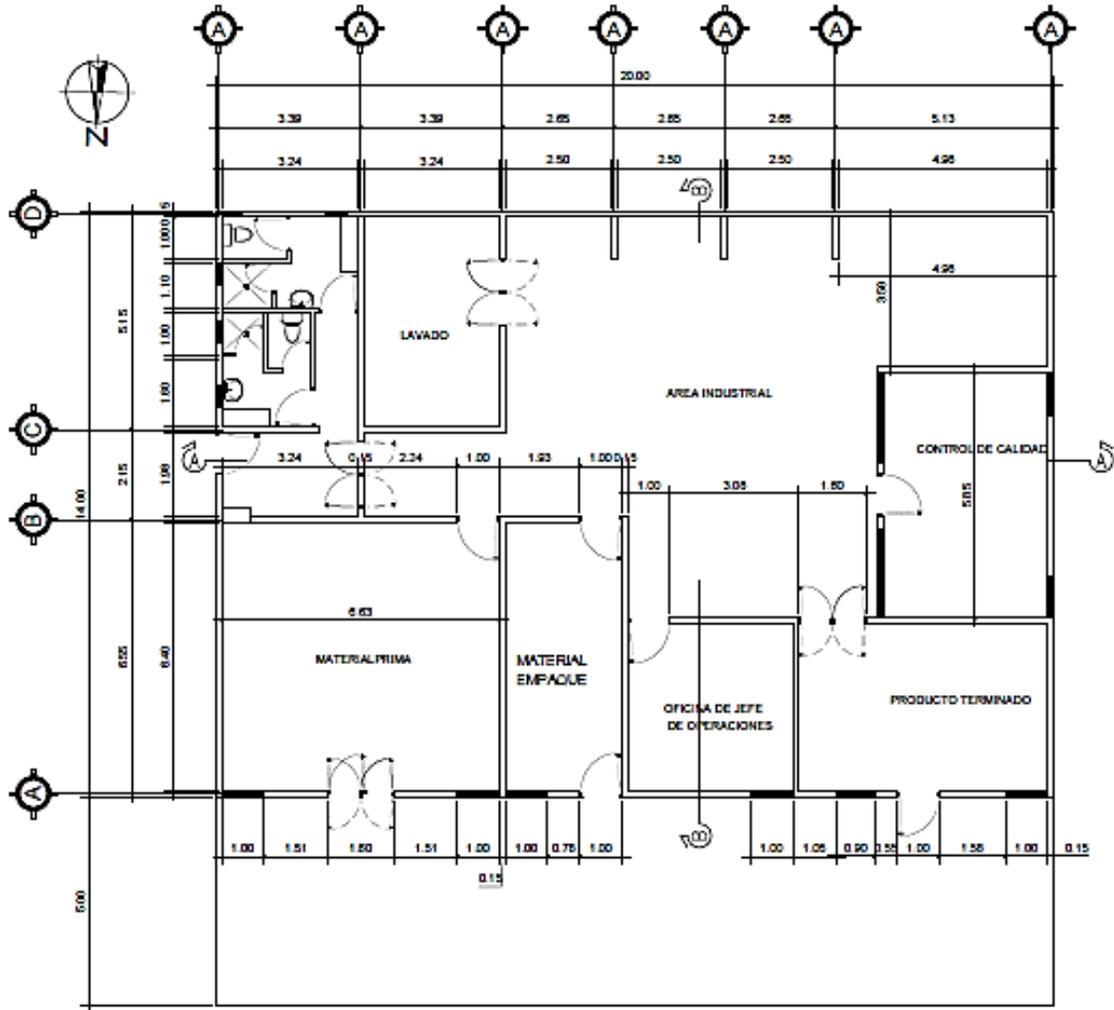
Fuente: Juárez, M; García, M. (2021).

Anexo 3. Plano de planta amueblada



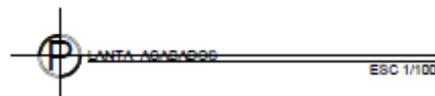
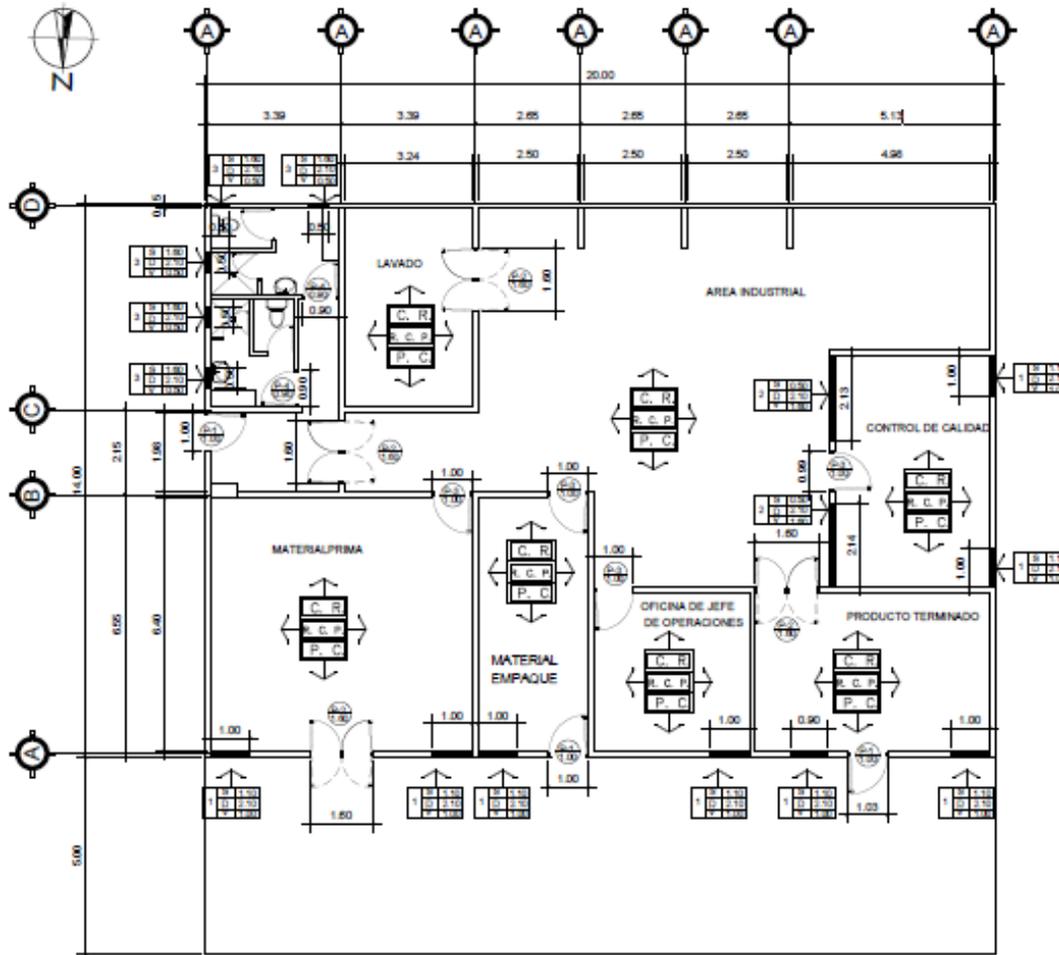
Fuente: Juárez, M; García, M. (2021).

Anexo 4. Plano de planta acotada



Fuente: Juárez, M; García, M. (2021).

Anexo 5. Plano de planta con acabados

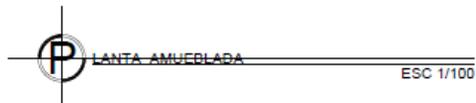
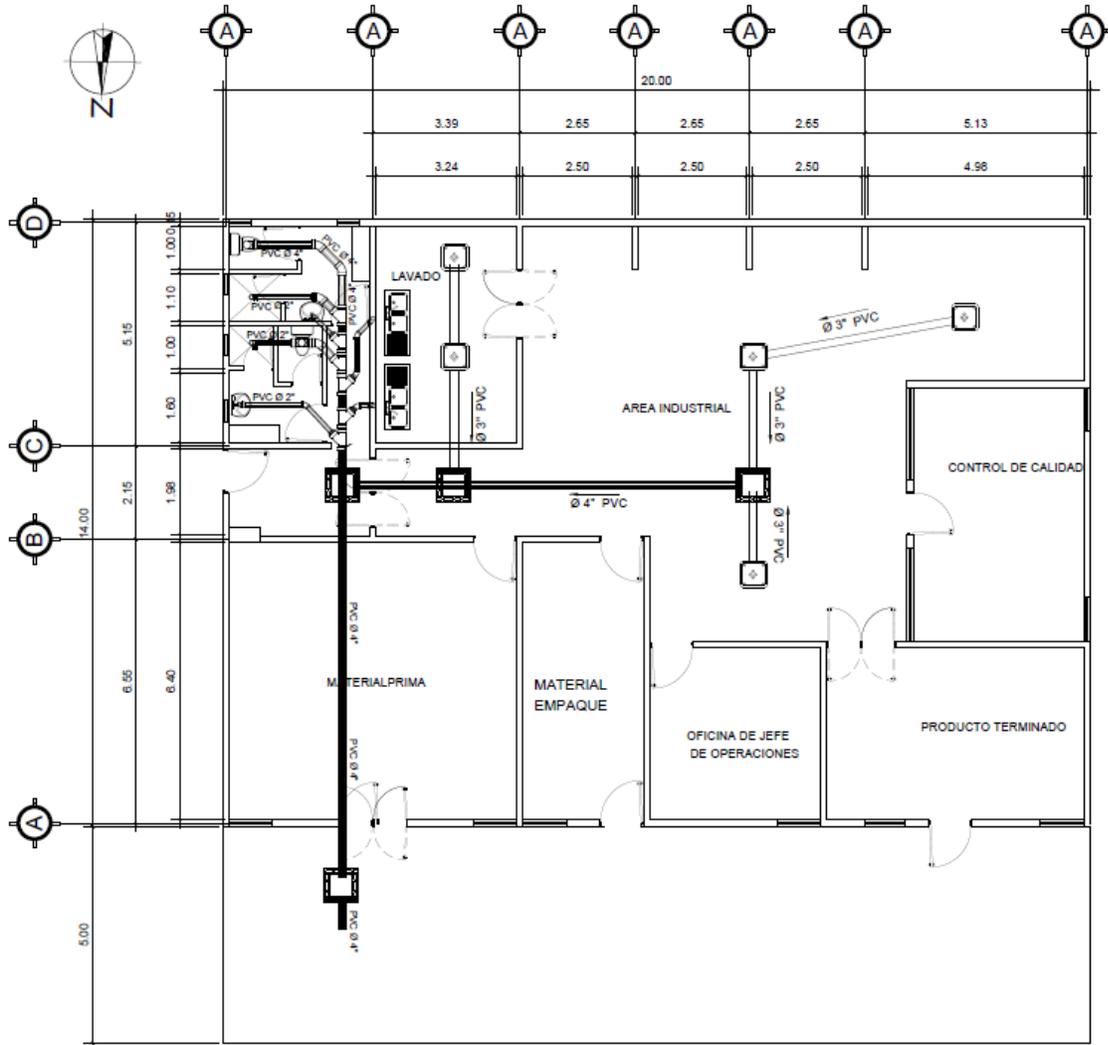


SIMBOLOGIA	
	CERNIDO REMOLNEADO
	REPELLO + CERNIDO + PINTURA
	PISO CERAMICO
	PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE
	PISO DE PATIO
	TIPOS DE PUERTAS, TIPOS DE VENTANA

	INDICA ACABADO EN CIELO
	INDICA ACABADO EN PARED
	INDICA ACABADO EN PISO
	AZULEJO EN PARED
INDICA TIPO DE VENTANA	
	INDICA ALTURA DE SILLAR
	INDICA ALTURA DE DINTEL
	INDICA ALTURA DE VENTANA DE VANO A VANO

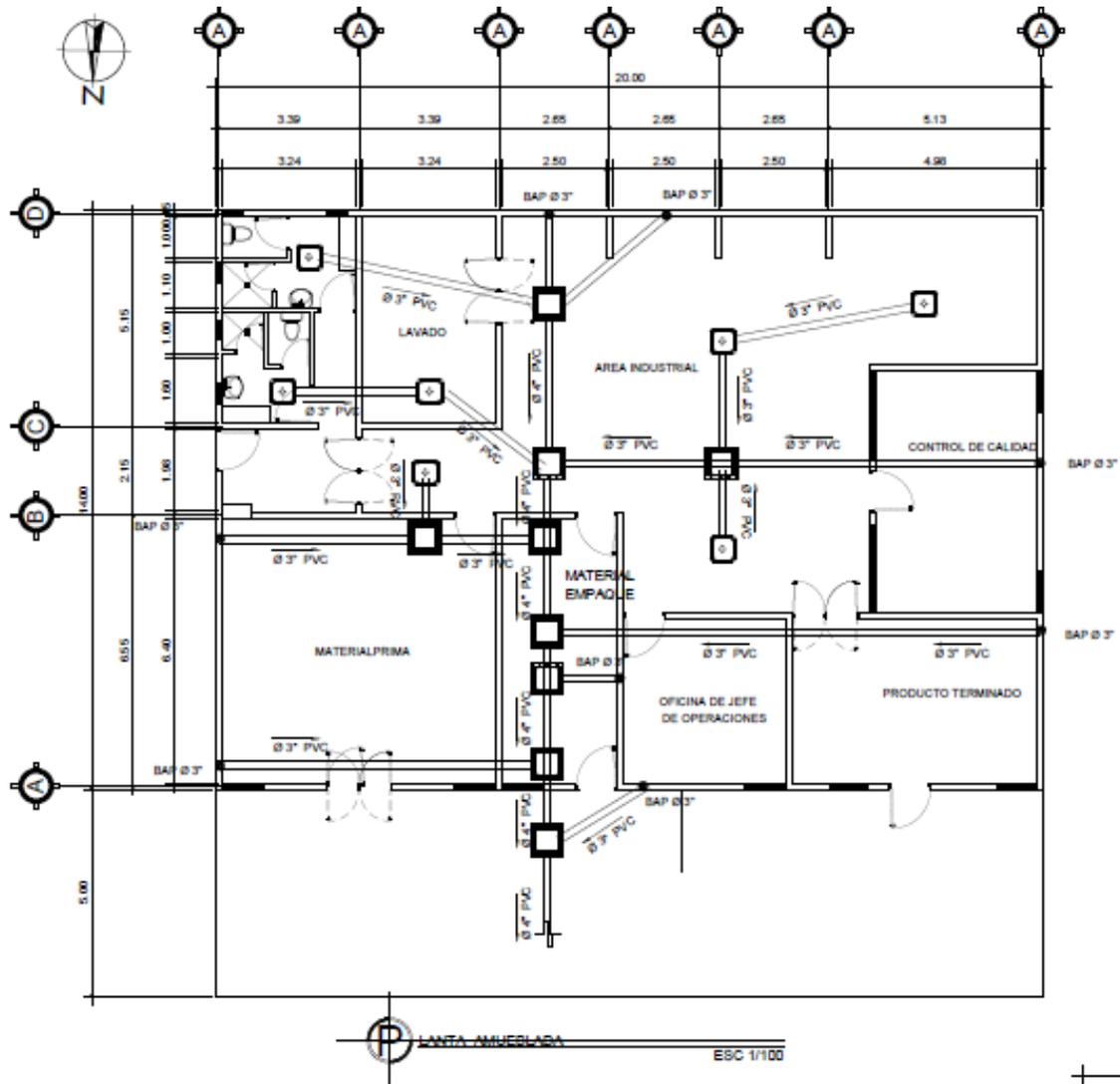
Fuente: Juárez, M; García, M. (2021).

Anexo 7. Plano de drenajes sanitarios



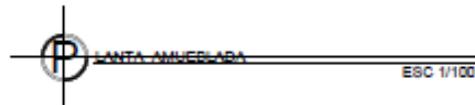
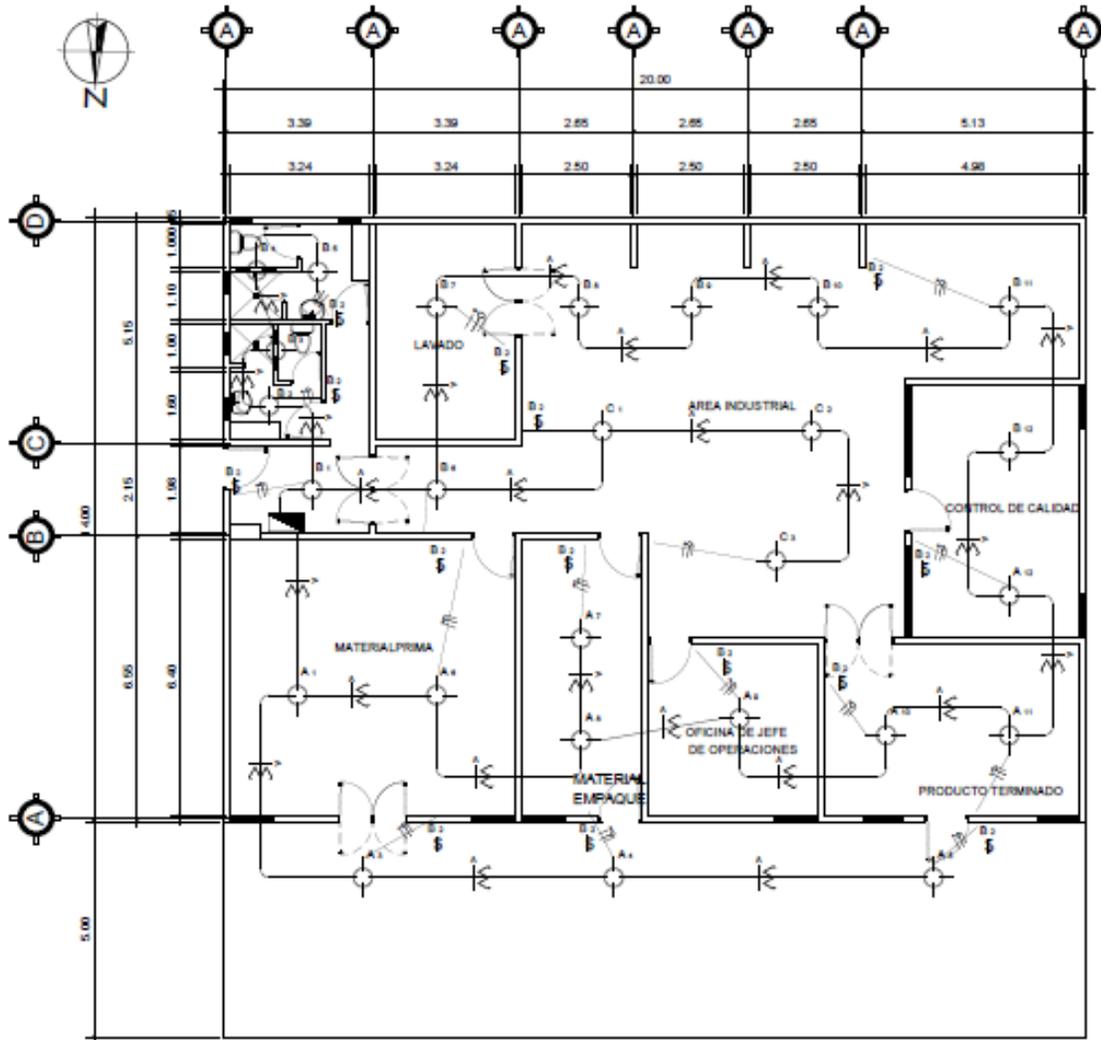
Fuente: Juárez, M; García, M. (2021)

Anexo 8. Plano de drenaje pluvial



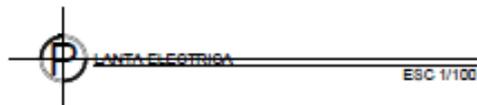
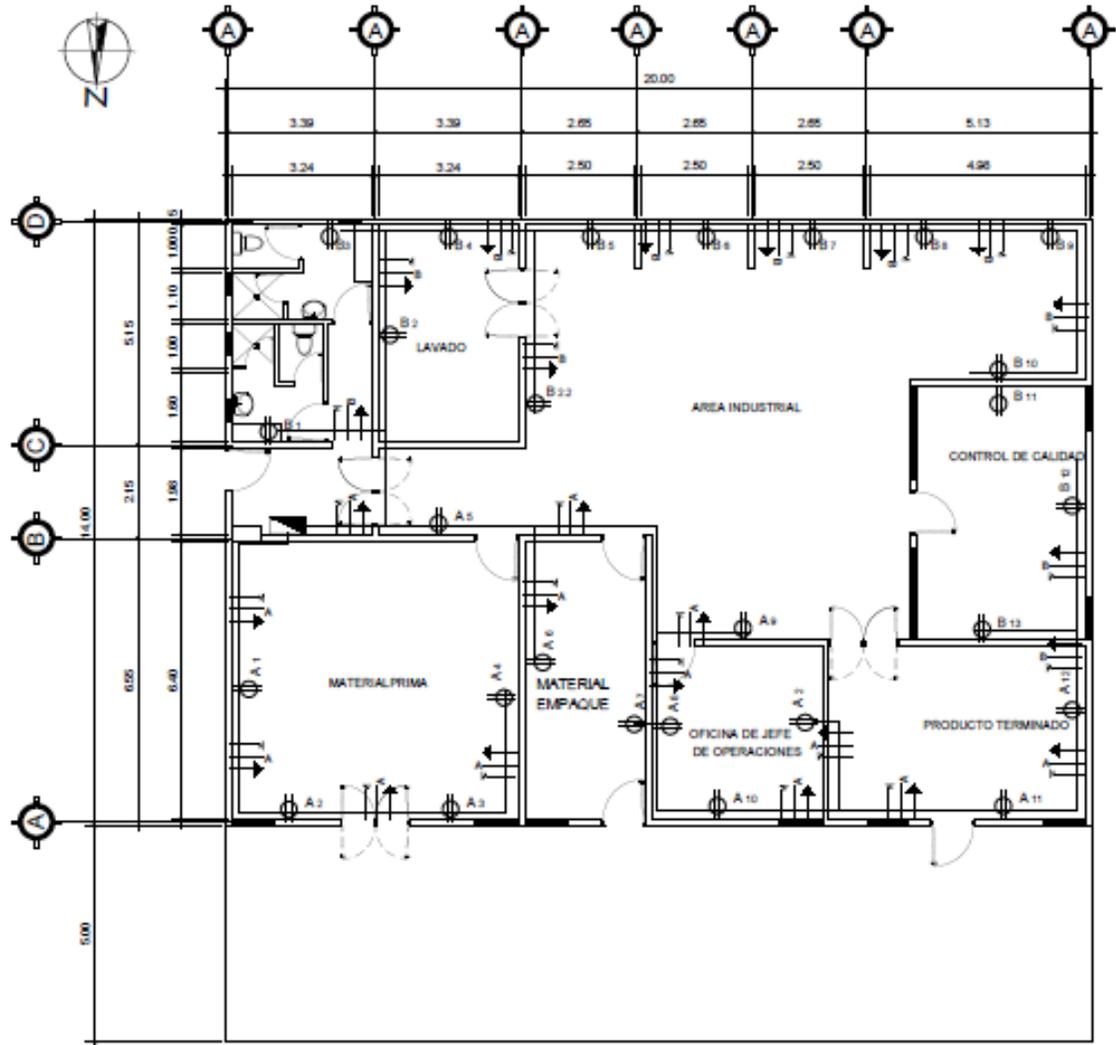
Fuente: Juárez, M; García, M. (2021)

Anexo 9. Plano de iluminación



Fuente: Juárez, M; García, M. (2021).

Anexo 10. Diagrama de tomas eléctricas



Fuente: Juárez, M; García, M. (2021).

APÉNDICES

Apéndice 1. Descripción de los equipos e instrumentos de medición

- Balanzas para producción de sabores



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición

Balanza electrónica



Uso/aplicación:

Producción de sabores

Dimensiones:

Material:

Largo: 30 cm

Alto: 45 cm

Ancho: 40 cm

Acero inoxidable 304

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	0.001 kg – 30.000 kg
Potencia:	No aplica
Precisión: (si aplica)	± 0.001 kg
Capacidad: (si aplica)	30 kg
Marca:	Bernal BSH
Otras variables:	Pantalla LCF, estructura de acero inoxidable 304.

Continuación del apéndice 1.

- Balanzas para producción de sabores



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Balanza electrónica



Uso/aplicación: Producción de sabores

Dimensiones:

Material: Largo: 30 cm Alto: 45 cm Ancho: 30 cm

Acero inoxidable 304

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	0.001 kg – 35.000 kg
Potencia:	No aplica
Precisión: (si aplica)	± 0.001 kg
Capacidad: (si aplica)	35 kg
Marca:	Bernalo K9T
Otras variables:	Pantalla LCF, estructura de acero inoxidable 304.

Continuación del apéndice 1.

- Balanzas de piso para pesaje producto terminado



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Balanza de piso



Uso/aplicación: Pesado en la recepción de materia prima y despacho producto terminado

Dimensiones:

Material: Largo: 120 cm Alto: 1 cm Ancho: 120 cm
Lamina labrada

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	1.0 kg – 2500.0 kg
Potencia:	No aplica
Precisión: (si aplica)	± 0.5 kg
Capacidad: (si aplica)	2500 kg
Marca:	Bernal FL
Otras variables:	Pantalla LED, estructura de acero inoxidable 304.

Continuación del apéndice 1.

- Balanzas de piso para pesaje producto terminado



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Balanza de piso



Uso/aplicación: Pesado en la recepción de materia prima y despacho producto terminado

Dimensiones:

Material: Largo: 120 cm Alto: 1 cm Ancho: 120 cm
Acero inoxidable 304

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	1.0 kg – 2500.0 kg
Potencia:	No aplica
Precisión: (si aplica)	± 0.5 kg
Capacidad: (si aplica)	2500 kg
Marca:	Bernalo FL Acero inoxidable
Otras variables:	Pantalla LED, estructura de acero inoxidable 304.

Continuación del apéndice 1.

- Tanques de agitación



RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

**Equipo/instrumento
de medición**

Tanque de agitación sin calentamiento



Uso/aplicación:

Agitación de la formulación pesada

Dimensiones:

Material:

Acero inoxidable 304

Largo: 40 cm Alto: 40 cm

(diámetro)

Ancho: No Aplica

Variables

Especificaciones

Rango de medición:

No aplica

Potencia:

0.5 HP

Precisión: (si aplica)

No Aplica

Capacidad: (si aplica)

50 L

Marca:

Proinox

Otras variables:

Variador de velocidad 30 a 400 rpm

Continuación del apéndice 1.

- Tanques de agitación



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Tanque de agitación sin calentamiento



Uso/aplicación: Agitación de la formulación pesada

Dimensiones:

Material: Largo: 50 cm Alto: 50 cm Ancho: No Aplica
Acero inoxidable 304 (diámetro)

Variables

Especificaciones

Rango de medición: No aplica

Potencia: 1 HP

Precisión: (si aplica) No aplica

Capacidad: (si aplica) 100 L

Marca: Proinox

Otras variables: Variador de velocidad 30 a 400 rpm

Continuación del apéndice 1.

- Tanques de agitación



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición

Tanque de agitación sin calentamiento



Uso/aplicación:

Agitación de la formulación pesada

Dimensiones:

Material:

Acero inoxidable 304

Largo: 90 cm Alto: 80 cm
(diámetro)

Ancho: No Aplica

Variables

Especificaciones

Rango de medición:

No Aplica

Potencia:

2 HP

Precisión: (si aplica)

No aplica

Capacidad: (si aplica)

500 L

Marca:

Proinox

Otras variables:

Variador de velocidad 30 a 400 rpm

Continuación del apéndice 1.

- Tanques de agitación



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Tanque de agitación sin calentamiento



Uso/aplicación: Agitación de la formulación pesada

Dimensiones:

Material: Largo: 97 cm Alto: 105 cm Ancho: No Aplica
Acero inoxidable 304 (diámetro)

Variables

Especificaciones

Rango de medición: No aplica

Potencia: 2 HP

Precisión: (si aplica) No aplica

Capacidad: (si aplica) 1000 L

Marca: Proinox

Otras variables: Variador de velocidad 30 a 400 rpm

Continuación del apéndice 1.

- Balanza analítica



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Balanza analítica



Uso/aplicación: Pesaje en control de calidad

Dimensiones:

Material: Largo: 30 cm Alto: 32 cm Ancho: 20 cm

Acero inoxidable 304

Variables

Especificaciones

Rango de medición: 0.0001 – 220.0000 g

Potencia: No aplica

Precisión: (si aplica) 0.0001 g

Capacidad: (si aplica) No Aplica

Marca: Bernalo BAR 224

Otras variables: Pantalla Led

Continuación del apéndice 1.

- Balanza analítica



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Balanza analítica



Uso/aplicación: Pesaje en control de calidad

Dimensiones:

Material: Largo: 30 cm Alto: 32 cm Ancho: 20 cm
Acero inoxidable 304

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	0.0001 – 220.0000 g
Potencia:	No aplica
Precisión: (si aplica)	0.0001 g
Capacidad: (si aplica)	No aplica
Marca:	Sartorius Practum
Otras variables:	Pantalla Led

Continuación del apéndice 1.

- Refractómetro ABBE



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición

Refractómetro ABBE



Uso/aplicación:

Medición del índice de refracción en control de calidad

Dimensiones:

Material:

Largo: 10 cm

Alto: 27 cm

Ancho: 19 cm

Plástico

Variables

Especificaciones

Rango de medición:

1.3000 – 1.7000 nD

Potencia:

No aplica

Precisión: (si aplica)

0.0001 nD

Capacidad: (si aplica)

No aplica

Marca:

ExacTec 4R4

Otras variables:

Continuación del apéndice 1.

- Refractómetro ABBE



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Refractómetro ABBE



Uso/aplicación: Medición del índice de refracción en control de calidad

Dimensiones:

Material: Largo: 10 cm Alto: 27 cm Ancho: 19 cm
Plástico

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	1.3000 – 1.7000 nD
Potencia:	No aplica
Precisión: (si aplica)	0.0001 nD
Capacidad: (si aplica)	No aplica
Marca:	ExacTec 4R3
Otras variables:	

Continuación del apéndice 1.

- Potenciómetro



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Potenciómetro de mesa



Uso/aplicación: Medición del pH en control de calidad

Dimensiones:

Material: Largo: 10 cm Alto: 27 cm Ancho: 19 cm
Plástico

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	1.000 - 14.000
Potencia:	No Aplica
Precisión: (si aplica)	0.001
Capacidad: (si aplica)	No aplica
Marca:	WTW
Otras variables:	Electrodo SenTix 41

Continuación del apéndice 1.

- Potenciómetro



Recolección de información de equipos e instrumentos de medición

Equipo/instrumento de medición Potenciómetro de mesa



Uso/aplicación: Medición del pH en control de calidad

Dimensiones:

Material: Largo: 10 cm Alto: 27 cm Ancho: 19 cm
Plástico

Variables	Especificaciones
Rango de medición:	1.000 - 14.000
Potencia:	No aplica
Precisión: (si aplica)	0.001
Capacidad: (si aplica)	No aplica
Marca:	Fischer Scientific
Otras variables:	Electrodo pH

Fuente: adaptado de Blanco. (2020). *Diseño de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de procesamiento de alimentos, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*

Apéndice 2. **Evaluación comparativa de cotizaciones por equipos e instrumentos de medición**



Evaluación comparativa de cotizaciones por equipo/instrumento de medición

Equipo/instrumento de medición	Marca (20 %)	Cumplimiento de requerimientos de proceso (30 %)	Precio (50 %)	Otras características	Puntuación total
Balanza electrónica Bernalo BSH	20 %	30 %	50 %	Balanza para pesado de sabores	100 %
Balanza electrónica Bernalo K9T	20 %	30 %	40 %	Balanza para pesado de sabores	90 %
Balanza electrónica Bernalo FL	20 %	30 %	40 %	Balanza de piso para producto terminado	90 %
Balanza electrónica Bernalo FL Acero inoxidable	20 %	30 %	50 %	Balanza de piso para producto terminado	100 %

Continuación apéndice 2.



**Evaluación comparativa de cotizaciones por
equipo/instrumento de medición**

Equipo/instrumento de medición	Marca (20 %)	Cumplimiento de requerimientos de proceso (30 %)	Precio (50 %)	Otras características	Puntuación Total	
Tanque de agitación calentamiento Proinox 50 L	de sin	20 %	30 %	50 %	Variador de velocidad 30 a 400 rpm	100 %
Tanque de agitación calentamiento Proinox 100 L	de sin	20 %	30 %	40 %	Variador de velocidad 30 a 400 rpm	90 %
Tanque de agitación calentamiento Proinox 500 L	de sin	20 %	30 %	30 %	Variador de velocidad 30 a 400 rpm	80 %
Balanza analítica Bernalo BAR 224	20 %	30 %	50 %	Pantalla Led	100 %	
Balanza analítica Sartorius Practum	20 %	30 %	40 %	Pantalla Led	90 %	

Continuación apéndice 2.



**Evaluación comparativa de cotizaciones por
equipo/instrumento de medición**

Equipo/Instrumento de medición	Marca (20 %)	Cumplimiento de requerimientos de proceso (30 %)	Precio (50 %)	Otras características	Puntuación total
Refractómetro ABBE ExacTec Analógico 1	20 %	30 %	50 %		100 %
Refractómetro ABBE ExacTec Analógico 2	20 %	30 %	40 %		90 %
Potenciómetro de mesa WTW	20 %	30 %	100 %	Electrodo SenTix 41	100 %
Potenciómetro de mesa Fischer Scientific	20 %	30 %	50 %	Electrodo pH	90 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Descripción de los utensilios para producción de sabores
líquidos

- Fogón de una hornilla



Utensilios para producción de sabores

Utensilio

Fogón de una hornilla.



Uso/Aplicación: Calentamiento de materias primas sólidas y viscosas

Dimensiones:

Material: Largo: 46 cm Alto: 57 cm Ancho: 54 cm

Acero inoxidable 304

Variables

Especificaciones

Capacidad: (si aplica) No Aplica

Marca: Cookrite modelo ATSP-18-1

Otras variables: Incluye bandeja recolectora de líquidos y niveladores de altura ajustables

Continuación apéndice 3.

- Fogón de una hornilla



Utensilios para producción de sabores

Utensilio

Fogón de una hornilla



Uso/aplicación: Calentamiento de materias primas sólidas y viscosas

Dimensiones:

Material: Largo: 62 cm Alto: 56 cm Ancho: 59 cm
Acero inoxidable 304

Variables

Especificaciones

Capacidad: (si aplica) No aplica

Marca: Súper Cocinas

Otras variables: Estructura tubular doble reforzada con aplicación de fondo sin cromato y pintura sintética Fast-Dry policromo como acabado general.

Continuación apéndice 3.

- Recipientes para mezclado de sabores líquidos



Utensilios para producción de sabores

Utensilio

Recipiente para pesado de sabores líquidos



Uso/Aplicación: Pesado de sabores

Dimensiones:

Material: Diámetro: 30 cm Alto: 45 cm

Acero inoxidable 304

Variables

Especificaciones

Capacidad: (si aplica) 10 L

Marca: Winco Modelo SST-8

Otras variables:

Continuación apéndice 3.

- Recipientes para mezclado de sabores líquidos



Utensilios para producción de sabores

Utensilio

Recipiente para pesado de sabores líquidos



Uso/aplicación: Pesado de sabores

Dimensiones:

Material: Diámetro: 30 cm Alto: 45 cm

Acero Inoxidable 304

Variables

Especificaciones

Capacidad: (si aplica) 30 L

Marca: Winco Modelo SST-16

Otras variables:

Continuación apéndice 3.

- Cristalería



Utensilios para producción de sabores

Utensilio

Beaker 100 mL.



Uso/aplicación:

Pesado de sabores

Dimensiones:

Material:

Díámetro: 5 cm Alto: 7 cm

Borosilicato

Variables

Especificaciones

Capacidad: (si aplica) 100 mL

Marca:

Griffin

Otras variables:

Continuación apéndice 3.

- Cristalería



Utensilios para producción de sabores

Utensilio

Beaker 250 mL.



Uso/aplicación:

Pesado de sabores

Dimensiones:

Material:

Diámetro: 7 cm Alto: 9 cm

Borosilicato

Variables

Especificaciones

Capacidad: (si aplica) 250 mL

Marca:

Griffin

Otras variables:

Continuación apéndice 3.

- Cristalería



Utensilios para producción de sabores

Utensilio

Beaker 1000 mL.



Uso/aplicación:

Pesado de sabores

Dimensiones:

Material:

Díámetro: 7 cm Alto: 9 cm

Borosilicato

Variables

Especificaciones

Capacidad: (sí aplica) 1000 mL

Marca:

Griffin

Otras variables:

Continuación apéndice 3.

- Cristalería



Utensilios para producción de sabores

Utensilio Probeta 10 mL.



Uso/aplicación: Medición de volumen para determinar densidad

Dimensiones:

Material: Diámetro: 1.5 cm Alto: 13 cm

Borosilicato

Variables

Especificaciones

Capacidad: (sí aplica) 10 mL

Marca: Premiere

Otras variables: Clase A

Fuente: adaptado de Blanco. (2020). *Diseño de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de procesamiento de alimentos, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*

Apéndice 4. Evaluación comparativa de cotizaciones por utensilio



Evaluación comparativa de cotizaciones por utensilio

Utensilio	Marca (20 %)	Cumplimiento de requerimientos de proceso (30 %)	Precio (50 %)	Otras características	Puntuación total
Fogón de una hornilla Cookrite ATSP-18-1	20 %	30 %	50 %		100 %
Fogón de una hornilla Súper Cocinas	20 %	30 %	40 %		90 %
Recipiente para pesado de sabores líquidos 10 L	20 %	30 %	50 %		100 %
Recipiente para pesado de sabores líquidos 30 L	20 %	30 %	50 %		100 %
Beaker 100 mL	20 %	30 %	50 %		100 %
Beaker 250 mL	20 %	30 %	50 %		100 %
Beaker 1000 mL	20 %	30 %	50 %		100 %
Probeta 10 mL	20 %	30 %	50 %		100 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Descripción del mobiliario para producción de sabores líquidos**

- Mesa de trabajo



Mobiliario para producción de sabores

Mobiliario

Mesa de trabajo



Uso/aplicación: Colocar materias primas, herramientas y utensilios

Dimensiones:

Material: Largo: 176 cm Alto: 100 cm Ancho: 45 cm

Acero inoxidable 304

Variables

Especificaciones

Marca: Comercial

Otras variables:

Continuación apéndice 5.

- Estantería



Mobiliario para producción de sabores

Mobiliario

Estantería



Uso/aplicación: Almacenamiento de materia prima, material de empaque y producto terminado.

Dimensiones:

Material: Largo: 160 cm Alto: 180 cm Ancho: 55 cm
Acero inoxidable 304

Variables	Especificaciones
Marca:	Comercial
Otras variables:	

Fuente: adaptado de Blanco. (2020). *Diseño de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de procesamiento de alimentos, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*

Apéndice 6. Evaluación comparativa de cotizaciones por mobiliario



Evaluación comparativa de cotizaciones por mobiliario

Mobiliario	Marca (20%)	Cumplimiento de requerimientos de proceso (30%)	Precio (50%)	Otras características	Puntuación total
Mesa de trabajo	20 %	30 %	50 %	Acero inoxidable 304	100 %
Estantería	20 %	30 %	50 %	Acero inoxidable 304	100 %

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Presupuesto propuesta 1

Presupuesto estimado a partir de área de construcción. El valor del metro cuadrado considera: movimiento de tierras, levantamiento y acabados.

Descripción	Área (m ²)	Precio Q/m ²	Precio
Muros exteriores	120	Q 2,100.00	Q 252,000.00
Muros interiores	224.08	Q 2,200.00	Q 492,976.00
piso	300	Q 1,500.00	Q 450,000.00
losa	300	Q 1,500.00	Q 450,000.00
Total			Q 1,644,976.00

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Presupuesto propuesta 2

- Preliminares

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
Limpieza	Unidad	1	Q 8,500.00	Q 8,500.00
Excavación	m ³	1	Q 9,500.00	Q 9,500.00
Estabilización	Unidad	1	Q 6,500.00	Q 6,500.00
Compactación	m ²	1	Q 14,500.00	Q 14,500.00
Topografía	m ²	1	Q 7,450.00	Q 7,450.00
Movimiento de tierra	m ²	15	Q 1,500.00	Q 22,500.00
Total				Q 68,950.00

Continuación apéndice 8.

• Losa superior

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub Total
Armadura (varilla No.4 (1/2) (G40 or 4200 kg/cm ²) (legítimo)	Unidad	3500	Q 80.00	Q 280,000.00
Armadura (varilla No.3 (3/8) (G40 or 4200 kg/ cm ²) (legítimo)	Unidad	2500	Q 28.00	Q 70,000.00
Alambre de amarre	Quintal	5	Q 600.00	Q 3,000.00
Precio de concreto por m ³ (sin impermeabilizante)	m ³	80	Q 1,500.00	Q 120,000.00
formaletas	Unidad	750	Q 150.00	Q 112,500.00
Puntales	Unidad	450	Q 25.00	Q 11,250.00
Clavo sin cabeza de 1-1/2"	Libra	450	Q 8.00	Q 3,600.00
Clavo con cabeza de 3"	Libra	190	Q 7.50	Q 1,425.00
Relleno de ingreso selecto	m ³	0.5	Q 850.00	Q 425.00
Base de concreto 0.5 cm	m ³	40	Q 1,100.00	Q 44,000.00
Total				Q 646,200.00

Continuación apéndice 8.

- Muros, puertas y ventanas

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub Total
Block	Unidad	5600	Q 3.80	Q 21,280.00
Solera intermedia Concreto	m ³	70	Q 1,400.00	Q 98,000.00
Armadura (varilla No.3 (3/8") (G40 or 4200 kg/cm ²) (legítimo)	Unidad	1050	Q 28.00	Q 29,400.00
Repello más cernido	m ²	360	Q 250.00	Q 90,000.00
Puerta de madera	Unidad	1	Q 750.00	Q 750.00
Puerta de madera 0.70m	Unidad	1	Q 680.00	Q 680.00
Puerta de PVC	Unidad	10	Q 2,345.00	Q 23,450.00
Ventana	Unidad	12	Q 1,500.00	Q 18,000.00
Total				Q 281,560.00

Continuación apéndice 8

• Drenaje

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
Inodoro	Unidad	1	Q 380.00	Q 380.00
Lavamanos	Unidad	1	Q 220.00	Q 220.00
Ducha	Unidad	1	Q 348.00	Q 348.00
Accesorio de instalación	Unidad	1	Q 650.00	Q 650.00
Tuberías Ø 4" drenaje	Unidad	4	Q 240.00	Q 960.00
Tuberías Ø 6" drenaje	Unidad	1	Q 841.00	Q 841.00
Ye Ø 4"	Unidad	8	Q 62.00	Q 496.00
Codo Ø 4" x 90	Unidad	6	Q 83.19	Q 499.14
Codo Ø 4" x 45	Unidad	10	Q 75.53	Q 755.30
Tubería Ø 2"	Unidad	2	Q 95.00	Q 190.00
codos Ø 2" x 90	Unidad	7	Q 9.62	Q 67.34
codos Ø 2" x 45	Unidad	6	Q 7.93	Q 47.58
Te Ø 2"	Unidad	6	Q 13.12	Q 78.72
Reductor Ø 4" x 2"	Unidad	4	Q 18.02	Q 72.08
Sifón terminal Ø 2"	Unidad	5	Q 32.44	Q 162.20
Pegamento wet bonding	Unidad	1	Q 46.11	Q 46.11
Total				Q 5,813.47

Continuación apéndice 8.

• Drenaje

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
Tubería Ø 3"	Unidad	4	Q 169.24	Q 676.96
Te Ø 3"	Unidad	3	Q 25.83	Q 77.49
codo Ø 3" x 90	Unidad	6	Q 23.39	Q 140.34
Codo Ø 3"x 45	Unidad	6	Q 19.58	Q 117.48
Tubería Ø 3/4"	Unidad	3	Q 44.92	Q 134.76
Tubería Ø 1/2"	Unidad	3	Q 34.84	Q 104.52
Te Ø 3/4"	Unidad	7	Q 3.16	Q 22.12
Te Ø 1/2"	Unidad	6	Q 2.43	Q 14.58
Codo Ø 3/4" x 90	Unidad	8	Q 2.64	Q 21.12
Codo Ø 3/4" x 45	Unidad	8	Q 5.38	Q 43.04
Codo Ø 1/2" x 90	Unidad	8	Q 1.89	Q 15.12
Codo Ø 1/2" x 45	Unidad	16	Q 3.90	Q 62.40
Unión Ø 1/2"	Unidad	4	Q 1.36	Q 5.44
Unión Ø 3/4"	Unidad	4	Q 2.10	Q 8.40
Reductor Ø 1/2" x 3/4"	Unidad	3	Q 2.00	Q 6.00
Tinaco 2500 L	Unidad	1	Q 2,667.00	Q 2,667.00
Total				Q 4,116.77

Continuación apéndice 8.

- Pintura, mano de obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total
Pintura Excello Látex mate 5 Gal Varios colores - Sherwin Williams	Unidad	2	Q 1,120.00	Q 1,122.00
Mano de obra de pintura	Unidad	195	Q 10.00	Q 1,950.00
Imprevistos, documentación y maquinaria	Unidad	1	Q 150,000.00	Q 150,000.00
Mano de obra de Albañiles	Unidad	1	Q 350,000.00	Q 350,000.00
Total				Q 503,072.00

Fuente: elaboración propia.