

ACADEMIA JOURNALS



OPUS PRO SCIENTIA ET STUDIUM

Humanidades, Ciencia, Tecnología e Innovación en Puebla

ISSN 2644-0903 online

Vol. 3. No. 1, 2021

www.academiajournals.com

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN AUSPICIADO POR EL
CONVENIO CONCYTEP-ACADEMIA JOURNALS



Gobierno de Puebla

Hacer historia. Hacer futuro.



Secretaría
de Educación
Gobierno de Puebla

CONCYTEP
Consejo de Ciencia
y Tecnología del Estado
de Puebla

MARIBEL DÍAZ VALDEZ

DISEÑO DE PLANTA INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS DE YACA (*Artocarpus heterophyllus*) CON ENFOQUE EN ENERGÍA RENOVABLE

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE LIBRES

DIRECTORA DE TESIS:

MTRA. NATALIA VICTORIA CERÓN

ASESORAS:

M.C. REGINA MARÍA MEDINA SAUZA

ING. MAYELA REYES CASTILLO



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE LIBRES

Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Puebla

CENTRO DE INCUBACIÓN E INNOVACIÓN EMPRESARIAL

**“DISEÑO DE PLANTA INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN
DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS DE YACA
(*Artocarpus heterophyllus*)
CON ENFOQUE EN ENERGÍA RENOVABLE”**

TESIS

**Que para obtener el grado de:
LICENCIADA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Presenta:
MARIBEL DÍAZ VALDEZ

Directora de Tesis:
MTRA. NATALIA VICTORIA CERÓN

Asesoras:
M.C. REGINA MARÍA MEDINA SAUZA
ING. MAYELA REYES CASTILLO

LIBRES, PUE.

MAYO, 2021

“DISEÑO DE PLANTA INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS DE YACA (*Artocarpus heterophyllus*) CON ENFOQUE EN ENERGÍA RENOVABLE”
MARIBEL DÍAZ VALDEZ

La yaca es una fruta de origen Índico, y en Albert Citrus se elaboran productos como: mermelada, galletas y jugo a base de dicha fruta. Para este proyecto se plantearon tres objetivos específicos que permitirán el escalamiento y el diseño de una planta industrial para la elaboración de los dos primeros productos mencionados anteriormente.

Como primer objetivo se desarrolló el estudio de escalamiento industrial para la empresa Albert Citrus comenzando con el análisis de los equipos que se utilizan actualmente para la producción a nivel piloto, seguido de una búsqueda de equipo industrial que sea capaz de cubrir las necesidades de demanda que se plantea la misma empresa, tanto para la producción de galletas como de mermelada a base de yaca.

En un segundo objetivo, se hizo uso de ProModel, (que es un programa que permite la simulación de procesos industriales), para la representación gráfica de un proceso de producción a nivel industrial con la maquinaria propuesta; se reportaron imágenes de la producción activa y no activa dentro del software.

Finalmente, para el tercer objetivo, se cumplió con el diseño con enfoque en energía renovable de la planta arquitectónica, la instalación eléctrica de alumbrado y de fuerza e instalación hidráulica. Para ello se reporta que actualmente la planta cuenta con paneles solares que generarán un ahorro económico para el consumo eléctrico de la misma. Así mismo, se tomó en cuenta la normativa necesaria para cada uno de los planos propuestos en este proyecto.

Índice general

Resumen	iv
---------------	----

CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción	11
1.2 Planteamiento del problema	12
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 Hipótesis de investigación	12
1.5 Justificación	13
1.6 Alcances	13
1.7 Limitaciones	14

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Yaca	16
2.2 Escalado de procesos industriales	16
2.2.1 Planta piloto	16
2.2.2 Planta Industrial	17
2.2.3 Escalamiento industrial	17
2.3 Distribución de planta industrial	18
2.3.1 Tipos de distribución de planta	18
2.4 Generalidades de un proceso de producción	19
2.4.1 Proceso de producción	19
2.4.2 Líneas de producción	20
2.4.3 Productividad	20
2.4.4 Eficiencia en la productividad	21
2.4.5 Eficacia	21
2.5 Simulación del proceso	21
2.6 Productos elaborados en Albert Citrus	22
2.6.1 Mermelada de yaca	22
2.6.2 Bebida de yaca	22

2.6.3 Galletas adicionadas con yaca	22
2.7 Diseño de planos	23
2.7.1 Planos eléctricos	23
2.7.2 Planos hidráulicos	24
2.8 Herramientas estadísticas empleadas en la propuesta	25
2.8.1 Diagrama de flujo de operaciones	25
2.8.2 Lay Out	25
2.8.3 Diagrama de flujo del proceso	26
2.8.4 Diagrama de bloques	26
2.9 Normatividad dentro de la propuesta	27
2.9.1 NOM-001-STPS-2008	27
2.9.2 NOM-002-STPS-2010	27
2.9.3 NOM-006-STPS-2014	27
2.9.4 NOM-026-STPS-2008	28
2.9.5 NOM-029-STPS-2011	28
2.9.6 NOM-030-STPS-2009	28
2.9.7 NOM-001SEDE-199	28

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Áreas de desarrollo del proyecto	30
3.2 Desarrollo de metodología	31
3.3 Cronograma de actividades	31
3.4 Escalar la elaboración de productos a partir de yaca de nivel piloto a nivel industrial.....	32
3.4.1 Diagrama de flujo de operaciones	35
3.4.2 Proceso de producción actual	38
3.5 Elaborar la simulación del proceso de al menos dos productos a nivel industrial	40
3.5.1 Aplicación de software	41
3.6 Desarrollar plano arquitectónico, eléctrico e hidráulico de la planta industrial	35
3.6.1 Plano arquitectónico	44

3.6.2 Plano eléctrico	45
3.6.3 Plano hidráulico	47

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Escalar la elaboración de productos a partir de yaca de nivel piloto a nivel industrial	49
4.1.1 Maquinaria industrial propuesta	51
4.1.2 Diagrama de flujo del proceso a nivel industrial	54
4.1.3 Análisis comparativo de producción	56
4.2 Elaborar la simulación del proceso de al menos dos productos a nivel industrial.....	57
4.2.1 Operarios necesarios para el proceso de producción	62
4.3 Desarrollar plano arquitectónico, eléctrico e hidráulico de la planta industrial	64
4.3.1 Programa de necesidades	64
4.3.2 Plano arquitectónico	65
4.3.3 Cálculo del área del punto de encuentro	67
4.3.4 Instalación eléctrica alumbrado	67
4.3.5 Paneles solares	68
4.3.6 Tablero de cargas	70
4.3.7 Instalación eléctrica fuerza	70
4.3.8 Instalación hidráulica	72

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
---	-----------

REFERENCIAS	75
--------------------------	-----------

GLOSARIO	78
-----------------------	-----------

ANEXOS	79
---------------------	-----------

Índice de tablas

Tabla 2.1 Simbología de diagrama de procesos	26
Tabla 3.1 Cronograma de actividades	32
Tabla 3.2 Equipos utilizados para transformación de materia prima	33
Tabla 3.3 Ingredientes para elaborar mermelada y galletas adicionadas con yaca ..	39
Tabla 3.4 Procedimiento de simulación en ProModel	42
Tabla 4.1 Insumos para la elaboración de mermelada	49
Tabla 4.2 Insumos para la elaboración de galletas	49
Tabla 4.3 Escalamiento de ingredientes para mermelada	50
Tabla 4.4 Escalamiento de ingredientes para galletas	50
Tabla 4.5 Maquinaria industrial propuesta para preparación de materia prima	51
Tabla 4.6 Equipo propuesto para elaboración de mermelada	52
Tabla 4.7 Equipo propuesto para elaboración de galletas	53
Tabla 4.8 Operarios necesarios para la producción de galletas	62
Tabla 4.9 Operarios necesarios para la producción de mermelada	63

Índice de figuras

Figura 3.1 Ubicación del ITSL	30
Figura 3.2 Diagrama de bloques de la metodología empleada en el proyecto	31
Figura 3.3 Paneles solares de Albert Citrus	35
Figura 3.4 Diagrama de proceso de operaciones para mermelada	36
Figura 3.5 Diagrama de proceso de operaciones para galletas	37
Figura 3.6 Diagrama de proceso de operaciones para mermelada	38
Figura 3.7 Diagrama de proceso de operaciones para galletas	38
Figura 3.8 Gráfica de locaciones en ProModel	40
Figura 3.9 Gráficos de ProModel	40
Figura 3.10 Planta procesadora de galletas	41
Figura 3.11 Lay Out de planta piloto	43
Figura 3.12 Lay Out del recorrido en actividades de la planta piloto	44
Figura 4.1 Diagrama de flujo del proceso de producción	55
Figura 4.2 Análisis comparativo de producción de galletas	56
Figura 4.3 Simulación de planta procesadora de galletas adicionadas con yaca	58
Figura 4.4 Simulación activa del proceso de producción de galletas	59
Figura 4.5 Simulación de planta procesadora de mermelada de yaca	60
Figura 4.6 Simulación activa del proceso de producción de mermelada	61
Figura 4.7 Plano arquitectónico	66
Figura 4.8 Instalación eléctrica alumbrado	69
Figura 4.9 Tablero de cargas	70
Figura 4.10 Instalación eléctrica fuerza	71
Figura 4.11 Instalación hidráulica	73

CAPÍTULO I:

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

Albert Citrus es una planta piloto ubicada en Martínez de la Torre, Veracruz que produce alimentos elaborados a partir de yaca (*A. heterophyllus*), específicamente: mermelada de yaca, bebida de yaca y galletas adicionadas con yaca. Es por ello que surge de la necesidad de desarrollar este proyecto, principalmente para beneficiar al propietario y trabajadores de dicha planta, pero también a consumidores de productos terminados.

En ésta propuesta se plantea un escalamiento de procesos de producción, es decir, escalar de una planta de nivel piloto hacia una planta de nivel industrial. Así mismo, generar un modelo de simulación del proceso al menos con dos productos a nivel industrial la cual pretende, no solo obtener ganancias económicas, sino la seguridad de que el proceso de producción esté realizado bajo condiciones aptas, donde se utilice la máxima eficiencia del personal y maquinaria, la utilidad justa de materia prima y de recursos, pero también, que la distribución de la planta industrial sea la adecuada para los productos que se realizan actualmente pero a nivel piloto.

Cabe mencionar que en esta propuesta se exponen planos de distribución tanto eléctricos como hidráulicos, que tienen como finalidad proporcionar una adecuada distribución de áreas y un mayor aprovechamiento general de la empresa. Dentro del proyecto se realizarán investigaciones cualitativas y cuantitativas, como es un estudio de casos y la recolección de datos para su posterior análisis estadístico.

Mediante ésta propuesta de diseño de planta industrial se espera que Albert Citrus obtenga un aumento en la capacidad de producción, mayor posicionamiento a nivel regional y/o estatal, simplicidad de tareas, líneas de producción eficientes y relativamente mayor ingreso económico.

1.2 Planteamiento del problema

Actualmente Albert Citrus es una empresa que se dedica a fabricar tres productos los cuales son: mermelada de yaca, galletas adicionadas con yaca y bebida de yaca, mismos que se manufacturan en una planta piloto creada por los mismos dueños, lo que provoca una capacidad de producción baja y tardada, pocos ingresos económicos y menor abastecimiento del mercado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una planta mediante simulación a escala industrial para el procesamiento de yaca (*A. heterophyllus*) en productos alimentarios.

1.3.2 Objetivos específicos

- Escalar la elaboración de productos a partir de yaca de nivel piloto a nivel industrial.
- Elaborar la simulación del proceso de al menos dos productos a nivel industrial.
- Desarrollar plano arquitectónico, eléctrico e hidráulico de la planta industrial.

1.4 Hipótesis de investigación

La elaboración de mermelada en Albert Citrus depende de la maquinaria a utilizar, pues en base a la simulación del proceso se diseñará una planta industrial que permitirá el incremento de producción de galletas al menos seis veces.

1.5 Justificación

Esta propuesta de diseño de planta industrial para la elaboración de productos alimentarios de yaca (*A. heterophyllus*), se realiza con la finalidad de beneficiar al propietario y trabajadores de Albert Citrus, pero también a consumidores de productos terminados elaborados en dicho lugar, el cual busca plantear un proceso de escalado en sus procesos de nivel piloto a nivel industrial.

Así mismo, se plantea la simulación del diseño de una planta a nivel industrial para la elaboración de al menos dos productos alimentarios de yaca, para lo que se hará uso de ProModel, que es un simulador de procesos industriales.

Finalmente, con el apoyo de un programa de diseño llamado Auto CAD, se proponen planos de distribución de la planta, plano eléctrico y un plano hidráulico de la empresa, obteniendo así, un adecuado repartimiento de áreas y un mayor aprovechamiento general de la empresa.

1.6 Alcances

La propuesta de diseño de planta industrial para la elaboración de productos yaca en Albert Citrus pretende lograr una mayor capacidad de producción, al convertirse en una planta industrial, tomando como base un modelo de simulación creado a partir de ProModel (software de diseño de procesos industriales), pero también tomando en cuenta las redes de distribución tanto eléctrica como hidráulica que se requieren para dicha planta y que serán presentadas más adelante.

1.7 Limitaciones

- Debido a condiciones de salud mundial, no se realizarán visitas a la empresa, o éstas, serán limitadas.
- Conocimiento actual básico en simulaciones de plantas y elaboración de planos realizadas a partir de un software.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Yaca

Actualmente este cultivo se considera una alternativa rentable debido a que la mayoría de la producción se exporta a los Estados Unidos de América (Luna et al., 2013). La yaca (*A. heterophyllus*) también conocido como: árbol de pan, fruta de pan, o jaca (yaca) es nativo de la India; en la actualidad se conocen varias zonas de cultivo en Asia, África, y Sudamérica específicamente en Chile, Ecuador y Brasil. Este árbol pertenece a la familia Moraceae, del género Artocarpus (Ray, 2002).

Según las localizaciones de producción de esta fruta se conoce que es de climas tropicales y subtropicales; el fruto es de gran tamaño casi ovalado que puede llegar a medir hasta 100 cm y pesar aproximadamente hasta 36.5 kg. Ésta fruta es climatérica, por lo tanto, puede seguir madurando después de ser cosechada; pero eso no quiere decir que se la puede recolectar en cualquier estado de maduración, hay que esperar que la fruta llegue a su total madurez o a una madurez comercial si se elaborará algún subproducto con la pulpa como mermelada, jugos, néctares, etc.; caso contrario se la puede cosechar en estado inmaduro siempre y cuando haya alcanzado su madurez fisiológica.

En México el cultivo de la yaca (*A. heterophyllus*) cuenta con una superficie establecida de 1,249 ha y una producción anual de 16,816 t. Por volumen y extensión, Nayarit es el principal productor al concentrar más del 90% de la producción nacional con 15,587 t distribuidas en 1,130 ha (SIAP, 2015).

2.2 Escalado de procesos industriales

2.2.1 Planta Piloto

Una planta piloto es una planta de proceso a escala reducida. El fin que se persigue al diseñar, construir y operar una planta piloto es obtener información sobre un determinado proceso físico o químico, que permita determinar si el proceso es técnica y económicamente viable, así como establecer los parámetros de operación óptimos

de dicho proceso para el posterior diseño y construcción de la planta a escala industrial.

Hernández, (2014) dice que:

Para el estudio de nuevos procesos fisicoquímicos, o para la mejora de procesos ya existente se lleva a cabo en plantas a escala piloto, reduciéndose así los costes asociados a la inversión y a los gastos fijos de operación inherentes a una planta industrial. Igualmente, se utilizan plantas piloto para la investigación de bio-procesos, o procesos químicos que involucran organismos o sustancias bioquímicamente activas derivadas de dichos organismos.

2.2.2 Planta Industrial

Las plantas industriales son un sistema manufacturero donde se transforma materia prima para obtener bienes o servicios a mediana o gran escala que está constituido por una edificación donde se tiene una distribución adecuada de espacios conformados por maquinas, herramientas y otros equipos que tienen la finalidad de llevar a cabo la producción.

En la etapa de diseño de una planta industrial, se debe definir la forma en la que la demanda de servicios debe ser satisfecha por las distintas unidades servidoras. A decisiones tomadas a nivel de diseño de estos servicios deben considerar tanto aspectos económicos como variables tecnológicas, ya que el modelo planteado siempre tiene como limitante los recursos con que se cuenta (Arata, 2009 p.193).

2.2.3 Escalamiento industrial

El autor Gereffi, (1999), define al escalamiento industrial como “un proceso de mejoramiento de la habilidad de una firma o una economía de moverse hacia nichos económicos más rentables y/o tecnológicamente de mayor sofisticación de capital y de mayor capital” (p. 52).

Entonces se entiende que: “El escalamiento industrial implica moverse desde el simple ensamblaje de insumos importados, hacia formas más integradas de

producción (OEM Y OBM) que involucran una mayor utilización de hacia delante en los niveles locales y nacionales” (García, 2003, p. 84).

2.3 Distribución de planta industrial

La distribución de una planta es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como la maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos, para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes (García, 2005, p. 143).

Salvendy (2008), señala los siguientes pasos para establecer una distribución de planta industrial.

- Definir el objetivo de la instalación que se va a diseñar.
- Especificar las actividades primarias a realizar para alcanzar el objetivo.
- Determinar las necesidades y la relación de espacio para todas las actividades.
- Generar y evaluar distribuciones alternativas.
- Terminar y poner en práctica de la distribución.

2.3.1 Tipos de distribución de planta

García, (2005) menciona que los principales tipos de distribución de planta son cuatro:

- Distribución de posición fija

Este tipo de distribución requiere de menos inversión en equipos y herramientas y la supervisión y control de la producción son sumamente fáciles; se establece cuando hombres, materiales y equipo se llevan al lugar y allí la estructura final toma la forma de un producto acabado. Como ejemplos se pueden mencionar el ensamblaje de barcos, aviones y etcétera.

- Distribución por procesos

Se adapta fácilmente a la producción de gran número de productos similares, es conformado por varios departamentos bien definidos. Las maquinas del tipo general son menos caras que las preparadas para un producto determinado. Los incentivos

individuales pueden usarse para que el operador alcance la máxima productividad beneficiando a él y a sus trabajadores.

- Distribución por productos

Conocido como fabricación continua (línea) es ideal para una producción de costo unitario bajo. Por lo general hay menos material de transporte y pocos inconvenientes si se requiere alguna parada momentánea en el proceso que suponga almacenamiento. Se necesita menor inversión monetaria, menor espacio para los servicios y almacén junto a las maquinas, así como menos inspección para asegurar la calidad del producto. La producción en línea es muy sensible a las paradas, pues si una maquina se detiene la producción también lo hace hasta que la maquina sea reparada.

- Grupos tecnológicos

El sistema llamado grupos tecnológicos agrupa piezas de características comunes en las familias y asigna una línea de producción capaz de producir cualquiera de las piezas de esta familia. Tiene como ventaja que no pierde la flexibilidad pues se puede fabricar casi cualquier pieza, asignándola a su grupo correspondiente. El control de la producción es más sencillo.

2.4 Generalidades de un proceso de producción

2.4.1 Proceso de producción

Un proceso de producción es el conjunto de aquellas actividades que con el apoyo de la tecnología se encargan de transformar materia prima o productos intermedios en productos finales. Este proceso es comúnmente referido como proceso físico y es planificado, programado, dirigido y controlado por el sistema gerencial (Valderrama, 2001, p.151).

Fullana, (2008) señala que el proceso de producción:

- Comienza con la adquisición de materias primas, otros materiales y factores productivos necesarios: la actividad de compras conecta con agentes del mundo

exterior que son los suministradores y constituye el punto de partida o puerta de entrada en el ámbito interno de la empresa.

- Continúa con la realización de todas las actividades necesarias para transformar los materiales adquiridos en productos terminados.
- Finaliza con la venta y distribución de los productos terminados. La actividad de distribución es la última del ámbito interno de la empresa y representa la conexión con los agentes del mundo exterior, que son los clientes.

2.4.2 Líneas de producción

Las líneas de producción son una clase importante en los sistemas de manufactura cuando se van hacer grandes cantidades de productos idénticos o similares. Son convenientes para realizar un trabajo en la parte o producto que requiere muchos pasos separados (Groover, 907).

De esta manera, el proceso de producción contará con una mejora continua, que se define como el proceso que pretende mejorar los productos, servicios y procesos de una organización mediante una actitud general, la cual configura la base para asegurar la estabilización de los circuitos de errores o áreas de mejora.

2.4.3 Productividad

Es importante saber que la productividad dentro de un proceso de producción “es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados, por lo que es una medida de la eficiencia con que se ha combinado y utilizado los resultados específicos deseables” (García, 2005, p.19).

La productividad es considerada como la combinación del esfuerzo empleado en el trabajo y de los recursos que se han utilizado para llevar a cabo su procedimiento. Cabe mencionar que, mientras más grande sea la productividad, es decir, la cantidad de producción sea mayor (capital, maquinas, obreros, etcétera), por ende, se obtendrá una mayor economía.

Es por ello que “las líneas de producción se diseñan para enfrentar las variaciones en los modelos de los productos, siempre y cuando las diferencias entre los modelos no sean demasiado grandes” (Groover, 908).

2.4.4 Eficiencia en la productividad

García (2005) la define como la “capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente acorde a la forma en que se usan los recursos de la empresa: humanos, materia prima, tecnológicos, etcétera”.

A diferencia de la eficacia, “la eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos: es decir se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad.” (García, 2005). Sin embargo, esto va a depender del tiempo de trabajo que se emplee para llevar a cabo las actividades planeadas.

2.4.5 Eficacia

García (2005) menciona que “es el grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, etcétera. Ésta se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos; es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad”.

Para García (2005), “la eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos.” Esto quiere decir que, la eficacia, es la capacidad que se tiene para producir alguna actividad deseada y la cual debe ser altamente efectiva, pues su objetivo principal es realizar todo lo planeado, utilizando la misma o la menor cantidad de recursos.

Sin embargo, tanto como productividad, eficacia o eficiencia, pueden ir de la mano, pero siempre según los objetivos que persiga la empresa, ya que la productividad es la diferencia entre eficiencia y eficacia, lo que indica que, aun en una misma empresa, se debe considerar que existirán unidades con diferentes niveles de productividad. (INADEM, 2016).

2.5 Simulación del proceso

Como lo menciona Pegden, (1990) “La simulación es un proceso de proyectar un modelo computacional de un sistema real y conducir experimentos con este modelo

con el propósito de entender su comportamiento y evaluar estrategias para su operación.

Cabe resaltar que Shannon, (2003) señala que la simulación es una metodología aplicada que intenta:

- Describir el comportamiento de sistemas.
- Postular teorías o hipótesis que expliquen el comportamiento observado.
- Usar estas teorías para predecir un comportamiento futuro, es decir, los que se producirán mediante cambios en el sistema o en su método de operación.

2.6 Productos elaborados en Albert Citrus

2.6.1 Mermelada de yaca

Se entiende por mermelada la confitería elaborada por cocción de frutas u hortalizas (enteras, en trozos, pulpa tamizada en jugo y pulpa normal o concentrada), con uno o más de los edulcorantes permitidos. La mermelada de frutas es un producto de consistencia pastosa o gelatinosa que se ha producido por la cocción y concentración de frutas sanas combinándolas con agua y azúcar (CODEX ALIMENTARIUS, 1981).

2.6.2 Bebida de yaca

Se entiende por jugo de fruta el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha (CODEX ALIMENTARIUS, 1981).

2.6.3 Galletas adicionadas con yaca

De acuerdo a Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996 se entiende por galleta al producto elaborado fundamentalmente, por una mezcla de harina, grasas y aceites comestibles o sus mezclas y agua, adicionada o no de azúcares, de otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos, sometida a un proceso de amasado y posterior

tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por su bajo contenido en agua (SSA, 1996)

2.7 Diseño de planos

Una planta industrial se compone por la edificación, las instalaciones debidamente adecuadas para un proceso determinado, así como la maquinaria y distintos aparatos que llevan a cabo la tarea propia de la planta (Pérez, 2016).

Un plano es una herramienta propia de la ingeniería Industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, una la solución óptima de diseño del centro de trabajo e incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como la maquinaria y equipo de trabajo, para lograr de esta manera que los procesos se ejecuten de manera más racional (Kons, 1999).

Es necesario resaltar que “Los planos de edificación describen las características, contractivas, técnicas y de diseño de las obras y edificaciones que se vayan a ejecutar como parte del proyecto de instalación” (Trashorras, 2016, p.151).

2.7.1 Planos eléctricos

Según la NOM-029-STPS-2011, se entiende por instalación eléctrica como “el conjunto de dispositivos tales como, conductores, transformadores, protecciones, y demás accesorios destinados a generar, transmitir o distribuir la energía eléctrica”.

Para el diseño de un plano eléctrico es importante conocer y determinar cuáles son las condiciones de seguridad en los centros de trabajo, que son todos aquellos lugares, tales como edificios, locales, instalaciones y áreas donde se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento, o de prestación de servicios, esto es con la finalidad de evitar algún tipo de accidente al personal. En la norma mencionada anteriormente se pueden conocer aspectos como:

- Obligaciones del patrón y de trabajadores para la zona de trabajo.

- Procedimientos de seguridad para realizar actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas.
- Medidas de seguridad generales para realizar trabajos de mantenimiento de las instalaciones, eléctricas, aéreas, energizadas y subterráneas.
- Condiciones de seguridad en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas.
- Plan de atención a emergencias.

En los planos eléctricos a cada símbolo se le asocia un nombre con el cual se va a conocer al dispositivo dentro del conjunto de planos, en otros documentos asociados al sistema y en el propio dispositivo una vez que es instalado en campo. Hay muchas formas de escoger el nombre y depende del diseñador, se explicarán dos maneras de uso muy frecuente.

2.7.2 Planos hidráulicos

Es un conjunto de dispositivos que mediante la utilización de un flujo de líquidos permite generar un movimiento el cual puede ser aprovechado en forma de energía. Se compone básicamente de los siguientes elementos:

- Tuberías.
- Válvulas.
- Bombas.
- Depósitos.
- Cilindros.
- Motores.
- Filtros.
- Entre otros.

La simbología consiste de una serie de pictogramas y dibujos con sentido completo, cuyo objetivo es la representación de los elementos que componen el circuito hidráulico.

2.8 Herramientas estadísticas empleadas en la propuesta

2.8.1 Diagrama de flujo de operaciones

Peralta, (2013) señala que muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso manufacturero o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado.

Es por ello que es necesario auxiliarse del plano de distribución de maquinaria y equipo (*Lay Out*) del sistema productivo, con lo cual se podrá realizar el desarrollo de un nuevo método de trabajo mejorado, por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar donde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Así mismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección o puntos de trabajo.

2.8.2 Lay Out

Es la disposición previa de los elementos de la planta, es decir, las maquinas, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios, comunes que se compone una instalación productiva. Se trata de un aspecto estratégico para cualquier tipo de empresa, sea manufacturera o de servicios. Algunos de los factores a tomar en cuenta para un Lay Out son los siguientes: maquinaria, materiales, mano de obra, servicios de seguridad, edificios y movimientos.

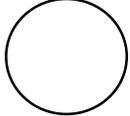
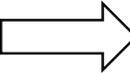
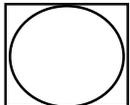
2.8.3 Diagrama de flujo del proceso

García, (2005) lo define como: La representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Para su integración se emplea ciertos símbolos gráficos los cuales son descritos a continuación:

Tabla 2.1 Simbología de diagrama de procesos

Fuente: García (2005)

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.
Transporte		Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.
Inspección		Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar las calidad cualesquiera de sus características.
Demora		Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, lo cual hace retardar el siguiente paso planeado.
Almacén		Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.
Actividad combinada		Se presenta cuando se desea indicar las actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo.

2.8.4 Diagrama de bloques

Es la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que, además, define la organización de todo el proceso interno, sus entradas y salidas.

2.9 Normatividad dentro de la propuesta

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana.

Las Normas Mexicanas (NMX) son regulaciones técnicas expedidas por la Secretaría de Economía cuya aplicación es voluntaria y que permiten establecer especificaciones de calidad sobre procesos, productos, servicios, métodos de prueba, competencias, etc., además de coadyuvar en la orientación del consumidor.

Puesto que la empresa se encuentra dentro del sector alimenticio es necesario dar cierta importancia a la realización de actividades de protección al trabajador dentro de las instalaciones bajo el cumplimiento de aquellas normas de higiene y seguridad que permitan que, incluso con la propuesta de mejora, los trabajadores de la empresa se encuentren laborando en condiciones seguras, que además garantiza que los productos que son manufacturados dentro de la empresa puedan cumplir con los estándares solicitados de una manera correcta y de esta manera satisfagan las demandas de los consumidores.

2.9.1 NOM-001-STPS-2008

Establecer las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores (SEGOB, 2008).

2.9.2 NOM-002-STPS-2010

Establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo (SEGOB, 2010).

2.9.3 NOM-006-STPS-2014

Establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las

instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual (SEGOB, 2014).

2.9.4 NOM-026-STPS-2008

Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías (SEGOB, 2008).

2.9.5 NOM-029-STPS-2011

Establecer las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas (SEGOB, 2011).

2.9.6 NOM-030-STPS-2009

Establecer las funciones y actividades que deberán realizar los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo (SEGOB, 2009).

2.9.7 NOM-001SEDE-199

Contiene requisitos mínimos de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica, los que tienen por objeto prevenir riesgos y construcciones u operaciones defectuosas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Áreas de desarrollo del proyecto

El proyecto de investigación se realizó en la empresa Albert Citrus (medio virtual) que se localiza en Prolongación López Mateos S/N, Colonia Saltillo, Martínez de la Torre, Veracruz, (figura 1.1, 1.2) es una planta a nivel piloto de tipo agroindustrial que se dedica a encerar y a comercializar cítricos, específicamente mermelada, bebida y galletas, todos estos elaborados a partir de yaca.

Así mismo, por condiciones de salud mundial se trabajó de la mano con el Instituto Tecnológico Superior de Libres (medio virtual) localizado en Camino Real esquina Camino Cuauhtémoc, Barrio de Tétela, 73780 Cd de Libres, Puebla como se muestra en la figura 3.1.



Figura 3.1 Ubicación del ITSL

Fuente: <https://n9.cl/lg7wl>

3.2 Desarrollo de metodología



Figura 3.2 Diagrama de bloques de la metodología empleada en el proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3 Cronograma de actividades

En la tabla 3.1 se muestra de manera general la fecha en que fueron los objetivos de este proyecto se cumplieron en el período Septiembre – Febrero.

Tabla 3.1 Cronograma de actividades

Fuente: Elaboración propia, 2020

Actividades	<u>TIEMPO DE DURACIÓN</u>					
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Escalamiento de procesos	Indagación del tema					
Simulación del proceso		- Recolección y análisis de datos				
		- Definir el modelo				
		- Generación del modelo				
		- Verificación y validación del modelo				
		- Documentación del modelo				
Elaboración de planos				- Plano arquitectónico		
				- Plano eléctrico		
				- Plano hidráulico		
Entrega de Informe de Residencia						Finalización de informe

3.4 Escalar la elaboración de productos a partir de yaca de nivel piloto a nivel industrial.

El escalamiento de procesos se llevará a cabo a partir de conocer el proceso de elaboración para dos de los productos elaborados a nivel piloto en Albert Citrus, los

cuales son la mermelada y las galletas adicionadas con yaca. En primer lugar, se mencionan los equipos que actualmente se utilizan para su transformación:

Tabla 3.2 Equipos utilizados para transformación de materia prima

Fuente: Elaboración propia, 2020

MATERIA PRIMA



La yaca (*A. heterophyllus*) es un fruto de gran tamaño casi ovalado que puede llegar a medir hasta 100 cm y pesar aproximadamente hasta 36.5 kg, y es la materia prima en Albert Citrus.

Tarja



Es el lugar donde se realiza el lavado y la separación de partículas que contiene la cascara de la yaca.

Mesa de trabajo



Es el lugar donde se realizan actividades como el cortado, pelado y medición de yaca, así como de aditivos.



Utensilios para la elaboración de productos

Tales como bowl, charolas y utensilios de acero inoxidable para el proceso de elaboración de mermelada y galletas adicionadas con yaca.



Marmita Industrial

Es una olla de tipo industrial, hecha de metal, cubierta con una tapa quedando totalmente ajustada. Se utiliza para procesar la mermelada a altas temperaturas.



Otros equipos

En la imagen se puede notar una prensa que ayuda a la molienda de yaca, una batidora semindustrial y un refractómetro, que son ocupados durante el proceso de elaboración de los productos.



Congelador

El equipo de refrigeración comprende un comportamiento aislado térmicamente manteniendo los productos a determinada temperatura

Es importante mencionar que Albert Citrus cuenta con paneles solares como se muestra en la figura 3.3, lo que resulta de mucha ayuda para la planta, puesto que el consumo de la energía eléctrica es relativamente reducido.



Figura 3.3 Paneles solares de Albert Citrus

Fuente: Albert Citrus, 2020

3.4.1 Diagrama de flujo de operaciones

En el siguiente diagrama de flujo de operaciones (figura 3.4), se muestra la secuencia de pasos para el proceso de elaboración de mermelada, donde se describe el proceso el cual está seccionado en seis etapas, que son la selección, preparación, pesado, cocción, uso de refractómetro y finalmente el envasado de producto terminado, teniendo un total de 35 tareas realizadas en la planta piloto.

En el diagrama de flujo de operaciones (figura 3.5) se muestra el proceso de elaboración de galletas adicionadas con un total de 50 tareas, empezando de igual manera por la selección y preparación de yaca, preparación de ingredientes con la yaca, cocción y finalmente un pesado de los productos finales.

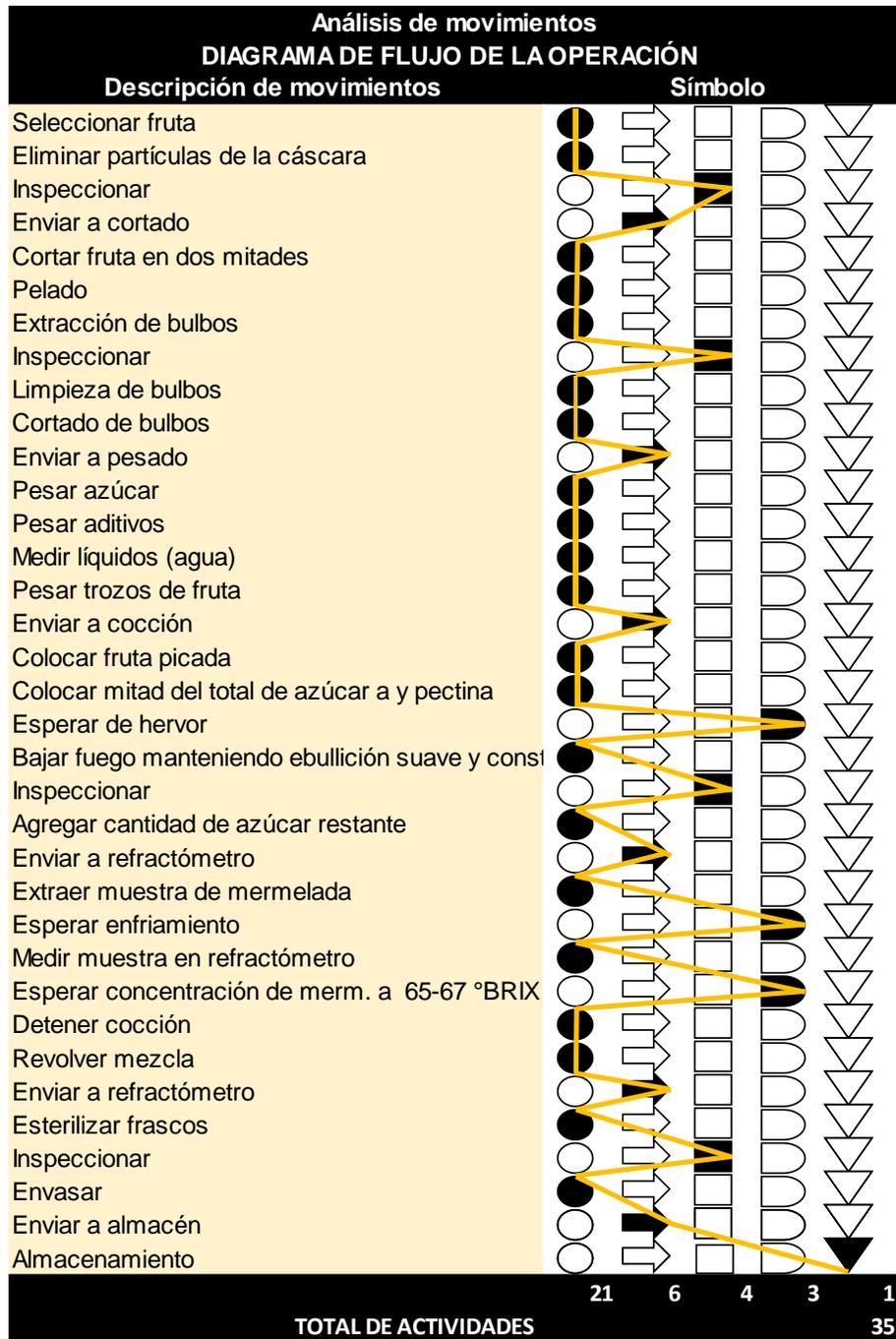


Figura 3.4 Diagrama de proceso de operaciones para mermelada

Fuente: Elaboración propia, 2020

La simbología utilizada en la figura 3.4 y 3.5 se describe en la figura 2.1

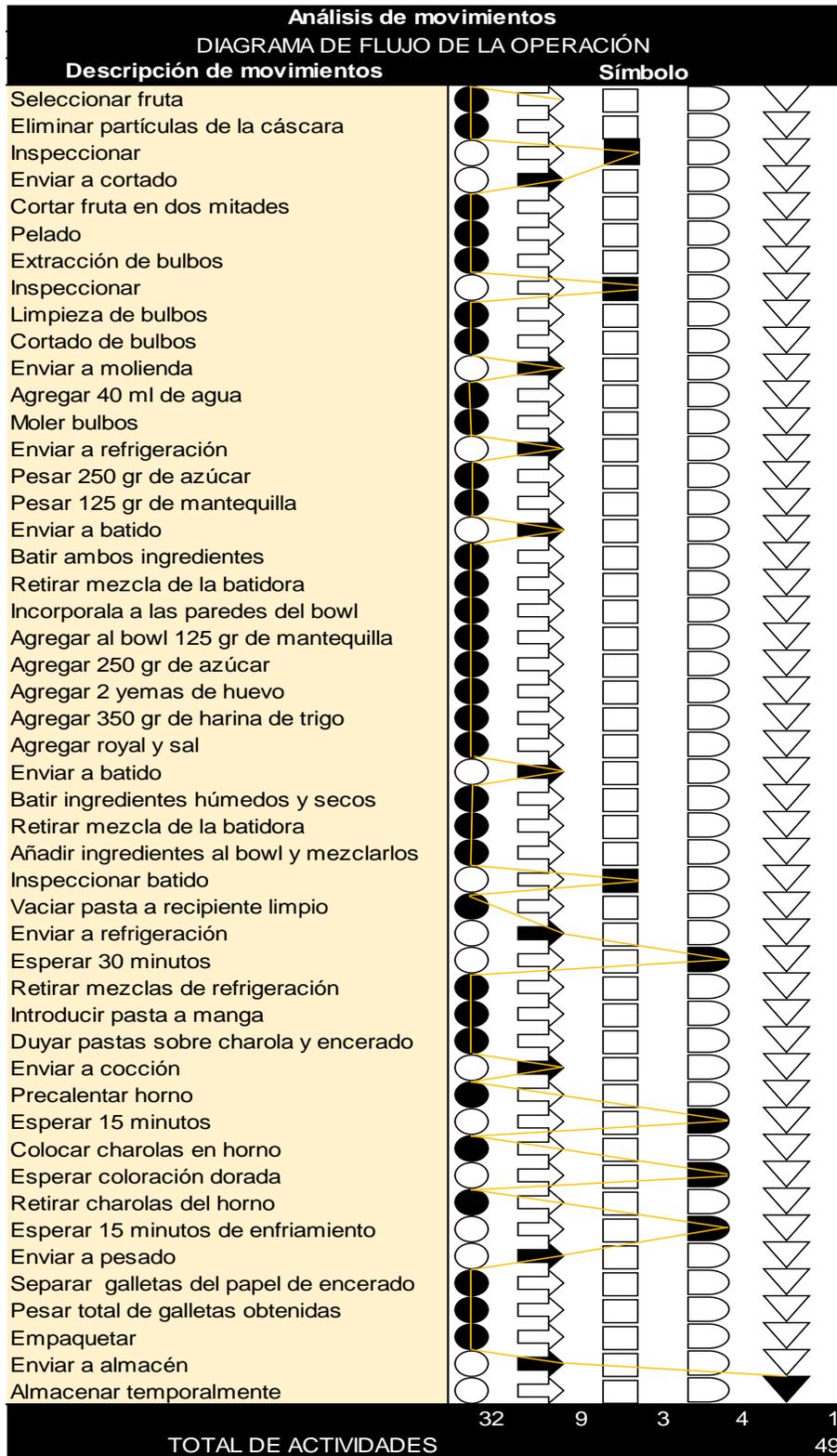


Figura 3.5 Diagrama de proceso de operaciones para galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.4.2 Proceso de producción actual

El proceso de elaboración actual de mermelada y galletas se resume en la figura 3.6 y 3.7 respectivamente:

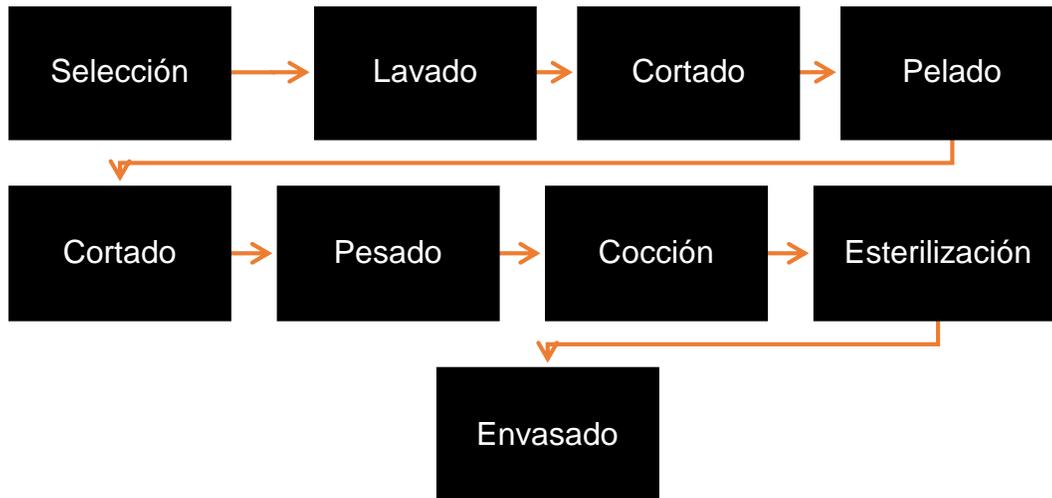


Figura 3.6 Diagrama de proceso de operaciones para mermelada

Fuente: Elaboración propia, 2020

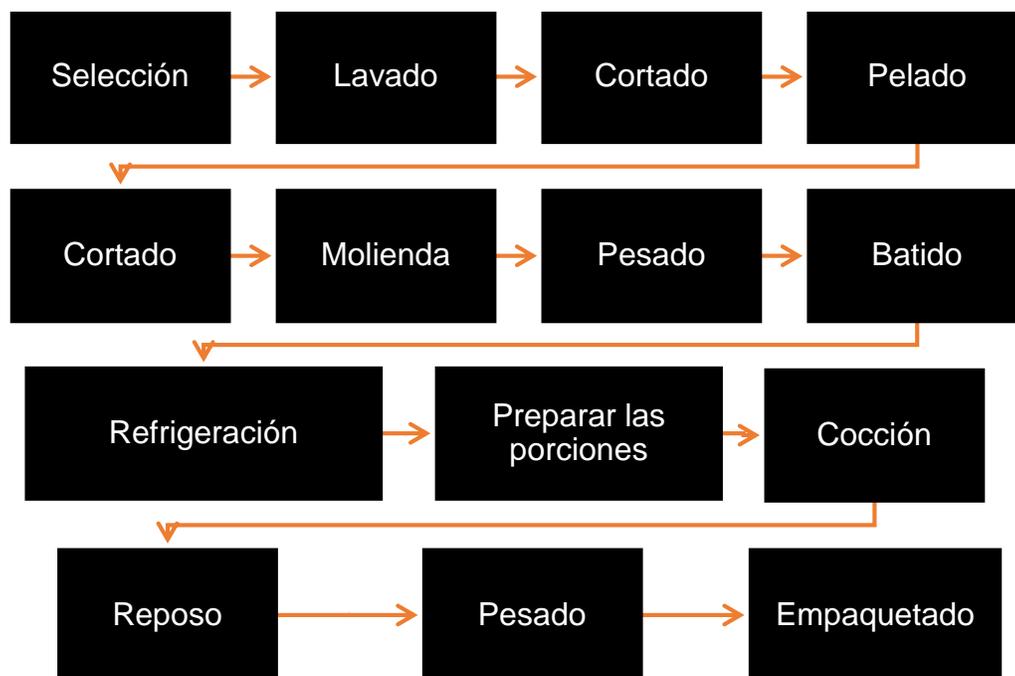


Figura 3.7 Diagrama de proceso de operaciones para galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

Analizando el proceso de elaboración de mermelada y de galletas adicionadas con yaca, se realizó una investigación de plantas industriales con fabricación de productos semejantes, adecuando maquinaria industrial para grandes capacidades de producción de ambos productos.

Cabe mencionar, que los equipos que se presentan en el siguiente capítulo, únicamente son el planteamiento de una propuesta para la elaboración para dos de los tres productos que se fabrican en Albert Citrus, es por ello que se ajustaron las necesidades de la planta a la maquinaria que se propone.

Además, se menciona cada uno de los equipos propuestos, anexando una breve descripción del mismo para mayor comprensión del funcionamiento de éstos, pero también se presentará un diagrama de flujo del proceso, en donde se tomará en cuenta toda la información que se considera necesaria para el análisis del proceso y de dicha manera lograr la simulación tanto de mermelada como de galletas adicionadas con yaca. En la tabla 3.3, se presentan los ingredientes que se utilizan, para elaborar ambos productos.

Tabla 3.3 Ingredientes para elaborar mermelada y galletas adicionadas con yaca

Fuente: Elaboración propia, 2020

Mermelada	Galletas adicionadas con yaca
Bulbos de yaca	Puré de yaca
Azúcar	Mantequilla
Pectina	Azúcar
	Huevo
	Harina de trigo
	Royal
	Sal

Además, el proceso de elaboración de cada uno de los productos, se describe en el Anexo 1 y 2.

3.5 Elaborar la simulación del proceso de al menos dos productos a nivel industrial

La simulación es una representación ficticia de una situación real, que se experimenta mediante modelos que son abstracciones de la realidad; la primera acción, y requisito previo a cualquier simulación, es un buen conocimiento del sistema real. La persona que enfrenta un problema que requiere simulación para analizarlo, necesita entender muy bien las condiciones reales, sus elementos, relaciones y metas, e imaginarlas como un sistema.

En este proyecto se pretende realizar una simulación de planta para elaboración de dos productos a base de yaca y como ya se mencionó anteriormente son mermelada y galletas, para ello se hará uso de un Simulador de Procesos Industriales que lleva por nombre ProModel, que es un programa que permite simular, analizar y optimizar sistemas de diferentes capacidades y complejidades. En la figura 3.8 se muestra una gráfica de locaciones programa, mientras que en la figura 3.9 se muestran algunos gráficos con los que cuenta el mismo.



Figura 3.8 Gráfica de locaciones, ProModel

Fuente: <https://n9.cl/ut5pf>

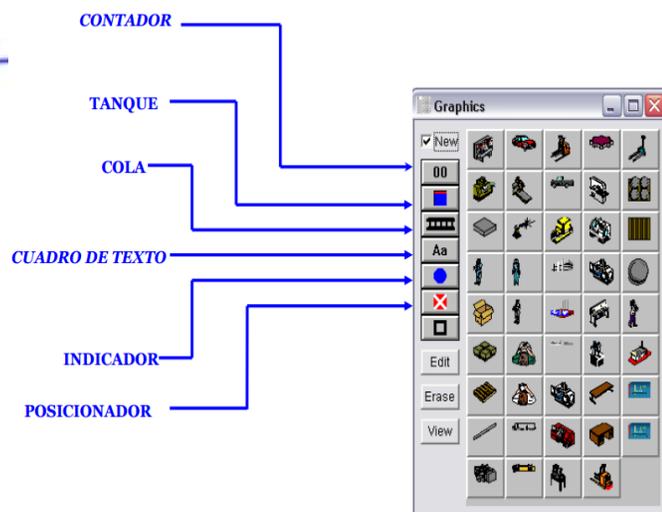


Figura 3.9 Gráficos de ProModel

Fuente: <https://n9.cl/tixl6>

Un ejemplo de simulación de procesos con el uso de este programa es el que se muestra en la figura 3.10, donde se presenta una planta procesadora de galletas.

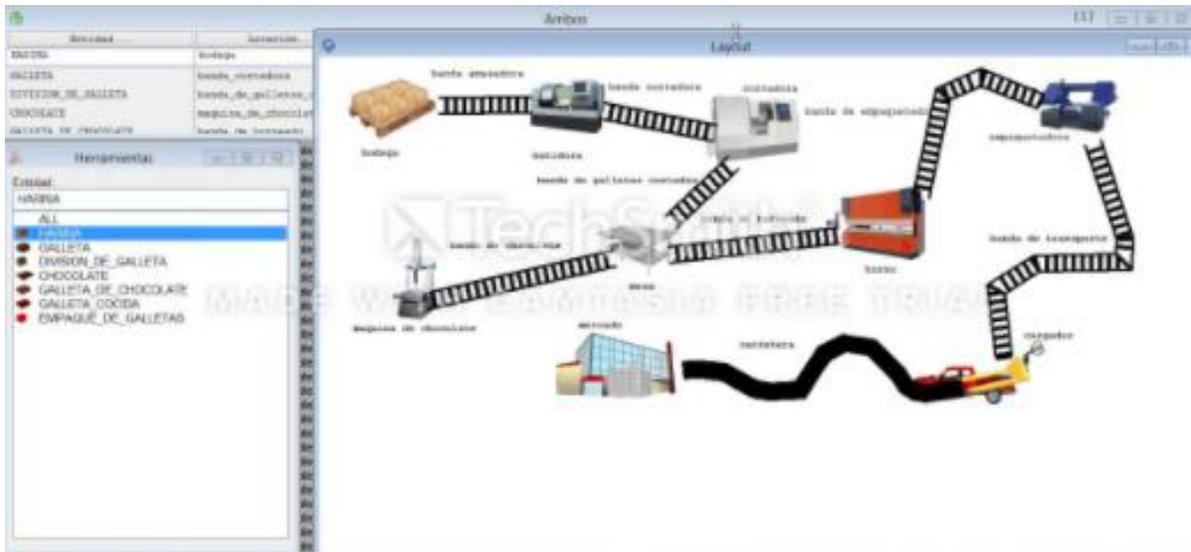


Figura 3.10 Planta procesadora de galletas

Fuente: <https://n9.cl/qg5kx>

Se puede notar que el proceso comienza desde la recepción de materia prima, pasando por diferentes maquinarias y llegando hasta el punto comercial.

3.5.1 Aplicación de software

ProModel es un software flexible que permite optimizar y controlar el manejo de materiales y hasta conocer los elementos de logística, y que también el programa brinda resultados del proceso probados estadísticamente. Su interfaz permite la entrada de varios elementos, como son el ingreso de locaciones, entidades, redes de ruta, recursos que se utilizan en la ruta, así como arribos y sobre todo la especificación del proceso (Anexo 3).

Entonces, para realizar el proceso de simulación de mermelada y de galletas, se necesita cumplir con una serie de pasos que se describen a continuación:

Tabla 3.4 Procedimiento de simulación en ProModel

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Actividad	Descripción
Elaborar un plan de estudio	Para ello se realizará un análisis preliminar, con el objetivo de determinar las restricciones del sistema, las medidas de efectividad a utilizar para estudiar las diferentes variables y los resultados que se deseaban obtener de la simulación.
Delimitar el sistema	Se hará un estudio para conocer el sistema en general, definiendo todas las variables de decisión del sistema que incluya el flujo de productos, las personas, los recursos y variables de mayor relevancia para el problema, describiendo así, la formulación del modelo a simular.
Generar el modelo	En esta etapa se integrará al programa toda la información obtenida a partir del análisis de datos, los supuestos del modelo y todos los datos necesarios para crear el modelo de simulación.
Verificar el modelo	Se procede a la verificación de los datos para comprobar la propiedad de la programación del modelo, y comprobar que todos los parámetros usados en la simulación funcionen correctamente comparándolos con la realidad.
Analizar resultados	Se realizará un estudio de comportamiento del modelo, mediante herramientas de análisis que se hallan en los gráficos y tablas de resultados que arroja el programa de simulación
Documentar modelo	Finalmente, la información obtenida se reportará de forma clara y concisa, por ejemplo, con la utilización de gráficos. También se deberán incluir sugerencias tanto del uso del modelo como de los resultados obtenidos. Se presentan conclusiones del proyecto de simulación.

3.6 Desarrollar plano arquitectónico, eléctrico e hidráulico de la planta industrial

En éste último objetivo se propone un diseño de plano de distribución, plano eléctrico e hidráulico, puesto que se hará uso de un software de Diseño Asistido por Computadora, mejor conocido como Auto CAD, que es ampliamente conocido por permitir la edición de dibujos digitales de planos de edificios, o la recreación de imágenes en 2D Y 3D.

Sin embargo, previo al diseño de planos, en la figura 3.11, se muestra un *Lay Out* de la planta piloto, con la finalidad de mostrar la distribución actual las áreas de la planta.



Figura 3.11 Lay Out de la planta piloto

Fuente: Elaboración propia, 2020

Mientras que en la figura 3.12, se muestra un recorrido para la elaboración de los productos, comenzando con la recepción de materia prima, y llevándola a la tarja para realizar el lavado de la fruta y haciendo uso de los utensilios ubicados en la parte derecha de la figura, continuando hacia la mesa principal o mesa secundaria, (según sea el caso), y preparando la materia en la parte posterior por si requiere molienda, o algún otro utensilio, y, dependiendo si se ocupa refrigeración se envía a la cocción y finalmente a almacén.

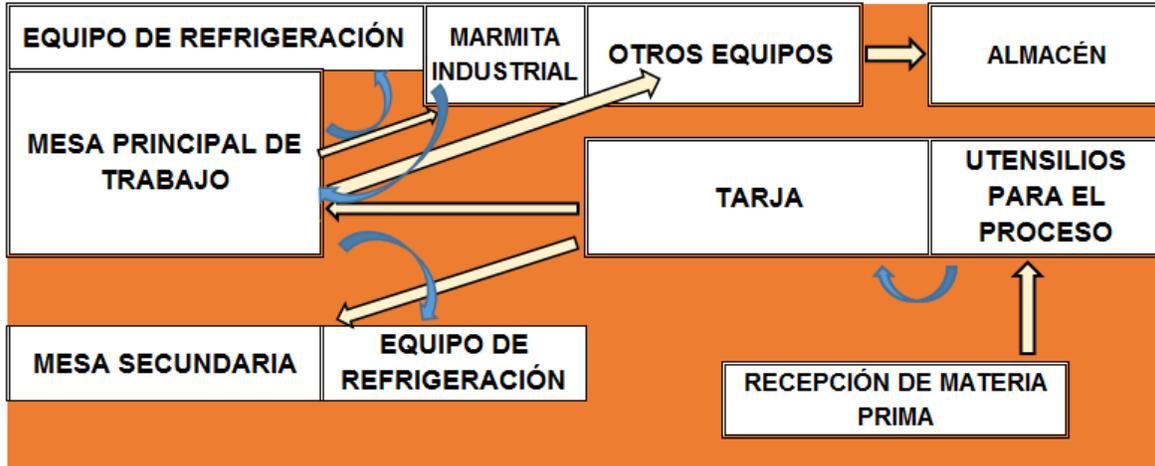


Figura 3.12 Lay Out del recorrido en actividades de la planta piloto

Fuente: Elaboración propia, 2020

Este proyecto presenta una distribución de planta con maquinaria y repartición de áreas correctas, distribuidas de tal manera que permita, tener la mayor eficiencia posible en el proceso de manufactura haciendo uso del programa Auto CAD, que por su interfaz compleja ofrece bastantes ediciones en un área de trabajo de diferentes escalas (Anexo 4).

3.6.1 Plano arquitectónico

Existe una serie de requisitos necesarios para una planta productora de galletas bajo la NOM 120-SSA1-1994 los cuales son aplicados en establecimientos de obtención, elaboración, fabricación, mezclado, acondicionamiento, envasado, conservación, almacenamiento, distribución, manipulación y transporte de alimentos y bebidas, así como sus materia primas y aditivos, y a fin de reducir los riesgos para la salud del mercado consumidor, las áreas son:

- Producción.
- Almacén de materia prima.
- Almacén de producto terminado.
- Almacén de empaques.
- Área administrativa.
- Mantenimiento.

- Limpieza.
- Comedor.
- Vestidor / baños para producción.
- Recepción y embarque.

La superficie debe ser pavimentada o consolidada y adecuada para la carga y descarga de materia y prima y producto terminado respectivamente. Así como, contar con el punto de reunión en un lugar seguro. El servicio médico deberá contar por lo menos con el equipo de primeros auxilios pertinente a un área de trabajo como lo menciona la NOM-030-STPS-2009. Sin embargo, para el proceso de elaboración de mermelada, es distinto, debido a que la maquinaria y las tareas a realizar durante el proceso, son distintas al mencionado anteriormente, estas áreas se mencionan a continuación:

- Área de almacenamiento de agua y combustibles.
- Recepción de materia prima y combustibles.
- Almacén de materia prima.
- Área de producción.
- Almacén de producto terminado.
- Área de carga de producto terminado.
- Vestidores / sanitarios.
- Área administrativa.
- Recepción y embarque.

Finalmente, las áreas que se tomarán en cuenta para la planta industrial son:

- Áreas producción de cada producto.
- Áreas verdes.
- Estacionamiento.
- Atención a clientes.
- Oficinas técnicas y administrativas.
- Comedor.
- Servicios médicos.

- Sanitarios.
- Acceso de vehículos de carga/descarga.

Cabe mencionar que, para la distribución de áreas deberá hacerse una separación de áreas funcionales, sectores sucios, (selección y limpieza de fruta), sectores limpios (zona de producción), almacenamiento (insumos y productos terminados), sanitarios, vestuarios y oficinas. El equipamiento debe ser distribuido de manera que permita el flujo, este será en U para prevenir contaminación cruzada y tener mayor eficiencia y mejor repartimiento del mismo equipo.

Para techos, paredes y pisos deben ser fáciles de limpiar, no deben acumular suciedad, ni humedad. Los pisos deben ser de material impermeable, no absorbente, ni poroso, antideslizantes y lavables.

Así mismo, la empresa también debe contar con evacuación de residuos y/o sólidos, ejemplo la cascara de la fruta, la cual deber disponerse en un área exclusiva y alejada de la zona de producción y prever un sistema de recolección y disposición final. Otro dato importante es que el área de almacenamiento tanto de materia prima, como de producto terminado, debe ser ventilado, los insumos, las materias primas y productos terminados deben ubicarse sobre tarimas o alejados de la pared para su correcta higienización y conservación del mismo.

3.6.2 Plano eléctrico

La distribución eléctrica será propuesta de acuerdo a las utilidades de cada área de la planta, y ocupará una distribución por productos, o también conocida como fabricación continua (línea) debido a que es ideal para la producción de los diferentes productos y su costo unitario es relativamente más bajo. Tomando en cuenta que Albert Citrus actualmente cuenta con paneles solares, esto que ayuda a tener un menor consumo de energía eléctrica, cabe mencionar que el presente proyecto se limita a presentar la red eléctrica, más no se expone el ahorro del consumo de dicho servicio.

Para ello, se hará uso de AutoCAD, que gracias a sus diversas funciones permitirá el control de la repartición de energía eléctrica ocupada para cubrir las necesidades de la empresa. Debido a que es una empresa productora de alimentos,

la iluminación deberá estar distribuida de manera en que todas las áreas cuenten con el servicio necesario para cumplir satisfactoriamente sus actividades.

La NOM-029-STPS-2011, en su apartado 9 menciona las medidas de seguridad para realizar trabajos de mantenimiento para todo tipo de instalaciones, pero también menciona las medidas de seguridad para actividades básicas de mantenimiento a instalaciones eléctricas con tensiones menores y mayores a 600 V. Uno de los elementos principales de seguridad con el que la empresa deberá contar es con matafuegos, en cantidad necesario para el tamaño de la empresa.

También, se deberá tomar en cuenta la NOM-001SEDE-199 que establece materiales, accesorios y equipos a instalar en el interior o exterior de edificios urbanos o rústicos, contiene requisitos mínimos de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica, los que tienen por objeto prevenir riesgos y construcciones u operaciones defectuosas. Para la empresa representará un ahorro económico el uso de paneles solares con los que cuenta, mismos que se recomienda colocar en la parte exterior del techo sobre la zona de producción que es el área que generaría mayor consumo eléctrico.

3.6.3 Plano hidráulico

La distribución hidráulica será propuesta de acuerdo a las utilidades de cada área de la planta. Generalmente, se conforma por una red de tuberías de diferentes materiales y diámetros que tiene como objetivo proveer agua potable hacia los lugares que la requieren en cualquier área la planta industrial.

El abastecimiento de agua debe proveerse de una fuente segura, confiable y por su puesto ser potable. Se deberá tomar en cuenta los criterios bajo la NOM-002-STPS-2010 la cual establece los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Para las instalaciones de lavado deben estar proyectadas para la limpieza de la fruta y equipos, las piletas deben estar en lugares estratégicos y contar con el servicio de agua caliente y fría según se requiera., mientras que para el área de lavado de fruta deberá contar con una pileta de tamaño regular de modo que se cubra la cantidad de materia prima a ocupar.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Escalar la elaboración de productos a partir de yaca de nivel piloto a nivel industrial

Para realizar el escalamiento de procesos en Albert Citrus se realizó el diagrama de proceso de operaciones de elaboración de mermelada (figura 3.4) y de galletas (figura 3.5), para conocer gráficamente las actividades que se realizan para cada producto. Tomando en cuenta el proceso, en la tabla 4.1 y 4.2 se presentan los insumos para la elaboración de ambos productos respectivamente.

Tabla 4.1 Insumos para la elaboración de mermelada

Fuente: Elaboración propia, 2020

Materia prima / aditivos	Cantidad neto (g)
Yaca	800
Azúcar	750
Pectina	11.3
Ácido cítrico	3.5
Total producto terminado	1,550.0 g

Tabla 4.2 Insumos para la elaboración de galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

Materia prima / aditivos	Cantidad neto (g)
Puré de yaca	200
Mantequilla	250
Margarina	250
Azúcar	500
Harina	350
Sal	7
Royal	15
Yemas de huevo	4 piezas
Total de producto terminado	1,368.4 g

La producción actual de galletas es de 200 bolsas por semana (cada bolsa contiene aproximadamente 150 g), mientras que la producción de mermelada no es lanzada al mercado, por lo que solo se realizan pruebas en la planta.

Haciendo referencia a los 305 días laborales del año, de acuerdo a la LFT (Ley Federal de Trabajo) por los días de descanso e inhábiles autorizados por la misma, se obtuvo una demanda diaria de 90 kg para mermelada y 30 kg diarios para las galletas de yaca. En la tabla 4.3 y 4.4 se realizaron los cálculos correspondientes para el escalado de los procesos en ambos productos, tomando como referencia la cantidad materia prima y producto final obtenido en las tablas anteriores.

Tabla 4.3 Escalamiento de ingredientes para mermelada

Fuente: Elaboración propia, 2020

Insumos	<u>Kilogramos diarios a obtener</u>	
	1	90
Yaca	0.51613 kg	46.452 kg
Azúcar	0.48387 kg	43.549 kg
Pectina	0.00729 kg	0.656 kg
Ácido cítrico	0.00226 kg	0.203 kg

Tabla 4.4 Escalamiento de ingredientes para galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

Insumos	<u>Kilogramos diarios a obtener</u>	
	1	30
Puré de yaca	0.1462	4.3847
Mantequilla	0.1827	5.4809
Margarina	0.1827	5.4809
Azúcar	0.3654	10.9617
Harina de trigo	0.2558	7.6732
Sal	0.0051	0.1535
Royal	0.0110	0.3289
Yemas de huevo	0.0029	0.0877

4.1.1 Maquinaria industrial propuesta

Tomando en cuenta las cantidades a escalar para preparación de materia prima, mermelada y galletas, se realizó una búsqueda de equipo industrial de mayor capacidad de la que se pretende producir para que permita cubrir el crecimiento futuro de la empresa.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Carro de transporte	Acero pulvirrevestido. Plataforma de madera sellada. Capacidad: 907 kg Dimensiones: 1.2 x 0.5 x 0.4m Precio: \$14,388.00
Mesa de trabajo para frutas	Mesa de acero inoxidable acabado sanitario. No aporta partículas de desprendimiento. Óptima calidad de limpieza. Capacidad: 272 kg Dimensiones: 2.5 x 1.5m Precio: \$20,900.00
Limpiadora de fruta por cepillos	Máquinas limpiadoras continuas, especialmente diseñadas para limpieza de frutas recubiertas de pelos o pequeños espinos. Desplazamiento horizontal. Acero inoxidable. Dimensiones: 2 x 1m Productividad: 300 a 3,000 kg/h Núm. de rodillos: 25 unidades de diámetro 0.065x0.5 m
Pelador de fruta	Es un pelador industrial a vapor de alta calidad, fácil de manipular, el mantenimiento es mínimo y el coste es bajo. Dimensiones: 2 x 5.3m Marca: Odyssey Productividad: 10,000 kg/h

Cortador de fruta	Es un cortador de fruta industrial, capaz de realizar cortes de distintos tamaños de la fruta, lo que permitiría el manejo de los bulbos de la yaca para su transformación, no sin antes obtener el peso requerido según la producción a alcanzar. Dimensiones: 2 x 2 m
Báscula	Sistema electrónico, corriente eléctrica o baterías. Acero estructural. Capacidad: 200 Kg Dimensiones: 1 x1 m

Tabla 4.5 Maquinaria industrial propuesta para preparación de materia prima

Fuente: Elaboración propia, 2020

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Tanque de agitación	Fabricado en acero inoxidable, con velocidad de giro automática. Dimensiones: 1.5 x 1.6 m Capacidad: 600 lts Marca: Inox Precio: \$30,000.00
Marmita de cocción	Máquina para preparación y formulación de alimentos. Superficie totalmente compacta y elevada resistencia a choques. Fabricado en acero 304. Capacidad: 200 lts Precio: \$35,000.00 Dimensiones: 1.7 x 2m
Dosificadora	Máquina automática de acero inoxidable AISI 304, acabado pulido sanitario. Disponible de 1 a 3 boquillas inyectoras. Dimensiones: 1.5 x 3m Productividad: 12 a 24 (según cantidad de llenado)

Transportador de enfriamiento	<p>Máquina de acero inoxidable que permite el enfriamiento de botellas de vidrio a temperatura controlada por el operario, lo que facilita el manejo y control de la maquina</p> <p>Dimensiones: 2 x 2m</p>
Etiquetadora	<p>Aplicador de etiquetas semiautomático.</p> <p>Productividad: 20/40 min</p> <p>Dimensiones: 1.5 x 2m</p> <p>Productividad: 3600pz/h</p> <p>Peso: 27 kg</p> <p>Marca: LW</p>

Tabla 4.6 Equipo propuesto para elaboración de mermelada

Fuente: Elaboración propia, 2020

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Báscula	<p>Con teclado alfanumérico, pantalla LCD. Contiene 3 memorias. De uso comercial. Tipo de alimentación: Batería, Corriente eléctrica.</p> <p>Dimensiones: 1 x 1 m</p>
Molino mezclador	<p>Molino mezclador desmontable con contenedor tipo tolva. Acero inoxidable. Lavable a chorro de agua.</p> <p>Dimensiones: 1.3 x 1m</p> <p>Capacidad: 80 kg</p> <p>Precio: \$158,000.00</p>
Galletera	<p>Máquina de moldeo para galletas.</p> <p>Capacidad: 8 a 15 kilos</p> <p>Producción: de 1,200 pz/h</p> <p>Peso: 95 kg</p> <p>Dimensiones: 2 x 2m</p>

Horno eléctrico	<p>Horno 9 Charolas Grandes Pizza Panadería Repostería C/cristal. Lámina galvanizada calibre 20. Pintura electrostática en polvo.</p> <p>Dimensiones: 2 x 2m</p> <p>Marca: Bazac</p>
Sistema de enfriamiento	<p>La torre de refrigeración TOR está diseñada para enfriar productos en bandejas o después de su horneado. El sistema vertical para niveles de bandejas reemplaza a los transportadores de refrigeración horizontales convencionales. Lo que las galletas y otros productos se enfríen naturalmente hasta alcanzar la temperatura ambiente antes de su procesado o envasado.</p> <p>Dimensiones: 0.4 x 1.2 x 0.015 m</p> <p>Dimensiones de mesa de enfriamiento: 2.5 x 1.5m</p>
Embolsadora	<p>La máquina de embalaje para galletas (Sin bandeja) es conveniente para el embalaje de galletas y productos similares. Algunas de sus características son el control inteligente, alta eficiencia, bajo nivel de ruido, ahorro de materiales.</p> <p>Velocidad de embalaje: 30/100 pz/min</p> <p>Dimensiones: 3 x 3m</p>

Tabla 4.7 Equipo propuesto para elaboración de galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.1.2 Diagrama de flujo del proceso a nivel industrial

Se presenta en la figura 4.1, diagrama de flujo del proceso de mermelada y de galletas, al escalar a un nivel industrial las actividades realizadas dentro del proceso productivo se muestran reducidas en más del 50%, lo que beneficia significativamente en cuanto a menor tiempo de trabajo y mayor ingreso económico para Albert Citrus.

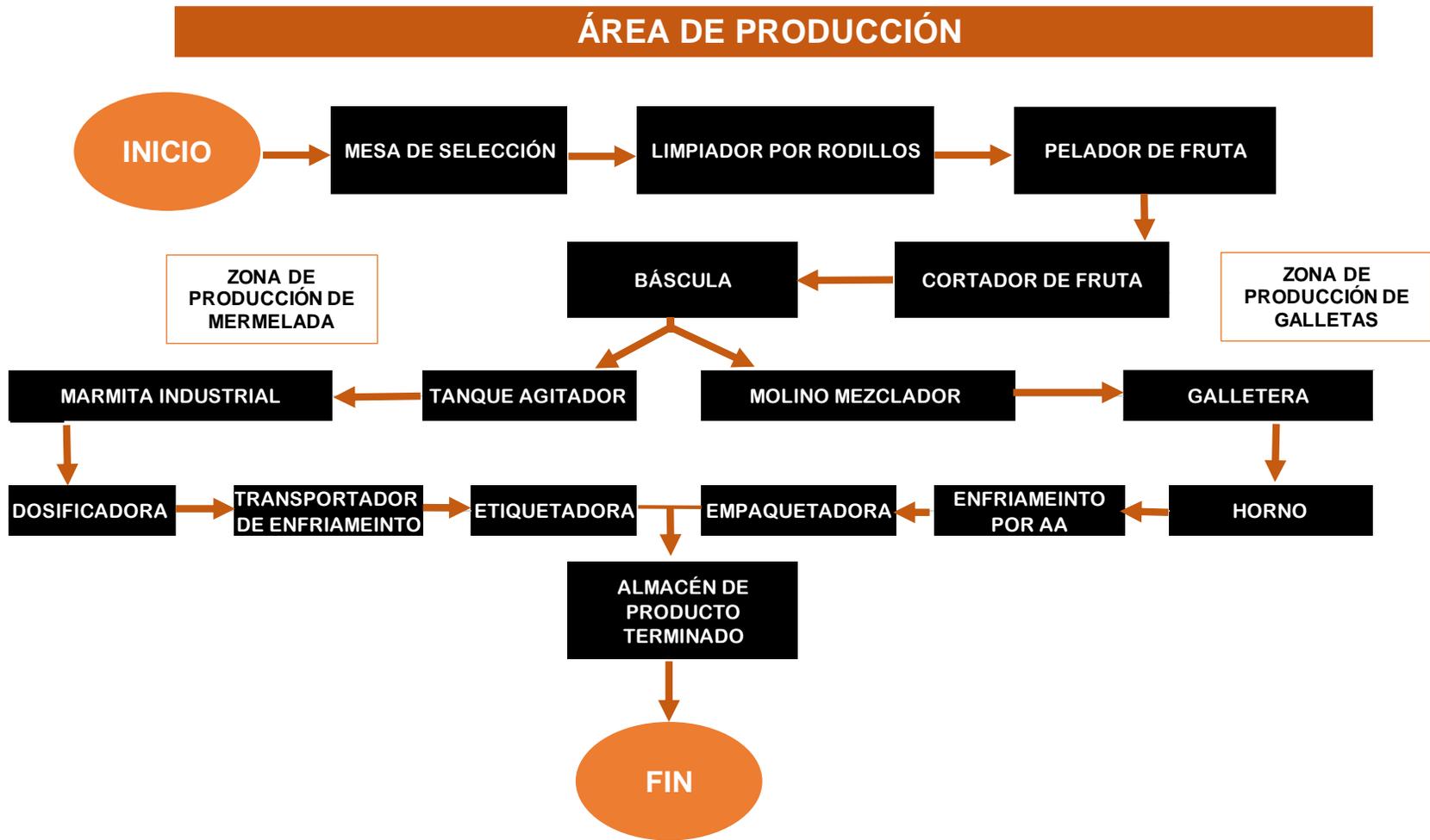


Figura 4.1 Diagrama de flujo del proceso de producción
 Fuente: Elaboración propia, 2020

4.1.3 Análisis comparativo de producción

En la figura 4.2 se muestra un análisis de la cantidad de producción actual de galletas que se produce a nivel piloto en comparativa con la cantidad de bolsas que se pretenden producir a un nivel industrial. Claramente el nivel de producción semanal sería seis veces mayor que el actual, generando mejores oportunidades de crecimiento para la empresa a nivel comercial y económico.

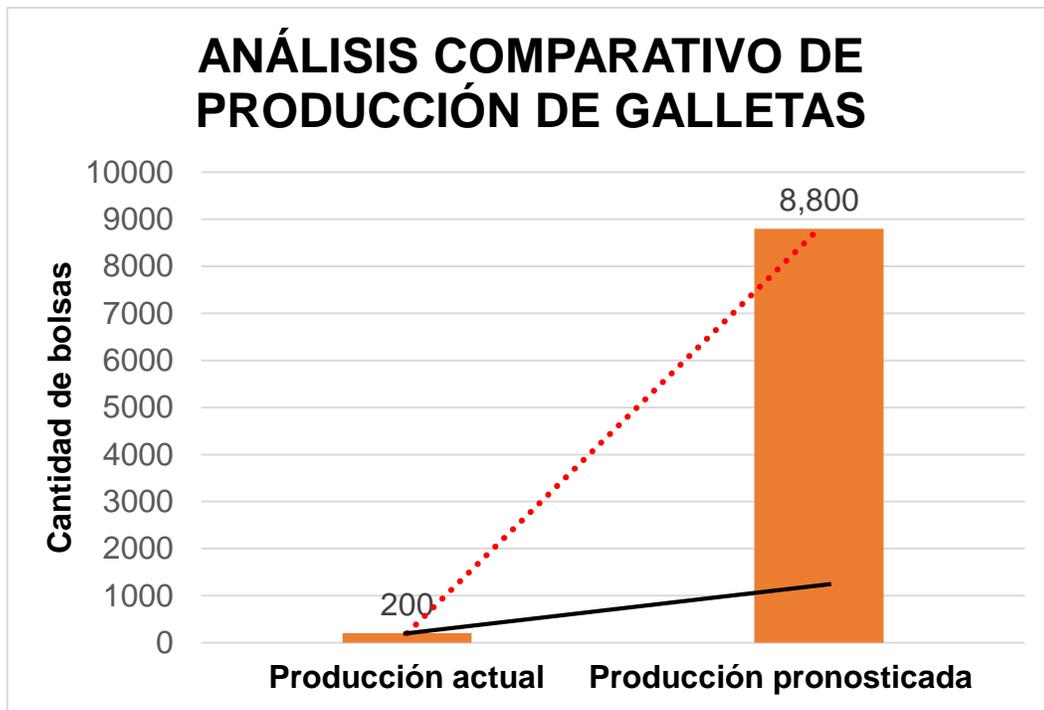


Figura 4.2 Análisis comparativo de producción de galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

A diferencia de las galletas, para la mermelada no es posible realizar un análisis comparativo, debido a que actualmente no se elabora mermelada para ser lanzada al mercado, ésta solo es preparada en pequeñas porciones.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, Albert Citrus tendría mayor auge, al implementar un nivel industrial en la elaboración de sus productos, y abastecer poco a poco un estratégico posicionamiento dentro del mercado.

4.2 Elaborar la simulación del proceso de al menos dos productos a nivel industrial

El diseño del área de producción para galletas, comienza desde una selección manual que permite tener la calidad de la yaca, continuando con un limpiador industrial por cepillos garantizando con ello, la limpieza en la misma fruta, seguido de un pelador industrial, que, como su nombre lo dice, se lleva a cabo el desprendimiento de cáscara de la yaca. De esta manera, se continua con un cortador industrial, en donde se realiza el corte y extracción de bulbos para mayor manipulación de la proxima transformación de materia prima, la cual es enviada a basculas para el pesado de la cantiada de fruta requerida para la producción.

Finalmente cuando la fruta ha pasado por el proceso ya mencionado, y el resto de la materia prima está preparado, entonces comienza su transformación para la obtención de galletas adicioadas con yaca, tal y como se muestra en la figura 4.1, iniciando con el molino mezclador, seguido de un galletera, que es la maquina que permite darle una apariencia circular a la galleta, y posteriormente ser mandadas a un horno eléctrico, a su vez son enviadas a una mesa de trabajo donde el sistema de enfriamiento por aire acondicionado permite cambiar de temperatura a las galletas y estas mismas logren pasar a la etapa final que es el empaquetado. De dicha manera y con la ayuda de un carro de transporte el operador agrega los empaques de galletas obtenidos en un embalaje de cartón que es colocado en el almacén temporal de producto terminado.

Así mismo, en la figura 4.3 se muestra la simulación para la producción de mermelada, se realiza el mismo proceso de selección, limpiado, pelado, cortado y pesado de materia prima como se mencionó en el pimer párrafo, sin embargo, este proceso de producción de mermelada comienza por un tanque agitador de materia prima, seguido de una marmita industrial de cocción, y posteriormente pasar a una dosificadora, donde los envases de 300 g aproximadamente son llenados por medio de dicha maquina y posteriormente ser enviados a un transportador de enfriamiento, así estos son enviados a una maquina de etiquetado para finalmente pasar un empaquetamiento y un almacenamiento temporal.

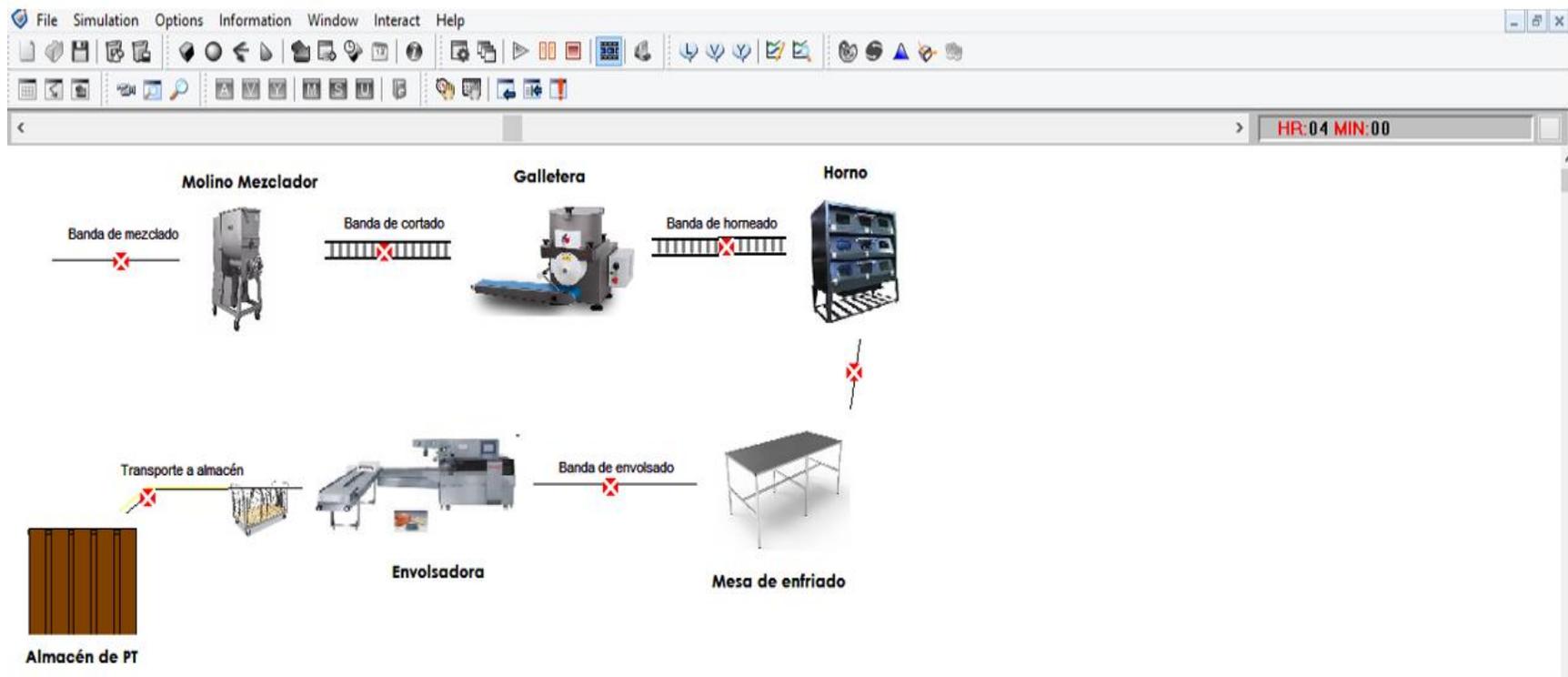


Figura 4.3 Simulación de planta procesadora de galletas adicionadas con yaca
 Fuente: Elaboración propia, 2020

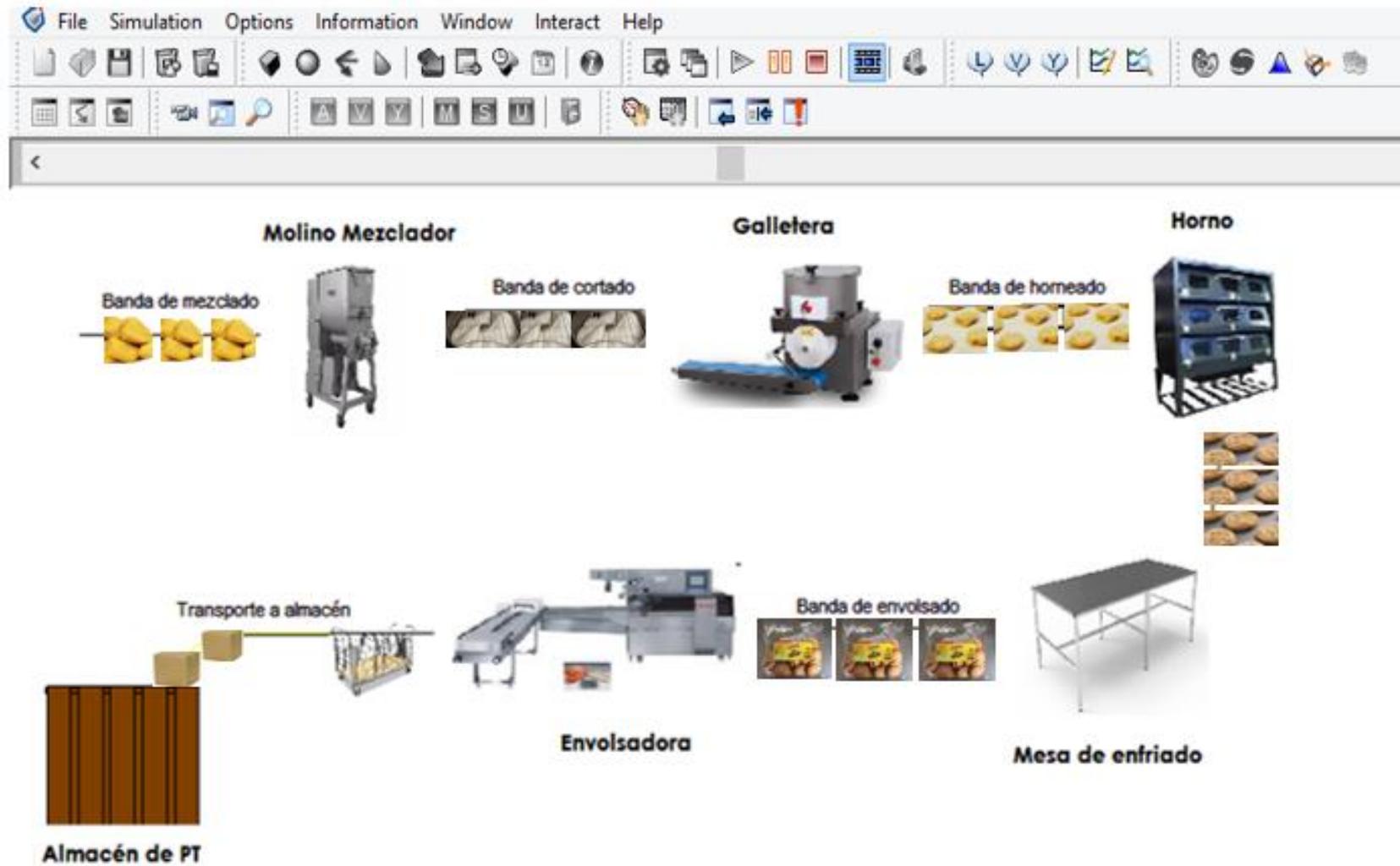


Figura 4.4 Simulación activa del proceso de producción de galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

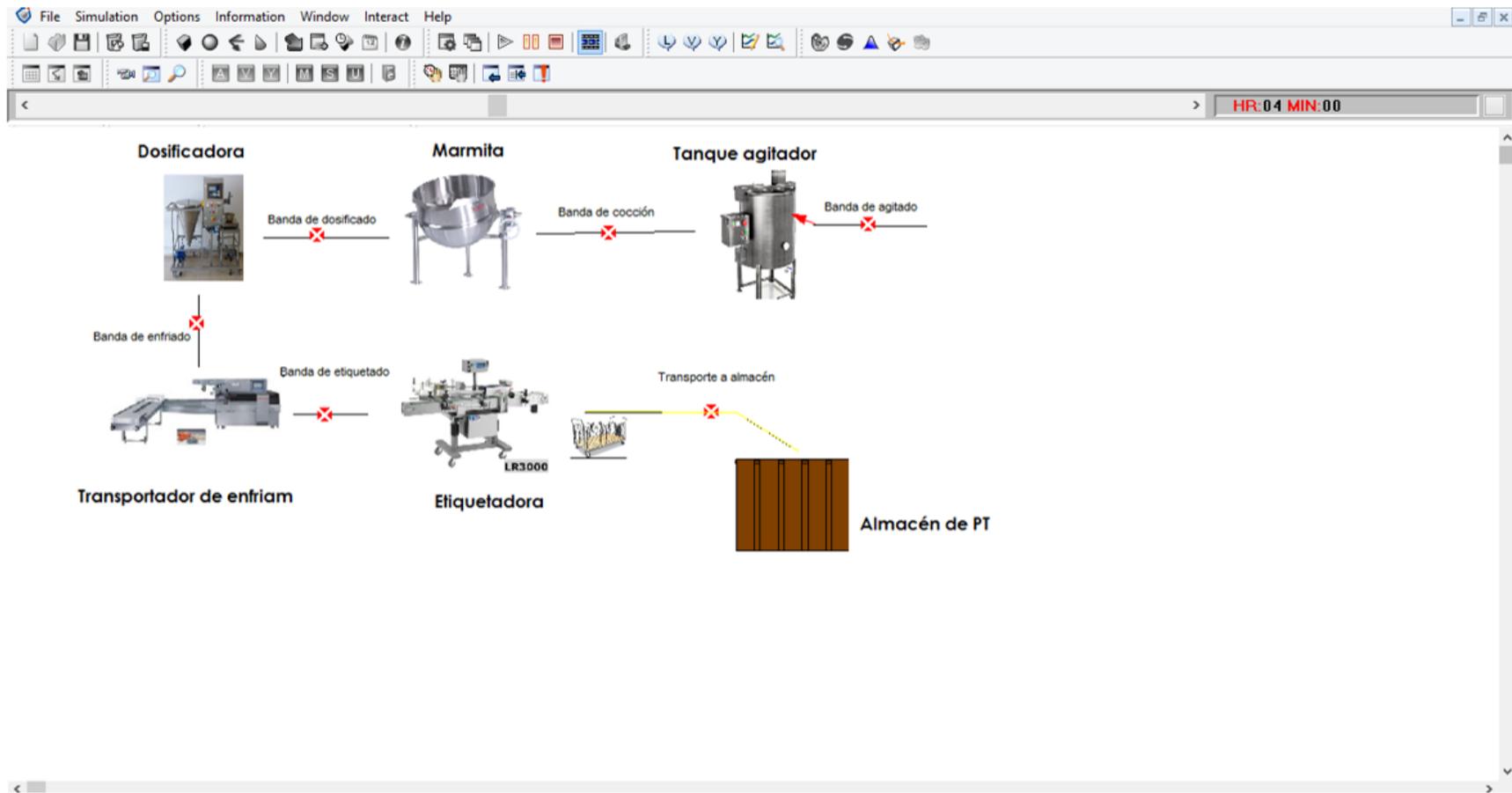


Figura 4.5 Simulación de planta procesadora de mermelada de yaca

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 4.6 Simulación activa del proceso de producción de mermelada

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.2.1 Operarios necesarios para el proceso de producción

Se hace una recomendación de 5 operarios para la producción de galletas, y mermelada en Albert Citrus (tabla 4.8 y tabla 4.9), señalando la máquina a operar y la función que desempeñan.

Tabla 4.8 Operarios necesarios para la producción de galletas

Fuente: Elaboración propia, 2020

Máquina	Función
Molino mezclador	Recibir materia prima e introducirla al molino mezclador para que sea enviada en baldes de mediano tamaño a la formadora de galletas.
Galletera	Esperar determinada cantidad de charolas de galletas para llevarlas al horno.
Horno	Esperar la cocción de las galletas y llevarlas a la mesa de enfriado.
Mesa de enfriamiento	Encender el aire acondicionado para el rápido enfriamiento de galletas y llevarlas a la zona de empaquetado.
Empaquetadora	Esperar la cantidad de 20 bolsas empaquetadas e introducirlas a un embalaje de cartón, colocarlas en un carro de transporte y llevarlas a almacén temporal.

Sin embargo, es necesario hacer mención que para el proceso de producción de mermelada a diferencia del proceso anterior, sólo se requiere un total de 3 operarios debido a que algunas de las maquinas propuestas son automáticas y no requieren de la supervisión permanente del operador.

Tabla 4.9 Operarios necesarios para la producción de mermelada

Fuente: Elaboración propia, 2020

Máquina	Función
Tanque agitador	Recibir materia prima e introducirla al tanque agitador para que sea enviada en baldes de mediano tamaño a la Marmita industrial.
Dosificadora	Esperar la cocción y la dosificación de envases para que estos sean tomados manualmente por el operario y ser colocados en rejillas de acero inoxidable al transportador de enfriamiento.
Etiquetadora	Esperar el enfriamiento de envases y colocar 12 de ellos en embalajes de cartón sucesivamente durante el proceso de producción.

De esta manera, el proceso se realiza a mayor velocidad a diferencia del proceso de producción actual, las demoras se reducen a medida que se genera mayor ingreso económico, y otra de las ventajas al utilizar maquinaria industrial semejante a la ya mencionada es que el mercado sería cubierto hasta en porciones mayores a las previstas actualmente por Albert Citrus, debido a que la capacidad de producción de parte de la maquinaria permite realizar mayor producto.

4.3 Desarrollar plano arquitectónico, eléctrico e hidráulico de la planta industrial

La distribución en línea o por producto, las maquinas se disponen siguiendo el proceso de fabricación del producto. Los puestos de trabajo están colocados uno a continuación del otro y en cada puesto el dispositivo de evacuación sirve para alimentar el puesto siguiente. Se considera que el tipo de proceso es por producto debido a que:

- La tasa de producción será constante y con probabilidades de crecimiento.
- Existe una línea continua en la secuencia de operaciones para producir.
- El personal deberá ser capaz de realizar tareas repetitivas y rutinarias.

Una de las ventajas al implementar este tipo de distribución es que reduce el espacio ocupado y simplifica la planificación de la producción y el control. El tipo de distribución utilizado para la planta industrial por producto es en U de manera que permita el flujo de personal, y se evite tener contaminación cruzada, así como tener mayor eficiencia y mejor repartimiento del mismo equipo, tal y como se observó en la figura 4.1. A continuación, se muestra el programa de necesidades para la planta industrial, el cual ha sido diseñado bajo NOM 120-SSA1-1994.

4.3.1 Programa de necesidades

El programa de necesidades básicas de una planta industrial consiste en hacer una lista de áreas que se requieren para el funcionamiento de la misma. En Albert Citrus las áreas que se proponen son las siguientes:

- Áreas de producción.
- Almacén de envases y embalajes.
- Almacén de materia prima.
- Área de planificación del control de la producción.
- Laboratorio del control de la calidad.
- Taller de mantenimiento.
- Sala de juntas.

- Área administrativa y oficina principal.
- Comedor.
- Servicios médicos.
- Área de lockers.
- Almacén de producto terminado.
- Áreas verdes.
- Estacionamiento.
- Atención a clientes.
- Servicios médicos.
- Acceso de vehículos de carga/descarga.
- Área de carga de producto terminado.
- Área de almacenamiento de agua y combustibles.
- Vestidores / sanitarios.
- Área de depósito general.
- Áreas verdes.
- Punto de reunión.

Pero también, la planta cuenta con 4 entradas situadas al frente de la misma, que, de izquierda a derecha, la primera representa una entrada al área de atención a clientes, es decir, personas ajenas a la misma, la segunda es exclusivamente entrada vehicular para personal de administración, mientras que la tercera es una entrada a obreros, por lo tanto, la última es el acceso a vehículos de carga de productos o descarga de materia prima.

4.3.2 Plano arquitectónico

En la figura 4.7, se muestra el plano arquitectónico, el cual contiene lo mencionado anteriormente, se propone que las medidas generales de la planta sean de 55 x 30 m. utilizando un total de 20 x 20 m² para el área de producción contando con almacén de materia prima y un laboratorio de control de calidad.

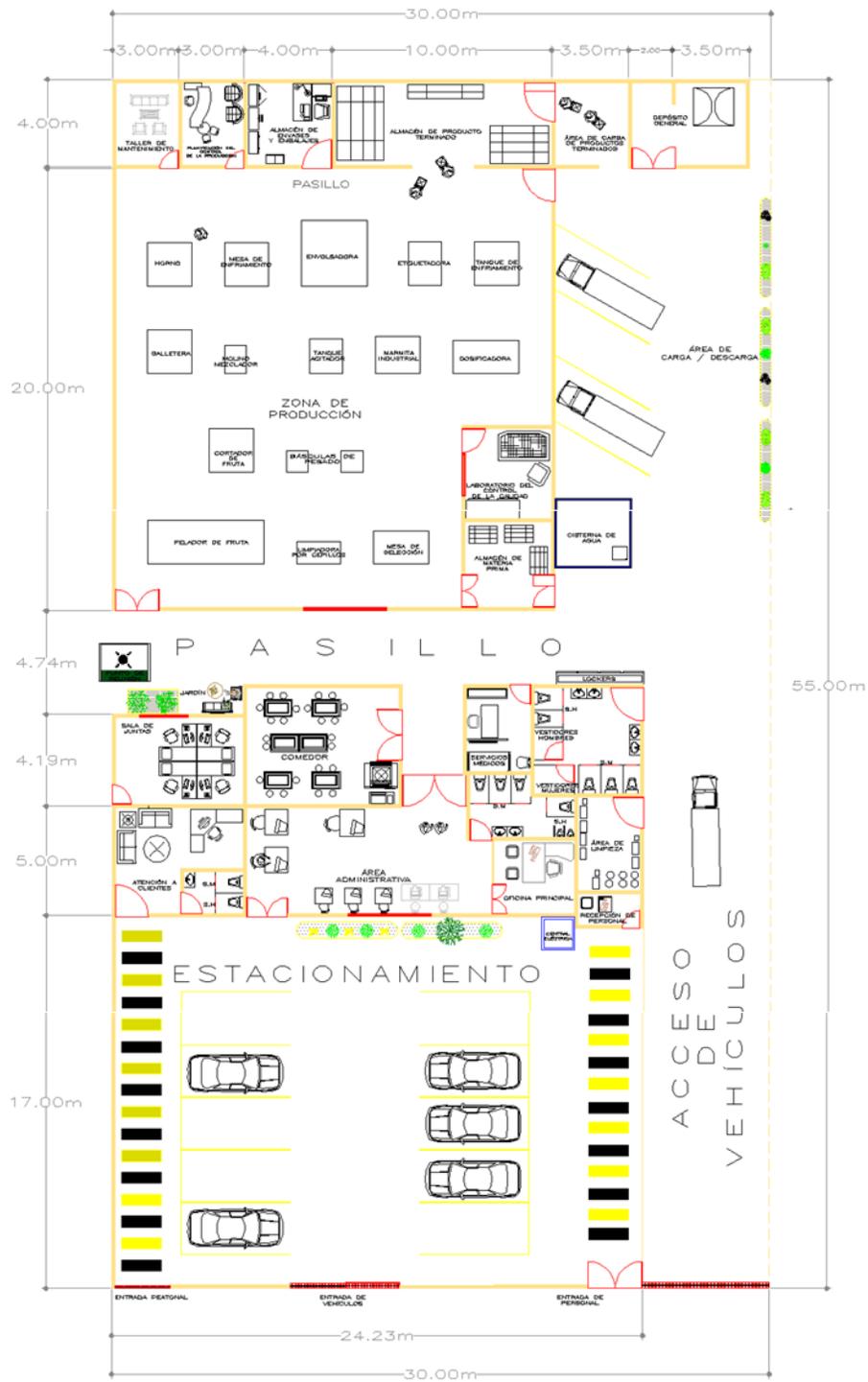


Figura 4.7 Plano arquitectónico
 Fuente: Elaboración propia, 2020

4.3.3 Cálculo del área del punto de encuentro

Para calcular el área necesaria para la conformación del punto de encuentro se debe contar con los siguientes factores:

- Nivel de riesgo.
- Número de trabajadores.

El área con la que debe contar un punto de encuentro debe ser tal que todos los trabajadores puedan entrar dentro de la misma. Siguiendo las pautas de la norma NOM-002-STPS, se cumple que dicha vía esté libre de obstáculos y el recorrido sea menor a 40 metros. Además, la salida debe estar adecuadamente señalizada.

4.3.4 Instalación eléctrica alumbrado

Algunos de los requerimientos para la instalación eléctrica de alumbrado son los siguientes:

- Toda la instalación eléctrica deberá contar cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE_Vigente en lo que corresponda y de acuerdo al plano particular del proyecto correspondiente.
- Deberá usarse tubo conduit metálico galvanizado pared delgada de los diámetros ya indicados, más un conductor desnudo en toda la tubería para continuidad eléctrica del sistema tierra.
- La altura de los tableros de control, apagadores y contactos será de 1.70m, 1.20m y 0.40m respectivamente de N.P.T. a centro de los mismos.
- Utilizar conductor THWLS-75°C.
- Deberá sujetarse los cableados a los siguientes códigos de colores en el aislamiento de los mismos:

Hilos de fase: Para un sistema de 220 Volts:

- FASE A – negro.
- FASE B – rojo.
- FASE C – azul.
- HILOS NEUTROS: blanco o gris.
- HILOS DE TIERRA: desnudo para puesta a tierra de equipos, tuberías y partes metálicas de la instalación. Color verde para puesta a tierra de

contactos polarizados y de cómputo. La instalación eléctrica de alumbrado mostrada en la figura 4.8, está conformada por lo siguiente:

- Acometida:
- Un tablero con numeración
- Tomacorrientes
- Motobomba
- Luminarias
- Tubería metálica

4.3.5 Paneles solares

Un panel solar, placa solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento, están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico porque la energía lumínica produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

La planta Albert Citrus cuenta con 5 paneles solares, sin embargo, en este proyecto se plantea aumentar a un total de 10 paneles, de esta manera se convertiría en una planta sustentable que hace uso de energía renovable, procurando no sólo el cuidado al medio ambiente, sino que también el costo por el consumo energético será menor, además de que incrementará la eficiencia energética de los dispositivos eléctricos con los que se pretenda trabajar.

El lugar en que los 10 paneles solares serán colocados dependerá directamente del punto y dirección exacta en que se obtenga una mayor captación de energía solar, esto con la finalidad de que la electricidad que se consume en dicha planta industrial se genere en menores cantidades, compensando así, el gasto que se invierte para la instalación de estos mismos.

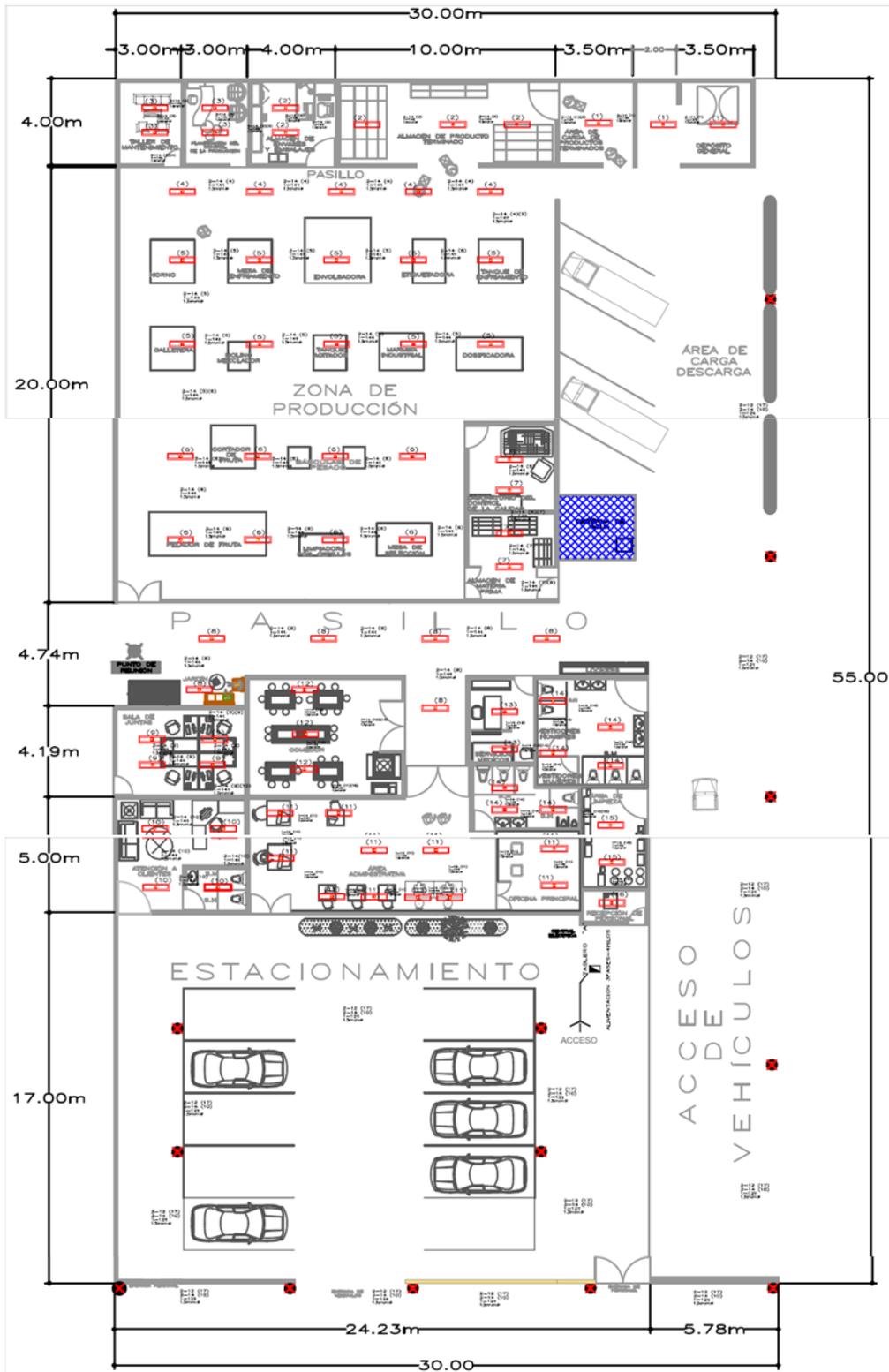


Figura 4.8 Instalación eléctrica alumbrado

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.3.8 Instalación hidráulica

El plano de instalación hidráulica es el conjunto de elementos necesarios para poder proporcionar el servicio de agua en las áreas que sea requerido, en la figura 4.11 se conforma por lo siguiente:

- Abastecimiento.
- Cisterna.
- Tubería.
- Conexiones.
- Tinaco elevado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Que se utilice un software más desarrollado el cual permita realizar la simulación del proceso con las tres líneas unidas, así como también cuente con capacidades de materia prima no solo por pieza sino también por peso.
- Que la empresa constructora que realice la estructura se apoye en un ingeniero industrial para ejecutar correctamente las condiciones y especificaciones mencionadas en este proyecto.
- Que al momento del escalamiento se lleve a cabo un estudio financiero donde se aplique el costeo más adecuado para las necesidades de demanda en producción de la empresa.
- Que se utilice la norma oficial mexicana NOM-251-SSA1-2009, prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios Norma Oficial Mexicana NOM-9001-SEDE-2012, instalaciones eléctricas y NMX-E-018-SCFI-2002, instalaciones hidráulicas.
- Toda la instalación eléctrica deberá contar cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE_Vigente en lo que corresponda y de acuerdo al plano particular del proyecto correspondiente.
- Que la colocación de paneles solares sea en la parte superior externa de la zona de producción, al ser un área que generaría un mayor consumo eléctrico.

REFERENCIAS

- García, R. (2005). Estudio del trabajo. 2da edición. México: McGraw-Hill. pp. 143, 144, 145, 146
- García, E., García, H. y Cárdenas, L. (2013). Simulación y análisis de sistemas con Promodel. 2^{da} ed. México: PEARSON. Pp. 12-15, 152.
- Salvendy, G. (2008). Manual de Ingeniería industrial. 2^{da} ed. México: LIMUSA. Pp. 343-345
- Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., y Tanchoco, J. (2011). Planeación de instalaciones. 4ta edición. México: CENGAGE Learning. Pp: 12, 13,16
- Becerril, D. (2005). Instalaciones Eléctricas Prácticas. Recuperado de: <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Instalaciones-El%C3%A9ctricas-Pr%C3%A1cticas-Becerril.pdf>
- INADEM. (2016). Eficiencia, Eficacia y Productividad en una Empresa. Recuperado de: <https://www.inadem.gob.mx/eficiencia-eficacia-y-productividad-en-una-empresa/>
- Pino, O., Jauregui, U., y Quiroñes I. (1996). La planta piloto y el escalado de procesos de obtención de principios activos para medicamentos por síntesis química. Revista Acta Farmacéutica Bonaerense, 16(01), 8. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/7120>
- Spanco. (2019). Diseño de planta de fabricación efectivo. Recuperado de <https://www.spanco.com/como-elaborar-un-diseno-de-planta-de-fabricacion-efectivo/>
- Secretaría de Economía. (2016). Competitividad y Normatividad / Normalización. Recuperado de: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-normalizacion>
- Secretaría de Economía. (2016). Qué es el distintivo de la Norma Oficial Mexicana, NOM. Recuperado de: <https://www.gob.mx/se/articulos/que-es-el-distintivo-de-la-norma-oficial-mexicana-nom>

- Secretaría de Energía. (2012). Instalaciones Eléctricas (utilización). [NOM-001-SEDE-2012]. DO: 2012. Recuperado de: <http://www.issste-cmn20n.gob.mx/Datos/Normas/136NOM.pdf>
- SEGOB. (24 de noviembre de 2008). Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. [NOM-001-STPS-2008]. DO: 24/11/2008. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5069976&fecha=24/11/2008
- SEGOB. (12 de noviembre de 2010). Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. [NOM-002-STPS-2010]. DO: 12/11/2010. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5170410
- SEGOB. (12 de septiembre de 2014). Manejo y almacenamiento de materiales- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. [NOM-006-STPS-2014]. DO: 12/09/2014. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5359717&fecha=11/09/2014
- SEGOB. (25 de Diciembre 2008). Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. . [NOM-026-STPS-2008]. DO: 25/12/2008. <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-026.pdf>
- SEGOB. (29 de diciembre 2011). Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. [NOM-029-STPS-2011]. DO: 29/12/2011. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5227363&fecha=29/12/2011
- SEGOB. (22 de diciembre 2009). Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades. [NOM-030-STPS-2009]. DO: 22/12/2009. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5125949&fecha=22/12/2009
- SEGOB. (15 de agosto de 1994). Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para bienes y servicios. [NOM 120-SSA1-1994]. DOF: 15/08/1994. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4729065&fecha=15/08/1994

SEGOB. (19 de marzo de 2002). Industria del plástico-Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión-Especificaciones. [NMX-E-018-SCFI-2002]. DOF: 19/03/2002. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5234380#:~:text=NMX%2DE%2D018%2DSCFI,19%20de%20marzo%20de%202002.

Requisitos para habilitar establecimientos de elaboración de alimentos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_habilitar-establecimientos-de-alimentos.pdf>

GLOSARIO

Climatérica: Relativo a cualquiera de los periodos de la vida considerados como cítricos.

Gelificación: es el proceso mediante el cual se forma un gel

Nichos: Es un término de mercadotecnia utilizado para referirse a una porción de segmento de mercado en la que los individuos poseen características y necesidades homogéneas, y estas últimas no están del todo cubiertas por la oferta general del mercado.

OBM: Original Brand Manufacturing (Fabricación de Marca Original)

OEM: Original Equipment Manufacturing (Fabricación de Equipos Original)

Sistema: Se entiende por sistema el conjunto de elementos que interactúan con el fin de lograr un objetivo común.

ANEXOS

Anexo 1. Etapas de elaboración de mermelada (Nivel piloto)

1.1 Selección

Deberá seleccionarse la yaca en su proceso de maduración concluida (3-4 días después del cortado), asegurando que las cualidades y características como el sabor y la consistencia sean óptimas y no excesivas ya que ésta podría determinar una disminución del contenido natural de pectinas presentes.

1.2 Lavado

Una vez seleccionada la yaca, ésta pasará el proceso de lavado con agua potable y jabón de preferencia con un cepillo o escobetilla para eliminar las partículas que se almacenen en la cáscara ya que es de tipo rugosa.

1.3 Cortado

Debido al tamaño y peso de la fruta, deberá pasar un proceso de cortado para proseguir con la eliminación de la cáscara. Ésta deberá realizarse con ayuda de cuchillos de acero inoxidable ya que estos deberán lavarse con hipoclorito de sodio, además de que las áreas de trabajo deberán estar uno a continuación de otro para evitar cruces de materiales e insumos.

1.4 Pelado

El pelado deberá realizarse manualmente, para extraer los bulbos del interior. Posteriormente se prosigue a eliminar el carozo contenido dentro de los bulbos, Reservar.

1.5 Cortado

Una vez que los bulbos están limpios y pelados se cortan en trozos de igual tamaño tomando en cuenta que los utensilios deben ser de acero inoxidable. Reservar.

1.6 Pesado

Se debe pesar la fruta ya limpia y cortada para poder hacer los cálculos e incorporar la cantidad de azúcar y de aditivos necesaria. Pesar todos los ingredientes sólidos y medir los líquidos utilizando balanza y recipiente con escala. El pesado no debe realizarse por aproximación ni utilizando medidas como la pizca, el puñado, etc.

1.7 Cocción

En una olla se coloca al fuego la Jack Fruit y descaroado se le agrega la mitad del total de azúcar y la pectina. Se calienta hasta que rompa el hervor y luego se baja el fuego al mínimo, manteniendo una ebullición suave pero constante y revolviendo permanentemente hasta que se obtenga la consistencia adecuada y se agrega por cantidades pequeñas la demás cantidad de azúcar. El punto final se deberá confirmar con el refractómetro: Utilizando una cuchara, se extrae un poco de muestra de mermelada, se deja enfriar a temperatura ambiente y se coloca en el refractómetro, se cierra y se procede a medir. El punto final de la mermelada será cuando marque entre 65 y 67 grados °Brix de concentración (para una mermelada casera), momento en el cual se deberá detener la cocción. La medición de grados °Brix refleja el porcentaje en peso de azúcares en la mermelada. Durante el procesado hay que revolver permanentemente con una paleta para evitar que se pegue el producto en la olla y que se generen gustos a caramelo.

1.8 Esterilización

El proceso de esterilización consiste en lavar los frascos con agua y detergente, enjuagarlos e introducirlos en un EXHAUSTER, hasta alcanzar 78°C, posteriormente, sin dejarlos enfriar se ponen a secar en el horno, boca abajo, sobre una rejilla.

1.9 Envasado

Los frascos previamente secados en el horno suave y aún calientes, se retiran del mismo y se procede a envasar la mermelada en caliente, dejando un espacio libre de aproximadamente 1 cm. Para terminar el proceso de envasado, se tapan los frascos;

luego se procede a voltear el envase con la finalidad de asegurar el vacío dentro del mismo.

Anexo 2. Etapas de elaboración de galletas (Nivel piloto)

2.1 Molienda

En la licuadora moler bulos de yaca (100 g) con 40 ml de agua y conservar en refrigeración. Reservar.

2.2 Pesado

Pesar los ingredientes de acuerdo a lo ya establecido y reservar en recipientes separados.

2.3 Batido

Con la batidora incorporar a velocidad media durante 15 minutos 125 g de mantequilla, los 125 g de margarina y 250 g de azúcar, incorporando los residuos de las paredes del bowl de la batidora hasta conseguir una mezcla homogénea y apariencia cremosa.

2.4 Incorporación de ingredientes húmedos

Agregar dos yemas de huevo a la mezcla de mantequilla y azúcar al igual que el puré de yaca previamente reservado en refrigeración y batir nuevamente durante 5 minutos hasta que el volumen de la mezcla se haya incrementado.

2.5 Incorporación de ingredientes secos

En el bowl donde se encuentra la mezcla anterior, agregar los 350 g de harina de trigo a la vez que es cernida con una coladera, royal y sal, mezclar con una cuchara, agregando los ingredientes poco a poco hasta incorporar sin sobre batir, durante 5 minutos.

2.6 Refrigeración

En un recipiente limpio vaciar la pasta obtenida y tapar. Refrigerar por 30 minutos.

2.7 Preparar las porciones

Retirar la pasta del refrigerador y verificar que ésta se encuentre en condiciones de manipulación , posteriormente meter la pasta dentro de la manga y duchar sobre la charola y el papel encerado hasta conseguir copos de aproximadamente 3 cm de diámetro. Repetir con toda la mezcla que se obtuvo.

2.8 Cocción

Precalentar el horno a 180° durante 15 minutos. Posteriormente meter las charolas en el nivel medio del horno y hornear durante 18 minutos, hasta que la pasta adopte una coloración dorada.

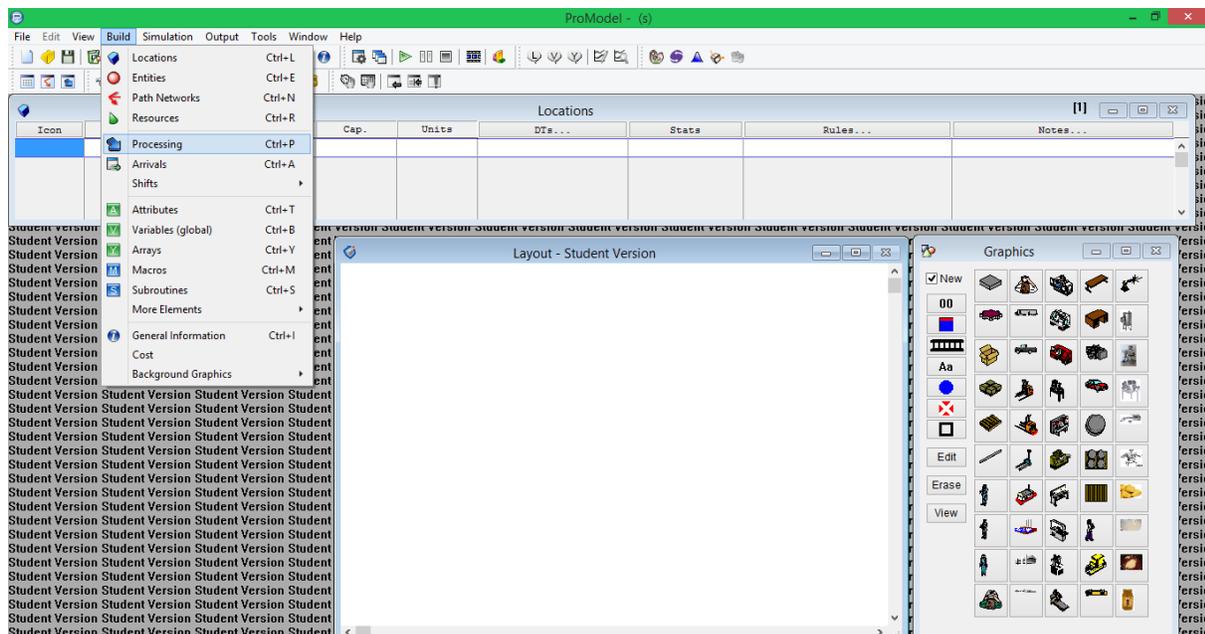
2.9 Reposo

Retirar las charolas del horno y dejar enfriar durante 15 minutos.

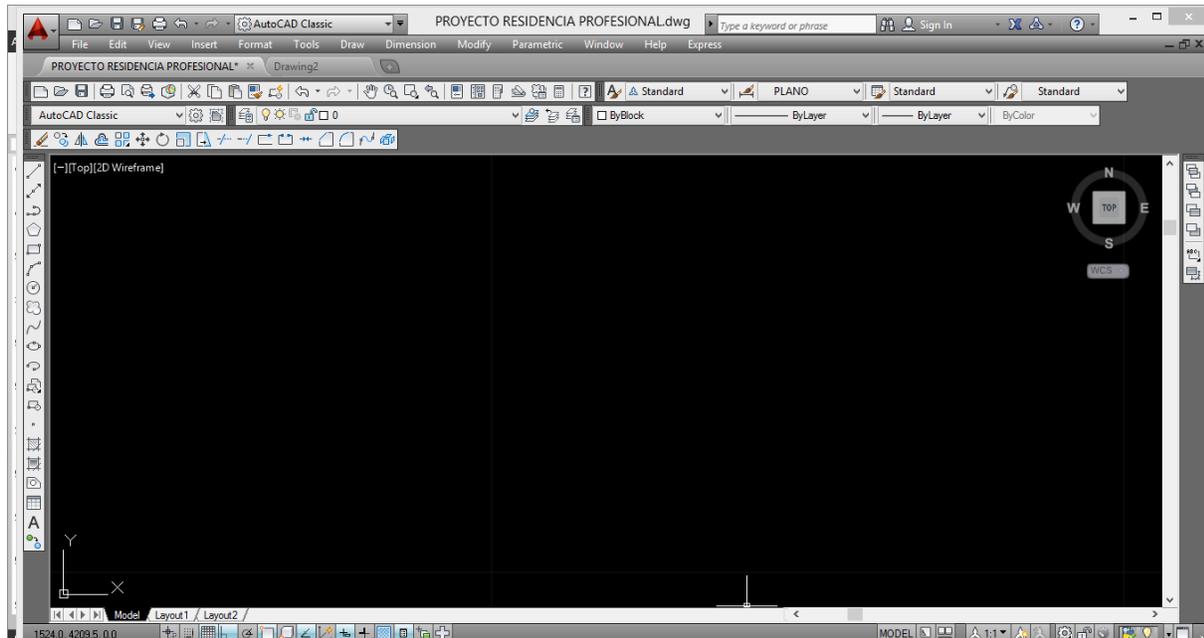
2.10 Pesado

Separar las galletas del papel encerado, y pesar el total de galletas obtenidas, así como el número de las mismas.

Anexo 3. Interfaz gráfica de ProModel



Anexo 4. Interfaz gráfica de Auto CAD



Anexo 5. Simbología de instalación eléctrica alumbrado

	Luminaria de soporte led
	Alumbrado exterior
	Acometida
	Contacto bifásico
	Contacto trifásico
	Tablero
[A.A]	Aire Acondicionado