
Diseño de una planta para la producción de yabolín a partir de almidón de yuca (*Manihot Esculenta*) en el municipio de Betulia, departamento de Sucre, mediante la implementación de la metodología SPL

Jesús David Hernández Hernández

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura
Programa de Ingeniería Industrial
Sincelejo
2018

Diseño de una planta para la producción de yabolín a partir de almidón de yuca (*Manihot Esculenta*) en el municipio de Betulia, departamento de sucre, mediante la implementación de la metodología SPL

Jesús David Hernández Hernández

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Pablo Cesar Pérez Buelvas, M. Sc, Ing.

Codirector

Jhonatan Rodríguez Manríquez, M. Sc, Ing.

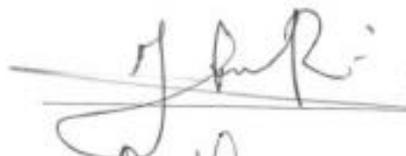
Corporación Universitaria del Caribe – CECAR
Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura
Programa de Ingeniería Industrial
Sincelejo
2018

Nota de Aceptación

4,22



Director



Codirector



Evaluador 1



Evaluador 2

Sincelejo, Sucre, 10 de mayo de 20

Dedicatoria

Quiero dedicar esta culminación a mis abuelos por su soporte, lecciones, perspicacia, por brindarme el sentimiento más puro llamado amor, ayuda en los momentos difíciles, y por apoyarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Agradezco de forma especial la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, enfrentando un sin número de obstáculos para permitirme culminar todas las etapas necesarias de la vida.

Por último, a mi padre y mi hermano y a cada familiar que puso un aporte en mis deseos y realización de mis metas, a mi compañera de luchas Daniela que sin duda alguna fue un soporte crucial para poder finalizar este ciclo de mi vida.

Agradecimientos

Mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a la cúpula de ingenieros del programa por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos años. Especial reconocimiento merece por mi trabajo y las sugerencias recibidas de los ingenieros y amigos Jean Pablo Mendoza, Rafael Merlano, Mario Frank y Pablo Pérez.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis compañeros del Departamento de Ingeniería industrial y también quiero dar un agradecimiento muy especial por la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos. A todos ellos, muchas gracias.

Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción	13
1. Marco Referencial	15
1.1 Antecedentes	15
1.2 Panorama del Yabolín	18
2. Diseño Metodológico	22
2.1. Determinación de la Brecha de Demanda.....	22
2.2. Estimación de la Localización más Apropiaada para el Proyecto	23
2.3 Caracterización del Proceso Productivo.....	23
2.4 Aplicación de la Metodología de Planificación Sistemática de Layout.....	24
2.5 Simulación del Esquema Teóricamente Diseñado.....	24
3. Resultados Obtenidos.....	26
3.1 Situación Relativa del Mercado	26
3.1.1Análisis de la Oferta.	26
3.1.2 Análisis de la Demanda	30
3.1.3 Proyección de la Capacidad Instalada de la Industria de Yabolín en un Horizonte de 7 años.....	33
3.2 Localización del Proyecto de la Planta Productora de Yabolín	34
3.2.1 Método de Antecedentes industrial para Macro localización de la planta	36
3.2.2 Método de Factores Point Rating Para Micro Localización.....	37
3.3 Caracterización del Proceso Productivo.....	38
3.3.1 Diagrama de Proceso	39
3.3.2 Descripción de las Operaciones que Intervienen en el Proceso de Producción de Yabolín.	40
3.3.3 Simbología Utilizada en las Operaciones Realizadas para la Elaboración del Yabolín.....	42
3.3.4 Diagrama de Flujo de Procesos de la Elaboración del Yabolín.	43
3.3.5 Diagrama de Bloques del Proceso de Producción de Yabolín.	44

3.4 Determinación de los Requerimientos de las Áreas de Almacenamiento.....	44
3.4.1 Área de los Productos Finales.	48
3.4.2 Área de la Bodega Almacenamiento	50
3.4.3 Altura Mínima Requerida del Almacén.....	51
3.4.4 Características del Montacargas que Circulara por los Pasillos del Almacén.....	52
3.5 Características de los equipos de los procesos productivos	52
3.5.1 Mezclador De Paletas De Eje Simple.....	53
3.5.2 Colatrice automática DUERO 400.	54
3.5.3 Horno con túnel eléctrico	55
3.5.4 Apilador.....	56
3.5.5 Empacador Galaxi.	57
3.5.6 Cinta Transportadora TA.....	58
3.6 Resumen de características de las Máquinas.....	59
3.7 Diagrama de Máquinas.....	61
3.8 Balanceamiento de la Línea de Producción	61
3.8.1 Producción de Yabolín por hora.	62
3.8.2 Análisis de Balanceamiento del Sistema de Mezclado.	63
3.8.3 Análisis de Balanceamiento del dosificador Colatrice automática DUERO 400.....	65
3.8.4 Análisis de Balanceamiento del Horno con túnel eléctrico.....	67
3.8.5 Análisis de Balanceamiento del Apilador.	69
3.8.6 Análisis de Balanceamiento del Sistema de Empacado.	70
3.8.7 Resumen del Proceso de Balanceamiento.	72
3.9 Diseño del Esquema de Distribución en Planta	73
3.9.1 Determinación del Diagrama de Relación de Actividades de Richard Muther.....	75
3.9.2 Diagrama De Relaciones De Los Recorridos y Actividades.....	77
3.9.3 Patrones de Distribución en Bloques.....	78
3.9.4 Disposición Final del Layout.....	79
3.9.5 LayOut de la Planta.	80
3.10 Modelamiento de la Planta Procesadora en el Software Flexsim	83
3.10.1 Modelo Desarrollado En Flexsim.....	83

3.10.2 Validación Del Modelo En Flexsim.....	87
3.10.3 Verificación.....	89
3.10.4 Análisis e Interpretación de Resultados.....	90
4. Conclusión	97
5. Referencias.....	99
Anexos	101

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Bandeja de Yabolín.....	28
Ilustración 2. Meses de Producción del Yabolín.....	28
Ilustración 3. Pronostico de Oferta RL	29
Ilustración 4. Proyecciones de Población Municipal por Área	31
Ilustración 5. Rango de Edades.....	32
Ilustración 6. Oferta Vs Demanda.....	33
Ilustración 7. Ubicación Geografica San Juan de Betulia.....	36
Ilustración 8. Diagrama de Procesos.....	39
Ilustración 9. Diagrama de Bloques del Proceso Productivo.....	44
Ilustración 10. Producto Empacado	46
Ilustración 11. Embalado del Producto Fuente: Freepik Selection.....	47
Ilustración 12. Distribución de Bodega de Productos Finales	51
Ilustración 13. Apilador Eléctrico SALCOM	52
Ilustración 14. Mezclador de Paletas de Eje Simple FDSP	53
Ilustración 15. Colatrice automática DUERO 400 FDSP	54
Ilustración 16. Horno con túnel eléctrico Alibaba	55
Ilustración 17. Apilador Alibaba.....	56
Ilustración 18. Empacador Galaxi FDSP	57
Ilustración 19. Cinta Transportadora Mecalux Logistic Market.....	58
Ilustración 20. Diagrama de Maquinas	61
Ilustración 21. Análisis de Afinidad	76
Ilustración 22 Relaciones de Recorridos.....	77
Ilustración 23 Patrones de Distribución en Bloques	78
Ilustración 24 Disposición Final del Layout	79
Ilustración 25 Dosificador Flexsim.....	88
Ilustración 26 Horno Flexsim	89
Ilustración 27 Resumen de Datos Mezcladora.....	91
Ilustración 28 Replicaciones de Bodega Final	92
Ilustración 29 Mixer Outputs	92
Ilustración 30 Outputsde Mixer	93
Ilustración 31 Yabolines Dosificadora.....	93
Ilustración 32 Cantidad Yabolines Dosificadora	94
Ilustración 33 Outputs Apilador.....	94
Ilustración 34 Cantidad Apilador.....	95
Ilustración 35 Bodega Final	95
Ilustración 36 Cantidad Bodega Final.....	96

Lista de Anexos

Anexo 1. Validación de Instrumento.	101
Anexo 2. Primera parte del instrumento.	102
Anexo 3. Continuación de instrumento.....	103
Anexo 4. Validación de ofertantes.....	104
Anexo 5. Layout Preliminar.....	105
Anexo 6. Layout de yabolinera.....	106
Anexo 7. Zona de Paletizado y Transporte.....	107
Anexo 8. Horneaje de yabolin.....	108

Lista de Tabla

Tabla 1. Matriz Competitiva.....	27
Tabla 2. Población Municipal por Área Sincelejo.....	31
Tabla 3. Población por Edades.....	32
Tabla 4. Estimación de la Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Demanda.....	34
Tabla 5. Decisiones de Localización.....	37
Tabla 6. Simbología Empleada para el Desarrollo del Diagrama de Flujo de Procesos.....	42
Tabla 7. Diagrama de Procesos.....	43
Tabla 8. Paletizado del Producto.....	49
Tabla 9. Calculo de Porcentaje de utilización.....	49
Tabla 10. Resumen de características de las Máquinas.....	59
Tabla 11. Definición Jornada Laboral.....	62
Tabla 12. Capacidad del Sistema Mezclado.....	64
Tabla 13. Capacidad del Sistema de DUERO 400.....	65
Tabla 14. Capacidad del Horno con túnel eléctrico.....	67
Tabla 15. Capacidad del Apilador.....	69
Tabla 16. Capacidad del Empacador.....	71
Tabla 17. Resumen del Proceso de Balanceamiento.....	73
Tabla 18. Esquema de Distribución.....	74
Tabla 19. Calificación de Cercanía para SLP.....	75
Tabla 20. Razones de Cercanía Consideradas.....	76
Tabla 21. Relaciones de Recorridos.....	77
Tabla 22. Dimensiones de Áreas.....	80
Tabla 23. Objetos.....	84
Tabla 24. Indicadores de Validez.....	90

Resumen

Con el pasar del tiempo las ciudades alrededor del mundo son más sistematizadas y estandarizadas. Para ello, se apoyan en la simulación de escenarios, con el fin de abordar las atmósferas cuya rentabilidad sostenible sea mayor. La presente propuesta de investigación, busca demostrar la importancia del uso de la Simulación en Empresas, ya sea de servicios o manufactureras, a través del Software especializado llamado Flexsim Manufacturing, haciendo relevante las ventajas que trae consigo el simular diferentes procesos productivos, pues se ha demostrado que de esta manera se facilita la toma de decisiones. El trabajo realizado es la recopilación de los datos correspondientes a la caracterización de los procesos de elaboración del Yabolín, como lo son los diagramas de operaciones y de máquinas, los tiempos de fabricación, entre otros; con el firme propósito de elaborar una distribución de planta para que los procesos productivos sean estandarizados en tiempos y cantidades, respecto al personal necesario para cumplir con la demanda, por lo cual se procedió a la Planificación Sistemática de la Distribución para la implementación de fabricación ajustada para mejorar los procesos de fabricación de la industria yabolínera, los resultados obtenidos durante el estudio serán tabulados y analizados con el fin de ratificar las suposiciones planteadas en el proyecto de Investigación.

Palabras clave: yabolín, Sistema de Planificación Sistemática de la Distribución en Planta (S.L.P), distribución en planta, demanda insatisfecha, producción, consumo, layout.

Abstract

Nowadays cities around the world are systemic and standardized. Because of these, they use the scenarios simulations programs to cover all areas where the cost effectiveness is higher. The purpose of this investigation work is to show the importance of the use of Simulation Programs, in the services or manufacturing companies, using a software called Flexsim Manufacturing. This software makes relevant the advantages of simulating in different production processes, it is been demonstrated that using these programs to simulate processes during the products elaboration is easier to take complex decisions. This work is the compilation of data that correspond to the characterization of the manufacturing processes of the “yabolín”, such as the operations and machines diagrams, manufacturing times, among others. With the purpose of elaborate a plant distribution to standardize the product productive time and qualities. Regarding the personnel necessary to meet the demand, reason why we proceeded to the Systematic Planning of the Distribution for the implementation of manufacturing adjusted to improve the manufacturing processes of the “yabolín” industry. The results obtained during the study will be tabulated and analyzed, in order to ratify the assumptions raised in the research project.

Keywords: yabolín, System Layout Planning (S.L.P), plant distribution, unsatisfied demand, production, consumption, layout.

Introducción

Actualmente el departamento de Sucre tiene una participación muy baja en el PIB siendo esta de 0,80% de un 100% lo que evidencia falta de iniciativas para conformaciones de empresas manufactureras a gran escala industrializada, por otro lado en 1998 Artesanías de Colombia realizó la actualización del Censo Económico Nacional del Sector Artesanal, donde se censaron 58.821 artesanos para la obtención de información acerca de aspectos Socio gráficos resultando que el segundo departamento con mayor actividad artesanal en Colombia, equivalente al 10.06% es el departamento de Sucre (Duque, 1998), el cual cuenta con 26 municipios con una diversificación artesanal invaluable por lo que constituye la primordial fuente de ingresos informal en esta región. Entre estos municipios se encuentra San Juan de Betulia que se caracteriza por tener como actividad principal la agropecuaria, siendo su mayor exponente la agricultura debido a las bondades de su tierra, el producto agrícola más relevante es la yuca, de donde deriva su producto insignia el Yabolín artesanal, la elaboración de este souvenir es el soporte económico de muchos hogares de esta área, principalmente de aquellos donde las mujeres toman la rienda de su vivienda convirtiéndose en cabeza de familia.

En consecuencia de esto, el presente trabajo busca principalmente diseñar una planta para la producción de Yabolín a partir de yuca (*Manihot Esculenta*) en el municipio de Betulia, Departamento de Sucre mediante la implementación de la metodología SPL, encaminada a optimar la producción informal del Yabolín por la tecnificación de la cadena de producción, por lo tanto, el diseño y mejoras en las condiciones de producción del presente proyecto de investigación se justifica primeramente, al estandarizar las etapas que intervienen en la fabricación de este producto lo que proporcionaría un control a nivel productivo logrando la efectividad y aumentado los niveles de calidad de vida de las aglomeraciones familiares que se encargan de continuar la producción del Yabolín. Además de esto, el presente trabajo también se justifica en la necesidad que existe por encontrar mecanismos que contribuyan a que este souvenir alcance nuevas esferas en los mercados nacionales e internacionales haciéndolas competitivas como producto distintivo de organizaciones artesanales de la región sabanera.

Por tal motivo una planificación adecuada que proporcione efectuar diversos experimentos con anterioridad de las instalaciones de una organización, dando como prioridad la eliminación de procesos productivos innecesarios, proporciona mayores niveles de ganancias, En tanto a esto la simulación es un instrumento muy versátil que permite representar virtualmente el funcionamiento de las máquinas que intervienen en la producción y paralelamente faculta el efectuar innovaciones o modificaciones en el sistema mientras se ve el impacto que estos cambios puedan tener, lo que implica una ventaja ya que solo altera un bosquejo virtual sin afectar el sistema real.

1. Marco Referencial

1.1 Antecedentes

Para el Departamento Nacional de Estadística (Dane), la producción industrial creció en 2016 cerca del doble de lo que se evidenció en 2015, como resultado de una mayor dinámica de la actividad industrial (Reina, 2017), lo que le exige a las empresas colombianas más eficiencia en sus sistemas de producción. Por esta razón todo el esquema productivo de las empresas de hoy en día debe ser flexible y rentable en todas las esferas de los procesos productivos en pro del desarrollo de sus metas. Lo anterior nos hace reflexionar acerca de cómo estamos haciendo las cosas en el ámbito de la planificación, por lo tanto, el proceso de planificación de la distribución en planta es uno de los temas que se convierten en focos cruciales para que la empresa siga creciendo, la industria productora de snacks tiene que ir de la mano con estas modernizaciones y crecimientos del sistema industrial de nuestro país. Estas empresas productoras de snack deben planificar de manera rigurosa su esquema de distribución lo que conlleva a observar detenidamente la capacidad de demanda, los procesos, diseño de planta, para que logísticamente el producto sea un éxito.

Lo anterior no es un tema que se haya podido realizar de manera fácil, se han tenido que hacer un sin número de estudios a través del tiempo. Al hablar de distribución en planta no sería correcto dejar atrás a Richard Muther y sus metodologías, en 1961 el estudioso desarrollo una metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés Systemic Layout Planning, dicha metodología posee las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes y comienza a tener en cuenta el flujo de materiales en el estudio de distribución, lo que hace que el proceso de planificación total sea racional y llevado a cabo en fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos (García, 1997). El mismo Muther en 1981 sostuvo que el problema principal de la distribución en planta es el determinar el orden lógico de los espacios de trabajo y del equipo y como resultado se obtiene la factibilidad económica que

permite llevar a cabo el proceso productivo, garantizando la seguridad y la satisfacción de los operarios en el entorno industrial (Mas, 2010).

“La distribución en planta es un fundamento de la industria. Determina la eficiencia y, en algunos casos la supervivencia de la empresa” (Murther, 1970).

Gloria del Río Cidoncha en 2003 argumento que, por la gran aceptación de la metodología SLP, y la prolongación que los tres métodos existentes han tenido, ha sido la causa de que no haya habido posteriores investigaciones de relieve en este contexto (del Río Cidoncha, Martinez Lomas, Martinez Palacios, & Perez Diaz, 2007). Lo anterior, no es indicativo de que el problema de la distribución en planta haya perdido utilidad para la ingeniería, por el contrario significa que en este ámbito se ha optado porque la metodología usada se caracterice por su unanimidad, como consecuencia de esto los esfuerzos más grandes en este tema se han centrado en los dos pasos fundamentales que tiene la SLP: la creación y la recapitulación de alternativas, a través de la generación de layouts, y también la evaluación y selección de los mismas, a través de técnicas con fines de optimización.

Siguiendo esta línea en el trabajo realizado por WorldPress sobre distribución en planta en 2010, nos encontramos que una adecuada distribución en planta es uno de los objetivos fundamentales del diseño de la empresa. Mientras que la correcta ordenación de los medios de producción se constituye como fuente de ventajas competitivas ya que tiene incidencia directa sobre el costo de los productos que son fabricados, los tiempos de fabricación, el consumo de recursos primarios y la capacidad de adaptación a los cambios que sufre la demanda, una distribución incorrecta de la planta por el contrario constituye un grave problema que dificulta todos los anteriores conceptos (Mas, 2010).

Para poder aplicar la distribución en planta de manera adecuada, se cuenta con la dinámica de simulación, está ahorra muchos costos ya que no conlleva a una distribución aplicada a la

realidad sino como su nombre lo indica a una simulación de cómo podría estar distribuida la planta para hacer los procesos más efectivos.

La Simulación dota a la organización de una formación y una educación acerca de cómo están operando los sistemas, permitiendo la detección de problemas logísticos característicos y habilitando análisis profundos sobre la situación productiva y evaluando dichas alternativas (Simergia Engineering, s.f.).

Integrando los anteriores conceptos de distribución en planta y simulación nace en 1993 el Flexsim. Desarrollado por FlexSim Software Products, Inc. fundada por Bill Nordgren (co-fundador de Promodel), Roger Hullinger y Cliff King, originalmente bajo el nombre F&H Simulations Inc. inicialmente se especializaban en otro software de simulación llamado Taylor II y a partir del año 2000 la empresa inició el desarrollo de su propio software y en 2003 fue lanzada la primera versión de Flexsim (Gil, 2012).

En nuestro país más del 50% de los programas de ingeniería industrial están usando Flexsim, según información consignada en la web de Vatic Consulting Group, el software presenta uno de los mejores ambientes tridimensionales y es capaz de simular cualquier proceso, siendo rápido y fácil de usar (Triana, 2013).

La planta es la representación física de los procesos productivos, es el espacio que permite llevar a cabo la misión de una organización. La distribución de planta es la proporción que se le da a una planta en la cual se definen los espacios donde se ubicarán los diferentes departamentos y actividades. Y que el mantener un orden y planificación espacial dentro de cualquier empresa es un objetivo indiscutible para la consecución de las metas de producción de la misma, hoy en día este proceso es más fácil debido a las herramientas de simulación como lo es el Flexsim.

1.2 Panorama del Yabolín

Un “yabolín” es un panecillo parecido a una pequeña bolita, cuyos ingredientes son almidón de yuca, queso, huevos, leche y sal (Abierto, 2014).

El yabolín hecho a base de almidón, que ha sido usado desde sus orígenes para impartir propiedades funcionales a los alimentos, mejorar la textura, viscosidad, proveer cohesión y mantener la tolerancia al proceso necesaria y requerida para su manufacturación, es el ingrediente que le agrega valor los productos que lo utilizan de ingrediente base como lo son los batidos, dulces, salsas, alimentos para mascotas, derivados lácteos y alimentos snack, como el Yabolín. (QN Quiminet, 2008).

El “yabolín” es un pasaboca típico y muy conocido en nuestra región y toda Colombia, incluso se podría decir que lo hemos llevado en alguna ocasión al exterior del país, pero sabemos que es, de que esta hecho, cuál es su proceso productivo. Pues bien, comencemos diciendo que el “yabolín” es un pasaboca insignia, orgullo de la Sabana Colombiana, un nombre conocido por toda la sabana del departamento de Sucre, que en los últimos 20 años pasaron de ser un elemento más de las comidas campesinas a posesionarse en el stand del mercado regional con una demanda que supera la oferta, con su origen incierto entre los municipios de Betulia y Corozal (La Guía de Sincelejo, 2015)

Entre estos dos municipios se disputa el origen del producto que está llegando a las manos de cada vez más personas, en este trabajo nos concentraremos en hablar del “Yabolín” de San Juan de Betulia, donde culturalmente así lo llaman porque su producto base es la Yuca, sin embargo y sin adentrarnos en la discusión cultural de cómo llamarlo, lo que bien es cierto que ya este producto destacado de la región tiene una elaboración artesanal que lleva aproximadamente unos 100 años (La Guía de Sincelejo, 2015), en un principio era elaborado para regalarlo entre los vecinos y visitantes, para repartir como pasaboca en los velorios con café, pero debido a su gran acogida nos podemos dar cuenta que hoy casi todos sabemos que es un yabolín y además lo hemos consumido.

Los orígenes de la comercialización informal del yabolin se remontan a personajes como lo son la Señora Zoila Tovar quien le enseñó a su sobrina Carmen Rodríguez Tovar como elaborar el yabolin hace unos 60 años, hoy en día a sus 80 años Carmen ha pasado de hacer yabolin para que solo lo coma la gente en Sucre, a venderlos para ser comercializados en Cartagena, Barranquilla, Santa Marta o cualquier otra ciudad. Hoy estos productos son solicitados por la mayoría de los tenderos de Sucre, sus demandantes traspasan las fronteras del departamento ya que quienes han escuchado hablar de los yabolines típicos de Betulia hacen una parada obligatoria para adquirir el producto (Los Diabolines de Doña Carmen, 2001)

Según un estudio de todo el territorio de Betulia y sus puntos más importantes refiriéndose a población, geografía, sociología, economía, entre otras, es conveniente mencionar la existencia de microindustrias que funcionan en el ámbito familiar hace unos 20 años y se dedican a la producción de los mencionados pasabocas, los cuales son muy apetecidos en la región. Sin embargo, no utilizan maquinaria industrial, solo disponen de pequeños hornos caseros para la producción de ésta actividad. Por lo tanto su comercialización es a pequeña escala (Sucre, 2012).

Sin embargo, al tratarse de un pasaboca sano, hecho a base de almidón de yuca, horneado de forma artesanal y sin adiciones químicas, hoy en día el Yabolin es demandado en mayor cantidad que hace algunos años.

1.3 Marco Conceptual

Snacks

Un snack se define como una pequeña cantidad de alimento y/o bebida que se consume entre comidas o en ocasiones especiales como celebraciones y reuniones. Además, este tipo de productos se caracterizan por ser ligeros y de fácil acceso para el consumidor al no requerir preparación (Cámara de Comercio de Cali, 2016). Según cifras de la firma líder mundial en el mercado de

snacks, Pepsico, se presentan 67 ocasiones para un consumidor típico del mercado occidental tenga un contacto con este tipo de productos.

En un mercado de alto crecimiento potencial nuevas tendencias en su consumo se evidencian siempre buscando un factor crucial como lo es el término de la salud por los agitados ritmos de vida que predomina es las ciudades principales. Las exigentes jornadas de trabajo, el movimiento constante, la realización de actividad física, y el intento por generar vida familiar y social, motiva a las personas a buscar productos que faciliten sus actividades cotidianas y les permitan optimizar el uso de su escaso tiempo libre.

Flexsim

Flexsim es un software que posee un ambiente orientado a objetos para desarrollar, modelar, simular, visualizar y monitorear actividades y sistemas con procesos de flujo dinámico (Montolivo, 2010)

SLP

SLP hace referencia un procedimiento sistemático que tiene muchos criterios, que se aplica tanto a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya constituidas.

Yabolin

Snack tradicional, en la categoría de productos horneados hecho a base de almidón de yuca, leche, huevo, sal, margarina y queso, su originario de los municipios de Betulia y Corozal.

Distribución en planta (layout)

La distribución en planta (layout en inglés) es la mejora más importante que se puede hacer en una fábrica mediante el cambio físico de la planta, ya sea para una fábrica existente o todavía



en planos, y se refiere a la óptima disposición de las máquinas, los equipos y los departamentos de servicio, para lograr la mayor coordinación y eficiencia posible en una planta (LeanManufacturing10, s.f.).

2. Diseño Metodológico

La investigación del proyecto propuesto en el presente informe, se desarrollará en la ciudad de Sincelejo – Sucre, tomando como modelo a seguir el esquema del método científico tradicional, partiendo del análisis detallado del problema en cuestión, la revisión exhaustiva de los métodos propuestos para darle solución, en función de los principios y bases de funcionamiento en las que se apoyan de acuerdo a la bibliografía consultada. Posteriormente se plantea la metodología más adecuada para proponer una solución práctica a la necesidad identificada, a la que se le desarrollará el apropiado proceso de simulación y análisis estadístico de los resultados para validar su desempeño. Es importante indicar que el enfoque del proyecto de investigación propuesto es mixto, con preponderancia cuantitativa, debido a que abarca los principios del diseño en ingeniería desde una perspectiva práctica y aplicada. También es fundamental señalar que la investigación adelantada tiene alcance descriptivo con elementos correlacionales, pues a pesar de que fundamentalmente se busca especificar las propiedades y características técnicas que debe poseer el esquema de distribución en planta para proponer una solución a la necesidad identificada, existen apartados de dicho estudio en los que se hace necesario la asociación de variables mediante un patrón predecible, en especial en el análisis del desempeño del esquema de diseño propuesto.

Metodológicamente la presente de tesis se desarrollará siguiendo 5 fases, las cuales se enuncian y describen a continuación:

2.1. Determinación de la Brecha de Demanda

En esta primera etapa el objetivo fundamental es identificar la demanda y oferta del Yabolín Artesanal de San Juan de Betulia, se realizaron estudios que tendencias de mercado evidenciando una producción por pedido en el municipio oriundo(Betulia) por medio del instrumentos validados por la evaluación de expertos en el área de marketing, asesoría, investigadores y dueños de plantas productoras de Yabolín, paralelamente por medio de la búsqueda en la base de datos de organizaciones internacionales se catalogó un Snack más específicamente aquellos tipo horneado

donde el Yabolín califica, a partir de un constructo validado con el formato del doctorante Alexander Rosado Serrano se determinó su aceptación en la capital sucreña por lo cual se construyó el panorama de demanda evidencio la aprobación por parte de este región que aún no ha sido cubierta por la industria nacional en función de la relación que existe entre las proyecciones para el consumo y los niveles de producción anual.

2.2. Estimación de la Localización más Apropiaada para el Proyecto

En esta segunda fase se procederá a determinar la localización más acorde para diseño industrial propuesto, la ubicación es crucial a la hora de diseñar una empresa dado a su influencia en el ámbito económico podría hacer variar el desarrollo de la organización a largo plazo, de ahí a que su análisis debe realizarse de manera integrada con las demás áreas del proyecto, para una certeza de la ubicación correcta se aplicaran dos métodos de localización como *ANTECEDENTES INDUSTRIALES* y *POINT RATING* que mezclan enfoques cualitativos y cuantitativos bajos factores subjetivos como objetivos.

2.3 Caracterización del Proceso Productivo

Después de tener un panorama de la demanda a satisfacer se continuará a desarrollar un estudio de las etapas operacionales del proceso productivo de fabricación de Yabolín artesanal, donde se determinarán los ciclos de tiempos de los procesamientos que intervienen en la trasformación de la materia hasta el producto final, paralelamente los requerimientos técnicos de las maquinarias del esquema propuesto, para esto se procederá a seguir la siguiente secuencia metodológica:

- ❖ Determinación de las operaciones y de la secuencia del proceso productivo de fabricación del Yabolín artesanal.

- ❖ Determinación de la capacidad, tiempos de procesamientos, dimensiones, tipo de tecnología de operación y demás requerimientos técnicos de maquina necesarios para modelar el sistema.
- ❖ Diseño y construcción de los diagramas de operaciones y procesos.
- ❖ Descripción técnica de las operaciones implicadas, de acuerdo con la secuencia expuesta en los diagramas anteriormente citados.

2.4 Aplicación de la Metodología de Planificación Sistemática de Layout

Todo proyecto de distribución en planta debe pasar por las fases propuestas por Richard Muther, que como sabemos tiene como principal objetivo incorporar el flujo de materiales y esquematizar la distribución en planta de forma eficiente y eficaz contando con una relación estrecha entre los distintos departamentos de la empresa de producción propuesta en este trabajo, se propone cumplir con el siguiente esquema:

- Determinación del diagrama de la relación de actividades.
- Desarrollo del diagrama de relaciones.
- Elaboración de la hoja de trabajo.
- Construcción de las diversas alternativas de diagramas adimensionales de bloques.
- Selección del diagrama de bloque que mejor se ajuste al esquema de producción y a los intereses del equipo de trabajo.

2.5 Simulación del Esquema Teóricamente Diseñado

Ya realizado el paso anterior, el siguiente paso es simular el modelo diseñado teóricamente en FlexSim para poder comprobar de manera estadística el desempeño y comportamiento de la planta formulada por el equipo de diseño. Con el fin de cumplir este objetivo se desarrollará lo descrito a continuación:

- Definición del sistema a simular.

- Formulación del modelo.
- Recolección de los datos.
- Implementación del modelo en la plataforma asistida de FlexSim v17.2.2
- Validación del modelo.
- Experimentación del esquema para el periodo de operación propuesto por el equipo de diseño.
- Interpretación estadística de los resultados obtenidos.
- Documentación de las perspectivas de la experiencia.

3. Resultados Obtenidos

3.1 Situación Relativa del Mercado

La tendencia del mercado de snacks en el ámbito nacional es muy amplia actualmente preexiste gran diversidad de productos altamente establecidos que se encuentran en dos pilares que son dulces y salados. No obstante, esta diversidad no debe catalogarse como una desventaja, pues según Gabriela Doig manifiesta que se puede aprovechar la sensibilización que los competidores iniciaron en su momento con la diversificación de sus productos (Doig, 2012), Según el estudio de las tendencias de mercado realizado por Nielsen, los productos que tienen un componente natural tienen una aceptación del 68% con respecto a los que son manipulados. Los snacks o los “pasabocas” se pueden consumir acompañados de refrescos o bebidas alcohólicas en las reuniones sociales o simplemente solos por auto premiación o disminución de antojos, lo que los hace productos de consumo frecuente.

3.1.1 Análisis de la Oferta.

Para poder estimar el valor medio de la demanda anual de Yabolín en el municipio de Betulia, se determinó primordialmente la oferta donde se realizó un enfoque de pronóstico de oferta de tipo cualitativo (Encuesta Mayor), el cual abarco las 14 fábricas representativas de esta región, no obstante 64% de estas empresas poseen una producción mensual muy escasa para niveles industriales por lo que se optó por tomar aquellas que contaran en su cadena de producción con dos hornos o más, por lo cual se realiza una matriz de competitividad que aborda las que principales yabolineras que pueden tener mayor porcentaje de producción en el mercado.

Tabla 1.

Matriz Competitiva

MATRIZ DE PERFIL COMPETITIVO									
FACTORES CLAVES DE ÉXITO	PONDERACION	Josefa		Luz Mila		Melba		Lina	
		Clasi	Result	Clasif.	Result	Clasif.	Result	Clasif.	Result
PARTICIPACION EN EL MERCADO	0,1	4,5	0,5	3,5	0,4	3,8	0,4	4,0	0,4
COMPETITIVIDAD EN PRECIOS	0,2	4,0	0,8	4,0	0,8	4,0	0,8	4,5	0,9
CANALES DE DISTRIBUCION	0,3	4,0	1,2	3,0	0,9	3,0	0,9	3,5	1,1
CALIDAD DEL PRODUCTO	0,2	4,5	0,9	3,5	0,7	3,0	0,6	4,0	0,8
DESARROLLO TECNOLÓGICO	0,2	3,0	0,6	2,0	0,4	2,0	0,4	2,5	0,5
TOTAL RESULTADO PONDERADO	1,0	--	4,0	--	3,2	--	3,1	--	3,7

Fuente: Elaboración propia

El análisis estadístico elaborado no representa una predicción absoluta del futuro, pero constituyen un posible escenario.

Las proyecciones individuales de los productos analizados, dentro de las cuales se consideran productos de segunda necesidad, como lo es el caso de la Yabolín artesanal, fueron sujetas a un examen crítico por el cual los riesgos e incertidumbres en las proyecciones del nivel de referencia se examinaron mediante la metodología de regresión lineal, el cual es un método con enfoque cuantitativo que nos permite pronosticar la oferta, teniendo como causas la suma de oferentes en el transcurrir del tiempo.

A la unidad de medida conocida en el gremio de productores de Yabolín como “asado”, equivalente a un promedio de ocho a diez bandejas de Yabolín horneadas en hornos artesanales con una media de contenido de 65 unidades de este producto (ver ilustración), se le realizó una

conversión a Kilogramo, una unidad de medida conocida en el ámbito productivo por la cual se establecieron los niveles apropiados de producción para estas fábricas.



Ilustración 1. Bandeja de Yabolín

Fuente: Betulianos, betulianos2010.blogspot.com.co

En este sentido se consideró la siguiente tabla en la que se expone el comportamiento mensual de la producción de Yabolín en el municipio de Betulia, para el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2017, de acuerdo con las proyecciones desarrolladas en el estudio de mercado elaborado para las fábricas yabolíneas Luz Mila, J.J., Melba, Josefa y Lina. Concluyendo paralelamente que el tipo de producción evidenciada en esta región para este producto es por pedido ya que el mercado absorbe la producción inmediatamente pero solo a escalas minoristas dejando a un lado los canales de comercialización de hoteles, restaurantes y supermercados.

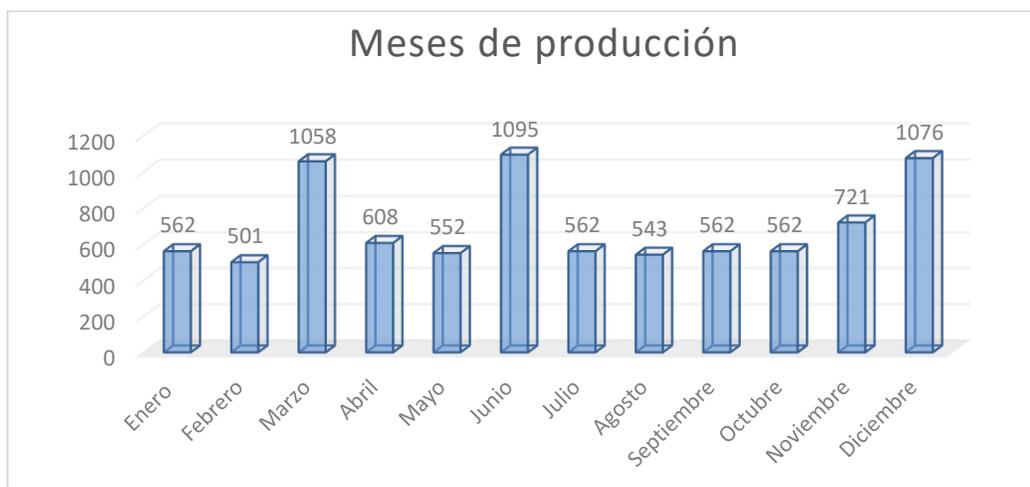


Ilustración 2. Meses de Producción del Yabolín Fuente: Elaboración Propia Basado en el estudio de mercado.

Donde se relacionan la cantidad producida en Kilogramos en los diferentes meses del año, con la información contenida en la anterior tabla se procede a desarrollar un pronóstico de la oferta para los meses siguientes.

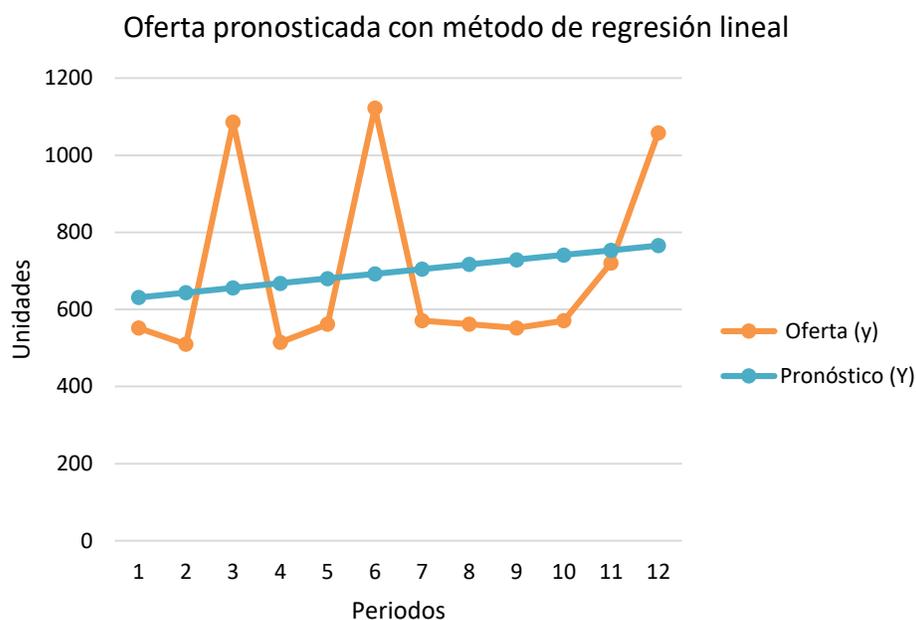


Ilustración 3. Pronostico de Oferta RL

Fuente: Elaboración Propia Basado en el estudio de mercado.

En función de la producción y el consumo de Yabolín se puede evidenciar que las actuales fabricas realizan aumentos en los niveles de producción en los meses donde hay fechas especiales en Colombia como son Semana Santa, Vacaciones de medio año y finales de año, por consiguiente se evidencia que cada vez este producto tiene una acogida en un mercado fluctuante llevando sus niveles de producción a nuevos esferas, por tal motivo se procede a aislar la brecha artesanal de este producto buscando nuevos canales demandados donde el Food Service presenta nuevas rutas de demanda.

3.1.2 Análisis de la Demanda

Considerando el yabolín como un Snack artesanal de jerarquía siendo apropiado para las cadenas locales, hotelería, instituciones y restaurantes, el consumo per cápita de snacks en Colombia representa 1,9 kg/año por habitantes según un estudio de análisis de información realizados por *la cámara de comercio de Cali* (Camara de Comercio de Calí, 2014). En la estimación cuantitativa de su demanda se consideró un porcentaje de la demanda insatisfecha de los Macrosnacks en el departamento de Sucre, por tal motivo se realizó una encuesta a una muestra intencional de la ciudad de Sincelejo para determinar los niveles de aceptación de este souvenir.

El mercado potencial está determinado por las poblaciones de Sincelejo, para las edades comprendidas entre 10 y 59 años. La población está dada con una proyección realizada por el plan de ordenamiento territorial de Sincelejo apoyado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). El tamaño de la muestra se calcula por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{\frac{1 + e^2 * (N - 1)}{(k^2 * p * q)}}$$

En donde,

N es el número de individuos que forman el universo.

n es el número de individuos de la muestra.

P y Q son una medida de dispersión.

k es el nivel de confianza. En este caso es el 92% de confiabilidad.

e es el error muestral máximo que se desea cometer. En este caso es de 8%.

Tabla 2.

Población Municipal por Área Sincelejo

POBLACIÓN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TOTAL, SINCELEJO	263.751	267.561	271.355	275.218	279.031	282.833	286.716	290.624
CABECERA	246.080	249.930	253.762	257.663	261.512	265.350	269.267	273.209
RESTO	17.671	17.631	17.593	17.555	17.519	17.483	17.449	17.415

Fuente: Elaboración propia

Con esta información de la tabla 1 es posible estimar la demanda en kilogramos de snack que tiene el departamento de sucre por sexo, donde un 49.17% y 50.83% son hombres y mujeres respectivamente, la pirámide poblacional nos muestra la concentración de habitantes por edades representando 206.025 habitantes el mercado objetivo, la segmentación se realizó de acuerdo a las aglomeraciones del D.A.N.E.

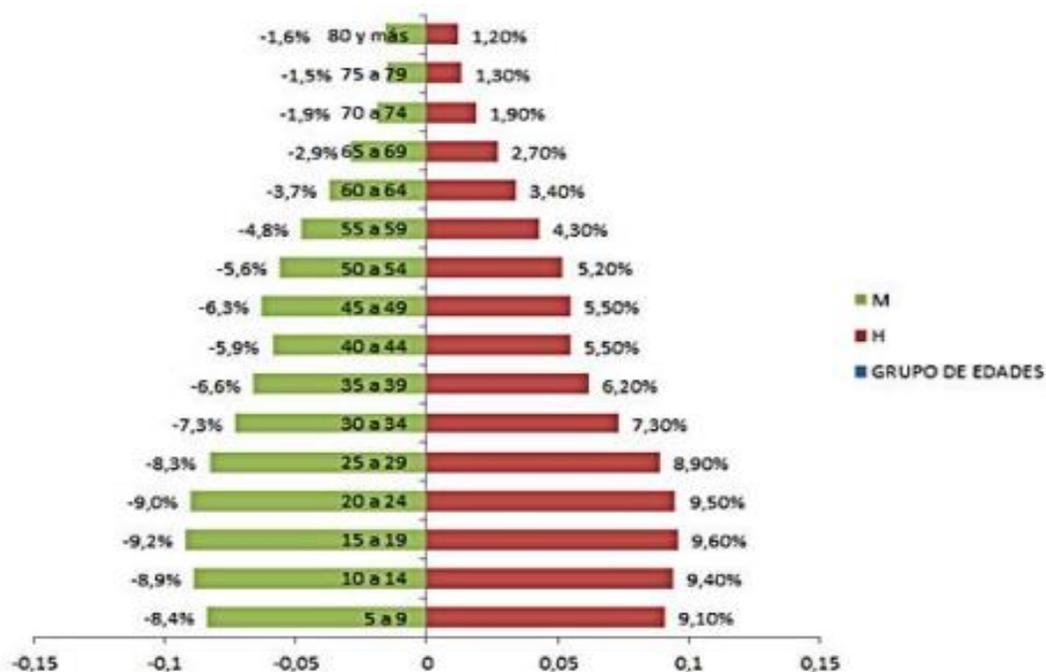


Ilustración 4. Proyecciones de Población Municipal por Área

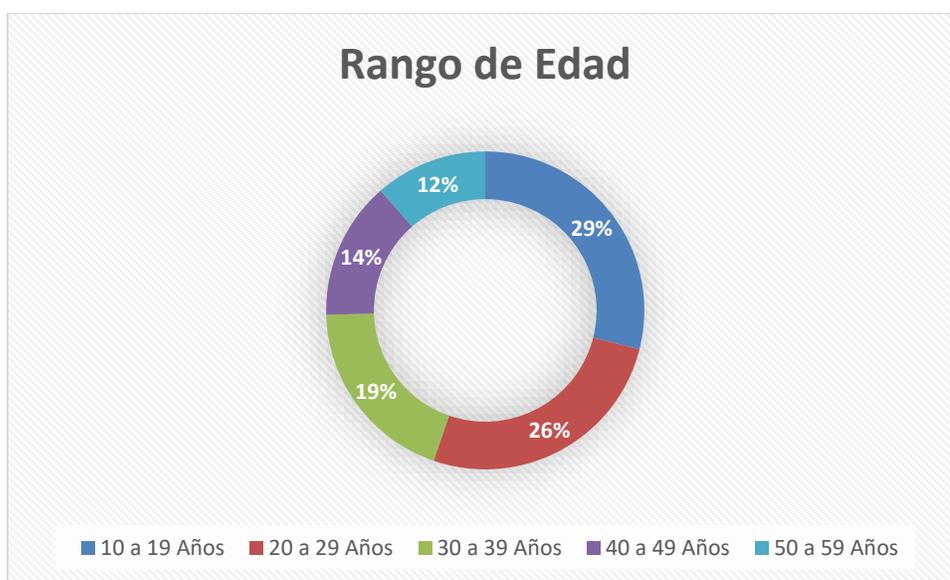
Fuente: DANE – COLOMBIA. PROYECCIONES DE POBLACIÓN MUNICIPALES POR ÁREA.

Tabla 3.

Población por Edades

Población total	Edades	Población edad	Muestra por edad
286.716	10-19	53.209	33
	20-29	51.206	30
	30-39	39.271	22
	40-49	33.269	16
	50-59	29.070	13
	Total	206.025	114

Fuente: Elaboración Propia Basado en el estudio de mercado.

*Ilustración 5. Rango de Edades*

Fuente: Elaboración Propia Basado en el estudio de mercado.

Según el instrumentó ejecutado (Ver anexo), se obtuvieron estadísticas que dieron el panorama de aceptación del yabolín. La mayoría de los Sincelejanos consultados, el 71,2% indicaron a la hora de consumir prefieren un producto libre de conservantes, por otra parte la encuesta indicó que el 40,5 por ciento admitió que a menudo consume los snack de categoría de horneados donde se encuentra el Yabolín que tuvo una aceptación equivalente al 44 por ciento, solo el 10 por ciento de los encuestados no está de acuerdo con comprar un producto típico de la región como es el Yabolín, lo que indica que su grado de aprobación y consumo son mayores.(Ver anexos de Instrumentos).

3.1.3 Proyección de la Capacidad Instalada de la Industria de Yabolín en un Horizonte de 7 años

Con la convicción de abarcar este nuevo canal de comercialización del Yabolín artesanal en un análisis técnico y diseño esquemático, se hace necesario primeramente establecer el valor inicial de la capacidad instalada que tendrá el proceso productivo a diseñarse, a través de los estudios realizados en la oferta y demanda se apreció la brecha existente en el tiempo por medio de una línea de cálculo, haciendo referencia cuantitativa a 5.812 Kilogramos en promedio mensual, realizando una gráfica con un eje secundario se puede evidenciar esta distancia.



Ilustración 6. Oferta Vs Demanda

Fuente: Elaboración Propia Basado en el estudio de mercado.

Por ser el Yabolín una industria netamente artesanal sin controles numéricos de ventas no se puede estimar cuanto ha crecido la demanda en el transcurrir del tiempo, no obstante, afianzándonos en la estimación de la demanda insatisfecha de snack se procede a realizar la razón de crecimiento promedio mensual de la demanda de Yabolín no cubierta por la industria del municipio de San Juan de Betulia, de acuerdo con el comportamiento de crecimiento poblacional de Sincelejo, que según el DANE es equivalente al 3,3 por ciento.

Tabla 4.

Estimación de la Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Demanda

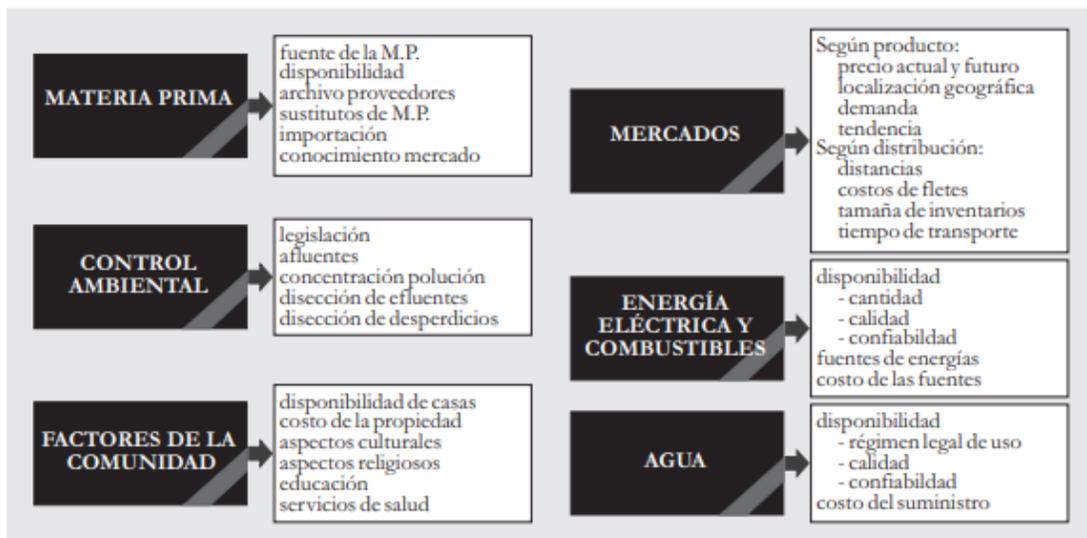
<i>Año de proyección</i>	<i>Demanda con índice de crecimiento poblacional</i>
2018	5812
2019	5986
2020	6166
2021	6351
2022	6542
2023	6738
2024	6940

Fuente: Elaboración Propia Basado en 2018-2024.

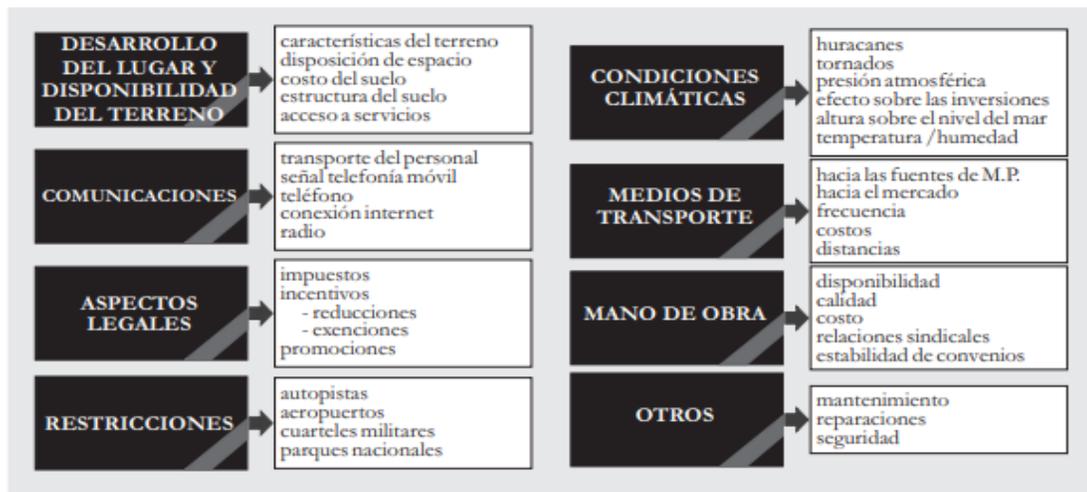
3.2 Localización del Proyecto de la Planta Productora de Yabolín

La adecuada localización de una planta puede determinar el éxito o fracaso de esta ya que contempla parámetros económicos y estratégicos implicando una relación cada vez más estrecha entre la distribución, comercialización y venta del producto, por consiguiente para establecer la localización del diseño de la planta productora de Yabolín se emplearán 2 metodologías de localización, dando soportes cualitativos y cuantitativos, de los factores de localización más adecuados para el esquema productivo, según Roberto Carro y Daniel González en el libro de administración de operaciones, los criterios para determinar

estos factores dependen del área a las cuales se dé más relevancia. En la ilustración siguiente Carro y González exponen los factores a escoger según los pilares de evaluación determinado (Paz & Gómez, 2012).



Fuente: Libro de Administración de operaciones en la sección de localización de instalaciones



Fuente: Libro de Administración de operaciones en la sección de localización de instalaciones

La tendencia de localizar el proyecto en la cercanía de las fuentes de materias primas depende del costo del transporte, normalmente, cuando la materia prima es procesada para obtener productos diferentes, la localización tiende hacia la fuente de insumo(Sapag & Sapag, 2008).

Las zonas evaluadas para la posible localización fueron derivadas del instrumento para determinar la oferta indicando las rutas de mayor influencia de comercio siendo, Limitación de zona rural y cabecera municipal de San Juan de Betulia - Albania (Zona A), ruta San Juan de Betulia – Corozal (Zona B), ruta San Juan de Betulia- Sincé (Zona C).

3.2.1 Método de Antecedentes industrial para Macro localización de la planta

Esta metodología se basa en localizarse en la ubicación aquella donde se encuentran otras empresas del mismo rubro, suponiendo que, si esta zona es buena para ellas, también lo será para el proyecto. Rudell Reed en su libro de Localización, layout y mantenimiento de planta “Si el lugar era el mejor para empresas similares en el pasado, para nosotros también ha de ser el mejor ahora” (Reed, 1971).

Por tal motivo se optó por crear la planta en el municipio de San Juan de Betulia ya que la industria productora de yabolines lleva asentada en este municipio más de 3 décadas fabricando este producto.

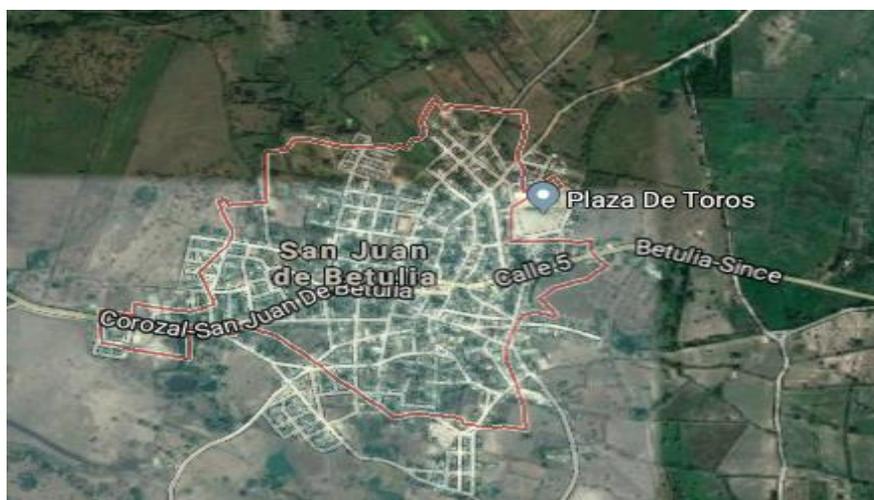


Ilustración 7. Ubicación Geográfica San Juan de Betulia
Fuente: Google Maps, Mapa satelital de San Juan de Betulia.

3.2.2 Método de Factores Point Rating Para Micro Localización

Este método determina los factores más relevantes a la hora de ubicar una fábrica asignando un peso relativo sobre una suma igual a uno, debido a los criterios anteriormente descritos se listan a continuación los factores que hicieron posible la toma la decisión de localización más adecuada logísticamente para este proyecto, dichas ponderaciones fueron estipuladas por Nassir y Reinaldo en su escrito, elaboración propia basada en Preparación y Evaluación de Proyectos (Sapag & Sapag, 2008).

Tabla 5.

Decisiones de Localización

DECISIONES DE LOCALIZACION METODO POINT RATING							
Factor	Peso	LOCALIZACION A		LOCALIZACION B		LOCALIZACION C	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
<i>MP Disponible</i>	35,00%	8	2,8	9	3,15	8	2,8
<i>Cercanía a la capital de sucre</i>	10,00%	9	0,9	6	0,6	4	0,4
<i>Costo Insumos</i>	25,00%	5	1,25	8	2	9	2,25
<i>Vías de acceso</i>	10,00%	8	0,8	9	0,9	5	0,5
<i>MO Disponible</i>	20,00%	7	1,4	5	1	5	1
Totales	100,00%		7,15		7,65		6,95
							

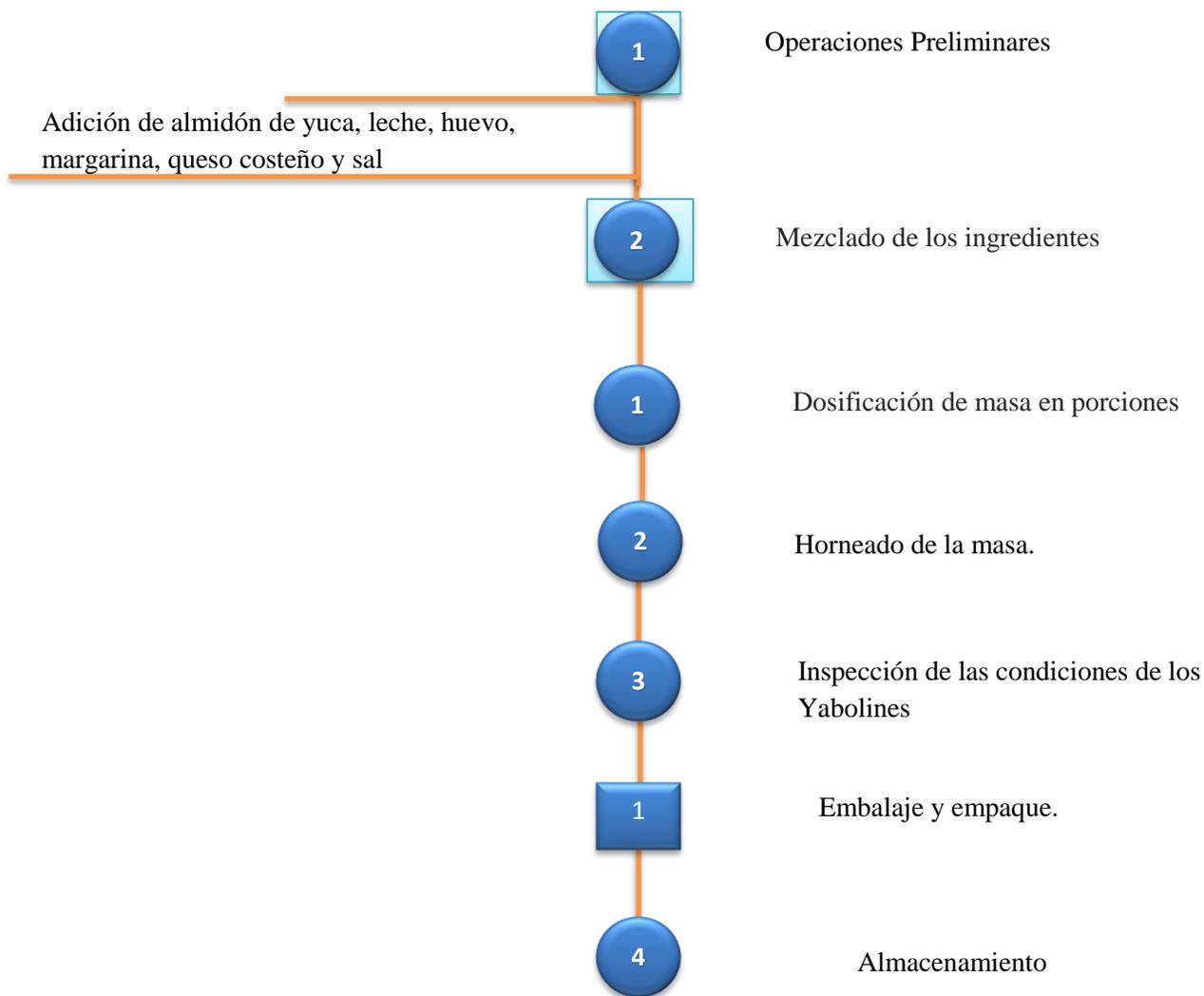
Fuente: elaboración propia basada en Preparación y Evaluación de Proyectos. Nassir y Reinaldo Sapag Chain, Mc Graw Hill, Método Cualitativo Por Puntos. Cuarta Edición, Pág. 196

3.3 Caracterización del Proceso Productivo

La decisión del proceso es una estrategia que repercute de forma directa ya que será el diseño de producción del producto, al ser estratégica se convierte en un esquema que afecta la empresa a largo plazo en temas de costo, eficiencia y calidad, teniendo como objetivo encontrar una manera de producir bienes que cumplan con los requerimientos de los clientes, las especificaciones del producto y otras restricciones administrativas (Carro Paz & González Gómez, 2012).

El diseño del proceso productivo detalla el desarrollo de las actividades que la organización tiene que ejecutar. El esquema propuesto en el presente proyecto será un proceso de línea ya que este tipo de diseños son ideales para grandes volúmenes de producción cumpliendo sin variabilidad notable las tareas en cada estación de trabajo, donde la secuencia de los procesos de transformación en cada etapa tiene una relación cercana con la automatización. El proceso de producción de Yabolín sigue un flujo continuo hasta su empaque y embalaje, por consiguiente, se detallarán las operaciones que interviene en la transformación del producto hasta la convertirlo en un alimento de alto contenido nutricional.

3.3.1 Diagrama de Proceso



ACTIVIDAD	NUMERO
OPERACIONES	4
INSPECCIONES	1
CONBINADAS	2
TOTAL	7

Ilustración 8. Diagrama de Procesos

Fuente: elaboración propia

3.3.2 Descripción de las Operaciones que Intervienen en el Proceso de Producción de Yabolín.

En el siguiente sub ítems se explicará brevemente lo correspondiente a las operaciones para la elaboración del producto denominado Yabolín, con lo planteado en el diagrama de procesos expuesto anteriormente.

3.3.2.1 Operaciones Preliminares.

En la primera etapa se realizan las actividades de recibimiento de insumos y porcionamiento de los mismos, en la primera actividad se cerciora que los productos cumplan con los requerimientos adecuados para obtener la inocuidad y un producto de calidad, en la segunda actividad se porcina los insumos para la elaboración del Yabolín que posteriormente se someterán a un cremado, la dosificación de los ingredientes viene relacionada porcentualmente de la siguiente manera (Soto, Luján, Salcedo, & Contreras, 2016):

- ❖ Almidones de yuca (*Manihot Esculenta Cratnz*) nativo (43,44%),
- ❖ leche entera (30,70%),
- ❖ queso costeño (18,50%),
- ❖ almidón agrio (3,10%),
- ❖ huevo (1,90%),
- ❖ margarina (1,50%)
- ❖ sal (0,50%).

3.3.2.2 Mezclado de los ingredientes.

En esta etapa se incorporan los ingredientes para obtener una interposición entre los componentes y una masa homogénea, someterlos a un mezclado constante proporciona uniformidad del sabor dando un producto con los requerimientos de los clientes.

3.3.2.3 Dosificación de la masa.

Después la masa es dividida en las pequeñas bolitas por medio de una boquilla que les da la forma circular tradicional del Yabolín.

3.3.2.4 Horneado de la masa.

Las bolitas de Yabolín siguen un proceso de horneado a través de un horno eléctrico con monitoreo de temperatura que cumple un ciclo de tres fases continuas en grados Celsius de 250°C (2min), 190°C (3 min) y 150°C (35 min), además se atribuye una pérdida de las propiedades físicas como su peso en términos porcentual equivalente al 50%, estipulado por Departamento de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Córdoba a cargo de Iris Soto (Soto et al., 2016)

3.3.2.5 Inspección de las condiciones de los Yabolines.

Este proceso se fundamenta en la inspección del Yabolín, con el fin de validar el cumplimiento de las especificaciones de contenido nutricional necesario para cumplir con las características del producto.

3.3.2.6 Empaque y Embalaje.

En esta operación se realiza el proceso de empaque de Yabolín, de acuerdo al instrumento evaluado (ver anexo 1), el 32% de los habitantes encuestados prefirieron una bolsa de papel como presentación de empaque del producto, indicando que el empaquetado tiene que ser ecológicamente amigable.

Se empaquetará en presentaciones de fondo cuadrado para una mejor protección del Yabolín con un contenido neto de 38 Gr, cuyas dimensiones son de 16 centímetros de ancho por 20

centímetros de alto con un espesor de 6 cm. Consecutivamente, se procede al embalaje del producto final en cajas con solapas de cartón corrugado, para su almacenamiento y su distribución.

3.3.2.7 Almacenamiento Final.

Después de finalizar todas las etapas de elaboración del producto, empaque y embalaje se dispone a trasladar al almacenamiento final.

3.3.3 Simbología Utilizada en las Operaciones Realizadas para la Elaboración del Yabolín

Consiste en la representación gráfica de cada paso que se sigue en la secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, estas secuencias se identifican por medio de símbolos de acuerdo con su naturaleza; en la siguiente tabla se dispondrá su simbología y su función.

Tabla 6.

Simbología Empleada para el Desarrollo del Diagrama de Flujo de Procesos

Icono	Tipo de Tarea
	Tarea de valor añadido.
	Desplazamiento.
	Demora o espera.
	Inspección.
	Almacenamiento.

Fuente: Meyers, F., y Stephens, M. (2006)

3.3.4 Diagrama de Flujo de Procesos de la Elaboración del Yabolín.

Tabla 7.

Diagrama de Procesos

DIAGRAMA DE PROCESOS						
TAREA	PROCESO PRODUCTIVO DEL YABOLÍN	EMPRESA				
FECHA	20/02/2018	PROCESO	01/39A00			
ANALISTA	JESÚS HERNÁNDEZ	AREA	PRODUCCIÓN			
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	SÍMBOLOS					TIEMPO [MIN]
						
Recepción de los materiales de producción.	●					
Inspección de las condiciones organolépticas.					●	
Pesaje de los ingredientes para la elaboración del Yabolín.	●					
Transporte a la maquina mezcladora.		●				
Inspección de homogeneidad de la masa.					●	
Salida de la masa por medio de la boquilla	●					
Transporte al horno		●				
Horneado de Yabolines (perdida del peso en una 50%)	●					
Enfriamiento del Yabolín					●	
Extracción del producto	●					
Verificación de las condiciones del Yabolín					●	
Proceso de empaque en las bolsas de papel	●					
Proceso de embalaje en cartón corrugado	●					
Transporte de embalaje a almacén final		●				
Almacenamiento de producto final	●					

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5 Diagrama de Bloques del Proceso de Producción de Yabolín.

Los siguientes bloques exponen las etapas globales en la elaboración del proceso productivo del Yabolín, por consiguiente, el consecutivo diagrama muestra la secuencia lineal de los procesos de fabricación.



Ilustración 9. *Diagrama de Bloques del Proceso Productivo*

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Determinación de los Requerimientos de las Áreas de Almacenamiento

En este apartado se pretende determinar los requerimientos técnicos de las áreas de almacenamiento de los productos finales, por lo tanto se tomó primeramente y de acuerdo con el análisis desarrollado en el capítulo 3, la industria productora en diseño que tiene deliberada una capacidad instalada de 69,744 kilogramos al año, esta cuantificación concuerda con el instrumento implementado a los habitantes de la capital de Sucre, donde se encontró que el Snack horneado

Yabolin representa un 44% de aceptación en el consumo de snack. Adicionalmente se hizo especial énfasis en que se cumplirán 1 jornadas de trabajo al día de 10 horas cada una, para lograr la meta de cumplimiento en el tiempo determinado de un año con la producción que se impuso contando con los recursos que tiene la fábrica. Tomaremos 240 días de producción con lo que se calculara la capacidad diaria con la que debe contar la fábrica para lograr la meta inicialmente trazada, almacenando por un periodo de tiempo de 2 días la producción.

<i>UNIDAD</i>	<i>EXPRESIÓN</i>	<i>DERIVACIÓN</i>
<i>C = Capacidad anual de la fábrica.</i>	$\longrightarrow C = \frac{\text{Tons}}{\text{Año}}$	$\longrightarrow C = \frac{69744 \text{ Kgr}}{\text{Año}}$
<i>T = Número de días de actividad productiva anual de la industria.</i>	$\longrightarrow T = \frac{\text{Días}}{\text{Año}}$	$\longrightarrow T = \frac{240 \text{ Días}}{\text{Año}}$
<i>P = Capacidad productiva diaria de la fábrica</i>	$\longrightarrow P = \frac{C}{T}$	$\longrightarrow \frac{\frac{69744 \text{ Kgr}}{\text{Año}}}{\frac{240 \text{ Días}}{\text{Año}}}$

Por lo tanto, la capacidad productiva diaria es equivalente a:

$$P = \frac{290,6 \text{ Kgr}}{\text{Día}} \cong \frac{305 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$$

Se concluye que para efectos pragmáticos redondear la cifra para manejar un margen de productos defectuosos equivalente al 5% por consiguiente el equipo de producción deberá elaborar en condiciones de producción estabilizada una oferta diaria de $\frac{300 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$ de Yabolín.

Haciendo referencia a la presentación comercial del producto se atribuye su parte estética a bolsas de papel con diseño personalizado de dimensiones de 20 cm de altura incluidos cierre

superior e inferior de la solapa, 16 cm de ancho y un espesor de 6 cm. Su embalaje será en cajas con solapas simples donde se ubicarán en aglomeraciones de 20 unidades que serán protegidas por una rejilla de cartón asegurando que cada producto tenga un espacio óptimo protegiendo los yabolines, ya que su primordial gusto es de crocante.



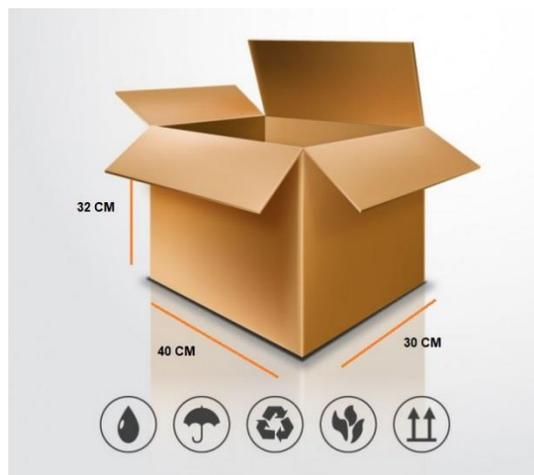
Ilustración 10. *Producto Empacado*

Fuente: Elaboración Propia

✚ El volumen de las bolsas de papel empleadas es de:

$$Volumen_{\text{empaquetado}} = [20 \text{ Cm} * 16 \text{ Cm} * 6 \text{ Cm}]$$

$$Volumen_{\text{empaquetado}} = 1920 \text{ Cm}^3$$

Ilustración 11. *Embalado del Producto*

Fuente: Freepik Selection

✚ El volumen de las cajas para el embalaje es de:

$$Volumen_{caja} = [40 \text{ Cm} * 32 \text{ Cm} * 30 \text{ Cm}]$$

$$Volumen_{caja} = 38400 \text{ Cm}^3$$

✚ La capacidad de la caja es la siguiente:

$$Capacidad_{caja} = \frac{Volumen_{caja}}{Volumen_{empaquetado}}$$

$$Capacidad_{caja} = \frac{38400 \text{ Cm}^3}{1920 \text{ Cm}^3}$$

$$Capacidad_{caja} = 20 \text{ Unidades}$$

Teniendo en cuenta la producción de la fábrica diariamente de 305 Kilogramos y estos serán empaquetados en bolsas de 38 gramos neto y posteriormente serán embaladas en grupos de 20

unidades, las unidades en total por día serán un total de empaques equivalente a 7895 unidades de la presentación de Yabolín que estarán embaladas en 394 cajas de cartón.

Determinando el espacio que tendrá la zona de almacenaje se tiene como referencia que un $1 m^3$ es equivalente a $1000000 Cm^3$, haciendo uso de cambio de unidades para determinar el espacio que ocupa una caja en unidades de metros cúbicos se tiene que

$$Volumen_{caja} = [40 Cm * 32 Cm * 30 Cm] * \frac{1m^3}{1000000 Cm^3}$$

$$Volumen_{caja} = [38400 Cm^3] * \frac{1m^3}{1000000 Cm^3}$$

$$Volumen_{caja} = 0.0384 m^3$$

3.4.1 Área de los Productos Finales.

Para estimar el volumen a ocupar de la producción diaria se procede a realizar el cálculo entre el volumen unitario de una caja en metro cúbicos por el total de cajas embaladas como por el número de días de almacenamiento.

Sea $Volumen_{almacenamiento} = Volumen\ de\ almacenamiento\ preliminar$

$$Volumen_{almacenamiento} = [0.038 m^3] * 394 * 2$$

$$Volumen_{almacenamiento} = 30 m^3$$

De donde se aprecia la siguiente indagación

Tabla 8.

Paletizado del Producto

<i>Razón</i>	<i>Cuantía</i>
<i>Número de Filas:</i>	5
<i>Cajas por Filas:</i>	9
<i>Número Total de Cajas en la Plataforma:</i>	45

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los parámetros de configuración se realiza la acomodación de un pallet de dimensiones americanas semi según la norma NTC-4680 con las medidas de [120 Cm × 100 Cm × 15.5 Cm] con un peso promedio de 18 Kg que brinda un porcentaje de utilización equivalente a:

✚ Calculo de Porcentaje de utilización

Tabla 9.

Calculo de Porcentaje de utilización

Dimensiones	Cajas(Cm)		Pallet(Cm)	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
	120 Cm	90 Cm	120	100
Área (Cm²)	10800		12000	

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de utilización está dado por la expresión

$$Utilización = \frac{Area_{caja}}{Area_{pallet}} \times 100\%$$

$$Utilización = \frac{10800 \text{ Cm}^2}{12000 \text{ Cm}^2} \times 100\%$$

$$Utilización = 90 \%$$

El número de Pallet dentro de la bodega de almacenamiento serán 18, esta cantidad está determinada por la cuantía total de las cajas a producir [788 cajas] entre el número de cajas por Pallet.

$$Numero \ de \ Pallet = \frac{788 \text{ cajas}}{45 \text{ Cajas} \times \text{Pallet}} = 17,511 \cong 18$$

3.4.2 Área de la Bodega Almacenamiento

Teniendo en cuenta la suma de las longitudes de los elementos del almacén, la dimensión ocupada por los productos paletizados abarca un área equivalente a 22 m^2 y serán guardados en una habitación con las siguientes dimensiones:

$$Medida \ de \ Bodega = [6 \text{ metros} * 6 \text{ metros}]$$

La cual cuenta con un espacio de mayor alcance para el traslado de los funcionarios entre la mercancía y la circulación de un montacargas manual equivalente al 30% de la dimensión requerida.

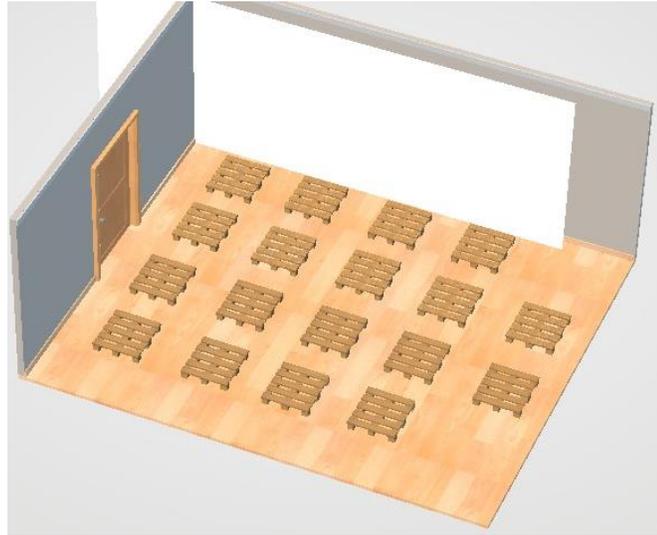


Ilustración 12. *Distribución de Bodega de Productos Finales*

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 Altura Mínima Requerida del Almacén

Para tener una idea inicial de la altura mínima de la zona de almacenamiento considere las siguientes expresiones:

$$Altura_{Bodega} = [Altura\ total\ del\ palet] + [Altura\ de\ cada\ caja * 5]$$

$$Altura_{Bodega} = [15,5\ cm] + [32\ cm * 5]$$

$$Altura_{Bodega} = 175,5\ Cm \cong 1.73\ m.$$

A esta altura determinada se adiciona según la norma NTC 4595 un equivalente a 50 cm de altura con el propósito de que los trabajadores no se vean afectados en su desplazamiento o los materiales no sufran daño, por tal razón la altura de la bodega de almacenamiento de productos finalizados tendrá una altura de 225,5 Cm \rightarrow 2,25 m.

3.4.4 Características del Montacargas que Circulara por los Pasillos del Almacén

Debido a las distancias que tendrán que recorrer los trabajadores para trasladar el embalaje paletizado que se realizó a los productos terminados como también las preocupaciones que genera el peso que se pretende levantar se decidió implementar una herramienta que facilitara estas actividades por lo que se optó por un montacargas eléctrico de dimensiones acorde para moverse del área de carga a la bodega de almacenamiento el siguiente cuadro presentan las características del montacargas.

APILADOR ELECTRICO																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Referencia</th> <th>TH0013</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capacidad de carga (kg)</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>Altura de elevación horquillas (mm)</td> <td>1.600</td> </tr> <tr> <td>Altura mínima de las horquillas (mm)</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>Altura máxima bastidor (mm)</td> <td>1.975</td> </tr> <tr> <td>Altura del timón (mm)</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>Dimensiones horquillas (mm)</td> <td>160x60</td> </tr> <tr> <td>Longitud horquillas (mm)</td> <td>1.150</td> </tr> <tr> <td>Anchura total (mm)</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>Anchura total horquillas:</td> <td></td> </tr> <tr> <td> Exterior (mm)</td> <td>550</td> </tr> <tr> <td> Interior (mm)</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>Radio de giro (mm)</td> <td>1.380</td> </tr> <tr> <td>Peso (kg)</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>Rodillos delanteros (∅ x espesor) (mm)</td> <td>74x70</td> </tr> <tr> <td>Rueda timón (∅ x espesor) (mm)</td> <td>180x50</td> </tr> </tbody> </table>	Referencia	TH0013	Capacidad de carga (kg)	1.000	Altura de elevación horquillas (mm)	1.600	Altura mínima de las horquillas (mm)	85	Altura máxima bastidor (mm)	1.975	Altura del timón (mm)	1.000	Dimensiones horquillas (mm)	160x60	Longitud horquillas (mm)	1.150	Anchura total (mm)	700	Anchura total horquillas:		Exterior (mm)	550	Interior (mm)	230	Radio de giro (mm)	1.380	Peso (kg)	240	Rodillos delanteros (∅ x espesor) (mm)	74x70	Rueda timón (∅ x espesor) (mm)	180x50
Referencia	TH0013																																
Capacidad de carga (kg)	1.000																																
Altura de elevación horquillas (mm)	1.600																																
Altura mínima de las horquillas (mm)	85																																
Altura máxima bastidor (mm)	1.975																																
Altura del timón (mm)	1.000																																
Dimensiones horquillas (mm)	160x60																																
Longitud horquillas (mm)	1.150																																
Anchura total (mm)	700																																
Anchura total horquillas:																																	
Exterior (mm)	550																																
Interior (mm)	230																																
Radio de giro (mm)	1.380																																
Peso (kg)	240																																
Rodillos delanteros (∅ x espesor) (mm)	74x70																																
Rueda timón (∅ x espesor) (mm)	180x50																																

Ilustración 13. Apilador Eléctrico salcom

3.5 Características de los equipos de los procesos productivos

Una correcta operación en términos de productividad y trabajo seguro es aquella donde sus máquinas y equipos en la producción tienen procedimientos definidos provocando disminución de tiempos, perfección en los trabajos, disminución de esfuerzos innecesarios haciendo que la alta administración tenga control de las actividades para su correcta comercialización, a continuación, se anuncian los equipos necesarios para la planta productora de Yabolín.

3.5.1 Mezclador De Paletas De Eje Simple.

El sistema de esta máquina convierte en una operación rentable, higiénica y sencilla el mezclado de los ingredientes. Por medio de sus aspas que generan menor desperdicio de materiales y sus compuertas que dan mayor facilidad para el desplazamiento de la masa con capacidad de 250 por hora.

Mezclador De Paletas De Eje Simple




Ilustración 14. Mezclador de Paletas de Eje Simple FDSP

Características Mezclador CT 3001.01	
Largo:	3000 mm.
Ancho:	2500 mm
Alto:	1950 mm
Peso:	3500 kg.
Consumo eléctrico:	3 x 400 W.
Pot. Motor transp.:	2 x 3 kW.
Capacidad	903 Lb/H

3.5.2 Colatrice automática DUERO 400.

Dosificadora de masas de distintos formatos, dependiendo de las boquillas y troqueles. Velocidad de dosificado de 30-35 dosificados al minuto dependiendo de la consistencia de la pasta y la forma del producto, Avance automático de bandejas, con movimiento de subida y bajada automática con sensor programable (S.A., 2013).



Ilustración 15. Colatrice automática DUERO 400 FDSP

Características Colatrice automática DUERO 400	
Largo:	1350 mm
Ancho:	1135 mm
Alto:	1385 mm
Peso:	400 kg.
Consumo eléctrico:	2 KW.
Pot. Motor transp.:	2 x 2,22kW.
Capacidad	625 Lb/H

3.5.3 Horno con túnel eléctrico

Está compuesto por horno con túnel, malla cinturón, sistema de correa de transmisión, chimeneas, tuberías de calefacción eléctrica y el gabinete de control. El inversor de frecuencia hace el control de temperatura más preciso ajustando a los diferentes parámetros de según el recorrido (DELANI, 2016).



Ilustración 16. Horno con túnel eléctrico Alibaba

Características Horno con túnel eléctrico	
Largo:	40000 mm
Ancho:	1100 mm
Alto:	1450 mm
Peso:	16000 kg
Consumo eléctrico:	2 KW.
Pot. Motor transp.:	240 KV.
Capacidad	840 Lb/H

3.5.4 Apilador.

Después de obtener el producto final la maquina apiladora realiza un ordenamiento de mercancía por peso, sus cuatro compartimientos realizan una descarga de Yabolín fila a fila para facilitar el empaque.



Ilustración 17. Apilador Alibaba

Características Apilador	
Largo:	8000 mm
Ancho:	1100 mm
Alto:	800 mm
Peso:	1000 kg
Consumo eléctrico:	4 KW.
Capacidad por Fila	94 Lb/H

3.5.5 Empacador Galaxi.

El diseño de un Sistema de línea continua con alto rendimiento que proporciona ahorro de tiempo y mano de obra además de estandarización de empaque.

Galaxi



Ilustración 18. Empacador Galaxi FDSF

Especificaciones Técnicas Flow Pack Galaxi	
Item	Descripción
Modelo	Galaxi
Dimensiones máximas del producto	Largo: 5 - 60 Cms Ancho: 1 - 33 Cms Alto: 0.1 a 12 Cms
Ancho del film	70 Cms (Opcional 80 Cm)
Velocidad de empaque	100 paquetes / min.
Dimensiones de la máquina	Largo: 580 cm
	Ancho: 140 cm
Longitud Banda	260 cm
Información Eléctrica	220 V 3 Ph

3.5.6 Cinta Transportadora TA.

El Modelo TA puede ser usado en muchos tipos de manejo de materiales tales como líneas de ensamble, clasificación, empaque, e inspección. Es un transportador fácil y rápido de armar para ahorrar tiempo de instalación, con una tolerancia de peso equivalente a 75 Lb (HyNet Login).



Ilustración 19. Cinta Transportadora Mecalux Logistic Market

3.6 Resumen de características de las Máquinas

Tabla 10.

Resumen de características de las Máquinas

<i>Máquina</i>	Capacidad / Hora	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Peso (Kg)
<i>Mezclador De Paletas De Eje Simple</i>	904 Lb	3000 mm	2500 mm	1950 mm	3500 kg.
<i>Colatrice automática DUERO 400</i>	625 Lb	1350 mm	1135 mm	1385 mm	400 kg.
<i>Horno con túnel eléctrico</i>	840 Lb	40000 mm	1100 mm	1450 mm	16000 kg
<i>Apilador</i>	376 Lb	8000 mm	1100 mm	800 mm	1000 kg
<i>Empacador Galaxi</i>	502 Lb	5800 mm	1400 mm	1200 mm	800 kg

*Cinta Transportadora
TA.*

75 Lb	12000 mm	800 mm	900 mm	1600 Kg
--------------	----------	--------	--------	---------

Fuente: Elaboración Propia

3.7 Diagrama de Máquinas

A continuación, se muestra gráficamente la secuencia de las máquinas que transforman los insumos hasta convertirlo en el producto final Jazz Bolin:

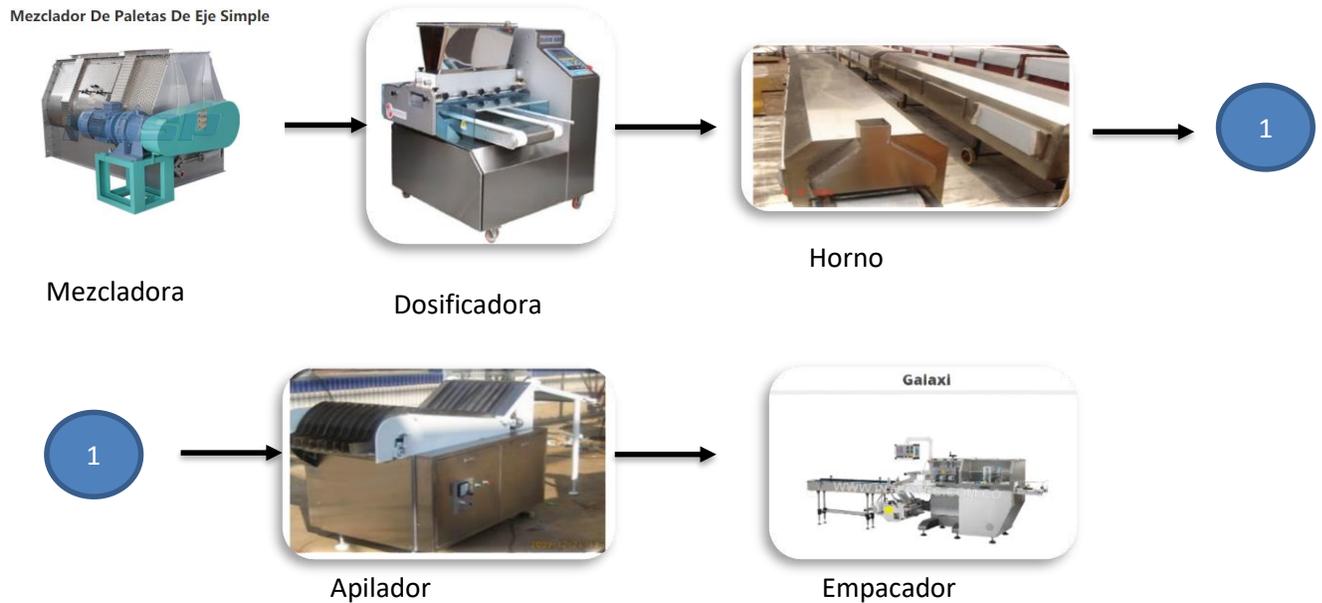


Ilustración 20. Diagrama de Maquinas

3.8 Balanceamiento de la Línea de Producción

El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los tiempos de fabricación y las entregas parciales de la producción (López, 2014).

Para realizar el balanceamiento adecuado primero debemos tener unas premisas fundamentales como lo son:

Tabla 11.

Definición Jornada Laboral

<i>Demanda Anual</i>	<i>Jornada Laboral</i>	<i>Días a Laboral</i>
69.744 Kgr	10 horas	243 días

Fuente: Elaboración propia

Teniendo claro los datos en la tabla anterior se procede a realizar el análisis matemático para cada una de las etapas consideradas con el propósito de determinar la cantidad de máquinas necesarias en el diseño de la fábrica y los tiempos de ciclos de los procesos.

3.8.1 Producción de Yabolín por hora.

$C =$ *Capacidad anual de la fábrica.*

$$C = \frac{69744 \text{ Kgr}}{\text{Año}}$$

Teniendo los días a los cuales se van a elaborar se puede determinar la capacidad productiva diaria de la fábrica.

$$T = \frac{240 \text{ Días}}{\text{Año}}$$

Sea,

$P =$ *Capacidad productiva diaria de la fábrica*

$$P = \frac{C}{T}$$

$$P = \frac{\frac{69744 \text{ Kgr}}{\text{Año}}}{\frac{240 \text{ Días}}{\text{Año}}}$$

$$P = \frac{290 \text{ Kgr}}{\text{Día}} \rightarrow \frac{305 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$$

Los Kg adicionados equivalen a un porcentaje de productos defectuosos en la producción, cabe anotar que la producción horneada siempre pierde un equivalente de peso a la hora de ser sometido al hornaje para el caso del producto Yabolín su porcentaje de pérdida de peso es equivalente al 50% de su peso por tal razón la producción diaria para obtener 305 kg de Yabolín es:

$$P = \frac{305 \text{ Kgr}}{\text{Día}} + \text{Porcentaje de perdida}(50\%)$$

$$P = \frac{305 \text{ Kgr}}{\text{Día}} + \frac{305 \text{ Kgr}}{\text{Día}} = \frac{710 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$$

Para efectos prácticos de análisis es importante determinar el equivalente en horas de la tasa de producción requerida al día en la planta, para lo que se precisa considerar la siguiente relación matemática, partiendo de la noción de que en la fábrica el día laboral corresponde a 14 horas de corrida productiva de las maquinas dividida en dos jornadas, por lo que se obtiene el siguiente valor equivalente:

$$\frac{705 \text{ Kgr}}{\text{Día}} \times \frac{1 \text{ Día}}{10 \text{ Hora}} = \frac{70,5 \text{ Kgr de Yabolín}}{\text{Hora}}$$

3.8.2 Análisis de Balanceamiento del Sistema de Mezclado.

Para poder analizar esta etapa del proceso de fabricación de Yabolín es crucial tener en cuenta las capacidades de la máquina y el requerimiento al cual es sometido, la mezcladora De Paletas De Eje Simple tiene una capacidad nominal de $903 \frac{\text{Lb}}{\text{hr}}$ que es equivalente a $410 \frac{\text{Kgr}}{\text{hr}}$, mientras que los requerimientos de demanda del esquema productivo estudiado es de 710 Kgr por cada día, siguiendo la línea de cálculo tenemos que:

Tabla 12.

Capacidad del Sistema Mezclado

Criterios Considerados	Valor
Capacidad del Sistema Mezclado	$C_p = \frac{410 \text{ Kgr}}{\text{hora}}$
Volumen de masa para mezclado de Yabolín	710 Kgr

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza la equivalencia de tiempos entre horas y minutos para determinar el valor de capacidad de la máquina para tiempo igual a un minuto:

$$C_p = \frac{6,83 \text{ Kgr}}{\text{Minuto}}$$

Con el cálculo anterior es posible estimar el tiempo de ciclo de mezclado simbolizado como $T_p = \text{tiempo de producción}$, esta dado por la siguiente relación:

$$Si \rightarrow 6,83 \text{ Kgr} \rightarrow 1 \text{ Minuto}$$

$$710 \text{ Kgr} \rightarrow T_p$$

$$T_p = \frac{710 \text{ Kgr} \times 1 \text{ Minuto}}{6,83 \text{ Kgr}}$$

$$T_p = 104 \text{ Minutos} \approx 1,73 \text{ Horas}$$

Siguiendo el procedimiento de balanceamiento se realiza el cálculo del dato de balance, la cual ofrece una noción cuantitativa de la cantidad de recursos de máquinas necesarios para realizar cierta tarea en función de la demanda o producción requerida y la capacidad de producción real del sistema, primero se realiza el cálculo de producción real.

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{410 \text{ Kgr}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{\text{Día}} = \frac{4100 \text{Kgr}}{\text{Día}}$$

Sea $D_B = \text{Dato de Balance}$.

$$D_B = \frac{\text{Producción Requerida}}{\text{Capacidad de Producción Real}}$$

$$D_B = \frac{\frac{710 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}{\frac{4100 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}$$

$$D_B = 0,173$$

Lo que indica que solo se necesitara una máquina para la producción realizada todos los días de 710 Kg de Yabolín.

3.8.3 Análisis de Balanceamiento del dosificador Colatrice automática DUERO 400.

El dosificador tiene una tolva en acero inoxidable AISI 304, de características adecuadas para la alimentación automática por ascensor, Alimentación automática de bandejas con detección de sensor completa con cálculo automático de bandejas. Lado lateral de la bandeja con ancho ajustable de capacidad 283,52 Kgr/hr, a continuación, se desarrollará la línea de cálculo:

Tabla 13.

Capacidad del Sistema de DUERO 400

Criterios Considerados	Valor
Capacidad del Sistema de DUERO 400	$C_E = \frac{283,52 \text{ Kgr}}{\text{hora}}$
Volumen de masa para dosificación de Yabolín	710 Kgr

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza la equivalencia de tiempos entre horas y minutos para determinar el valor de capacidad de la máquina para tiempo igual a un minuto:

$$C_E = \frac{4,72 \text{ Kgr}}{\text{Minuto}}$$

Con el cálculo anterior es posible estimar el tiempo de ciclo de dosificación simbolizado como $T_p = \text{tiempo de producción}$, esta dado por la siguiente relación:

$$\text{Si } 4,72 \text{ Kgr} \rightarrow 1 \text{ Minuto}$$

$$710 \text{ Kgr} \rightarrow T_p$$

$$T_E = \frac{710 \text{ Kgr} \times 1 \text{ Minuto}}{4,72 \text{ Kgr}}$$

$$T_E = 150,42 \text{ Minutos} \approx 2,50 \text{ Horas}$$

Siguiendo el procedimiento de balanceamiento se realiza el cálculo del dato de balance, la cual ofrece una noción cuantitativa de la cantidad de recursos de máquinas necesarios para realizar cierta tarea en función de la demanda o producción requerida y la capacidad de producción real del sistema, primero se realiza el cálculo de producción real.

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{283,52 \text{ Kgr}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{\text{Día}}$$

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{2835,2 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$$

Sea $D_B = \text{Dato de Balance}$.

$$D_B = \frac{\text{Producción Requerida}}{\text{Capacidad de Producción Real}}$$

$$D_B = \frac{\frac{710 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}{\frac{2835,2 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}$$

$$D_B = 0,25$$

3.8.4 Análisis de Balanceamiento del Horno con túnel eléctrico

Un horno equilibrio perfecto entre calidad de cocinado, simplicidad, eficiencia y seguridad brinda nuevos estándares de preparación, es necesario tener en cuenta que la capacidad del equipo la cual es de 840 Lb que es equivalente a 381 Kg, la pluralidad de temperatura en la misma línea de producción somete al yabolín a las cocciones necesarias para asegurar su calidad, a continuación, se desarrollará la línea de cálculo:

Tabla 14.

Capacidad del Horno con túnel eléctrico

Criterios Considerados	Valor
Capacidad del Horno con túnel eléctrico	$C_p = \frac{381 \text{ Kgr}}{\text{hora}}$
Volumen de masa para dosificación de Yabolín	710 Kgr

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza la equivalencia de tiempos entre horas y minutos para determinar el valor de capacidad de la máquina para tiempo igual a un minuto:

$$C_s = \frac{6,35 \text{ Kgr}}{\text{Minuto}}$$

Con el cálculo anterior es posible estimar el tiempo de ciclo de Horneado simbolizado como $T_p = \text{tiempo de producción}$, esta dado por la siguiente relación:

Si $6,35 \text{ Kgr} \rightarrow 1 \text{ Minuto}$

$710 \text{ Kgr} \rightarrow T_P$

$$T_E = \frac{710 \text{ Kgr} \times 1 \text{ Minuto}}{6,35 \text{ Kgr}}$$

$$T_E = 111 \text{ Minutos} \approx 1,86 \text{ Horas}$$

Siguiendo el procedimiento de balanceamiento se realiza el cálculo del dato de balance, la cual ofrece una noción cuantitativa de la cantidad de recursos de máquinas necesarios para realizar cierta tarea en función de la demanda o producción requerida y la capacidad de producción real del sistema, primero se realiza el cálculo de producción real.

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{381 \text{ Kgr}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{\text{Día}}$$

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{3810 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$$

Sea $D_B = \text{Dato de Balance}$.

$$D_B = \frac{\text{Producción Requerida}}{\text{Capacidad de Producción Real}}$$

$$D_B = \frac{\frac{710 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}{\frac{3810}{\text{Día}}}$$

$$D_B = 0,19$$

3.8.5 Análisis de Balanceamiento del Apilador.

Para realizar de forma concreta el análisis de balanceo de línea se debe tener en cuenta la transformación que ha sufrido el producto, pasando de un peso de 710 Kg a 305 Kg por la cocción a la cual fue sometida la masa, Los Yabolines serán organizados en filas que tendrán un pesaje electrónico para posteriormente someter el producto al empaquetado, la máquina de apilador tiene una capacidad de 94 Lb por fila lo que es equivalente a 43 Kg pero al tener 4 compartimientos su capacidad total es de 172 Kg, a continuación :

Tabla 15.

Capacidad del Apilador

Criterios Considerados	Valor
Capacidad del Apilador	$C_v = \frac{172 \text{ kgr}}{\text{hora}}$
Volumen de Yabolín para acomodar	305 kgr

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza la equivalencia de tiempos entre horas y minutos para determinar el valor de capacidad de la máquina para tiempo igual a un minuto:

$$C_s = \frac{2,86 \text{ Kgr}}{\text{Minuto}}$$

Con el cálculo anterior es posible estimar el tiempo de ciclo de Horneado simbolizado como $T_p = \text{tiempo de producción}$, esta dado por la siguiente relación:

$$\text{Si } 2,86 \text{ Kgr} \rightarrow 1 \text{ Minuto}$$

$$305 \text{ Kgr} \rightarrow T_p$$

$$T_E = \frac{305 \text{ Kgr} \times 1 \text{ Minuto}}{2,86 \text{ Kgr}}$$

$$T_E = 106,6 \text{ Minutos} \approx 1,77 \text{ Horas}$$

Siguiendo el procedimiento de balanceamiento se realiza el cálculo del dato de balance, la cual ofrece una noción cuantitativa de la cantidad de recursos de máquinas necesarios para realizar cierta tarea en función de la demanda o producción requerida y la capacidad de producción real del sistema, primero se realiza el cálculo de producción real.

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{172 \text{ Kgr}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{\text{Día}}$$

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{1720 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$$

Sea $D_B = \text{Dato de Balance}$.

$$D_B = \frac{\text{Producción Requerida}}{\text{Capacidad de Producción Real}}$$

$$D_B = \frac{\frac{305 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}{\frac{1720 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}$$

$$D_B = 0,18$$

3.8.6 Análisis de Balanceamiento del Sistema de Empacado.

Para analizar la etapa de empacado se considera la capacidad nominal de la máquina empacadora, es 100 *Bolsas/Minuto* también se debe tener en cuenta la cantidad de kg que tiene

que empacar en la jornada laboral la cual es de 305 *kgr* de Yabolín en bolsas de papel ecológicas de 38 *Gr* cada una, considere:

Tabla 16.

Capacidad del Empacador

Criterios Considerados	Valor
Capacidad del Empacador	$C_p = \frac{227,7 \text{ Kgr}}{\text{hora}}$
Volumen de masa para dosificación de Yabolín	305 <i>Kgr</i>

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza la equivalencia de tiempos entre horas y minutos para determinar el valor de capacidad de la máquina para tiempo igual a un minuto:

$$C_s = \frac{3,8 \text{ Kgr}}{\text{Minuto}}$$

Con el cálculo anterior es posible estimar el tiempo de ciclo de Horneado simbolizado como $T_p = \text{tiempo de producción}$, esta dado por la siguiente relación:

$$\text{Si } 3,8 \text{ Kgr} \rightarrow 1 \text{ Minuto}$$

$$305 \text{ Kgr} \rightarrow T_p$$

$$T_E = \frac{305 \text{ Kgr} \times 1 \text{ Minuto}}{3,8 \text{ Kgr}}$$

$$T_E = 81 \text{ Minutos} \approx 1,34 \text{ Horas}$$

Siguiendo el procedimiento de balanceamiento se realiza el cálculo del dato de balance, la cual ofrece una noción cuantitativa de la cantidad de recursos de máquinas necesarios para realizar cierta tarea en función de la demanda o producción requerida y la capacidad de producción real del sistema, primero se realiza el cálculo de producción real.

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{227,7 \text{ Kgr}}{\text{hora}} \times \frac{10 \text{ hora}}{\text{Día}}$$

$$\text{Capacidad de Producción Real} = \frac{2277 \text{ Kgr}}{\text{Día}}$$

Sea $D_B = \text{Dato de Balance}$.

$$D_B = \frac{\text{Producción Requerida}}{\text{Capacidad de Producción Real}}$$

$$D_B = \frac{\frac{305 \text{ Kgr}}{\text{Día}}}{\frac{2277}{\text{Día}}}$$

$$D_B = 0,13$$

3.8.7 Resumen del Proceso de Balanceamiento.

La tabla siguiente muestra el tiempo requerido para hacer la producción necesaria de Yabolín por día la cual tiene un tiempo de siglo equivalente a 591 min y el tiempo disponible para la producción es de 600 min, por consiguiente, la línea de producción tiene una eficiencia del 95,5%.

Tabla 17.
Resumen del Proceso de Balanceamiento

Maquina Analizada	Tiempo de Corrida [Min]	Tiempo de Set-Up [Min]	Tiempo de Operación [Min]	Dato de Balance	Cantidad de Máquinas Empleadas [Uds.]
Sistema Mezclado	104	10	114	0,173	1
Sistema de Dosificación	150	8	158	0,25	1
Sistema de Horno	111	10	121	0,19	1
Sistema de apolinar	106,6	5	111,6	0,18	1
Sistema de Empacado	81	5	86	0,13	1
TOTAL	553	38	591	--	6

Fuente: Elaboración Propia

3.9 Diseño del Esquema de Distribución en Planta

Toda distribución en planta tiene tres parámetros fundamentales, primero está la relación, la cual indica el grado de proximidad que se requiere entre maquinas, departamentos o áreas, el segundo se refiere al espacio que nos indica la cantidad, clase o forma de los equipos a distribuir y tercero, pero no menos importante está el ajuste, que describe el arreglo físico de las maquinarias en condiciones reales.

Esta columna vertebral de una correcta distribución en planta engloba como objetivo macro la maximización económica del trabajo, además de darle mayor grado de seguridad y satisfacción de los representantes del proceso productivo. Por consiguiente, el siguiente apartado atribuye la metodología para determinar el Layout de la planta productora de Yabolín (la siguiente tabla se encarga de describir actividades por departamento):

Tabla 18.

Esquema de Distribución

Ítem	Actividad/ Departamento	Texto Descripción
1.	Área Administrativa	Departamento orientado a ejecución de las actividades directivas y administrativas, ejecutando un control de los procesos productivos.
2.	Bodega de Almacenamiento	Área encargada de recibir e inspeccionar los insumos para la fabricación del Yabolín. Además de acoger los insumos complementarios para la elaboración del empaque del Jazzbolín. Departamento que realiza el stock momentáneo del material recibido en el área anterior
3.	Mezcladora	Máquina que realiza la actividad de combinar los insumos principales convirtiéndolos en una masa homogénea de gran calidad, base para la creación de nuestro producto.
4.	Dosificadora	Instrumento encargado de recibir los insumos la previamente mezclados, esta tiene como objetivo la división de la masa en porciones acordes a los requerimientos de los clientes.
5.	Horno	Lugar donde se recibe el Yabolín previamente porcionado para someterse a un proceso de horneado donde se disminuye un 50% de su peso con respecto al peso inicial.
6.	Apilador	Comprende el área donde se desarrolla el apilamiento del producto final que asegura uniformidad en el empaquetado.
7.	Empacador	Proceso mediante el cual el producto final es colocado en bolsas de papel en porciones de 38

		gramos netos, que posteriormente serán embaladas para realizar el paletizado del producto con mayor control.
8.	Bodega de Productos Terminados	Espacio donde se realizan las actividades de almacenaje del producto final, conservación y protección del producto final llamado Jazz bolín.
9.	Baños	Cuarto de baño, habitación donde se encuentran el inodoro y otros elementos para el aseo y baño.
10.	Zona de Descanso	Instalación destinada al reposo o pausa que se hace en medio del trabajo

Fuente: Elaboración Propia

3.9.1 Determinación del Diagrama de Relación de Actividades de Richard Muther.

Por medio de este diagrama se determinan de manera subjetiva la relación de cada departamento, área de servicio u oficinas entre sí. El análisis a implementar tiene unos parámetros de códigos definidos, estos reflejan la importancia de cada una de estas relaciones en términos de distancia y operatividad, por consiguientes esta esquematización de diagrama se convierte en instrumento perfecto para el desarrollo del proceso de planificación del Layout de la planta procesadora de Yabolín.

Tabla 19.

Calificación de Cercanía para SLP

Código	Definición
<i>A</i>	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro
<i>E</i>	Especialmente importante
<i>I</i>	Importante
<i>O</i>	Ordinariamente importante
<i>U</i>	Sin importancia
<i>X</i>	No deseable

Fuente: Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana. (2008). Manual de Distribución en Planta (N°19).

Tabla 20.

Razones de Cercanía Consideradas

Código	Razón
1	Uso de registros comunes
2	Comparten mismo personal
3	Comparten el mismo espacio o material
4	Contacto personal, documentario.
5	Mantenimiento de equipos
6	Secuencia del flujo de trabajo
7	Ejecutan trabajos similares, inspecciones
8	Hacen uso del mismo equipo
9	Posibles situaciones desagradables

Fuente: Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana. (2008). Manual de Distribución en Planta (Nº 19)

1	Área Administrativa											
2	Recepción de Materia Prima	O 1										
3	Bodega de Almacenamiento	U 1	I 4,6									
4	Mezcladora	X 9	I 3,4	A 4,6,7								
5	Dosificadora	X 9	X 7	X 9	A 4,6							
6	Horno	X 9	X 9	X 9	U 4	A 4,6,7						
7	Apilador	X 9	U 3,7	U 4	U 4	X 9	A 4,6					
8	Empacador	X 9	U 7	U 4	U 4	X 9	X 9	A 4,6,7				
9	Bodega de Productos Terminados	I 4	X 3,9	4 6	X 9	U 4	X 9	I 4,6	A 1,6			
10	Baños	A 2,8	X 9	X 9	X 9	X 9	X 9	X 9	X 9	X 9		
11	Zona de Descanso	E 2,4,8	X 9	X 9	X 9	X 9	X 9	X 9	U 4	U 4	A 2,7,8	
Diagrama de Análisis de Afinidad o de Relación de Actividades de Richard Muther		Área Administrativa	Recepción de Materia Prima	Bodega de Almacenamiento	Mezcladora	Dosificadora	Horno	Apilador	Empacador	Bodega de Productos Terminados	Baños	Zona de Descanso
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Ilustración 21. Análisis de Afinidad

Fuente : Elaboración Propia

3.9.2 Diagrama De Relaciones De Los Recorridos y Actividades.

Siguiendo la metodología de la ejecución para un esquema correcto de distribución que propone Muther, se elabora un diagrama que representa gráficamente las relaciones entre las actividades contempladas por medio de líneas con diferentes tonalidades.

Tabla 21.

Relaciones de Recorridos

Código	Definición	Color
A	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro	Orange
E	Especialmente importante	Green
I	Importante	Purple
O	Ordinariamente importante	Teal
U	Sin importancia	Blue
X	No deseable	Red

Fuente: Elaboración Propia

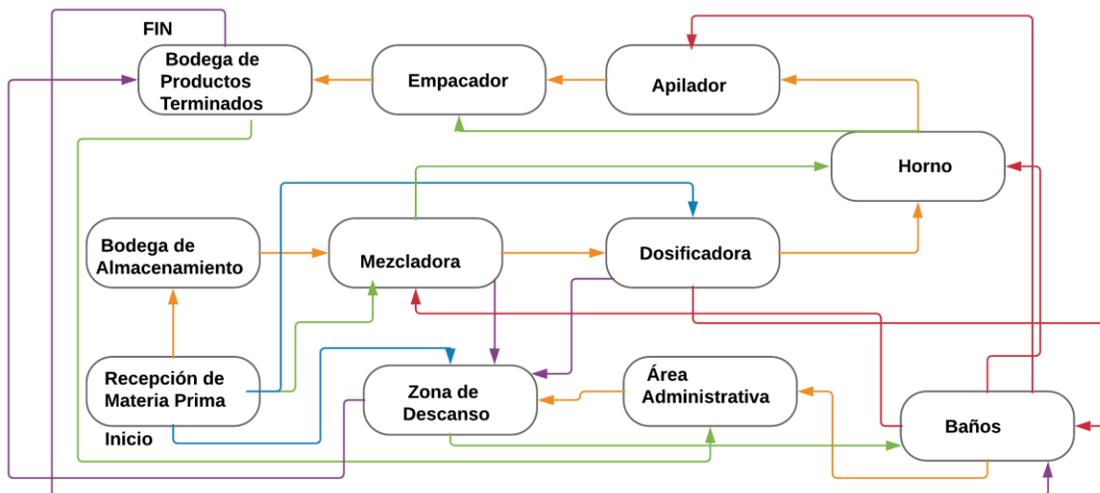


Ilustración 22 Relaciones de Recorridos

Fuente : Elaboración Propia

3.9.3 Patrones de Distribución en Bloques.

Después de determinar el grado de vinculación existente entre un área y otra de la planta se pasó a realizar la organización física de los espacios en la planta productora de Yabolín, la siguiente distribución fue el resultado obtenido

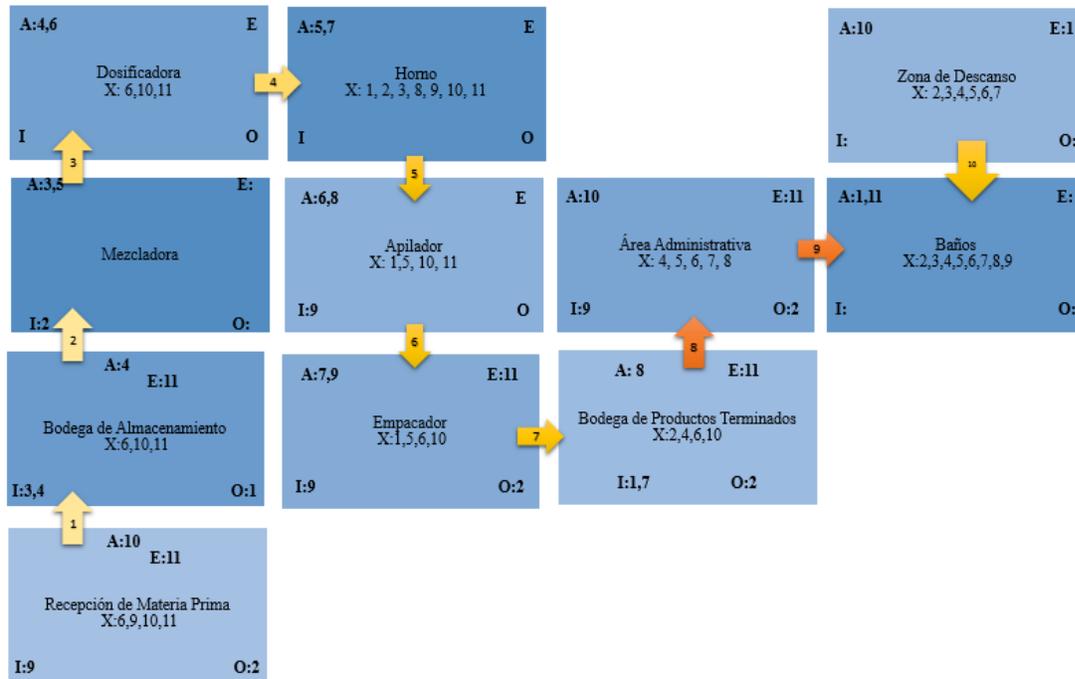


Ilustración 23 Patrones de Distribución en Bloques

Fuente : Elaboración Propia

3.9.4 Disposición Final del Layout.

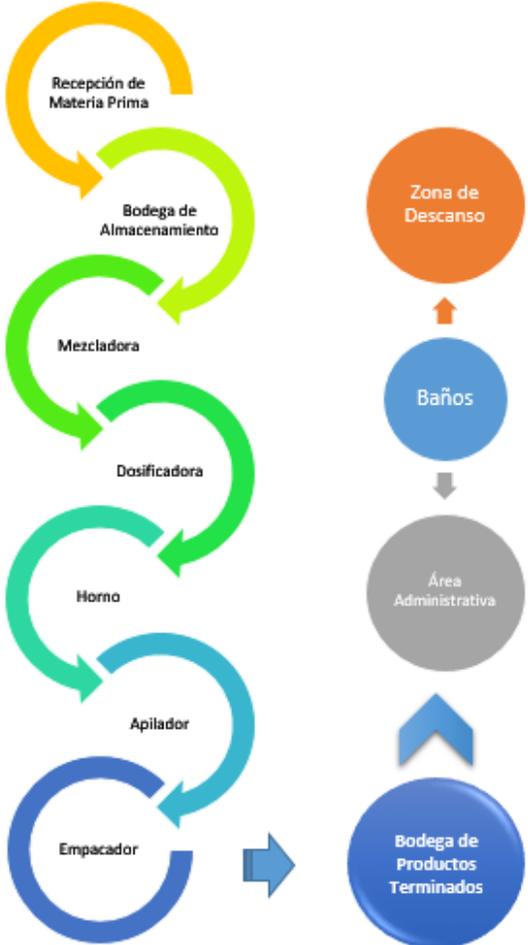


Ilustración 24 Disposición Final del Layout
Fuente : Elaboración Propia

3.9.5 LayOut de la Planta.

En este apartado se realizará el layout que como bien sabemos se refiere a la distribución de la planta, la importancia del layout se hace más significativa si se entiende la influencia de un diseño eficiente a la hora de realizar la producción, el diseño hace todo el proceso más eficiente. Las eficiencias operativas, el ahorro en el costo de manejo de materiales, la minimización de las demoras en la producción y evitar los cuellos de botella, dependen de un diseño adecuado (CiteMan, 2007). En este caso, para realizar la distribución efectiva de la planta procesadora de Yabolín, se tuvieron en cuenta los planteamientos de Richard Muther, por lo tanto, se tomaron las dimensiones de cada máquina con tal de calcular las dimensiones de las áreas.

Tabla 22.

Dimensiones de Áreas

Ítem	Área	Dimensiones M3
1	Área Administrativa	45
2	Recepción de Materia Prima	45
3	Bodega de Almacenamiento	96
4	Mezcladora	15
5	Dosificadora	2.5
6	Horno	7
7	Apilador	7.5
8	Empacador	10
9	Bodega de Productos Terminados	81
10	Baños	8
11	Zona de Descanso	108
Total		425

Fuente: Elaboración Propia

3.9.5.1 Área Administrativa

La productora de Yabolín, al igual que todas las empresas debe contar con oficinas administrativas donde se realizarán los informes, documentos y demás papeles que tengan que ver

con la empresa, es recomendable que el lugar cuente con la ergonomía necesaria para desarrollar las actividades, por lo que se proponen las siguientes dimensiones de 3 x 5 x 3 metros de ancho, largo y alto respetivamente con una dimensión total de 45 m³.

3.9.5.2 Recepción de Materia Prima.

Cuando la materia prima arribe la fábrica productora de Yabolín es totalmente necesario un espacio donde se haga la recepción de los ingredientes para la elaboración de los Yabolines, el área debe tener unas dimensiones de 3 x 5 x 3 metros de ancho, largo y alto respetivamente con una dimensión total de 45 m³; empleando las leyes de espacio de Muther.

3.9.5.3 Bodega de Almacenamiento

Posterior a la recepción de la materia prima esta se guarda momentáneamente en la bodega de almacenamiento, la cual debe contar con dimensiones de 4 x 6 x 4 metros de ancho, largo y alto respetivamente con una dimensión total de 45 m³.

3.9.5.4 Mezcladora

De la bodega de almacenamiento la materia prima inicia su proceso en la mezcladora, donde se obtiene una mezcla homogénea de todos los ingredientes, la mezcladora tiene 3 x 2.5 x 1.9 metros de ancho, largo y alto respetivamente con una dimensión total de 14.25 m³ ≈ 15 m³.

3.9.5.5 Dosificadora.

De la primera máquina, es decir de la maquina mezcladora la mezcla obtenida pasa a la maquina dosificadora, donde se porciona la mezcla en forma de circulo, esta máquina posee dimensiones de 1.35 x 1.13 x 1.38 metros de ancho, largo y alto respetivamente con una superficie total de 2.105 m³ ≈ 2.5 m³.

3.9.5.6 Horno

Luego de que la masa esta porcionada pasa al área del horno, el horno cuenta con dimensiones en metros de 4 x 1.1 x 1.4 ancho, largo y alto respetivamente con dimensión total de $6.16 \text{ m}^3 \approx 6.5 \text{ m}^3$.

3.9.5.7 Apilador

Ya horneados los Yabolines, llegan al apilador que se estima cuenta con las siguientes dimensiones de ancho, largo y alto 8 x 1.1 x 0.8 con dimensión total de $7.04 \text{ m}^3 \approx 7.5 \text{ m}^3$.

3.9.5.8 Empacador

Ya horneados los Yabolines, llegan al apilador que se estima cuenta con las siguientes dimensiones de ancho, largo y alto 5.8 x 1.4 x 1.2 con dimensión total de $9.744 \text{ m}^3 \approx 10 \text{ m}^3$.

3.9.5.9 Bodega de Productos Terminados

El producto final debe ser almacenado bajo ciertas condiciones que garantizan las características del Yabolin, se hace necesario acondicionar un espacio con las especificaciones necesarias para conservar el producto.

3.9.5.10 Áreas Complementarias

Estas hacen referencia a áreas existentes en las empresas que no hacen parte del proceso productivo pero que sin embargo son parte fundamental del personal que labora en la empresa, como los son los baños y zona de descanso.

3.10 Modelamiento de la Planta Procesadora en el Software Flexsim

Flexsim es una poderosa máquina de simulación discreta de última tecnología que permite efectuar cambios de la forma más ágil y sencilla, soslayando los altos costos que agarraría una modificación en la cadena de producción, los riesgos inherentes que tiene todo cambio y los prolongados tiempos, este software permite la ejecución de modelos realistas, el análisis de las operaciones y los procesos de logística y manejo de materiales.

En este capítulo se detallarán los paso a paso para la realización del modelamiento de la planta procesadora de Yabolín, con el propósito de exponer las conclusiones evidenciando el rendimiento del sistema y el cumplimiento de las metas de producción.

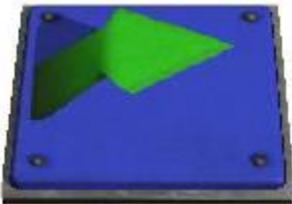
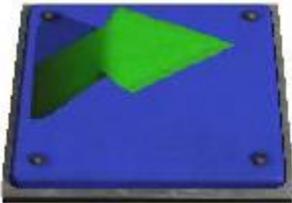
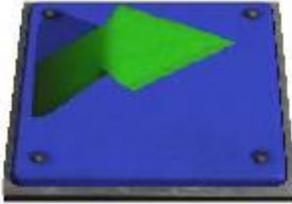
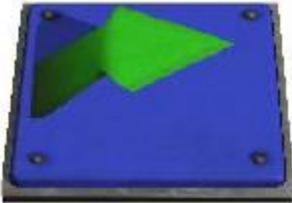
3.10.1 Modelo Desarrollado En Flexsim

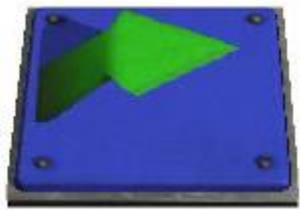
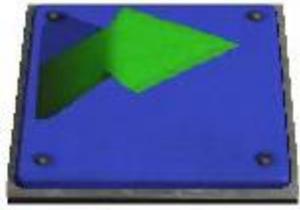
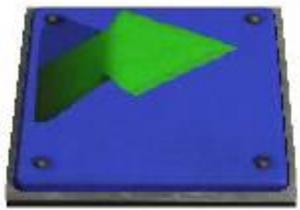
El procedimiento simulado tiene una distribución realizada por medio de la metodología SLP que representa un modelo fiel lógico secuencial a las actividades que intervienen en la producción de Yabolín, este modelo fue efectuado por medio de la versión de Flexsim 17.2.2, considerando los tiempos de producción de cada máquina que fueron realizados por el balanceamiento empleado con miras del cumplimiento diario de la producción.

En ese sentido se detallarán los objetos utilizados para simular las actividades de fabricación de Yabolín a continuación

Tabla 23.

Objetos

<i>Proceso</i>	Imagen	Recurso Fijo	Puerto Entrada	Puerto Salida
<i>Huevo</i>		Source	NA	Mezcladora
<i>Sal</i>		Source	NA	Mezcladora
<i>Margarina</i>		Source	NA	Mezcladora
<i>Almidón Agrio</i>		Source	NA	Mezcladora

<p><i>Queso Costeño</i></p> 	<p>Source</p>	<p>NA</p>	<p>Mezcladora</p>
<p><i>Leche</i></p> 	<p>Source</p>	<p>NA</p>	<p>Mezcladora</p>
<p><i>Almidón de Yuca</i></p> 	<p>Source</p>	<p>NA</p>	<p>Mezcladora</p>
<p><i>Mezcladora</i></p> 	<p>Combiner</p>	<p>Source de MP</p>	<p>Dosificador</p>

<p><i>Dosificador</i></p> 	<p>Processor</p>	<p>Mezcladora</p>	<p>Horno</p>
<p><i>Horno</i></p> 	<p>Processor</p>	<p>Dosificador</p>	<p>Apilador</p>
<p><i>Apilador</i></p> 	<p>Combiner</p>	<p>Horno</p>	<p>Embalaje</p>
<p><i>Embalaje</i></p> 	<p>Combiner</p>	<p>Apilador</p>	<p>Bodega de Productos Finales</p>

*Bodega de
Productos
Terminados*



Queue

Embalaje

NA

Fuente : Elaboración Propia

Las áreas de almacenamiento inicial están representadas gráficamente por los source, aquí se encuentran los diferentes insumos (Almidón agrio, leche, almidón de yuca, margarina, sal, huevo y queso costeño), estos son transportados por medio de una banda de cinta hasta llevar a la mezcladora [Combiner], esta recibe por cada día operado la cantidad necesaria para preparar la masa del Yabolín, cuantitativamente son 3 momentos dentro de la jornada laboral en los cuales la maquina recibe los ingredientes, posteriormente la masa homogenizada es llevada según la capacidad del Dosificador [Separador], que cumple la función de separar la masa en forma de diábolo según las especificaciones requeridas, la cual hace una partición por cada masa en 2700 unidades de Yabolín, a medida que estas son porcionadas son evacuadas por una banda de cinta transportadora que entra en el horno [Processor] para cumplir el proceso de cocción de la masa donde se somete a diferentes temperaturas mientras avanza cada lote de producción, que sale del hornaje para cumplir un proceso de enfriamiento para luego llegar al apilador y posteriormente a zona de embalaje que son simulados por medio de [Combiner]. El apilador tiene 4 canales que realizan el agrupamiento de 20 unidades de Yabolín que se convertirán en el producto insignia **Jazz Bolín** para ser llevados a la zona de embalaje donde son introducidos en las cajas de cartón corrugado para su entrega final. Los productos son paletizados y transportados por un montacargas eléctrico operado por un control remoto computarizado hasta disponer de este en la zona de la bodega final [Sink].

3.10.2 Validación Del Modelo En Flexsim.

La validación del modelo tiene como objetivo determinar si el comportamiento simulado representa la realidad de la empresa, es decir, la vida real, reflejando el interés primordial el cual es suplir la demanda que se propuso en este trabajo, por ellos las capacidades y volúmenes de las maquinas fueron acomodados a las especificaciones requeridas para la simulación de la planta procesadora de Yabolín, teniendo en cuenta que los tiempos en los cuales podía satisfacer la demanda los cuales fueron de 10 horas que son equivalente a 600 minutos, teniendo como indicador las unidades de entrada y salida de cada estación.

Cabe destacar que los tiempos de procesamiento de la maquina Dosificador y Horno fueron modificados ya que se tenía en cuenta la capacidad por kg y la simulación realizada tiene como default entender que cada producto a simulador tiene un tiempo de siglo igual a la capacidad de la máquina, en otras palabras cada yabolín seria tratado con un individuo en la producción y no por lote caso que implicaría que cada unidad de nuestro producto tendría en cuenta el tiempo de Setup [mas] el tiempo de elaboración.

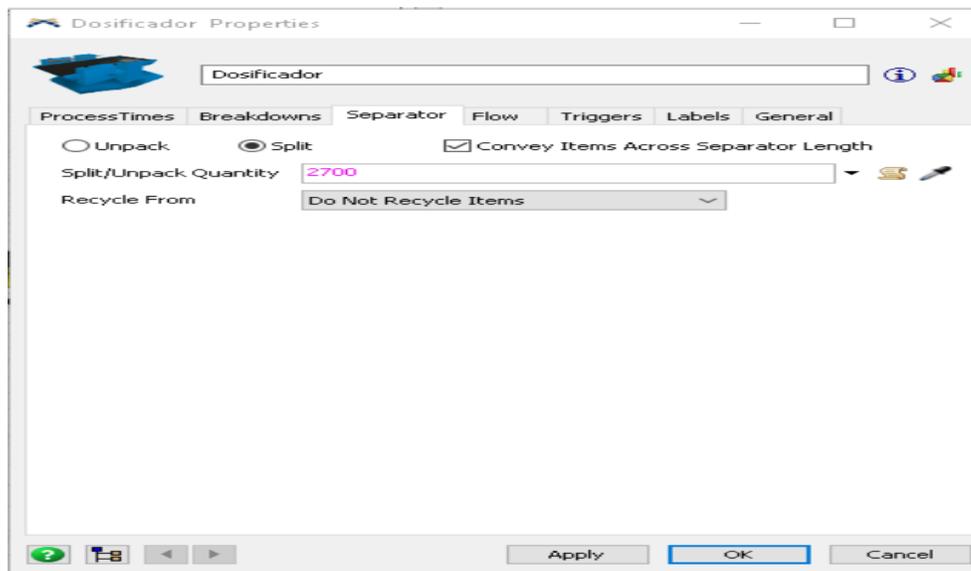


Ilustración 25 Dosificador Flexsim
Fuente : Reporte de Flexsim

El Dosificador tiene la partición de 2700 unidades de Yabolín por cada lote de masa transportado de la mezcladora.

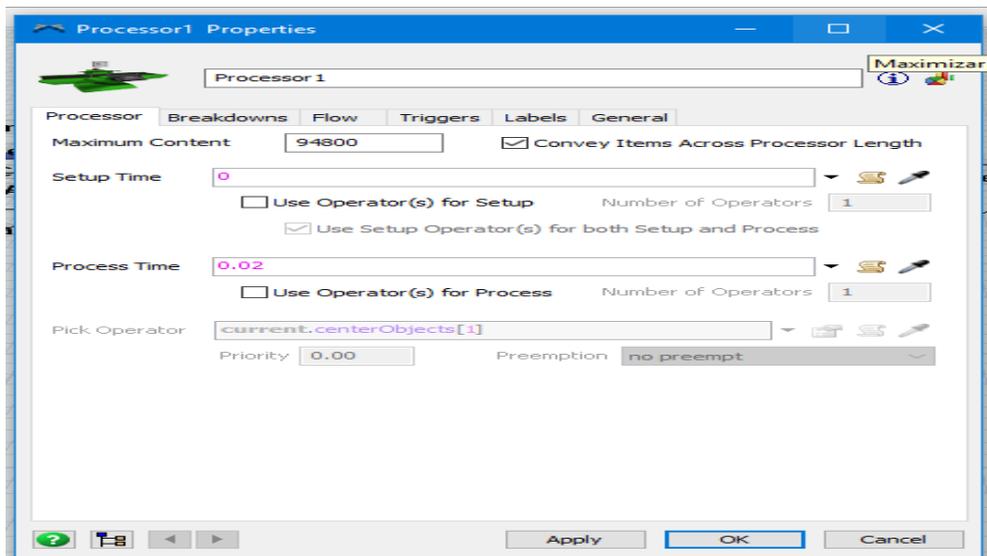


Ilustración 26 *Horno Flexsim*

Fuente : Reporte de Flexsim

Lo que indica que cada producto llamado Yabolín tendrá un tiempo de procesamiento de 0.02 minutos para poder tener una similitud con un panorama real.

Para una mejor comprensión de lo creado a través del software Flexsim ver Anexos 7, 8 y 9 donde se muestran el esquema virtual de la planta.

3.10.3 Verificación.

La fase más crucial al momento de medir cuantitativamente el modelo es la generación de outputs, por tal motivo serán utilizados para el análisis de los resultados demostrando si la lógica implementada en lo simulado coincide con la lógica teórica del modelo.

Para esto se procederá a simular el sistema en un espacio de 10 horas o 600 minutos, primeramente, se realizó la comparación de los tiempos de ciclos del piloto experimental con relación a los del piloto teórico diseñado en función a la producción para suplir la demanda diaria, determinando el rendimiento y el porcentaje de error del modelo experimental teniendo en cuenta el balanceamiento de la línea, permitiendo demostrar la validez del esquema planteado.

Tabla 24.

Indicadores de Validez

Indicadores para Demostrar validez del Esquema Diseñado	
Porcentaje de Rendimiento	
Formula	Indicador
$Rendimiento(\%) = \frac{Tiempo\ Corriada\ Simulada}{Tiempo\ Corrida\ Teorica}$	$Rendimiento(\%) = \frac{574.93}{600} = 96\%$
Error Absoluto Del Esquema	
Formula	Indicador
$E. Absoluto = T. C. Simulada - T. C. Teorica $	$E. Absoluto = 574.93 - 600 = 25,07\ Mni$
Error Relativo Del Esquema	
Formula	Indicador
$E. Relativo = \left \frac{T. C. Simulada - T. C. Teorica}{T. C. Simulado} \right $	$E. Relativo = \frac{ 574.93 - 600 }{574.93} = 0,04\ %$

Fuente : Elaboración Propia

El primer experimento con escenarios fueron los tiempos de arribo de los insumos los cuales se trataron con distribuciones normales que determinaran su entrada al sistema con lo cual se pudo concluir que:

- ✚ Los lotes de entrada al sistema en promedio son 3 los que producen 9 paletizados lo referente a 45 cajas de producción por día.
- ✚ el esquema diseñado que fue balanceado, cumple con los requerimientos necesarios para realizar las metas diarias de la planta procesadora de Yabolín propuesta en este documento, ya que presenta que el porcentaje de rendimiento del modelo es de 96%, exponiendo un error relativo de 0,04%, correspondiente a a una diferencia absoluta de 25,07 minutos entre los tiempos de ciclos del modelo.

3.10.4 Análisis e Interpretación de Resultados.

Por medio del modulo de Flexsim “Experimentador” el cual se usa para definir, ejecutar y analizar experimentos en escenarios de modelos definidos se ejecutaron analisis de las maquinas escogidas para la producción, Frente a nuestro caso particular, de los 72.000 Kgr establecidos

como la demanda de nuestro producto en un tiempo de un año, equivalente a 95.607 empaques de JazzBolin, es decir 2.868.196 Yabolines, solo se puede simular el primer trimestre del año ya que los centros de computación que cuentan con la licencia activada para utilizar este complemento de Flexsim no cuentan con las especificaciones técnicas para manejar la cantidad de flowitem generados por tal motivo se hicieron 12 replicas por lo anteriormente dicho.

Los reportes generados por el software tienen una descripción analítica de cada una de las variables evaluadas, es decir, cada elemento de producción en el sistema, donde se pueden evidenciar los tiempos promedios de producción al igual las cantidades de elementos de entrada y salida, desviaciones y el rango de los elementos; de manera igual los resultados son graficados por medio de un diagrama de caja y bigote el cual hace uso de 3 cuartiles para su elaboración (cuartil 25%, 50% y 75%). Se procede con el análisis de los datos obtenidos por las estaciones de trabajo evaluadas con los escenarios.

3.10.4.1 Tiempo de Procesamiento de Mezcladora.

En el primer trimestre de producción en promedio de mezclado fue de 214 minutos por día trabajado con una desviación de 5.4 minutos.

Summary							
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max	
Scenario 1	212.7	<	214.0	<	215.2	5.4	207.9 234.5
Scenario 2	212.7	<	214.0	<	215.2	5.4	207.9 234.5

Ilustración 27 Resumen de Datos Mezcladora

Fuente : Reporte Generado por Flexsim

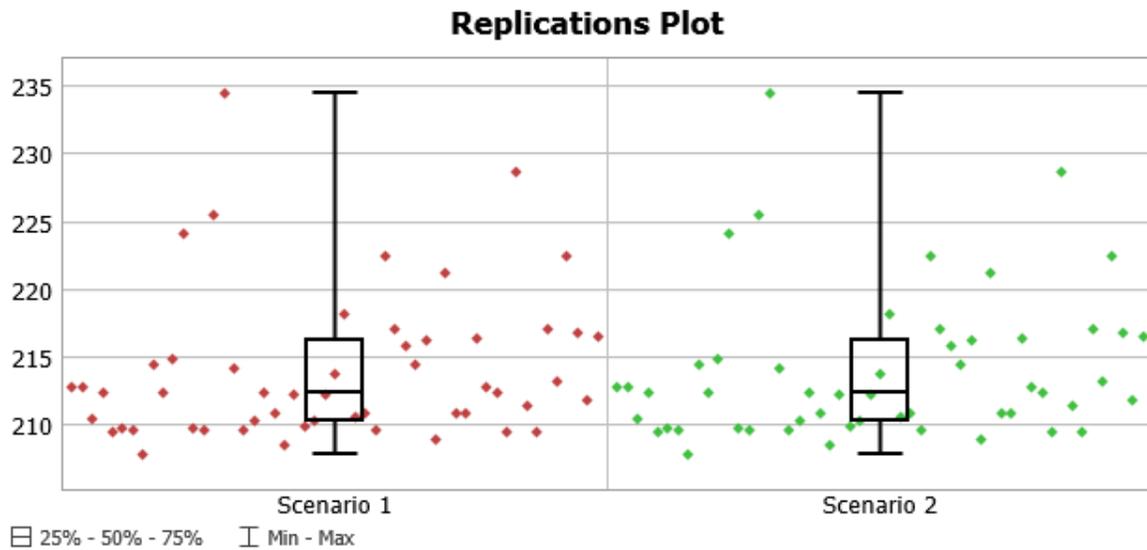


Ilustración 28 Replicaciones de Bodega Final

Fuente : Reporte Generado por Flexsim

3.10.4.2 Mezcladora outputs.

Las mezclas realizadas en todo el primer trimestre tuvieron una producción alrededor de los 10.849 de lotes de masas realizados con una desviación de 0.361 donde los números continuos representan la cantidad de material en proceso.

Summary								
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max		
Scenorio 1	10.766	<	10.849	<	10.932	0.361	10.000	11.000
Scenorio 2	10.766	<	10.849	<	10.932	0.361	10.000	11.000

Ilustración 29 Mixer Outputs

Fuente : Reporte Generado por Flexsim



Ilustración 30 Outputs de Mixer

Fuente : Reporte Generado por Flexsim

3.10.4.3 Mezcladora outputs.

Las unidades producidas por la dosificadora tienen un promedio de 28.579 yabolines con una desviación de 1.444, demostrando que la implementación de dos dosificadores no cambia la producción de Yabolín.

Summary								
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max		
Scenario 1	28247	<	28579	<	28912	1444	24300	29700
Scenario 2	28247	<	28579	<	28912	1444	24300	29700

Ilustración 31 Yabolines Dosificadora

Fuente : Reporte Generado por Flexsim



Ilustración 32 Cantidad Yabolines Dosificadora

Fuente : Reporte Generado por Flexsim

3.10.3.4 Apilador outputs.

La implementación de dos Apiladores acelera la producción de empaquetado haciendo que existan un tiempo mayor de reacción en casos de sobreproducciones donde el primer escenario el empaquetado 28.579 unidades con una desviación de 1.444 unidades mientras en el segundo escenario hubo un aumento de empaquetado por Apilador, es decir 14.290 unidades con una desviación 722.

Summary								
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max		
Scenario 1	28247	<	28579	<	28912	1444	24300	29700
Scenario 2	14123	<	14290	<	14456	722	12150	14850

Ilustración 33 Outputs Apilador

Fuente : Reporte Generado por Flexsim

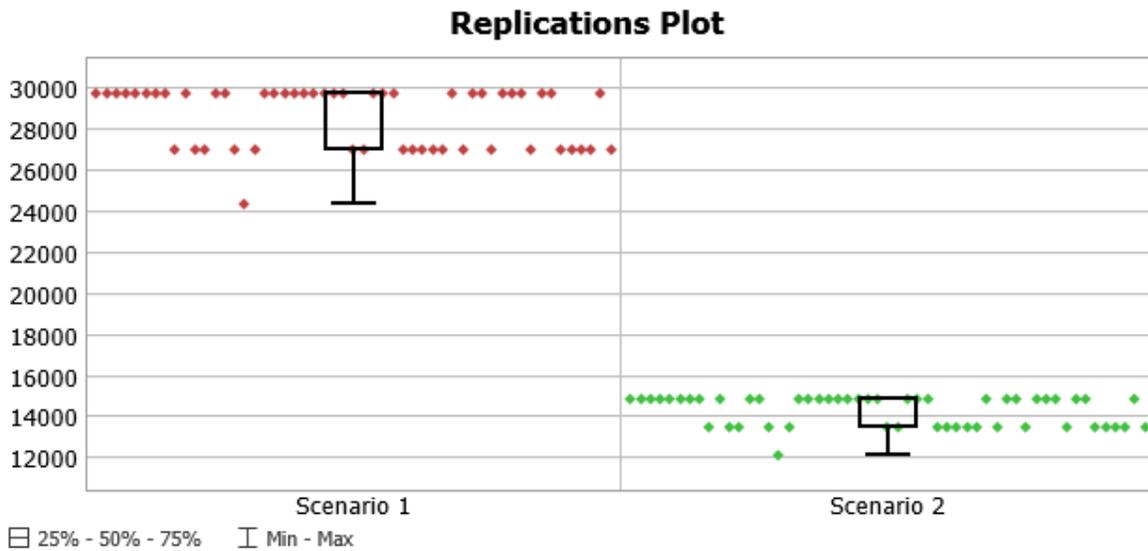


Ilustración 34 Cantidad Apilador

Fuente : Reporte Generado por Flexsim

3.10.4.5 Apilador outputs.

La cantidad de paletizados en promedio es de 32, es decir de 35 cajas por paletizados, mientras su desviación de 1 paletizado.

Summary						
	Mean (90% Confidence)			Sample Std Dev	Min	Max
Scenario 1	31.39	< 31.75	< 32.12	1.60	27.00	33.00
Scenario 2	31.39	< 31.75	< 32.12	1.60	27.00	33.00

Ilustración 35 Bodega Final

Fuente : Reporte Generado por Flexsim

4. Conclusión

Al realizar la investigación, aplicar las teorías explicadas durante todo el trabajo como el SLP y leyes de Muther, realizar el modelamiento de la planta, encontrar las máquinas para la producción del Yabolín y hacer uso del sistema Flexsim es posible concluir que:

Hacer un producto típico de nuestra región es importante, ya que conserva la tradición cultural del lugar donde están nuestras raíces, sin embargo la producción de esos productos típicos es muy informal, por lo que optamos caracterizar la demanda que existe en el municipio de Sincelejo y oferta del municipio de San Juan de Betulia para este producto, ayudándonos con el método Delphi con la validación de instrumentos que catalogaron al yabolín, como un snack de tipo horneado, demostrando que este posee estacionalidades de oferta y demanda en el año. La oferta representada por las 5 productoras de Yabolín, en sus mejores tiempos llegan a producir en suma unos 1096 kg, mientras que la demanda a la cual alude la capital del departamento de Sucre llega a tener una diferencia de 5812 kg por consiguiente este producto solo requiere mejor presentación en su diseño de comercialización para obtener la aceptación en el mercado ya que posee demanda.

Logísticamente hablando, y teniendo en cuenta las facilidades que ofrece San Juan de Betulia, primero para conseguir la materia prima y, además por la experiencia que derriba de ser uno de los lugares donde nace el Yabolín, es preciso ubicar la planta de producción de Yabolín en el municipio de San Juan de Betulia, Sucre inclusive para conservar la tradicionalidad y hacer crecer económicamente a la región y al departamento. Esto se fundamenta en los estudios desarrollados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y Artesanías de Colombia, donde se mira a la región sucreña como una de las mayores productoras artesanales con su producto insignia el Yabolín.

Siguiendo con el hilo logístico que lleva consigo esta investigación del proceso productivo del Yabolín y teniendo en cuenta el Layout de la planta propuesto, uno de los resultados arrojados fueron mejores tiempos en la producción, esto derribado de una buena organización de las áreas,

máquinas y recepción de la materia prima, que al ser optimas ayudaron a la consecución de las metas productivas trazadas. Lo que puede ser un aporte interesante para aplicar a Pymes de la región.

Se ha demostrado una vez más que el uso del Flexsim como software brinda gran ayuda para visualizar de forma cercana como podría funcionar de mejor manera la empresa con el simple hecho de organizarla óptimamente, Flexsim nos dio la capacidad de experimentar las mejores opciones de producción para la productora de Yabolines, guardando un grado confiable de similitud con la realidad.

Para este caso, al estar consciente de las limitaciones del cuello de botella, que fue el apilador, se pudieron concentrar los esfuerzos para reducirlo al mínimo apalancándonos en ese límite acelerando su producción con un apilador adicional, y por esta razón el proceso fue efectivo, de los 23.904 empaques demandados en el primer trimestre del año, se logró una producción de aproximadamente 24.143 empaques de Yabolín lo que indica la posibilidad real de lo planteado en la presunción inicial, no obstante la simulación demostró que la línea de producción es marcada en relación a la disposición de insumos que se encuentra en la bodega de almacenamiento por lo se recomienda una cadena de suministro también llamada supply chain adecuada que controle los stock mínimos para una producción adecuada a las capacidades del maquinado instalado y trazabilidad de los materiales.

5. Referencias

- Cámara de Comercio de Cali. (2016). Ritmo Cluster #2 - Macrosnacks. 30/03, 3.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). Diseño y selección de procesos. In *Administración de las Operaciones* (p. 21).
- Doig, G. E. (2012). Snacks a Partir De La Fritura De Yacón. *Ingeniería Industrial*, (30), 161–185.
- DUQUE, C. (1998). *CENSO ECONOMICO NACIONAL DEL SECTOR ARTESANAL*.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos. Evolution* (Vol. 70).
- Soto, I., Luján, D., Salcedo, J., & Contreras, K. (2016). Evaluación de un producto horneado (“diabolín”) formulado con almidón modificado de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Agronomía Colombiana*, 34, 804–807.
- Abierto, D. (2014). *Diccionario Abierto y Colaborativo*. significadode.
- Camara de Comercio de Calí. (2014). *Enfoque Competitivo*. Cali: Unidad Economica y de Planeación.
- CiteMan, O. M. (07 de Enero de 2007). *CiteMan Network - Professional Learning & Development*. Obtenido de The importance of layout.
- del Río Cidoncha, M. G., Martínez Lomas, M. E., Martínez Palacios, J., & Perez Diaz, S. (2007). *El libro de Catia V5: Módulos Part Design, Wireframe and Surface Design, Assembly Design y Drafting, Volumen 5*. Tebar.
- DELANI. (05 de JUNIO de 2016). Cacao&Chocolate Machinery. *CATALOGO DE MAQUINAS DELANI*. ESTADOS UNIDOS: DELANI.
- García, Á. A. (1997). *Conceptos de Organización Industrial*. Barcelona, España: Marcombo.
- Gil, A. (2012). *Ingenio en Marcha, Simulación y Analytics*. Obtenido de <http://agiltools.com/blogsp/simulacion/software/>
- HyNet Login. (s.f.). *HyNet Login Net*. Obtenido de <http://www.hy-net.com/>
- La Guía de Sincelejo*. (10 de Septiembre de 2015). Obtenido de www.laguiadesincelejo.com > CULTURAL
- LeanManufacturing10. (s.f.). *Diseño de la distribución en planta: Definición y cuándo realizarla*. Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/disenio-la-distribucion-planta-definicion-cuando-realizarla>
- López, B. S. (2014). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de www.IngenieriaIndustrialOnline.com

- Los Diabolines de Doña Carmen. (09 de Septiembre de 2001). *Digital*, pág. 02.
- Mas, D. (2010). *Unavdocs´s Weblog*. Obtenido de Distribución en Planta.
- Montolivo, O. (Marzo de 2010). Simulación de Procesos del Té Negro, Casa Fuentes Misiones Argentina. Argentina.
- Murther, R. (1970). *DISTRIBUCIÓN EN PLANTA*. Barcelona, España: Hispano Europea.
- Paz, R. C., & Gómez, D. G. (2012). *El Sistema de Producción y Operaciones*. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Economicas y Sociales Universidad de Mar de Plata.
- QN Quiminet*. (12 de Diciembre de 2008). Obtenido de www.quiminet.com/articulos
- Reed, R. (1971). *Plant Location, Layout, and Maintenance*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
- Reina, M. (14 de Febrero de 2017). Crecimiento del sector manufacturero para este año comienza a ser visto con reservas. *PORTAFOLIO*, 2.
- S.A., S. (2013). *Hornos y maquinaria para panadería, bollería, pastelería, confitería y repostería*. BARCELONA: Sermont S.A. Obtenido de <http://sermont.es/>
- Simergia Engineering. (s.f.). *SIMERGIA, Simulación de Procesos*. Obtenido de <http://simergia.com/simulacion-de-procesos/>
- Sucre, A. M. (2012). *Plan de Ordenamiento Territorial San Juan de Betulia Sucre 2012*. San Juan de Betulia: Alcaldía de San Juan de Betulia. Obtenido de Plan de Ordenamiento Territorial de San Juan de Betulia.
- Triana, W. J. (2013). Implementación de Talleres Basados en el Software de Simulación Flexsim para la Asignatura Tecnicas Modernas de Optimización. Santander, Bucaramanga, Colombia.

Anexos

Anexo 1. Validación de Instrumento.

ITEM	Adecuación de vocabulario			Comprensión de preguntas				Sugerencias o comentarios
	1	2	3	1	2	3	4	
1. A la hora de consumir un Snack los prefiere								
2. Cuál de las siguientes categorías de Snack consume entre comidas con mayor frecuencia								
3. De los siguientes productos Horneados cuales de su preferencia								
4. Si en el mercado se le ofreciera un producto tipo pasabocas o melao de nombre Yabolín artesanal ¿estaría dispuesto a comprarlo?								
5. ¿ Con qué frecuencia estaría dispuesto(a) adquirir el Yabolín de producción artesanal?								
6. ¿ En qué presentación le gustaría comprar el Yabolín artesanal?								
7. ¿ Cuánto estaría dispuesto a pagar por 16 unidades de Yabolín en la presentación escogida anteriormente en el punto anterior?								

Adecuación del vocabulario

- (1) No adecuado
- (2) Adecuado, pero necesita mejorar
- (3) Adecuado

Comprensión de preguntas

- (1) Muy confusa
- (2) Confusa
- (3) Claro, pero debe mejorar redacción
- (4) Muy claro

Nombre de Evaluador: _____ Firma: _____

Profesión: _____ Fecha: _____

Anexo 2. Primera parte del instrumento.

**CUESTIONARIO PARA ESTIMAR DEMANDA POTENCIAL DE UN PRODUCTO COMESTIBLE DE FABRICACIÓN
ARTESANAL**

Encuesta:

La siguiente investigación se realiza con el fin de recolectar información para la investigación "DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE YABOLÍN A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA) EN EL MUNICIPIO DE BETULIA, DEPARTAMENTO DE SUCRE, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SPL" Como trabajo de grado.

1. ¿Su Rango de edades es de?

10 a 19 Años () 20 a 29 Años () 30 a 39 Años () 40 a 49 Años ()
50 a 59 Años ()

2. ¿Se Sexo es? Masculino () Femenino ()

3. ¿A la hora de consumir un Snack los prefiere?

Con conservantes ()
Sin conservantes ()

4. ¿Cuál de las siguientes categorías de Snack consume entre comidas con mayor frecuencia?

Bebidas () Frituras ()
Frutos Secos () Horneados ()

5. ¿De los siguientes productos Horneados cual es de su preferencia?

Pan () Galletas ()
Torta () Yabolín Artesanal ()

Anexo 3. Continuación de instrumento.

6. Si en el mercado se le ofreciera un producto tipo pasabocas o mekatos de nombre Yabolín artesanal ¿estaría dispuesto a comprarlo?

Probablemente sí) Probablemente no)

Definitivamente sí) Definitivamente no)

7. ¿Con qué frecuencia estaría dispuesto(a) adquirir el Yabolín de producción artesanal?

Diariamente) Semanalmente)

Quincenalmente) Cada mes)

8. ¿En qué presentación le gustaría comprar el Yabolín artesanal?

Bolsas plásticas) Envases Plásticos)

Bolsas de Papel) Envases de Vidrio)

Caja Transparente) Empaques de Cartón)

Empaques Plásticos)

9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 16 unidades de Yabolín en la presentación escogida anteriormente en el punto anterior?

800 – 1.000) 1.000 – 1.500)

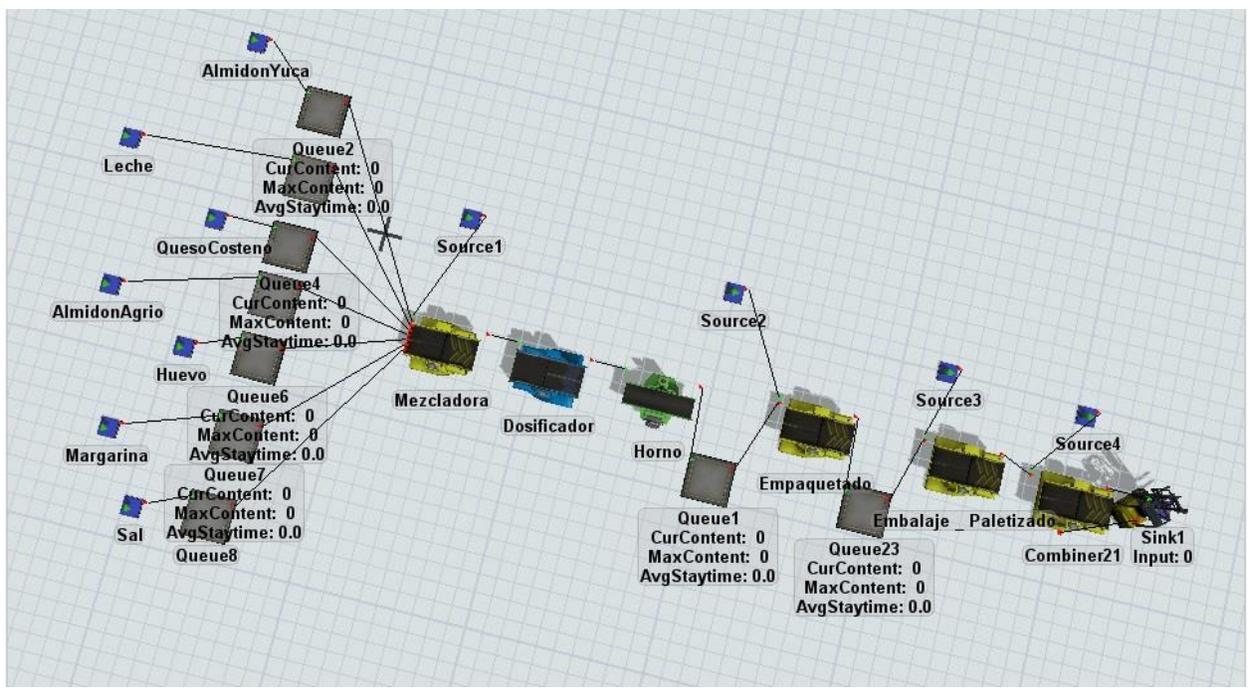
1.500 – 2.000) Mas de 2.000)

Anexo 4. Validación de ofertantes.

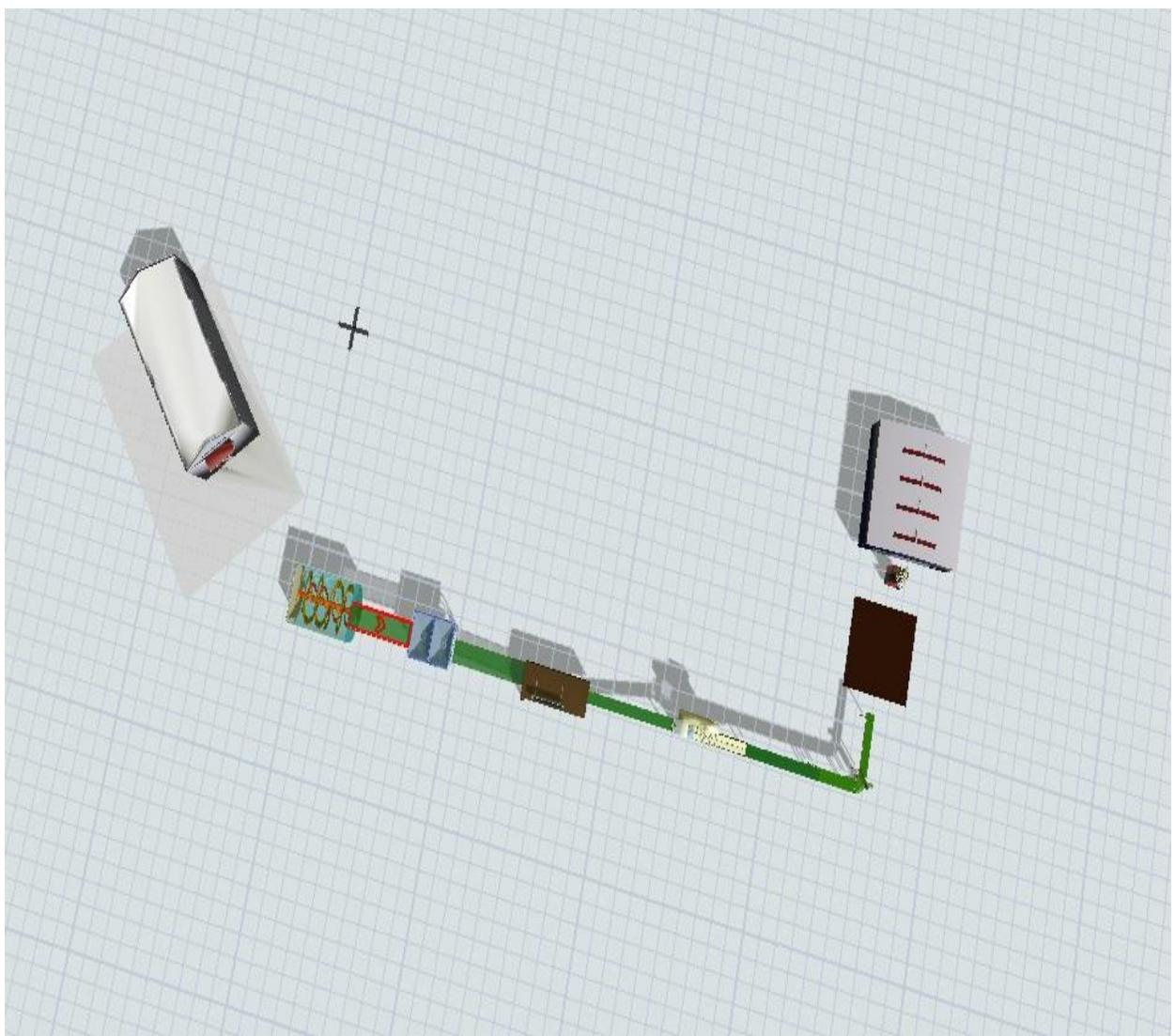
ITEM	Adecuación vocabulario			Comprensión de preguntas				Sugerencias o comentarios
	1	2	3	1	2	3	4	
1. Como se hacen los Yabolines Artesanales								
2. Cuanto es la producción promedio de Yabolines por mes								
3. A donde distribuye los yabolines								
4. Cuantos hornos artesanales funcionales tiene								
5. ¿El Yabolín producido diariamente es vendido en su totalidad?								
6. ¿Cuales son los meses en los cuales produce más								
7. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por 16 unidades de Yabolín en la presentación escogida anteriormente en el punto anterior?								

□

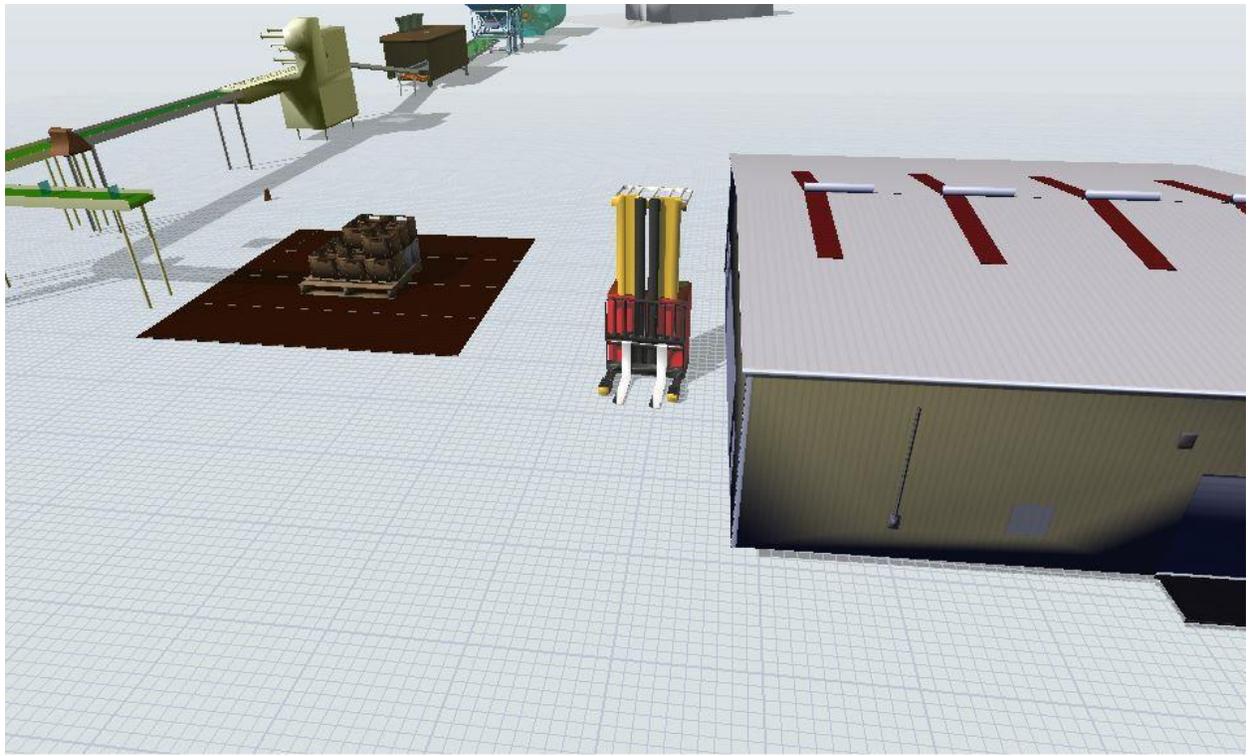
Anexo 5. Layout Preliminar.



Anexo 6. Layout de yabolinera.



Anexo 7. Zona de Paletizado y Transporte.



Anexo 8.Horneaje de yabolín.

