

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESAS DE  
MANUFACTURA, MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS  
CON MODELOS Y SIMULACIÓN POR COMPUTADORA. CASO  
PRÁCTICO APLICADO A LA EMPRESA AFRODISIAK.**

**“OPTIMIZAR EL FLUJO DE MATERIALES, PROCESOS E  
INFORMACIÓN”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA DE LA  
PRODUCCIÓN**

**ÁMBAR MAYTÉ DEA TAMBA**

**ambar.dea@epn.edu.ec**

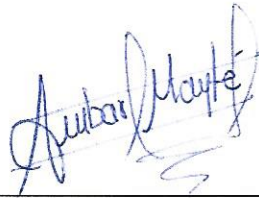
**DIRECTOR: Mat. NELSON RAÚL ALOMOTO BANSUI, MSc.**

**Nelson.alomoto@epn.edu.ec**

**DMQ, agosto 2022**

## CERTIFICACIONES

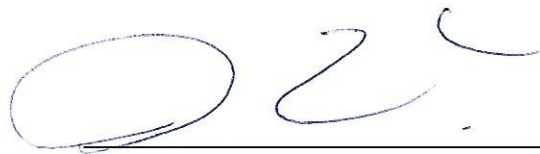
Yo, Ámbar Mayté Dea Tamba declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



---

**Ámbar Mayté Dea Tamba**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Ámbar Mayté Dea Tamba, bajo mi supervisión.



---

**Mat. Nelson Raúl Alomoto Bansui, MSc.**

**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

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

Ámbar Mayté Dea Tamba

Mat. Nelson Raúl Alomoto Bansui, MSc.

## DEDICATORIA

**A mis queridos padres Franklin y Mónica,**  
quienes han sido incondicionales con su confianza,  
apoyo y ejemplo en cada uno de mis pasos y logros.

**A mis hermanos Doménica y Andrew,**  
que han sido mi fuerza para superarme en  
cada paso que doy.

**A mis queridos abuelitos Benito y Genia,**  
quienes han confiado en mi dedicación y me han  
apoyado incondicionalmente.

**A Cris, Alex y a todos mis estimados amigos,**  
quienes me han brindado sus consejos, palabras de aliento  
y ejemplo de esfuerzo, constancia y dedicación, formando  
parte de todo este recorrido lleno de enseñanzas.

*Ámbar Mayté Dea Tamba*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco incondicionalmente a mis queridos padres, Mónica y Franklin quienes han estado para mí de forma incondicional, siendo mi impulso para lograr mis metas a través de sus enseñanzas y ejemplo de dedicación, perseverancia y humildad, logrado sin lugar a duda, a ser reflejo de sus bellos valores y esfuerzos.

Quiero agradecer a mis hermanos y amigos que estuvieron presentes en el transcurso de esta etapa, apoyándome de diferentes maneras a lograr mi objetivo e impulsándome a ser mejor cada día en cada cosa que realizo.

Quiero agradecer especialmente a Dios que se ha hecho presente en diferentes formas, guiándome y presentándome oportunidades que me han ayudado a crecer como persona y como profesional.

Y finalmente, pero no menos importante, quiero primero agradecer a la Escuela Politécnica Nacional, la cual ha sido desde un principio un reto al que deseaba intensamente superar a través de mis capacidades, valores y esfuerzos; a los docentes, quienes además de compartir sus conocimientos han sido impulso a crecer como profesional fiel a sus valores, creencias y capacidades.

*Ámbar Mayté Dea Tamba*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT .....	IX
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general .....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1. Distribución de planta .....	3
1.4.2. Diseño de Layout.....	5
1.4.3. Planeación Sistemática de Layout .....	6
1.4.4. Herramientas para el S.L.P.....	8
1.4.5. Productividad.....	9
1.4.6. Optimización.....	10
1.4.7. Descripción del proceso de la elaboración del chocolate .....	10
2. METODOLOGÍA.....	13
2.1. Diagnóstico de la Empresa .....	13
2.1.1. Análisis del Diagrama Causa y Efecto .....	15
2.1.2. Análisis del Diagrama de Pareto.....	15
2.2. Planteamiento del problema .....	16
2.3. Estrategia de Solución.....	17
2.4. Enfoque .....	17
2.5. Tipo de Investigación.....	17
2.5.1. Investigación Práctica o Empírica .....	17

2.6.	Diseño de Investigación.....	18
2.6.1.	Experimental.....	18
2.6.2.	Determinación de muestra.....	18
2.7.	Método Systematic Layout Planning (S.L.P.).....	18
2.7.1.	Fase I (Ubicación) .....	18
2.7.2.	Fase II: Plan de Distribución General .....	27
2.7.3.	Fase III: Plan de Distribución detallada.....	30
2.7.4.	Fase IV: Simulación y evaluación de las soluciones .....	35
2.7.4.1.	Simulación de la producción actual .....	36
2.7.4.2.	Simulación de la Solución 1 .....	39
2.7.4.3.	Simulación Solución 2.....	40
2.7.4.4.	Simulación Solución 3.....	41
2.7.4.5.	Simulación Solución 4.....	43
2.7.5.	Fase V: Evaluación de soluciones .....	46
3.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
3.1.	Resultados .....	51
3.2.	Conclusiones.....	54
3.3.	Recomendaciones.....	55
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
5.	ANEXOS.....	60
	ANEXO I. AFRODISIAK.....	60
	ANEXO II. ENTREVISTAS – PERSONAL DE AFRODISIAK.....	61
	ANEXO III. Máquinas artesanales de los procesos .....	62
	ANEXO IV. Cadena de suministro AFRODISIAK .....	63
	ANEXO V. VSM AFRODISIAK .....	64
	ANEXO VI. Layout Actual de la Planta de Chocolate Artesanal de AFRODISIAK .....	65
	ANEXO VII. Resumen de gastos - AFRODISIAK mes de junio 2022 .....	66
	ANEXO VIII. Flujo de información de la elaboración de chocolate de la empresa AFRODISIAK.....	67

ANEXO IX. Estudio de tiempos (Producto chocolate artesanal 100% cacao).....	68
ANEXO X. Estudio de tiempos (Chocolate artesanal 70% cacao).....	70
ANEXO XI. Cursograma (Chocolate artesanal 100% cacao).....	72
ANEXO XII. Cursograma (Chocolate artesanal 70% cacao).....	73
ANEXO XIII. Cursograma Alternativa 1 (Chocolate artesanal 100% cacao).....	74
ANEXO XIV. Cursograma Alternativa 2 (Chocolate artesanal 100% cacao).....	75
ANEXO XV. Cursograma Alternativa 3 (Chocolate artesanal 100% cacao).....	76
ANEXO XVI. Cursograma Alternativa 4 (Chocolate artesanal 100% cacao).....	77
ANEXO XVII. Cursograma Alternativa 1 (Chocolate artesanal 70% cacao).....	78
ANEXO XVIII. Cursograma Alternativa 2 (Chocolate artesanal 70% cacao).....	79
ANEXO XIX. Cursograma Alternativa 3 (Chocolate artesanal 70% cacao).....	80
ANEXO XX. Cursograma Alternativa 4 (Chocolate artesanal 70% cacao).....	81
ANEXO XXI. Distribuciones utilizadas en la simulación.....	82
ANEXO XXII. Datos utilizados en el software SIMUL8 .....	83



## RESUMEN

En este trabajo de investigación se analiza y propone el Layout óptimo de la planta de producción de chocolate para la empresa AFRODISIAK, ubicada en la ciudad de Quito, mediante la implementación de la metodología Systematic Layout Planning (S.L.P.) y el software SIMUL8. En la simulación de los diferentes escenarios, se muestran la dinámica y optimización de flujos del sistema, apuntando a un incremento en la productividad de la empresa.

En la actualidad, la inapropiada distribución que tiene AFRODISAK de las diferentes áreas de la planta generan movimientos, distancias, costos y tiempos innecesarios que producen demora en el tiempo total de producción. En base a ello, el proyecto inició por un diagnóstico e identificación de las variables principales, sus relaciones y actores presentes en el área de producción, teniendo claro el escenario de la distribución de operaciones de los recursos humanos y físicos, los mismo que se consideraron para plantear la optimización del flujo de materiales, procesos e información a través de la redistribución de su planta, tomando en cuenta las operaciones desde el almacenamiento de la materia prima hasta obtener el chocolate 100% cacao y 70% cacao empaquetado y almacenado.

Finalmente, se encontraron 4 alternativas viables para la redistribución de planta procediendo a analizarlas y evaluarlas en criterios cuantitativos y cualitativos para la selección de la mejor distribución que incremente la productividad y optimice los flujos del sistema productivo. La alternativa 4 fue la mejor opción que se acopló a los factores críticos de éxito seleccionados, incrementando la productividad en un 13,46%.

**PALABRAS CLAVE:** distribución de planta, operaciones, flujo, productividad, simulación, optimización.

## **ABSTRACT**

In this research work, the optimal Layout of the chocolate production plant for the company AFRODISIAK, located in the city of Quito, is analyzed and proposed through the implementation of the Systematic Layout Planning (S.L.P.) methodology and the SIMUL8 software. In the simulation of the different scenarios, the dynamics and optimization of the system's flows are shown, pointing to an increase in the company's productivity.

Currently, the inappropriate distribution that AFRODISAK has of the different areas of the plant generate unnecessary movements, distances, costs and times that produce delays in the total production time. Based on this, the project began with a diagnosis and identification of the main variables, their relationships and actors present in the production area, having a clear scenario of the distribution of operations of human and physical resources, the same ones that were considered to propose the optimization of the flow of materials, processes and information through the redistribution of its plant, taking into account the operations from the storage of the raw material to obtaining the 100% cocoa and 70% cocoa chocolate packaged and stored.

Finally, 4 viable alternatives were found for the redistribution of the plant, proceeding to analyze and evaluate them in quantitative and qualitative criteria for the selection of the best distribution that increases productivity and optimizes the flows of the productive system. Alternative 4 was the best option that was coupled to the selected critical success factors, increasing productivity by 13.46%.

**KEYWORDS:** layout, operations, flow, productivity, simulation, optimization.

# 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El proyecto se enfocó en presentar una alternativa de mejora para incrementar la productividad de la empresa a través de “la optimización del flujo de materiales, procesos e información”. Este componente ha sido desarrollado en la empresa AFRODISIAK dedicada a la producción agrícola, transformación y comercialización de diferentes productos hechos a base de cacao, como lo es el chocolate.

El chocolate es elaborado de forma artesanal y entre las diferentes actividades y procesos a realizar, suele presentarse demoras, provocando que el tiempo total de la elaboración del chocolate aumente desde la llegada de la preparación de la materia prima (cacao) hasta el empaquetado del producto final. A esto se suman factores como la distribución de espacios, fallas en las máquinas artesanales utilizadas y los diferentes procesos desarrollados en su elaboración.

Es importante mencionar que los flujos de materiales son recursos que se encuentran en estado de movimiento, trabajo en progreso y productos finales. En este caso, el producto final es el chocolate, junto con la calidad de su textura y sabor que se puede brindar en el mismo; el flujo de procesos representa una serie de tareas a realizar en un orden específico en el que se abarca todos los trabajos realizados por las máquinas y el personal de la empresa, buscando garantizar que todos los procesos se realicen de forma óptima; el flujo de información exige conocer las fuentes, tratamientos de la materia prima y sistemas de inocuidad manejados por la entidad, llevando la información con criterios de calidad, seguridad y de veracidad, asegurando una imagen de confianza en la empresa y en sus productos.

Determinada la situación actual de la empresa, el trabajo inicia con el levantamiento de información y de procesos, la identificación de los recursos utilizados basados en la cadena de suministro y el Layout actual de la planta de producción; información necesaria para aplicar la Metodología Systematic Layout Planning.

Aplicada la metodología, se plantea alternativas de mejora programadas en Simul8, un simulador por computador, junto al diseño de Layout alternativo. Mediante estas herramientas se propone la integración y coordinación de las actividades y procesos internos de la entidad con los procesos externos, alcanzando un mejor aprovechamiento de los espacios, recursos y minimizando costos de las distancias a recorrer, las aglomeraciones por falta de espacio y el coste de manipulación de materiales, a fin de brindar un producto de mejor calidad a los consumidores.

## **1.1 Objetivo general**

Desarrollar una propuesta que presente un incremento de la productividad dentro del área de producción de chocolate de la empresa AFRODISIAK, por medio de la Metodología S.L.P. y de un simulador, donde se visualice el mejor escenario de optimización del flujo de materiales, procesos e información en base al del rediseño del área de producción

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las principales variables, relaciones y actores que intervienen en la elaboración del chocolate artesanal.
2. Analizar la situación actual de la distribución de planta y de los flujos presentes en la elaboración de chocolate artesanal para oportunidades de mejora
3. Desarrollar una propuesta de rediseño de Layout de la planta que optimice el flujo de materiales, procesos e información.
4. Simular por computador la propuesta encontrada, a fin de visualizar el flujo del sistema y el aumento de productividad.

## **1.3 Alcance**

El proyecto se llevará a cabo en la empresa AFRODISIAK, ubicada en el norte de Quito; empresa dedicada a la producción agrícola, transformación y comercialización de diferentes productos hechos a base de cacao como el chocolate. El estudio abarca el área de producción de este producto, realizando un análisis de la situación actual, a fin de presentar alternativas de mejora que incrementen el nivel de productividad, por medio de la Metodología Systematic Planning Layout, optimización espacios, distancias, materiales, procesos e información. Las alternativas encontradas, serán simuladas en el software Simul8, ilustrando los diferentes escenarios encontrados, siendo clave para escoger el escenario más viable y eficiente para la empresa.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1. Distribución de planta**

De modo simple, se puede decir que es la disposición de varios recursos usados en la planta que permiten fabricar un producto. Sin embargo, varios autores denotan un concepto más adecuado y completo como se lo presenta a continuación:

Según Ortega et. al (2003), la distribución de planta se define como el proceso de organización física de los elementos industriales, a fin de que se construya un sistema productivo funcional capaz de lograr y cumplir con los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Esta ordenación abarca tanto el equipo de trabajo y el personal de taller, como los espacios necesarios para el flujo del material, almacenamiento, procesos, información y todas las otras actividades auxiliares (Ortega, 2003). (p. 4).

Por otro lado, (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), proponen la siguiente definición:

La distribución de las instalaciones es donde se ve la realidad de las cosas en lo que respecta al diseño y la operación de un sistema de producción. Una buena distribución de la fábrica (o la oficina) puede proporcionar una verdadera ventaja competitiva porque facilita los procesos de flujo de materiales e información. (p. 240).

Es decir, es un proceso de ordenación industrial que tiene como estrategia obtener una buena disposición de elementos en un espacio con base en las operaciones a realizar, a fin de optimizar el espacio, procesos, materiales e información que reflejen una ventaja competitiva para la empresa.

#### **1.4.1.1. Importancia de la distribución de planta**

La distribución de planta tiene que ver con un mejor funcionamiento de las instalaciones, generando ventajas para la compañía, como la minimización de costos totales de producción. Según Ortega et. al (2003), es claro que la incidencia de los diferentes elementos o factores que intervienen en una planta de producción sea efectiva, cuando los mismos actúan en un espacio que se considere un lugar adecuado y controlado, asegurando los procesos de fabricación. Por ende, es necesario adoptar un claro esquema de planta que permita minimizar la pérdida de tiempo, los costos altos de producción y aumentar la productividad; factores comunes que poseen puntos claves de éxito para la obtención de una adecuada distribución de la planta (Ortega, 2003). (p. 5).

Por ende, se puede destacar que una buena distribución de planta permite dar una buena respuesta a la demanda de los productos a través de un buen control de la capacidad de

la planta en base al espacio a utilizar, flujo de materiales, procesos e información, mano de obra y producción, permitiendo priorizar un incremento de productividad y mejorar la competitividad.

#### 1.4.1.2. Tipos de distribución de planta

##### 1.4.1.2.1. Distribución por procesos

Este tipo de distribución propone la agrupación de máquinas y procesos dentro de instalaciones de acuerdo con sus funciones. “Se utiliza normalmente cuando el volumen de producción no es suficiente para justificar un diseño de producto. Por lo general, los talleres de trabajo emplean diseños de proceso debido a la variedad de los productos fabricados y sus volúmenes bajos de producción” (Orozco, Ortiz, & De la Hoz, 2017). (p. 24).



**Figura 1.1.** Distribución por procesos.

**Fuente:** (Kumar & Suresh, 2009)

##### 1.4.1.2.2. Distribución por productos

En este tipo de distribución, se propone que, servicios auxiliares, máquinas y equipos estén ubicados acorde a la secuencia del flujo de procesamiento del producto. Si el volumen de producción de uno o más productos es grande, las instalaciones de la planta pueden organizar y conseguir un flujo adecuado de materiales y un costo mínimo por unidad. Esto direcciona a que las máquinas funcionen de forma rápida y fiable (Orozco, Ortiz, & De la Hoz, 2017). (p. 24).

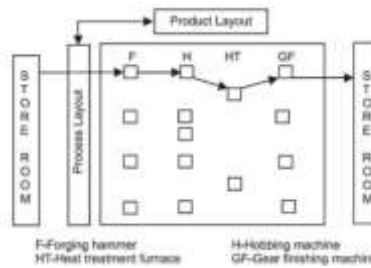


**Figura 1.2.** Distribución por productos.

**Fuente:** (Kumar & Suresh, 2009)

##### 1.4.1.2.3. Distribución combinada

Una distribución combinada se basa en la distribución por producto y en la distribución por procesos, a fin de combinar las ventajas de ambos tipos, donde la maquinaria adopta una distribución por procesos, pero el proceso completo del producto sigue una secuencia de operaciones.

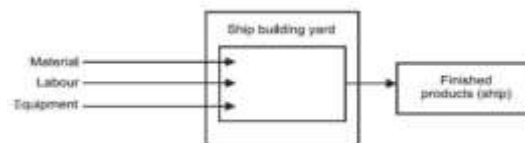


**Figura 1.3.** Distribución combinada.

**Fuente:** (Kumar & Suresh, 2009)

#### 1.4.1.2.4. Distribución de posición fija

Dentro de una distribución de posición fija, los materiales o los componentes principales se mantienen en un lugar fijo, mientras que las herramientas, las máquinas, los operarios y otros materiales necesarios son transportados al lugar. Según expertos, esta distribución es adecuada cuando una o unas pocas piezas de productos pesados idénticas se van a fabricar. Por otro lado, cuando el conjunto se compone de gran número de piezas pesadas, el costo de transporte se vuelve alto, como se puede ver en la Figura 1.4. (Orozco, Ortiz, & De la Hoz, 2017). (p. 26).



**Figura 1.4.** Distribución de posición fija.

**Fuente:** (Kumar & Suresh, 2009)

#### 1.4.2. Diseño de Layout

Diseñar el layout o distribución de planta es la actividad más atractiva y visual de la implementación del estudio, análisis y evaluación de un sistema productivo, siendo el resultado de varias interacciones entre múltiples elementos y factores que lo constituyen. Uno de los aspectos clave es la necesidad de eliminar o minimizar las actividades sin valor añadido por desplazamientos en la planta y de los diferentes flujos existentes como el de materiales, procesos e información. Para ello será conveniente tener en cuenta los siguientes conceptos:

- El Flujo de material hace referencia al establecimiento de la secuencia correcta de los recursos que se encuentran en movimiento, trabajo en progreso y productos terminados; A estos se les aplica operaciones logísticas relacionadas con su movimiento físico y diferentes combinaciones de varios factores junto a

modificaciones que produzcan flujos de materiales más eficientes (Bermúdez, 2017). (p. 25).

- El concepto de información hace referencia a la abstracción de datos y sirve para clasificar estados concretos de los mismos. Sin embargo, en las diferentes teorías existentes de este concepto, no se logra obtener una definición concreta del flujo de información. Tan sólo se resalta que existe flujo de información cuando se presentan estados de datos que aportan información unos de otros (DELVIN, 1991).
- Finalmente, según la ISO (9001, 2015), un proceso es un conjunto de actividades o tareas interrelacionadas entre sí, transformando o añadiendo valor a los elementos de entrada en resultados esperados, a los cuales se le ha ido asignando recursos en su transformación. Los procesos constan de:
  - Elementos tanto de entrada como de salida que pueden ser tangibles o intangibles.
  - Partes interesadas, quienes tendrán expectativas y necesidades en los procesos, y son ellos quienes definirán los resultados dentro de estos.
  - Sistemas de medición que generan información sobre el desempeño del proceso. Es decir, obtenido una vez el resultado, este debe ser analizado y evaluado, a fin de determinar si se debe aplicar alguna corrección de mejora.

### **1.4.3. Planeación Sistemática de Layout**

En la literatura se presentan varias metodologías para obtener una apropiada distribución de planta. Este trabajo hace referencia a uno de ellos, como lo es la Planeación Sistemática de Layout, el cual fue propuesto por Richard Muther en 1968 y desarrollado como un procedimiento sistemático multicriterio que permite identificar, visualizar y valorar los factores involucrados en las diferentes interacciones dadas entre ellos, con el fin de obtener soluciones a los inconvenientes de distribución en plantas de diversa naturaleza que se pueden llegar a presentar (Orozco, Ortiz, & De la Hoz, 2017).

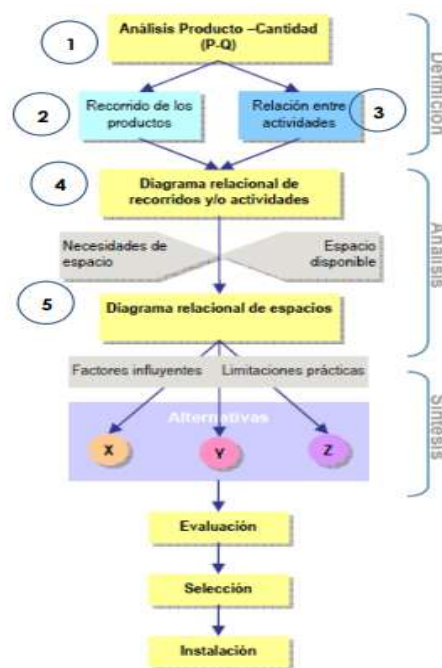
EL SLP está dado por cuatro etapas que se desarrollan para encontrar una solución óptima en base a la información referente a la problemática identificada, logrando obtener una distribución válida y fiable. A partir de las interacciones existentes entre departamentos, existen cinco tipos de datos necesarios que son considerados como entradas del método, los cuales se definen a continuación:

- Producto (P): Materiales que han sido transformados y definidos como piezas adquiridas a terceros, materias primas, productos en curso, producto terminado, entre otros.



- Cantidad (Q): volumen de material tratado o producto utilizado, transformado o transportado durante el proceso.
- Recorrido (R): camino de la secuencia y orden de las diferentes actividades y operaciones al que el producto debe someterse.
- Tiempo (T): Unidad de medida en el que se procesa, transforma o trata un producto.
- Servicios (S): Servicios para el personal, servicios auxiliares de producción, etc.

#### 1.4.3.1. Etapas de la Metodología S.L.P



**Figura 1.5.** Esquema de la Planeación Sistemática de Layout.

**Fuente:** (Aguilar, 2017).

Dada la Figura 1.5. se observa el esquema de la planeación sistemática de layout donde se comienza con la recolección de datos de entrada, permitiendo indagar en el estado inicial en el que se encuentra la empresa en función con la distribución de su planta. Por ello, a continuación, se detalla las relaciones de los datos:

- Los datos Q, P y R se combinan, a fin de establecer el recorrido de los productos.
- Los datos Q, P y S se combinan y se establece las relaciones entre actividades
- Los datos R y T determinan las máquinas y equipos necesarios para la fabricación de cierto producto.

Esta información da inicio al proceso y a la calidad que se obtendrán en los resultados finales en búsqueda de dar solución al problema planteado, recurriendo a recursos y tiempo necesarios.

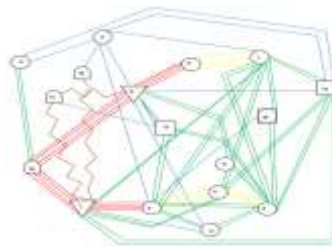
Detallando rápidamente las etapas del SLP, una vez realizado el análisis P-Q, se procede al análisis del recorrido de producto a base de diferentes herramientas como el diagrama de recorrido que determina la secuencia, cantidad y el coste de movimientos de los productos de las operaciones realizadas durante su procesado (Orozco, Ortiz, & De la Hoz, 2017).

Utilizando diferentes diagramas y herramientas a base de la teoría mencionada, se pretende reconocer el orden topológico de las actividades con base a la información que se dispone, a fin de presentar alternativas de solución. Finalmente, se evalúa las alternativas encontradas considerando varios factores que son valorados cuantitativamente y representa una calificación que ayudarán al decisor por tomar la mejor alternativa.

#### **1.4.4. Herramientas para el S.L.P.**

##### **1.4.4.1. Diagrama de Relación de Actividades**

Es la herramienta que ayuda a recoger la ordenación topológica de las actividades en base a los datos e información que fueron recolectados en las primeras etapas del S.L.P. Según Reyes et. al (2013) el diagrama de relación de actividades es una herramienta gráfica y útil que permite visualizar la interacción y proximidad entre las actividades. Para este diagrama se utilizan varios colores y diferentes tipos de líneas que permiten identificar la proximidad y registrar la relación que existe entre las actividades (Reyes, 2013). (p. 58).



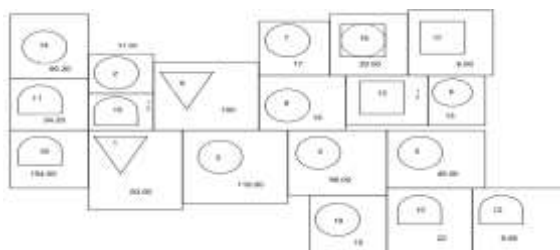
**Figura 1.6.** Diagrama relacional de actividades.

**Fuente:** (Reyes, 2013)

Este diagrama permite observar varios aspectos a considerar, los cuales adquieren una ponderación y ayudan a la decisión final de obtener una disposición del espacio físico entre departamentos y áreas.

##### **1.4.4.2. Diagrama de Espacios o de Bloques**

El diagrama de espacios o de bloques parte del diagrama de relación de actividades, permitiendo visualizar tanto las relaciones y proximidades entre actividades, como el espacio necesario para función de estas usando una escala apropiada (Reyes, 2013).



**Figura 1.7.** Diagrama de Bloques.

**Fuente:** (Reyes, 2013)

### 1.4.4.3. Simulación

En la actualidad, la simulación es uno de los métodos considerados fundamentales para la optimización de sistemas, es decir, “la simulación es una imitación de una situación real, que en un tiempo determinado manipula los parámetros, variables, restricciones, y alternativas que comprende el modelo, expresado mediante un lenguaje de programación en ordenador” (Rioja, 2020).

La simulación por computadora es entendida como el desarrollo de un modelo matemático y lógico de un sistema, del cual se imitan sus operaciones que se dan dentro del proceso de la vida real en un tiempo dado. “La simulación se realiza ajustando variables y observando cómo los cambios afectan los resultados pronosticados por el modelo” (Avilés & Berjarano, 2016).

#### 1.4.4.3.1. Software Simul8

El paquete de simulación SIMUL8 “es un software de bajo costo que destaca en la modelización conceptual de los sistemas y que se aplica a las fases de anteproyecto de una instalación para analizar los flujos y medir las necesidades de almacenamiento y recursos diversos” (SIMUL8, 2019).

### 1.4.5. Productividad

La productividad es un concepto que ha venido trascendiendo a lo largo del tiempo. Este concepto ha concebido varias definiciones, pero siempre con el reconocimiento de que la productividad está asociada a la producción. Según los expertos, incrementar la productividad es un fin que buscan las entidades como objetivo estratégico, deseando permanecer activas en el mercado de bienes y servicios. “Sin ella los productos o servicios no alcanzan los niveles de competitividad necesarios en el mundo globalizado” (Medina, 2010).

La Agencia de Productividad Europea, en el año 1958, replantea el concepto de productividad al enunciar que “...la productividad es, sobre todo, una actitud de la mente y

busca mejorar continuamente todo lo que existe... basada en la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer y mejor mañana que hoy....ella requiere esfuerzos sin fin para adaptar actividades económicas a condiciones cambiantes aplicando nuevas teorías y métodos... es una creencia firme en el progreso del ser humano” (Morales & Masis, 2014). (p. 42).

Es decir, el concepto de productividad es la clave para el fortalecimiento de la competitividad en el mercado de las diferentes empresas y por ello, es necesario conocer claramente la situación, elementos, factores y capacidad con las que se pueda mantener un balance con la rentabilidad no solo en la parte financiera, sino en la base de su negocio, como lo son los diferentes procesos de los departamentos que lo conforman.

#### 1.4.6. Optimización

Según varios autores, la optimización “es la selección del mejor elemento con respecto a algún criterio de un conjunto de elementos disponibles. La investigación operativa es uno de los campos de la matemática donde sus bases parten de la optimización” (Victoriano, Linares, & Ramos, 2010).

#### 1.4.7. Descripción del proceso de la elaboración del chocolate

La elaboración de chocolate es un proceso que requiere atención constante para obtener un producto de calidad. Braudeau et. al (1970), hace referencia a dos factores claves del chocolate, su sabor y textura, los mismos que son necesarios considerar en el proceso de su transformación. Sin embargo, existen varios sabores variados de chocolate, que a pesar de ser diferentes tienen algo en común, y es que todos ellos deben estar estrictamente libres de sabores desagradables (Velasquí, 2010). (p.15).



**Figura 1.8.** Proceso de la elaboración del chocolate.

**Fuente:** Adaptado de proceso Nestlé.

A continuación, se detalla los procesos para obtener un chocolate de calidad tanto en su sabor y textura:

- Preparación del cacao

Sabemos con claridad que la calidad del chocolate depende mucho de la calidad del cacao que se emplee en la fabricación. Por ello, según Gianola et. al (1983) el cacao que llega a las instalaciones de la empresa chocolatera siempre contiene impurezas, y estas deben ser eliminadas antes de que el cacao entre en el tostadero para lograr un producto final de calidad. Hay que mencionar que el cacao puede ser de una sola y única especie o así mismo, ser una mezcla en proporciones diversas de dos o más clases de cacao (Velasquí A., 2010)

- Torrefacción del cacao

Es el tueste controlado de los granos de cacao, de manera que se calienta a la temperatura requerida según el grano utilizado, sin que llegue a quemarse la cáscara y las partes más externas del cotiledón y se rebaje el contenido de humedad a un nivel aceptable. Cakebread et. al (1975), menciona que el tueste es esencial para que se desarrolle el sabor de los precursores (polifenoles, taninos) que se forman durante la fermentación, además, confiere un color pardo y consigue las condiciones adecuadas en las que sea posible la separación de la cáscara y el cotiledón (Velasquí, 2010). (p.17).

- Triturado y descascarado del cacao

Después del tueste y secado de los granos, se procede a la trituration. Esta operación al igual que las anteriores, tiene gran importancia, ya que el romper los granos en pequeños fragmentos, elimina por completo las cascarillas y el germen de este.

- Molienda del cacao

Esta operación consiste en el quebrado total de los trozos fragmentados anteriormente en la trituration, puesto que se genera un aglomerado celular que contiene aproximadamente el 50% de manteca de cacao, haciendo presente la grasa que humedece las partículas celulares fraccionadas.

Beckett et. al (2002) menciona que en la molturación del grano de cacao hay dos objetivos por cumplir: el primero es hacer que las partículas sean lo suficientemente pequeñas para una buena homogenización y la segunda, es la de extraer la mayor

cantidad posible de grasa del interior de las células del cotiledón; misma que es necesaria para facilitar el flujo del chocolate. En este periodo es cuando se obtiene el primer producto que tiene ya, las características del chocolate (Velasteguí, 2010). (p.19).

- Mezcla y Conchado

Obtenida la pasta de cacao, Gianola et. al (1983) señala que se empieza con el amasado, operación que consiste en mezclar diferentes calidades de cacao, el azúcar y demás materias primas, hasta preparar una masa homogénea en base al conchado. Beckett ST et. al (1988), señala que el objetivo de conchar es el de eliminar los sabores indeseables, a la vez de poder desarrollar los agradables. Este proceso desarrolla las propiedades de fluidez, así como las de sabor mediante la agitación del chocolate durante un período prolongado en un depósito grande. El proceso implica la exposición al aire del chocolate puro a temperaturas bastantes elevadas (60-70°C), donde las sustancias volátiles pueden eliminarse, y el contenido de humedad se reduce aún más (Velasteguí, 2010). (p. 20).

- Templado

Cakebread et. al (1975) indica que el estado de la grasa debe ser correcto y esto se consigue mediante el “temple”, que define como “llevar a consistencia o dureza apropiada” (Velasteguí, 2010).(p. 21). Por ello, la manteca de cacao se cristaliza en cuatro diferentes formas, a fin de tener una forma estable.

- Moldeado

Es la colocación de chocolate en moldes. Este proceso se da cuando se tenga la seguridad de que ya está templado totalmente y a la temperatura correcta. En esta etapa el chocolate está espeso y pastoso, por esto, se somete a agitación o vibración vigorosa para asegurar que el chocolate esté en contacto total con el molde y para expulsar las burbujas de aire que aparecen en la superficie (Velasteguí, 2010). (p. 22).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Diagnóstico de la Empresa

La empresa AFRODISIAK dedicada a la parte agrícola, producción y comercialización de productos hechos a base de cacao, fue fundada en el año 2014 como un emprendimiento pequeño dentro del sector Agroindustrial. A lo largo de su funcionamiento y desarrollo, se ha ido introduciendo en el mercado con sus productos, siendo uno de ellos el chocolate artesanal.

En la actualidad, la producción de chocolate artesanal en Ecuador está dado por un sistema competitivo de producción que requiere atención y regulación continua, debido a la calidad y unificación que tiene cada proceso o elaboración artesanal para conseguir un chocolate de alta calidad en su sabor y textura. Esto ha presentado desafíos relacionados en el proceso productivo de chocolate dentro de la empresa AFRODISIAK.

A pesar de la eficacia y eficiencia que exige el trabajo y funcionamiento de este tipo de producción dentro de la empresa AFRODISIAK (Anexo IV), existen factores propios de la dinámica del sistema de producción de chocolate que hacen que su rendimiento y productividad no sea el deseado, como la cantidad de recursos y espacios disponibles, el uso óptimo de las materias primas, la información necesaria de los tratamientos de los recursos a utilizar y los procesos adecuados para la elaboración de un producto de alta calidad.

En el caso de la empresa AFRODISIAK, el factor limitante principal para obtener un mejor rendimiento y optimización de los flujos propios de la elaboración del chocolate es la forma en la que está distribuida la planta como se ilustra en la Figura 2.1.



**Figura 2.1.** Distribución actual de la planta de chocolate AFRODISIAK (Anexo VI).

*Fuente: Elaboración propia.*

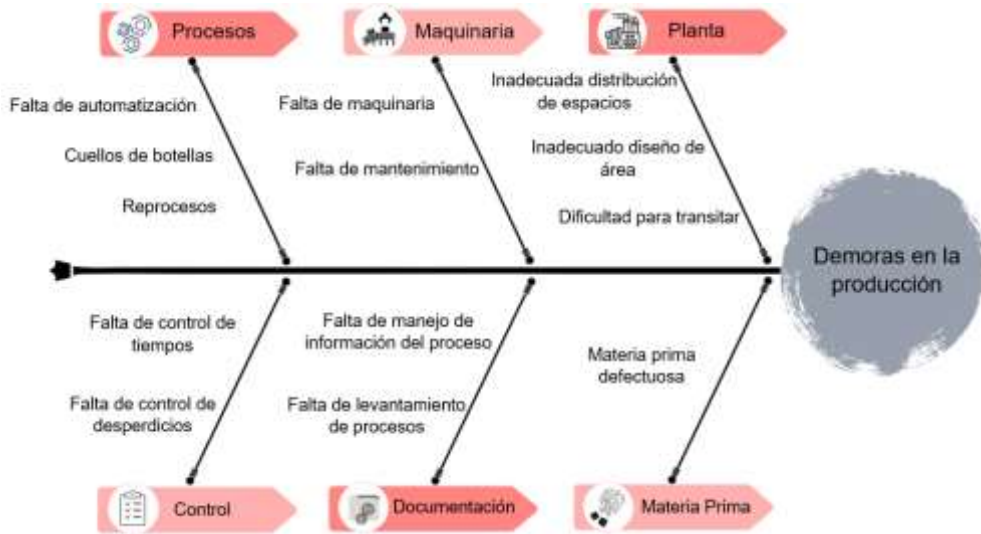
La distribución actual de la planta presenta demasiadas distancias que provocan tiempos adicionales innecesarios y la utilización de más recursos, obteniendo flujos extensos dentro de su funcionamiento. Para ello, se procedió a realizar una serie de visitas técnicas a la empresa, a fin de recolectar datos e información que sean base para determinar la situación actual de la misma. Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación Directa: se observó y analizó con atención la situación actual de la pequeña planta de producción de chocolate artesanal de la empresa AFRODISIAK, a través de las visitas técnicas realizadas en la misma.
- Observación Indirecta: se analizó con atención la situación actual a partir de las observaciones de los expertos.
- Entrevistas: se recolectó información por medio de una serie de conversaciones con el personal involucrado en la elaboración del chocolate, para obtener datos necesarios en relación con la investigación.
- Fichaje: es el registro de todos los datos obtenidos en la empresa durante la investigación. Para ello se ha tomado fotos de los procesos al igual que registros escritos que se presentan en el Anexo I y Anexo II.
- Análisis de datos: una vez obtenida la información necesaria para realizar el proyecto, se procedió a organizarla y revisarla detalladamente para la interpretación y uso de esta en los diferentes métodos y técnicas usadas.

A fin de obtener un diagnóstico más detallado, se ha procedido a utilizar algunas de las técnicas más conocidas para el levantamiento de información, como lo es el Diagrama causa y efecto, al igual que el Análisis de Pareto; Herramientas que añaden valor dentro de la investigación.



### 2.1.1. Análisis del Diagrama Causa y Efecto



**Figura 2.2.** Diagrama causa y efecto.

*Fuente: Elaboración propia.*

En la Figura 2.2. se observa las diferentes causas que dan lugar al problema principal: la demora en la producción de las barras de chocolate. Para precisar con más detalle el efecto de las causas, se procede a realizar un análisis en el siguiente apartado.

### 2.1.2. Análisis del Diagrama de Pareto

La Tabla 2.1. presenta todos los factores encontrados dentro de las áreas problemáticas consideradas, los cuales han sido ponderados por parte del experto perteneciente a la empresa con base al criterio de mayor preocupación y urgencia a tratar.

**Tabla 2.1.** Ponderación de los problemas.

Causa	Ponderación	%	% Acumulado
Inadecuada distribución de espacios	10	11,8%	11,8%
Inadecuado diseño de áreas	10	11,8%	23,5%
Dificultad para transitar	9	10,6%	34,1%
Falta de maquinaria	9	10,6%	44,7%
Falta de mantenimiento	8	9,4%	54,1%
Falta de automatización	7	8,2%	62,4%
Cuellos de botella	6	7,1%	69,4%
Reprocesos	5	5,9%	75,3%
Falta de control de tiempos	5	5,9%	81,2%
Falta de control de desperdicios	5	5,9%	87,1%
Falta de manejo de información del proceso	4	4,7%	91,8%
Falta de levantamientos de procesos	4	4,7%	96,5%
Materia prima defectuosa	3	3,5%	100,0%

*Fuente: Elaboración propia*

Una vez calculados los porcentajes de las causas, se procedió a graficar la información en el diagrama de Pareto (Figura 2.3.) donde se visualizan que las causas más importantes que provocan las demoras en la producción del chocolate, dadas por el 80% de los problemas que existen respecto a la planta, maquinaria y procesos, es debido a un 20% de los problemas de control, documentación y materia prima.

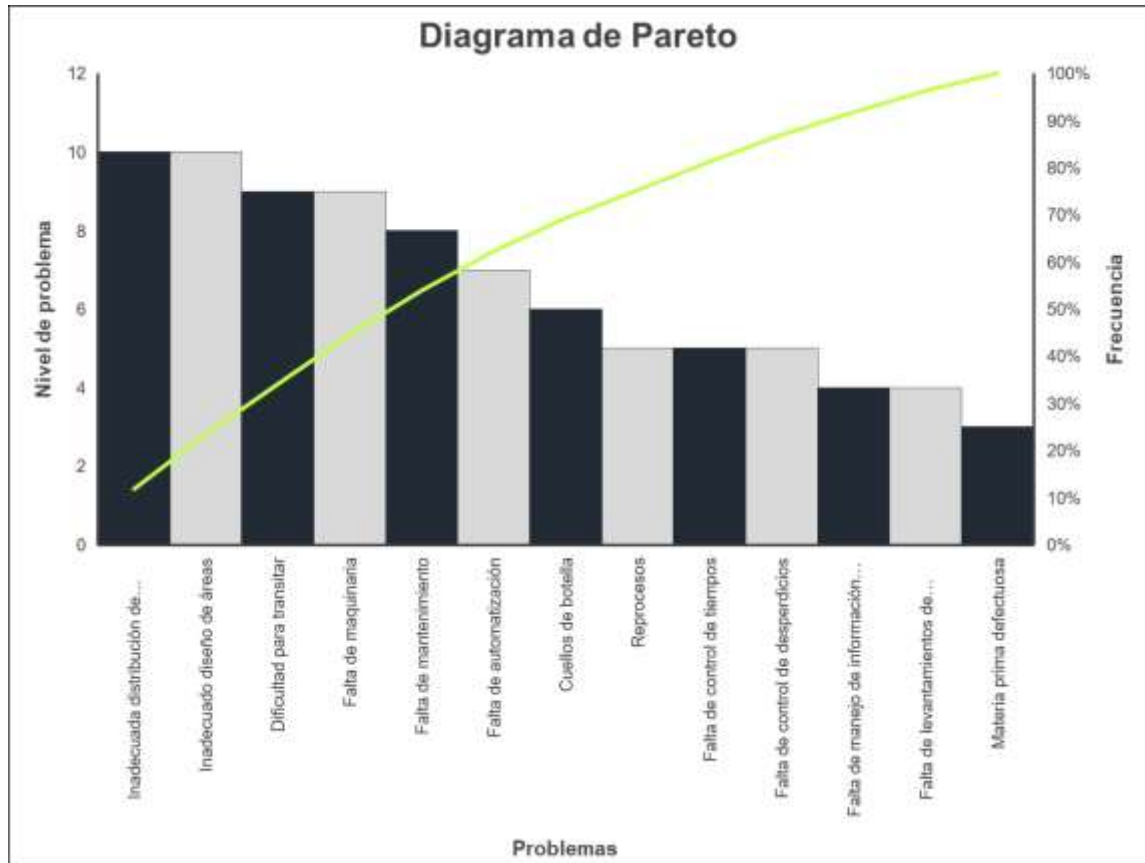


Figura 2.3. Diagrama de Pareto.

*Fuente: Elaboración propia.*

## 2.2. Planteamiento del problema

El sistema de producción de chocolate artesanal a base del flujo de materiales, procesos e información dentro de las instalaciones de la empresa AFRODISIAK, presenta demoras y cuellos de botellas por la inadecuada distribución de áreas de los procesos y operaciones faltantes que no se consideran para la elaboración del producto final, llevando a retrasos en el tiempo de entrega del producto y disminución en la calidad del mismo, provocando malestar en el cliente y reducción en la confiabilidad de la calidad de los productos de la empresa.

## **2.3. Estrategia de Solución**

El estudio de este trabajo se orientó en encontrar alternativas de mejora en la distribución de planta y optimización del sistema de producción acorde a los flujos de materiales, procesos e información en la elaboración del chocolate artesanal de la empresa AFRODISIAK, aplicando la metodología de planeación sistemática de layout (S.L.P.) y visualizando resultados a través del software SIMUL8.

Con base en los datos recolectados y técnicas utilizadas, se presenta una visualización de las alternativas a través de la simulación computarizada, que permite demostrar un incremento en la productividad de la producción de chocolate con procesos más eficientes, un flujo de información más confiable, con el menor movimiento de materiales que se ajustan a un nuevo diseño de sus instalaciones y generando una oportunidad de mejora.

## **2.4. Enfoque**

El enfoque del presente proyecto es mixto, tanto cuantitativo como cualitativo. Es cuantitativo ya que utilizó la recolección, análisis e interpretación de datos, números e indicadores asociados a la elaboración del chocolate artesanal, a fin de interpretar la realidad y establecer pautas de comportamientos en conjunto a sus operaciones y recursos a utilizar (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). (p. 4).

Por otro lado, es cualitativo por la recolección y análisis de datos de la elaboración de chocolate para afinar o revelar nuevas interrogantes en el proceso de la interpretación y así presentar, en conjunto con el enfoque cuantitativo, una propuesta de mejora para optimizar e incrementar la productividad (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). (p. 7).

## **2.5. Tipo de Investigación**

### **2.5.1. Investigación Práctica o Empírica**

El proyecto presenta una Investigación Práctica o Empírica que busca determinar la forma de aplicar nuevos conocimientos encontrados en las alternativas presentadas, considerando el nivel de conocimientos que se busca construir en este estudio. Según Pimienta et. al (2017), la investigación práctica es exploratoria, puesto que su finalidad es identificar los aspectos fundamentales en la elaboración del chocolate artesanal que se desarrolla dentro de un inadecuado diseño de Layout, determinando soluciones a través de los nuevos conocimientos que ayuden a presentar mejoras en la planta de chocolate de AFRODISIAK (Pimienta & De la Orden Hoz, 2017).

## **2.6. Diseño de Investigación**

### **2.6.1. Experimental**

El diseño de investigación se direcciona en una investigación experimental, centrada en la sucesiva manipulación de determinadas variables que están presentes en el proceso de la elaboración del chocolate, a fin de registrar el cambio del comportamientos de las mismas y construir conocimiento a partir de acciones intencionadas y coordinadas, con la finalidad de reproducir el fenómeno estudiado o modificar alguna de sus variables, estableciendo conclusiones acerca de la manera en que influyen sobre dicho fenómeno y analizar las consecuencias y ratificar o rechazar las alternativas previamente formuladas en base a la metodología S.L.P. utilizada. (Pimienta & De la Orden Hoz, 2017) (p. 60).

### **2.6.2. Determinación de muestra**

La muestra dentro de la elaboración del chocolate artesanal se basa en una muestra aleatoria con base al conocimiento del experto. En este caso el gerente y personal de la empresa son quienes nos proporciona los datos empíricos de la duración de sus procesos dentro de la transformación de 4 quintales de cacao.

## **2.7. Methodology Systematic Layout Planning (S.L.P.)**

El método S.L.P. desarrollado por Richard Muther, autor reconocido internacionalmente en la materia de planeación de fábricas, consiste en desarrollar la planeación de la distribución de planta considerando una serie de factores, procedimientos y técnicas para identificar, analizar, evaluar y visualizar los recursos y áreas involucradas dentro de la misma. Está dividido en cinco fases que se verán a lo largo del desarrollo del trabajo.

### **2.7.1. Fase I (Ubicación)**

La planta de la elaboración del chocolate artesanal de la empresa AFRODISIAK, está ubicada al norte de Quito en la planta baja del domicilio del gerente de la empresa. La instalación consta de un espacio de 35,464 m<sup>2</sup> y ha sido adaptada de forma manual y artesanal por los trabajadores y dueño de la empresa.

Dentro de la pequeña instalación, existe el flujo de materiales, procesos e información (ver Anexo IV y Anexo V) que constan de los siguientes cinco elementos:

- **Producto (P)**

**Materia Prima:** los granos de cacao tienen un peso promedio de 1g por unidad y son inspeccionados desde la finca ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Para la producción de chocolate se recolecta 182.000 g de cacao, los cuales son fermentados y secados durante 4 días, pasando por un control de calidad del producto en base a los diferentes criterios usados por el gerente de la empresa y el cliente. Esto direcciona a que la selección de materia prima sea de mucho cuidado, a fin de obtener un producto mejor en cuanto a calidad y precio.

**Producto terminado:** AFRODISIAK elabora y comercializa varios productos a base de cacao. En este caso, hemos tomado la línea de chocolate artesanal al 70% y 100% de amargor en cacao (ver Anexo VIII). A continuación, en la Tabla 2.2. se presentan los dos productos terminados con sus pesos respectivos que se ofrecen en el mercado:



**Figura 2.4.** Chocolate 100% cacao y chocolate 70% cacao

**Tabla 2.2.** Productos terminados

Producto	Peso (g)	Ingredientes
Chocolate 70% cacao	50 g	Cacao, Manteca de cacao, lecitina, azúcar
Chocolate 100% cacao	200 g	Cacao, Manteca de cacao, lecitina

**Fuente:** elaboración propia.

- **Cantidad (Q)**

La empresa AFRODISIAK ha comenzado poco a poco a producir chocolate con base en la demanda de sus clientes. En los últimos meses, la producción de chocolate ha ido subiendo ligeramente por acogida y demanda del mercado en sus dos presentaciones como se indica en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Producción de los primeros seis meses del 2022.

Año 2022	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Unidades Chocolate 100% cacao	300	317	335	356	377	400
Unidades Chocolate 70% cacao	1201	1267	1343	1424	1509	1600
<b>Total (unidades)</b>	<b>1501</b>	<b>1584</b>	<b>1679</b>	<b>1779</b>	<b>1886</b>	<b>20000</b>

**Fuente:** Gerencia AFRODISIAK.

La información presentada en la Tabla 2.3. ha sido recolectada empíricamente en base a la experiencia del personal de AFRODISIAK, puesto que datos históricos documentados no lleva a detalle la empresa. A partir la misma, se realizó un pronóstico de la producción con el método de ajuste exponencial para los siguientes 6 meses del año, técnica útil para el pronóstico de corto plazo con cantidad mínima de información (Chopra & Meindl, 2013). La ecuación utilizada para el pronóstico fue la siguiente:

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha)F_t$$

**Ecuación 2.1.** Pronóstico para el periodo siguiente a t

Donde:

$F_{t+1}$  = pronóstico para el periodo siguiente a t

$\alpha$  = Constante de ajuste exponencial

$A_t$  = demanda en el periodo t

$F_t$  = pronóstico para el periodo t

El valor tomado para la constante de ajuste exponencial fue de 0,2. En la Tabla 2.4. se puede apreciar el pronóstico para los 6 meses siguientes del año. Sin embargo, para el estudio presente de este trabajo, se ha considerado permanecer constante en la producción del mes de junio del 2022, puesto que tiene un leve crecimiento en cuanto al volumen de producción y es un dato seguro que ha sido recolectado en el momento.

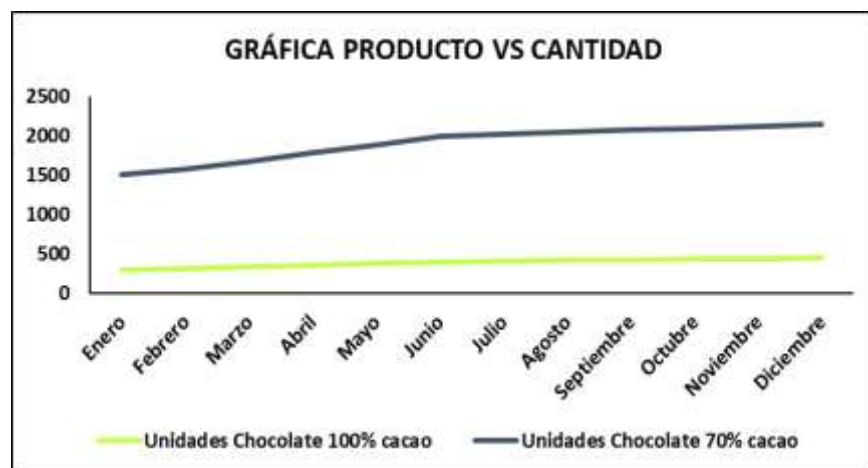
**Tabla 2.4.** Pronóstico de la demanda de los últimos 6 meses del 2022.

Año 2022	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Unidades Chocolate 100% cacao	408	416	424	433	442	450
Unidades Chocolate 70% cacao	1616	1632	1648	1665	1682	1698
<b>Total (unidades)</b>	<b>2024</b>	<b>2048</b>	<b>2073</b>	<b>2098</b>	<b>2123</b>	<b>2149</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

▪ **Análisis de Producto – Cantidad**

El análisis se basa en considerar datos e información dados en la Tabla 2.3. y Tabla 2.4. respecto a las cantidades producidas en los primeros 6 meses del año y en el pronóstico realizado para los 6 meses siguientes.



**Figura 2.5.** Producto vs. Cantidad

*Fuente: Elaboración Propia*

Las curvas presentadas en la gráfica no muestran variación de los productos elaborados, sino presentan el cambio en la cantidad de producción de cada uno de ellos en los últimos meses, marcando una curvatura poco pronunciada. Sin embargo, para el caso del desarrollo del presente trabajo, el pronóstico y análisis fue realizado por el compromiso que tiene la metodología S.L.P. más no por la situación documental actual que tiene la empresa.

- **Análisis Productividad**

La medición de la productividad evalúa la situación actual en la que está funcionando la empresa AFRODISIAK, con base en la relación que existe entre las salidas y entradas que se dan en la elaboración del chocolate artesanal. Dicha medición está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Insumo empleado}}$$

**Ecuación 2.2.** Productividad multifactorial.

Se consideró trabajar con la productividad de múltiples factores, que indica la relación entre todos los recursos de entrada y los bienes producidos como salida. A continuación, con el objetivo de profundizar el análisis actual de la empresa, se calcula la productividad del último mes respecto a la Tabla 2.3.

**Tabla 2.5.** Costo mensual de producción del chocolate 100% cacao.

COSTO MENSUAL DEL PRODUCTO BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO	
Unidades producidas	400
Costo mano de obra	\$425,00
Costo materia prima	\$127,75
Gastos indirectos	\$830,17
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.382,92</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 2.6.** Costo mensual de producción del chocolate 70% cacao.

COSTO MENSUAL DEL PRODUCTO BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO	
Unidades producidas	1600
Costo mano de obra	\$425,00
Costo materia prima	\$165,63
Gastos indirectos	\$1.125,32
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.715,95</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*



**Tabla 2.7.** Costo mensual de producción AFRODISIAK.

COSTO TOTAL MENSUAL AFRODISIAK	
Unidades producidas	2000
Costo mano de obra	\$850,00
Costo materia prima	\$293,38
Gastos indirectos	\$1.955,49
<b>TOTAL</b>	<b>\$3.098,87</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

$$\text{Productividad Total} = \frac{\text{Unidades Ch. 100\% cacao} + \text{Unidades Ch. 70\% cacao}}{\text{Costo total MO} + \text{Costo total MP} + \text{Gastos totales indirectos}}$$

**Ecuación 2.3.** Formula de la productividad total.

$$\text{Productividad} = \frac{400u + 1600u}{\$850 + \$293,38 + \$1.955,49}$$

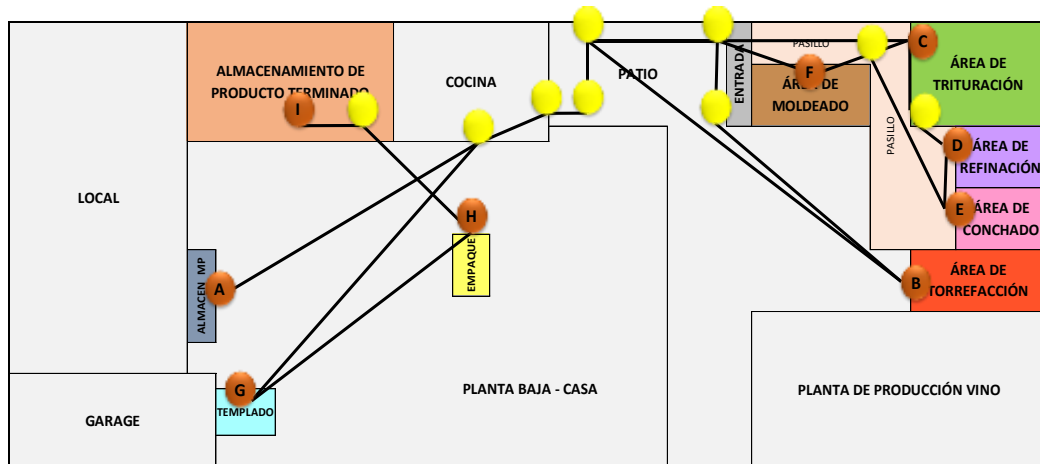
**Ecuación 2.4.** Reemplazo de datos.

$$\text{Productividad} = 0,65 \text{ unidades por dólar}$$

**Ecuación 2.5.** Resultado de la productividad total.

- **Recorrido (R)**

La pequeña planta de la empresa AFRODISIAK está ubicada dentro de las instalaciones de la casa del gerente. Por ello, el recorrido del material es bastante distante junto a movimientos y distancias innecesarias como se muestra en la Figura 2.6.

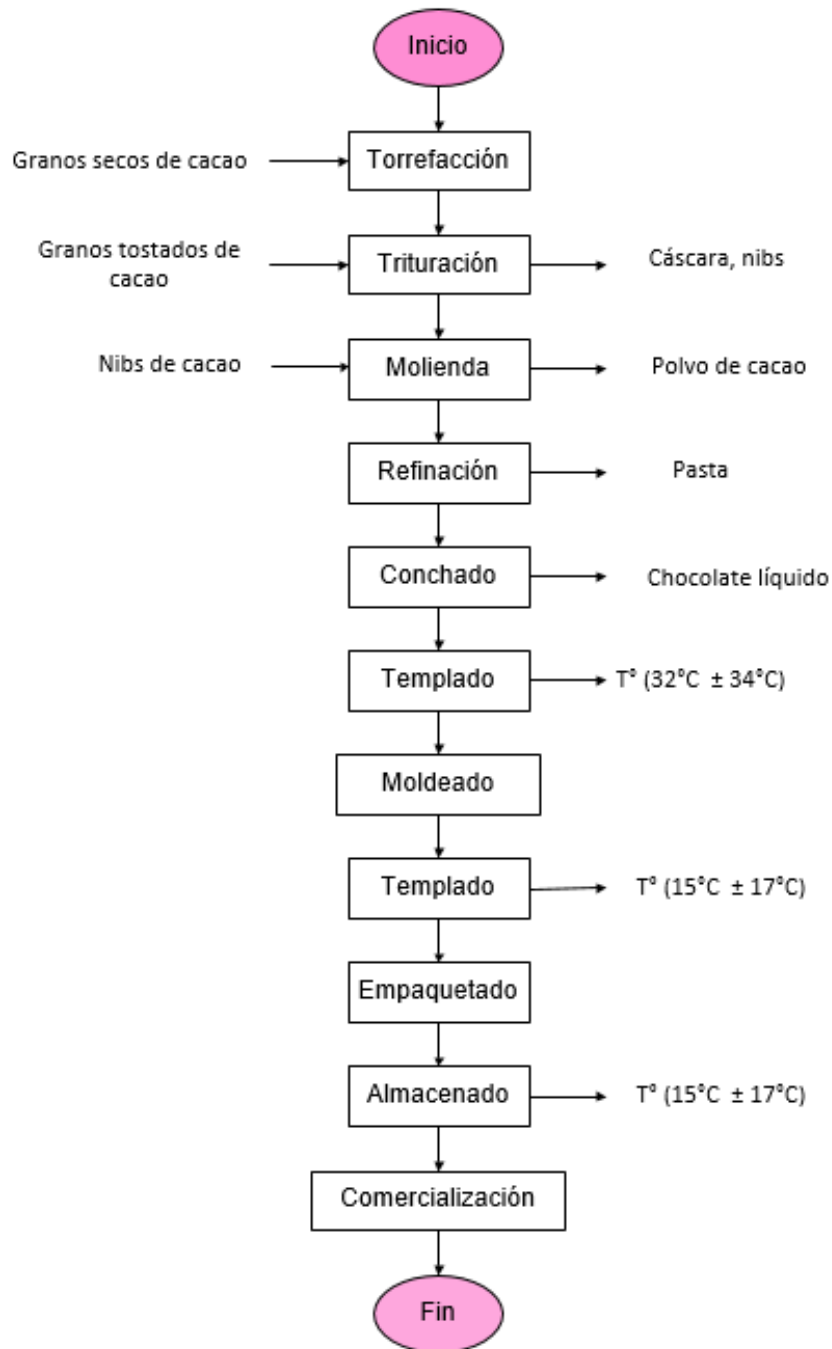


**Figura 2.6.** Diagrama de hilo - Planta de chocolate AFRODISIAK.

*Fuente: Elaboración Propia.*

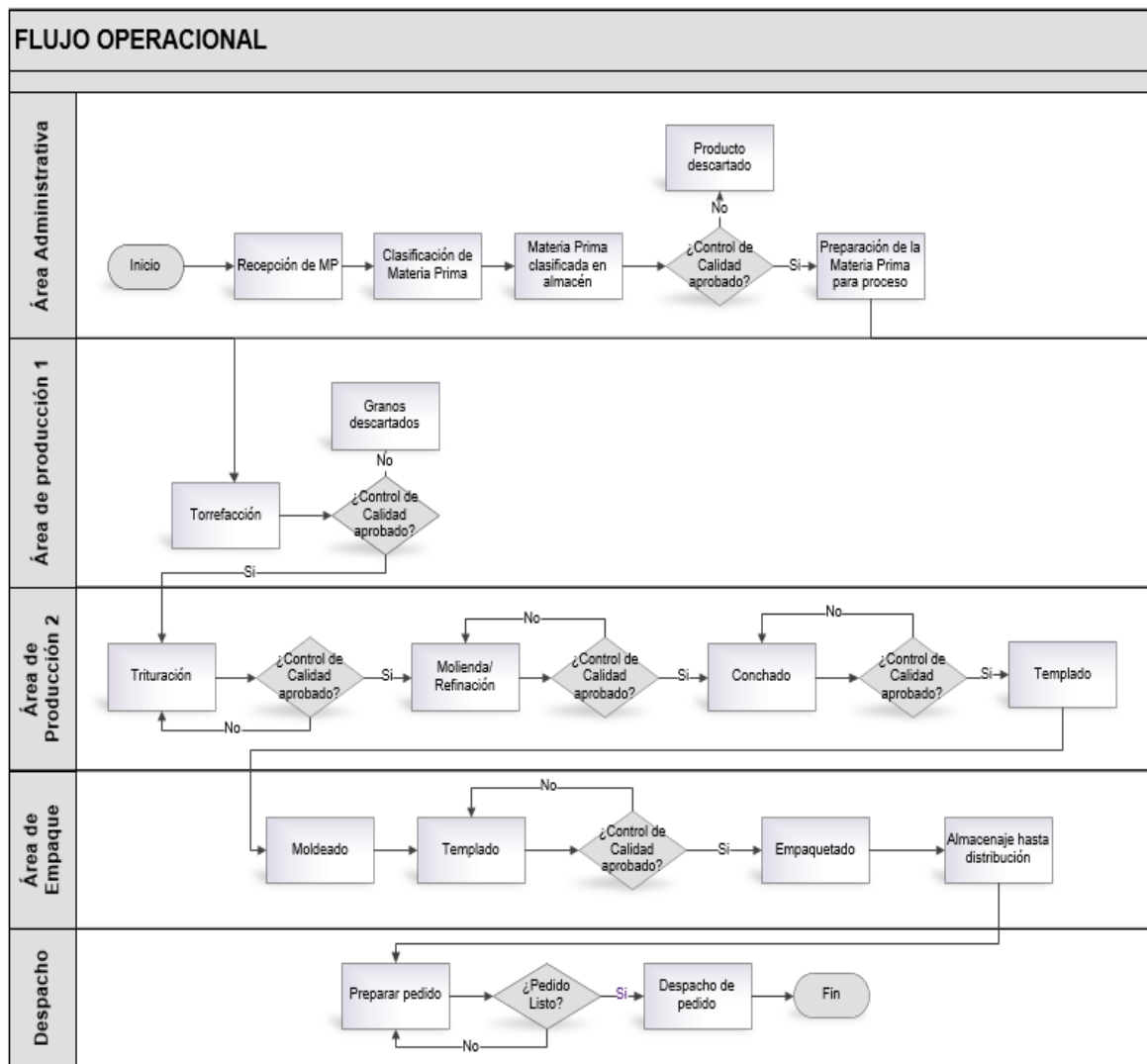
La Figura 2.6. nos ayuda a observar y deducir que el flujo de material, procesos e información necesitan ser optimizados, a fin de minimizar distancias y obtener un sistema de flujo apropiado. Para complementar la información respecto a las distancias recorridas se ha realizado cursogramas que se pueden observar en los Anexos XI y XII.

La elaboración de chocolate artesanal es un proceso que incluye la participación de información de procesos y calidad, maquinaria, mano de obra y materia prima. La calidad del producto depende en gran medida del estado y calidad de la materia prima, al igual que del tiempo en que se procesa. Para tener una idea de las operaciones y del proceso general de la elaboración del chocolate artesanal al 100% y 70% de cacao, se puede visualizar a continuación el siguiente diagrama de flujo en la Figura 2.7. y en la Figura 2.8.



**Figura 2.7.** Diagrama de Flujo de la Elaboración del Chocolate Artesanal.

**Fuente:** *Elaboración Propia.*



**Figura 2.8.** Flujo operacional de la elaboración del chocolate.

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

- **Servicios (S)**

Las actividades en esta sección corresponden funciones fuera del proceso de producción, pero necesarias en una sección determinada para cumplir con una función prevista. En este caso, la empresa AFRODISIAK incluye la limpieza de todas sus máquinas antes de operar con la producción del chocolate, función que toma 60 minutos.

- **Tiempo (T)**

Es el tiempo en el que se dan las diferentes operaciones para elaborar chocolate. Estos tiempos están dados en la Tabla 2.8. como se muestra a continuación:

**Tabla 2.8.** Tiempo por proceso de producción.

Operación	Maquinaria	Cantidad Maquinaria	Tiempo (horas)	
			Chocolate 70% cacao	Chocolate 100% cacao
			22750 g de granos de cacao utilizados	22750 g de granos de cacao utilizados
Torrefacción	Tostadora	1	3,5065	3,5268
Trituración	Trituradora	1	0,7073	0,7076
Molienda y refinación	Molino	1	1,1387	1,1131
Conchado	Conchadora	1	23,9785	23,7862
Templado	Congeladora	1	0,9150	0,9168
Moldeado	Moldes de aluminio	600	0,2840	0,2048
Empaquetado			0,6133	1,1038
Total horas			31,1434	31,3590

*Fuente: Elaboración Propia.*

La información que se observa en la Tabla 2.8. son tiempos estándar que se han obtenido por una muestra aleatoria de 30 observaciones, las cuales fueron generadas por datos aleatorios empíricos dentro del rango aproximado que se demora cada proceso según el experto, gerente de la empresa, quien lleva 4 años en la especialización de la producción el chocolate. (Ver Anexo IX, Anexo X)

## 2.7.2. Fase II: Plan de Distribución General

### 2.7.2.1. Tabla relacional de actividades

Presentada la información anterior, se procedió a realizar la tabla relacional de actividades, que nos permitió evaluar la importancia de la proximidad entre las actividades dentro de la elaboración del chocolate, apoyándose en la codificación y descripción que se muestra en las tablas a continuación:

**Tabla 2.9.** Razón de proximidad entre áreas.

CÓDIGO	RAZÓN
1	Utilizan misma información
2	Comparten mismo personal
3	Comparten mismo espacio
4	Secuencia de flujo de trabajo
5	Realizan trabajo similar
6	Utilizan el mismo equipo
7	Temperaturas contrarias
8	Seguridad e higiene

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 2.10.** Importancia de proximidad entre áreas.

Código	Proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Las Tablas 2.9. y 2.10. nos ayudan a calificar cualitativamente la razón e importancia de la proximidad de las diferentes áreas para la elaboración del chocolate. Con base en estas, se presenta la matriz de relaciones de las actividades (Tabla 2.11.) y la Tabla 2.12. el resumen las relaciones.

**Tabla 2.11.** Matriz de relaciones de actividades.

TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES									
ÁREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Almacén de Materia Prima	Torrefacción	Trituración	Molienda	Conchado	Templado	Moldeado	Empaquetado	
1	Almacén de Materia Prima								
2	Torrefacción	I 1, 2							
3	Trituración	U -	E 2,4						
4	Molienda	U -	I 2	A 1, 2, 3, 4, 5					
5	Conchado	X 1	I 1	O 1	A 2,4				
6	Templado	O 2	X 7	O 8	O 8	O 4,7			
7	Moldeado	O 2	X 7	X 8	O 8	X 7	A 1, 2, 3, 4		
8	Empaquetado	O 2	X 7	X 8	O 8	X 7	E 1, 2, 8	A 1, 2, 3, 4, 8	
9	Almacén de Producto Terminado	U -	X 7	X 8	O 8	X 7	I 1, 5	I 1, 2, 8	E 4, 8

*Fuente: Elaboración Propia.*

La Tabla 2.11. representa la matriz de la relación de actividades que está estructurada por casillas con dos datos. En la parte superior está descrita la importancia de proximidad de las actividades, mientras que en la parte inferior se describe la razón de proximidad que debería tener.

**Tabla 2.12.** Resumen de las relaciones encontradas.

RESUMEN - RELACIONES				
A	E	I	O	X
EL 3 - 4	EL 2 - 3	EL 1 - 2	EL 1 - 6,7,8	EL 1 - 5
EL 4 - 5	EL 6 - 8	EL 2 - 4,5	EL 3 - 5,6	EL 2 - 6,7,8,9
EL 6 - 7	EL 8 - 9	EL 6 - 9	EL 4 - 6,7,8,9	EL 3 - 7,8,9
EL 7 - 8		EL 7 - 9	EL 5 - 6	EL 5 - 7,8,9

**Fuente:** Elaboración Propia.

Esta matriz de relaciones nos ayuda a graficar la tabla relacional de actividades, como se presenta a continuación:



**Figura 2.9.** Tabla relacional de actividades.

**Fuente:** Elaboración Propia.

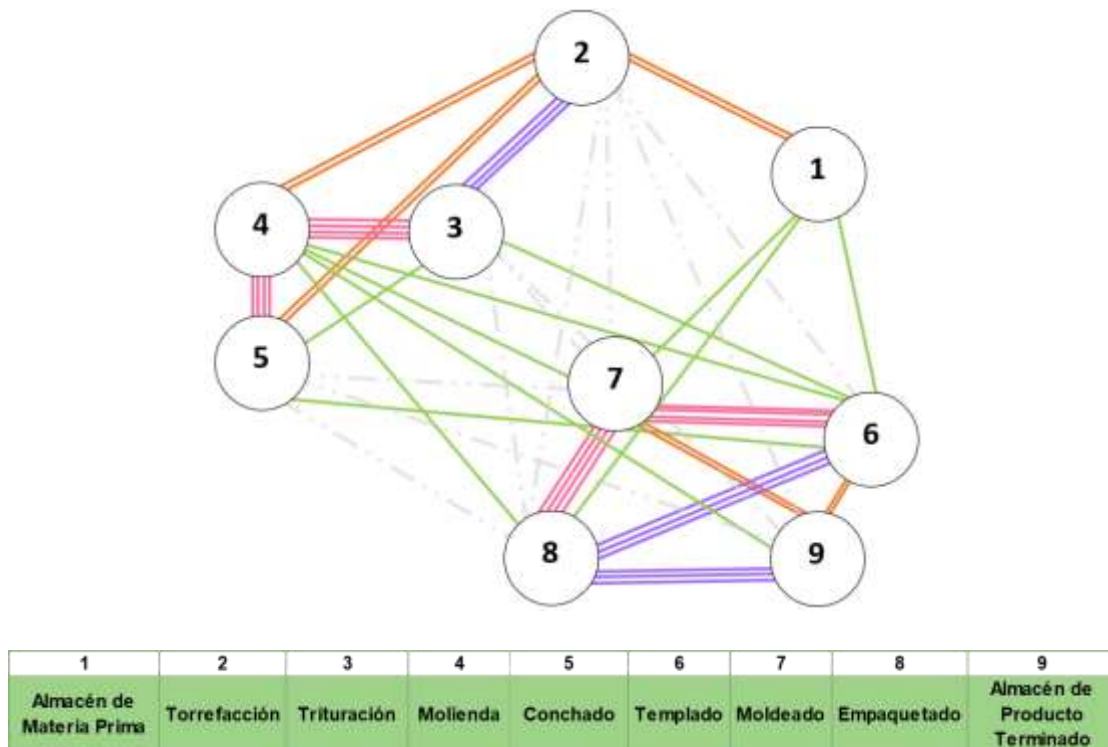
### 2.7.2.2. Diagrama de relaciones de actividades

Con base en la Tabla 2.12., se procede a designar el tipo de línea y color que se usará en el Diagrama de relaciones actividades como se muestra en la Tabla 2.13.

**Tabla 2.13.** Importancia de proximidad entre actividades.

Código	Proximidad	Tipo de línea	Color
A	Absolutamente necesario		Rosado
E	Especialmente importante		Morado
I	Importante		Naranja
O	Ordinario		Verde
U	Sin importancia		
X	No recomendable		Gris

De acuerdo con la Tabla 2.13., el diagrama de relaciones de actividades se propone de la siguiente forma:



**Figura 2.10.** Diagrama relacional de actividades.

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.7.3. Fase III: Plan de Distribución detallada

#### 2.7.3.1. Diagrama relacional de bloques o espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles y que presenten mejoras en la distribución de la planta y la optimización de los flujos del sistema de producción, es



realizar el diagrama relacional de bloques con base en la cantidad de superficie que tiene cada área, al igual que la proximidad que deben tener entre las mismas. Información que detalla la Tabla 2.14.

**Tabla 2.14.** Medidas actuales de las áreas de procesos (superficies).

	Áreas	Medidas		
		Lado 1 (m)	Lado 2 (m)	Área (m <sup>2</sup> )
1	Almacén de Materia Prima	1,5	1	1,5
2	Torrefacción	1,72	1,3	2,236
3	Trituración	0,93	1,05	0,9765
4	Molienda	0,55	0,95	0,5225
5	Conchado	0,7	1	0,7
6	Templado	1,42	1	1,42
7	Moldeado	1,62	1,1	1,782
8	Empaquetado	1,6	1,2	1,92
9	Almacén de Producto Terminado	1,2	1	1,2

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.7.3.2. Análisis de necesidades de espacio

Con base a la Tabla 2.14. se determina la necesidad real del espacio de cada una de las áreas de las operaciones que intervienen en la elaboración del chocolate, mediante el método Guerchet para el cálculo del área de trabajo (Campos, 2020). (p. 29). Para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$S_s = (l \times a) \times M$$

**Ecuación 2.6.** Superficie estática.

Donde:

l= longitud de la máquina; a = ancho de la máquina; M=número de máquinas

$$S_g = S_s \times N$$

**Ecuación 2.7.** Superficie gravitacional.

Donde:

N= número de lados por los cuales se puede operar la máquina

En la superficie evolutiva se considera un valor de k definido. Para este caso se ha tomado el rango de valores del coeficiente de la industria alimenticia, que está dentro de  $0,05 \leq k \leq 0,15$ . El valor tomado de k para este proyecto es igual a 0,10.

$$Se = k \times (Ss + Sg)$$

**Ecuación 2.8.** Superficie evolutiva.

Donde:

k= coeficiente según tipo de industria

Finalmente, para obtener el área o superficie necesaria para cada operación, se suman las ecuaciones (2.6.), (2.7.) y (2.8.).

$$St = Ss + Sg + Se$$

**Ecuación 2.9.** Superficie de trabajo necesaria por operación.

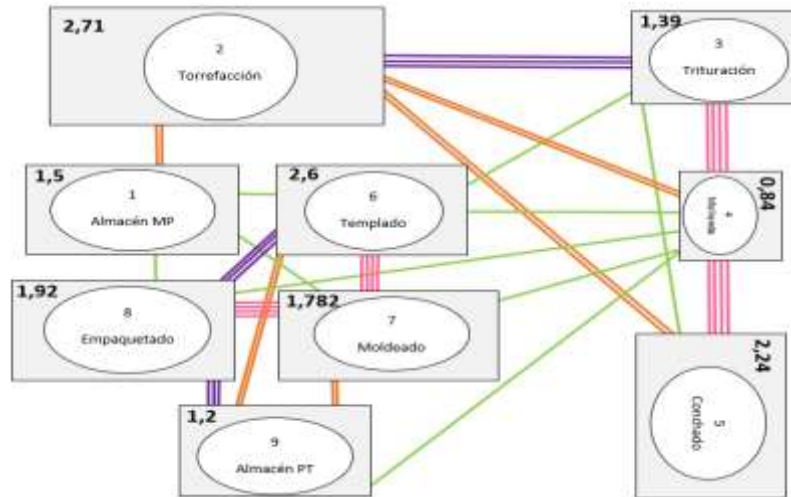
La Tabla 2.15. precisa el espacio de trabajo necesario para cada una de las áreas de la planta de chocolate. Cabe mencionar que está tomado en cuenta no una sino dos máquinas conchadoras, como propuesta que se adjuntará a las alternativas de distribución presentadas más adelante.

**Tabla 2.15.** Superficie necesaria de trabajo por operación.

	Áreas	Superficies			De trabajo necesaria (m <sup>2</sup> )
		Estática (m <sup>2</sup> )	Gravitacional (m <sup>2</sup> )	Evolutiva (m <sup>2</sup> )	
1	Almacén de Materia Prima				1,50
2	Torrefacción	1,23	1,23	0,246	2,71
3	Trituración	0,63	0,63	0,126	1,39
4	Molienda	0,384	0,384	0,0768	0,84
5	Conchado	1,02	1,02	0,204	2,24
6	Templado	1,1832	1,1832	0,23664	2,60
7	Moldeado				1,78
8	Empaquetado				1,92
9	Almacén de Producto Terminado				1,20

**Fuente:** Elaboración Propia.

El diagrama relacional de bloque que se observa a continuación está dado a escala 1:100. De forma que el tamaño que ocupa cada uno, sea proporcional al área que necesita cada actividad.



**Figura 2.11.** Diagrama relacional de bloques o distancias.

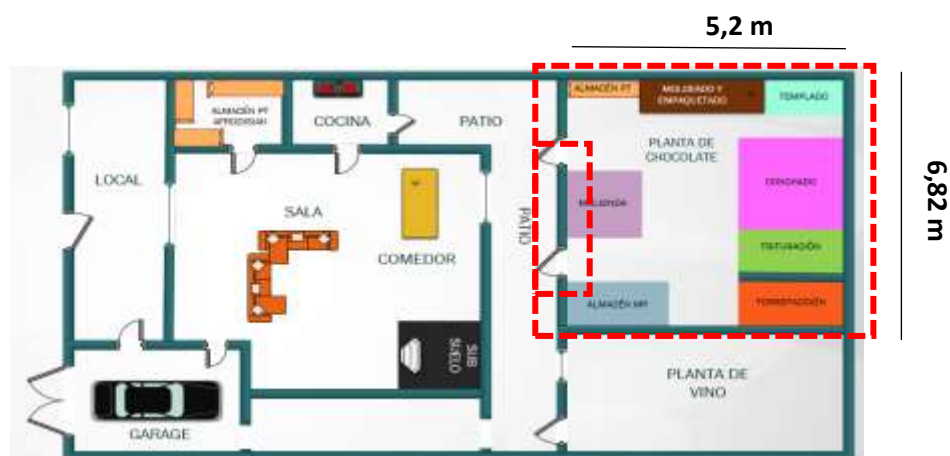
*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.7.3.3. Desarrollo de las soluciones

La Figura 2.11. del diagrama relacional de bloques da pautas de cómo obtener las soluciones o alternativas de mejora con base en la creatividad y los estudios realizados. Por ello, a continuación, se presentan las diversas formas de distribución de planta como soluciones a considerar y evaluar en la siguiente fase.

Es importante resaltar que las alternativas presentadas contemplan la propuesta de agregar una máquina más en el área de conchado, puesto que se generan cuellos de botella.

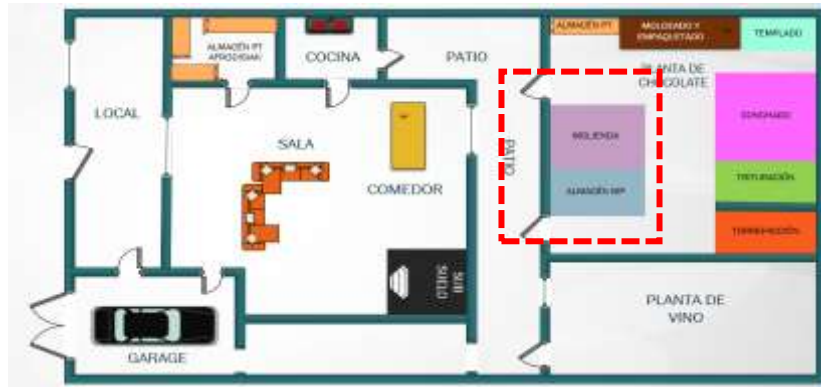
Todas las soluciones propuestas consideran ocupar un espacio total de 35,464 m<sup>2</sup>.



**Figura 2.12.** Layout de la solución 1

*Fuente: Elaboración Propia*

En la Figura 2.12., la primera solución presenta una distribución dentro de un mismo lugar. Un cambio esencial es la combinación del área de moldeado con el área de empaquetado en uno solo, debido a que los procesos no necesitan de máquinas y son de elaboración manual. Otra observación, es que las áreas están más cerca y consta de dos puertas, una de entrada y otra de salida.



**Figura 2.13.** Layout de la solución 2.

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la Figura 2.13. se observa una pequeña variación en comparación a la primera, y se propone separar el área de almacenamiento de MP y el área de molienda, manteniendo un espacio cómodo y factible en referencia al análisis del espacio necesario para cada área.



**Figura 2.14.** Layout de la solución 3.

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la propuesta de la solución 3 presentada en la Figura 2.14., se propone el cambio de las áreas de torrefacción, trituración, molienda, templado, moldeado y empaquetado y almacenamiento de PT, mostrando una distribución por procesos.



**Figura 2.15.** Layout de la solución 4.

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la última propuesta o solución 4, se decide seguir los procesos de forma consecutiva, donde consta con una sola entrada, que parte con el almacén de MP hasta el almacén de PT.

#### 2.7.4. Fase IV: Simulación de las soluciones

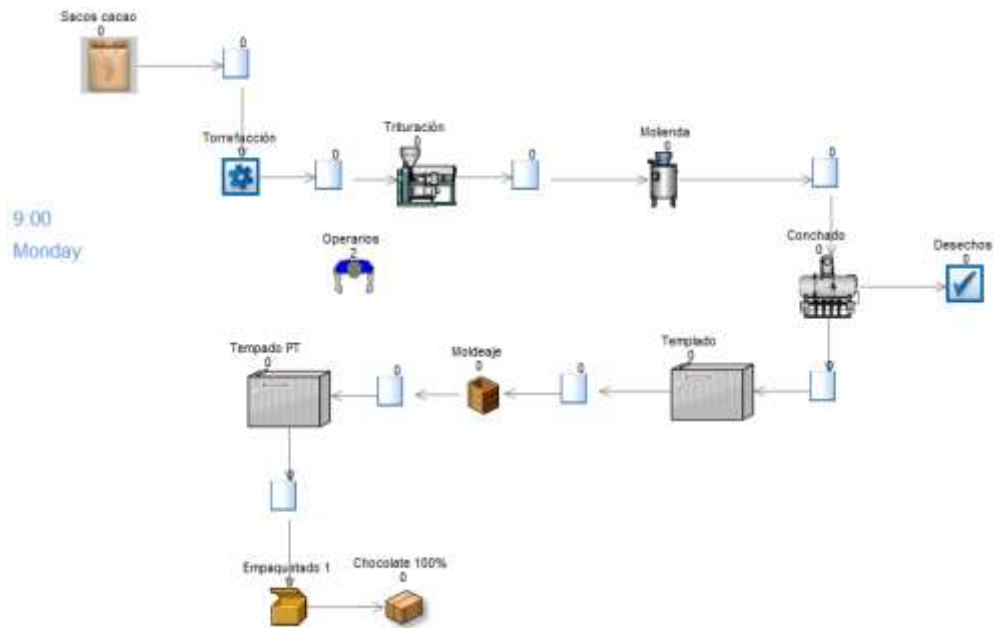
En esta fase, los datos recolectados a lo largo del desarrollo de este trabajo, como se evidencia parte de ellos en el Anexo II, siguen diferentes distribuciones continuas mencionadas en el Anexo XXI. Las distribuciones describen una situación en donde se conocen los valores mínimo, máximo y más probable que se pueden tomar dentro de intervalos específicos de cada una de las operaciones en el proceso de la elaboración del chocolate artesanal, tanto al 100% de cacao como al 70%.

La simulación fue realizada en el software SIMUL8 para un tiempo de producción de más de 32 horas de cada uno de los productos, considerados dentro del horario de producción que mantiene en la actualidad AFRODISIAK como se aprecia en la Tabla 2.16 y los modelos lógicos de la simulación que se presentan en las Figuras 2.16. y 2.17.

**Tabla 2.16.** Horario de producción semanal de AFRODISIAK.

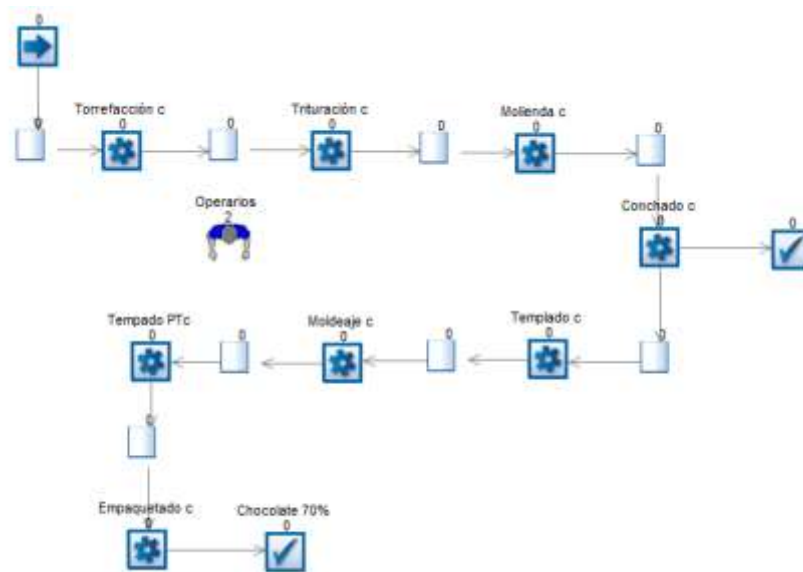
Horario de Producción AFRODISIAK										
Producto	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término
Chocolate 100% cacao	09h00			18h00				18h00		
Chocolate 70% cacao					09h00					

*Fuente: Formato adaptado a la información de AFRODISIAK.*



**Figura 2.16.** Modelo lógico de la simulación de producción del chocolate 100% cacao.

*Fuente: Elaboración Propia.*



**Figura 2.17.** Modelo lógico de la simulación de producción del chocolate 70% cacao.

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.7.4.1. Simulación de la producción actual

El software SIMUL8, versión destinada para estudiantes, cuenta con algunas limitaciones para los diferentes cálculos. Por ende, se ha considerado que la entrada de 22.750 g de

granos de cacao que serán procesados, se lo transforme en el número de barras esperadas que se debería obtener al final de todo el proceso. Sin embargo, existe un porcentaje del 12% de desperdicio natural al pasar de una operación a otra o por temas de control de calidad.

En el caso de la producción de barras del chocolate 100% cacao, con un peso de 200g cada una, se destina que la entrada para un día de producción es de 22.750g de granos de cacao, de lo cual se estima que salgan un total 114 barras sin considerar el porcentaje de desperdicio. En la actualidad, el porcentaje de desperdicio se hace presente, y finalmente al terminar todo el proceso, se obtiene 100 barras de chocolate 100% cacao como se observa en la Figura 2.18.



**Figura 2.18.** Simulación de la producción actual (Chocolate 100% cacao).

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

De igual forma, para la producción de barras de chocolate 70% cacao, con un peso de 50g cada barra, se destina la entrada de 22.750 g de cacao, estimando que se va a obtener 455 barras. Sin embargo, al igual que en el producto anterior, considerando el porcentaje de desperdicio, se obtiene 400 barras de chocolate 70% cacao en un día de producción como se observa en la Figura 2.19.



**Figura 2.19.** Simulación de la producción actual (Chocolate 70% cacao).

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

En la situación actual se observan recorridos largos debido a la mala distribución de sus áreas y de no considerar aspectos de seguridad laboral, generando movimientos innecesarios y flujos del sistema de producción demasiado extendidos. Esto genera un tiempo más largo de producción en cada uno de los productos como se visualiza en la Figura 2.20.

End Results		End Results	
Chocolate 100%	<input checked="" type="checkbox"/> OK	Chocolate 70%	<input checked="" type="checkbox"/> OK
Work Completed:	100	Work Completed:	400
Time in system:		Time in system:	
	All		All
Minimum:	1935.19	Minimum:	1920.34
Average:	<b>1935.19</b>	Average:	<b>1920.34</b>
Maximum:	1935.19	Maximum:	1920.34
Standard Deviation:	0.00	Standard Deviation:	0.00
Time in system within limit:		Time in system within limit:	
Time limit:	10 minutes	Time limit:	10 minutes
Percentage within limit:	0%	Percentage within limit:	0%

**Figura 2.20.** Resultados de las simulaciones de la distribución actual.

**Fuente:** *software SIMUL8.*

Los resultados de la simulación de la situación actual considerados en la Figura 2.20, servirán más adelante para la comparación con las soluciones encontradas. Cabe mencionar que la simulación ha tomado en cuenta un intervalo de confianza del 95% como se presenta en el anexo XXII.



### 2.7.4.2. Simulación de la Solución 1

La simulación de la solución 1, como primera alternativa encontrada por la metodología S.L.P. considera los datos del Anexo XXI y Anexo XXII.

En la Figura 2.21. y Figura 2.22. de la producción del chocolate 100% cacao y 70% cacao respectivamente, se puede observar modificación de los espacios y posición de las áreas necesarias para la elaboración del chocolate dentro de un área general, además de incluir una segunda máquina conchadora para el proceso. Esto permitirá que el flujo tanto de materiales, procesos e información no se desplacen innecesariamente.



**Figura 2.21.** Simulación - Solución 1 (Chocolate 100% cacao).

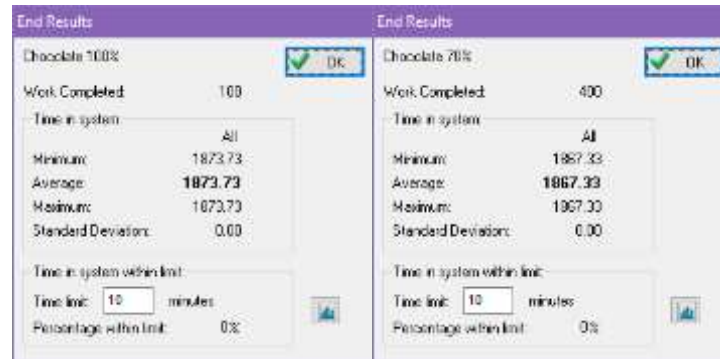
*Fuente: Elaboración Propia.*



**Figura 2.22.** Simulación - Solución 1 (Chocolate 70% cacao).

*Fuente: Elaboración Propia.*

Los tiempos obtenidos en la simulación de la solución 1, tanto para la producción del chocolate 100% cacao y 70% cacao, se observan en la Figura 2.23.



**Figura 2.23.** Resultados de la simulación de la solución 1.

*Fuente: software SIMUL8.*

### 2.7.4.3. Simulación Solución 2

En la solución 2 existe una pequeña variación con respecto a la primera. Se observa que el flujo de material es factible y que las áreas de almacenamiento de MP y de molienda están cerca. En la Figura 2.24. y Figura 2.25. podemos observar la segunda propuesta de la distribución de la planta para los dos productos.



**Figura 2.24.** Simulación - Solución 2 (Chocolate 100% cacao).

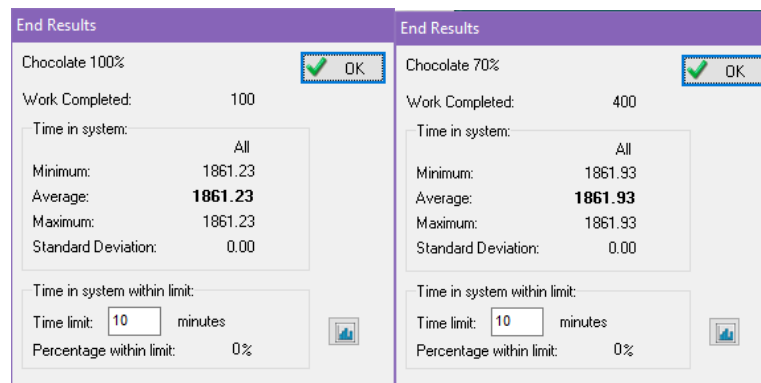
*Fuente: Elaboración Propia.*



**Figura 2.25.** Simulación - Solución 2 (Chocolate 70% cacao).

*Fuente: Elaboración Propia.*

El tiempo de producción de elaboración del chocolate 100% cacao es de 1861,23 minutos, mientras que del chocolate 70% cacao es de 1861,93 minutos como se presenta en la Figura 2.26.



**Figura 2.26.** Resultados de la simulación de la solución 2

*Fuente: software SIMUL8.*

#### 2.7.4.4. Simulación Solución 3

La solución 3 propone una restructuración de las áreas de cada proceso como se visualiza en las Figuras 2.27. y 2.28., generando un espacio más amplio para moverse.



**Figura 2.27.** Simulación - Solución 3 (Chocolate 100% cacao).

*Fuente: Elaboración Propia.*



**Figura 2.28.** Simulación - Solución 3 (Chocolate 70% cacao).

*Fuente: Elaboración Propia.*

La Figura 2.29. presenta los resultados del tiempo total de la producción de chocolate 100% cacao y chocolate 70% cacao.

End Results	End Results
Chocolate 100%	Chocolate 70%
Work Completed: 100	Work Completed: 400
Time in system: All	Time in system: All
Minimum: 1868.41	Minimum: 1854.29
Average: <b>1868.41</b>	Average: <b>1854.29</b>
Maximum: 1868.41	Maximum: 1854.29
Standard Deviation: 0.00	Standard Deviation: 0.00
Time in system within limit:	Time in system within limit:
Time limit: 10 minutes	Time limit: 10 minutes
Percentage within limit: 0%	Percentage within limit: 0%

**Figura 2.29.** Resultados de la simulación de la solución 3.

*Fuente: software SIMUL8.*

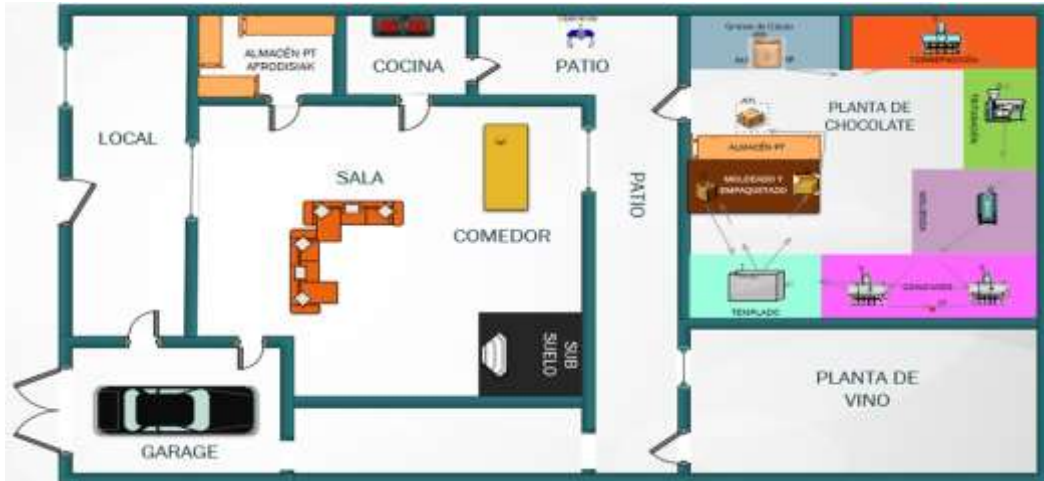
#### 2.7.4.5. Simulación Solución 4

Finalmente, la última propuesta de este proyecto considera realizar una distribución con áreas consecutivas, una seguida de la otra disminuyendo distancias como se observa en las Figuras 2.30. y 2.31.



**Figura 2.30.** Simulación - Solución 4 (Chocolate 100% cacao).

*Fuente: Elaboración Propia.*



**Figura 2.31.** Simulación - Solución 4 (Chocolate 70% cacao).

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Los resultados del tiempo de producción de la simulación de los dos productos se observan en la Figura 2.32.

End Results	End Results
Chocolate 100% <span style="float: right;">✔ OK</span>	Chocolate 70% <span style="float: right;">✔ OK</span>
Work Completed: 100	Work Completed: 400
Time in system: All	Time in system: All
Minimum: 1853.11	Minimum: 1851.53
Average: <b>1853.11</b>	Average: <b>1851.53</b>
Maximum: 1853.11	Maximum: 1851.53
Standard Deviation: 0.00	Standard Deviation: 0.00
Time in system within limit:	Time in system within limit:
Time limit: 10 minutes	Time limit: 10 minutes
Percentage within limit: 0%	Percentage within limit: 0%

**Figura 2.32.** Resultados de la simulación de la solución 4.

**Fuente:** *software SIMUL8.*

A fin de profundizar y validar la información obtenida en la simulación, se ha realizado adicionalmente un cursograma, tanto para la situación actual como para cada una de las alternativas encontradas, como se observan en los anexos detallados en las siguientes tablas. Cabe mencionar que esto se realizó con base en números aleatorios generados dentro de los tiempos establecidos en la tabla y de las nuevas distancias a las que se acorta en comparación a la situación actual.

**Tabla 2.17.** Resultados de los tiempos estimados de un día de producción.

<b>Situación Actual</b>			
<b>Producto</b>	<b>Tiempo total (min) Cursograma</b>	<b>Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.20.)</b>	<b>% Error</b>
Chocolate 100% cacao (Anexo XI)	1930,78	1935,19	0,23%
Chocolate 70% cacao (Anexo XII)	1920,64	1920,34	0,02%

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 2.18.** Resultados de los tiempos estimados de la solución 1.

<b>Solución 1</b>			
<b>Producto</b>	<b>Tiempo total (min) Cursograma</b>	<b>Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.23.)</b>	<b>% Error</b>
Chocolate 100% cacao (Anexo XIII)	1874,37	1873,73	0,03%
Chocolate 70% cacao (Anexo XVII)	1865,63	1867,33	0,09%

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 2.19.** Resultados de los tiempos estimados de la solución 2.

<b>Solución 2</b>			
<b>Producto</b>	<b>Tiempo total (min) Cursograma</b>	<b>Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.26.)</b>	<b>% Error</b>
Chocolate 100% cacao (Anexo XIV)	1866,52	1861,23	0,28%
Chocolate 70% cacao (Anexo XVIII)	1861,56	1861,93	0,02%

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 2.20.** Resultados de los tiempos estimados de la solución 3.

<b>Solución 3</b>			
<b>Producto</b>	<b>Tiempo total (min) Cursograma</b>	<b>Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.29.)</b>	<b>% Error</b>
Chocolate 100% cacao (Anexo XV)	1869,16	1868,41	0,04%
Chocolate 70% cacao (Anexo XIX)	1858,45	1854,29	0,22%

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 2.21.** Resultados de los tiempos estimados de la solución 4.

<b>Solución 4</b>			
<b>Producto</b>	<b>Tiempo total (min) Cursograma</b>	<b>Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.32.)</b>	<b>% Error</b>
Chocolate 100% cacao (Anexo XVI)	1854,22	1853,11	0,06%
Chocolate 70% cacao (Anexo XX)	1849,74	1851,53	0,10%

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.7.5. Fase V: Evaluación de soluciones

La evaluación de las soluciones consiste en escoger la mejor distribución, siendo el compromiso óptimo entre todos los factores. Esto significa que se debe evaluar todas y cada una de las diversas posibilidades de distribución encontradas en la investigación, a fin de determinar la mejor propuesta (Muther R. , 1970).(p. 305).

Las alternativas encontradas presentan soluciones respecto al problema principal. Por ello. a fin de realizar una evaluación y comparación de las propuestas, se consideró basarse en una tabla de decisión multicriterio para seleccionar la solución que cumpla con el objetivo del trabajo.

A continuación, se utilizarán los métodos más referenciados entre la literatura consultada, con el fin de tomar la mejor decisión con base en la distribución en planta según el análisis de distancias recorridas y tiempos totales de producción, la estimación de costos generales y productividad, costo de implementación y valoración de expertos.

#### 2.7.5.1. Análisis de distancias recorridas y tiempos

En la Tabla 2.22. se puede apreciar la comparación de las distancias recorridas para cada una de las soluciones propuestas. Las mismas fueron encontradas a través de un cursograma que se detalla en los respectivos anexos indicados en la tabla.

**Tabla 2.22.** Comparación de las distancias totales recorridas de las soluciones.

<b>Comparación</b>	<b>Distribución actual</b>	<b>Solución 1</b>	<b>Solución 2</b>	<b>Solución 3</b>	<b>Solución 4</b>
<b>Producto</b>	<b>Distancia total recorrida (m) (Anexos XI, XII)</b>	<b>Distancia total recorrida (m) (Anexos XIII, XVII)</b>	<b>Distancia total recorrida (m) (Anexos XIV, XVIII)</b>	<b>Distancia total recorrida (m) (Anexos XV, XIX)</b>	<b>Distancia total recorrida (m) (Anexos XVI, XX)</b>
Chocolate 100% cacao	63,443	5,99	5,795	5,071	5,601
Chocolate 70% cacao	63,443	5,99	5,795076	5,071	5,601

*Fuente: Elaboración Propia.*



Los resultados obtenidos nos indica que la solución 3 presenta un recorrido mínimo en la nueva distribución de las áreas de la planta. Por otro lado, la Tabla 2.23. presenta el tiempo total de producción recolectado por las simulaciones realizadas para cada solución, donde se incluyen los tiempos de movimientos de un área a otra.

**Tabla 2.23.** Comparación de los tiempos totales de producción de las soluciones.

Comparación	Distribución actual	Solución 1	Solución 2	Solución 3	Solución 4
Producto	Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.20.)	Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.23.)	Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.26.)	Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.29.)	Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.32.)
Chocolate 100% cacao	1935,19	1873,73	1861,23	1868,41	1853,11
Chocolate 70% cacao	1920,34	1867,33	1861,93	1854,29	1851,53

*Fuente: Elaboración Propia.*

Con base en los resultados presentados en la Tabla 2.23. se observa que la alternativa con un tiempo mínimo total de producción es la solución 4.

### 2.7.5.2. Estimación de Costos Generales y Productividad

La estimación de costos que se presenta en el Anexo VII, está dado de forma mensual. En este caso, se quiere estimar a un plazo de un año manteniendo constante la producción de chocolates en 2000 unidades mensuales. De esta forma se visualiza una base con respecto a los costos totales que se genera en cada una de las soluciones propuestas.

A continuación, en la Tabla 2.24. se detalla el costo total de mano de obra directa tanto mensual como anual.

**Tabla 2.24.** Costo total anual MOD.

COSTO DEL PRODUCTO BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO Y 70% CACAO					
MANO DE OBRA DIRECTA					
Horas laboradas	Número de empleados	Salario	Costo por minuto	Costo mensual total MOD	Costo total anual MOD
8	2	\$425,00	\$0,89	\$850,00	\$10.200,00

*Fuente: Formato adaptado a la información de AFRODISIAK.*

La Tabla 2.25. presenta a detalle el costo anual de materia prima utilizada para la producción de las barras de chocolate 100% cacao. Por otro lado, en la Tabla 2.26. se aprecia el costo anual de la materia prima que se necesita para producir las barras de chocolate 70% cacao.

**Tabla 2.25.** Costo total anual MP chocolate 100% cacao.

COSTO MATERIA PRIMA CHOCOLATE 100% CACAO				
Ítem	Cantidad	Unidad	Costo total mensual	Costo total anual
Cacao	91000	gr	\$56,30	\$675,60
Manteca de cacao	9100	gr	\$36,25	\$435,00
Lecitina	100	gr	\$35,20	\$422,40
<b>Costo total MP</b>			<b>\$127,75</b>	<b>\$1.533,00</b>

*Fuente:* Formato adaptado a la información de AFRODISIAK.

**Tabla 2.26.** Costo total anual MP chocolate 70% cacao.

MATERIA PRIMA - BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO				
Ítem	Cantidad	Unidad	Costo total	Costo total anual
Cacao	91000	gr	\$65,80	\$789,60
Manteca de cacao	9100	gr	\$36,25	\$435,00
Lecitina	100	gr	\$35,20	\$422,40
Azúcar	30030	gr	\$28,38	\$340,56
<b>Costo total MP</b>			<b>\$165,63</b>	<b>\$1.987,56</b>

*Fuente:* Formato adaptado a la información de AFRODISIAK.

La Tabla 2.27. presenta una comparación de los gastos totales indirectos en la producción de los dos tipos de chocolate que produce AFRODISIAK para cada una de las soluciones propuestas.

**Tabla 2.27.** Gastos indirectos totales (anual).

GASTOS INDIRECTOS TOTALES								
Ítem	(SOLUCIÓN 1)		(SOLUCIÓN 2)		(SOLUCIÓN 3)		(SOLUCIÓN 4)	
	Costo mensual	Costo anual	Costo mensual	Costo anual	Costo mensual	Costo anual	Costo mensual	Costo anual
Administración	\$736,00	\$8.832,00	\$722,00	\$8.664,00	\$707,00	\$8.484,00	\$716,00	\$8.592,00
Transporte	\$235,25	\$2.823,00	\$235,25	\$2.823,00	\$235,25	\$2.823,00	\$235,25	\$2.823,00
Movimientos en planta	\$4,72	\$56,69	\$4,57	\$54,84	\$4,00	\$47,99	\$4,42	\$53,01
Luz	\$72,33	\$867,96	\$71,85	\$862,20	\$70,21	\$842,52	\$71,02	\$852,24
Agua	\$50,70	\$608,40	\$50,70	\$608,40	\$50,70	\$608,40	\$50,70	\$608,40
Depreciación de equipos	\$32,79	\$393,48	\$32,79	\$393,48	\$32,79	\$393,48	\$32,79	\$393,48
Materiales indirectos	\$477,70	\$5.732,40	\$477,70	\$5.732,40	\$477,70	\$5.732,40	\$477,70	\$5.732,40
<b>Costo total GI</b>	<b>\$1.609,49</b>	<b>\$19.313,93</b>	<b>\$1.594,86</b>	<b>\$19.138,32</b>	<b>\$1.577,65</b>	<b>\$18.931,79</b>	<b>\$1.587,88</b>	<b>\$19.054,53</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

Como se observa, existe variación en los costos de administración, gastos de luz y movimientos en planta. Esto se debe a la influencia que presenta cada solución con su nueva distribución de áreas dentro de la planta. En este caso, la propuesta que presenta un costo menor referente a movimientos de planta es la solución 3.

Finalmente, en la Tabla 2.28. se presenta el resumen de los costos totales anuales y el valor de la productividad para cada solución. La alternativa o solución 3 presenta el menor

costo total anual que se generaría con la distribución de planta que propone la misma, generando el valor más alto de productividad de 0,735 unidad por dólar.

**Tabla 2.28.** Resumen de costos totales anuales.

COSTO TOTAL ANUAL SOLUCIÓN 1			COSTO TOTAL ANUAL SOLUCIÓN 2		
Unidades producidas	24000		Unidades producidas	24000	
Costo mano de obra	\$10.200,00		Costo mano de obra	\$10.200,00	
Costo materia prima	\$3.520,56		Costo materia prima	\$3.520,56	
Gastos indirectos	\$19.313,93		Gastos indirectos	\$19.138,32	
<b>TOTAL</b>	<b>\$33.034,49</b>		<b>TOTAL</b>	<b>\$32.858,88</b>	
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	<b>0,727</b>	unidad por dólar	<b>PRODUCTIVIDAD</b>	<b>0,730</b>	unidad por dólar

COSTO TOTAL ANUAL SOLUCIÓN 3			COSTO TOTAL ANUAL SOLUCIÓN 4		
Unidades producidas	24000		Unidades producidas	24000	
Costo mano de obra	\$10.200,00		Costo mano de obra	\$10.200,00	
Costo materia prima	\$3.520,56		Costo materia prima	\$3.520,56	
Gastos indirectos	\$18.931,79		Gastos indirectos	\$19.054,53	
<b>TOTAL</b>	<b>\$32.652,35</b>		<b>TOTAL</b>	<b>\$32.775,09</b>	
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	<b>0,735</b>	unidad por dólar	<b>PRODUCTIVIDAD</b>	<b>0,732</b>	unidad por dólar

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 2.7.5.3. Costo de implementación

En las diferentes propuestas o soluciones presentadas en este trabajo, se observa que se realizan varios cambios, como el implemento de una nueva puerta, la adquisición de una máquina conchadora y la construcción de la estructura completa de la planta que ocupe un mismo espacio.

Por ende, en la Tabla 2.29. se resume los costos de implementación, haciendo referencia a la solución 4 como la de menor costo.

**Tabla 2.29.** Resumen de costos de implementación.

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	SOLUCIÓN 4
Puerta adicional	\$61,10	\$61,10	\$61,10	\$0,00
Material para la construcción	\$47,26	\$47,26	\$56,86	\$56,86
Mano de Obra	\$300,00	\$300,00	\$330,00	\$330,00
Máquina cochadora	\$2.600,00	\$2.600,00	\$2.600,00	\$2.600,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$3.008,36</b>	<b>\$3.008,36</b>	<b>\$3.047,96</b>	<b>\$2.986,86</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 2.7.5.4. Valoración de expertos

En la Tabla 2.30., se presentan los porcentajes o pesos que se le ha asignado a cada uno de los factores críticos de éxito considerando la importancia y los objetivos planteados en este trabajo, como se observa a continuación:

**Tabla 2.30.** Pesos de cada factor crítico de éxito por parte de los expertos, mismos

Factores Críticos de éxito	Distancia recorrida	Tiempo total de producción	Costos totales anuales	Productividad	Costo de implementación	Optimización de flujos de materiales, procesos e información	TOTAL
Peso	28%	13%	8%	18%	8%	25%	100%

*Fuente: Elaboración Propia.*

que serán calificados en el siguiente apartado, considerando la siguiente escala presentada en la Tabla 2.31. y tomando en cuenta los análisis realizados de las evaluaciones de las soluciones encontradas para cada uno de los factores críticos de éxito.

**Tabla 2.31.** Razones de la escala de calificación.

Razón	Calificación
No alcanza los objetivos planteados	1
Alcanza insuficientemente los objetivos	2
Alcanza los objetivos parcialmente	3
Alcanza los objetivos	4
Supera los objetivos planteados	5

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.1. Resultados

El desarrollo de la simulación de las alternativas propuestas ha permitido observar los diferentes escenarios posibles que presentan mejoras en el entorno y desarrollo de la elaboración del chocolate artesanal que maneja AFRODISIAK, luego de haber incluido, documentado y analizado lo necesario para dar solución al problema principal. Por ello, con apoyo de las Tablas 2.30. y 2.31. se evaluó respecto a los diferentes criterios considerados y avalados por Richard Muther y otros autores.

A cada factor crítico de éxito considerado, se le asignó un peso de importancia con la ayuda del criterio del gerente de producción y de los objetivos planteados en este trabajo. También se ha dado una escala de calificación del 1 al 5 que representa el alcance de los objetivos.

La Tabla 3.1. presenta la matriz de perfil competitivo adaptado para las soluciones propuestas. En la misma, se puede deducir que la mejor alternativa que cumple con los objetivos planteados en este proyecto es la solución 4.

**Tabla 3.1.** Matriz de perfil competitivo.

FAC. CRÍT.ÉXITO	PESO	SOLUCIÓN 1		SOLUCIÓN 2		SOLUCIÓN 3		SOLUCIÓN 4	
		CALIFICACIÓN	P. PONDERADO	CALIFICACIÓN	P. PONDERADO	CALIFICACIÓN	P. PONDERADO	CALIFICACIÓN	P. PONDERADO
Distancia recorrida	28%	2	0,56	3	0,84	5	1,4	4	1,12
Tiempo total de producción	13%	2	0,26	4	0,52	3	0,39	5	0,65
Costos totales anuales	8%	2	0,16	3	0,24	5	0,4	4	0,32
Productividad	18%	2	0,36	3	0,54	5	0,9	4	0,72
Costo de implementación	8%	3	0,24	4	0,32	2	0,16	5	0,4
Optimización de flujos de materiales, procesos e información	25%	2	0,5	3	0,75	4	1	5	1,25
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2,08</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3,21</b>	<b>TOTAL</b>	<b>4,25</b>	<b>TOTAL</b>	<b>4,46</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Como se observa en la Tabla 3.1., la solución 4 presenta la propuesta de layout que más se acopla al proceso de la elaboración del chocolate artesanal reduciendo distancias, tiempo de producción, disminución de costos por movimiento y optimizando el flujo de materiales, procesos e información que apuntan a un incremento de la productividad en la empresa AFRODISIAK, como se observa a continuación en las siguientes tablas:

**Tabla 3.2.** Tiempo de producción actual vs. Tiempo de producción de la solución 4.

	Distribución actual	Solución 4	COMPARACIÓN
Producto	Tiempo total (min) Cursograma	Tiempo total (min) Simulación (Figura 2.32.)	% Variación
Chocolate 100% cacao (Anexo XI)	1930,78	1853,11	4,02%
Chocolate 70% cacao (Anexo XII)	1920,64	1851,53	3,60%

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la Tabla 3.2. se aprecia la existencia de una disminución del 4,02% respecto al tiempo de producción del chocolate 100% cacao, mientras que para la producción de las barras de chocolate 70% cacao, se observa una disminución del 3,60%. Esto nos indica una mejora en cuestión del tiempo total de producción.

**Tabla 3.3.** Distancia recorrida actual vs. Distancia propuesta en la solución 4.

	Distribución actual	Solución 4	COMPARACIÓN
Producto	Distancia total recorrida (m) (Anexos XI, XII)	Distancia total recorrida (m) (Anexos XVI, XX)	% Variación
Chocolate 100% cacao	63,443	5,601	91,17%
Chocolate 70% cacao	63,443	5,601	91,17%

*Fuente: Elaboración Propia.*

La Tabla 3.3. hace referencia a la comparación de distancias recorridas en cada uno de los escenarios mencionados en la misma, obteniendo una disminución del 91,17% en distancias y movimientos. Esto influye en la mejora del flujo de materiales, procesos e información con los que se manejan dentro de la planta como se puede observar en el VSM propuesto de la solución 4 que se ilustra en la Figura 3.1.

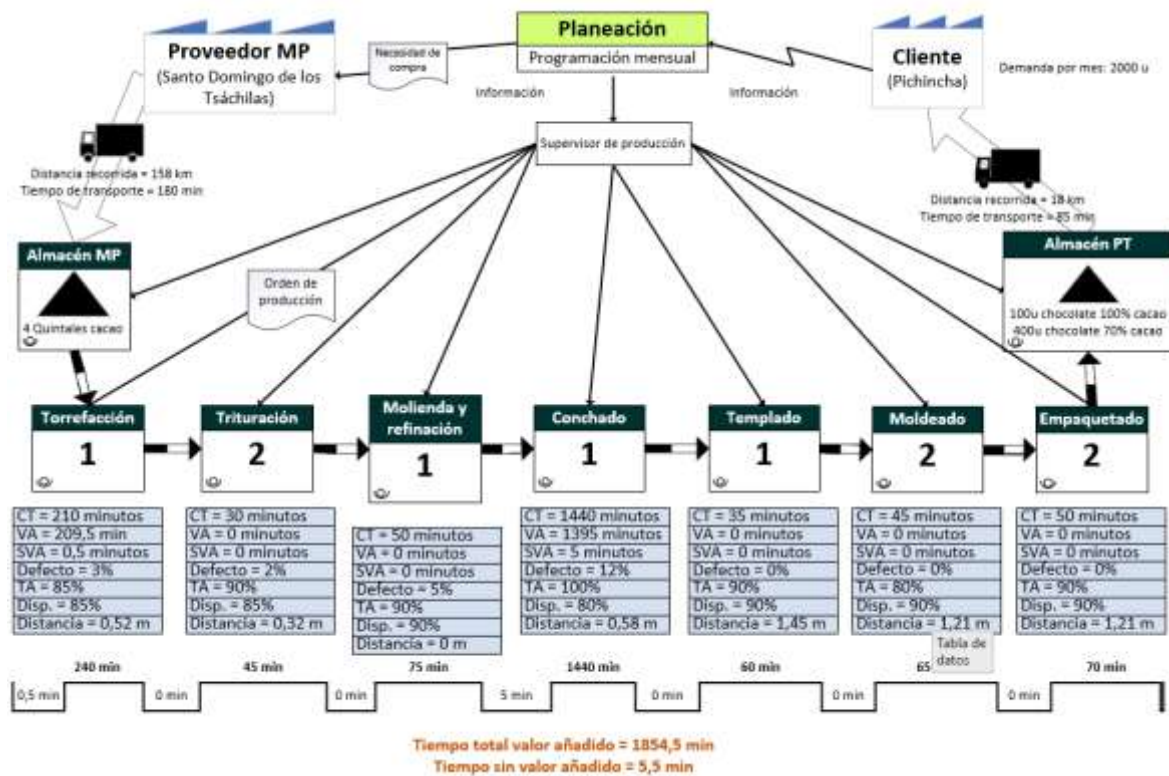


Figura 3.1. Mapa de flujo de valor de la solución 4.

Fuente: Elaboración Propia.

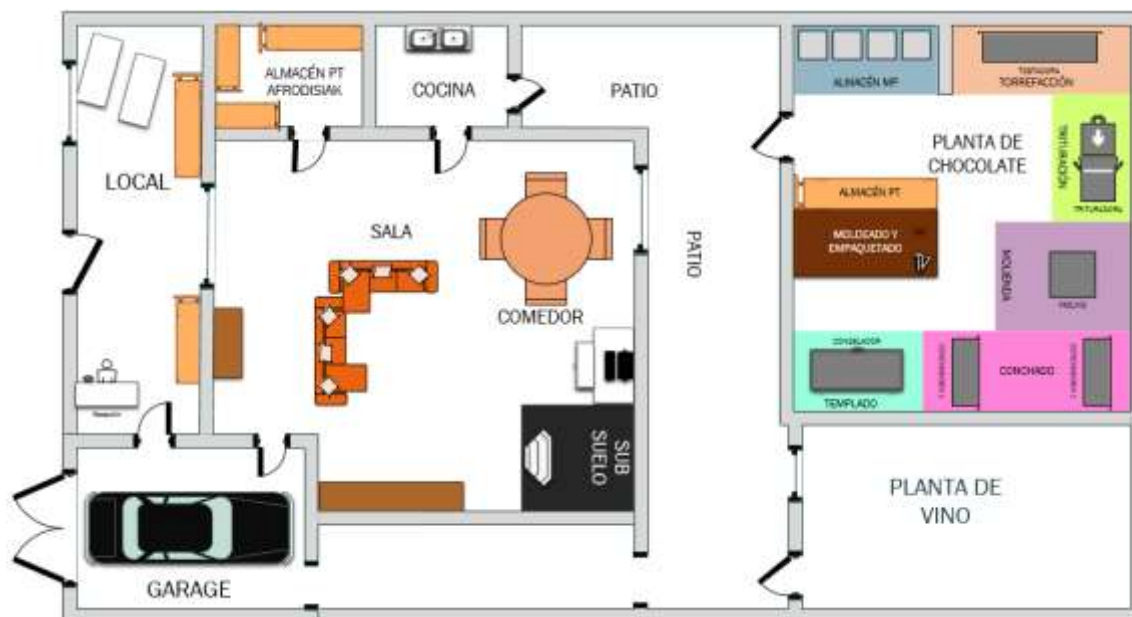
En la Tabla 3.4. se presenta el incremento de la productividad que se generaría con la mejor alternativa dentro de la empresa AFRODISIAK, aumentándolo en un 13,46%.

Tabla 3.4. Productividad actual vs. Productividad de la solución 4.

	Distribución actual	Solución 4	COMPARACIÓN
Producto	Productividad (unidad por dólar)	Productividad (unidad por dólar)	% Variación
Mensual (2000 unidades)	0,65	0,73	13,46%

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, se presenta la propuesta de Layout para la planta de chocolate artesanal de la empresa AFRODISIAK como se observa en la Figura 3.2., añadiendo la alternativa de mejorar el horario de producción (Tabla 3.5.) que aumente el volumen de unidades producidas al mes, haciendo que la empresa presente mayor productividad y rendimiento en sus procesos.



**Figura 3.2.** Distribución de planta de la solución 4.

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 3.5.** Propuesta del horario de producción para la empresa AFRODISIAK.

Propuesta de Horario de Producción AFRODISIAK										
Producto	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término
Chocolate 100% cacao	09h00		09h00	18h00		18h00				
Chocolate 70% cacao					09h00		09h00	18h00		18h00

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.2. Conclusiones

- En la actualidad, las técnicas de ingeniería aplicadas a proyectos de distribuciones de planta, manejo de flujos de materiales, procesos e información y simulación han ido trascendiendo dentro de la innovación y desarrollo productivo de las diferentes industrias. En este caso, la metodología S.L.P. y el software SIMUL8 utilizados en este proyecto, han sido de gran utilidad para encontrar y representar una alternativa viable para resolver el problema de distribución en planta a partir de los diferentes criterios cuantitativos y cualitativos considerados.



- El estudio y trabajo presentado en este documento, plantea minimizar el desperdicio de tiempo, movimiento, distancia y esfuerzo, proponiendo optimizar al máximo los espacios de trabajo para cada área de la planta de producción de chocolate artesanal de la empresa AFRODISIAK, para incrementar la productividad.
- Mejorar la productividad a través de una correcta distribución de planta, significa mejorar la eficiencia de trabajo, espacio, procesos y tiempo que proporcionen una mejora dentro de su funcionamiento. Cuanto más eficiente sea la producción del chocolate artesanal, más productivo será el proceso y mayor será el valor agregado que se le dará al producto final.
- Con base en la mejor alternativa encontrada, se ofrece un mejor flujo de materiales, procesos e información que se refleja en la reducción de demoras y tiempos, que apertura la posibilidad y factibilidad de tener un nuevo horario de producción que incremente la capacidad de producir un mayor volumen de unidades, duplicando la producción semanal y mensual.

### **3.3. Recomendaciones**

- La empresa AFRODISIAK ha crecido gracias al ingenio, iniciativa y constancia de la persona en la preparación de productos hechos a base de cacao como el chocolate. En gran parte, esto se debe al haber diseñado y creado máquinas caseras para la producción de este producto. Sin embargo, se recomienda que apenas exista la oportunidad, se logre automatizar los procesos que aumenten la capacidad productiva y el rendimiento de la empresa.
- La empresa AFRODISIAK carece de documentación de los procesos realizados y considerados, al igual que de la información que se toma empíricamente respecto a la transformación de la MP. Por ello, se debería realizar un estudio completo de su funcionamiento y documentar el desarrollo de los procesos, la transformación de MP, el flujo de información y, considerar trabajar con normas de calidad destinadas a la producción de chocolate, así como la de gestión técnica de sus procesos.
- A pesar de que la empresa AFRODISIAK tiene plantas de producción pequeñas para cada línea de productos que ofrece al mercado, es

importante que se genere prácticas eficientes y organizadas en su producción, a fin de mejorar el manejo de materiales, procesos e información y así, aumentar la calidad de sus productos.

- La posibilidad de que se logre aplicar una mejor distribución de planta y gestión de procesos dentro de la empresa AFRODISIAK, también es participación y compromiso del personal de esta, a fin de que se pueda lograr las metas planteadas obteniendo resultados óptimos esperados.
- Es importante considerar que la ubicación de la planta de chocolate dentro del espacio del patio de la casa no es la mejor. Por ello, se recomienda reubicar a la planta en un lugar más adecuado, con las respectivas consideraciones en base a la seguridad ambiental, laboral y estructural.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 9001, I. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos*. Ginebra: NORMA INTERNACIONAL ISO 9001.
- Aguilar, A. (2017). *Diseño de infraestructura de nueva planta para la línea de producción de los modelos Buller y Linner 12 en Dina Camiones*. Sahagún: CIATEQ.  
Obtenido de  
<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/93/1/AguilarJaenAntonio%20MMANAV%202017.pdf>
- Avilés, K., & Berjarano, E. (2016). *Diseño de un sistema de producción, a través de la simulación, para mejorar la productividad de la empresa "Quimpres" en la ciudad de Quito*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Bermúdez, B. (1 de Enero de 2017). *Propuesta de mejora del flujo de material para la empresa Creaciones Ltda*. Obtenido de Ciencia Unisalle:  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_industrial/10](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/10)
- Braudeau, J. (1970). *El Cacao. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales*. Barcelona: Ed Blume.
- Campos, J. J. (2020). *Propuesta de optimización de la distribución en planta, mediante la aplicación de la metodología planificación sistemática de diseño (SLP) en la empresa Tosthachul*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Carvajal, L. (2006). *Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado* (28 ed.). Santiago de Cali: U.S.C.
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministro* (Duodécima Edición ed.). México: E. Zúñiga, Ed.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- DELVIN, K. (1991). *Logic and Information*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Diego Mas, J. (2006). *Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos*. Valencia, Catalunya, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Gianola, C. (1983). *La Industria del Chocolate*. Madrid España: Ed. Paraninfo.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. En H. Roberto, F. Carlos, & B. Pilar, *Metodología de la Investigación* (Sexta edición ed., págs. 4-8). México: Interamericana Editores S.A.
- Kumar, S., & Suresh, N. (2009). *Operations Management*. New Delhi: New Age International Limited Publishers.
- Medina, J. (2010). Modelo Integral de productividad, aspectos importantes para su implementación. *Revista Escuela de Administración de Negocios EAN*, 110-119.
- Morales, C., & Masis, A. (Agosto - Octubre de 2014). La Medición de la Productividad del Valor Agregado: una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de Costa Rica. *Tec Empresarial*, 8(2), 41-49. Obtenido de file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-LaMedicionDeLaProductividadDelValorAgregado-4808514.pdf
- Muther, R. (1961). *Systematic Layout Planning*. Boston: CBI Publishing Company. Inc.
- Muther, R. (1970). Evaluación de las diversas soluciones. En R. Muther, *Distribución en planta* (págs. 305-307). Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
- Orozco, E., Ortiz, L., & De la Hoz, R. (2017). Distribución de Pantas con Planeación Sistemática de Layout. En V. E. Armenlla, *HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA* (págs. 17-47). Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar. Obtenido de [https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/1836/Cap\\_1\\_Distribuci%C3%B3n.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/1836/Cap_1_Distribuci%C3%B3n.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Ortega, R. (2003). *Distribución de plata a través de un algoritmo genético*. Puebla, México: Universidad de las Américas.
- Pimienta, J., & De la Orden Hoz, A. (2017). Metodología de la Investigación. En J. imienta, & A. De la Orden Hoz, *Metodología de la Investigación* (Tercera edición ed., págs. 75-97). México: Pearson de Edicación de México, S.A.
- Reyes, G. (2013). *La aplicación de las técnicas Systematic Layout Planning y Systematic Handling Analysis para mejorar el movimiento de materiales en una empresa textil*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rioja, M. (2020). *SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ATENCIÓN AL PACIENTE EN EL HOSPITAL II-E BANDA DE SHILCAYO - TARAPOTO 2018*. Tarapoto, Perú: Universidad Científica del Perú.

- SIMUL8. (2019). *Simcore*. (SIMUL 8) Recuperado el 18 de Enero de 2022, de <https://www.simcore.fr/es/software-de-simulacion/simul8/>
- ST, B. (1988). *Fabricación y Utilización Industrial del Chocolate*. Saragoza España: Ed Acribia.
- Sydney, C. (1975). *Dulces Elaborados con Azúcar*. Zaragoza España: Ed Acribia.
- Velasteguí A., V. (2010). *Desarrollo de la tecnología para la elaboración de chocolate de cobertura*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Velasteguí, V. (2010). *Desarrollo de la tecnología para la elaboración de chocolate de cobertura*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Victoriano, B., Linares, P., & Ramos, A. (2010). Modelos Matemáticos de Optimización. *Academia*, 1-50. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34357606/modelado\\_en\\_gams-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1642559480&Signature=IYkxy-0zGN~fJNUQJZZKn5Vn29Gn6ErUqH9ZKqgmnUm~r0XUsCGWe6Mlb5mWUrs1OG69548WJCJSi5CiHjMuBHVHfZUOHX9EifMsG-mKoWgAS~Rsim4kAu09Z7fNcUzDwaURVfo9bCj](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34357606/modelado_en_gams-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1642559480&Signature=IYkxy-0zGN~fJNUQJZZKn5Vn29Gn6ErUqH9ZKqgmnUm~r0XUsCGWe6Mlb5mWUrs1OG69548WJCJSi5CiHjMuBHVHfZUOHX9EifMsG-mKoWgAS~Rsim4kAu09Z7fNcUzDwaURVfo9bCj)

## 5. ANEXOS

### ANEXO I. AFRODISIAK.



**Figura 5.1.** Finca de AFRODISIAK – Local AFRODISIAK.



**Figura 5.2.** Interior del local de AFRODISIAK



**Figura 5.3.** Gerente General de AFRODISIAK

## ANEXO II. ENTREVISTAS – PERSONAL DE AFRODISIAK

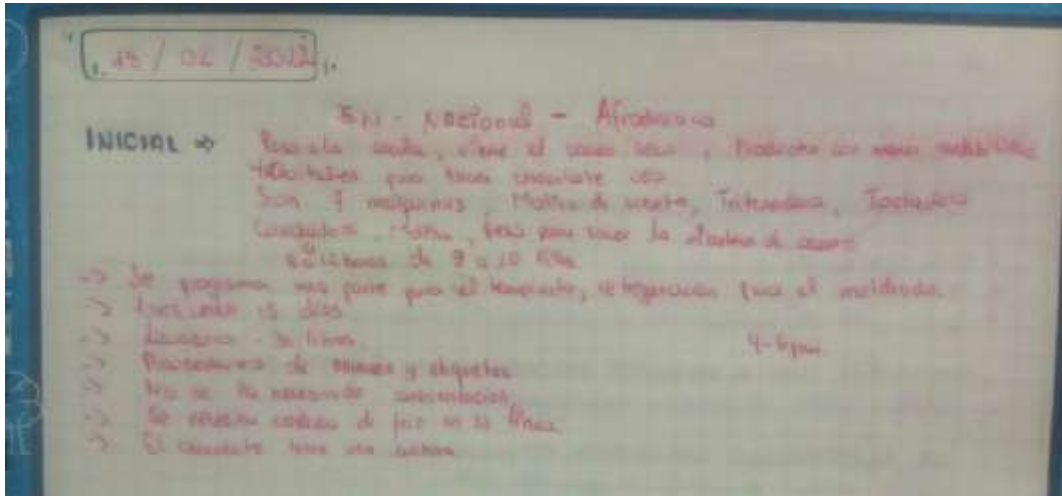


Figura 5.4. Primera entrevista con el Gerente de la empresa.

### AFRODISIAK MAYO 10 2022

Control de calidad dentro de la finca

Cantidad: Son 8 quintales en baba y se queda la mitad.

5 días de fermentación y secado.

Tostadora

Si llega seco de 3 a 4 horas debe estar crocante. Secado, cantidad tres tachos de 20 litros. La temperatura es medio.

No tiene que estar alto, por qué sino queda sin aroma.

Molino

Se separa la cáscara de la almendra  
30 minutos a una hora. Hay que poner de poco a poco

Molino se hace pasta

30 minutos a 45 minutos

Conchadora

De 12 a 14 horas

Se necesita más espacio

Tiene piedras lo disuelve

Moldes

200gramos

100% nada

Manteca de cacao, lecitina, 25 g azúcar cacao más chocolate

Pasa por todas las máquinas

Se demora en el segundo Molino y en la conchadora.

Templado en el congelador 45 minutos

En ambiente se demora 2

En empaquetar menos de un minuto

Se necesita una persona o dos como

máximo

Figura 5.5. Entrevista a la supervisora de producción.

<https://drive.google.com/file/d/1npL1ky8xaAHYuUUle7PSkm6S0C8GFmZg/view?usp=sharing>

Audio 5.1. Entrevista a la gerente de producción.

### ANEXO III. Máquinas artesanales de los procesos



**Máquina:** Tostadora

**Proceso:** Torrefacción

Máquina artesanal que utiliza gas para su funcionamiento.



**Máquina:** Trituradora

**Proceso:** Trituración

Máquina artesanal que utiliza un motor de lavadora para su funcionamiento.



**Máquina:** Molino

**Proceso:** Molienda y refinación

Utiliza un motor especial para su funcionamiento.



**Máquina:** Conchadora

**Proceso:** Conchado

Utiliza electricidad para su funcionamiento.

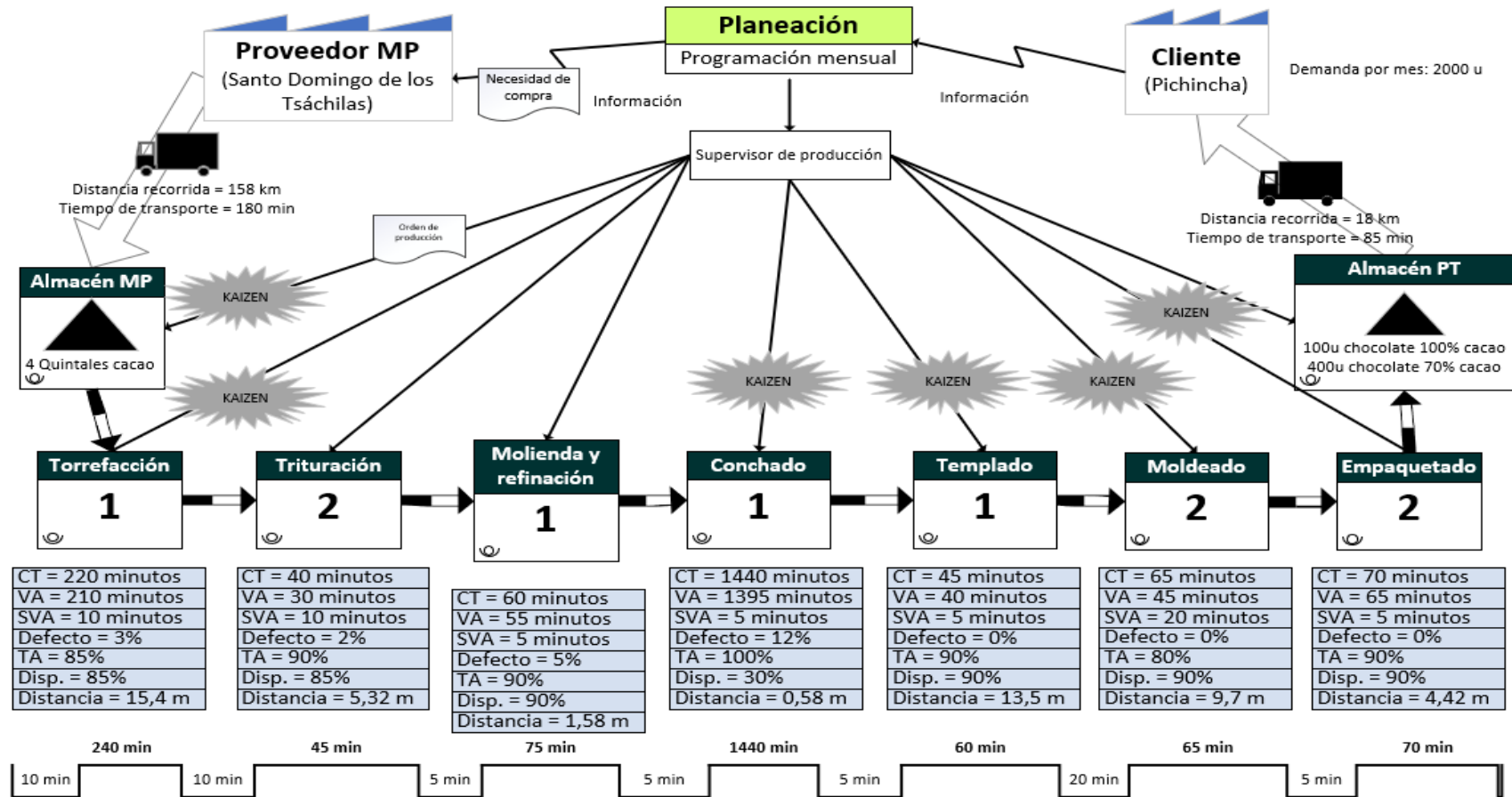


## ANEXO IV. Cadena de suministro AFRODISIAK



*Fuente: Elaboración Propia.*

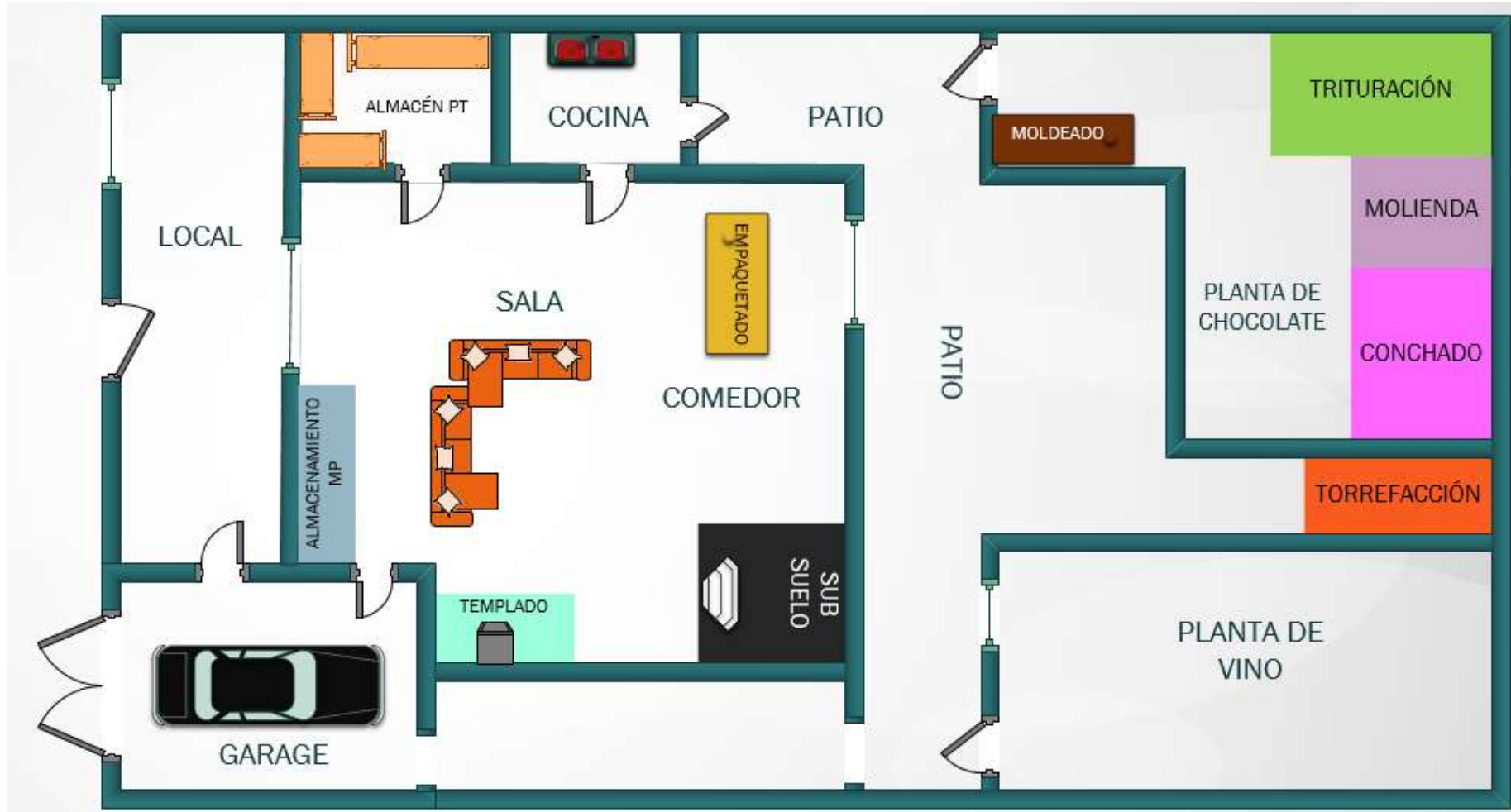
## ANEXO V. VSM AFRODISIAK



**Tiempo total valor añadido = 1880 min**  
**Tiempo sin valor añadido = 60 min**

*Fuente: Elaboración Propia.*

## ANEXO VI. Layout Actual de la Planta de Chocolate Artesanal de AFRODISIAK



*Fuente: Elaboración Propia.*

## ANEXO VII. Resumen de gastos - AFRODISIAK mes de junio 2022

Tabla 5.1. Costo MOD.

COSTO DEL PRODUCTO BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO Y 70% CACAO				
MANO DE OBRA DIRECTA				
Horas laboradas	Número de empleados	Salario	Costo por minuto	Costo total MOD
8	2	\$425,00	\$0,89	<b>\$850,00</b>

Tabla 5.2. Costo MP Chocolate 100% cacao.

MATERIA PRIMA - BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 100%			
Ítem	Cantidad	Unidad	Costo total
Cacao	91000	gr	\$56,30
Manteca de cacao	9100	gr	\$36,25
Lecitina	100	gr	\$35,20
<b>Costo total MP</b>			<b>\$127,75</b>

Tabla 5.3. Costo MP Chocolate 70% cacao.

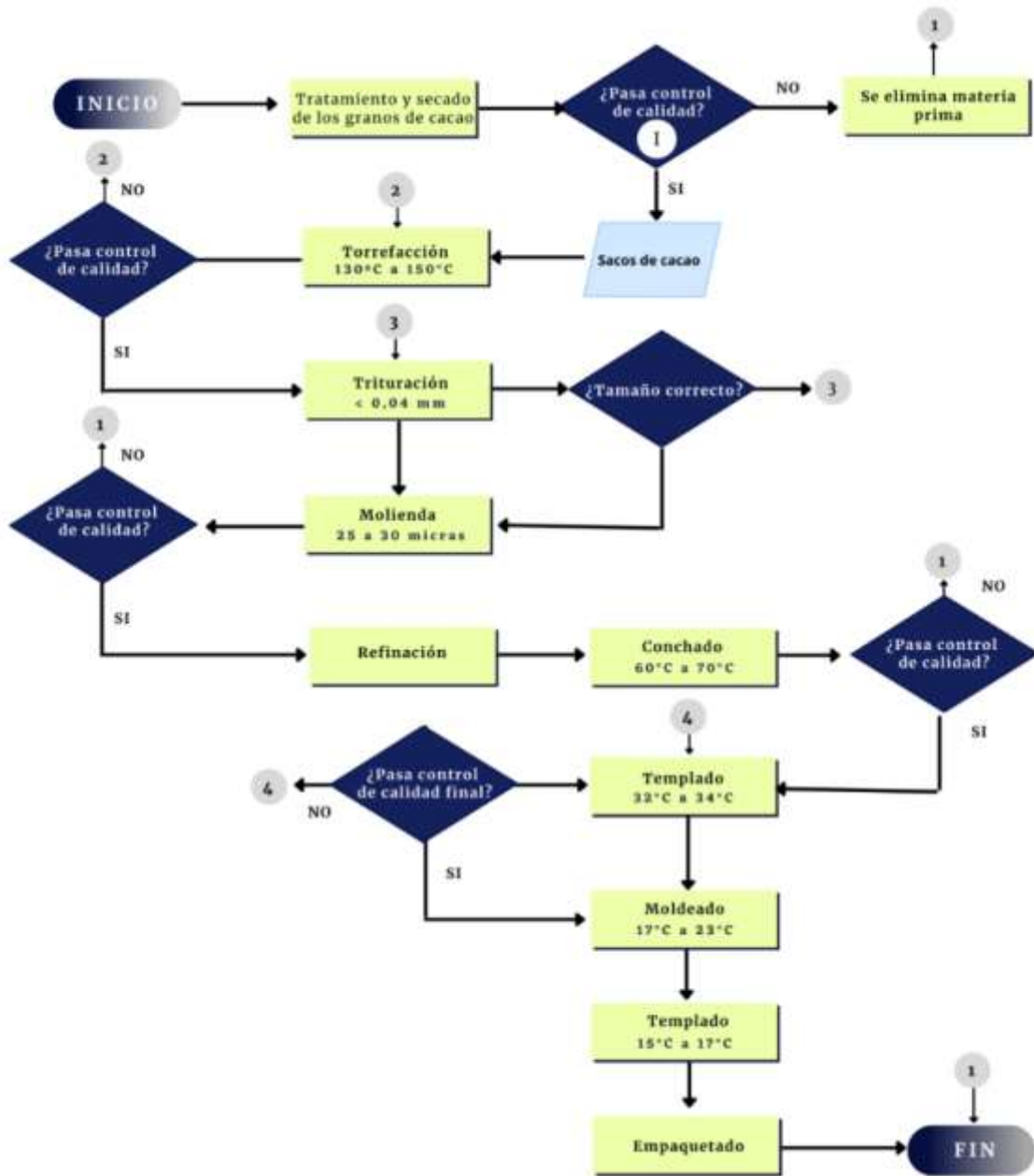
MATERIA PRIMA - BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO			
Ítem	Cantidad	Unidad	Costo total
Cacao	91000	gr	\$65,80
Manteca de cacao	9100	gr	\$36,25
Lecitina	100	gr	\$35,20
Azúcar	30030	gr	\$28,38
<b>Costo total MP</b>			<b>\$165,63</b>

Tabla 5.2. Gastos indirectos de los dos productos.

GASTOS INDIRECTOS - BARRA CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO		GASTOS INDIRECTOS - BARRA DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO	
Ítem	Costo mensual	Ítem	Costo mensual
Administración	\$380,00	Administración	\$470,00
Transporte	\$105,25	Transporte	\$130,00
Movimientos en planta	\$100,00	Movimientos en planta	\$100,00
Luz	\$40,15	Luz	\$40,15
Agua	\$25,35	Agua	\$25,35
Depreciación de equipos	\$27,62	Depreciación de equipos	\$27,62
Materiales indirectos	\$151,80	Materiales indirectos	\$332,20
<b>Costo total GI</b>	<b>\$830,17</b>	<b>Costo total GI</b>	<b>\$1.125,32</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

**ANEXO VIII. Flujo de información de la elaboración de chocolate de la empresa AFRODISIAK.**



*Fuente: Elaboración Propia.*

## ANEXO IX. Estudio de tiempos (Producto chocolate artesanal 100% cacao)

<b>AFRODISIAK</b>	<b>Departamento</b>	<b>Nombre del producto</b>	<b>Código</b>	REG-EST-001
	<i>PRODUCCIÓN</i>	<i>Chocolate 100% cacao</i>	<i>Fecha</i>	<i>31 de mayo 2022</i>
	<b>Número del estudio</b>	<b>Código del producto</b>	<b>Elaborado por</b>	<i>Analista de Procesos - Mayté Dea</i>
	1	CH100	<b>Aprobado por</b>	<i>Gerencia de Producción Afrodisiak</i>

N°	Elemento	Descripción de la actividad	Nombre del Operario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Granos de cacao	Transportar al área de torrefacción	Operario 1	3,777	3,000	3,774	3,108	3,177	3,839	3,700	3,216	3,240	3,374	3,378	3,147	3,476	3,600
2	Granos de cacao	Tostar	Operario 1	183,070	187,585	210,701	230,457	182,479	213,861	213,227	230,511	225,525	236,642	181,793	202,588	224,827	231,079
3	Granos de cacao	Inspeccionar término	Operario 1	0,925	0,787	0,434	0,595	0,261	0,738	0,730	0,260	0,362	0,019	0,207	0,396	0,661	0,772
4	Granos de cacao	Transportar a la tritadora	Operario 1	1,710	1,488	1,129	1,450	1,476	1,014	1,892	1,936	1,713	1,518	1,252	1,685	1,855	1,052
5	Granos de cacao	Triturar	Operario 1, 2	42,598	40,903	41,095	42,219	44,505	41,030	43,611	42,205	43,377	44,411	41,118	41,713	40,430	44,515
6	Granos de cacao	Inspeccionar tamaño	Operario 2	0,817	0,865	1,372	0,888	0,647	0,632	1,190	0,546	0,848	0,776	1,047	0,842	1,370	1,417
7	Nibs de cacao	Transportar al molino	Operario 2	0,161	0,833	0,952	0,846	0,090	0,500	0,648	0,550	0,442	0,048	0,281	0,976	0,861	0,166
8	Nibs de cacao	Moler	Operario 2	44,507	42,701	42,275	40,188	41,254	41,579	44,440	43,524	41,471	43,683	40,315	41,823	42,345	44,755
9	Pasta de cacao	Refinar	Operario 2	29,296	20,796	23,880	25,304	22,932	27,808	22,699	20,089	26,779	28,121	20,623	24,469	25,436	23,596
10	Pasta de cacao	Colocar en la conchadora	Operario 2	0,644	0,742	0,674	1,290	0,715	1,017	1,101	0,848	0,404	0,574	1,062	0,878	0,601	0,843
11	Lecitina. Mantequilla de cacao	Colocar ingredientes	Operario 2	1,698	1,237	1,940	1,656	1,227	1,212	1,230	1,777	1,397	1,114	1,075	1,908	1,219	1,690
12	Pasta de cacao, manteca de cacao y lecitina	Conchar mezcla	Operario 2	1403,223	1409,769	1459,783	1452,828	1416,875	1458,220	1454,642	1464,018	1447,938	1432,953	1451,179	1370,891	1334,598	1399,355
13	Chocolate	Inspeccionar	Operario 1	0,473	0,835	0,297	0,148	0,385	0,060	0,420	0,390	0,159	0,029	0,675	0,567	0,744	0,708
14	Chocolate	Transportar al área de templado	Operario 2	0,855	0,619	0,680	0,118	0,150	0,784	0,147	0,714	0,362	0,936	0,157	0,069	0,390	0,252
15	Chocolate	Templar	Operario 2	52,530	59,320	55,192	53,478	55,437	50,684	58,638	52,268	55,399	58,364	52,067	57,163	55,239	57,751
16	Chocolate	Transportar al área de moldeado	Operario 1,2	0,261	0,767	0,027	0,916	0,134	-0,003	0,774	0,496	0,888	0,414	0,253	-0,045	0,706	0,316
17	Chocolate	Colocar en moldes	Operario 1,2	14,804	13,184	13,118	11,037	12,929	11,382	12,142	13,357	10,899	10,210	10,431	12,920	14,972	14,572
18	Chocolate	Transportar al área de templado	Operario 1	0,457	0,785	0,427	0,492	0,163	0,162	0,694	0,153	0,434	0,700	0,272	0,378	-0,046	0,682
19	Chocolate	Templar moldes	Operario 2	44,246	31,617	36,538	33,513	37,188	39,912	38,406	37,786	39,535	41,552	42,200	30,823	32,321	37,339
20	Temperatura	Inspeccionar	Operario 1	0,396	0,679	0,664	0,311	0,809	0,313	0,019	0,718	0,460	0,435	0,407	0,356	0,309	0,280
21	Chocolate	Transportar al área de empaque	Operario 1	0,064	0,800	0,551	0,321	0,678	0,112	0,158	0,191	0,099	0,103	0,685	0,020	0,107	0,557
22	Chocolate	Colocar empaque	Operario 1, 2	66,939	62,165	65,813	66,277	67,539	65,395	63,555	68,293	60,759	69,988	69,776	69,640	68,776	62,684
23	Chocolate	Transportar al almacén de producto terminado	Operario 1	0,222	0,888	0,259	0,653	0,510	0,057	0,252	0,474	-0,040	0,130	0,109	0,615	0,484	0,420

*Fuente: Elaboración Propia.*

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Tiempo observado (min)	Tiempo observado (h)
3,033	3,351	3,479	3,990	3,267	3,949	3,328	3,666	3,920	3,279	3,622	3,995	3,802	3,970	3,161	3,930	3,518	0,059
221,889	223,765	195,998	186,563	235,741	183,648	217,367	221,986	217,771	216,508	191,819	184,499	226,084	214,234	216,562	239,454	211,608	3,527
0,344	0,118	0,453	0,378	0,662	0,453	0,257	0,733	0,362	0,608	0,971	0,683	0,564	0,849	0,145	0,064	0,493	0,008
1,266	1,581	1,058	1,909	1,680	1,945	1,886	1,289	1,088	1,237	1,382	1,419	1,297	1,020	1,283	1,474	1,466	0,024
44,184	44,465	40,109	44,325	41,632	42,530	42,009	42,706	42,285	44,188	40,987	40,489	43,564	42,447	40,484	43,551	42,456	0,708
0,876	1,273	1,244	0,890	1,489	1,447	0,741	0,616	0,758	0,599	1,070	1,412	0,529	1,082	0,726	0,681	0,956	0,016
0,275	0,403	0,050	0,980	0,791	0,229	0,868	0,130	0,784	0,503	0,409	0,897	0,010	0,094	0,291	0,080	0,472	0,008
41,992	40,792	44,233	42,040	41,468	42,115	40,759	40,431	44,096	43,235	40,440	40,219	40,017	40,841	40,517	40,955	41,967	0,699
22,981	23,119	23,458	29,249	20,651	22,287	24,925	20,126	29,919	21,588	28,499	29,041	24,599	26,166	28,143	27,984	24,819	0,414
0,601	0,779	1,028	1,122	0,410	0,358	0,872	0,749	1,097	1,263	0,865	1,080	0,657	0,970	1,265	0,711	0,841	0,014
1,780	1,467	1,904	1,381	1,213	1,862	1,578	1,444	1,876	1,614	1,173	1,404	1,817	1,710	1,601	1,765	1,532	0,026
1368,168	1358,434	1420,084	1443,692	1484,860	1475,999	1327,956	1422,794	1444,227	1465,015	1441,838	1436,544	1361,728	1465,259	1455,143	1487,083	1427,170	23,786
0,988	0,479	0,603	0,991	0,676	0,079	0,425	0,881	0,827	0,130	0,603	0,561	0,786	0,355	0,123	0,386	0,493	0,008
0,383	0,095	0,042	0,685	0,094	0,168	0,868	0,725	0,298	0,753	0,878	0,976	0,078	0,813	0,448	0,846	0,480	0,008
58,695	50,924	51,922	54,809	54,197	55,899	54,729	59,827	59,978	52,171	58,973	55,220	50,043	50,926	50,989	57,414	55,008	0,917
0,307	0,865	0,007	-0,019	0,532	-0,012	0,720	0,310	0,189	0,319	0,030	0,353	0,567	-0,038	-0,031	0,800	0,360	0,006
10,677	11,154	13,379	13,311	14,061	10,007	13,780	13,228	13,823	10,787	11,777	10,679	12,270	12,102	10,285	11,273	12,285	0,205
0,748	0,232	0,552	0,258	0,487	0,725	-0,027	0,493	0,349	0,342	-0,022	0,106	0,580	0,644	0,223	0,550	0,400	0,007
33,659	43,274	33,672	39,304	43,804	32,382	35,234	44,523	37,154	30,768	35,666	30,850	32,544	39,220	41,917	30,284	36,908	0,615
0,083	0,363	0,015	0,342	0,242	0,420	0,564	0,886	0,354	0,847	0,489	0,153	0,859	0,466	0,544	0,336	0,437	0,007
0,296	0,945	0,374	0,549	0,537	0,299	0,913	0,698	0,524	0,907	0,154	0,238	0,542	0,923	0,301	0,582	0,441	0,007
66,665	69,492	66,066	68,515	66,739	68,597	69,749	62,906	61,948	68,135	64,809	64,519	61,254	69,259	66,450	64,128	66,228	1,104
0,306	0,603	0,315	0,803	0,611	0,678	0,467	0,671	0,799	0,692	0,366	0,627	0,845	0,304	-0,022	0,051	0,438	0,007
<b>TOTAL</b>																<b>1930,776</b>	<b>32,180</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO X. Estudio de tiempos (Chocolate artesanal 70% cacao)

<b>AFRODISIAK</b>	<b>Departamento</b>	<b>Nombre del producto</b>	<b>Código</b>	REG-EST-002
	<i>PRODUCCIÓN</i>	<i>Chocolate 70% cacao</i>	<i>Fecha</i>	<i>2 de junio 2022</i>
	<b>Número del estudio</b>	<b>Código del producto</b>	<b>Elaborado por</b>	<i>Analista de Procesos - Mayté Dea</i>
	1	<i>CH70</i>	<b>Aprobado por</b>	<i>Gerencia de Producción Afrodisiak</i>

N°	Elemento	Descripción de la actividad	Nombre del Operario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Granos de cacao	Transportar al área de torrefacción	Operario 1	3,254	3,499	3,550	3,090	3,661	3,667	3,742	3,291	3,850	3,659	3,635	3,607	3,362	3,033
2	Granos de cacao	Tostar	Operario 1	197,322	222,193	180,111	215,096	225,198	240,605	213,487	236,047	193,192	188,059	183,166	223,252	191,174	212,308
3	Granos de cacao	Inspeccionar término	Operario 1	0,564	0,752	0,913	0,913	0,051	0,453	0,535	0,261	0,849	0,999	0,751	0,087	0,261	0,849
4	Granos de cacao	Transportar a la trituradora	Operario 1	1,444	1,061	1,245	1,463	1,916	1,295	1,806	1,183	1,365	1,525	1,216	1,827	1,559	1,663
5	Granos de cacao	Triturar	Operario 1, 2	42,291	40,161	43,733	43,067	42,642	43,473	40,176	40,079	44,606	40,328	41,746	43,341	44,978	40,646
6	Granos de cacao	Inspeccionar tamaño	Operario 2	1,476	1,398	0,673	1,319	1,007	0,796	0,698	1,328	1,154	0,557	1,185	0,536	0,707	1,450
7	Nibs de cacao	Transportar al molino	Operario 2	0,038	0,594	0,948	0,752	0,283	0,483	0,555	0,567	0,202	0,390	0,388	0,563	0,223	0,176
8	Nibs de cacao	Moler	Operario 2	43,736	42,495	41,260	43,425	41,000	43,114	42,010	41,232	43,386	41,804	40,029	40,596	44,607	40,644
9	Pasta de cacao	Refinar	Operario 2	25,486	27,991	26,599	21,772	21,028	24,434	27,475	21,959	23,398	28,644	29,877	27,467	29,331	28,798
10	Pasta de cacao	Colocar en la conchadora	Operario 2	0,866	0,582	0,798	0,434	0,425	1,255	1,092	0,749	0,510	0,735	1,118	1,119	0,924	0,935
11	Lecitina, manteca de cacao, azúcar	Colocar ingredientes	Operario 2	1,263	1,625	1,054	1,290	1,716	1,773	1,037	1,814	1,638	1,040	1,062	1,270	1,110	1,698
12	Pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y lecitina	Conchar mezcla	Operario 2	1482,686	1484,859	1372,800	1496,947	1463,243	1373,390	1492,835	1446,805	1334,048	1463,922	1451,488	1496,713	1427,534	1421,867
13	Chocolate	Inspeccionar	Operario 1	0,939	0,378	0,103	0,948	0,639	0,717	0,339	0,987	0,241	0,161	0,489	0,120	0,534	0,846
14	Chocolate	Transportar al área de templado	Operario 2	0,794	0,109	0,745	0,376	0,594	0,209	0,240	0,741	0,459	0,430	0,847	0,480	0,516	0,385
15	Chocolate	Templar	Operario 2	55,088	58,065	57,161	58,248	56,766	51,707	58,528	52,338	53,025	54,196	53,892	55,774	55,388	59,425
16	Chocolate	Transportar al área de moldeado	Operario 1,2	0,063	0,231	0,504	0,622	0,055	0,493	0,948	0,657	0,833	0,164	-0,014	0,464	0,471	0,239
17	Chocolate	Colocar en moldes	Operario 1,2	17,772	17,944	17,261	17,723	15,955	16,748	16,432	16,322	18,089	16,954	19,223	15,778	15,726	16,575
18	Chocolate	Transportar al área de templado	Operario 1	0,074	0,624	0,867	0,576	0,581	0,314	0,310	-0,040	0,433	0,694	0,235	-0,014	0,813	0,662
19	Chocolate	Templar moldes	Operario 2	39,489	33,970	38,418	44,180	39,851	40,841	44,196	36,567	33,394	39,026	38,954	38,651	43,864	43,505
20	Temperatura	Inspeccionar	Operario 1	0,749	0,312	0,051	0,739	0,406	0,059	0,344	0,129	0,446	0,341	0,719	0,252	0,637	0,805
21	Chocolate	Transportar al área de empaque	Operario 1	0,590	0,041	0,031	0,891	0,272	0,672	0,066	0,986	0,413	0,122	0,513	0,764	0,791	0,690
22	Chocolate	Colocar empaque	Operario 1,2	38,780	33,906	41,271	35,978	33,817	32,129	31,073	36,529	36,422	35,627	41,664	31,260	41,464	31,315
23	Chocolate	Transportar al almacén de producto terminado	Operario 1	0,324	0,758	0,116	0,070	0,932	0,512	0,171	0,449	0,633	0,605	0,528	0,497	0,187	0,553

*Fuente: Elaboración Propia.*



15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Tiempo observado (min)	Tiempo observado (h)	
3,735	3,192	3,361	3,736	3,877	3,808	3,764	3,897	3,542	3,029	3,841	3,537	3,998	3,607	3,978	3,875	3,589	0,060	
204,100	215,703	239,580	234,463	226,398	217,488	186,060	182,031	232,135	224,886	190,776	236,756	190,520	187,822	209,906	211,929	210,392	3,507	
0,124	0,437	0,525	0,174	0,547	0,847	0,013	0,778	0,135	0,178	0,417	0,562	0,973	0,104	0,641	0,830	0,517	0,009	
1,606	1,423	1,502	1,347	1,363	1,503	1,149	1,333	1,457	1,776	1,006	1,901	1,964	1,877	1,197	1,953	1,497	0,025	
41,145	42,687	42,123	40,163	42,010	41,991	41,429	43,320	40,923	42,309	43,722	42,461	44,681	44,703	44,729	43,481	42,438	0,707	
0,706	0,726	1,447	0,515	1,077	1,102	1,413	1,409	0,610	1,334	1,413	1,186	0,586	1,209	1,194	1,440	1,055	0,018	
0,939	0,694	0,904	0,556	0,086	0,262	0,043	0,402	0,189	0,409	0,546	0,104	0,028	0,625	0,838	0,743	0,451	0,008	
40,726	42,726	40,200	42,676	42,071	44,647	43,280	44,324	44,493	44,891	40,299	44,972	42,343	42,111	44,786	44,702	42,619	0,710	
29,869	20,612	23,174	27,677	26,405	28,996	25,186	24,324	20,291	21,103	29,989	26,900	26,389	26,726	26,029	23,195	25,704	0,428	
0,327	1,200	1,217	0,483	0,738	1,298	0,559	0,736	0,629	0,562	0,745	1,096	1,257	0,585	0,551	0,709	0,808	0,013	
1,576	1,889	1,471	1,243	1,969	1,016	1,936	1,066	1,102	1,777	1,482	1,114	1,708	1,401	1,086	1,615	1,428	0,024	
1472,081	1418,555	1453,990	1489,693	1466,218	1361,044	1497,939	1334,920	1419,901	1465,212	1401,149	1327,579	1469,430	1437,143	1474,348	1462,882	1438,707	23,978	
0,234	0,675	0,573	0,198	0,560	0,472	0,605	0,040	0,510	0,134	0,787	0,114	0,640	0,768	0,151	0,516	0,481	0,008	
0,830	0,361	0,149	0,238	0,429	0,615	0,007	0,423	0,664	0,843	0,538	0,402	0,315	0,993	0,220	0,883	0,495	0,008	
50,615	52,200	51,730	53,526	59,430	54,414	50,891	55,163	53,851	58,692	56,882	52,006	54,743	56,262	53,016	54,010	54,901	0,915	
0,854	0,645	0,828	0,505	0,925	0,689	0,528	0,053	0,634	-0,012	-0,044	0,315	0,478	0,198	0,930	0,471	0,458	0,008	
15,754	17,366	16,554	16,421	17,365	18,237	18,600	17,113	18,069	15,744	17,178	15,362	15,567	15,829	18,543	19,068	17,042	0,284	
0,939	0,591	0,571	0,483	0,787	0,542	0,328	0,393	0,019	0,428	0,000	0,569	0,294	0,034	0,807	0,008	0,431	0,007	
41,752	32,338	41,834	44,844	35,251	40,846	39,926	44,311	30,407	37,120	39,471	39,166	44,010	42,093	36,176	40,841	39,510	0,658	
0,335	0,632	0,431	0,843	0,884	0,064	0,254	0,008	0,244	0,429	0,309	0,001	0,077	0,081	0,162	0,389	0,371	0,006	
0,088	0,943	0,945	0,869	0,402	0,351	0,002	0,180	0,038	0,957	0,639	0,510	0,282	0,729	0,902	0,920	0,520	0,009	
31,163	38,086	44,779	41,014	38,817	40,088	35,322	36,473	43,277	44,073	32,221	36,747	41,694	31,323	31,627	36,011	36,798	0,613	
0,694	0,912	0,874	0,139	-0,049	0,002	0,815	0,021	0,104	0,830	0,565	0,092	0,823	0,159	0,397	0,060	0,426	0,007	
																<b>TOTAL</b>	<b>1920,639</b>	<b>32,011</b>

Fuente: Elaboración Propia.











## ANEXO XI. Cursograma (Chocolate artesanal 100% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO									
Hoja N° <u>  1  </u> De: <u>  10  </u> Diagrama N°: <u>  1  </u>			Operar. <b>2</b>	Mater. <b>5</b>	Maqui. <b>5</b>				
Proceso: elaboración de chocolate		RESUMEN							
<b>Fecha: 7 de junio 2022</b> <b>El estudio Inicia:</b> <b>Método: Actual: <u>  x  </u> Propuesto: <u>      </u></b> <b>Producto: chocolate artesanal al 100% de cacao</b> <b>Nombre del operario: Confidencial</b> <b>Elaborado por: Mayté Dea</b> <b>Tamaño del Lote: 22750 g cacao</b>		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
		●	Operación	11		0%			
		➔	Transporte	8		0%			
		■	Inspección	4		0%			
		D	Espera	0		0%			
		▼	Almacenaje	1		0%			
		Total de Actividades realizadas		24		0%			
		Distancia total en metros		63,4		0%			
		Tiempo min/hombre		1.931		0%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	➔	■	D	▼
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	15,40	0,059	●				
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,527	●				
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,008			●		
4	Transportar los granos a la tritadora	22067,5	5,32	0,024		●			
5	Triturar los granos	22067,5		0,708	●				
6	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,016			●		
7	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	1,58	0,008		●			
8	Moler nibs	20977,4		0,699	●				
9	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,414	●				
10	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,014	●				
11	Colocar lecitina y manteca de cacao en la conchadora	2300		0,026	●				
12	Conchar la mezcla	22857,8		23,786	●				
13	Inspección del chocolate obtenido	22857,8		0,008			●		
14	Transportar al área de templado	20021,2	13,54	0,008		●			
15	Templar el chocolate	20021,2		0,917	●				
16	Transportar al área de moldeado	20021,2	9,70	0,006		●			
17	Colocar en moldes	20021,2		0,205	●				
18	Transportar al área de templado	20021,2	9,70	0,007		●			
19	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,615	●				
20	Inspección	20021,2		0,007			●		
21	Transportar al área de empaque	20021,2	4,42	0,007		●			
22	Colocar empaque	20021,2		1,104	●				
23	Transportar al almacén de producto terminado	20021,2	3,78	0,007		●			
24	Almacenar producto terminado	20021,2		0,000				●	
Tiempo Minutos: <b>1930,8</b>		m	<b>63,4</b>	h	<b>32,18</b>				

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

**Fuente: Elaboración Propia.**

## ANEXO XII. Cursograma (Chocolate artesanal 70% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO											
Hoja N° <u>  2  </u> De: <u>  10  </u> Diagrama N°: <u>  2  </u>					Operar. <b>2</b>	Mater. <b>6</b>	Maqui. <b>5</b>				
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>					RESUMEN						
<b>Fecha: 7 de junio 2022</b>					<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>	<b>Econ.</b>		
<b>El estudio Inicia:</b>						Operación	11		0%		
<b>Método: Actual: <u>  X  </u> Propuesto: <u>      </u></b>						Transporte	8		0%		
<b>Producto: chocolate artesanal al 70% de cacao</b>						Inspección	4		0%		
<b>Nombre del operario: Confidencial</b>						Espera	0		0%		
<b>Elaborado por: Mayté Dea</b>						Almacenaje	1		0%		
<b>Tamaño del Lote: 22750 g cacao</b>					Total de Actividades realizadas		24		0%		
					Distancia total en metros		63,4		0%		
					Tiempo min/hombre		1.920,6		0%		
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS						
											
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	15,40	0,060	●						
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,507	●						
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,009			●				
4	Transportar los granos a la tritadora	22067,5	5,32	0,025	●						
5	Triturar los granos	22067,5		0,707	●						
6	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,018			●				
7	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	1,58	0,008	●						
8	Moler nibs	20977,4		0,710	●						
9	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,428	●						
10	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,013	●						
11	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,024	●						
12	Conchar la mezcla	22857,8		23,978	●						
13	Inspección del chocolate obtenido	22857,8		0,008			●				
14	Transportar al área de templado	20021,2	13,54	0,008	●						
15	Templar el chocolate	20021,2		0,915	●						
16	Transportar al área de moldeado	20021,2	9,70	0,008	●						
17	Colocar en moldes	20021,2		0,284	●						
18	Transportar al área de templado	20021,2	9,70	0,007	●						
19	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,658	●						
20	Inspección	20021,2		0,006			●				
21	Transportar al área de empaque	20021,2	4,42	0,009	●						
22	Colocar empaque	20021,2		0,613	●						
23	Transportar al almacén de producto terminado	20021,2	3,78	0,007	●						
24	Almacenar producto terminado	20021,2		0,000				●			
Tiempo Minutos: <b>1920,6</b>		m	<b>63,4</b>	h	<b>32,01</b>						

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

*Fuente: Elaboración Propia.*











## ANEXO XIII. Cursograma Alternativa 1 (Chocolate artesanal 100% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO										
Hoja N° <u>3</u> De: <u>10</u> Diagrama N°: <u>3</u>		Operar. <b>2</b> Mater. <b>5</b> Maqui. <b>5</b>								
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>		RESUMEN								
<b>Fecha: 26 de julio 2022</b>		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia:		●	Operación	12	11	8,33%				
Método: Actual: <u>    </u> Propuesto: <u>X</u>		➡	Transporte	7	3	57,14%				
Producto: chocolate artesanal al 100% de cacao		■	Inspección	4	4	0,00%				
Nombre del operario: Confidencial		D	Espera	0	0	0,00%				
Elaborado por: Mayté Dea		▼	Almacenaje	1	1	0,00%				
Tamaño del Lote: 22750 g cacao		Total de Actividades realizadas		24	19	20,83%				
		Distancia total en metros		63,4	6,0	90,56%				
		Tiempo min/hombre		1.930,8	1.874,4	2,92%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
					●	➡	■	D	▼	
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	2,12	0,0070		●				
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,2573	●					
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0090				●		
4	Triturar los granos	22067,5		0,6715	●					
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0243				●		
6	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	2,45	0,0082		●				
7	Moler nibs	20977,4		0,7131	●					
8	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,4195	●					
9	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0055	●					
10	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0016	●					
11	Conchar la mezcla	22857,8		23,3972	●					
12	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0036				●		
13	Transportar al área de templado	20021,2	1,42	0,0024		●				
14	Templar el chocolate	20021,2		0,8619	●					
15	Colocar en moldes	20021,2		0,1920	●					
16	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,6205	●					
17	Inspección	20021,2		0,0034				●		
18	Colocar empaque	20021,2		1,0380	●					
19	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0036					●	
Tiempo Minutos: <b>1874,4</b>		m	<b>5,990</b>	h	<b>31,24</b>					

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

**Fuente: Elaboración Propia.**











## ANEXO XIV. Cursograma Alternativa 2 (Chocolate artesanal 100% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO										
Hoja N° __4__ De: __10__ Diagrama N°: __4__		Operar. <b>2</b>	Mater. <b>5</b>	Maqui. <b>5</b>						
Proceso: elaboración de chocolate		RESUMEN								
Fecha: 26 de julio 2022		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia:			Operación	11	11	0,00%				
Método: Actual: _____ Propuesto: __X__			Transporte	8	3	62,50%				
Producto: chocolate artesanal al 100% de cacao			Inspección	4	4	0,00%				
Nombre del operario: Confidencial			Espera	0	0	0,00%				
Elaborado por: Mayté Dea			Almacenaje	1	1	0,00%				
Tamaño del Lote: 22750 g cacao		Total de Actividades realizadas		24	19	20,83%				
		Distancia total en metros		63,4	5,8	90,87%				
		Tiempo min/hombre		1.931	1.866,5	3,33%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	2,30	0,0082	●					
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,2880	●					
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0086			●			
4	Triturar los granos	22067,5		0,7198	●					
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0260			●			
6	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	2,13	0,0054	●					
7	Moler nibs	20977,4		0,7559	●					
8	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,4470	●					
9	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0142	●					
10	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0024	●					
11	Conchar la mezcla	22857,8		23,2454	●					
12	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0028			●			
13	Transportar al área de templado	20021,2	1,37	0,0020	●					
14	Templar el chocolate	20021,2		0,8513	●					
15	Colocar en moldes	20021,2		0,0170	●					
16	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,6447	●					
17	Inspección	20021,2		0,0092			●			
18	Colocar empaque	20021,2		1,0545	●					
19	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0064				●		
Tiempo Minutos: 1866,5		m	5,795	31,11	h					

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

**Fuente:** Elaboración Propia.

## ANEXO XV. Cursograma Alternativa 3 (Chocolate artesanal 100% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO										
Hoja N° __5__ De: __10__ Diagrama N°: __5__		Operar. <b>2</b>	Mater. <b>5</b>	Maqui. <b>5</b>						
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>		RESUMEN								
<b>Fecha: 26 de julio 2022</b>		<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>	<b>Econ.</b>				
El estudio Inicia:			Operación	11	11	0,00%				
Método: Actual: ____ Propuesto: __X__			Transporte	8	3	62,50%				
Producto: chocolate artesanal al 100% de cacao			Inspección	4	4	0,00%				
Nombre del operario: Confidencial			Espera	0	0	0,00%				
Elaborado por: Mayté Dea			Almacenaje	1	1	0,00%				
Tamaño del Lote: 22750 g cacao		Total de Actividades realizadas		24	19	20,83%				
		Distancia total en metros		63	5,1	92,01%				
		Tiempo min/hombre		1.931	1.869,2	3,19%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	2,45	0,0092	●					
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,6280	●					
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0061			●			
4	Triturar los granos	22067,5		0,6356	●					
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0212			●			
6	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	1,50	0,0044	●					
7	Moler nibs	20977,4		0,6254	●					
8	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,3893	●					
9	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0135	●					
10	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0234	●					
11	Conchar la mezcla	22857,8		23,2240	●					
12	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0060			●			
13	Transportar al área de templado	20021,2	1,12	0,0023	●					
14	Templar el chocolate	20021,2		0,7130	●					
15	Colocar en moldes	20021,2		0,1849	●					
16	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,5979	●					
17	Inspección	20021,2		0,0086			●			
18	Colocar empaque	20021,2		1,0544	●					
19	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0055					●	
Tiempo Minutos: <b>1869,2</b>		m	<b>5,071</b>	<b>31,15</b>					h	

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

*Fuente: Elaboración Propia.*











## ANEXO XVI. Cursograma Alternativa 4 (Chocolate artesanal 100% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 100% CACAO										
Hoja N° <u>6</u> De: <u>10</u> Diagrama N°: <u>6</u>			Operar.	<b>2</b>	Mater.	<b>5</b>	Maqui.	<b>5</b>		
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>			RESUMEN							
<b>Fecha: 26 de julio 2022</b>			<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>	<b>Econ.</b>			
El estudio Inicia:			●	Operación	11	11	0,00%			
Método: Actual: <u>    </u> Propuesto: <u>X</u>			➡	Transporte	8	5	37,50%			
Producto: chocolate artesanal al 100% de cacao			■	Inspección	4	4	0,00%			
Nombre del operario: Confidencial			D	Espera	0	0	0,00%			
Elaborado por: Mayté Dea			▼	Almacenaje	1	1	0,00%			
Tamaño del Lote: 22750 g cacao			Total de Actividades realizadas			24	21	12,50%		
			Distancia total en metros			63	5,6	91,17%		
			Tiempo min/hombre			1.931	1.854,2	3,97%		
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
					●	➡	■	D	▼	
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	0,520	0,0005		●				
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,1500	●					
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0059				●		
4	Triturar los granos	22067,5		0,6326	●					
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0212				●		
6	Moler nibs	20977,4		0,6701	●					
7	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,3219	●					
8	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0238	●					
9	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0145	●					
10	Conchar la mezcla	22857,8		23,7827	●					
11	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0041				●		
12	Transportar al área de templado	20021,2	1,451	0,0034		●				
13	Templar el chocolate	20021,2		0,6101	●					
14	Transportar al área de moldeaje y empaquetado	20021,2	1,210	0,0028		●				
15	Colocar en moldes	20021,2		0,1279	●					
16	Transportar al área de templado	20021,2	1,210	0,0028		●				
17	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,5112	●					
18	Inspección	20021,2		0,0073				●		
19	Transportar al área de moldeaje y empaquetado	20021,2	1,210	0,0028		●				
20	Colocar empaque	20021,2		1,0023	●					
21	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0057					●	
Tiempo Minutos: <b>1854,2</b>		m	<b>5,601</b>	<b>30,90</b>	h					

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

**Fuente: Elaboración Propia.**

## ANEXO XVII. Cursograma Alternativa 1 (Chocolate artesanal 70% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO										
Hoja N° <u>7</u> De: <u>10</u> Diagrama N°: <u>7</u>		Operar.	<b>2</b>	Mater.	<b>6</b>	Maqui.	<b>5</b>			
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>		RESUMEN								
<b>Fecha: 26 de julio 2022</b>		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia:			Operación	11	11	0,00%				
Método: Actual: <u>    </u> Propuesto: <u>X</u>			Transporte	8	3	62,50%				
Producto: chocolate artesanal al 70% de cacao			Inspección	4	4	0,00%				
Nombre del operario: Confidencial			Espera	0	0	0,00%				
Elaborado por: Mayté Dea			Almacenaje	1	1	0,00%				
Tamaño del Lote: 22750 g cacao		Total de Actividades realizadas		24	19	20,83%				
		Distancia total en metros		63,4	6,0	90,56%				
		Tiempo min/hombre		1.920,6	1.865,6	2,86%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	2,12	0,0081	●					
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,4873	●					
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0080			●			
4	Triturar los granos	22067,5		0,7035	●					
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0220			●			
6	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	2,45	0,0081	●					
7	Moler nibs	20977,4		0,6931	●					
8	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,4089	●					
9	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0105	●					
10	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0226	●					
11	Conchar la mezcla	22857,8		23,3390	●					
12	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0031			●			
13	Transportar al área de templado	20021,2	1,42	0,0022	●					
14	Templar el chocolate	20021,2		0,8139	●					
15	Colocar en moldes	20021,2		0,2500	●					
16	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,6152	●					
17	Inspección	20021,2		0,0071			●			
18	Colocar empaque	20021,2		0,6810	●					
19	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0102					●	
Tiempo Minutos: <b>1865,6</b>		m	<b>5,990</b>	<b>31,09</b>	h					

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

**Fuente: Elaboración Propia.**












## ANEXO XVIII. Cursograma Alternativa 2 (Chocolate artesanal 70% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO										
Hoja N° <u>8</u> De: <u>10</u> Diagrama N°: <u>8</u>		Operar. <b>2</b>	Mater. <b>6</b>	Maqui. <b>5</b>						
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>		RESUMEN								
<b>Fecha: 26 de julio 2022</b>		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
El estudio Inicia:		●	Operación	11	11	0,00%				
Método: Actual: _____ Propuesto: <u>X</u>		→	Transporte	8	3	62,50%				
Producto: chocolate artesanal al 70% de cacao		■	Inspección	4	4	0,00%				
Nombre del operario: Confidencial		D	Espera	0	0	0,00%				
Elaborado por: Mayté Dea		▼	Almacenaje	1	1	0,00%				
Tamaño del Lote: 22750 g cacao		Total de Actividades realizadas		24	19	20,83%				
		Distancia total en metros		63,4	5,8	90,87%				
		Tiempo min/hombre		1.921	1.861,6	3,08%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
					●	→	■	D	▼	
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	2,30	0,0067		●				
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,4188	●					
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0096				●		
4	Triturar los granos	22067,5		0,6950	●					
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0201				●		
6	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	2,13	0,0056		●				
7	Moler nibs	20977,4		0,7326	●					
8	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,4145	●					
9	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0132	●					
10	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0212	●					
11	Conchar la mezcla	22857,8		23,3248	●					
12	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0023				●		
13	Transportar al área de templado	20021,2	1,37	0,0022		●				
14	Templar el chocolate	20021,2		0,8203	●					
15	Colocar en moldes	20021,2		0,2400	●					
16	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,6845	●					
17	Inspección	20021,2		0,0072				●		
18	Colocar empaque	20021,2		0,6012	●					
19	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0062					●	
Tiempo Minutos: <b>1861,6</b>		m	<b>5,795</b>	h				<b>31,03</b>		

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

*Fuente: Elaboración Propia.*


## ANEXO XIX. Cursograma Alternativa 3 (Chocolate artesanal 70% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO										
Hoja N° <u>9</u> De: <u>10</u> Diagrama N°: <u>9</u>		Operar. <b>2</b>	Mater. <b>6</b>	Maqui. <b>5</b>						
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.			
<b>Fecha: 26 de julio 2022</b>		SÍMBOLO	ACTIVIDAD							
El estudio Inicia:			Operación		11	11	0,00%			
Método: Actual: _____ Propuesto: <u>X</u>			Transporte		8	3	62,50%			
Producto: chocolate artesanal al 70% de cacao			Inspección		4	4	0,00%			
Nombre del operario: Confidencial			Espera		0	0	0,00%			
Elaborado por: Mayté Dea			Almacenaje		1	1	0,00%			
Tamaño del Lote: 22750 g cacao		Total de Actividades realizadas			24	19	20,83%			
		Distancia total en metros			63,4	5,1	92,01%			
		Tiempo min/hombre			1.921	1.858,4	3,24%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	2,45	0,0082						
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,5377						
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0064						
4	Triturar los granos	22067,5		0,6346						
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0241						
6	Transportar los nibs a los molinos	21626,2	1,50	0,0050						
7	Moler nibs	20977,4		0,7254						
8	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,4022						
9	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0116						
10	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0214						
11	Conchar la mezcla	22857,8		23,2970						
12	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0056						
13	Transportar al área de templado	20021,2	1,12	0,0032						
14	Templar el chocolate	20021,2		0,8001						
15	Colocar en moldes	20021,2		0,2493						
16	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,5770						
17	Inspección	20021,2		0,0083						
18	Colocar empaque	20021,2		0,6507						
19	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0064						
Tiempo Minutos: <b>1858,4</b>		m	<b>5,071</b>	h	<b>30,97</b>					

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

*Fuente: Elaboración Propia.*

## ANEXO XX. Cursograma Alternativa 4 (Chocolate artesanal 70% cacao)

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL 70% CACAO										
Hoja N° __10__ De: __10__ Diagrama N°: __10__		Operar. <b>2</b>	Mater. <b>6</b>	Maqui. <b>5</b>						
<b>Proceso: elaboración de chocolate</b>		RESUMEN								
<b>Fecha: 26 de julio 2022</b>		<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>	<b>Econ.</b>				
El estudio Inicia:			Operación	11	11	0,00%				
Método: Actual: ____ Propuesto: __X__			Transporte	8	5	37,50%				
<b>Producto: chocolate artesanal al 70% de cacao</b>			Inspección	4	4	0,00%				
Nombre del operario: Confidencial			Espera	0	0	0,00%				
Elaborado por: Mayté Dea			Almacenaje	1	1	0,00%				
Tamaño del Lote: 22750 g cacao		Total de Actividades realizadas		24	21	12,50%				
		Distancia total en metros		63,4	5,6	91,17%				
		Tiempo min/hombre		1.920,6	1.849,7	3,69%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Hora	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Transportar los granos de cacao almacenado al área de torrefacción	22750	0,520	0,0013	●					
2	Tostar los granos de cacao	22067,5		3,3840	●					
3	Inspeccionar el término del tostado de los granos	22067,5		0,0058			●			
4	Triturar los granos	22067,5		0,6839	●					
5	Inspección de los tamaños de nibs	21626,2		0,0203			●			
6	Moler nibs	20977,4		0,6805	●					
7	Refinir pasta de cacao	20557,8		0,3342	●					
8	Colocar la pasta de cacao en la conchadora	20557,8		0,0216	●					
9	Colocar lecitina en la conchadora	2300		0,0127	●					
10	Conchar la mezcla	22857,8		23,7424	●					
11	Inspección del chocolate obtenido	20021,2		0,0040			●			
12	Transportar al área de templado	20021,2	1,451	0,0354		●				
13	Templar el chocolate	20021,2		0,6001	●					
14	Transportar al área de moldeaje y empaquetado	20021,2	1,210	0,0267		●				
15	Colocar en moldes	20021,2		0,1255	●					
16	Transportar al área de templado	20021,2	1,210	0,0241		●				
17	Templar el chocolate en moldes	20021,2		0,5021	●					
18	Inspección	20021,2		0,0068			●			
19	Transportar al área de moldeaje y empaquetado	20021,2	1,210	0,0282		●				
20	Colocar empaque	20021,2		0,5822	●					
21	Almacenar producto terminado	20021,2		0,0071				●		
Tiempo Minutos: <b>1849,7</b>		m	<b>5,601</b>	h	<b>30,83</b>					

Observaciones: Los datos han sido tomados a base del estudio de tiempos con 30 observaciones generados aleatoriamente dentro de un rango empírico que el experto o gerente de la empresa a proporcionado. Las distancias han sido medidas utilizando "el metro".

*Fuente: Elaboración Propia.*

## ANEXO XXI. Distribuciones utilizadas en la simulación

**Tabla 5.4.** Distribuciones utilizadas en el software SIMUL8 para la producción del Chocolate 100% cacao.

Distribuciones en SIMUL8 - Chocolate 100% cacao				
Proceso	Distribución	Límite inferior (min)	Moda (min)	Límite superior (min)
Torrefacción	Triangular	180	220	240
Trituración	Uniforme	40		45
Molienda y refinación	Uniforme	60		75
Conchado	Triangular	1320	1440	1500
Templado	Uniforme	50		60
Moldeado	Uniforme	10		15
Templado	Uniforme	30		45
Empaquetado	Uniforme	60		70

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 5.5.** Distribuciones utilizadas en el software SIMUL8 para la producción del Chocolate 70% cacao.

Distribuciones en SIMUL8 - Chocolate 70% cacao				
Proceso	Distribución	Límite inferior (min)	Moda (min)	Límite superior (min)
Torrefacción	Triangular	180	220	240
Trituración	Uniforme	40		45
Molienda y refinación	Uniforme	60		75
Conchado	Triangular	1320	1440	1500
Templado	Uniforme	50		60
Moldeado	Uniforme	15		20
Templado	Uniforme	30		45
Empaquetado	Uniforme	30		45

*Fuente: Elaboración Propia.*

## ANEXO XXII. Datos utilizados en el software SIMUL8



Figura 5.6. Nivel de confianza y número de corridas en el software SIMUL8 para la simulación de la distribución de planta actual.

### SOLUCIÓN 1

Travel Matrix										
From\To	Chocolate 1	End 5	Queue for C	Queue for E	Queue for M	Queue for M	Queue for T	Queue for T	Queue for T	Queue for T
Conchado	-	0.6603	-	-	-	-	-	1.41677	-	-
Conchado 2	-	0.63411	-	-	-	-	-	2.03092	-	-
Empaquetac	0.68154	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granos de C	-	-	-	-	-	-	-	-	2.51212	-
Moldeaje	-	-	-	-	-	-	0.33615	-	-	-
Molienda	-	-	3.8868	-	-	-	-	-	-	-
Tempado P	-	-	-	0.79025	-	-	-	-	-	-
Templado	-	-	-	-	0.47043	-	-	-	-	-
Torrefacciór	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.55666
Trituración	-	-	-	-	-	2.87701	-	-	-	-

Figura 5.7. Tabla del tiempo de viajes realizados por el software SIMUL8 en la simulación de la solución 1.



Figura 5.8. Nivel de confianza y número de corridas en el software SIMUL8 para la simulación de la distribución de planta de la solución 1.

## SOLUCIÓN 2

Travel Matrix										
From\To	Chocolate 1	End 5	Queue for C	Queue for E	Queue for M	Queue for M	Queue for T	Queue for T	Queue for T	Queue for T
Conchado	-	0.66731	-	-	-	-	-	0.50478	-	-
Conchado 2	-	0.60828	-	-	-	-	-	1.06381	-	-
Empaquetad	0.67052	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granos de C	-	-	-	-	-	-	-	-	1.78488	-
Moldeaje	-	-	-	-	-	-	0.29428	-	-	-
Molienda	-	-	1.70038	-	-	-	-	-	-	-
Tempado P	-	-	-	1.87243	-	-	-	-	-	-
Templado	-	-	-	-	0.44181	-	-	-	-	-
Torrefacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.27236
Trituración	-	-	-	-	-	2.24448	-	-	-	-

Figura 5.9. Tabla del tiempo de viajes realizados por el software SIMUL8 en la simulación de la solución 2.

Figura 5.8. Nivel de confianza y número de corridas en el software SIMUL8 para la simulación de la distribución de planta de la solución 2.

## SOLUCIÓN 3

Travel Matrix										
From\To	Chocolate 1	End 5	Queue for C	Queue for E	Queue for M	Queue for M	Queue for T	Queue for T	Queue for T	Queue for T
Conchado	-	0.73539	-	-	-	-	-	1.13569	-	-
Conchado 2	-	1.26246	-	-	-	-	-	0.86209	-	-
Empaquetad	0.81884	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granos de C	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3092	-
Moldeaje	-	-	-	-	-	-	0.43012	-	-	-
Molienda	-	-	0.60133	-	-	-	-	-	-	-
Tempado P	-	-	-	2.01804	-	-	-	-	-	-
Templado	-	-	-	-	0.63198	-	-	-	-	-
Torrefacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.11
Trituración	-	-	-	-	-	0.714	-	-	-	-

Figura 5.9. Tabla del tiempo de viajes realizados por el software SIMUL8 en la simulación de la solución 3.

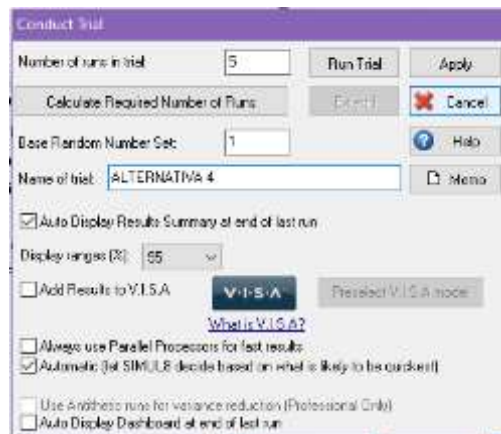


**Figura 5.10.** Nivel de confianza y número de corridas en el software SIMUL8 para la simulación de la distribución de planta de la solución 3.

### SOLUCIÓN 4

Travel Matrix										
From\To	Chocolate 1	End 5	Queue for C	Queue for E	Queue for M	Queue for M	Queue for T	Queue for T	Queue for T	Queue for T
Conchado	-	0.92195	-	-	-	-	-	0.65008	-	-
Conchado 2	-	0.83774	-	-	-	-	-	2.26035	-	-
Empaquetac	1.12681	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granos de C	-	-	-	-	-	-	-	-	1.18229	-
Moldeaje	-	-	-	-	-	-	0.78848	-	-	-
Molienda	-	-	0.68015	-	-	-	-	-	-	-
Tempado P	-	-	-	0.90471	-	-	-	-	-	-
Templado	-	-	-	-	0.70349	-	-	-	-	-
Torrefacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72422
Trituración	-	-	-	-	-	0.85475	-	-	-	-

**Figura 5.11.** Tabla del tiempo de viajes realizados por el software SIMUL8 en la simulación de la solución 4.



**Figura 5.12.** Nivel de confianza y número de corridas en el software SIMUL8 para la simulación de la distribución de planta de la solución 4.