

Estudio Operativo y de Mercado para la Planificación Productiva Integral de la  
Heladería Bombón Ártico en Villapinzón



Autores:

Maryori Daniela Calderón Roncancio

Juan Esteban Díaz Vargas

Asesor:

Cristian Alejandro Aguilar Tovar

Universidad Santo Tomás

Facultad De Ingeniería Industrial

Tunja, Boyacá

2025

## Contenido

<b>1.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Definición del problema .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Justificación .....</b>	<b>9</b>
	<b>3.1. Teóricas .....</b>	<b>9</b>
	<b>3.2. Metodológicas .....</b>	<b>9</b>
	<b>3.3. Prácticas .....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>11</b>
	<b>4.1. Objetivo General .....</b>	<b>11</b>
	<b>4.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>Marco Referencial.....</b>	<b>12</b>
	<b>5.1. Marco Teórico .....</b>	<b>12</b>
	<b>5.2. Marco Histórico.....</b>	<b>14</b>
	<b>5.3. Marco Legal.....</b>	<b>14</b>
	<b>5.4. Estado Del Arte .....</b>	<b>15</b>
	<b>5.5. Marco Geográfico .....</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>Marco Metodológico .....</b>	<b>22</b>
	<b>6.1. Enfoque.....</b>	<b>22</b>
	<b>6.2. Población y muestra.....</b>	<b>22</b>
	6.2.1. Estudio operativo .....	22
	6.2.2. Encuesta de mercado y modelo SERVQUAL .....	22

6.3.	<b>Validación de diseño encuesta de mercado.....</b>	<b>23</b>
6.4.	<b>Métodos de recolección, análisis y procesamiento de la información .....</b>	<b>24</b>
7.	<b>Cronograma de actividades .....</b>	<b>27</b>
8.	<b>Analizar las Preferencias y Hábitos de Consumo de los Clientes de la Heladería Bombón Ártico Mediante la Aplicación de una Encuesta Estructurada en el Mercado Local.</b>	<b>28</b>
8.1.	<b>Encuesta y Análisis. ....</b>	<b>29</b>
9.	<b>Desarrollar un Estudio Operativo para la Producción de Galleta de Helado Incluyendo la Caracterización del Flujo de Proceso, Estudio de Tiempos, Pronóstico de Demanda y la Planificación De Recursos (Mrp Y Mps).....</b>	<b>41</b>
9.1.	<b>Diagrama de Flujo .....</b>	<b>41</b>
9.1.1.	Observaciones .....	44
9.2.	<b>Estudio De Tiempos .....</b>	<b>44</b>
9.2.1.	Pre-muestreo .....	45
9.2.2.	Muestreo y tiempo estándar .....	46
9.2.3.	Observaciones .....	49
9.3.	<b>Pronósticos de Demanda .....</b>	<b>49</b>
9.3.1.	Regresión lineal.....	49
9.3.2.	Promedios móviles .....	50
9.3.3.	Suavizamiento exponencial simple .....	50
9.3.4.	Método de Holt .....	51
9.3.5.	CFE (Error acumulado de pronóstico).....	51



9.3.6.	MAD (Desviación absoluta media).....	51
9.3.7.	MSE (Error cuadrático medio).....	52
9.3.8.	MPE (Error porcentual medio) .....	52
9.3.9.	Pronostico final .....	53
<b>9.4.</b>	<b>MPS .....</b>	<b>54</b>
9.4.1.	Revisión MPS .....	55
<b>9.5.</b>	<b>MRP.....</b>	<b>57</b>
<b>10.</b>	<b>Diseñar una Herramienta de Apoyo para la Empresa que Integre los Resultados del estudio operativo. ....</b>	<b>62</b>
<b>11.</b>	<b>Evaluar la percepción de la calidad del servicio ofrecido por la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación del modelo SERVQUAL, como parte del análisis del comportamiento del consumidor del mercado local. ....</b>	<b>66</b>
<b>12.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>70</b>

## 1. Introducción

Es de amplio conocimiento que una adecuada planificación productiva es un factor determinante para la sostenibilidad y competitividad de las empresas con procesos de manufactura. En mercados cada día más exigentes, las pequeñas empresas no son la excepción a la regla, por lo que la gestión eficiente de la producción resulta fundamental para garantizar estabilidad operativa y crecimiento.

En el contexto local del municipio de Villapinzón en Cundinamarca, Colombia, la Heladería Bombón Ártico representa un caso empresarial que evidencia la necesidad de fortalecer su planificación productiva. Esto debido a que la heladería presenta limitaciones en la estructuración de la planificación para la fabricación de galleta de cono de helado. Esta situación representa un riesgo, al potencialmente generar ineficiencias en el uso de recursos y/o desajustes entre oferta y demanda.

En respuesta a esta problemática, este trabajo plantea realizar un estudio integral para establecer bases técnicas en la planificación de la producción de galleta de helado en la heladería. El análisis propuesto pretende aportar herramientas para optimizar recursos, mejorar la toma de decisiones y fortalecer la competitividad de la empresa.

Lo anterior, contemplando el análisis de las preferencias y hábitos de consumo de los clientes, su percepción de la calidad del servicio y un estudio operativo para la definición de los lineamientos en la planificación integral de la producción.

El documento inicialmente presenta la definición del problema, seguida de la justificación y los objetivos que orientan la investigación. Posteriormente, se expone el marco referencial, que comprende los fundamentos teóricos, históricos, legales, el estado del arte y el contexto geográfico del estudio. Seguidamente, se describe el marco metodológico, incluyendo

el enfoque, la población y muestra, así como los métodos de recolección y análisis de información; y se presenta el cronograma de actividades.

A partir de este punto, se desarrollan los resultados correspondientes a los objetivos específicos. Estos abarcan el análisis de mercado, el estudio operativo para la producción de galleta de helado, la planificación mediante MPS y MRP, el diseño de una herramienta de apoyo para la empresa y la evaluación de la calidad del servicio mediante el modelo SERVQUAL. Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas del estudio.

## 2. Definición del problema

Cristian David Pedraza fundó "Bombón Ártico", una heladería y dulcería, en Villapinzón, Cundinamarca, el 19 de septiembre del año 2022. La heladería se ha consolidado en el mercado local atrayendo a adultos, familias y niños que disfrutan de helados personalizados. Su localización estratégica, en la Carrera 4 #5-86, en el barrio Bellavista, permite que un gran número de clientes tenga acceso a ella debido a su cercanía con parques y centros educativos. La propuesta de valor de Bombón Ártico se enfoca en la calidad y variedad de productos, destacándose los **conos de galleta** manufacturados por la empresa e incorporados a los helados.

En la actualidad, la heladería tiene un equipo de seis trabajadores: dos a cargo de la producción, y cuatro dedicados al servicio al cliente. También, cuenta con una máquina de helado duro (mantecedora), una de helado suave, un congelador con 12 azafates, dos batidoras, una topinera, un pequeño congelador, una waflera industrial, una licuadora y otros equipos adicionales. Esta diversidad de maquinaria posibilita la fabricación de una amplia gama de productos, que van desde los helados tradicionales hasta las innovaciones propias.

Anteriormente, la heladería solicitaba 2 cajas de conos de galleta (700 unidades cada una), las cuales cubrían la demanda de un mes de servicio. Una gran cantidad de unidades, entre 150 y 200, no eran aptas para el consumo ya que llegaban destruidas en cada pedido. Con esta situación, la compañía optó por **producir la galleta** de manera interna, lo que representó una alternativa más rentable. Llegaron a la conclusión de que los costos por unidad se reducían a la mitad, al comparar los costos operativos nuevos (mano de obra y materia prima) con el costo previo de las cajas de galleta y su transporte.

Después de este cambio, la heladería observó una respuesta positiva, reflejándose en el aumento en las ventas de helado con galleta. En esta etapa, la compañía se enfrenta a un nuevo reto, debido a que las operaciones relacionadas a la fabricación de cono de galleta no están

estandarizadas. Se evidencia una carencia de procedimientos definidos y de planeación sólida en cuanto a la producción y gestión de inventarios, lo que impacta directamente en la habilidad para satisfacer las necesidades del cliente, particularmente en el contexto de un mercado con demanda en aumento.

Por otro lado, la heladería tiene restricciones en los datos necesarios para entender de manera detallada las preferencias y hábitos de consumo de los clientes en el mercado local de helados artesanales. No cuentan con información suficiente acerca de la frecuencia de consumo, los hábitos de compra ni los factores que determinan la preferencia por un producto en lugar de otro de la competencia.

También hay incertidumbre acerca de cuán bien son recibidos los productos actuales, qué valor les brindan los clientes y cuán importantes son aspectos como la presentación, la calidad o el servicio en el punto de venta. Igualmente, no hay datos recientes sobre las posibilidades de diversificar o hacer crecer la oferta de productos. Estas circunstancias crean un escenario de falta de conocimiento que restringe la habilidad de la compañía para prever la demanda. Por lo tanto, la falta de información fiable acerca del mercado y los clientes es un elemento crucial que impacta el proceso de tomar decisiones estratégicas y operativas, incluyendo lo referente a la planificación de la producción (Kotler, Armstrong, & Opresnik, 2022).

### **3. Justificación**

Este trabajo se basa en varias motivaciones, las cuales son:

#### **3.1. Teóricas**

El estudio aborda métodos para caracterización de procesos productivos y la planificación de la producción, aplicados en un contexto microempresarial del sector alimentario. Esto ayudara con una mejor comprensión de cómo opera la heladería, y que se pongan en práctica métodos eficaces que mejoren su desempeño.

#### **3.2. Metodológicas**

Para establecer un marco metodológico que pueda ser reproducido en investigaciones parecidas, aplicando técnicas y métodos concretos, tales como diagramas de flujo de procesos, estandarización de tiempos, MRP, MPS, encuesta de mercado y modelo SERVQUAL. Estas metodologías no solo serán ventajosas para la heladería, sino que también pueden ser una guía valiosa para otros negocios en el sector alimentario, fomentando de esta manera una cultura de mejora persistente y eficiencia operacional.

#### **3.3. Prácticas**

La mejora en la planificación de la producción en la heladería Bombón Ártico tendrá un efecto directo sobre la sostenibilidad económica del negocio. Se busca optimizar la eficiencia en las operaciones productivas y elevar la competitividad en el mercado local a través de la implementación de técnicas solidas y adecuadas para su contexto. Las mejoras propuestas esperan favorecer a quienes poseen y trabajan en la heladería y brindar un servicio al cliente superior.

La aplicación de la encuesta de mercado permitirá caracterizar a los consumidores, identificar sus hábitos de consumo y determinar los factores que influyen en su decisión de compra. De esta manera, los resultados obtenidos proporcionarán una base objetiva para el

diseño de estrategias orientadas a mejorar la oferta de productos, fortalecer la propuesta de valor del establecimiento y apoyar procesos de planificación relacionados con la producción y la gestión del negocio. Con esto, se espera contribuir a la reducción de la incertidumbre existente respecto al comportamiento del mercado local de helados artesanales, generando información útil que facilite la toma de decisiones fundamentadas y permita orientar el desarrollo futuro de la heladería en función de las necesidades y expectativas de los consumidores.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Realizar un estudio que permita planificar de manera integral la producción de galleta de helado en la Heladería Bombón Ártico en Villapinzón.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las preferencias y hábitos de consumo de los clientes de la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación de una encuesta estructurada en el **mercado** local.
- Desarrollar un estudio **operativo** para la producción de galleta de helado incluyendo la caracterización del flujo de proceso, estudio de tiempos, pronóstico de demanda y la planificación de recursos (MRP y MPS).
- Diseñar una herramienta de apoyo para la empresa que integre los resultados del estudio **operativo**.
- Evaluar la percepción de la calidad del servicio ofrecido por la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación del modelo SERVQUAL, como parte del análisis del comportamiento del consumidor del **mercado** local.

## 5. Marco Referencial

### 5.1. Marco Teórico

El estudio se basa en la aplicación de enfoques relacionados con la planificación de recursos, análisis de mercado y la mejora continua de procesos en microempresas, específicamente en el sector de alimentos y bebidas. Estos enfoques incluyen la gestión de la producción mediante herramientas como el MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales) y MPS (Programación Maestra de Producción), técnicas de pronóstico de demanda y análisis de calidad. Los conceptos que se utilizarán son:

- **MPS (Programación Maestra de Producción):**

Se define como:

Consiste en definir volúmenes de producción para cada producto a lo largo de un horizonte de mediano plazo, en el orden de meses, con unidades de tiempo medidas en semanas. Dicha planificación debe garantizar suficiente estabilidad para ser ejecutada y, a su vez, suficiente flexibilidad para obtener una respuesta competitiva ante posibles cambios en la demanda. (Cusimano et al., 2023, p. 188)

- **MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales):** Es una técnica de planificación de la producción y gestión de inventarios que permite coordinar y controlar los materiales necesarios para que estén disponibles cuando se requieren, evitando niveles excesivos de inventario. Este enfoque se fundamenta en modelos matemáticos que parten de una demanda conocida, por lo que se aplica en sistemas de producción programados, alineándose con principios asociados a la filosofía justo a tiempo (just in time) (Miño-Cascante et al., 2015, p. 251; Artes, 1997, citado en Miño-Cascante et al., 2015).

- **Muestreo de Tiempos:**

Se entiendo como:

Es una técnica que permite pronosticar porcentajes de actividades, con un margen de error conocido, basándose en datos obtenidos a través de observaciones instantáneas. Su teoría se fundamenta en el cálculo estadístico de probabilidades, al demostrarse matemáticamente que un conjunto de apreciaciones basadas en observaciones sobre muestras obtenidas al azar posibilitan el pronóstico de una actividad dada. Naturalmente que dependerá la mayor o menor exactitud de la. (Ruiz Cubiles, 1964, p. 49)

- **Diagramas de Flujo De Procesos (Flow Process Chart):** Según la American Society of Mechanical Engineers (ASME, 1947), un diagrama de flujo de procesos es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que ocurren durante un proceso o procedimiento, e incluye la información considerada deseable para el análisis, como el tiempo requerido y la distancia recorrida (p. 3, traducción propia).
- **Pronóstico de Demanda:** El pronóstico de demanda se entiende como el uso de técnicas estructuradas que permiten proyectar las cantidades que serán demandadas de un bien o servicio en un periodo futuro, con el fin de apoyar la planificación y la toma de decisiones. (Hanke, 1981, citado en Martignon Ocampo, 2016, p. 4).
- **Estudio de tiempos:** El estudio de tiempos (*time study*) es una técnica de medición del trabajo que utiliza observaciones cronometradas para determinar el tiempo necesario que tarda un trabajador calificado en realizar una tarea bajo condiciones establecidas, con el objetivo de establecer un tiempo estándar para esa actividad. Este método se basa en

observaciones cronometradas de ciclos de trabajo y permite evaluar y mejorar la productividad organizacional (Masniar et al., 2023).

## **5.2. Marco Histórico**

Desde su apertura en 2022, Bombón Ártico ha atravesado diferentes etapas de crecimiento, inversión en infraestructura y adaptación de productos para ajustarse a las demandas del mercado local. El marco histórico se enfoca en documentar estos cambios, destacando la implementación de nuevas maquinarias, la evolución en la oferta de productos y cómo la heladería ha respondido a las necesidades del consumidor. Este análisis busca extraer lecciones de las decisiones pasadas, identificando éxitos y áreas de oportunidad para futuras estrategias de crecimiento.

## **5.3. Marco Legal**

En Colombia existe un marco legal que regula las operaciones de establecimientos que vendan al público alimentos como lo es una heladería. Este marco está formado por leyes, decretos, resoluciones y normas técnicas que regulan la seguridad alimentaria, el comercio y la industria con el objetivo de garantizar la salud y seguridad de los consumidores.

La Ley 9 de 1979 es una de las leyes y decretos más importantes, la cual determina las regulaciones generales para la seguridad alimentaria; la Ley 1480 de 2011, que establece normas sobre el derecho del consumidor (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo); el Decreto 3075 de 1997, que determina las condiciones para inscribir productos en términos sanitarios (Ministerio de Salud y Protección social); y la Ley 1575 de 2012, que determina las condiciones para la planificación y reacción ante una emergencia.

En el caso de las resoluciones y normas técnicas, es de gran importancia la Resolución 779 de 2006, que establece los requisitos para la higiene y seguridad alimentaria en establecimientos de comida (Ministerio de Salud y Protección Social).

Para operar una heladería en Colombia, se deben cumplir varios requisitos y obligaciones. Entre ellos se encuentran obtener el registro sanitario del establecimiento, obtener la licencia de comercio (Alcaldía Municipal), registrar la empresa en la Cámara de Comercio y obtener el RUT y NIT (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, DIAN).

Es importante destacar que la supervisión y control de las entidades gubernamentales aseguran el cumplimiento de estos requisitos. El Ministerio de Salud y Protección Social, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la Superintendencia de Industria y Comercio y la DIAN son algunas de las entidades responsables de la regulación y supervisión de la operación de una heladería.

#### **5.4. Estado Del Arte**

Como primer antecedente se tiene el estudio de Raja Mamat et al. (2022). Es un estudio desarrollado en una panadería con el propósito de analizar su proceso productivo y proponer mejoras mediante herramientas de planificación aplicables a pequeñas empresas alimentarias. Definieron como objetivo analizar los tiempos de producción, la organización de tareas, la administración de inventarios y el comportamiento del mercado, y a su vez, detectar ineficiencias estructurales. Para esto, utilizaron metodologías de observación directa, recolección de datos operativos y modelado de escenarios de planificación; utilizando herramientas como diagramas de flujo, programación de actividades y análisis de capacidad. Los resultados de este estudio muestran que las pymes del sector alimentario tienen la capacidad de incrementar su eficiencia de manera significativa si implementan estrategias básicas para planificar la producción. Concluye que el uso de herramientas accesibles posibilita la optimización del uso de recursos y la disminución de pérdidas por sobreproducción, apuntando a controlar factores críticos en empresas que manejan productos perecederos, como una heladería.

Por otro lado, Savsar y Çiçek (2021) llevaron a cabo una investigación en una fábrica de alimentos con el objetivo de examinar sus métodos de planificación e identificar carencias relacionadas con la gestión de capacidad, control de inventarios y programación. Examinaron variables como la disponibilidad de recursos, la demanda real y los tiempos productivos para identificar inconsistencias que impactaban negativamente el sistema. Para lograrlo, los autores utilizaron información operativa y realizaron un análisis cuantitativo del tiempo y la capacidad instalada, para después crear modelos de planificación optimizada. Los resultados evidencian que la falta de una estrategia formal de programación lleva a demoras, acumulación de inventario, exceso durante los períodos de demanda elevada y una utilización poco eficiente de la capacidad productiva. Por esto, concluyen que es de gran importancia diagnosticar los procesos de fabricación de alimentos, identificando cuellos de botella y estructurando un sistema de programación que minimice tiempos improductivos y reduzca pérdidas derivadas de la falta de sincronización entre producción y ventas.

Chávez, Mendiola y Cabrera (2024) presentan una intervención en una microempresa alimentaria con el fin de mejorar la gestión de abastecimiento y la planificación de la producción mediante la implementación de las herramientas Material Requirements Planning (MRP) y Master Production Schedule (MPS). Ellos diagnosticaron el sistema productivo existente e identificaron falta de control sobre los inventarios, inconsistencias en los tiempos de producción y ausencia de una programación estructurada, por lo cual optaron por diseñar un modelo de planificación basado en la demanda real. Después del análisis situacional inicial, realizaron un levantamiento de datos operativos y construcción de modelos MRP–MPS para simular escenarios de producción más eficientes. Los resultados evidenciaron mejoras en la disponibilidad de insumos, reducción de quiebres de stock y mayor coherencia entre las

actividades productivas y los requerimientos reales del mercado. Este estudio es relevante en la medida en que presenta un caso donde una microempresa alimentaria optimiza su operación haciendo uso de herramientas de planificación tradicionalmente empleadas en industrias de mayor escala, demostrando su adaptabilidad a negocios pequeños. Asimismo, la metodología presentada por los autores es útil para el presente trabajo como referente técnico, ya que representa un caso de éxito en la integración de sistemas formales de programación, control de inventarios y sincronización operativa en microempresas del sector alimentario.

Guiné (2020) elaboró un estudio exhaustivo acerca de la conducta del consumidor ante productos alimenticios nuevos, buscando entender los elementos que afectan la aceptación, la percepción de calidad y la disposición a pagar en cuanto a estos; y analizando variables sensoriales, psicológicas y socioculturales de los consumidores. La metodología de la autora consistió en revisar y analizar investigaciones empíricas anteriores, incorporando descubrimientos acerca de las motivaciones para comprar, los hábitos de consumo, los atributos apreciados por el consumidor y los niveles de riesgo percibido. Esta síntesis destaca la complejidad del proceso de decisión del consumidor, ya que sus preferencias no solo dependen de factores sensoriales, sino también de aspectos cognitivos y contextuales que influyen en la selección de alimentos. El análisis subraya la importancia de considerar aspectos como el conocimiento del producto, la disposición a pagar y la percepción del valor, elementos esenciales para determinar qué atributos afectan la aceptación de diferentes opciones en el mercado alimentario.

Insuasti y Silva (2022) llevaron a cabo una investigación comparativa entre los modelos de calidad de servicio SERVQUAL e INTSERVQUAL para determinar su efectividad como herramientas de medición de la satisfacción del cliente en cuanto a los servicios prestados por una

empresa. Buscaron identificar los contrastes entre modelos al calcular las diferencias entre las expectativas y percepciones del servicio prestado, además de establecer cuáles dimensiones son más sensibles en la evaluación. Los autores aplicaron encuestas estructuradas a una muestra de usuarios, y usaron escalas Likert para evaluar las expectativas y percepciones con respecto al servicio. Luego, realizaron un análisis estadístico de las diferencias en términos de ítem y dimensión. Registraron los resultados a través de la comparación de puntuaciones y la creación de índices globales de calidad, para posibilitar un análisis crítico estructurado acerca de la aplicabilidad de ambos. Los resultados indican que la importancia de ciertas dimensiones (la capacidad de respuesta, la fiabilidad y la tangibilidad, por ejemplo) puede cambiar dependiendo de las particularidades del servicio prestado. Esta conclusión indica que, para negocios de comida o heladerías, el instrumento de medición debe tomar en cuenta las características específicas del servicio: presentación del producto, limpieza, atención al cliente, tiempos de entrega, percepción de calidad y demás.

Herrera, Loureiro y Rodríguez (2021) desarrollaron y validaron QUICKSERV, una escala diseñada específicamente para evaluar la calidad percibida del servicio en restaurantes de servicio rápido. La escala se construyó como un instrumento que refleja con precisión los elementos que influyen en la satisfacción del cliente en este tipo de establecimientos. Los autores utilizaron como proceso metodológico la revisión teórica, entrevistas con expertos y validación empírica a través de encuestas realizadas a los clientes justo después de que ellos vivieron su experiencia de compra. Este método posibilitó la captura de percepciones en tiempo real para disminuir el sesgo vinculado al recuerdo. Los resultados del estudio sugieren que la aplicación inmediata es especialmente adecuada para contextos de alimentos de consumo rápido, donde la evaluación del servicio esta sujeta, entre otros factores, a la inmediatez de la interacción. Esta

estrategia posibilita que se registren opiniones exactas acerca de la rapidez del servicio, la limpieza del local, la precisión del pedido y el trato del personal; elementos que pueden perder claridad si se evalúan con demora. Por lo tanto, el método de encuestas in situ ofrece un punto de referencia para obtener información fiable acerca de la calidad del servicio tal como es percibida.

Por último, tenemos el estudio realizado por Dzwolak y Górska-Warsewicz (2019) donde analizan la calidad y consistencia de los planes HACCP implementados en pequeñas empresas alimentarias, haciendo uso de diagramas de flujo de proceso como elemento estructural del sistema de inocuidad. Los autores, mediante auditorías documentales y revisiones en planta, determinaron el nivel de correspondencia entre la realidad operativa y el diagrama mostrado. Descubrieron que muchas pequeñas y medianas empresas tienen flujogramas incompletos, con sucesiones incorrectas o con omisiones en operaciones esenciales como la limpieza, las transiciones entre fases o las manipulaciones intermedias. Estas insuficiencias reducen la aptitud del sistema HACCP para operar correctamente. Por lo anterior, los autores plantean el uso de flujogramas precisos para facilitar la estandarización de procedimientos, la identificación temprana de riesgos y la verificación sistemática de las condiciones de operación. Además, enfatizan que este instrumento debe ser creado a partir de la observación directa del proceso real, evitando confiar solamente en descripciones documentales que pueden no representar cómo funciona. El análisis revela que, en el ámbito de las pequeñas empresas del sector alimentario, la calidad del diagrama de flujo afecta directamente la habilidad de la organización para supervisar sus procesos y garantizar la inocuidad.

### **5.5. Marco Geográfico**

La heladería Bombón Ártico se encuentra ubicada en el municipio de Villapinzón, Cundinamarca, en la Cra 4 #5-86 barrio Bellavista. Está situada a media cuadra del parque

principal, en una vía concurrida que conecta el parque con la iglesia, el cementerio y la Villa Olímpica, facilitando el acceso de transeúntes y visitantes.

La heladería se encuentra en una zona con alta densidad de colegios (los cuales están marcados en el mapa con color azul claro), incluyendo el Colegio Cooperativo, la Escuela Normal, Luis Antonio y Santo Ángel. Esta proximidad asegura un potencial de flujo constante de estudiantes y familias, especialmente en horarios de terminación de actividades académicas diarias. Asimismo, la ubicación en una de las vías principales del pueblo, con entradas desde Barrio Los Almeidas y Barrio Buenos Aires, facilita la llegada de clientes de diferentes zonas.

Villapinzón cuenta con una población de 12,300 habitantes, lo que incrementa el potencial de clientela local. La cercanía a estos puntos clave no solo facilita el acceso, sino que también potencia la visibilidad del negocio.

A continuación, se presenta un mapa que ilustra la ubicación de la heladería, **marcada en amarillo**, y el parque principal, marcado en naranja. En el mapa también se pueden identificar los colegios cercanos, en azul claro, y las entradas principales del pueblo.

**Figura 1**



Tomado de Mapcarta (2025). <https://mapcarta.com/>

El mapa ilustra cómo la ubicación de la heladería en el cruce de estos puntos clave maximiza su visibilidad y accesibilidad. La cercanía a los colegios asegura un flujo constante de clientes jóvenes y familiares, mientras que la ubicación en una vía principal facilita la llegada de visitantes de otras zonas.

## 6. Marco Metodológico

### 6.1. Enfoque

El estudio siguió un enfoque cuantitativo, con un diseño metodológico experimental y descriptivo, enfocado en evaluar las operaciones productivas de la heladería.

### 6.2. Población y muestra

#### 6.2.1. *Estudio operativo*

La población del estudio operativo la constituyen las operaciones diarias de producción de conos y preparación de helados realizadas en la Heladería Bombón Ártico; esto comprende el conjunto de actividades ejecutadas por el personal en planta relacionadas con la fabricación de la galleta de helado.

La muestra en el caso del pronóstico de la demanda fueron los datos históricos de ventas del año anterior al estudio dividido por periodos quincenales, dando como resultado 25 periodos. Para el estudio de tiempos se definió como muestra un periodo representativo de observaciones que abarca diferentes jornadas de trabajo definidas según los tiempos del cronograma que se trata más adelante en el documento.

Para el estudio de tiempos se empleó un procedimiento mixto que incluyó un pre-muestreo inicial y luego el muestreo sistemático de ciclos productivos: el pre-muestreo permitió estimar el número de observaciones requeridas y diseñar el cronograma de toma de tiempos; acto seguido se realizaron observaciones cronometradas de las actividades seleccionadas para calcular los tiempos observados y los tiempos estándar mediante factores de valoración.

#### 6.2.2. *Encuesta de mercado y modelo SERVQUAL*

La población definida como objeto de estudio para la aplicación de la encuesta de mercado y el modelo SERVQUAL fueron los clientes actuales y potenciales de la heladería Bombón Ártico del municipio de Villa Pinzón, Cundinamarca.

Para el caso de la encuesta de mercado, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 57 clientes según su disponibilidad y facilidad de acceso durante el periodo de recolección de datos. Esta decisión metodológica se fundamentó principalmente en limitaciones logísticas y de recursos. Esto, considerando criterios de viabilidad para la aplicación de las encuestas dentro del tiempo establecido para el estudio. Un factor crítico fue la ubicación del centro de operaciones de la heladería, ya que este se encuentra en una ciudad distinta a la de residencia de los investigadores, lo que generó restricciones en cuanto a disponibilidad de tiempo, costos de desplazamiento y accesibilidad a la población objetivo.

Para la aplicación del modelo SERVQUAL, también se manejó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se seleccionaron 10 participantes, donde 5 de ellos eran clientes establecidos de la heladería y los 5 restantes eran personas que no habían experimentado sus servicios y productos. Esta selección intencional está justificada en los lineamientos metodológicos que la teoría plantea para la aplicación del modelo y que se abordan a detalle más adelante en el documento.

### **6.3. Validación de diseño encuesta de mercado**

La confiabilidad en cuanto al diseño de la encuesta se evaluó mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, el cual permite medir la consistencia interna de los ítems que componen una escala. Este estadístico determina el grado en que los diferentes ítems del cuestionario se encuentran correlacionados entre sí y, por lo tanto, si miden de manera homogénea el constructo objeto de estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos tras la aplicación del instrumento a 21 participantes, y considerando un total de 20 ítems clasificados en 4 constructos, se obtuvo un valor de  $\alpha = 0.888$ . Este resultado indica un alto nivel de consistencia interna, lo cual sugiere que

los ítems presentan una adecuada correlación entre sí y contribuyen de manera coherente a la medición del fenómeno analizado.

En términos metodológicos, diferentes autores señalan que valores del coeficiente Alpha superiores a 0.70 se consideran aceptables para investigaciones en ciencias sociales y educativas, mientras que valores superiores a 0.80 reflejan una confiabilidad alta del instrumento. En este sentido, el valor obtenido en el presente estudio evidencia que el cuestionario posee una adecuada fiabilidad, permitiendo afirmar que los ítems que lo componen se encuentran estructurados de manera consistente para medir la variable de interés.

Adicionalmente, se realizó el análisis del coeficiente Alpha en caso de eliminar cada uno de los ítems del instrumento. Los resultados muestran que la eliminación de algunos ítems podría generar ligeras variaciones en el valor del coeficiente; sin embargo, dichas variaciones no representan mejoras significativas que justifiquen la exclusión de algún ítem. Por esta razón, se determinó mantener la totalidad de las preguntas del cuestionario, dado que todas contribuyen al adecuado funcionamiento del instrumento.

En consecuencia, se concluye que el instrumento presenta niveles adecuados de confiabilidad, lo que permite su utilización para la recolección de información en el estudio y garantiza que los resultados obtenidos reflejen de manera consistente las percepciones o características evaluadas en la población objeto de análisis.

#### **6.4. Métodos de recolección, análisis y procesamiento de la información**

Se establecen a continuación los métodos de recolección, análisis y procesamiento de la información. De esta manera, se relacionan con los objetivos específicos y las evidencias esperadas de cada uno.

#### **Tabla 1**



Objetivos	Método de recolección	Método de análisis y procesamiento de la información	Evidencias esperadas
<p>Analizar las preferencias y hábitos de consumo de los clientes de la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación de una encuesta estructurada en el <b>mercado</b> local.</p>	<p>Google forms, aplicación en el establecimiento físico de la empresa</p>	<p>Gráficos de pastel y de barras para la organización de la información</p>	<p>Identificación preferencias y hábitos de consumo de los usuarios en cuanto a los productos de la empresa y sus sugerencias</p>
<p>Desarrollar un estudio <b>operativo</b> para la producción de galleta de helado incluyendo la caracterización del flujo de proceso, estudio de tiempos, pronóstico de demanda y la planificación de recursos (MRP y MPS).</p>	<p>Observación directa y Toma de tiempos con cronometro</p>	<p>“Flow Process Charts” y Estudio de tiempos</p>	<p>Diagrama de flujo y tiempos estandarizados del proceso de producción de galletas para helado</p>
	<p>Información histórica de ventas de la empresa</p>	<p>Regresión lineal, Promedio Móvil, Suavizamiento simple, Método Hol. Para decidir cuál es el más acertado para el caso, se usan las pruebas de error (CFE, MAD, MSE, MAPE)</p>	<p>Pronóstico quincenal de las ventas de helado</p>
	<p>Información relevante proveída por la empresa como pedidos hechos por clientes, materia prima usada para la producción, etc</p>	<p>MRP (Material Requirements Planning) y MPS (Plan maestro de producción)</p>	<p>Requerimiento quincenal compra de materia prima, y programación quincenal de unidades producidas de galleta de helado</p>
<p>Diseñar una herramienta de apoyo para la empresa que integre los resultados del estudio <b>operativo</b>.</p>	<p>Integración de la información obtenida en los análisis de pronóstico de demanda, MPS y</p>	<p>Diseño y programación de una hoja de cálculo automatizada en Microsoft Excel que utilice fórmulas interconectadas para calcular la demanda proyectada, la programación</p>	<p>Archivo Excel operativo que automatiza el cálculo del pronóstico, el MPS y el MRP; documentación</p>



	MRP; recopilación de los parámetros técnicos de producción, lotes, inventarios y demanda histórica.	de producción y las necesidades de materiales en función de los datos de entrada.	descriptiva del funcionamiento del sistema; y análisis de su utilidad para la planificación productiva de la empresa.
Evaluar la percepción de la calidad del servicio ofrecido por la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación del modelo SERVQUAL, como parte del análisis del comportamiento del consumidor del <b>mercado</b> local.	Aplicación de encuesta estructurada basada en el modelo SERVQUAL, diseñada para medir las percepciones y expectativas de los clientes en cinco dimensiones del servicio (Respuesta, empatía, seguridad, fiabilidad y tangibilidad).	Cálculo de la diferencia entre percepciones y expectativas (P – E) por ítem y dimensión, obteniendo el índice de calidad del servicio. Los datos se procesarán en hojas de cálculo para generar promedios, gráficos comparativos y análisis interpretativo de brechas.	Resultados cuantitativos del modelo SERVQUAL por dimensión; identificación de fortalezas y debilidades en la prestación del servicio; y un análisis interpretativo de la percepción global de la calidad.

*Nota.* Tabla de elaboración propia (2025).



## 7. Cronograma de actividades

El cronograma que se presenta a continuación se ha estructurado con base en los objetivos definidos al inicio del proyecto, distribuidos a lo largo de un período estimado de cuatro meses. Este plan permite visualizar la secuencia de actividades necesarias para el desarrollo del estudio, implementación y análisis de producción y mercado en la heladería. Cada objetivo general se divide en subactividades con su respectiva duración, recursos requeridos y dependencias. Esta planificación inicial buscó garantizar una ejecución organizada, eficiente y alineada con los tiempos y recursos disponibles.

Tabla 2

Objetivos	Actividad	Duración estimada	Mes	Subactividades	Recursos necesarios		
Analizar las preferencias y hábitos de consumo de los clientes de la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación de una encuesta estructurada en el mercado local	Aplicar encuesta a los clientes de preferencias y hábitos de consumo de los clientes	1 Semana	Mes 1	Diseñar cuestionario enfocado en gustos y preferencia	Cuestionarios, dispositivos de recolección de datos		
				Seleccionar muestra representativa de clientes			
				Aplicar encuestas	Resultados de encuestas, análisis estadístico		
				Consolidar y organizar resultados			
				Tabular resultados y realizar análisis descriptivo			
				Identificar productos preferidos y rechazados			
	Análisis de los resultados y proponer ajuste de la oferta de productos de acuerdo con las preferencias del consumidor	1 Semana		Generar conclusiones clave sobre el perfil del cliente			
Desarrollar un estudio operativo para la producción de galleta de helado incluyendo la caracterización del flujo de proceso, estudio de tiempos, pronóstico de demanda y la planificación de recursos (MSP y MPS).	Realizar un diagrama de flujo de procesos para la producción de conos de galleta	1 Semanas	Mes 2	proponer cambios en portafolio de productos	Disponibilidad de tiempo, hojas de recolección de datos, software para modelación de diagramas de flujo (MICROSOFT VISIO)		
				Identificar procesos clave en la producción de galletas y otros productos			
				Realizar visitas planta para observación directa	Cronometro, hojas de registro.		
				Elaborar diagrama de flujo			
				Validar diagramas con operarios y supervisores			
				Ajustar y aprobar los diagramas finales			
		Realizar un estudio de tiempos para la producción de galleta.		2 Semanas		Seleccionar actividades para el estudio de tiempos	
						Recoger datos cronometrados durante varios ciclos	
		Pronostico de demanda		1 Semana		Calcular tiempos estandar	
						Documentar los resultados y recomendaciones	
				Seleccionar técnicas de pronóstico apropiadas (media móvil, exponencial, etc.)			
				Aplicar modelos a los datos históricos	Registros históricos, herramientas de análisis		
				Evaluar precisión (MAD, MSE, MAPE, CFE)			
				Documentar pronóstico final y justificación del modelo			
	Crear un plan maestro de producción (MPS) Para sincronizar producción y demanda.	1 Semana		Definir horizonte de planificación y lotes de producción	Software MPS, pronóstico de demanda		
				Programar cantidades y fechas de producción			
				Validar con capacidades productivas disponibles			
				Ajustar plan para evitar sobrecarga de recursos			
				Emisión MPS final y distribución a las áreas clave			
	Realizar la planificación de requerimientos de materiales (MRP) para satisfacer la demanda proyectada.	1 Semana		Identificar productos terminados y salida de materiales	Datos de inventario y producción proyectada.		
				seguridad, recepciones planeadas y tamaño de lote)			
				Calcular necesidades brutas y netas			
				Generar plan de compras de materiales			
Diseñar una herramienta de apoyo para la empresa que integre los resultados del estudio operativo.	Diseñar una herramienta de apoyo para la empresa que integre los resultados del estudio operativo.	2 semanas	Mes 3	Analizar los resultados del estudio operativo para identificar los elementos a integrar	Se requerirá una computadora con software de análisis o diseño (Excel), acceso a los resultados del estudio operativo, participación del personal operativo.		
				Diseñar el formato o estructura a base de la herramienta de apoyo.			
				Validar el diseño con el equipo operativo para asegurar su funcionalidad			
Evaluar la percepción de la calidad del servicio ofrecido por la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación del modelo SERVQUAL, como parte del análisis del comportamiento del consumidor del mercado local.				Realizar ajustes finales y documentar el modo de uso de la herramienta.			
				Diseñar el cuestionario de evaluación basado en el modelo SERVQUAL.	Se utilizarán cuestionarios en formato digital o físico, personal de apoyo para la aplicación de encuestas, una computadora con software estadístico (Excel).		
				Aplicar las encuestas a una muestra representativa de clientes.			
			Analizar los datos obtenidos para identificar brechas de calidad.				
				Elaborar un informe con los resultados y recomendaciones de mejora.			

Nota. Tabla de elaboración propia (2025).

## 8. Analizar las Preferencias y Hábitos de Consumo de los Clientes de la Heladería Bombón Ártico Mediante la Aplicación de una Encuesta Estructurada en el Mercado Local.

Anterior a la realización de este estudio, la heladería contaba con una caracterización preliminar de su competencia donde identificaba el nivel de competencia directa como se ve en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

Nº	Nombre del Establecimiento	Dirección	Tipo de Negocio	Productos Principales	Diferenciación / Observaciones	Antigüedad	Nivel de Competencia Directa
1	Heladería La Villa	Calle 4 # 3-53, Bellavista	Heladería	Ensaladas de frutas, helado de bolita	Tradicional, no ofrece soft, salsas ni toppings	Alta	<b>Bajo</b> (no compete con helado soft ni granizados)
2	Pastelería y Cafetería Elifar	Calle 5 # 3-13, Bellavista	Pastelería y cafetería	Pastelería, bebidas calientes, helado soft vainilla (solo domingos, sin toppings)	Solo sabor vainilla, sin toppings, poca oferta de helado	Alta	<b>Media-Baja</b> (solo un día y con una opción limitada)
3	Heladería Montegelato	Cra 4 # 5-42, Bellavista	Heladería	Helado soft, perlas explosivas	Llegaron un año después, copiaron ideas de Bombón Ártico, con base en esto comienza la decisión de realizar helados artesanales	Media (1 año después de Bombón Ártico)	<b>Alta</b> (imitación directa del modelo de Bombón Ártico)
4	Granizados Astro Ice	Cra 4 # 6-53, Bellavista	Granizados y algo de helado	Granizados principalmente	Extrabajadora de ustedes, idea similar pero enfocada en bebidas	Media-baja (1.5 años después de Bombón Ártico)	<b>Media</b> (productos similares pero diferente enfoque)

*Nota.* Tabla proporcionada por Bombón Ártico (comunicación personal, 2025).

Adicionalmente, contaban con una caracterización de sus consumidores. Estos se basan principalmente en estudiantes, ya que a su alrededor se encuentran 5 colegios, tanto privados como públicos:

- Colegio Cooperativo Prospero Pinzón
- Escuela Normal Superior María Auxiliadora
- Institución Educativa Luis Antonio Escobar
- Colegio Santo Ángel
- Colegio San Juan Bautista

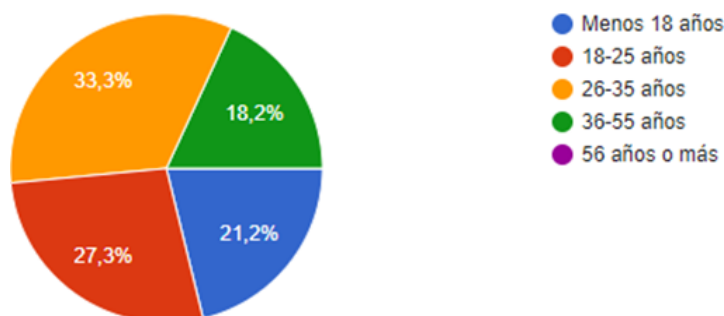
También describen como visitantes potenciales a las personas que asisten a la Parroquia San Juan Bautista, la cual está ubicada a media cuadra de él establecimiento. De igual manera, incluyen a las personas que realizan visitas al cementerio, ya que la ruta principal que conecta a este con la iglesia cruza por el frente de la heladería.

Teniendo en cuenta esta información, se decidió enfocar el diseño de la encuesta en complementar la caracterización de los consumidores y analizar las preferencias y hábitos de consumo de los clientes de la heladería. Los resultados de su aplicación se muestran a continuación.

### 8.1. Encuesta y Análisis.

- ¿Cuál es su edad?

**Figura 2**

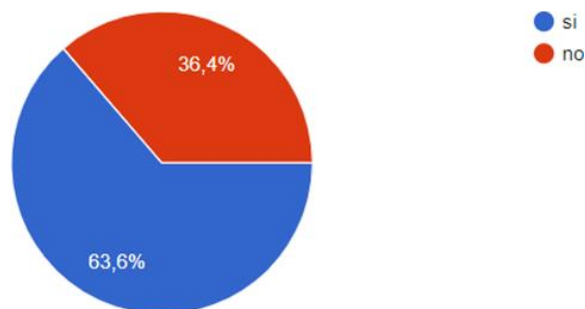


*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

El segmento más representativo es el de 26 a 35 años, con un 33.3% de participación, seguido por el grupo de 18 a 25 años con un 27.3%, y el de menores de 18 años con un 21.2%. El grupo de 36 a 55 años representa el 18.2%, mientras que no se registraron personas de 56 años o más. Estos datos indican que el mercado objetivo se concentra principalmente en jóvenes adultos, lo que puede orientar las estrategias comerciales, de comunicación y desarrollo de producto hacia las preferencias, hábitos y necesidades de este público.

- ¿Trabaja?

**Figura 3**

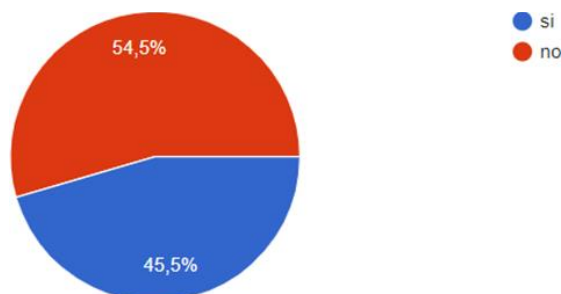


*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

El 63.6% de los encuestados afirmó que actualmente trabaja, mientras que el 36.4% no lo hace. Esta información es relevante para el estudio de mercado, ya que permite identificar la capacidad adquisitiva del público objetivo. La mayoría de los participantes tiene ingresos propios, lo que puede influir positivamente en su disposición de compra, mientras que el grupo restante podría depender económicamente de terceros, lo que implica considerar estrategias diferenciadas según el perfil laboral.

- ¿Estudia?

**Figura 4**



*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

El 54.5% de los encuestados no estudia actualmente, mientras que el 45.5% sí lo hace. Esta información es útil para segmentar el mercado, ya que indica que una parte importante de los participantes podría tener horarios más flexibles y mayor disponibilidad de tiempo libre,

mientras que el grupo que estudia puede presentar hábitos de consumo distintos, influenciados por sus rutinas académicas. Esta diferencia puede aprovecharse para ajustar horarios de atención, promociones u ofertas especiales.

- En el caso de que, si estudie, nombre la institución (Respuesta abierta)

**Figura 5**

Colegio San Luis de la Policia Nacional sede colina campestre	
Universidad de Cundinamarca	
San Luis	
Universidad Del Rosario	
Universidad ECCI	Cooperativo Prospero Pinzón
Sena	Uniagraria
Universidad CUN	Colegio cooperativo prosperó pinzón
Universidad pedagógica nacional	Universidad nacional
Universidad Santo Tomás	Colegio cooperativo prósero Pinzón

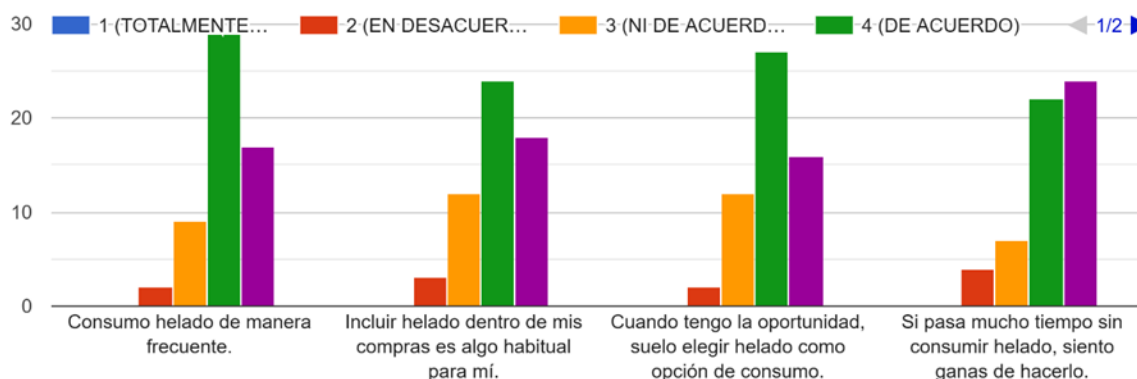
*Nota.* Respuestas más comunes a la pregunta.

Teniendo en cuenta las instituciones mencionadas por los encuestados como la Universidad de Cundinamarca, el SENA, la Universidad Nacional, Uniagraria, la Universidad del Rosario, entre otras se evidencia que una parte significativa de los participantes se encuentra actualmente vinculada a procesos de formación académica en universidades y colegios. Esta información reafirma lo observado en la pregunta anterior, en la que se muestra que la mayoría de los encuestados están en rangos de edad entre los 18 y 35 años, lo cual indica una población predominantemente joven.

- Hábitos de consumo

**Figura 6**

HABITO DE CONSUMO En las siguientes preguntas, califique cada afirmación de 1 a 5 según su valoración.



*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

Al observar esta figura se puede notar que el consumo de helado es muy común entre los encuestados. Varias personas manifestaron estar de acuerdo con que lo consumen con cierta frecuencia y que incluso lo eligen cuando tienen la oportunidad. Esto demuestra que el helado no es solo algo ocasional, sino un producto que muchas personas incluyen dentro de sus gustos habituales.

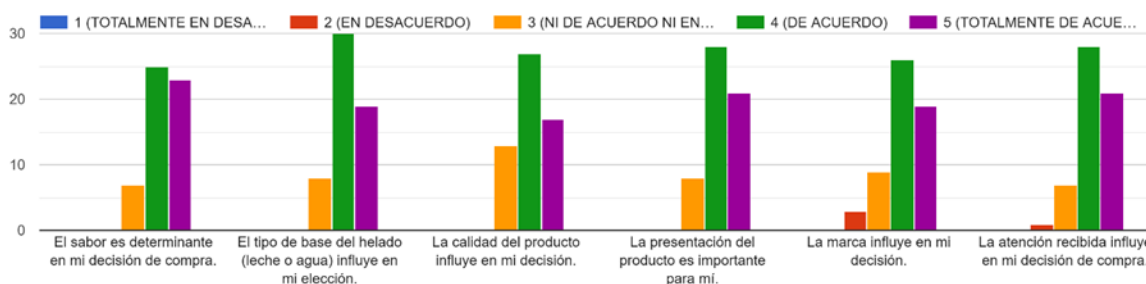
También se puede ver que cuando pasa un tiempo sin consumirlo, a varias personas les dan ganas de hacerlo, lo que refleja que es un producto que genera antojo o deseo. En general, la

gráfica permite entender que el helado tiene buena aceptación y que para muchos forma parte de sus preferencias de consumo.

- Factores internos de decisión

**Figura 7**

FACTORES INTERNOS DE DECISIÓN En las siguientes preguntas, califique cada afirmación de 1 a 5 según su valoración.



*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

En esta figura se puede observar que los aspectos propios del producto influyen bastante al momento de decidir comprar helado. El sabor, por ejemplo, aparece como uno de los factores más importantes para los encuestados, lo cual es algo que resulta lógico porque cuando se trata de alimentos las personas buscan que realmente les guste.

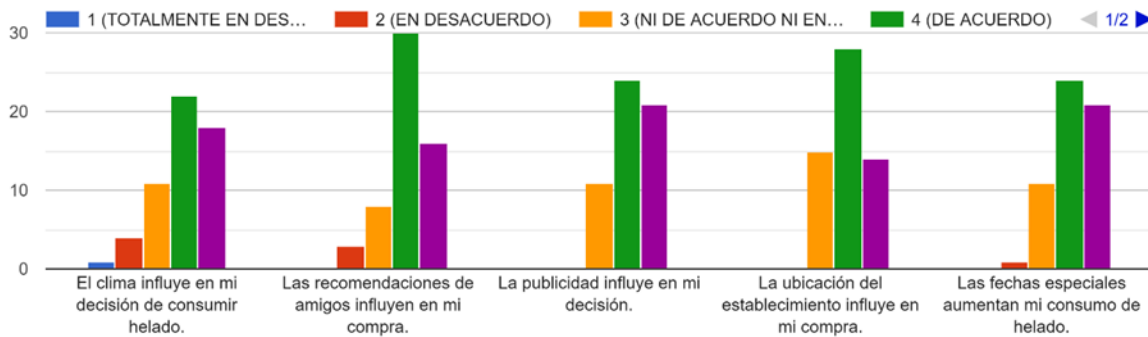
De igual manera, la calidad del producto y la presentación también son aspectos que las personas tienen en cuenta. Esto da a entender que no solo importa el hecho de comprar helado, sino también que el producto cumpla con varias expectativas. la atención recibida también muestra

cierta influencia, lo que indica que la experiencia completa de compra puede influir en la decisión final.

- Influencia externa

**Figura 8**

INFLUENCIA EXTERNA En las siguientes preguntas, califique cada afirmación de 1 a 5 según su valoración.



*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

En esta figura se observa que algunos factores del entorno también pueden influir en el consumo de helado. Por ejemplo, las recomendaciones de otras personas, la publicidad o la ubicación del lugar pueden motivar a alguien a comprarlo.

En especial, parece que la ubicación del establecimiento tiene bastante importancia, ya que, si el lugar es accesible o fácil de encontrar, es más probable que las personas decidan comprar.

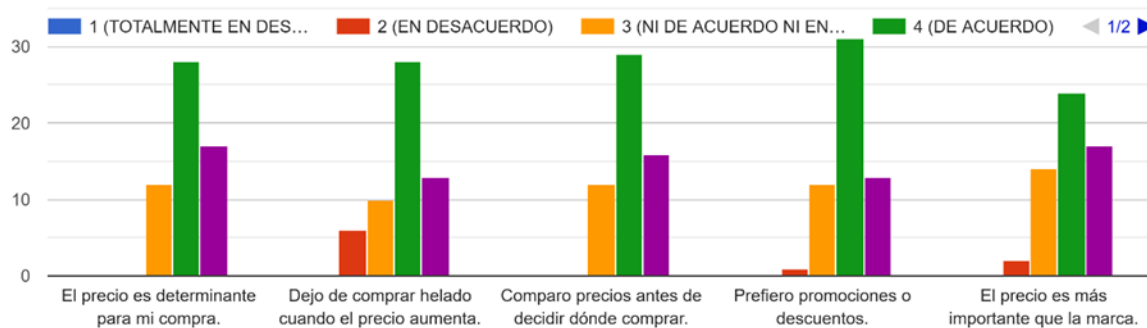
Además, las recomendaciones de amigos o conocidos también pueden influir, ya que muchas veces las personas confían en la experiencia de otros antes de probar algo.

Incluso factores como el clima o algunas fechas especiales pueden aumentar el consumo, lo que demuestra que el contexto también puede motivar este tipo de compras.

- Sensibilidad al precio

**Figura 9**

SENSIBILIDAD AL PRECIO En las siguientes preguntas, califique cada afirmación de 1 a 5 según su valoración.



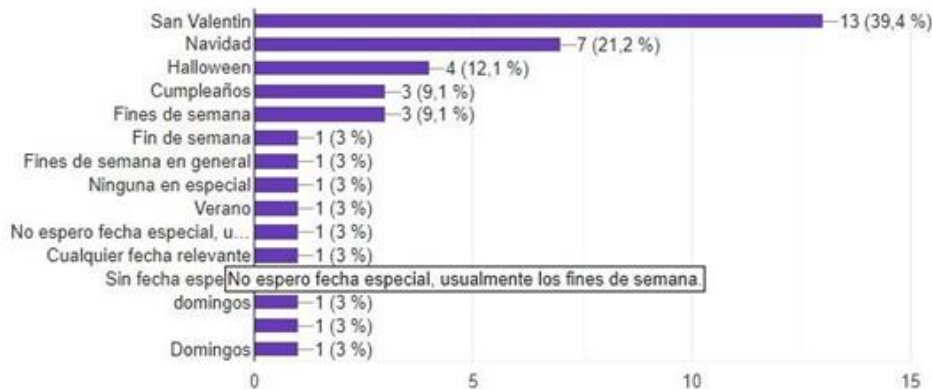
*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

En esta gráfica se puede ver que el precio también tiene un papel importante en la decisión de compra. Para varias personas el precio es un aspecto que consideran antes de comprar helado, y en algunos casos incluso puede hacer que dejen de comprar si el costo aumenta demasiado.

También se nota que muchos consumidores prestan atención a las promociones o descuentos, lo cual indica que estas estrategias pueden influir bastante en su decisión. Además, algunas personas comparan precios antes de decidir dónde comprar.

- ¿En qué fecha especial acostumbra a consumir helado?

**Figura 10**



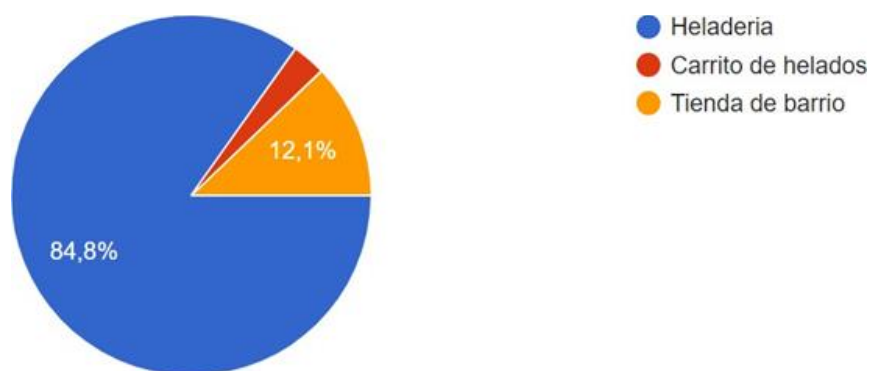
*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

Esto indica que, aunque hay ciertos picos de consumo en fechas románticas o festivas (como San Valentín y Navidad, que en conjunto suman más del 60% de menciones), una gran parte de los consumidores lo hace sin necesidad de una ocasión específica.

Este comportamiento es coherente con lo identificado en la pregunta 5, donde la mayoría consume helado al menos una vez por semana, lo cual sugiere que el helado es visto como un gusto cotidiano más que como un producto de celebración.

- ¿Dónde compra helados regularmente?

**Figura 11**



*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

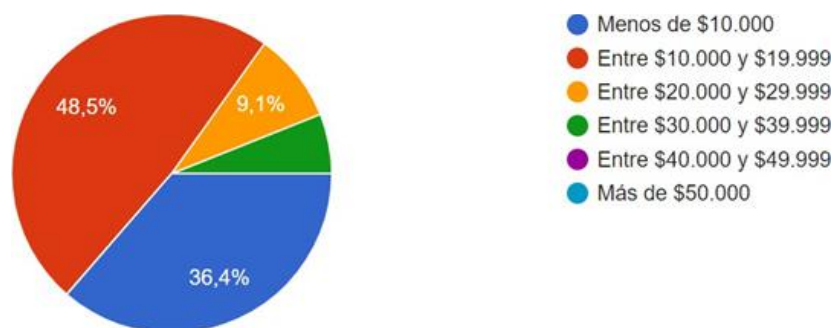
Los resultados indican que la gran mayoría de los encuestados (84,8%) prefiere comprar helado directamente en una heladería, lo que refleja una fuerte tendencia hacia consumir el

producto en un establecimiento especializado. Solo un pequeño porcentaje compra helado en tiendas de barrio (12,1%) o en carritos de helados ambulantes (3%).

Este dato es relevante porque confirma que los consumidores valoran la experiencia y confianza que ofrece la heladería, lo cual está alineado con el énfasis que ponen en la presentación, calidad y sabor del producto (pregunta 6).

- ¿Cuánto dinero destina normalmente al consumo de helados a la semana?

**Figura 12**



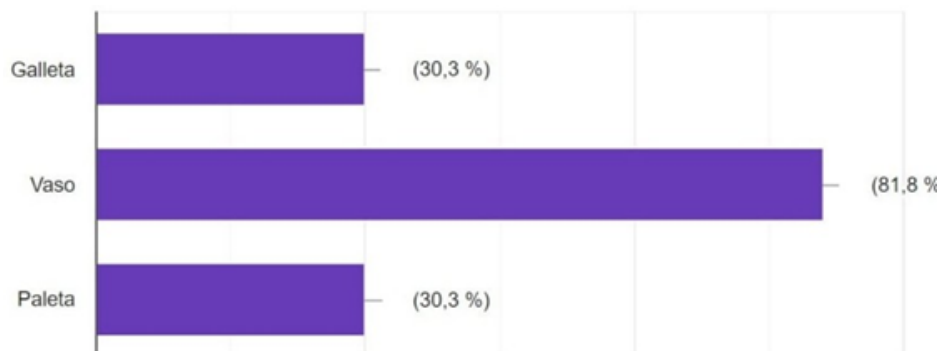
*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

Los datos muestran que la mayoría de los encuestados destinan entre \$10,000 y \$19,999 semanalmente (48.5%) para la compra de helados, seguido por un 36.4% que gasta menos de \$10,000. Un porcentaje menor (9.1%) destina entre \$20,000 y \$29,999, mientras que solo una pequeña parte asigna entre \$30,000 y \$39,999.

Esto indica que el gasto en helados es moderado y accesible para la mayoría de los consumidores, reflejando que el producto es visto como un gusto frecuente, pero con un presupuesto limitado, probablemente ajustado a jóvenes y estudiantes, tal como mostraron otras preguntas del estudio.

- ¿Qué presentación de helado es la de su preferencia?

**Figura 13**



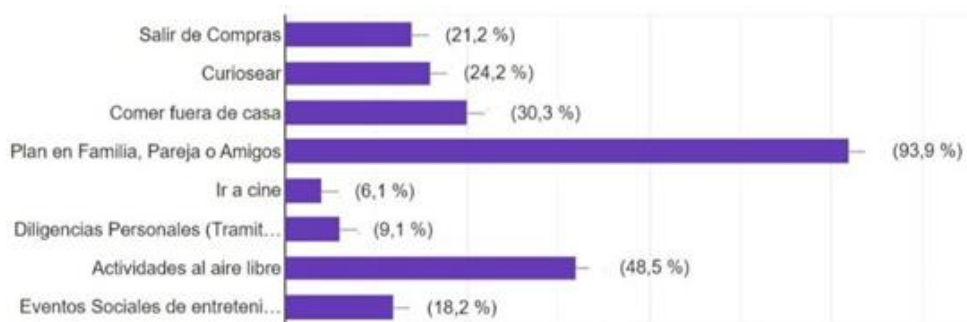
*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

Los resultados muestran que la presentación de helado en vaso es la preferida por la gran mayoría de los encuestados (81.8%), superando ampliamente a otras opciones como la galleta y la paleta, que empatan con un 30.3% cada una.

Esto indica una clara preferencia hacia la comodidad y practicidad que ofrece el vaso, posiblemente por facilitar el consumo inmediato y permitir mayor personalización con toppings o salsas. Para la heladería, esta información es clave para enfocar la producción y oferta en vasos, garantizando variedad y calidad en esta presentación, además de considerar opciones complementarias como galletas o paletas para un segmento más pequeño pero significativo.

- ¿Cuál de las siguientes actividades usted suele realizar cuando consume helado?

**Figura 14**

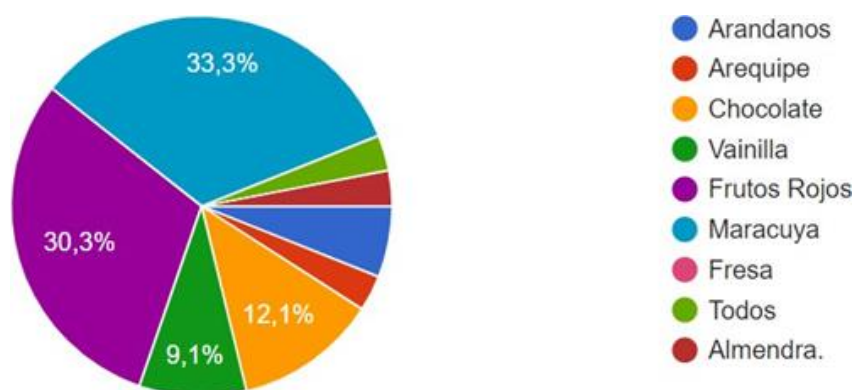


*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

El consumo de helado está fuertemente ligado a momentos de interacción social, especialmente durante planes en familia, pareja o con amigos. También es común disfrutarlo durante actividades al aire libre o al comer fuera de casa. Aunque en menor medida, algunas personas lo consumen mientras hacen diligencias, pasean o asisten a eventos sociales. Esto demuestra que el helado no solo es un producto alimenticio, sino que también se asocia con experiencias agradables y momentos compartidos.

- ¿Qué sabor de helado prefiere?

**Figura 15**



*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta (2025).

En cuanto a los sabores preferidos, los consumidores muestran una clara inclinación por los sabores frutales, siendo los de arándanos y frutos rojos los más destacados. Sin embargo, también hay gusto por sabores tradicionales como el chocolate y la vainilla, lo que evidencia una preferencia equilibrada entre opciones frescas y clásicas. Esto sugiere que una oferta variada que incluya sabores frutales y tradicionales puede satisfacer la mayoría de los gustos.



- Sugerencias para Heladería Y Dulcería Bombón Ártico (Respuesta abierta)

### Figura 16

Es súper la atención y el helado es delicioso, muy bonita presentación y variedad de productos.

Me encanta las combinaciones en sabores y su amable atención gracias por tomarnos en cuenta para estas encuestas

Ninguna

Continuar vendiendo productos tan ricos y con esa buena atención a todos los clientes para así más adelante abrir más sedes porque van muy bien

Nunca descuiden la buena atención. Cada cliente es importante.

Más opciones y combos

No descuidar la calidad de sus productos

Que continúe como tal como va la heladería, va por muy buen camino, como tal su atención es la mejor y que siga mejorando

Crecimiento local

Poner una sucursal cerca de mi casa, gracias.

Ampliar instalaciones

Ninguna

Jajaja no sé ,que cuando tengan muchas sucursales me gasten un helado aaa y pues no sé que lit el éxito de un negocio no depende solo de que tan bonito quedó que (que do genial ),sino que también de la contancia y de la buena atención al cliente ,no siendo mas bye y exitos

*Nota.* Respuestas destacadas de la pregunta (2025).

## **9. Desarrollar un Estudio Operativo para la Producción de Galleta de Helado Incluyendo la Caracterización del Flujo de Proceso, Estudio de Tiempos, Pronóstico de Demanda y la Planificación De Recursos (Mrp Y Mps).**

### **9.1. Diagrama de Flujo**

El diagrama de flujo de procesos es una herramienta clave en la ingeniería industrial y en la gestión operativa, ya que permite visualizar, entender y optimizar los pasos necesarios para transformar materias primas en un producto final.

En el caso de la Heladería Bombón Ártico, este diagrama se elaboró para representar de manera detallada el proceso de producción de los conos de galleta de helado. Esto con el propósito de identificar cada una de las actividades involucradas en su elaboración, haciendo posible detectar redundancias, cuellos de botella, oportunidades de mejora y establecer estándares de operación.

La elaboración del cono inicia con la recepción de tres materias primas principales: mantequilla, huevos y mezcla en polvo (harina, azúcar y sal). Estos insumos son almacenados y luego transportados a distintas estaciones de trabajo para su transformación. La mantequilla se derrite y bate; los huevos se separan en yema y clara; la mezcla seca se cierne y combina con los líquidos. Luego de obtener una mezcla homogénea, se inspecciona, se cocina en una waflera durante un minuto y se le da forma de cono. Finalmente, se enfría y se cubre con chocolate y chispitas, para luego almacenarse y estar lista para la venta.

Para el desarrollo del diagrama de flujo, se empleó la metodología de los “Flow Process Charts”, definida y estandarizada por la American Society of Mechanical Engineers (ASME) y descrita ampliamente por Barnes (1980). Según esta metodología, la representación gráfica de las actividades comprende desde la recepción de materias primas hasta su almacenamiento para la

venta. También define símbolos normalizados que permiten identificar y clasificar las actividades en operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos.

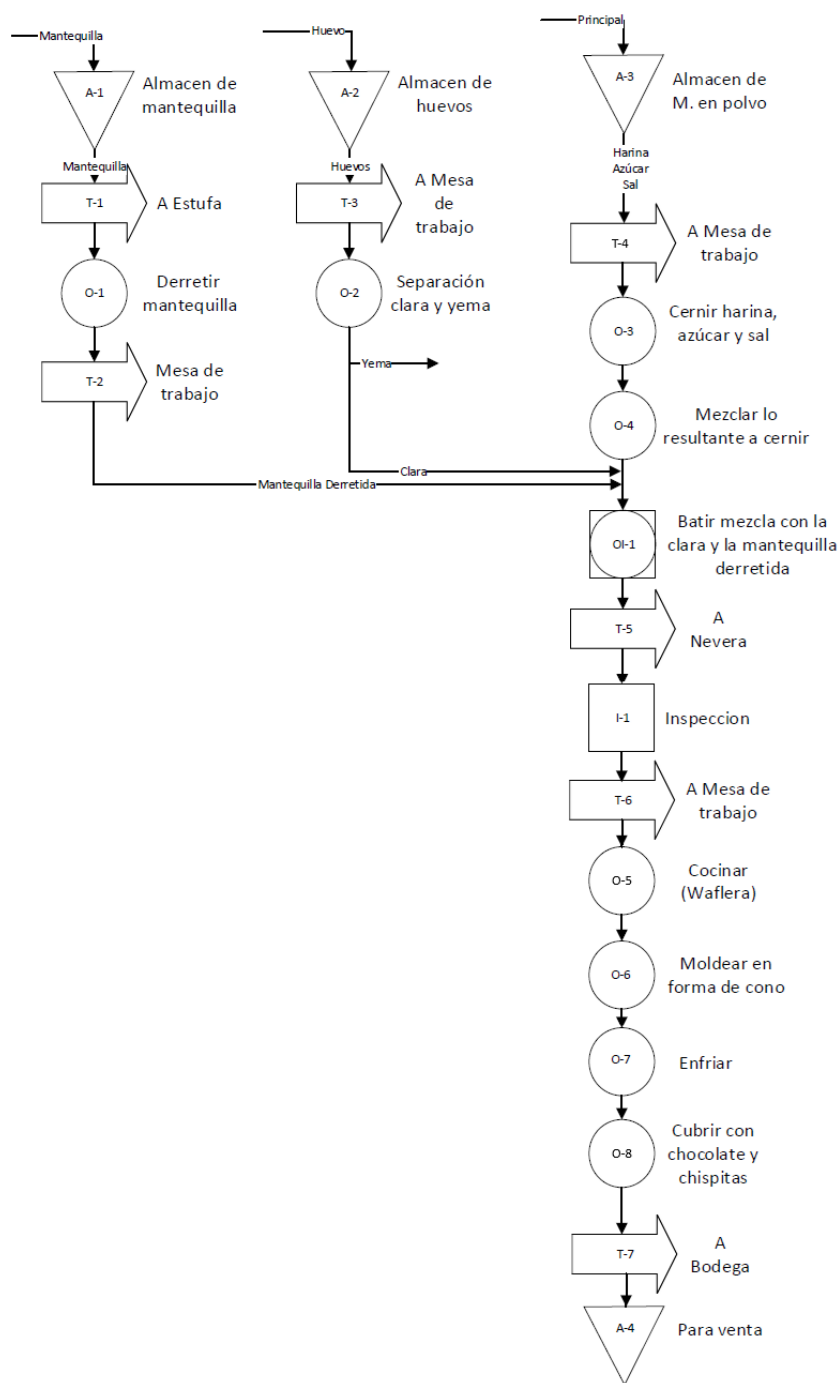
El primer paso para construir el diagrama consistió en observar directamente el proceso y registrar detalladamente cada actividad en el orden secuencial en que ocurre, para luego clasificarla según las categorías ya mencionadas. Posteriormente, se codificaron las actividades utilizando los símbolos establecidos por la ASME: un círculo para operaciones, un cuadrado para inspecciones, una flecha para transportes, una "D" para demoras, y un triángulo para almacenamiento permanente.

Luego, se organizó la disposición del flujo verticalmente de arriba hacia abajo, de acuerdo con la convención de presentación utilizada en la técnica de Barnes, facilitando la lectura y el análisis sistemático. También se registraron las materias primas que entran y salen del proceso, ubicándolas con criterios lógicos entre actividades específicas. Finalmente, se asignó un nombre claro a cada actividad y un código definido por su tipo y por el orden correspondiente en el flujo.

Tal como señala Barnes (1980), el uso adecuado de los diagramas de flujo facilita el estudio de métodos, contribuye a la simplificación del trabajo y es una herramienta fundamental en estudios de ingeniería de métodos y tiempos.

**Figura 17**

**Diagrama de Flujo de Proceso de Cono de Galleta**



*Nota.* Elaboración propia con base en las observaciones y en la metodología descrita anteriormente “Flow Process Charts” (2025).

### 9.1.1. Observaciones

- Las actividades se pueden agrupar en los siguientes bloques funcionales: preparación de insumos, mezcla, cocción y acabado.
- Mediante la observación del proceso se evidenció que las actividades manuales como la separación de huevo y el moldeado de los conos pueden generar variabilidad en el tiempo y calidad si no se capacita adecuadamente al personal.
- Se identifica como un punto crítico la etapa de enfriamiento. Debe tener un control adecuado para evitar un nivel de condensación que pueda afectar la textura del cono.
- Se identifica como cuello de botella la operación e inspección 1 (Batir mezcla con la clara y la mantequilla derretida)
- El diagrama de flujo es una herramienta fundamental que permitió visualizar todo el proceso de producción del cono de galleta, identificar puntos críticos y oportunidades de mejora. Se recomienda continuar con la capacitación del personal para estandarizar tareas clave y considerar la implementación de controles visuales o checklists en cada estación para asegurar la consistencia del producto final. Este análisis contribuye directamente a la mejora continua y a una producción más eficiente.

### 9.2. Estudio De Tiempos

Para la selección de las operaciones y actividades incluidas en el estudio de tiempos, se partió del diagrama de flujo de procesos, considerando únicamente aquellas tareas que implican intervención directa del operario y que generan transformación o valor agregado sobre el producto. Según Niebel y Freivalds (2014), una operación se define como la acción en la cual el trabajador o la máquina modifican el estado del material o lo preparan para una etapa posterior, mientras que las actividades corresponden a las subdivisiones elementales de dichas operaciones que describen con mayor detalle los movimientos o métodos empleados.

### 9.2.1. Pre-muestreo

Para el análisis de tiempos se utilizó la metodología propuesta por Niebel & Freivalds (Niebel & Freivalds, 2014), que combina un pre-muestreo con un muestreo más extenso. El pre-muestreo se hace con el objetivo de hallar el número de observaciones necesarias para calcular de manera efectiva el tiempo estándar de cada actividad.

Esta fase preliminar permitió diseñar una estrategia más efectiva para el cronometraje detallado, evitando omisiones o repeticiones innecesarias.

Durante el pre-muestreo, se observaron y cronometraron 5 ciclos de producción completos, tomando nota de los tiempos aproximados de cada actividad, sin interferir directamente en la operación del personal. Posteriormente, se calculó la media ( $\bar{x}$ ) y la desviación estándar ( $s$ ) de los tiempos observados por cada actividad. Con esos valores se aplicó la siguiente fórmula por cada actividad para determinar el número total de observaciones necesarias ( $n$ ):

$$n = \left( \frac{Z \cdot s}{E \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Donde  $Z$  es el valor crítico de la distribución normal para el nivel de confianza seleccionado, en este caso es del 95%; y donde  $E$  es el error relativo permitido, que fue definido como 5%.

A continuación, se presenta la tabla con los datos del pre-muestreo realizado para cada actividad, donde la última columna describe las observaciones adicionales recomendadas por el método de Niebel:

**Tabla 4***Resultados pre-muestreo*

OPERACIÓN	NOMBRE OPERACIÓN	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES					OBSERVACIONES EXTRA REQUERIDAS
			1	2	3	4	5	
O-1	Derretir mantequilla	PESAR MANTEQUILLA	0,109	0,114	0,118	0,122	0,127	11
		DERRETIR MANTEQUILLA	1,120	1,170	1,200	1,220	1,290	8
O-2	Separación clara de yema	SEPARAR CLARA DE YEMA	1,700	1,830	1,930	1,730	1,810	8
O-3	Cernir harina, azúcar y sal	PESAR Y CERNIR HARINA	3,308	3,432	3,563	3,694	3,826	10
		PESAR Y CERNIR AZUCAR	2,779	2,889	3,000	3,111	3,221	10
		MEDIR SAL	0,057	0,058	0,060	0,067	0,064	15
O-4	Mezclar lo resultante	MEZCLAR LO RESULTANTE	3,020	2,830	3,240	3,090	2,820	11
O1-1	Batir mezcla con la clara y la mantequilla	MEDIR Y AÑADIR ESCENCIA DE VAINILLA	0,056	0,058	0,060	0,062	0,064	9
		BATIR MEZCLA CON LA CLARA Y LA MANTEQUILLA	2,350	2,470	2,620	2,200	2,360	13
I-1	INSPECCION	INSPECCION DESPUES DE NEVERA	4,631	4,815	5,000	5,185	5,369	11
		TOMAR MASA CON JERINGA	1,317	1,370	1,522	1,474	1,527	13
O-5	Cocinar	EXPULSAR DE JERINGA EN WAFLERA	0,921	0,957	0,994	1,031	1,067	10
		RETIRAR DE WAFLERA	59,756	57,978	60,200	62,422	60,644	2
		TOMAR GALLETA	0,463	0,482	0,500	0,518	0,537	10
O-6	Moldear en forma de cono	MOLDEAR	13,767	14,315	14,864	15,413	15,961	11
O-7	Enfriar	ENFRIAR	44,678	43,339	45,000	46,661	46,322	3
O-8	Cubrir con chocolate y chispitas	AGREGAR CHOCOLATE	0,901	0,937	0,973	1,009	1,045	11
		AGREGAR TOPPINGS	0,710	0,730	0,760	0,780	0,800	7

*Nota.* Tabla de elaboración propia con base en las cifras y resultados del pre-muestreo (2025).

El pre-muestreo no solo sirvió como guía para el diseño del cronograma de observación definitiva, sino que también ayudó a visualizar el flujo real de trabajo y detectar posibles cuellos de botella anticipadamente.

### 9.2.2. Muestreo y tiempo estándar

Para hallar el tiempo estándar, se cronometró la duración de cada actividad según el **número de observaciones obtenidas del pre-muestreo** para cada actividad. A partir de los datos recolectados se calculó el promedio de observaciones por actividad ( $\bar{T}$ ), y éste se ajustó mediante un factor de valoración (F.V.) que califica el desempeño de los operarios.

Para la calificación se usó el método de porcentaje directo (Niebel & Freivalds, 2014), usando una escala de 50 a 150, donde 100 representa un desempeño normal. Este factor fue determinado para cada observación individual de cada actividad, y posteriormente se calculó un promedio por actividad, con el fin de obtener un valor representativo que permitiera estandarizar los tiempos observados. Con el factor de valoración ya calculado, se usó la siguiente fórmula para obtener el tiempo normal:



Finalmente, se calculó el tiempo estándar teniendo en cuenta el tiempo normal por actividad y el factor de suplementación, lo cual garantiza una estimación confiable y ajustada a las condiciones reales de operación. Para esto se usó la siguiente relación:

$$T_e = T_n \cdot \left(1 + \frac{FS}{100}\right) \quad (3)$$

A continuación, se presenta la tabla con los cálculos del muestreo final que incluyen el promedio de tiempos observados (TIEMPOS), el promedio de los factores de valoración (F.V), el tiempo normal (TN), los factores de suplementación y el tiempo estándar (T.E) por cada actividad.

**Tabla 6**

*Cálculos por actividad y tiempo estándar*

OPERACIÓN #	NOMBRE OPERACIÓN	ACTIVIDAD	PROMEDIO		TN	FACTOR DE SUPLEM.	T.E
			TIEMPOS	F.V			
O-1	Derretir mantequilla	PESAR MANTEQUILLA	0,124	101,227	0,1	0,23	0,15
		DERRETIR MANTEQUILLA	1,201	102,125	1,2	0,17	1,44
O-2	Separación clara de yema	SEPARAR CLARA DE YEMA	1,805	102,000	1,8	0,15	2,12
O-3	Cernir harina, azúcar y sal	PESAR Y CERNIR HARINA	3,537	102,500	3,6	0,15	4,17
		PESAR Y CERNIR AZUCAR	3,022	102,200	3,1	0,19	3,68
		MEDIR SAL	0,061	101,333	0,1	0,19	0,07
O-4	Mezclar lo resultante	MEZCLAR LO RESULTANTE	3,071	100,182	3,1	0,16	3,57
OI-1	Batir mezcla con la clara y la mantequilla	MEDIR Y AÑADIR ESCENCIA DE VAINILLA	0,060	100,667	0,1	0,19	0,07
		BATIR MEZCLA CON LA CLARA Y LA MANTEQUILLA	2,410	103,154	2,5	0,16	2,88
I-1	INSPECCION	INSPECCION DESPUES DE NEVERA	5,000	103,200	5,2	0,23	6,35
O-5	Cocinar	TOMAR MASA CON JERINGA	1,445	101,692	1,5	0,22	1,79
		EXPULSAR DE JERINGA EN WAFLERA	0,990	100,800	1,0	0,22	1,22
		RETIRAR DE WAFLERA	59,978	102,500	61,5	0,2	73,77
O-6	Moldear en forma de cono	TOMAR GALLETA	0,496	103,300	0,5	0,18	0,60
		MOLDEAR	14,864	101,909	15,1	0,18	17,87
O-7	Enfriar	ENFRIAR	45,333	101,000	45,8	0,18	54,03
O-8	Cubrir con chocolate y chispitas	AGREGAR CHOCOLATE	0,973	101,727	1,0	0,22	1,21
		AGREGAR TOPPINGS	0,753	101,143	0,8	0,22	0,93
							175,92
							2,932

*Nota.* Tabla de elaboración propia con base en los resultados del muestreo final para el tiempo estándar (2025).

Los tiempos cronometrados por cada actividad, así como sus respectivos factores de valoración se pueden encontrar detalladamente en el **anexo A**, donde se evidencia que el número de observaciones por actividad corresponde a las calculadas en el **pre-muestreo**.

Se obtuvo un tiempo estándar total promedio de **2.932** minutos por cono. Este resultado es clave para la planificación de la producción y es necesario para calcular la **capacidad instalada y la capacidad requerida**, estos a su vez siendo necesarios para la **revisión del MPS** que se abordara más adelante en el documento.

### **9.2.3. Observaciones**

- El moldeado del cono y la aplicación de cobertura son los pasos más variables.
- Se identificaron pausas frecuentes por falta de utensilios listos.
- La estandarización del tiempo de cocción en la waflera asegura uniformidad del producto.
- Con base en los datos obtenidos, se sugiere implementar instrucciones visuales en cada estación de trabajo y mantener herramientas siempre disponibles para reducir pausas.

### **9.3. Pronósticos de Demanda**

Para el pronóstico, la heladería proporcionó los datos de ventas de helado con cono de galleta de todo el año 2024, agrupándolas en **25 periodos quincenales**. Al no tener completamente clara la naturaleza de la demanda del producto en lo que se refiere a estabilidad, tendencia y estacionalidad; se aplicaron diferentes métodos de series de tiempo (regresión lineal, promedios móviles, suavizamiento exponencial simple, método de Holt) para el pronóstico de la demanda del año 2025. Posteriormente, se evaluaron mediante medidas de precisión de pronósticos (CFE, MAD, MSE y MAPE), y con base en ello finalmente se seleccionó el método de serie de tiempo que presentó el mejor desempeño. A continuación, se describen detalladamente los métodos y medidas de precisión mencionados que se utilizaron:

#### **9.3.1. Regresión lineal**

Ajusta una recta de la forma:

$$\hat{Y}_t = a + b \cdot t \quad (4)$$

Donde  $\hat{Y}_t$  es la demanda pronosticada o esperada para el periodo  $t$ ,  $a$  es el valor pronosticado cuando  $t$  es igual a 0, y  $b$  la pendiente que refleja la tendencia. Este modelo utiliza la tendencia calculada para proyectar la demanda futura, por lo que es más conveniente cuando la serie presenta una tendencia aproximadamente lineal a lo largo del tiempo. Es uno de los métodos más simples y ampliamente empleados para pronosticar tendencias en series temporales, ya que permite modelar la relación entre la variable dependiente y el tiempo de manera directa (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

### 9.3.2. *Promedios móviles*

Calcula el pronóstico como el promedio de los últimos  $n$  periodos:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{a_t + a_{t-1} + \dots + a_{t-n+1}}{n} \quad (5)$$

donde  $a_t$  es la demanda real en el periodo  $t$  y  $n$  el número de periodos considerados. Para este caso, se calcularon dos pronósticos con este método, uno con promedios de los últimos dos periodos ( $n=2$ ), y el otro con los últimos tres periodos ( $n=3$ ). Es apropiado para pronosticar series de tiempo que no muestran una tendencia clara ni estacionalidad, ya que permite suavizar las variaciones aleatorias de la demanda y obtener estimaciones más estables (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

### 9.3.3. *Suavizamiento exponencial simple*

Genera pronósticos asignando mayor peso a las observaciones más recientes mediante la fórmula:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha a_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t \quad (6)$$

Donde  $\hat{Y}_{t+1}$  es el pronóstico del **próximo** periodo,  $a_t$  la demanda real en el periodo  $t$ ,  $\hat{Y}_t$  el pronóstico del periodo actual  $t$ , y  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ) es el parámetro de suavizamiento. Hyndman

y Athanasopoulos (2018) indican que este método es eficaz cuando la serie no presenta tendencia ni estacionalidad.

#### 9.3.4. *Método de Holt*

Extiende el suavizamiento simple incorporando un componente de tendencia. Se define con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Nivel: } L_t = \alpha a_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (7)$$

$$\text{Tendencia: } T_t = \beta(L_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (8)$$

$$\text{Pronóstico: } \hat{Y}_{t+m} = L_t + mT_t \quad (9)$$

Donde  $L_t$  es el nivel en el periodo  $t$ ,  $T_t$  la estimación de la tendencia,  $\alpha$  y  $\beta$  los parámetros de suavizamiento, y  $m$  el número de periodos a pronosticar hacia adelante. Según Hyndman y Athanasopoulos (2018), este método es útil cuando la serie presenta tendencia, pero no estacionalidad.

#### 9.3.5. *CFE (Error acumulado de pronóstico)*

Cuantifica el sesgo general del modelo. Se calcula como la suma de las diferencias entre los valores reales y los pronosticados a lo largo de todos los periodos, y resulta útil para detectar la presencia de sesgos en el modelo de predicción (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Entre más cercano sea a 0 indica una mayor confiabilidad del pronóstico.

$$CFE = \sum_{t=1}^n (a_t - f_t) \quad (10)$$

#### 9.3.6. *MAD (Desviación absoluta media)*

Toma las diferencias entre los valores reales y los valores pronosticados y realiza un promedio usando sus valores absolutos. Es una métrica ampliamente utilizada para la evaluación de pronósticos, ya que proporciona una medida sencilla de interpretar del error promedio en

términos absolutos y permite comparar de forma directa distintos métodos de predicción (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Entre más cercano sea a 0 indica una mayor confiabilidad del pronóstico.

$$MAD = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n |a_t - f_t| \quad (11)$$

### 9.3.7. *MSE (Error cuadrático medio)*

Penaliza más los errores grandes, lo que hace que esta métrica sea especialmente sensible a desviaciones significativas. Lo anterior es debido a que los errores grandes se ven más afectados al elevarlos al cuadrado. Esto lo convierte en una medida útil cuando se busca reducir el impacto de errores extremos en los pronósticos (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Entre más cercano sea a 0 indica una mayor confiabilidad del pronóstico.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (a_t - f_t)^2 \quad (12)$$

### 9.3.8. *MPE (Error porcentual medio)*

Muestra el error relativo al tamaño de la demanda real y permite identificar si el modelo tiende a subestimar o sobreestimar. Es una métrica útil porque expresa el error en términos relativos al tamaño de la demanda, lo que facilita la comparación entre diferentes series de tiempo o métodos de pronóstico. Sin embargo, puede verse afectado por valores extremos o cuando los valores reales de la demanda son muy bajos, lo que limita su interpretación en ciertos contextos (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

$$MPL = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \frac{a_t - f_t}{a_t} \quad (13)$$

Donde  $a_t$  = demanda real en  $t$  (periodo específico),  $f_t$  = pronóstico en  $t$ , y  $n$  = número de periodos evaluados. Entre más cercano sea a 0 indica una mayor confiabilidad del pronóstico.

### 9.3.9. Pronostico final

Los pronósticos calculados con cada método de series de tiempo se pueden encontrar en el **Anexo B**.

Como se mencionó anteriormente, se eligió el método que mostró los menores puntajes de error, es decir, el que tuvo los valores más cercanos a 0. En este caso, el método de **regresión lineal** se destacó por tener el mejor desempeño.

**Tabla 7**

*Resultados de medidas de precisión de pronósticos.*

	CFE	MAD	MSE	MAPE
<b>REGRESIÓN LINEAL</b>	0	27	1087	8%
<b>PROMEDIO MOVIL (3)</b>	15	32	1530	9%
<b>PROMEDIO MOVIL (2)</b>	66	38	1890	11%
<b>SUAVIZAMIENTO SIMPLE</b>	-181	27	1350	8%
<b>METODO HOLT</b>	-217	27	1391	8%

*Nota.* Elaboración propia con base en el cálculo de los errores explicados para cada método de series de tiempo (2025).

Estos indicadores reflejan que el método de regresión lineal presenta un bajo sesgo, errores absolutos pequeños y un porcentaje de error aceptable, lo cual lo convierte en el más confiable para la heladería.

El análisis también permite concluir que la demanda tiene una tendencia lineal positiva, por lo tanto, la regresión lineal permite proyectar con mayor confianza el comportamiento futuro de las ventas. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados del **modelo elegido**, en la columna “PRONOSTICO”.

**Tabla 8**

*Pronostico Final, regresión lineal.*

PERIOD O (Por 15 Días)	# De Ventas en el periodo	PRONÓSTICO	ERROR PRONOSTICO	ABS ERROR	% ERROR
1	384	352	32	32	8%
2	303	353	-50	50	17%
3	388	354	34	34	9%
4	365	355	10	10	3%
5	349	355	-6	6	2%
6	301	356	-55	55	18%
7	372	357	15	15	4%
8	373	358	15	15	4%
9	367	359	8	8	2%
10	399	359	40	40	10%
11	308	360	-52	52	17%
12	303	361	-58	58	19%
13	381	362	19	19	5%
14	363	362	1	1	0%
15	367	363	4	4	1%
16	410	364	46	46	11%
17	375	365	10	10	3%
18	419	365	54	54	13%
19	357	366	-9	9	3%
20	314	367	-53	53	17%
21	356	368	-12	12	3%
22	406	368	38	38	9%
23	337	369	-32	32	10%
24	361	370	-9	9	2%
25	380	371	9	9	2%

CFE	0
MAD	26,9
MSE	1086,8
MAPE	7,70%

*Nota.* Elaboración propia con base en los resultados del método de series de tiempo “regresión lineal” (2025).

El uso del método de regresión lineal resultó ser el más adecuado para las condiciones del negocio. Si bien se evaluaron varios modelos, los valores de error del modelo lineal fueron los más bajos y consistentes. Esta técnica permitió establecer un pronóstico confiable para los periodos elegidos, con cifras que servirán como base para los cálculos de producción y compra de insumos en las siguientes secciones.

#### 9.4. MPS

El Plan Maestro de Producción (MPS) es una decisión operativa que define qué productos deben fabricarse, en qué cantidades y en qué periodos dentro del horizonte de planificación, considerando como entradas los pronósticos de la demanda, los pedidos reales, los inventarios disponibles y las políticas de loteo, con el fin de equilibrar la oferta y la demanda en la organización (Jonsson & Kjellsdotter Ivert, 2015).

A partir del pronóstico de demanda, se planificaron las cantidades a producir en los 25 periodos quincenales del año definidos desde el pronóstico de la demanda. Se buscó mantener un flujo continuo de producción sin generar sobreproducción ni escasez.

Teniendo un inventario inicial ( $I$ ) de 0, las unidades pronosticadas ( $UP$ ) y los pedidos de clientes programados ( $PP$ ), se calcula el inventario final ( $IP$ ) para cada periodo  $t$  con la siguiente formula:

$$IF_t = MPS_t + I_t - \max\{UP_t, PP_t\} \quad (14)$$

Para este punto, el  $MPS_t$  es = 0. Teniendo él  $IF$  calculado, se le asigna MPS a los periodos con  $IF < 0$  usando solo valores múltiplos del tamaño del lote de producción de las galletas de helado, es decir, múltiplos de 50 unidades. Los resultados del MPS se pueden observar en la última fila de la siguiente tabla.

**Tabla 9**

Quincenas (2 semanas)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Galletas	Inventario inicial	0	48	44	40	36	30	24	67	59	51	41
	Unidades pronosticadas	352	353	354	355	355	356	357	358	359	359	360
	Pedidos de clientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario final	48	44	40	36	30	24	67	59	51	41	31
	MPS	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	350

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
31	21	59	47	34	20	55	40	24	57	40	21	2	33
361	362	362	363	364	365	365	366	367	368	368	369	370	371
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	59	47	34	20	55	40	24	57	40	21	2	33	62
350	400	350	350	350	400	350	350	400	350	350	350	400	400

*Nota.* Tabla de elaboración propia con base en los resultados del MPS (2025).

#### 9.4.1. Revisión MPS

También se realizó una revisión del MPS para comprobar su viabilidad en términos de capacidad instalada de producción. Para esto se calculó la capacidad de horas requeridas, así como la capacidad instalada y la holgura ( $h$ ) que hay entre estas dos variables por cada periodo.

$$h = CI_t - CR_t \quad (15)$$

Para calcular la capacidad requerida ( $CR_t$ ) de horas, se utilizó como insumo el **tiempo estándar (TE)** por galleta (en minutos) obtenido en el **estudio de tiempos**.

$$CR_t = MPS_t \cdot (TE/60) \quad (16)$$

Para calcular la capacidad instalada ( $CI_t$ ) de horas (que se proyecta igual para cada periodo), se calcularon las horas disponibles en cada periodo al multiplicar el número de operarios por las horas de trabajo al día y por el número de días que se trabaja en cada periodo quincenal. Los datos usados para dicho calculo y su resultado se observan en la siguiente tabla.

**Tabla 10**

*Calculo capacidad instalada*

Trabajadores	2
Horas/día	6
Días trabajados por periodo	2
Capacidad instalada por periodo(horas)	24
Capacidad instalada por periodo(und)	491,12169

*Nota.* Parámetros para la revisión del MPS. Elaboración propia (2025).

Con estos cálculos, se verifica que la holgura no sea negativa en ningún periodo para que no represente un posible déficit, y de ser necesario, se balancea el MPS adicionando lotes programados y/o moviéndolos a otro periodo. En este caso, no fue necesario balancear el MPS ya que no se presentaron holguras negativas como se observa a continuación.

**Tabla 11**

Quincenas (2 semanas)	1	2	3	4	7	6	7	8	9	10	11
MPS	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	350
Capacidad instalada (horas)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Capacidad requerida (horas)	19,54709	17,103704	17,103704	17,103704	17,103704	17,103704	19,54709	17,103704	17,103704	17,103704	17,103704
Holgura horas	4	7	7	7	7	7	4	7	7	7	7

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
350	400	350	350	350	400	350	350	400	350	350	350	400	400
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
17,103704	19,54709	17,103704	17,103704	17,103704	19,54709	17,103704	17,103704	19,54709	17,103704	17,103704	17,103704	19,54709	19,54709
7	4	7	7	7	4	7	7	4	7	7	7	4	4

*Nota.* Elaboración propia con base en los resultados de la revisión del MPS (2025).

El resultado del MPS es un cronograma de cantidades a producir en cada periodo, cuya información constituye la entrada principal del **MRP**, ya que a partir de él se calculan las **necesidades brutas** de materiales necesarios para cumplir con el plan de producción maestro (Vollmann, Berry, Whybark, & Jacobs, 2005).

La implementación del MPS ayuda a estructurar la producción semanal, asegurando disponibilidad de producto ante la demanda esperada. Su utilidad en Bombón Ártico radica en permitir una planificación eficiente y evitar faltantes en el punto de venta.

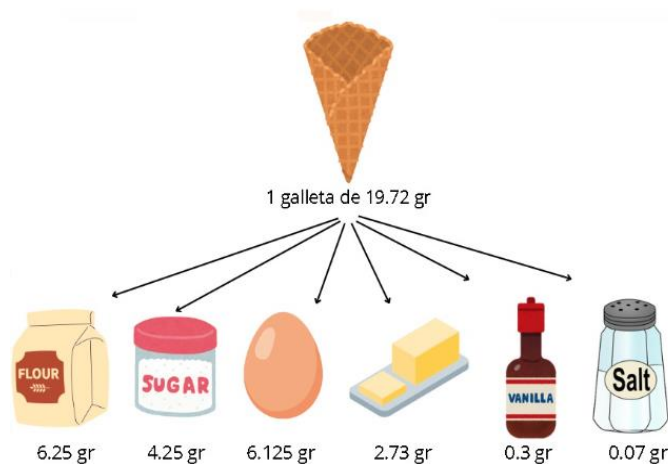
### 9.5. MRP

El pronóstico de la demanda, elaborado con base en datos históricos y proyectado a un horizonte anual de 25 **periodos quincenales**, permitió construir el Plan Maestro de Producción (MPS). Como resultado, se definió la cantidad de producto terminado que debe producirse en cada periodo, y esto constituyó la entrada principal del sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP). El cálculo de este se realizó siguiendo los siguientes pasos:

Con los resultados del **MPS** se definieron los **Requerimientos Brutos (RB)** de la galleta. En el caso de los otros productos o ingredientes, el RB se obtiene al multiplicar los **Pedidos Colocados (PCO)** del producto padre (la galleta) por la proporción de cada producto por unidad de compra (**lote**), definida en el diagrama BOM. Por lo anterior, el cálculo del MRP se hace primero para los productos de mayor jerarquía, siendo los PCO el resultado final del cálculo del MRP para cada producto.

**Figura 18**

*Diagrama BOM*



*Nota.* Elaboración propia con base en la información brindada por la Heladería Bombón Ártico (2025).

Una vez establecidas los RB, se realiza el cálculo de los **Requerimientos Netos (RN)**, considerando dos parámetros para cada producto: las **Entradas Programadas (LLP)** y el **Inventario en Mano (IM)**. El IM corresponde al saldo disponible de material proyectado para el final de cada periodo. Para el cálculo de los RN, se tiene en cuenta el IM del periodo anterior al que se está calculando ( $t-1$ ). Se aplica la siguiente relación:

$$RN_t = \{0, RB_t - (IM_{t-1} + LLP_t)\} \quad (17)$$

Si los RN son mayores que cero, se establecen las **Entradas programadas (PRO)**. Para esto, se debe usar el valor mayor más próximo al RN que se ajuste también al tamaño de **lote** definido para cada producto, de manera que la cantidad del PRO siempre sea múltiplo del **lote** establecido. En el caso del azúcar, por ejemplo, este se adquiere en lotes de 5000g, si el RN es igual a 9500, se asigna al PRO el valor de 10000 que es el múltiplo de 5000 más próximo y mayor al RN.

Con esto, se puede pasar al cálculo del **IM** del periodo actual  $t$ . Este es igual a las PRO del periodo  $t$  menos el RN en el mismo periodo  $t$ . El resultado debe ser mayor o igual al **stock de seguridad** definido para el producto, de lo contrario deberá recalcularse el PRO para que se cumpla esta condición.

Por último, se programan los **Pedidos Colocados (PCO)**, que son los pedidos expedidos o liberados para satisfacer la demanda del periodo  $t$ . Este es igual a la cantidad del PRO, la diferencia radica en que este debe ser expedido o liberado en el periodo  $t-a$ , donde  $a$  corresponde al **tiempo de aprovisionamiento** o lead time de cada materia prima.

Este procedimiento asegura coherencia entre el plan de producción, la disponibilidad de inventario y las compras de insumos, al establecer anticipadamente qué cantidades fabricar y cuándo, de modo que los materiales necesarios estén disponibles cuando se requieran; esto permite reducir faltantes y optimizar los niveles de existencias en el sistema productivo (Vollmann, Berry, Whybark, & Jacobs, 2005).

## Tabla 12

### *Parámetros MPS*

PARTE	TIEMPO DE APROVISIONAMIENTO	INVENTARIO DISPONIBLE	RECEPCION PLANEADA	LOTE	STOCK DE SEGURIDAD
GALLETA	0	0	0	50und	20
HARINA	0	0	0	2500g	0
AZUCAR	0	0	0	5000g	0
HUEVO	0	0	0	3600g	0
MANTEQUILLA	0	0	0	2500g	0
ESENCIA	0	0	0	120g	0
SAL	0	0	0	500g	0

*Nota.* Elaboración propia, contiene los parámetros correspondientes a cada producto o parte, para la fabricación del cono de galleta (2025).

**El tiempo de aprovisionamiento** para el caso de todas las partes o ingredientes de la galleta es 0. Esto debido a que el tiempo que demora en llegar el ingrediente desde que se hace

su respectivo pedido (lead time), es, en todos los casos, menor al número de días que comprende un periodo completo (15 días).

Los resultados del MRP se consignaron en las siguientes tablas:

**Tabla 13**

*Resultados MRP*

GALLETA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RB	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	400	350	350	400	350	350	400	400	
LLP																									
IM	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
RN	352	302	302	302	302	302	352	302	302	302	302	352	302	302	352	302	302	352	302	352	302	302	352	352	
PRO	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	400	350	350	400	350	350	400	400	
PCO	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	400	350	350	400	350	350	400	400	

HARINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RB	2500	2188	2188	2188	2188	2188	2500	2188	2188	2188	2188	2188	2500	2188	2188	2188	2500	2188	2188	2500	2188	2188	2188	2500	2500
LLP																									
IM	0	313	625	938	1250	1563	1563	1875	2188	0	313	625	625	938	1250	1563	1563	1875	2188	2188	0	313	625	625	625
RN	2500	2188	1875	1563	1250	938	938	625	313	0	2188	1875	1875	1563	1250	938	938	625	313	313	0	2188	1875	1875	1875
PRO	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500		2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500		2500	2500	2500	2500
PCO	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500		2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500		2500	2500	2500	2500

AZUCAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RB	1700	1488	1488	1488	1488	1488	1700	1488	1488	1488	1488	1488	1700	1488	1488	1488	1700	1488	1488	1700	1488	1488	1488	1700	1700
LLP																									
IM	3300	0	3513	0	3513	0	3300	0	3513	0	3513	0	3300	0	3513	0	3300	0	3513	0	3513	0	3513	0	3300
RN	1700	0	1488	0	1488	0	1700	0	1488	0	1488	0	1700	0	1488	0	1700	0	1488	0	1488	0	1488	0	1700
PRO	5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000
PCO	5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000		5000

HUEVO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RB	2450	2144	2144	2144	2144	2144	2450	2144	2144	2144	2144	2144	2450	2144	2144	2144	2450	2144	2144	2450	2144	2144	2144	2450	2450
LLP																									
IM	1150	2606	0	1456	2913	0	1150	2606	0	1456	2913	0	1150	2606	0	1456	2606	0	1456	2606	0	1456	2913	0	1150
RN	2450	994	0	2144	688	0	2450	994	0	2144	688	0	2450	994	0	2144	994	0	2144	994	0	2144	688	0	2450
PRO	3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600
PCO	3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600	3600		3600

MANTEQUILLA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RB	1092	956	956	956	956	956	1092	956	956	956	956	956	1092	956	956	956	1092	956	956	1092	956	956	956	1092	1092
LLP																									
IM	1408	0	1545	0	1545	0	1408	0	1545	0	1545	0	1408	0	1545	0	1408	0	1545	0	1545	0	1545	0	1408
RN	1092	0	956	0	956	0	1092	0	956	0	956	0	1092	0	956	0	1092	0	956	0	956	0	956	0	1092
PRO	2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500
PCO	2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500		2500

ESENCIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RB	120	105	105	105	105	105	120	105	105	105	105	105	120	105	105	105	120	105	105	120	105	105	105	120	120
LLP																									
IM	0	15	30	45	60	75	75	90	105	0	15	30	30	45	60	75	75	90	105	105	0	15	30	30	30
RN	120	105	90	75	60	45	45	30	15	0	105	90	90	75	60	45	45	30	15	15	0	105	90	90	90
PRO	120	120	120	120	120	120	120	120	120		120	120	120	120	120	120	120	120	120	120		120	120	120	120
PCO	120	120	120	120	120	120	120	120	120		120	120	120	120	120	120	120	120	120	120		120	120	120	120

SAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
RB	28	25	25	25	25	25	28	25	25	25	25	25	28	25	25	25	28	25	25	28	25	25	25	28	28
LLP																									
IM	472	0	476	0	476	0	472	0	476	0	476	0	472	0	476	0	472	0	476	0	476	0	476	0	472
RN	28	0	25	0	25	0	28	0	25	0	25	0	28	0	25	0	28	0	25	0	25	0	25	0	28
PRO	500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500
PCO	500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500

*Nota.* Tabla de elaboración propia con base en los resultados del MRP (2025).

Resumen del MRP, promedio mensual:

- Harina: 4791.66 g.
- Azúcar: 5416.66 g.

- Huevo: 5100g.
- Mantequilla: 2708.33 g.
- Esencia: 230g.
- Sal: 541.66g.

El uso del MRP ayuda a evitar interrupciones por falta de materiales y optimiza los niveles de inventario. Esto al brindar a la empresa un calendario de compras de materia prima claro, estructurado y alineado con su plan maestro de producción (MPS) que a su vez parte de una base sólida como lo es un pronóstico de la demanda confiable.

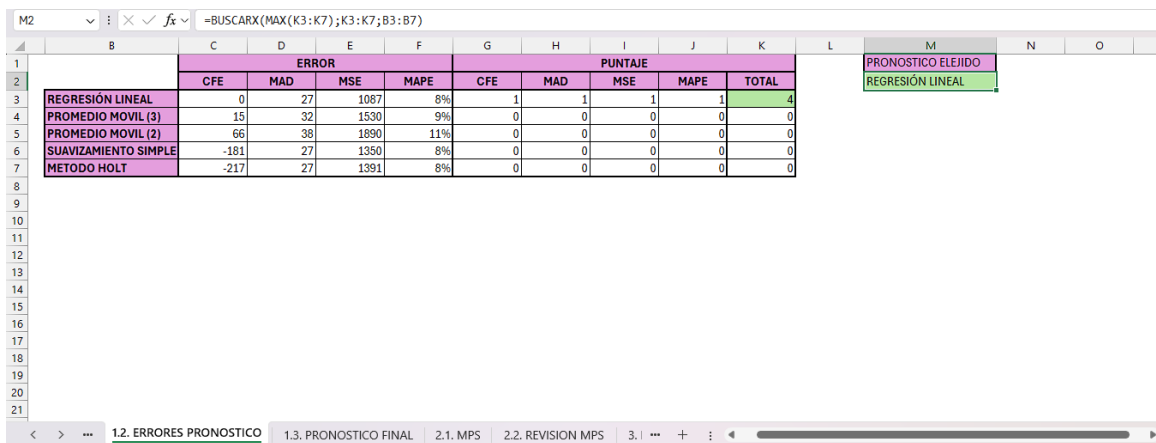
## 10. Diseñar una Herramienta de Apoyo para la Empresa que Integre los Resultados del estudio operativo.

Como producto integrador del análisis de pronóstico, planeación y control, se desarrolló una herramienta en Microsoft Excel que automatiza en gran medida los cálculos del pronóstico de la demanda, el Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) y el Plan Maestro de Producción (MPS). Esta herramienta permite que la empresa actualice periódicamente su planificación productiva a partir de los datos históricos de ventas, de manera que los procesos de estimación, programación y abastecimiento se realicen de forma coherente y coordinada.

Se trata de un archivo de Excel que se estructura en tres bloques principales (véase **anexo C**). El primero corresponde al **módulo de pronóstico de la demanda**, compuesto por hojas dedicadas a distintos métodos de series de tiempo: regresión lineal, suavizamiento exponencial simple, promedio móvil y método de Holt.

Cada método calcula sus respectivos errores (CFE, MAD, MSE y MPE), los cuales se resumen en una hoja de evaluación comparativa que permite seleccionar el modelo más preciso con un sistema de puntaje. Esto al asignar un punto al método con mejor desempeño por cada error, para luego elegir el método de series de tiempo con mayor puntaje.

**Figura 19**



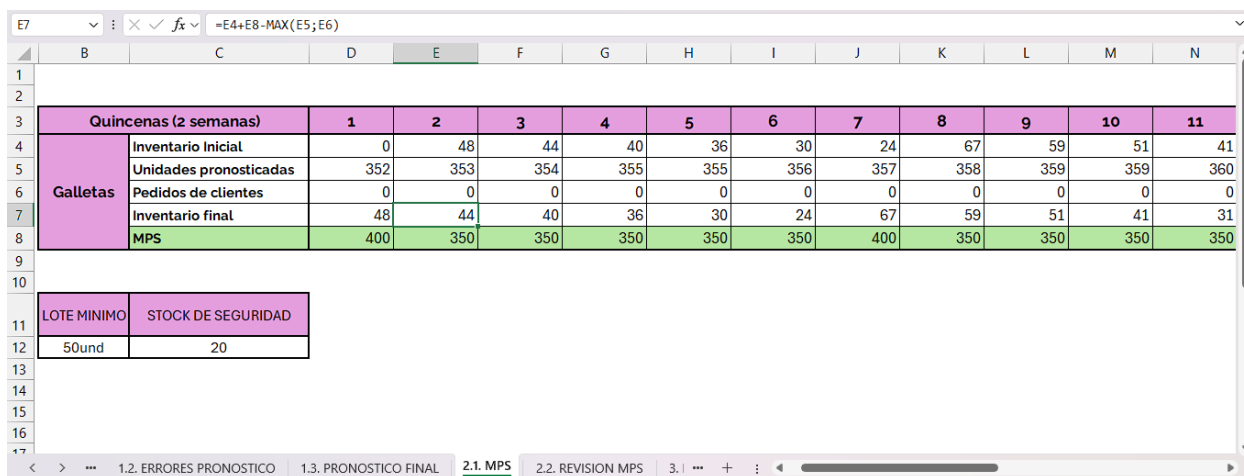
	ERROR				PUNTAJE				
	CFE	MAD	MSE	MAPE	CFE	MAD	MSE	MAPE	TOTAL
REGRESIÓN LINEAL	0	27	1087	8%	1	1	1	1	4
PROMEDIO MÓVIL (3)	15	32	1530	9%	0	0	0	0	0
PROMEDIO MÓVIL (2)	66	38	1890	11%	0	0	0	0	0
SUAVIZAMIENTO SIMPLE	-181	27	1350	8%	0	0	0	0	0
METODO HOLT	-217	27	1391	8%	0	0	0	0	0

*Nota.* Captura tomada directamente de la herramienta (2025).

Como resultado, en la hoja “PRONÓSTICO FINAL” se trae el pronóstico de la demanda del método elegido automáticamente.

El segundo bloque corresponde al **Plan Maestro de Producción (MPS)**, donde el sistema toma como entrada los datos del pronóstico final y programa la cantidad de unidades a producir en cada periodo. En la primera hoja se realizan los cálculos automáticamente de las “Unidades pronosticadas” y del “Inventario final”, teniendo que ingresar manualmente los “Pedidos de clientes” por cada periodo cuando sea necesario. Para el cálculo del MRP el usuario debe seguir métodos heurísticos simples y obtener el resultado final de manera manual.

**Figura 20**



Quincenas (2 semanas)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Galletas	Inventario Inicial	0	48	44	40	36	30	24	67	59	51	41
	Unidades pronosticadas	352	353	354	355	355	356	357	358	359	359	360
	Pedidos de clientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario final	48	44	40	36	30	24	67	59	51	41	31
	MPS	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	350

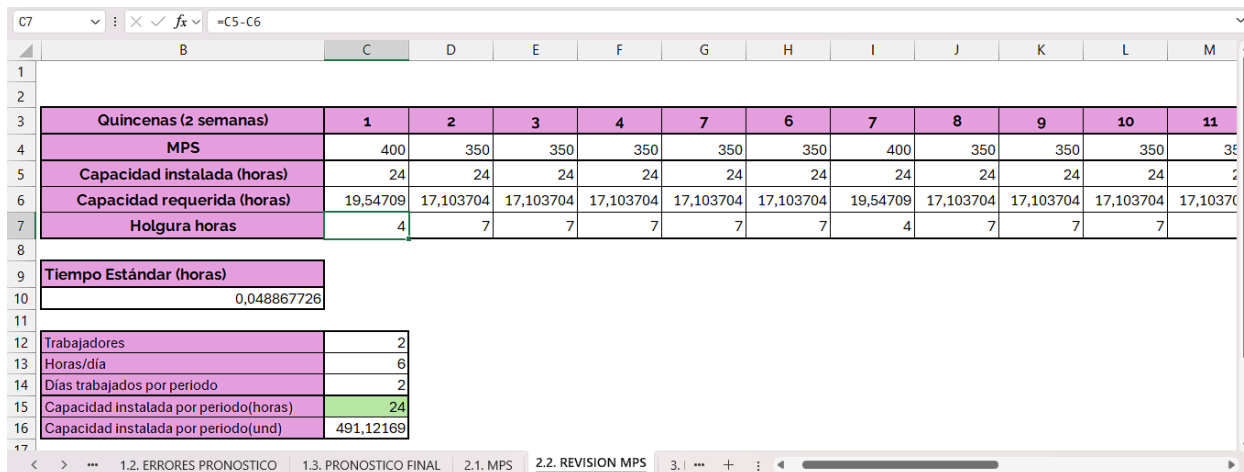
  

LOTE MINIMO	STOCK DE SEGURIDAD
50und	20

*Nota.* Captura tomada directamente de la herramienta (2025).

Este módulo incluye una hoja adicional de revisión que contrasta la **capacidad instalada** con la **capacidad requerida**, identificando posibles déficits y permitiendo reajustar los volúmenes de producción antes de su ejecución. Para esto, el usuario debe ingresar datos básicos como lo son el número de trabajadores que participan en la producción de galleta, las horas al día que trabajan y el número de días que trabajan por cada periodo. De esta manera se calculará automáticamente la holgura o déficit de la capacidad requerida (calculada en el MPS) vs la capacidad instalada.

**Figura 21**



Quincenas (2 semanas)	1	2	3	4	7	6	7	8	9	10	11
MPS	400	350	350	350	350	350	400	350	350	350	350
Capacidad instalada (horas)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Capacidad requerida (horas)	19,54709	17,103704	17,103704	17,103704	17,103704	17,103704	19,54709	17,103704	17,103704	17,103704	17,103704
Holgura horas	4	7	7	7	7	7	4	7	7	7	7
<b>Tiempo Estándar (horas)</b>											
	0,048867726										
Trabajadores	2										
Horas/día	6										
Días trabajados por periodo	2										
Capacidad instalada por periodo(horas)	24										
Capacidad instalada por periodo(und)	491,12169										

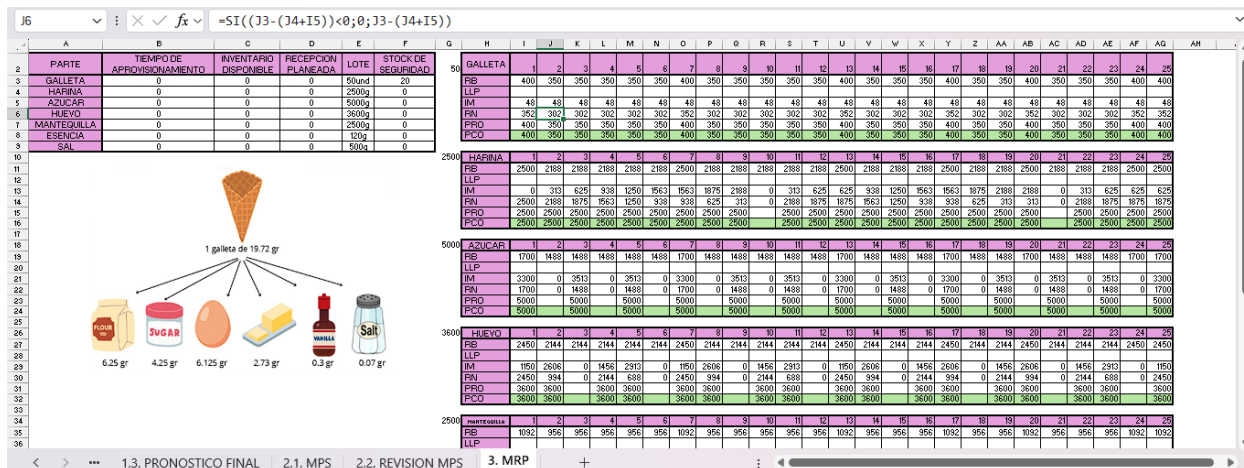
*Nota.* Captura tomada directamente de la herramienta (2025).

Con estos datos, el usuario podrá modificar el MPS si es necesario, intentando lograr un balance entre holguras y demanda.

El tercer bloque corresponde al **Plan de Requerimientos de Materiales (MRP)**, el cual traduce las cantidades planificadas en el MPS en necesidades brutas, netas y planificadas de cada materia prima. Para ello, el sistema considera el tamaño de lote de cada insumo, los niveles de inventario inicial y los parámetros de stock de seguridad definidos en el diagrama de materiales (BOM).

El usuario debe ingresar de manera manual las entradas programadas de materia prima (LLP), y el sistema calculará de manera automática los requerimientos brutos (RB), inventarios a la mano (IM), y los requerimientos netos (RN) de cada periodo. Para el cálculo de los pedidos colocados (PCO) y de las entradas programadas (PRO), el usuario deberá seguir métodos heurísticos simples para obtener el resultado final del MPS por cada ingrediente.

Figura 22



Nota. Captura tomada directamente de la herramienta (2025).

La herramienta se diseñó para que, en su conjunto, permita una visión integrada de la planeación operativa de la empresa. Esto con el objetivo reducir el esfuerzo manual, aumentar la precisión en los cálculos y facilitar la toma de decisiones basadas en información actualizada. Además, su estructura modular y parametrizable posibilita la actualización anual mediante el ingreso de nuevos datos de ventas, asegurando su sostenibilidad en el tiempo como instrumento de gestión productiva.

### 11. Evaluar la percepción de la calidad del servicio ofrecido por la heladería Bombón Ártico mediante la aplicación del modelo SERVQUAL, como parte del análisis del comportamiento del consumidor del mercado local.

Se utilizó el modelo SERVQUAL para evaluar de forma integral la calidad del servicio percibida por los clientes, ya que permite medir las expectativas frente a las percepciones del servicio en dimensiones como fiabilidad, capacidad de respuesta, tangibilidad, empatía y seguridad (Frsihi et al., 2021).

El modelo mide la diferencia entre la **percepción** del servicio recibido ( $P_i$ ) y la **expectativa** generada por el cliente ( $E_i$ ) respecto a cada ítem del cuestionario, de manera que el índice individual se calcula como:

$$SERVQUAL_i = P_i - E_i \quad (18)$$

A partir de estos resultados se obtiene un promedio por cada una de las cinco dimensiones del modelo (tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía) mediante la fórmula:

$$SERVQUAL_d = \frac{\sum(P_i - E_i)}{n_d} \quad (19)$$

donde  $n_d$  corresponde al número de ítems evaluados en la dimensión  $d$ . Finalmente, el índice global de calidad percibida del servicio se calcula como la suma de los promedios por dimensión:

$$SERVQUAL_{total} = \sum_{d=1}^5 SERVQUAL_d \quad (20)$$

Este procedimiento permite identificar con claridad las brechas (gaps) de calidad, diferenciando los aspectos del servicio que superan, cumplen o no alcanzan las expectativas de los usuarios, lo que resulta esencial para orientar mejoras en la gestión (Hoque, Akhter, Absar, Khandaker, & Al-Mamun, 2023).

Las respuestas se basaban en la siguiente escala:

**Tabla 14**

ESTADOS	
0	Totalmente en desacuerdo / Servicio nulo o inexistente
1	Muy en desacuerdo / Muy deficiente
2	En desacuerdo / Deficiente
3	Ligeramente en desacuerdo / Poco satisfactorio
4	Neutral / Servicio regular
5	Ligeramente de acuerdo / Satisfactorio
6	De acuerdo / Muy buen servicio
7	Muy de acuerdo / Servicio excelente

*Nota.* Elaboración propia (2025).

Para la encuesta de expectativa, se seleccionaron 5 personas que no habían probado el helado, mientras que para la de percepción, fueron elegidos 5 clientes establecidos de la heladería. A continuación, se muestran los resultados por expectativa y por percepción:

**Tabla 15**

ESPECTATIVA								
#	Categoría	Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
1	Fiabilidad	¿Espero que la heladería cumpla con lo que promete?	7	7	7	6,5	7	6,9
2		¿Espero recibir exactamente lo que ordené?	7	7	7	7	7	7
3		¿Espero que me atiendan siempre igual de bien?	7	6,5	6,5	6,5	7	6,7
4		¿Espero que cumplan los tiempos de entrega?	6	5	7	5	7	6
5	Capacidad de respuesta	¿Espero ser atendido con rapidez?	6,5	6	6,5	7	6,5	6,5
6		¿Espero que el personal se muestre dispuesto a ayudarme?	7	7	7	7	7	7
7		¿Espero que me resuelvan cualquier inquietud rápidamente?	7	7	7	7	7	7
8	Seguridad	¿Espero que haya personal disponible cuando lo necesite?	7	6,5	7	7	6,5	6,8
9		¿Espero que el personal conozca bien los productos?	7	7	7	7	7	7
10		¿Espero sentirme seguro en cuanto a limpieza e higiene?	7	7	7	7	7	7
11		¿Espero que me traten con cortesía?	7	7	7	7	7	7
12	Empatía	¿Espero que el personal me inspire confianza?	7	6,5	7	7	7	6,9
13		¿Espero que el servicio sea personalizado?	4	5	5	6	6	5,2
14		¿Espero que el personal se interese por mis preferencias?	6	7	7	6	7	6,6
15	Aspectos tangibles	¿Espero sentirme escuchado como cliente?	7	7	7	7	7	7
16		¿Espero un trato cálido y humano?	7	7	7	7	7	7
17		¿Espero que el lugar esté limpio y ordenado?	7	7	7	7	7	7
18		¿Espero que el diseño del local sea agradable?	6	7	7	6,5	7	6,7
19		¿Espero que los productos tengan buena presentación?	7	7	7	7	7	7
20		¿Espero que el personal esté bien presentado?	6	6,5	6,5	7	7	6,6
21		¿Espero que los materiales usados sean de buena calidad?	7	7	7	7	7	7

*Nota.* Elaboración propia (2025).

**Tabla 16**

PERCEPCION								
Categoría	Preguntas	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio	P-E
Fiabilidad	¿Bombón Ártico cumplió con lo que prometió?	7	6,5	7	6,5	7	6,8	-0,1
	¿Recibí exactamente lo que ordené?	7	7	7	7	7	7	0
	¿Me han atendido consistentemente bien en todas mis visitas?	7	7	7	7	7	7	0,3
	¿Cumplieron con el tiempo de entrega?	6,5	7	6	7	7	6,7	0,7
Capacidad de respuesta	¿Me atendieron con rapidez?	7	7	7	7	7	7	0,5
	¿El personal se mostró dispuesto a ayudarme?	7	7	7	7	7	7	0
	¿Me resolvieron cualquier inquietud rápidamente?	7	6	6,5	7	7	6,7	-0,3
	¿Había personal disponible cuando lo necesité?	5	6	6	6,5	7	6,1	-0,7
Seguridad	¿El personal conoce bien los productos?	7	7	7	7	7	7	0
	¿Me sentí seguro respecto a limpieza e higiene?	7	7	7	7	7	7	0
	¿Me trataron con cortesía?	7	7	7	7	7	7	0
	¿El personal me inspiró confianza?	7	7	7	7	7	7	0,1
Empatía	¿Me ofrecieron un servicio personalizado?	6	7	6,5	7	6,5	6,6	1,4
	¿El personal se interesó por mis preferencias?	7	7	7	7	7	7	0,4
	¿Me sentí escuchado como cliente?	7	7	7	7	7	7	0
	¿Recibí un trato cálido y humano?	7	7	7	7	7	7	0
Aspectos tangibles	¿El lugar estaba limpio y ordenado?	6,5	7	7	7	7	6,9	-0,1
	¿El diseño del local fue agradable?	7	6	7	6,5	7	6,7	0
	¿Los productos tenían buena presentación?	7	7	7	7	7	7	0
	¿El personal estaba bien presentado?	7	7	7	7	7	7	0,4
	¿Los materiales usados fueron de buena calidad?	7	7	7	7	7	7	0

*Nota.* Elaboración propia (2025).

En las siguientes tablas se evidencian el resumen de los resultados y el puntaje final por dimensión:

**Tabla 17**

ESPECTATIVA	
CATEGORIA	PROMEDIO CALIFICACION
Fiabilidad	6,65
Capacidad de respuesta	6,825
Seguridad	6,975
Empatía	6,45
Aspectos tangibles	6,86

*Nota.* Elaboración propia (2025).

**Tabla 18**

PERCEPCION	
CATEGORIA	PROMEDIO CALIFICACION
Fiabilidad	6,875
Capacidad de respuesta	6,7
Seguridad	7
Empatía	6,9
Aspectos tangibles	6,92

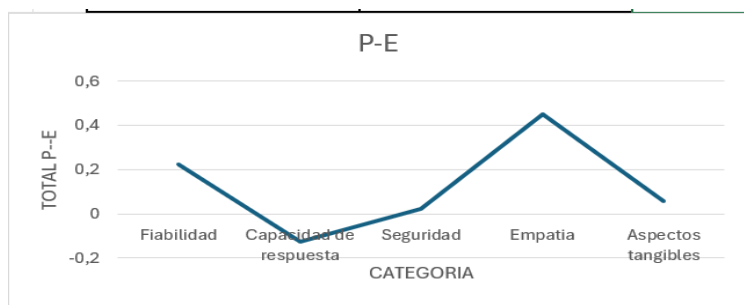
*Nota.* Elaboración propia (2025).

**Tabla 19**

TOTAL	
CATEGORIA	P-E
Fiabilidad	0,225
Capacidad de respuesta	-0,125
Seguridad	0,025
Empatía	0,45
Aspectos tangibles	0,06

*Nota.* Elaboración propia (2025).

**Figura 23**



*Nota.* Grafica total de P-E, elaboración propia (2025).

Análisis del índice P-E (Percepciones menos Expectativas): Revela que la categoría mejor valorada por los usuarios es la empatía, con un puntaje de 0,45, indicando que el servicio supera ampliamente las expectativas en cuanto a atención personalizada y comprensión hacia el cliente. Le sigue la fiabilidad con 0,225, mostrando que el servicio cumple lo prometido y genera confianza. Los aspectos tangibles presentan un valor positivo bajo (0,06), lo que sugiere que la infraestructura y presentación del servicio apenas superan lo esperado, con margen para mejorar. En cuanto a la seguridad, con un valor de 0,025, se evidencia un equilibrio entre lo esperado y lo percibido, sin ser una debilidad, pero tampoco una ventaja destacada. La única categoría con valor negativo es la capacidad de respuesta (-0,125), lo que indica que los usuarios consideran que el tiempo o la eficacia de atención no cumple con sus expectativas, constituyéndose así en la principal área de oportunidad. En conjunto, los resultados del modelo SERVQUAL permiten concluir que existe una percepción globalmente positiva del servicio de la heladería, pero plantea la necesidad de fortalecer la capacidad de respuesta para mejorar la experiencia del usuario.

## 12. Conclusiones

A partir del análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la encuesta de mercado, se pudo identificar características relevantes relacionadas con el perfil, hábitos y preferencias de consumo los clientes establecidos y potenciales de la heladería. En primer lugar, se evidenció que el grupo más significativo dentro del mercado objetivo está conformado principalmente por consumidores jóvenes, especialmente en el rango de edad entre 18 y 35 años.

En cuanto a los hábitos de consumo, los resultados muestran que el helado es un producto frecuentemente consumido y con alta aceptación entre los encuestados. Esto sugiere que su consumo no se limita exclusivamente a ocasiones especiales, sino que forma parte mayormente de los gustos cotidianos de los consumidores, lo que evidencia la existencia de una demanda constante dentro del mercado local.

Los resultados evidenciaron que la posibilidad de personalización, el precio, la presentación y el sabor, tienen un impacto importante en la decisión de compra; así como lo tienen factores externos como lo son la ubicación del establecimiento y las recomendaciones de otras personas, siendo los factores más relevantes para este caso que influyen en el comportamiento de compra de los consumidores.

Finalmente, en relación con las preferencias de consumo, los resultados indican que la mayoría de los encuestados prefiere adquirir helados en heladerías especializadas, destacándose además una clara inclinación hacia la presentación en vaso y los sabores frutales, sin dejar de lado la aceptación de sabores tradicionales.

El análisis del flujo de procesos y el estudio de los tiempos en la fabricación de conos de galleta ayudaron a detectar los cuellos de botella del proceso, además de algunas posibilidades para mejorar la efectividad operativa y la estandarización. Este análisis resultó en un tiempo

estándar de producción de 2.932 minutos por cono y su cálculo resulto fundamental para la programación de la producción.

La aplicación de métodos de series de tiempo para el pronóstico de demanda, en especial la regresión lineal, permitieron establecer una tendencia confiable en las ventas. Este modelo no solo arrojó los errores más bajos (MAPE del 8%), sino que represento el punto de partida para la implementación del MRP y del MPS. Con esto, se pudo calcular un calendario de producción por periodos para el año 2025 así como los requerimientos de materia prima para la galleta de cono de helado. Como resultado del estudio operativo, se logró plantear una base técnica sólida para organizar de manera estructurada los recursos materiales y la producción semanal, asegurando la disponibilidad de insumos sin incurrir en excesos ni desabastecimientos y optimizando la eficiencia general del sistema productivo.

La herramienta desarrollada en Microsoft Excel cumplió con el propósito de integrar los resultados del pronóstico de la demanda, el Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) y el Plan Maestro de Producción (MPS) en un sistema semi automatizado y funcional. Su aplicación demostró la viabilidad de un modelo de planificación que permite actualizar los cálculos de manera dinámica, reduciendo la carga operativa y el margen de error en la toma de decisiones productivas.

La aplicación del modelo SERVQUAL permitió identificar de manera estructurada las percepciones y expectativas de los clientes respecto a la calidad del servicio ofrecido por la heladería Bombón Ártico. Los resultados evidenciaron brechas de servicio en determinadas dimensiones, especialmente en aquellas relacionadas con la capacidad de respuesta y la empatía del personal, mientras que las dimensiones de tangibilidad y fiabilidad obtuvieron mejores valoraciones. Este análisis proporciona una base objetiva para priorizar acciones de mejora en los

aspectos que los clientes consideran más determinantes en su experiencia de compra, fortaleciendo así la relación con el consumidor y la imagen del negocio.

## Referencias

- Álvarez Torres, D. C., Pineda García, N. C., & Torres Pulido, M. (2012). *Sistema de control y registro en los procesos de inventario, pedido y ventas de la empresa La Heladería*.
- American Society of Mechanical Engineers. (1947). *ASME standard; operation and flow process charts, developed by the ASME Special Committee on Standardization of Therbligs, Process Charts, and Their Symbols*. New York: ASME. Recuperado de <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015039876274>
- Araya, Y. C. (2005). Una revisión crítica del concepto de creatividad. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 5(1), 0.
- Armendáriz Sanz, J. L. (2019). *Procesos básicos de pastelería y repostería. Postres en restauración 2*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Barnes, R. M. (1980). *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work* (7th ed.). John Wiley & Sons. Recuperado de <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=wu.89038754164>
- Cajahuishca Sailema, R. M. (2018). *Propuesta de factibilidad para la creación de una heladería artesanal, utilizando conos de sabores en el cantón Puyo, provincia de Pastaza 2017 (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)*.
- Carbache Mora, C. A., Herrera Bartolomé, C., & Talledo Delgado, L. K. (2020). Estrategias de marketing para fortalecer la imagen de servicio de los helados artesanales del "Charra" en Bahía de Caráquez. *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), 121-140.
- Carbajal Leon, J. A. (2022). *Creación del manual de marca de la empresa de helados artesanales Macu*.

- Chávez, D. A., Mendiola Zapata, N. X., & Cabrera Gil-Grados, E. M. (2024). Mejora en la gestión de abastecimiento, planeamiento y control de la producción a través de las herramientas Material Requirements Planning y Master Production Schedule en una MYPE Dark Kitchen. *Ingeniería Industrial*, 46, 83–103.
- Cubiles, M. R. (1964). El muestreo en tiempos de trabajo. Documentación Administrativa.
- Cuéllar, F. E. (2010). *Plan de negocios para una heladería*. México, DF, México: UNAM, Facultad de ingeniería.
- Cusimano, J., Ríos, R. A., Herrero, F., Faba, E., & Marchetti, P. A. (2023). Programación maestra de la producción de una planta de alimentos para mascotas mediante una metodología de optimización basada en horizonte rodante. *SADIO Electronic Journal of Informatics and Operations Research*, 22(1), e011.
- Dorado, W. F. N., Manjarrez, W. G. C., & Saguay, L. F. G. (2022). Sistema de Costos por Procesos, y su incidencia en los Estados Financieros de una Heladería. *Revista Imaginario Social*, 5(2), 32-47.
- Duarte, T., & Tibana, M. R. (2009). Emprendimiento, una opción para el desarrollo. *Scientia et technica*, 15(43), 326-331.
- Dzwolak, W., & Górska-Warsewicz, H. (2019). Assessment of HACCP plans in standardized food safety management systems – The case of small-sized Polish food businesses. *Food Control*, 106, 106716.
- Fernandez, F. J. (2017). Estudio de mercado. Lulu. com.
- Frsihi, W., et al. (2021). SERVQUAL Method as an “Old New” Tool for Improving the Quality of Medical Services: A Literature Review. *International Journal of*

*Environmental Research and Public Health*, 18(20), 10758.

<https://doi.org/10.3390/ijerph182010758>

García, C. D., Acevedo, I. M., & Peraza, L. A. S. (2023). Identificación de atributos intrínsecos al helado que usan los consumidores como señales de su calidad sensorial.

*Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 33(1), 50-53.

González Martínez, J., & Rey Bautista, F. (2017). Procesos básicos de pastelería y repostería.

Ediciones Paraninfo, SA.

Gracia Rosich, R. (2014). *Más que postres*.

Guiné, R. P. F. (2020). The link between the consumer and innovations: Consumer behaviour, acceptance and willingness to pay for new foods. *Foods*, 9(9), 1317.

Hair, J. F. (2010). *Investigación de mercados*.

Hernández Rodríguez, C., & Cano Flores, M. (2017). La importancia del benchmarking como herramienta para incrementar la calidad en el servicio en las organizaciones.

Herrera, F., Loureiro, S. M. C., & Rodríguez, V. (2021). QUICKSERV: A validated scale for measuring service quality in quick-service restaurants. *British Food Journal*, 123(13), 123–145.

Hoque, U. S., Akhter, N., Absar, N., Khandaker, M. U., & Al-Mamun, A. (2023). Assessing Service Quality Using SERVQUAL Model: An Empirical Study on Some Private Universities in Bangladesh. *Trends in Higher Education*, 2(1), 255-269.

<https://doi.org/10.3390/higheredu2010013>

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice* (2nd ed.). OTexts. Recuperado de <https://otexts.com/fpp2>

- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). OTexts. Recuperado de <https://otexts.com/fpp3>
- Insuasti, P. R. M., & Silva, E. (2022). Un análisis conjunto de la calidad del servicio: estudio de los modelos SERVQUAL e INTSERVQUAL. *Investigación Turística*, 12(2), 45–62.
- Jonsson, P., & Kjellsdotter Ivert, L. (2015). Improving performance with sophisticated master production scheduling. *International Journal of Production Economics*, 168, 118–130. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.003>
- Juris, L., & Carlos, L. (2017). *Estudio de mercados para medir las alternativas al cono tradicional que le interesan a los consumidores de helado en la localidad de Fontibón*.
- Kotler, P., Armstrong, G., & Opresnik, M. O. (2022). *Principles of marketing* (19th ed.). Pearson Education.
- López Moreno, J. L. (2020). *Plan de negocios para una empresa de producción y exportación de helados artesanales de frutas tropicales en la ciudad de Latacunga-Ecuador*.
- Manene, L. M. (2011). Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones.
- Martignon Ocampo, M. (2016). *Estimación y pronóstico de demanda : una diferenciación práctica*. Universidad de los Andes. Disponible en: <https://hdl.handle.net/1992/61424>
- Masniar, M., Marasabessy, U. R., Astrides, E., Ahistasari, A., Wahyudien, M. A. N., & Rachmadhani, M. (2023). Analysis of work measurement using the stopwatch time study method at PTEA. *Journal of Industrial System Engineering and Management*, 2(1), 23–31. <https://doi.org/10.56882/jisem.v2i1.14>

- Miño-Cascante, G., Saumell-Fonseca, E., Toledo-Borrego, A., Roldan-Ruenes, A., & Moreno-García, R. R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP: Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. *Tecnología Química*, 35(2), 248–260. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543787008>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Methods, Standards, and Work Design* (13th ed.). McGraw-Hill.
- Nogales, Á. F. (2004). *Investigación y técnicas de mercado*. Esic Editorial.
- Organización Internacional del Trabajo. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Oficina Internacional del Trabajo.
- Otalora Gutiérrez, A. E. (2021). *Estrategia de calidad del servicio para mejorar la atención al cliente en heladería*.
- Pinto Jimenez, L. A. *Plan de negocios en la creación de una empresa productora de cono para helados y obleas de galleta en el municipio de floridablanca santander*.
- Ponti, F. (2008). *Pasión por innovar: un modelo novedoso que incentiva la creatividad empresarial*. Editorial Norma.
- Raja Mamat, T. N. A. b., Johan, N. A. A., Mohamad Khair, F. N., Ibrahim, R., Idris, A. A., Teoh Xue Ning, S., & Sari, E. (2022). Production planning concepts for small and medium enterprises (SMEs): A case study in a bakery company. *International Journal of Industrial Management*, 16(1), 25–30.
- Savsar, M., & Çiçek, H. (2021). Analysis and improvement of production planning processes in a food factory. *European Journal of Science and Technology*, 29, 377–386.
- Tawfik, L., Chauvel, A. M., & Araiza, J. G. M. (1984). *Administración de la producción*. Nueva Editorial Interamericana.

Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, F. R. (2005). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management* (6th ed.). McGraw-Hill.

Recuperado de <https://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/27567/1/476.pdf>



## ANEXOS

### Anexo A. Observaciones cronometradas por actividad para calculo tiempo estándar.

Tabla B1

OPERACIÓN #	NOMBRE OPERACIÓN	ACTIVIDAD	TIEMPOS											
			1	FV	2	FV	3	FV	4	FV	5	FV	6	FV
O-1	Derretir mantequilla	PESAR MANTEQUILLA	0,132	96	0,120	105	0,124	100	0,120	105	0,128	98	0,120	105
		DERRETIR MANTEQUILLA	1,120	110	1,200	100	1,290	97	1,120	110	1,200	100	1,290	97
O-2	Separación clara de yema	SEPARAR CLARA DE YEMA	1,700	110	1,930	96	1,810	100	1,830	99	1,730	105	1,700	110
		PESAR Y CERNIR HARINA	3,300	110	3,563	100	3,826	96	3,300	110	3,563	100	3,826	96
O-3	Cernir harina, azucar y sal	PESAR Y CERNIR AZUCAR	2,779	110	3,000	100	3,221	98	3,221	98	2,779	110	3,000	100
		MEDIR SAL	0,057	105	0,060	100	0,064	98	0,058	105	0,067	98	0,057	105
O-4	Mezclar lo resultante	MEZCLAR LO RESULTANTE	3,020	100	3,240	97	2,830	107	3,090	100	3,020	100	3,240	97
O1-1	Batir mezcla con la clara y la mantequilla	MEDIR Y AÑADIR ESCENCIA DE VAINILLA	0,056	105	0,060	100	0,064	97	0,056	105	0,060	100	0,064	97
		BATIR MEZCLA CON LA CLARA Y LA MANTEQUILLA	2,350	105	2,620	97	2,360	105	2,470	100	2,200	110	2,350	105
I-1	INSPECCION	INSPECCION DESPUES DE NEVERA	4,631	110	5,000	100	5,369	97	4,631	110	5,000	100	5,369	97
O-5	Cocinar	TOMAR MASA CON JERINGA	1,317	110	1,522	97	1,527	97	1,370	105	1,474	100	1,317	110
		EXPULSAR DE JERINGA EN WAFLERA	0,921	105	0,994	100	1,067	96	0,921	105	0,994	100	1,067	96
		RETIRAR DE WAFLERA	59,756	105	60,200	100								
O-6	Moldear en forma de cono	TOMAR GALLETA	0,463	110	0,500	100	0,537	98	0,482	110	0,518	97	0,463	110
		MOLDEAR	13,767	110	14,864	100	15,961	98	13,767	110	14,864	100	15,961	98
O-7	Enfriar	ENFRIAR	44,678	105	45,000	100	46,322	98						
O-8	Cubrir con chocolate y chispitas	AGREGAR CHOCOLATE	0,901	110	0,973	100	1,045	97	0,937	100	1,009	98	0,901	110
		AGREGAR TOPPINGS	0,710	105	0,760	100	0,800	98	0,730	102	0,710	105	0,760	100

TIEMPOS																	PROMEDIO		
7	FV	8	FV	9	FV	10	FV	11	FV	12	FV	13	FV	14	FV	15	FV	TIEMPOS	F.V
0,131	97	0,120	105	0,126	99	0,120	105	0,127	99									0,124	101,227
1,170	105	1,220	98															1,201	102,125
1,930	96	1,810	100															1,805	102,000
3,432	105	3,694	98	3,300	110	3,563	100											3,537	102,500
3,221	98	2,779	110	3,000	100	3,221	98											3,022	102,200
0,060	100	0,064	98	0,057	105	0,060	100	0,064	98	0,057	105	0,060	100	0,058	105	0,067	98	0,061	101,333
3,020	100	3,240	97	3,020	100	3,240	97	2,820	107									3,071	100,182
0,056	105	0,060	100	0,064	97													0,060	100,667
2,620	97	2,360	105	2,470	100	2,200	110	2,350	105	2,620	97	2,360	105					2,410	103,154
4,815	110	5,185	98	4,631	110	5,000	100	5,369										5,000	103,200
1,522	97	1,527	97	1,317	110	1,522	97	1,527	97	1,370	105	1,474	100					1,445	101,692
0,921	105	0,994	100	1,067	96	0,957	105											0,990	100,800
																		59,978	102,500
0,500	100	0,537	98	0,463	110	0,500	100											0,496	103,300
14,315	99	15,413	98	13,767	110	14,864	100	15,961	98									14,864	101,909
																		45,333	101,000
0,973	100	1,045	97	0,901	110	0,973	100	1,045	97									0,973	101,727
0,800	98																	0,753	101,143

Nota. Elaboración propia.

### Anexo B. Tablas de resultados de pronósticos de demanda

Tabla B1

Regresión Lineal

PERIODO (Por 15 Días)	# De ventas en el periodo	PRONÓSTICO	ERROR PRONOSTICO	ABS ERROR	% ERROR
1	384	352	32	32	8%
2	303	353	-50	50	17%
3	388	354	34	34	9%
4	365	355	10	10	3%
5	349	355	-6	6	2%
6	301	356	-55	55	18%
7	372	357	15	15	4%
8	373	358	15	15	4%
9	367	359	8	8	2%
10	399	359	40	40	10%
11	308	360	-52	52	17%
12	303	361	-58	58	19%
13	381	362	19	19	5%
14	363	362	1	1	0%
15	367	363	4	4	1%
16	410	364	46	46	11%
17	375	365	10	10	3%
18	419	365	54	54	13%
19	357	366	-9	9	3%
20	314	367	-53	53	17%
21	356	368	-12	12	3%
22	406	368	38	38	9%
23	337	369	-32	32	10%
24	361	370	-9	9	2%
25	380	371	9	9	2%

CFE	0
MAD	26,9
MSE	1086,8
MAPE	7,70%

Nota. Elaboración propia.

## Tabla B2

Promedio Móvil ( $n=3$ )

PERIODO (Por 15 Días)	# De ventas en el periodo	PRONÓSTICO ( $n=3$ )	ERROR PRONOSTICO	ABS ERROR	% ERROR
1	384	2			
2	303				
3	388				
4	365	358	7	7	2%
5	349	352	-3	3	1%
6	301	367	-66	66	22%
7	372	338	34	34	9%
8	373	341	32	32	9%
9	367	349	18	18	5%
10	399	371	28	28	7%
11	308	380	-72	72	23%
12	303	358	-55	55	18%
13	381	337	44	44	12%
14	363	331	32	32	9%
15	367	349	18	18	5%
16	410	370	40	40	10%
17	375	380	-5	5	1%
18	419	384	35	35	8%
19	357	401	-44	44	12%
20	314	384	-70	70	22%
21	356	363	-7	7	2%
22	406	342	64	64	16%
23	337	359	-22	22	6%
24	361	366	-5	5	1%
25	380	368	12	12	3%

CFE	15
MAD	32,4
MSE	1529,9
MAPE	9,28%

Nota. Elaboración propia.

**Tabla B3**

*Promedio Móvil (n=2)*

PERIODO (Por 15 Días)	# De ventas en el periodo	PRONÓSTICO (n=2)	ERROR PRONOSTICO	ABS ERROR	% ERROR
1	384	3			
2	303				
3	388	344	45	45	11%
4	365	346	20	20	5%
5	349	377	-28	28	8%
6	301	357	-56	56	19%
7	372	325	47	47	13%
8	373	337	37	37	10%
9	367	373	-6	6	1%
10	399	370	29	29	7%
11	308	383	-75	75	24%
12	303	354	-51	51	17%
13	381	306	76	76	20%
14	363	342	21	21	6%
15	367	372	-5	5	1%
16	410	365	45	45	11%
17	375	389	-14	14	4%
18	419	393	27	27	6%
19	357	397	-40	40	11%
20	314	388	-74	74	24%
21	356	336	21	21	6%
22	406	335	71	71	17%
23	337	381	-44	44	13%
24	361	372	-11	11	3%
25	380	349	31	31	8%

CFE	66
MAD	37,8
MSE	1889,6
MAPE	10,67%

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla B4**

*Suavizamiento Simple*

PERIODO (Por 15 Días)	# De ventas en el periodo	PRONÓSTI CO	ERROR PRONOSTI CO	ABS ERROR	% ERROR
1	384	384	0	0	0%
2	303	384	-81	81	27%
3	388	376	12	12	3%
4	365	377	-12	12	3%
5	349	376	-27	27	8%
6	301	373	-72	72	24%
7	372	366	6	6	2%
8	373	367	6	6	2%
9	367	367	0	0	0%
10	399	367	32	32	8%
11	308	371	-63	63	20%
12	303	364	-61	61	20%
13	381	358	23	23	6%
14	363	361	2	2	1%
15	367	361	6	6	2%
16	410	361	49	49	12%
17	375	366	9	9	2%
18	419	367	52	52	12%
19	357	372	-15	15	4%
20	314	371	-57	57	18%
21	356	365	-9	9	3%
22	406	364	42	42	10%
23	337	368	-31	31	9%
24	361	365	-4	4	1%
25	380	365	15	15	4%

CFE	-181
MAD	27,4
MSE	1350,2
MAPE	8,05%

ALFA	0,0976236
------	-----------

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla B5**

*Método Holt*

PERIODO (Por 15 Días)	# De ventas en el periodo	PRONÓSTICO	SUAVIZAMIENTO	TENDENCIA	ERROR PRONOSTICO	ABS ERROR	% ERROR
1	384						
2	303	382	384	2	-79	79	26%
3	388	381	383	2	7	7	2%
4	365	380	382	2	-15	15	4%
5	349	379	381	2	-30	30	9%
6	301	378	380	2	-77	77	25%
7	372	377	379	2	-5	5	1%
8	373	376	378	2	-3	3	1%
9	367	374	376	2	-7	7	2%
10	399	373	375	2	26	26	6%
11	308	372	374	2	-64	64	21%
12	303	371	373	2	-68	68	23%
13	381	370	372	2	11	11	3%
14	363	369	371	2	-6	6	2%
15	367	368	370	2	-1	1	0%
16	410	367	369	2	43	43	11%
17	375	366	368	2	9	9	2%
18	419	365	367	2	54	54	13%
19	357	364	366	2	-7	7	2%
20	314	363	365	2	-49	49	15%
21	356	362	364	2	-6	6	2%
22	406	360	362	2	46	46	11%
23	337	359	361	2	-22	22	7%
24	361	358	360	2	3	3	1%
25	380	357	359	2	23	23	6%

CFE	-217
MAD	27,4
MSE	1391,1
MAPE	8,08%

ALFA	0,77
BETA	0,40

*Nota.* Elaboración propia.

**Anexo C. Archivo en Excel: HERRAMIENTA PRONOSTICO, MRP Y MPS.**