



# Fondo Editorial

"San Luis Gonzaga" Digital



## APLICACION DEL MODELO DE INVENTARIO DE CANTIDAD ECONOMICA DE PEDIDO (CEP) CONSIDERANDO E STACIONALIDAD DE DEMANDA DE PANETONES EN LA CIUDAD DE ABANCAY



Gerald Antony Vicencio Checco ✓

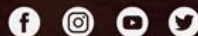
Dagnith Liz Bejarano Luján ✓

Luis Ricardo Paredes Quiroz ✓



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**

Fondo Editorial UNICA



**Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica  
de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda  
de panetones en la ciudad de Abancay**



Gerald Antony Vicencio Checco

Dagnith Liz Bejarano Luján

Luis Ricardo Paredes Quiroz

Ica - Perú  
2024



# Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

© **Gerald Antony Vicencio Checco**  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4893-3611>  
Correo: [gvicencio@unamba.edu.pe](mailto:gvicencio@unamba.edu.pe)

**Dagnith Liz Bejarano Luján**  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4354-8933>  
Correo: [lizbejarano@unat.edu.pe](mailto:lizbejarano@unat.edu.pe)

**Luis Ricardo Paredes Quiroz**  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2763-0363>  
Correo: [lparedes@unamba.edu.pe](mailto:lparedes@unamba.edu.pe)

Editada por:

© Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" (UNICA) - **Fondo Editorial Digital "San Luis Gonzaga"**

Dirección: Prolog. Ayabaca C-9 Urb. San José - Ica., Perú

ISNI: 0000 0001 0744 6628

[fondoeditorialdigital@unica.edu.pe](mailto:fondoeditorialdigital@unica.edu.pe)

Portal Web: <https://unica.edu.pe/>

Primera edición digital: Enero 2024

Libro digital disponible en: <https://fondoeditorial.unica.edu.pe/>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-13108

ISBN: 978-612-45365-8-8

*Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de este libro, así como el tratamiento de su información y la transmisión de cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin la autorización previa y por escrito de los titulares del copyright.*



## Resumen

La presente investigación aplicó el Modelo de Inventario de Cantidad Económica de Pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay. Inicialmente se presenta aspectos teóricos relacionados a gestión de cadena de suministros, planificación y control de la producción, administración de inventario y modelo de cantidad económica de pedido. Seguidamente, se presenta el estudio de la variante del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda y finalmente la aplicación de este modelo considerando estacionalidad de demanda de panetones “Meza” en el año 2019, determinándose 4 pedidos como el número de pedidos óptimo, siendo de 292 unidades cada pedido.

**Palabras clave:** Modelo de inventario, cantidad económica de pedido, demanda estacional, pronóstico de demanda.



## Tabla de Contenido

Resumen.....	4
Introducción .....	7
Capítulo I.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
1.1. Antecedentes .....	9
1.2. Bases Teóricas.....	12
1.2.1. Aspectos operativos sobre gestión de cadena de suministros.....	12
1.2.2. Definición de empresa comercializadora de alimentos.....	14
1.2.3. Aspectos teóricos sobre cadena de suministros	15
1.2.4. Planificación y control de la producción.....	15
1.2.5. Enfoque teórico de la administración de inventario	16
1.2.6. Modelo de cantidad económica de pedido (CEP)	18
1.2.7. Gestión de la cadena de suministros .....	23
Capítulo II .....	26
VARIANTE DEL MODELO MATEMÁTICO DE INVENTARIO DE CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (CEP) CONSIDERANDO ESTACIONALIDAD DE DEMANDA .....	26



**Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay**

2.1 Modelo matemático desarrollado .....	48
2.2 Beneficios del uso del modelo .....	53
2.3 Perspectiva de funcionamiento del modelo matemático desarrollado.....	54
Capítulo III.....	57
APLICACIÓN DEL MODELO DE INVENTARIO DE CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (CEP) CONSIDERANDO ESTACIONALIDAD DE DEMANDA DE PANETONES EN LA CIUDAD DE ABANCAY .....	57
Capítulo IV.....	84
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN .....	84
4.1 Conclusión.....	85
4.2 Recomendación.....	85
Referencias bibliográficas.....	86



## Introducción

En recientes años se ha incrementado el interés de la industria en desarrollar procesos de manera óptima que permitan reducir costos y planificar operaciones con anticipación, para cubrir las demandas del mercado.

La presente publicación aplica el modelo matemático como variante del modelo de Cantidad Económica de Pedido (CEP) para alimentos procesados de demanda histórica con tendencia estacional, a fin de programar anticipadamente requerimientos y reducir costos y tiempo de espera (Vicencio, 2019; Vicencio et al., 2023), considerando parámetros, tales como los tiempos productivos y ociosos del productor, que no son tomados en cuenta en modelos anteriores (Causado, 2015; Rojas, 2013). Luego de presentar información teórica relacionada a la operación y el modelo descrito, se aplicó para pronóstico de abastecimiento de panetones “Meza” en el año 2019, utilizando información histórica semanal de demanda de los años 2017 y 2018 para determinar la cantidad óptima de volumen de pedido y el periodo óptimo para realizar el pedido.





# Capítulo I

## "San Luis Gonzaga"

### MARCO TEÓRICO





## 1.1. Antecedentes

Existen pocos trabajos orientados al desarrollo de modelos que consideran estacionalidad, y son más escasos los trabajos relativos a alimentos procesados. Sin embargo, existen métodos o algoritmos que analizan modelos determinísticos de demanda independiente, que implica una demanda aislada de la influencia de factores externos (Vicencio, 2019). Autores han desarrollado algunos estudios similares a fin de analizar modelos determinísticos de tamaño del lote: un solo lote, lote por lote, cantidad económica de pedido CEP), algoritmo Silver-Meal (SM), costo unitario mínimo (CUM), balanceo de periodo fragmentado (BPF) y algoritmo de Wagner-Whitin (WW), para el aprovisionamiento de materiales como parte de la gestión de inventarios sujetos a demanda independiente (Bustos et al., 2012).

En el presente trabajo de investigación, se pretendió distribuir eficientemente los periodos en los cuales se realizaban los pedidos, así como determinar el volumen óptimo de los pedidos, para lo cual se buscó analizar el comportamiento de los pronósticos de demanda, aprovechando para ello la tendencia estacional presente, de modo que se optimice procesos



inherentes al manejo de inventarios, recurriendo a diferentes fuentes.

Nahmias (2007) relata que el algoritmo de Wagner–Whitin (WW) tiene como objetivo minimizar el costo de ordenar (preparar) y de mantener el inventario. Este algoritmo produce una solución de costo mínimo que lleva a una cantidad óptima por ordenar. Asimismo, la optimización está basada en una programación dinámica y evalúa todas las maneras posibles de ordenar para cubrir la demanda en cada periodo del horizonte de planeación (Sipper y Bulfin, 1998).

Heizer et al. (2001) considera que el balanceo de periodo fragmentado (BPF) intenta equilibrar el costo de ordenar un pedido y el costo de mantener el inventario tomando en cuenta las necesidades del tamaño del siguiente lote en el futuro. Estos mismos autores introducen el concepto de costo de mantenimiento y el costo por ordenar como componentes del costo total que acarrea el manejo de inventarios, resaltando los costos innecesarios en que incurre la organización por el mal uso de los recursos. Además, manifiestan que el equilibrio de unidades entre periodos genera una tasa unidad periodo económico o factor de periodo fragmentado (FPF), que es la



relación entre el costo de ordenar un pedido y el costo de mantenimiento del inventario.

Los modelos matemáticos son utilizados en el desarrollo de estrategias para optimizar las operaciones y procesos en la cadena de suministros, a fin de reducir costos propios del manejo de inventario, en este contexto Liu y Ridway (1985), Kusrini (2005) y Absi y Sidhoum (2008) mencionan una técnica denominada LIMIT (Técnica de Interpolación para la Gestión de Inventarios por Lote Económico, por sus siglas en inglés de Lot-size Inventory Management Interpolation Technique) utilizada para una óptima gestión de inventarios, asimismo indican que en el manejo de inventarios agregados, la importancia de la técnica LIMIT radica en tratar con las restricciones de costos asociadas. Infiriéndose que para la optimización de recursos algunas técnicas recurren al uso de restricciones.

Entre los estudios previos de relaciones presentes en la cadena de suministros que permitan establecer factores optimizables, podemos citar la relación entre el lote económico de producción del proveedor y la cantidad económica de pedido del comercializador. Asimismo, las relaciones presentes en la cadena de suministros utilizan metodologías cada vez más precisas en el cálculo de parámetros de la comercialización, pues



el manejo de inventario tiene implicancia económica en la organización. Al respecto, Brooking et al. (1995) indican que el concepto básico de cantidad económica de pedido o lote económico de producción fue publicado por F.W. Harris en 1915 y el método estadístico para determinar los puntos de pedido fue presentado por R.H. Wilson en 1934. Además, Piña (2012) indica que desde aquellos años se han aplicado a los problemas de gestión de inventarios, técnicas analíticas cada vez más refinadas; la razón de que se haya dado mayor atención a los inventarios es que para varias empresas, esa cifra es la partida mayor que aparece del lado del activo en los balances.

## **1.2. Bases Teóricas**

### **1.2.1. Aspectos operativos sobre gestión de cadena de suministros**

La cadena de suministro se ha convertido en un medio para que las empresas aumenten su productividad y competitividad (Vicencio, 2019). La gestión de almacenes es un proceso crítico dentro de la cadena de suministro debido a que se encarga de la administración de los inventarios y, en la mayoría de los casos, gestiona las necesidades de los clientes de la empresa (Correa, 2010).



En un sistema de producción justo a tiempo, el inventario se considera un desperdicio. Sin embargo, si la organización tiene dificultades en su flujo de caja o carece de control sólido sobre: la transferencia de información electrónica entre los departamentos y los proveedores importantes, los plazos de entrega y la calidad de los materiales que recibe; es sumamente importante disponer de un control de inventario (Muller, 2005).

La teoría de inventarios surge con la finalidad de determinar las reglas que la gerencia pueda aplicar para reducir al mínimo los costos relacionados con el mantenimiento de existencias y cumplir con la demanda del consumidor. Así los modelos de inventario responden a las siguientes preguntas (Winston, 1994): ¿Cuándo se debe pedir un producto? ¿Cuánto se debe pedir del producto?

Si se compra una cantidad mayor de un artículo, pero con menor frecuencia, los costos de pedido son menores que si se compra en pequeñas cantidades una y otra vez (sin embargo, los costos de mantener un artículo por un periodo de tiempo mayor serán más altos). Con el fin de controlar los costos de pedido y asegurar precios favorables, varias organizaciones expiden órdenes de compra globales acopladas con fechas periódicas de



salida y recepción de las unidades de existencias pedidas (Muller, 2005).

La actividad de compras juega un papel importante en la mayor parte de las organizaciones, dado que los materiales adquiridos generalmente representan entre el 40 y el 60% del valor de las ventas de productos finales. Esto significa que reducciones de costos relativamente pequeñas pueden tener un mayor impacto sobre los beneficios que iguales mejoras en otras áreas de la organización (Ballou, 2004).

### **1.2.2. Definición de empresa comercializadora de alimentos**

Una empresa comercializadora establece una serie de procesos para acopiar y distribuir un producto industrial, brindando condiciones necesarias para su almacenado y transporte como parte de la comercialización; en algunos casos brinda un área de ventas donde se relacione de manera directa con el cliente (Cedillo, 2008).

Una empresa manufacturera de alimentos, se enfrenta a la perecibilidad, por ello la producción y la comercialización deben de estar ligados simultáneamente uno a otro recurriendo a factores como logística empresarial, adecuados para asegurar una producción lo suficiente para abastecer el mercado a un



costo rentable, evitando pérdidas por perecibilidad y falta de stock en los almacenes.

### **1.2.3. Aspectos teóricos sobre cadena de suministros**

La cadena de suministro es la integración de funciones principales del negocio desde el usuario final a través de proveedores originales que ofrecen productos, servicio e información que agregan valor para los integrantes e interesados (Lambert et al., 2001).

Vicencio (2019) relata que en la actualidad muchas organizaciones logran una ventaja competitiva significativa por la forma en la que configuran y manejan las operaciones de la cadena de suministros; lamentablemente en nuestra sociedad no se considera una gestión óptima de esta cadena de suministros debido al desconocimiento y que implicaría un costo adicional que la empresa no está dispuesta a recurrir.

### **1.2.4. Planificación y control de la producción**

Para Chapman (2006) la principal función de toda organización (pequeña, grande, de manufactura, de servicio, comercial o sin fines de lucro) es la generación, a partir de ciertos procesos, de algún tipo de producto.



A fin de que tales organizaciones sean efectivas y eficientes en la atención a los clientes, sus directivos deben comprender y aplicar algunos principios fundamentales de planificación para la generación del producto, y también para controlar el proceso que lo origina.

Como política empresarial para desarrollar ventajas competitivas frente a las ofertas existentes, no basta tan solo con desarrollar un producto con características preferidas por los clientes, es indispensable contar con stock necesario y establecer periodos de reabastecimiento oportunos para evitar desabastecimiento en los puntos de comercialización.

Ante la posibilidad que pueda ocurrir desabastecimiento, lo cual incurre directamente sobre el precio del producto y por lo tanto sobre la rentabilidad del negocio, es fundamental planificar pedidos anticipados (tiempos de reabastecimiento optimizados) y que no genere mayor costo en el proceso de almacenamiento y/o comercialización.

### **1.2.5. Enfoque teórico de la administración de inventario**

Vicencio (2019) relata que, en la actualidad, la administración de inventarios es uno de los retos más importantes que enfrentan





los directivos en cuestión de planificación y control, sobre todo en empresas de manufactura.

Aunque técnicamente los inventarios constituyen un activo en el balance general de la compañía, casi todos los ejecutivos contables o financieros consideran que mantenerlos implica un gasto significativo, y que su misión es minimizarlo lo más posible (Chapman, 2006).

La administración de un inventario es un punto determinante en el manejo estratégico de toda organización, tanto de prestación de servicios como de producción de bienes (Lambert et al., 2001).

Las tareas correspondientes a la administración de un inventario se relacionan con la determinación de los métodos de registro, la determinación de los puntos de rotación, las formas de clasificación y el modelo de reinventario determinado por los métodos de control (el cual determina las cantidades a ordenar o producir, según sea el caso).

Los modelos para administración de inventarios que se basan en el tiempo tienen la ventaja de que no exigen el mantenimiento perpetuo de un balance de inventarios.

Estos modelos simplemente permiten utilizar el inventario sin necesidad de mantener registros actualizados hasta que haya transcurrido cierto tiempo, tras lo cual se cuenta el inventario



remanente y luego se determina la cantidad de reabastecimiento apropiada tomando en cuenta, una vez más, el tiempo de espera (Chapman, 2006).

Si se considera que los cálculos de CEP son básicamente correctos, se puede utilizar la CEP para determinar los intervalos de tiempo involucrados. Por ejemplo, si se utiliza un promedio de 2400 unidades en un año, y la CEP es de 200 unidades, se espera ordenar un promedio de 12 veces por año ( $2400/200 = 12$ ). Esto significa que el intervalo de tiempo debe equivaler a un pedido por mes. Si la demanda sigue un patrón más o menos constante, el intervalo de tiempo asociado con  $(D/Q)$  pedidos por año significará, casi siempre, que la cantidad de pedidos correcta equivaldrá aproximadamente a la CEP (Chapman, 2006).

### **1.2.6. Modelo de cantidad económica de pedido (CEP)**

El CEP intenta equilibrar los dos costos fundamentales asociados con el inventario: el costo de pedido y el costo de mantenimiento de inventario.

El costo de pedido casi siempre se presenta en forma de costo de procesamiento si el material es fabricado, pero también puede referirse al costo de realizar una orden de compra si el material en cuestión se adquiere de un proveedor externo.



El costo de mantener inventario es una combinación de todos los costos enumerados arriba, incluyendo el costo de capital, el cual suele constituir el elemento más grande del total (Chapman, 2006).

El costo de mantener inventario casi siempre se expresa como un porcentaje anual sobre el costo real del artículo. En muchos casos, la fórmula que se emplea para calcular el costo total es (Chapman, 2006):

$$CT = DC + \frac{Q}{2}H + \frac{D}{Q}S \quad (\text{ec. 1})$$

Donde:

CT, es el costo total anual.

D, es la demanda anual.

C, es el costo por artículo.

Q, es la cantidad solicitada por pedido.

H, es el costo anual expresado en unidades monetarias en que se incurre por mantener inventario (donde H es el costo por artículo).

S, es el costo de pedido (el costo de realizar una orden de compra si el material se adquiere, o el costo de procesamiento por lote si se le fabrica).



Además del costo del artículo (DC), los otros dos costos principales son fáciles de explicar.

El término  $Q/2$  es el inventario promedio, bajo el supuesto de una demanda relativamente constante).

Si “Q” artículos conforman el tamaño del lote, habiendo demanda constante Q será el inventario máximo, y cero el mínimo. Dado que la demanda es constante, el promedio entre Q y 0 es  $Q/2$ . Si  $Q/2$  es el inventario promedio y H es el costo monetario de mantener inventario,  $Q/2$  multiplicado por H será el costo de mantenimiento anual de todo el inventario (Chapman, 2006).

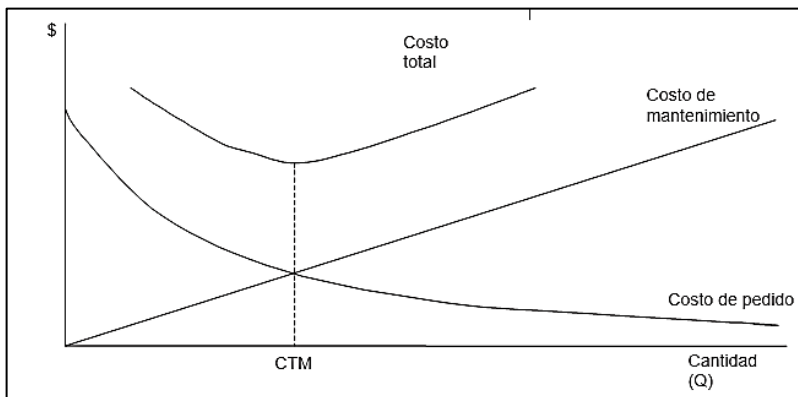
El costo de pedido también es sencillo de explicar. Si la demanda anual es D y la cantidad solicitada por pedido es Q,  $D/Q$  representará la cantidad de pedidos que se realiza por año. Al multiplicar esto por S (el costo unitario de pedido), obtendremos el costo anual de realizar todos los pedidos (Chapman, 2006).

Una gráfica en cuyo trazo se tomarán en cuenta ambos costos (costo de mantenimiento de inventario y costo de pedido) dependientes de la cantidad, se vería como la que se ilustra en la Figura 1 (Chapman, 2006).



## Figura 1

### *Curvas básicas de los costos de inventario*



Fuente: Chapman (2006)

La fórmula para determinar la cantidad económica de pedido se obtiene utilizando cálculo diferencial. Dado que la línea de costo total es una curva convexa, podemos decir que cuenta con un mínimo relativo.

Tomando la primera derivada de la fórmula para calcular el costo total respecto de  $Q$ , igualándola a cero y resolviendo para  $Q$ , obtenemos la fórmula para determinar el costo total mínimo (EOQ), que es (Chapman, 2006):

$$CTM = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (\text{ec. 2})$$



Una de las principales desventajas de este modelo es que supone condiciones prácticamente perfectas, lo cual casi nunca se cumple. Algunos de los supuestos clave son (Chapman, 2006):

- Que la demanda es constante y uniforme
- Que el tiempo de espera es constante
- Que el precio por unidad es constante
- Que el costo de mantener el inventario se basa en el inventario promedio
- Que los costos del pedido y de inicio del procedimiento son constantes
- Que no se permiten pedidos en espera

Si estas condiciones rara vez se cumplen (y ése es el caso), podríamos preguntarnos ¿por qué este modelo se utiliza (o al menos se menciona) tanto? Hay dos motivos importantes para ello.

El primero es que casi todos los modelos de administración de inventarios se basan —por lo menos en parte— en los conceptos del EOQ. Cuando uno o varios de los supuestos básicos que simplifican el modelo se relajan, de hecho, se desarrollan muchos de los modelos más complejos.



El segundo motivo es que, al encontrarse relativamente cerca del EOQ, la curva de costo total resulta bastante “plana”, lo que significa que es posible sustituir la cantidad económica “verdadera” por otra que sea razonable, antes de incurrir en costos significativamente más altos. Otro modo de decir esto es que tanto la fórmula como el concepto de EOQ son bastantes sólidos (Chapman, 2006).

### **1.2.7. Gestión de la cadena de suministros**

El término SCM (del inglés Supply Chain Management) se refiere a las herramientas y métodos cuyo propósito es mejorar y automatizar el suministro a través de la reducción de las existencias y los plazos de entrega.

El término producción "justo a tiempo" caracteriza el concepto de reducir al mínimo las existencias a lo largo de toda la cadena de producción (Lambert et.al., 2001).

En la gestión de la cadena de suministro se consideran relativamente factores inmersos en un mercado establecido y con una demanda prevista de manera anual, donde se utilizan muchos heurísticos para la toma de decisiones, esto genera una alta incertidumbre sobre aspectos reales necesarios para



considerar un cambio en la estrategia de cómo gestionar el stock en los almacenes (Vicencio, 2019).

La gestión óptima de la cadena de suministro busca reducir esta incertidumbre utilizando menos heurísticos, considerar una base para la gestión óptima como lo es el modelo EOQ para manejo de inventarios, además de ello realizar una variante para considerar aspectos estacionales en la demanda y oferta de un producto (Vicencio et al., 2023).

Vicencio (2019) en su estudio consideró alimentos procesados, puesto que, al tener una fecha de caducidad establecida, facilitó considerar estrategias de manejo de inventario frente a demandas inestables.

Casi siempre en el estudio de manejo de inventarios según el modelo EOQ, los supuestos que se condicionan a este modelo no logran cumplirse en la práctica, imposibilitando utilizar de manera efectiva este modelo, por ello se consideran muchas variantes de este modelo en las cuales existen derivadas e integrales en el cálculo de la cantidad económica de pedido volviendo complicado el encontrar parámetros óptimos, por lo cual se recurren a heurísticos para manejar los inventarios (Vicencio et al., 2023).





Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

Debido a que la producción de alimentos procesados está sujeto a la estacionalidad de la demanda, lográndose una relación directa con la comercialización de los productos, es necesario determinar la cantidad optima a solicitar para manejar un inventario adecuado a la demanda y evitar sobrecostos (Vicencio, 2019).



# Capítulo II

## VARIANTE DEL MODELO MATEMÁTICO DE INVENTARIO DE CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (CEP) CONSIDERANDO ESTACIONALIDAD DE DEMANDA



Vicencio (2019) estudió la variante del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando pronóstico de demanda estacional de alimentos procesados.

En su estudio consideró demanda estacional, utilizando un modelo iterativo para encontrar valores óptimos de volúmenes de pedido y periodos en los cuales se realizarían los pedidos.

A partir de información histórica de demanda con comportamiento estacional, utilizando el método de multiplicadores estacionales para pronosticar esta demanda futura en periodos posteriores. Sin embargo, observó que el método difiere significativamente si se consideraban periodos grandes a suavizar, por lo que el autor realizó un pronóstico por sectores:

**A.** Partiendo de información histórica de demanda de los dos últimos años (organizado por meses) con comportamiento estacional (es decir que presenta picos de demanda y diferencias en volúmenes de demanda durante todo el año) de un producto (Tabla 1).



**Tabla 1**

*Información histórica de demanda, distribuida en meses y años*

Información histórica de demanda		
	Periodo	Volumen de demanda
Año 1	Mes 1	$D_1$
	Mes 2	$D_2$
	Mes 3	$D_3$
	Mes 4	$D_4$
	Mes 5	$D_5$
	Mes 6	$D_6$
	Mes 7	$D_7$
	Mes 8	$D_8$
	Mes 9	$D_9$
	Mes 10	$D_{10}$
	Mes 11	$D_{11}$
	Mes 12	$D_{12}$
Año 2	Mes 1	$D_{13}$
	Mes 2	$D_{14}$
	Mes 3	$D_{15}$
	Mes 4	$D_{16}$
	Mes 5	$D_{17}$
	Mes 6	$D_{18}$
	Mes 7	$D_{19}$
	Mes 8	$D_{20}$
	Mes 9	$D_{21}$
	Mes 10	$D_{22}$
	Mes 11	$D_{23}$
	Mes 12	$D_{24}$

**B.** Para evitar errores en el pronóstico de demanda, distribuyó por trimestres la información histórica (Tablas 2, 3, 4 y 5).



**Tabla 2**

*Información histórica del primer trimestre de cada año*

	Primer trimestre	
	Periodo	Volumen de demanda
Año 1	Mes 1	D1
	Mes 2	D2
	Mes 3	D3
Año 2	Mes 1	D <sub>13</sub>
	Mes 2	D <sub>14</sub>
	Mes 3	D <sub>15</sub>

**Tabla 3**

*Información histórica del segundo trimestre de cada año*

	Segundo trimestre	
	Periodo	Volumen de demanda
Año 1	Mes 4	D <sub>4</sub>
	Mes 5	D <sub>5</sub>
	Mes 6	D <sub>6</sub>
Año 2	Mes 4	D <sub>16</sub>
	Mes 5	D <sub>17</sub>
	Mes 6	D <sub>18</sub>

**Tabla 4**

*Información histórica del tercer trimestre de cada año*

	Tercer trimestre	
	Periodo	Volumen de demanda
Año 1	Mes 7	D <sub>7</sub>
	Mes 8	D <sub>8</sub>
	Mes 9	D <sub>9</sub>
Año 2	Mes 7	D <sub>19</sub>
	Mes 8	D <sub>20</sub>
	Mes 9	D <sub>21</sub>



**Tabla 5**

*Información histórica del cuarto trimestre de cada año*

	Cuarto trimestre	
	Periodo	Volumen de demanda
Año 1	Mes 10	D <sub>10</sub>
	Mes 11	D <sub>11</sub>
	Mes 12	D <sub>12</sub>
Año 2	Mes 10	D <sub>22</sub>
	Mes 11	D <sub>23</sub>
	Mes 12	D <sub>24</sub>

C. El comportamiento de la demanda histórica al analizarse por tramos, presento menos error, puesto que, al ajustar el comportamiento de la demanda agrupada por trimestres, la cantidad a pronosticar fue más pequeña, siendo menos susceptible a variar con el uso de multiplicadores estacionales.

D. Al realizar este pronóstico agrupando los periodos por trimestres y con el uso de multiplicadores estacionales se determinó demandas futuras, que presentaron tendencia estacional y además disminución del error.

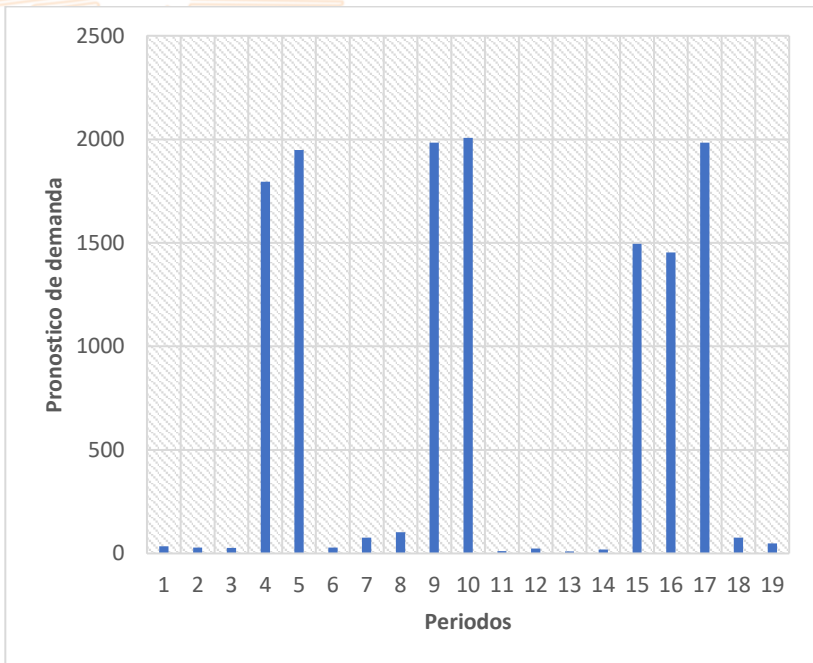
E. En este contexto el autor utilizó el método de multiplicadores estacionales para periodos extendidos del modelo; por ello pronosticó el comportamiento de la demanda para periodos ilimitados de tiempo.



F. Realizado este pronóstico para periodos extendidos en todos los tramos de manera mensual se calculó el comportamiento de demanda con tendencia estacional; luego se organizó este comportamiento por tramos en un conglomerado de los pronósticos de demanda realizados, ante el comportamiento de la demanda de un producto (Figura 2).

**Figura 2**

*Conglomerado de pronósticos de demanda a lo largo de los periodos*



Para un mejor análisis, el autor utilizó una tabla que presentaba las variables del modelo y su comportamiento estacional. Además, el cálculo para el inventario final se dio a partir de la diferencia entre el inventario inicial y la demanda requerida en el mismo periodo. La Tabla 6 presenta el comportamiento de la Figura 2.

**Tabla 6**

*Plantilla de simulación de datos del conglomerado de pronósticos de demanda a lo largo de los periodos*

$\beta$	T	Sale		Entra		
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
19	0			0		
18	1	0	35	-35		
17	2	-35	28	-63		
16	3	-63	27	-90		
15	4	-90	1796	-1886		
14	5	-1886	1948	-3834		
13	6	-3834	29	-3863		
12	7	-3863	76	-3939		
11	8	-3939	103	-4042		
10	9	-4042	1984	-6026		
9	10	-6026	2007	-8033		
8	11	-8033	11	-8044		
7	12	-8044	23	-8067		
6	13	-8067	10	-8077		
5	14	-8077	19	-8096		





**Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay**

4	15	-8096	1495	-9591
3	16	-9591	1453	-11044
2	17	-11044	1984	-13028
1	18	-13028	76	-13104
0	19	-13104	48	-13152
		-110862	13152	

Los tramos se definieron según la lógica de inventario establecida en el desarrollo del modelo, a partir de periodos con índices de demanda bajos hasta periodos con picos de demanda, Tabla 7 (las áreas sombreadas y no sombreadas, denotaron diferentes tramos).

**Tabla 7**

*Distribución de datos en la plantilla de simulación de datos del conglomerado de pronósticos de demanda a lo largo de los periodos*

B	T	Sale		Entra		
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
19	0			0		
18	1	0	35	-35		
17	2	-35	28	-63		
16	3	-63	27	-90		
15	4	-90	1796	-1886		
14	5	-1886	1948	-3834		
13	6	-3834	29	-3863		
12	7	-3863	76	-3939		
11	8	-3939	103	-4042		
10	9	-4042	1984	-6026		



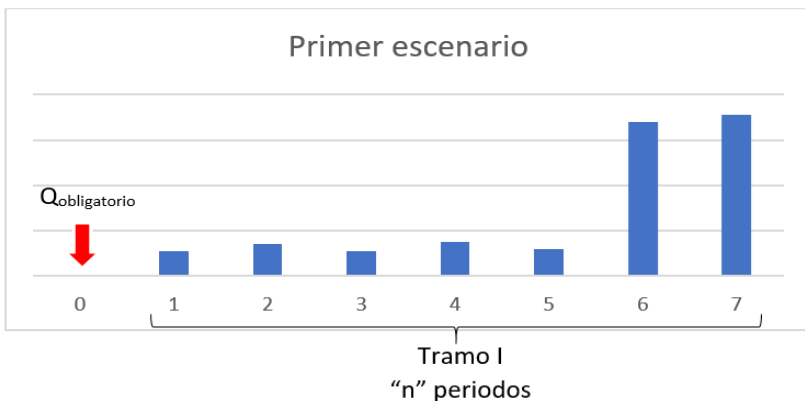
Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

9	10	-6026	2007	-8033
8	11	-8033	11	-8044
7	12	-8044	23	-8067
6	13	-8067	10	-8077
5	14	-8077	19	-8096
4	15	-8096	1495	-9591
3	16	-9591	1453	-11044
2	17	-11044	1984	-13028
1	18	-13028	76	-13104
0	19	-13104	48	-13152
		-110862	13152	

El pedido que ingresó un periodo anterior ( $t_x$ ) se contabilizo para el periodo siguiente pues su implicancia en cubrir la demanda se midió a partir del siguiente periodo ( $t_{x+1}$ ). En la Figura 3 se puede ver como el pedido recibido en el periodo inicial ( $t=0$ ) constituyo el inventario inicial del “periodo 1” ( $t=1$ ).

**Figura 3**

*Distribución de datos del primer escenario*



Entonces el tramo abarcó este pedido anterior al periodo de análisis en cada uno de los tramos presentes (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Implicancia del pedido (Q) en el inventario inicial del periodo siguiente*

		Sale		Entra		
B	T	Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
19	0			0	1000	
18	1	1000	35	965		
17	2	965	3528	937	1000	
16	3	1937	27	1910	1000	
15	4	2910	1796	1114	1000	
14	5	2114	1948	166	1000	
13	6	1166	29	1137	1000	

Para determinar la cantidad a mantener, se calculó primero el valor de la cantidad a pedir “Q” y se le resto la demanda “R” de un mismo periodo, el valor resultante supuso el inventario final en el tramo, multiplicándose por su coeficiente de mantenimiento, de modo que, para cada periodo, la cantidad a mantener fue definida.

$$\text{Cantidad a mantener del periodo "i"} = (Q_i - R_i) * \beta_i \text{ (ec. 3)}$$

En todo el periodo de análisis, la cantidad a mantener total para “n” periodos fue igual a la suma de las cantidades a mantener de todos los periodos:



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

$$\text{Cantidad a mantener Total} = \sum_{i=1}^n (Q_i - R_i) * \beta_i \text{ (ec. 4)}$$

A partir de la Figura 2, se calculó la cantidad a mantener (área resaltada), como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Cantidad a mantener en la plantilla de simulación de datos*

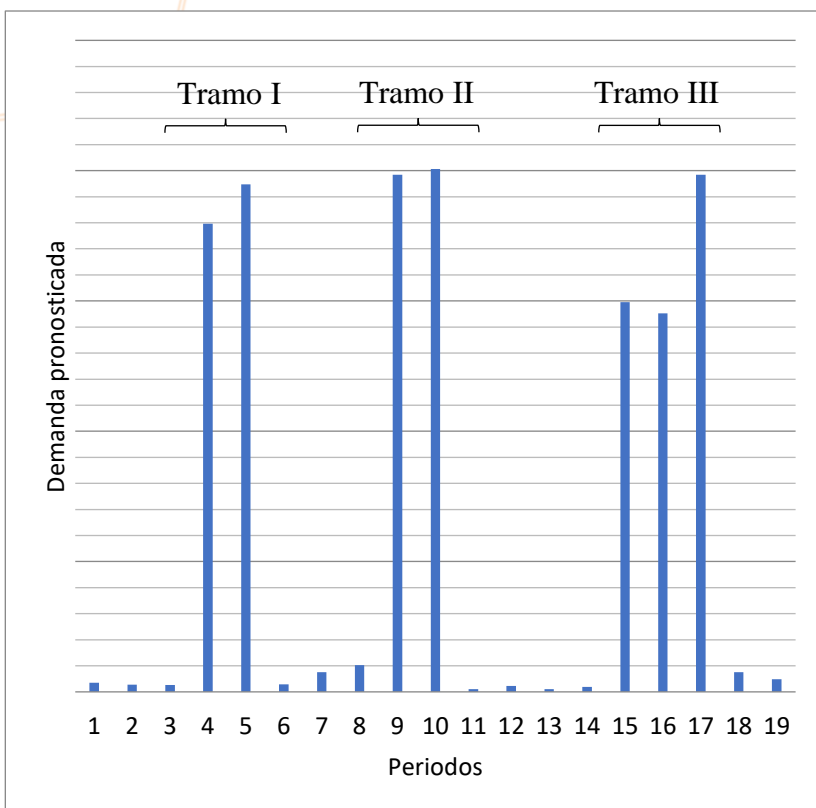
$\beta$	t	Sale		Entra		Cantidad a mantener
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	
19	0			0	1000	19000
18	1	1000	35	965		-630
17	2	965	28	937	1000	16524
16	3	1937	27	1910	1000	15568
15	4	2910	1796	1114	1000	-11940
14	5	2114	1948	166	1000	-13272
13	6	1166	29	1137	1000	12623
12	7	2137	76	2061	1000	11088
11	8	3061	103	2958	1000	9867
10	9	3958	1984	1974	1000	-9840
9	10	2974	2007	967		-9063
8	11	1967	11	1956		-88
7	12	1956	23	1933		-161
6	13	1933	10	1923	1000	5940
5	14	2923	19	2904	1000	4905
4	15	3904	1495	2409	1000	-1980
3	16	3409	1453	1956	1000	-1359
2	17	2956	1984	972		-3968
1	18	972	76	896		-76
0	19	896	48	848		0
		43138	13152		<b>TOTAL</b>	<b>43138</b>



Determinado la cantidad a pedir, el número de pedidos y los periodos en cómo se fueron distribuyendo, resultó fácil realizar el análisis. Primero se determinó la distribución de los periodos (Figura 4).

### Figura 4

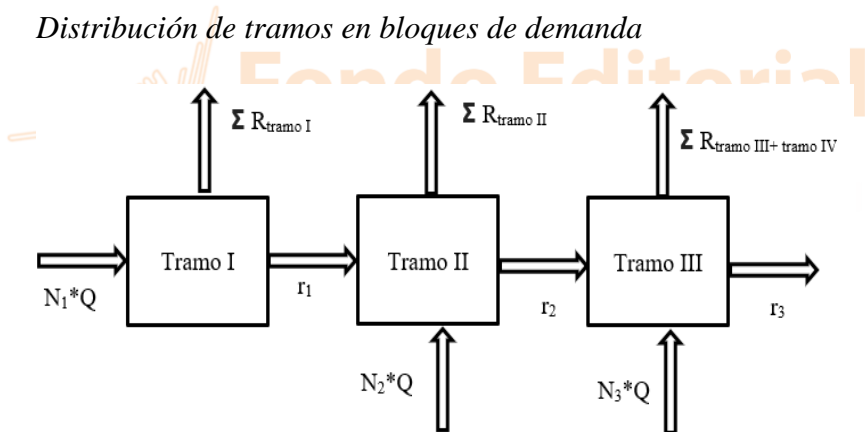
*Distribución por tramos del conglomerado de pronósticos de demanda a lo largo de los periodos*



El análisis desarrollado previamente incluyó demandas pronosticadas en el cuarto periodo en los requerimientos del Tramo III, evitándose de ese modo sobre costos, y que quede un inventario final grande que generaría costos innecesarios en el mantenimiento del stock, por ello el análisis abarcó los tramos I, II y III (Figura 5).

**Figura 5**

*Distribución de tramos en bloques de demanda*



Considerándose las siguientes operaciones:

En el tramo I:

$$r_1 = (N_1 * Q) - \Sigma R_{\text{tramo I}}$$

La división más pequeña recibió la denotación  $\gamma_1$  siendo igual a:

$$\gamma_1 = \frac{r_1}{N_1}$$



Se generó un valor optimizado para “Q” en el Tramo I:

$$Q_{optimo I} = Q - \gamma_1$$

Este resto cubrió la demanda del primer periodo del tramo siguiente; por lo que para el Tramo II la demanda total fue:

$$(\sum R_{tramo II}) - r_1$$

Consecuentemente se obtuvo la relación para el resto del Tramo

$$II: r_2 = (N_2 * Q) - \{(\sum R_{tramo II}) - r_1\}$$

Donde la división más pequeña fue:  $\gamma_2 = \frac{r_2}{N_2}$

Generando un valor optimizado para “Q” en el Tramo II,

$$Q_{optimo II} = Q - \gamma_2$$

Asimismo, para el Tramo III se dio la relación final:  $r_3 = (N_3 * Q) - \{(\sum R_{tramo III+tramo IV}) - r_2\}$

Paralelamente se definió la división más pequeña:  $\gamma_3 = \frac{r_3}{N_3}$

Asimismo, el valor optimizado del pedido “Q” en el Tramo III

$$\text{fue: } Q_{optimo III} = Q - \gamma_3$$

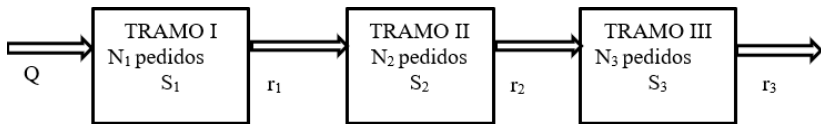
El modelo iterativo estableció un análisis en bloque para el cálculo del  $Q_{\text{óptimo}}$ ; para definir el bloque del modelo se relacionó las entradas (considerando “Q” de la Figura 2) y las salidas (considerando “ $r_3$ ” de la Figura 5). Para el ejemplo presentado



en la Figura 2, se presentó un comportamiento del análisis por tramos (Figura 6).

### Figura 6

*Distribución de tramos en bloques de demanda*



Donde:

$S_1$ : Demanda Total Pronosticada en el Tramo I

$S_2$ : Demanda Total Pronosticada en el Tramo II

$S_3$ : Demanda Total Pronosticada en el Tramo III

Además, se estableció la Demanda Total en todos los tramos de análisis:

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

De las relaciones establecidas en cada uno de los tramos de la Figura 2, se tuvo que:

$$r_1 = (N_1 * Q) - \sum R_{tramo I} \quad (\text{ec. 5})$$

$$r_2 = (N_2 * Q) - \{(\sum R_{tramo II}) - r_1\} \quad (\text{ec. 6})$$





Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

$$r_3 = (N_3 * Q) - \{(\sum R_{tramo III+tramo IV}) - r_2\} \quad (\text{ec. 7})$$

Desarrollando y agrupando las relaciones presentadas para los tramos:

$$r_3 = (N_3 * Q) - (\sum R_{tramo III+tramo IV}) + (N_2 * Q) - (\sum R_{tramo II}) + (N_1 * Q) - \sum R_{tramo I}$$

$$r_3 = (N_3 * Q) + (N_2 * Q) + (N_1 * Q) - (\sum R_{tramo III+tramo IV})$$

$$- (\sum R_{tramo II}) - \sum R_{tramo I}$$

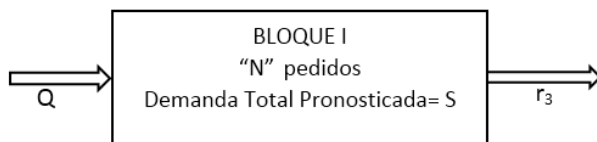
$$r_3 = (N * Q) - \sum_{i=1}^n R_i$$

Que es equivalente a:  $r_3 = (N * Q) - S$

Entonces en función de esta relación, se estableció el bloque (Figura 7).

### Figura 7

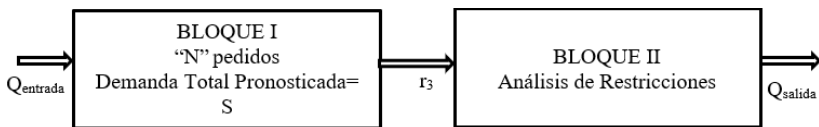
*Bloque I: establece la relación de la cantidad que ingresa (Q) y el residuo optimizable (r<sub>3</sub>)*



En vista que el modelo de inventario desarrollado utilizó una metodología de cálculo mediante iteraciones, se estableció un nuevo bloque (Bloque II) como se muestra en la Figura 8, siendo conveniente incluir el valor de  $r_3$  (obtenido del análisis del  $Q_{\text{entrada}}$  en el Bloque I) en el cálculo del nuevo valor de “Q” (obtenido del análisis de  $r_3$  en el Bloque II), al cual denominó  $Q_{\text{salida}}$  mediante el análisis de restricciones.

**Figura 8**

*Esquema de bloques (Bloque I y II) que estableció la relación de la cantidad que ingresa ( $Q_{\text{entrada}}$ ) y la cantidad que sale ( $Q_{\text{salida}}$ ).*



El análisis de restricciones en el Bloque II, consideró 4 restricciones:

- **La primera restricción** estableció un volumen de pedido “Q” que aseguraba un inventario final igual a cero y un costo de mantenimiento necesario:

$$Q_{\text{salida } 1} = Q_{\text{entrada}} - \left( \frac{r_1 + r_2 + r_3}{N} \right) \quad (\text{ec. 8})$$



- **La segunda restricción** estableció un volumen de pedido “Q” que satisfacía la demanda en su totalidad durante todos los periodos en todos los tramos de análisis; siendo necesario comparar los valores de  $Q_{optimo}$  en cada tramo y elegir como  $Q_{salida}$  el valor mayor, satisfaciendo a todos los requerimientos en todas las demandas.

$$Q_{optimo I} = Q - \gamma_1$$

$$Q_{optimo II} = Q - \gamma_2$$

$$Q_{optimo III} = Q - \gamma_3$$

De donde se eligió el  $Q_{optimo}$  de valor mayor, definiendo la función máxima para los valores óptimos, por lo tanto:

$$Q_{salida 2} = MAX(Q_{optimo I}, Q_{optimo II}, Q_{optimo III}) \text{ (ec. 9)}$$

- **La tercera restricción** permitió satisfacer a la demanda en el primer periodo (t=1) cuando la demanda pronosticada presentó picos de demanda en los primeros periodos, entonces:

$$Q_{salida 3} = R_1$$

- **La cuarta restricción** restringió el número de pedidos, pues según las condiciones iniciales solo se permitiría realizar un pedido por periodo, por lo cual el volumen “Q” de pedido no



podría ser pequeño porque existirían demasiados pedidos para pocos periodos; definiendo un tope mínimo del volumen de pedido ( $Q_{\min}$ ) del análisis en todos los periodos.

Para definir el volumen de pedido mínimo en cada tramo, fue necesario definir la cantidad máxima de pedidos ( $N_{\max}$ ) para cada tramo; el valor de " $N_{\max}$ " para cualquier tramo fue similar al número de periodos existentes en el tramo.

$$N_{\max 1} = n_1$$

$$N_{\max 2} = n_2$$

$$N_{\max 3} = n_3$$



Donde:

$N_{\max 1}$ : Número máximo de pedidos en el Tramo I.

$N_{\max 2}$ : Número máximo de pedidos en el Tramo II.

$N_{\max 3}$ : Número máximo de pedidos en el Tramo III.

$n_1$ : Numero de periodos en el Tramo I.

$n_2$ : Numero de periodos en el Tramo II.

$n_3$ : Numero de periodos en el Tramo III.



Para este análisis primero se definieron los “ $Q_{\min}$ ” en cada tramo:

$$Q_{\min 1} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} R_i}{N_{\max 1}}$$
$$Q_{\min 2} = \frac{\sum_{i=n_1+1}^{n_2} R_i}{N_{\max 2}}$$
$$Q_{\min 3} = \frac{\sum_{i=n_2+1}^{n_3} R_i}{N_{\max 3}}$$

Donde:

$Q_{\min 1}$ : Volumen de pedido mínimo en el Tramo I.

$Q_{\min 2}$ : Volumen de pedido mínimo en el Tramo II.

$Q_{\min 3}$ : Volumen de pedido mínimo en el Tramo III.

Entonces el valor del volumen de pedido de salida ( $Q_{salida 4}$ ) restringido por el número de pedidos máximos de cada tramo, debía cumplir todas las condiciones del “ $Q_{\min}$ ” para los tres tramos; por lo tanto, se utilizó la función máxima:

$$Q_{salida 4} = MAX(Q_{\min 1}, Q_{\min 2}, Q_{\min 3})$$
$$Q_{salida 4} = MAX\left(\frac{\sum_{i=1}^{n_1} R_i}{N_{\max 1}}, \frac{\sum_{i=n_1+1}^{n_2} R_i}{N_{\max 2}}, \frac{\sum_{i=n_2+1}^{n_3} R_i}{N_{\max 3}}\right) \quad (\text{ec. 10})$$



En base a las 4 restricciones desarrolladas en el Bloque II y aplicadas para los volúmenes de pedido de salida ( $Q_{salida}$ ), se pudo inferir que el volumen de pedido de salida tendría que condicionarse a las 4 restricciones del Bloque II, por ello utilizó la función máxima.

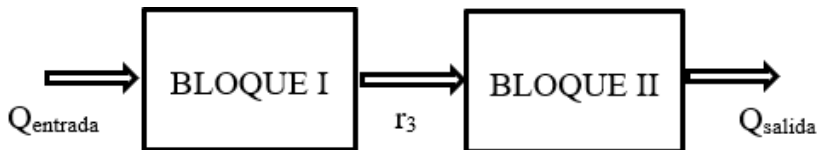
Entonces el volumen " $Q_{salida}$ " del pedido optimizado que salió del Bloque II tuvo que cumplir las 4 restricciones descritas anteriormente, por lo que el volumen " $Q_{salida}$ " sería equivalente a:

$$Q_{salida} = MA(Q_{salida_1}, Q_{salida_2}, Q_{salida_3}, Q_{salida_4}) \text{ (ec. 11)}$$

Entonces el volumen del pedido de entrada ( $Q_{entrada}$ ) y el volumen del pedido de salida "optimizado" ( $Q_{salida}$ ), se relacionaron por los bloques I y II establecidos (Figura 9).

### Figura 9

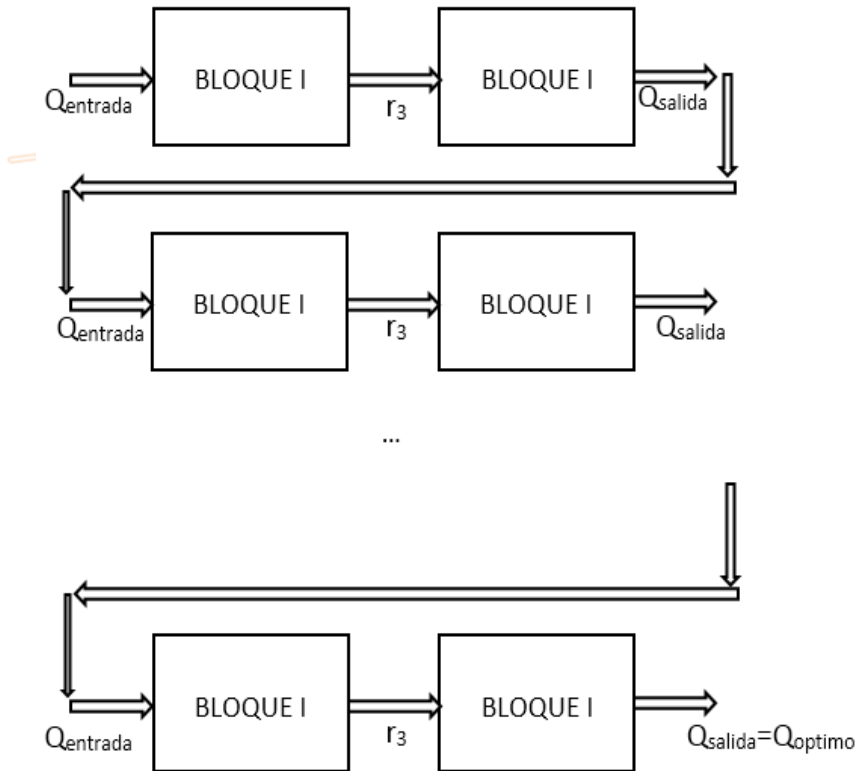
*Esquema de bloques (Bloque I y II) que establece la relación de la cantidad que ingresa ( $Q_{entrada}$ ) y la cantidad que sale ( $Q_{salida}$ ).*



Siguiendo el modelo iterativo de bloques, como se muestra en la Figura 10, el  $Q_{salida}$  volvería a reingresar como un nuevo valor de  $Q_{entrada}$ , este procedimiento se realizó hasta que los valores de  $Q_{salida}$  convergan en un mismo valor:

**Figura 10**

*Modelo iterativo de análisis de bloques*



Después de varias iteraciones y cuando el  $Q_{salida}$  converge en un valor, se pudo afirmar que el valor óptimo de la cantidad a pedir ( $Q_{optimo\ final}$ ), en base a esta cantidad también quedan definidos la cantidad de pedidos por cada tramo del análisis.

$$Q_{salida} = Q_{optimo\ final}$$

También fue posible calcular la cantidad innecesaria a mantener durante todo el periodo de análisis, comparando  $Q_{salida\ 1}$  (que asegura un inventario final igual a cero) con el  $Q_{optimo\ final}$ ; por lo que la cantidad a mantener innecesaria durante todos los periodos en todos los tramos de análisis, que generaron “N” pedidos fue:

*Cantidad innecesaria a mantener en el analisis =*

$$(Q_{optimo\ final} * N) - (Q_{salida\ 1} * N)$$

## 2.1 Modelo matemático desarrollado

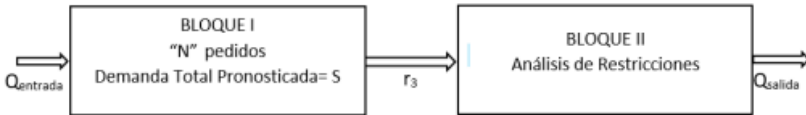
En el contexto anteriormente citado, Vicencio et al. (2023) desarrollaron un modelo matemático de inventario de cantidad económica de pedido considerando estacionalidad de demanda basado en iteraciones a partir de un análisis de bloques (Figura 11).





## Figura 11

*Análisis por bloques del modelo matemático de manejo de inventario considerando estacionalidad de demanda*

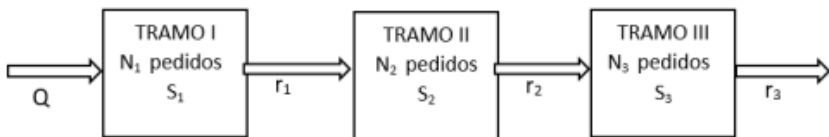


## Bloque I

En el bloque I consideraron un análisis de demanda en función de la cantidad a pedir, de modo que optimizaron el volumen de pedidos a solicitar, asumiendo un análisis para tres tramos (Figura 12).

## Figura 12

*Distribución en tramos de los bloques de demanda*



$$r_3 = (N * Q) - \sum_{i=1}^n R_i$$

$$r_3 = (N * Q) - S$$



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

Donde:

$S_1$ : Demanda Total Pronosticada en el Tramo I

$S_2$ : Demanda Total Pronosticada en el Tramo II

$S_3$ : Demanda Total Pronosticada en el Tramo III

$N_1$ : Numero de pedidos en el Tramo I

$N_2$ : Numero de pedidos en el Tramo II

$N_3$ : Numero de pedidos en el Tramo III

$r_1$ : Resto en el Tramo I

$r_2$ : Resto en el Tramo II

$r_3$ : Resto en el Tramo III

$S$ : Demanda total Pronosticada en todos los tramos

$N$ : Número total de pedidos en todos los tramos

## **Bloque II**

En el bloque II (Figura 9) se analizaron cuatro restricciones, permitiendo que los valores obtenidos sean reales y se ajusten al pronóstico de demanda existente.



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

- **La primera restricción** estableció un volumen de pedido “ $Q_{salida\ 1}$ ” que aseguraba un inventario final igual a cero y un costo de mantenimiento necesario.

$$Q_{salida\ 1} = Q_{entrada} - \left( \frac{r_1 + r_2 + r_3}{N} \right)$$

- **La segunda restricción** consideró un volumen de pedido “ $Q_{salida\ 2}$ ” que satisfacía la demanda en su totalidad durante todos los periodos en todos los tramos de análisis.

$$Q_{salida\ 2} = \text{MAX}(Q_{optimo\ I}, Q_{optimo\ II}, Q_{optimo\ III})$$

Además:

$$Q_{optimo\ I} = Q - \gamma_1$$

$$Q_{optimo\ II} = Q - \gamma_2$$

$$Q_{optimo\ III} = Q - \gamma_3$$

Donde:

Q óptimo I: Volumen de pedido con resto optimizado en el Tramo I

Q óptimo II: Volumen de pedido con resto optimizado en el Tramo II



Q óptimo III: Volumen de pedido con resto optimizado en el Tramo III

$\gamma_1$ : Condición optimizable en el Tramo I

$\gamma_2$ : Condición optimizable en el Tramo II

$\gamma_3$ : Condición optimizable en el Tramo III

- **La tercera restricción** permitió satisfacer la demanda en el primer periodo ( $t=1$ ) cuando la demanda pronosticada presentaba picos de demanda en los primeros periodos, determinando un “ $Q_{salida\ 3}$ ” como:

$$Q_{salida\ 3} = R_1$$

- **La cuarta restricción** restringió el número de pedidos, pues según las condiciones iniciales solo se permitiría realizar un pedido por periodo, por lo cual el volumen de pedido “ $Q_{salida\ 4}$ ” no podría ser pequeño porque existirían demasiados pedidos para pocos periodos; definiendo un tope mínimo del volumen de pedido ( $Q_{min}$ ) del análisis en todos los periodos.

$$Q_{salida\ 4} = MAX \left( \frac{\sum_{i=1}^{n_1} R_i}{N_{max\ 1}}, \frac{\sum_{i=n_1+1}^{n_2} R_i}{N_{max\ 2}}, \frac{\sum_{i=n_2+1}^{n_3} R_i}{N_{max\ 3}} \right)$$



Donde:

$N_{\max 1}$ : Número máximo de pedidos en el Tramo I.

$N_{\max 2}$ : Número máximo de pedidos en el Tramo II.

$N_{\max 3}$ : Número máximo de pedidos en el Tramo III.

$n_1$ : Numero de periodos en el Tramo I.

$n_2$ : Numero de periodos en el Tramo II.

$n_3$ : Numero de periodos en el Tramo III.

Luego establecieron el volumen de pedido óptimo " $Q_{salida}$ " como el mayor valor de los valores obtenidos en las restricciones, porque satisfacían todas las condiciones:

$$Q_{salida} = MAX(Q_{salida 1}, Q_{salida 2}, Q_{salida 3}, Q_{salida 4})$$

## 2.2 Beneficios del uso del modelo

Partiendo de una demanda histórica conocida de los dos últimos años, para un producto que presenta demanda estacional, se pueden pronosticar las demandas futuras mediante el método de multiplicadores estacionales, reduciendo los errores en el pronóstico, en base a este pronóstico de demanda con tendencia estacional y aplicando el modelo matemático desarrollado por Vicencio et al. (2023) se puede:



- Predecir el volumen óptimo de los pedidos a realizar en todos los periodos de análisis.
- Predecir la distribución más adecuada para realizar los pedidos, en función del comportamiento de la demanda pronosticada.
- Predecir los periodos en los que se requerirá abastecer el almacén, de modo que se comunique anticipadamente a los proveedores y se programe el pedido, facilitando la gestión de la cadena de suministros.
- Facilitar reducir los costos de mantenimiento innecesarios para lotes de productos innecesarios en stock.
- Reducir los costos de pedido, optimizando el número de pedidos.
- Optimizar la cantidad a mantener en todos los periodos de análisis evitando incurrir en gastos innecesarios.
- Facilitar la gestión del flujo de productos en la cadena de suministros, debido a la programación anticipada de pedidos.

### **2.3 Perspectiva de funcionamiento del modelo matemático desarrollado**

El modelo matemático desarrollado por Vicencio et al. (2023) permitió pronosticar y predecir las cantidades optimas de pedido



y los periodos en los cuales se requerirían estos pedidos, siendo importante conocer anticipadamente estos datos, pues en base al tiempo de reabastecimiento para el almacén, se permitiría realizar pedidos con mucho tiempo de antelación, facilitando la gestión de la cadena de suministros; sin embargo este comportamiento se rige a ciertas condiciones, entre las cuales podemos indicar que los picos de demanda bastante elevados y que difieran del resto de picos de demanda pronosticada, deben presentarse en tramos distintos al tramo inicial. Para análisis de periodos en los cuales se presentan picos de demanda bastante elevados en tramos iniciales y que difieren del resto de picos de demanda de tramos posteriores, el valor óptimo del pedido llega a sesgarse en función de la cuarta restricción, de este cálculo obtenemos valores altos del pedido  $Q$  que cubre la demanda para periodos posteriores obteniendo valores negativos de residuos optimizables para tramos finales, de este modo se incurre un error en el cálculo de la primera restricción, por lo cual solo se consideran la segunda, tercera y cuarta restricción.

Por lo tanto, el funcionamiento del modelo matemático desarrollado se sujeta al cumplimiento de ciertas condiciones:

- Se busca optimizar la gestión de cadena de suministros a partir del planeamiento y programación anticipada de



productos a solicitar por parte del almacén hacia los proveedores.

- Los pedidos que se realiza a los proveedores son de similar volumen en todo el periodo de análisis, además no está permitido realizar varios pedidos en un solo periodo, sino un solo pedido como máximo por cada periodo.
- Es necesario satisfacer la demanda en todo el periodo de análisis, evitando crear “ventas pendientes” o “ventas perdidas”.
- Se pretende optimizar la cantidad a mantener, así como la cantidad de pedidos a realizar, para minimizar los costos.
- No se consideran descuentos en el costo de compra por el número de productos a solicitar.
- Se pretende conseguir como inventario final una cantidad baja de productos en stock, luego del periodo de análisis, para evitar incurrir en gastos innecesarios de mantenimiento.
- Como el inventario a analizar (considerado dentro del periodo de análisis), considera periodos desde  $t_0$  hasta  $t_n$ , por lo tanto, no se considerarán datos anteriores al periodo de análisis.





# Capítulo III

**APLICACIÓN DEL MODELO DE  
INVENTARIO DE CANTIDAD ECONÓMICA  
DE PEDIDO (CEP) CONSIDERANDO  
ESTACIONALIDAD DE DEMANDA DE  
PANETONES EN LA CIUDAD DE ABANCAY**



La validación del modelo matemático desarrollado por Vicencio et al. (2023) se realizó a través de la aplicación del modelo considerando estacionalidad de demanda de panetones.

Se pronosticó el volumen de pedido y los periodos en los cuales se realizaría el pedido de panetones para el año 2019, producidos en la panadería y pastelería “Meza” de la ciudad de Abancay, provincia Abancay, departamento Apurímac.

En base a la información histórica de la demanda de panetones producidos en la panadería y pastelería “Meza” (RUC 10310313594) proporcionada por su propietaria Pilar Guerra Huaita (DNI 31031359), los datos de demanda de paneton de la marca “Meza” durante los años 2017 y 2018 distribuidos semanalmente y de acuerdo con la producción total, el volumen de producción fue 500 y 800 panetones para los años 2017 y 2018 respectivamente (Tablas 10 y 11).



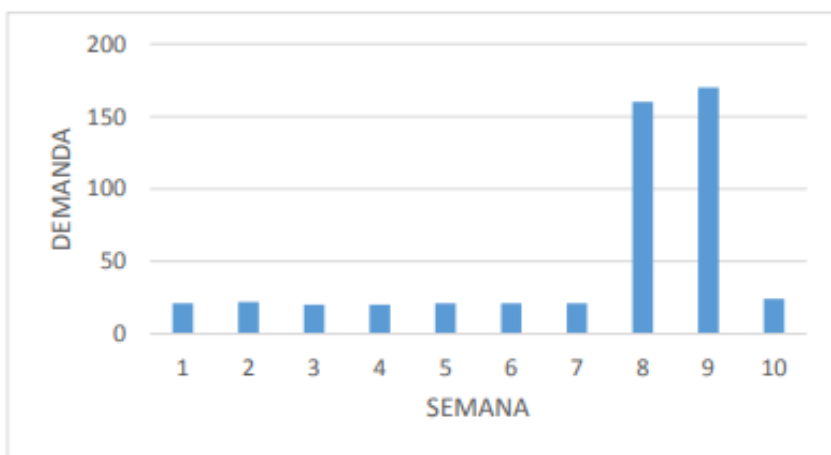
**Tabla 10**

*Información histórica de demanda semanal de paneton “Meza” de los periodos noviembre 2017- enero 2018*

Demanda Noviembre 2017 – Enero 2018		
Mes	Semana	Demanda (unidades)
Noviembre 2017	1	21
	2	22
	3	20
	4	20
	5	21
Diciembre 2017	6	21
	7	21
	8	160
	9	170
Enero 2018	10	24

**Figura 13**

*Evolución de la demanda semanal de paneton en el 2017-2018*



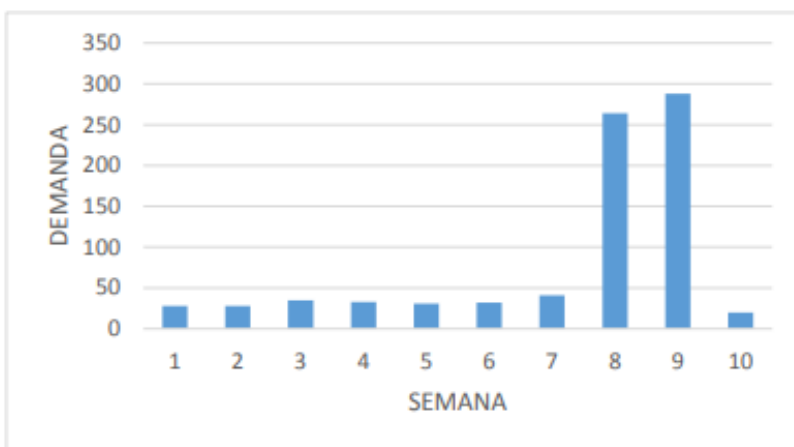
**Tabla 11**

*Información histórica de demanda semanal de paneton “Meza” de los periodos noviembre 2018- enero 2019.*

Demanda		
Noviembre 2018 – Enero 2019		
Mes	Semana	Demanda (unidades)
Noviembre 2018	1	28
	2	28
	3	35
	4	33
	5	31
Diciembre 2018	6	32
	7	41
	8	264
	9	288
Enero 2019	10	20

**Figura 14**

*Evolución de la demanda semanal de paneton en el 2018-2019*



Considerando la demanda histórica, se realizó un pronóstico de demanda para el año 2019 utilizando el método de multiplicadores estacionales; agrupando primero la información en grupos de 5 semanas para facilitar el pronóstico y disminuir el error del pronóstico, para las 5 primeras semanas de cada año (Tabla 12, correspondientes al mes de noviembre en la información histórica).

**Tabla 12**

*Consolidado de la información histórica de demanda semanal de paneton “Meza” para los meses de noviembre en los últimos años*

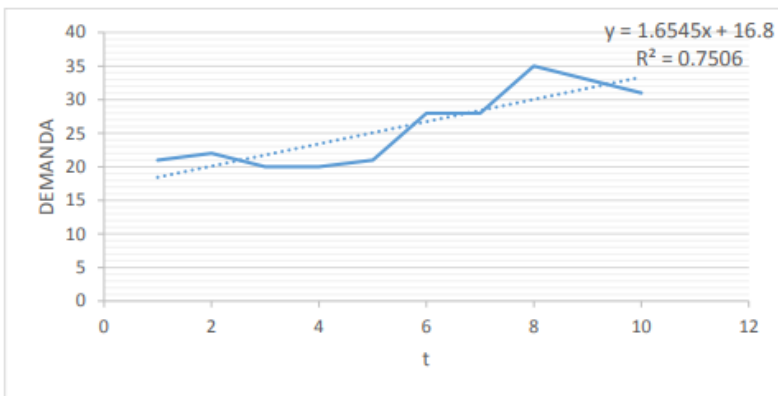
	T	Demanda
Noviembre 2017	1	21
	2	22
	3	20
	4	20
	5	21
Noviembre 2018	6	28
	7	28
	8	35
	9	33
	10	31
Noviembre 2019	11	
	12	
	13	
	14	
	15	



Realizando un ajuste lineal se obtuvo la ecuación que ajusta los puntos de la demanda histórica (Figura 15).

### Figura 15

*Ajuste lineal para evolución anual de la demanda de paneton “Meza” en el mes de noviembre*



La regresión de demanda ( $\phi$ ) para los valores de  $t$  involucrados en la regresión (valores de “ $t$ ” de 1 a 10) en base a la ecuación de ajuste lineal:  $y = 1,6545x + 16,8$ .

Se establecieron las relaciones de Demanda ( $D$ ) y Regresión de demanda ( $\phi$ ), y se obtuvieron los multiplicadores estacionales ( $\alpha$ ) a partir del promedio de relaciones ( $D/\phi$ ) para los periodos correspondientes, por ejemplo para la primera semana de Noviembre del año 2017 ( $t=1$ ) y para la primera semana de



Noviembre del año 2018 ( $t=6$ ) el multiplicador estacional fue similar y resultó del promedio de las relaciones  $D/\phi$  para ambos periodos ( $t=1$  y  $t=6$ ); este valor del multiplicador estacional ( $\alpha$ ) se conservó en orden correlativo para el pronóstico de Noviembre del año 2019.

Se obtuvieron los multiplicadores estacionales ( $\alpha$ ) para el resto de periodos; y para calcular el pronóstico de demanda suavizado estacionalmente ( $R$ ) se multiplico la regresión de demanda ( $\phi$ ) y el multiplicador estacional ( $\alpha$ ) correspondiente a cada periodo.

En la Tabla 13 se presenta todos los valores obtenidos de la regresión por el método de multiplicadores estacionales para las 5 primeras semanas de información histórica de los años 2017 y 2018.

La región resaltada corresponde a los valores del pronóstico de demanda suavizado estacionalmente.



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**Tabla 13**

*Pronóstico de demanda suavizado estacionalmente para el mes de noviembre del 2019*

	T (Semanas)	Demanda (D) (unidades)	Regresión de demanda ( $\varphi$ )	D/ $\varphi$	Multiplicador estacional ( $\alpha$ )	Pronóstico de demanda suavizado estacionalmente (R)
	1	21	18,4545	1,13793384	1,09278179	20,1667415
	2	22	20,109	1,0940375	1,04029782	20,9193489
Noviembre 2017	3	20	21,7635	0,91896983	1,04211909	22,6801588
	4	20	23,418	0,8540439	0,94768271	22,1928338
	5	21	25,0725	0,83757104	0,88362283	22,1546334
Noviembre 2018	6	28	26,727	1,04762974	1,09278179	29,2067788
	7	28	28,3815	0,98655815	1,04029782	29,5252126





Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

	8	35	30,036	1,16526834	1,04211909	31,301089
	9	33	31,6905	1,04132153	0,94768271	30,0325391
	10	31	33,345	0,92967461	0,88362283	29,4644032
	11		34,995		1,09278179	38,2468162
	12		36,654		1,04029782	38,1310763
Noviembre 2019	13		38,3085		1,04211909	39,9220191
	14		39,963		0,94768271	37,8722443
	15		41,6175		0,88362283	36,7741731



Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para las 4 semanas del mes de diciembre y la primera semana del mes de enero de los datos de la demanda histórica para cada año obteniendo la siguiente ecuación del ajuste lineal:  $y = 12,127x + 37,4$

**Tabla 14**

*Consolidado de la información histórica de demanda semanal de paneton “Meza” para los meses de diciembre y enero en los últimos años*

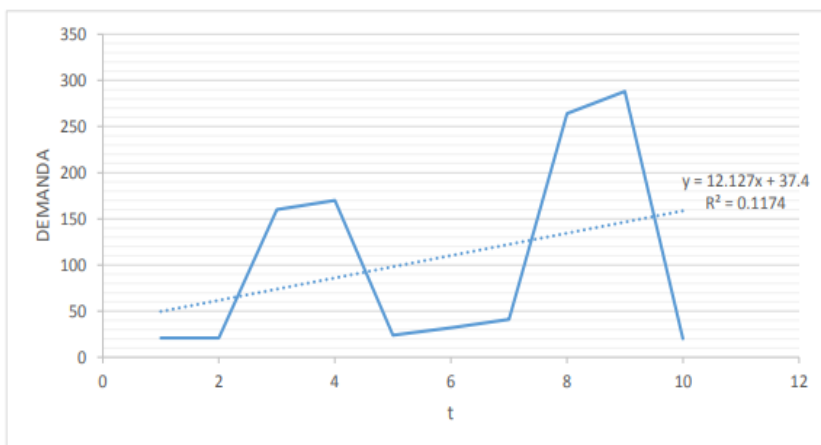
	t (semana)	Demanda (unidades)
Diciembre 2017	1	21
	2	21
	3	160
	4	170
Enero 2018	5	24
	6	32
Diciembre 2018	7	41
	8	264
	9	288
Enero 2019	10	20
	11	
Diciembre 2019	12	
	13	
	14	



Realizando un ajuste lineal, se obtiene la ecuación que ajusta los puntos de la demanda histórica, Figura 16.

### Figura 16

*Ajuste lineal para evolución anual de la demanda de paneton “Meza” en los meses de diciembre y enero*



Similarmente se utilizó la metodología para hallar el pronóstico de demanda suavizado estacionalmente (R) del resto de semanas de la información histórica (Tabla 15).



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**Tabla 15**

*Pronóstico de demanda suavizado estacionalmente para los meses de diciembre del 2017 Enero del 2018*

	T (Semanas)	Demanda (D) (unidades)	Regresión de demanda ( $\varphi$ )	D/ $\varphi$	Multiplicador estacional ( $\alpha$ )	Pronóstico de demanda suavizado estacionalmente (R)
	1	21	49,527	0,42401115	0,35724622	17,6933335
Diciembre 2017	2	21	61,654	0,3406105	0,33794093	20,8354104
	3	160	73,781	2,16857999	2,06631594	152,454857
	4	170	85,908	1,97886111	1,97207729	169,417215
Enero 2018	5	24	98,035	0,24481053	0,18542915	18,1785467
	6	32	110.162	0,29048129	0,35724622	39,3549579



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

Diciembre 2018	7	41	122,289	0,33527137	0,33794093	41,3264589
	8	264	134,416	1,9640519	2,06631594	277,745924
	9	288	146,543	1,96529346	1,97207729	288,994122
Enero 2019	10	20	158,67	0,12604777	0,18542915	29,4220431
	11		170,797		0,35724622	61,0165823
Diciembre 2019	12		182,924		0,33794093	61,8175075
	13		195,051		2,06631594	403,036991
	14		207,178		1,97207729	408,571028
Enero 2019	15		219,305		0,18542915	40,6655396



La información resaltada corresponde al pronóstico de demanda suavizado estacionalmente, a partir de los datos de las últimas semanas de la información histórica.

Agrupando los pronósticos hallados para los dos grupos de 5 semanas, se consolidó un pronóstico general de la demanda, asignándose un nuevo valor de “t” según el orden de los datos pronosticados (Tabla 16).

**Tabla 16**

*Pronostico general de demanda semanal para los meses de noviembre y diciembre del 2019 y enero 2020*

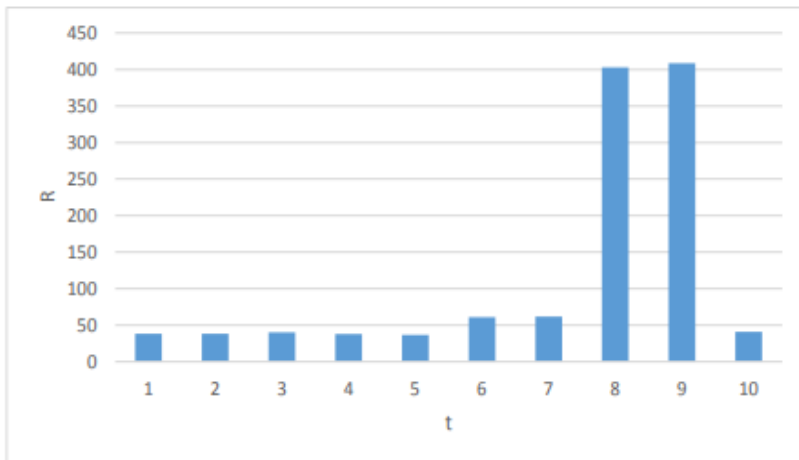
Mes	t (semana)	Demanda pronosticada “R”
Noviembre 2019	1	38,2468162
	2	38,1310763
	3	39,9220191
	4	37,8722443
	5	36,7741731
Diciembre 2019	6	61,0165823
	7	61,8175075
	8	403,036991
	9	408,571028
Enero 2020	10	40,6655396



Seguidamente fue graficado (Figura 17) el pronóstico de demanda consolidado y definido la lógica de inventario más adecuada para la distribución de tramos.

### Figura 17

*Consolidado del pronóstico semanal de demanda para paneton “Meza” de noviembre de 2019 a enero 2020*



En base al modelo desarrollado se puede establecer 2 tramos que son bien diferenciados; de modo que el “Tramo I” abarca para los valores de “t” desde 1 hasta 9, luego el “Tramo II” abarca solo el último periodo de “t” (t=10).

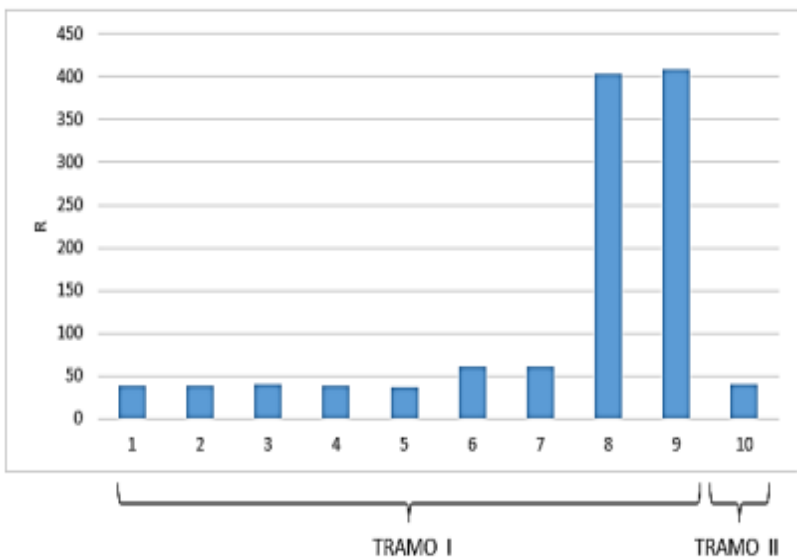
En vista que la demanda en el último periodo (t=10) es más pequeña en comparación a los requerimientos anteriores (t=8 y



$t=9$ ), entonces se incluyó los requerimientos de este último periodo en los requerimientos de los tramos anteriores, para evitar incurrir en gastos innecesarios de mantenimiento (Figura 18).

### Figura 18

*Distribución por tramos de la demanda pronosticada para el periodo de noviembre 2019 a enero 2020*



Considerando la distribución de tramos, se estableció un análisis de restricciones y los resultados son mostrados en una plantilla para distribución de pedidos (Tabla 17).





Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**Tabla 17**

*Plantilla de distribución del pronóstico de demanda semanal*

$\beta$	T (semanas)	Sale			Entra	
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
10	0			0		1670
9	1	167	38,2468162	128,7531838		-344,2213458
8	2	128,7531838	38,1310763	90,6221075		-305,0486104
7	3	90,6221075	39,9220191	50,7000884		889,5458663
6	4	50,7000884	37,8722443	12,8278441		774,7665342
5	5	179,8278441	36,7741731	143,053671,		651,1291345
4	6	310,053671	61,0165823	249,0370887		423,9336708
3	7	416,0371887	61,8175075	354,2195812		315,5474775



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

2	8	521,2195812	403,036991	118,1825902		-472,073982
1	9	285,1825902	408,571028	123,3884378		-408,571028
0	10	43,6115622	40,6655396	2,9460226		0
		<b>2193,007717</b>	<b>1166,05398</b>		<b>1169</b>	<b>2193,007717</b>

A partir del modelo iterativo y un valor Q de 200 se fijó la cantidad óptima de pedido en 195 unidades, pues las iteraciones convergían en este valor (Tabla 18).

**Tabla 18**

*Resultados de la distribución para pedidos de 195 unidades*

N	6
Q	195
FOP	0,406856538

La distribución de los pedidos se presenta en la Tabla 19.



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**Tabla 19**

*Plantilla de distribución de pedidos semanales de 195 unidades*

$\beta$	T (semanas)	Sale			Entra	
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
10	0			0	195	1670
9	1	195	38,2468162	156,7531838		-344,2213458
8	2	156,7531838	38,1310763	118,6221075		-305,0486104
7	3	118,6221075	39,9220191	78,7000884		-279,4541337
6	4	78,7000884	37,8722443	40,8278441	195	942,7665342
5	5	235,8278441	36,7741731	199,053671	195	791,1291345
4	6	394,053671	61,0165823	333,0370887	195	535,9336708
3	7	528,0370887	61,8175075	466,2195812	195	399,5474775



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

2	8	661,2195812	403,036991	258,1825902	195	-416,073982
1	9	453,1825902	408,571028	44,6115622		-408,571028
0	10	44,6115622	40,6655396	3,9460226		0
		<b>2866,007717</b>	<b>1166,05398</b>		<b>1170</b>	<b>2193,007717</b>

Si se considera un valor inicial para Q de 250 unidades, la cantidad optima de pedido será 234 unidades (Tabla 20).

**Tabla 20**

*Resultados de la distribución para pedidos de 234 unidades*

N	5
Q	234
FOP	0,443028328

Presentando la siguiente distribución de pedidos (Tabla 21).



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**Tabla 21**

*Plantilla de distribución de pedidos semanales de 234 unidades*

$\beta$	T (semanas)	Sale			Entra	
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
10	0			0	234	2340
9	1	234	38,2468162	156,7531838		-344,2213458
8	2	195,7531838	38,1310763	118,6221075		-305,0486104
7	3	157,6221075	39,9220191	78,7000884		-279,4541337
6	4	117,7000884	37,8722443	40,8278441	234	-227,2334658
5	5	79,8278441	36,7741731	199,053671	234	986,1291345
4	6	277,053671	61,0165823	333,0370887	234	691,9336708
3	7	450,0370887	61,8175075	466,2195812	234	516,547475
2	8	622,2195812	403,036991	258,1825902		-338,073982



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

1	9	453,1825902	408,571028	44,6115622	-408,571028
0	10	44,6115622	40,6655396	3,9460226	0
		<b>2632,007717</b>	<b>1166,05398</b>	<b>1170</b>	<b>2632,007717</b>

Posteriormente, a partir de un valor inicial para Q de 300 unidades, la cantidad óptima de pedido fue 292 unidades (Tabla 22)

**Tabla 22**

*Resultados de la distribución para pedidos de 292 unidades.*

N	4
Q	292
FOP	0,454777874

Que presenta la siguiente distribución de pedidos (Tabla 23).



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**Tabla 23**

*Plantilla de distribución de pedidos semanales de 292 unidades*

$\beta$	T (semanas)	Sale			Entra	
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
10	0			0	292	2920
9	1	292	38,2468162	253,7531838		-344,2213458
8	2	253,7531838	38,1310763	215,6221075		-305,0486104
7	3	215,6221075	39,9220191	175,7000884		-279,4541337
6	4	175,7000884	37,8722443	137,8278441		-227,2334658
5	5	137,8278441	36,7741731	101,053671		-183,8708655
4	6	101,053671	61,0165823	40,0370887	292	923,9336708
3	7	332,0370887	61,8175075	270,2195812	292	690,5474775



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

2	8	562,2195812	403,036991	159,1825902	292	-222,073982
1	9	451,1825902	408,571028	42,6115622		-408,571028
0	10	42,6115622	40,6655396			0
		<b>2564,007717</b>	<b>1166,05398</b>		<b>1168</b>	<b>2564,007717</b>

Finalmente, a partir de un valor inicial Q de 400 unidades se obtuvo valores que convergen en 389 unidades (Tabla 24).

**Tabla 24**

*Resultados de la distribución para pedidos de 389 unidades*

N	3
Q	389
FOP	0,408997131

Con la siguiente distribución de pedidos (Tabla 25).





Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**Tabla 25**

*Plantilla de distribución de pedidos semanales de 389 unidades*

$\beta$	T (semanas)	Sale			Entra	
		Inventario inicial	R	Inventario final	Pedido (Q)	Cantidad a mantener
10	0			0	389	3890
9	1	389	38,2468162	350,7531838		-344,2213458
8	2	350,7531838	38,1310763	312,6221075		-305,0486104
7	3	312,6221075	39,9220191	272,7000884		-279,4541337
6	4	272,7000884	37,8722443	234,8278441		-227,2334658
5	5	234,8278441	36,7741731	198,053671		-183,8708655
4	6	198,053671	61,0165823	137,0370887		-244,0663292
3	7	137,0370887	61,8175075	75,2195812	389	981,5474775



Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

2	8	464,2195812	403,036991	61,1825902	389	-28,073982
1	9	450,1825902	408,571028	41,6115622		-408,571028
0	10	41,6115622	40,6655396	0,9460226		0
		<b>2851,007717</b>	<b>1166,05398</b>		<b>1167</b>	<b>2851.007717</b>

A partir de todos los datos obtenidos se puede establecer un comportamiento óptimo (Tabla 26).

**Tabla 26**

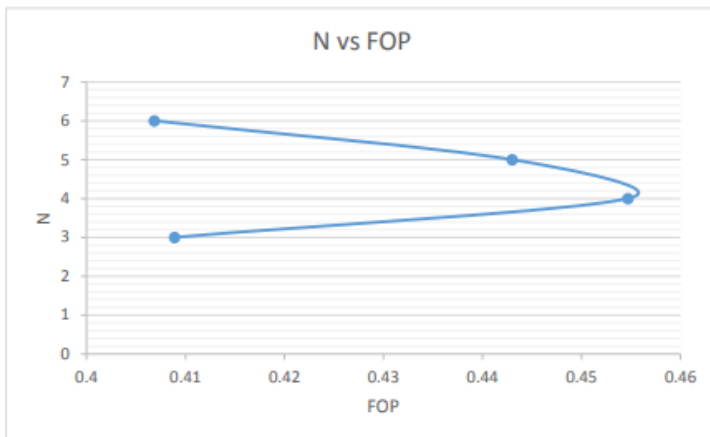
*Relación del número de pedidos (N) respecto al factor de optimización (FOP)*

N	6	5	4	3
FOP	0,4068	0,4430	0,4547	0,4089



## Figura 19

*Distribución del número de pedidos (N) y el factor de optimización (FOP)*



De acuerdo a información brindada por la propietaria, los panetones producidos no son distribuidos fuera del local de la misma empresa, por lo que son almacenados y producidos en el mismo local de procesamiento, presentando menor costo de mantenimiento, siendo importante optimizar el Factor de Optimización “FOP”. En la Figura 19, se observa que el FOP más alto es aquel que se aproxima a un requerimiento de 4 pedidos, entonces podemos utilizar una distribución de 4 pedidos de frecuencia semanal de 292 unidades cada uno, esta distribución de pedidos está relacionado al área de producción ya que en la misma empresa se expende y produce los panetones.



# Capítulo IV

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN



#### **4.1 Conclusión**

Se aplicó un modelo matemático como variante del modelo de Cantidad Económica de Pedido (CEP) para alimentos procesados de demanda histórica con tendencia estacional, considerando estacionalidad de demanda de panetones “Meza” en los años 2017 y 2018, en base a esta tendencia resulto 4 pedidos de 292 unidades como la óptima para el abastecimiento de inventario durante la operación en el año 2019.

#### **4.2 Recomendación**

La variante del modelo de cantidad económica de pedido desarrollada y aplicada en el presente libro, es útil para cualquier producto que cuente con demanda de tendencia estacional, por lo que se recomienda aplicar el modelo descrito para pronósticos de abastecimiento (pedido óptimo y número de pedidos) en todo tipo de producto de la industria.



## Referencias bibliográficas

- Absi, N., & Sidhoum, S. (2008). The Multiitem Capacitated Lot-sizing Problem with Setup and Shortage Costs. *European Journal of Operational Research*, 185(3), 1351-1374.
- Ballou, R. H. (2004.). Logística: Administración de la Cadena de Suministro. (Quinta edición. ed.). Pearson Educación.
- Brooking, S., Hailey, W., Parker, H., & Woodruff, C. (1995). Evolving Production Technologies: Implications for Inventory Ordering Formulations. *International Journal of Operations & Production Management.*, 15(2), 30-42.
- Bustos, C. y Chacon, G. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente. Un estudio en Venezuela. *Contaduría y Administración*, 57 (3), 239-258.
- Causado, E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 163-177.
- Cedillo, M. (2008.). Sánchez Análisis Dinámico de Sistemas Industriales. México.: Editorial Trillas.
- Chapman, S. N. (2006). Planificación y control de la producción. Mexico: Pearson Educación.



- Correa, A. A., Gómez, R. A., y Cano, J. A. (2010). Gestión de Almacenes y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Mc Graw Hill.
- Heizer, J., & Render, B. (2001). Dirección de la producción. Decisiones tácticas. (6a. ed. ed.). España: Pearson Educación.
- Kusrini, E. (2005). Sistema de Inventario Multiitem con Restricciones de Inversión y Espacio de Almacén. Indonesia: Teknoin, 10(2), 95-103.
- Lambert, D., & Stock, J. (2001). Strategic Logistics Management. Boston: Irwin- Mc Graw Hill.
- Liu, C., & Ridgway, K. (1985). A Computer-Aided Inventory Management System part 2: Inventory Level Control. Integrated Manufacturing Systems, 6(2), 11-17.
- Muller, M. (2005). Fundamentos de administración de inventarios. Editorial Norma.
- Nahmias, S. (2007). Análisis de la producción y las operaciones (5a. ed. ed.). México: McGrawHill.
- Piña, J. (2012). Determinación de la cantidad económica de pedida en una empresa cauchera venezolana aplicando la técnica LIMIT. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, 6(2), 61-72.



- Rojas, A. (2013). Aplicación de la teoría de inventarios a una empresa poblana. [Tesis de pregrado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla].  
<https://www.fcfm.buap.mx/docencia/tesis/licenciatura-ma>
- Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). Planeación y control de la producción. México: McGraw - Hill Interamericana.
- Vicencio (2019). Variante del modelo de inventario de cantidad de pedido (CEP) considerando pronóstico de demanda estacional de alimentos procesados. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac].  
<https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/769>
- Vicencio, G., Bejarano, D. y Paredes, L. (2023). Variante del modelo matemático de inventario de cantidad económica de pedido (CEP) considerando estacionalidad de demanda. Revista de Investigación Científica y Tecnológica LLamkasun, 4(1), 40-46.
- Winston, W. (1994). Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos. México D.F.: Grupo Editorial Iberoamerica.





Aplicación del modelo de inventario de cantidad económica de pedido (CEP)  
considerando estacionalidad de demanda de panetones en la ciudad de Abancay

**INFORMACION DE VENTAS DE PANETONES "MEZA" AÑOS 2017 Y 2018.**

**EVOLUCIÓN DE VENTAS SEMANALES**

PRODUCTO : PANETON "MEZA"  
AÑO : 2017

MES	SEMANA	VENTAS DE PANETONES (unidades)
NOVIEMBRE	Semana 1	21
	Semana 2	22
	Semana 3	20
	Semana 4	20
	Semana 5	21
DICIEMBRE	Semana 1	21
	Semana 2	21
	Semana 3	160
	Semana 4	170
ENERO	Semana 1	24
TOTAL		500

**EVOLUCIÓN DE VENTAS SEMANALES**

PRODUCTO : PANETON "MEZA"  
AÑO : 2018

MES	SEMANA	VENTAS DE PANETONES (unidades)
NOVIEMBRE	Semana 1	28
	Semana 2	28
	Semana 3	35
	Semana 4	33
	Semana 5	31
DICIEMBRE	Semana 1	32
	Semana 2	41
	Semana 3	264
	Semana 4	288
ENERO	Semana 1	20
TOTAL		800

  
Pilar Guerra

PROPIETARIA

PILAR GUERRA HUITA  
Propietaria Panadería y Pastelería "MEZA"  
DNI 31031359

