



! POSGRADOS !

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-SO-30-NO.506-2019

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTOS DE DESARROLLO

TEMA:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE
PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN
PARA LA LÍNEA DE TELA TOALLA EN
UNA EMPRESA TEXTIL DE LA CIUDAD
DE CUENCA

AUTOR:

JONNATHAN ISMAEL TENESACA UZHCA

DIRECTORA:

SILVIA JANNETH VELECELA ROJAS

CUENCA – ECUADOR
2025

Autor:**Jonnathan Ismael Tenesaca Uzhca**

Ingeniero Industrial.

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

jtenesacau@est.ups.edu.ec

Dirigido por:**Silvia Janneth Velecela Rojas**

Ingeniera Industrial.

Magister en Ingeniería avanzada de producción, logística y cadena de suministro.

svelecela@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2025 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

JONNATHAN ISMAEL TENESACA UZHCA

Propuesta de un sistema de planificación de producción para la línea de tela toalla en una empresa textil de la ciudad de Cuenca

DEDICATORIA

A mis queridos padres quienes con su amor y lealtad hacia mí me han enseñado que los sueños se pueden hacer realidad con sacrificio, dedicación y confianza ha sido una luz la cual me ha servido para guiarme al momento de construir mis metas.

A mi amada esposa por ser esa persona especial que llegó a mi vida para darle sentido, tu apoyo a sido inquebrantable en este arduo viaje. Al igual que tu paciencia y amor han sido la clave para superar los momentos de duda, ansiedad y desesperación en este camino. Juntos estamos caminado hasta que Dios nos lo permita hagámoslo inolvidable.

A mis hermanos, sobrinos y cuñados por ser parte de mi vida, por la experiencia en cada proceso de mi vida en los cuales siempre han estado presentes. De manera especial a Jenny que para mí es como mi madre tu paciencia, consejos y amor hacia mi han dado fruto.

A todos ustedes, dedico esta tesis con gratitud y amor infinito, ya que este logro no hubiera sido posible sin su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A mi padre Dios todo poderoso, mi madre la Santísima Virgen María, a mi hermano Jesucristo y todos mis Santos intercesores gracias por darme la familia que tengo y no dejarme solo en este camino, por escuchar cada una de mis oraciones en mis momentos en los cuales quería abandonar mis sueños, por ayudarme a vencer mis obstáculos poniendo en mi camino a personas extraordinarias.

De manera especial a la Ing. Silvia Velecela quien supo ser una guía y referente de conocimiento fundamental en el desarrollo de este trabajo.

A la Ing. Sonia Siavichay quien contribuyo con su aliento y consejos en gran parte de mi camino el cual me motivo a seguir adelante siendo una parte fundamental para la culminación de este trabajo.

A todos ustedes mi más profundo agradecimiento.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
2.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	14
3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	16
3.1. PRODUCCIÓN.....	16
3.2. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	16
3.3. IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN....	18
3.3.1. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS.....	18
3.4. TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	19
3.5. PLANIFICACIÓN AGREGADA.....	20
3.5.1. ESTRATEGIAS DE PLANEACIÓN AGREGADA.....	20
3.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA.....	23
3.5.3. SISTEMAS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA.....	26
3.5.4. CUMPLIMIENTO DE DEMANDA.....	26
3.5.5. REDUCCIÓN DE COSTOS.....	26
3.5.6. MEJORA DE LA CALIDAD.....	27
3.5.7. COMPETITIVIDAD.....	27
3.6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	28
3.6.1. PRONÓSTICO SUBJETIVO.....	28
3.6.2. PRONÓSTICO OBJETIVO.....	29
3.7. PLANIFICACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE MATERIAL.....	32
3.7.1. INVENTARIOS Y SU CLASIFICACIÓN.....	32
3.8. PLANEACIÓN DE CAPACIDAD.....	33
3.8.1. COSTOS DE CONTRATACIÓN Y DESPIDOS.....	34
3.8.2. COSTOS DE SUBCONTRATACIÓN.....	35
3.8.3. COSTOS DEL TIEMPO EXTRA Y DE TIEMPO REDUCIDO.....	36

3.8.4.	COSTOS MANO DE OBRA DE TIEMPO PARCIAL.....	36
3.9.	TÉCNICA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS ABC.....	37
4.	MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	39
4.1.	TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	39
4.1.1.	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
4.1.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
4.1.3.	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	39
4.2.	TIPOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	39
4.2.1.	OBSERVACIÓN	40
4.2.2.	DOCUMENTAL.....	40
4.3.	DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS.....	40
4.3.1.	EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE TELA TOALLA, PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN DE INVENTARIO.....	41
4.3.2.	DETERMINAR LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA MÁS ADECUADA DE PRODUCCIÓN DE TELA TOALLA MEDIANTE SISTEMAS CUALITATIVOS, CON EL PROPÓSITO DE ESTABLECER RESTRICCIONES Y CAPACIDADES DEL NIVEL DE PRODUCTIVO.....	45
4.3.3.	ELABORAR LA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN CON LAS ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN AGREGADA.	50
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
5.1.	EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y CODIFICACIÓN.....	53
5.2.	DETERMINAR LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA MÁS ADECUADA DE PRODUCCIÓN DE TELA TOALLA.....	72
5.2.1.	REGRESIÓN LINEAL.....	72
5.2.2.	PROMEDIO MÓVIL.....	78
5.2.3.	PROMEDIO MÓVIL PONDERADO.....	85
5.2.4.	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL	92
5.3.	PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN.....	99
5.3.1.	DESARROLLA DE LA PROPUESTA.....	99
5.3.2.	ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN.....	105
5.3.3.	ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN.....	118
5.3.4.	ESTRATEGIA MIXTA	130
5.3.5.	COMENTARIO FINAL.....	140
6.	CONCLUSIONES.....	151
6.1.	CONCLUSIONES	151

6.2. RECOMENDACIONES	152
REFERENCIAS	154
ANEXOS	158
ANEXO A: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN...	158
ANEXO B: CHECK LIST PARA LA CALIDAD	159

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA LA LÍNEA DE TELA TOALLA EN UNA EMPRESA TEXTIL DE LA CIUDAD DE CUENCA

AUTOR(ES):
ING. JONNATHAN TENESACA

RESUMEN

En el contexto de Ecuador, el sector industrial, en particular las empresas textiles, ha percibido un crecimiento considerable en las últimas décadas. Con ello en mente se prevé detallar que el objetivo se basó en proponer una planificación de producción para la línea de tela toalla en una empresa textil mediante técnicas de planeación agregada. Para llevar a cabo este objetivo se empleó un nivel de investigación de índole descriptiva. Esta tipología de investigación se utilizó dado que proporcionó una visión detallada de los procesos, métodos y resultados relacionados con la planificación de producción de la línea de tela toalla en la empresa textil, lo que ayudará a comprender y documentar de manera integral la situación actual y la propuesta de planificación. De igual manera se empleó el diseño no experimental, por cuanto no se manipularon las variables en un entorno controlado. En cambio, se realizó un estudio de caso (recopilación de datos de producción), para comprender su situación actual y proponer un sistema de planificación adecuado. El método de Promedio Móvil Ponderado mejoró significativamente la precisión de las predicciones al reducir el MAPE por debajo del 1%, destacando T-ALG-GD-BLN-650 con un error mínimo de 0,09%. Aunque T-ALG-PQ-BLN-50 y T-ALG-MD-BLN-150 también presentaron bajos errores, este último mostró mayor variabilidad en las predicciones. En términos de dispersión, T-ALG-PQ-BLN-50 tuvo la menor variabilidad, mientras que T-ALG-MD-BLN-150 presentó los valores más altos de MAD y MSE. Comparado con la Regresión Lineal y el Promedio Móvil Simple, el Promedio Móvil Ponderado se consolidó como el método más preciso para la predicción de la demanda en la línea de producción de tela toalla. Finalmente, la propuesta de la presente investigación incluiría estrategias de planificación integrada como es el caso de la estrategia de persecución, nivelación y mixta

Palabras clave:

Planificación agregada, tela toalla, producción.

ABSTRACT

In the context of Ecuador, the industrial sector, particularly textile companies, has experienced considerable growth in recent decades. With this in mind, the objective was to propose a production planning system for the towel fabric line in a textile company using aggregate planning techniques. To achieve this objective, a descriptive research approach was employed. This type of research was chosen as it provided a detailed insight into the processes, methods, and results related to production planning for the towel fabric line within the textile company, helping to comprehensively understand and document both the current situation and the proposed planning system. Similarly, a non-experimental research design was used, as variables were not manipulated in a controlled environment. Instead, a case study (data collection on production) was conducted to assess the current situation and propose an appropriate planning system. The Weighted Moving Average method significantly improved forecasting accuracy by reducing the MAPE below 1%, with T-ALG-GD-BLN-650 achieving a minimal error of 0.09%. While T-ALG-PQ-BLN-50 and T-ALG-MD-BLN-150 also showed low errors, the latter exhibited greater variability in predictions. In terms of dispersion, T-ALG-PQ-BLN-50 had the lowest variability, whereas T-ALG-MD-BLN-150 presented the highest MAD and MSE values. Compared to Linear Regression and the Simple Moving Average, the Weighted Moving Average proved to be the most accurate method for demand forecasting in the towel fabric production line. Finally, the proposed research includes integrated planning strategies such as the pursuit, level, and mixed strategy.

Palabras clave:

Aggregate planning, towel fabric, production.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de Ecuador, el sector industrial, en particular las empresas textiles, ha percibido un crecimiento considerable en las últimas décadas. Según datos estadísticos proporcionados por la Corporación Financiera Nacional del Ecuador (2020), en el año 2019 existieron 280 empresas dedicadas a la fabricación de prendas de vestir en el país, con el 74% de estas empresas ubicadas en las provincias de Guayas (40%) y Pichincha (34%). A pesar de esta expansión, la falta de una adecuada planificación de la producción en estas empresas ha generado problemas considerables (Zambrano, 2023).

En cuanto a la empresa textil en su línea tela toalla con el código C141002 según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) de la actividad productiva “Fabricación de prendas de vestir de telas tejidas, de punto y ganchillo, de telas no tejidas, entre otras, para hombres, mujeres, niños y bebés: abrigos, trajes, conjuntos, chaquetas, pantalones, faldas, calentadores, trajes de baño, ropa de esquí, uniformes, camisas, camisetas, etcétera.” (Corporación Financiera Nacional, 2020, p. 3), enfrenta desafíos similares debido a que el sistema de planificación de la producción es inadecuado con respecto a los objetivos de producción. Esta carencia ha llevado a problemas como la pérdida de materia prima, obsolescencia de hilos de algodón almacenados y retrasos en la entrega de productos, lo que ha afectado negativamente su capacidad para satisfacer la demanda del mercado y mantener bajos costos de producción.

Para abordar estos problemas, es esencial implementar un sistema de planificación de producción adecuado que permita una gestión más eficiente de los recursos y la satisfacción de la demanda del mercado, asegurando la sostenibilidad y la competitividad a largo plazo en la industria textil ecuatoriana.

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La planificación desempeña un papel fundamental al proporcionar un campo de referencia para la toma de decisiones en una empresa. Actúa como el proceso que conecta las estrategias empresariales con las estrategias operativas de la compañía. En esencia, la planificación implica el análisis y la definición de metas tanto a corto como a largo plazo para la empresa (Cucchiari, 2019).

En nuestra nación, se ha presenciado un crecimiento significativo en el sector industrial en los últimos tiempos. En este contexto, se ha destacado la creciente relevancia del sistema de producción en el ámbito empresarial, lo que ha motivado a las compañías ecuatorianas a mejorar su eficiencia en la gestión de recursos y a reducir costos para satisfacer de manera óptima la demanda a lo largo de un período determinado (Zornoza, 2021).

En este contexto, el campo textil ha experimentado un crecimiento tanto en el ámbito industrial como empresarial, como lo demuestran los datos estadísticos proporcionados por el Banco de Desarrollo (2020) de Ecuador en cuanto el sector de fabricación de prendas de vestir del Ecuador registró en el 2019 un decrecimiento del 3.66% con respecto a 2017, con una participación en ese año del 0.30% del Producto Interno Bruto (PIB) Total y del 2.40% del PIB de la industria manufacturera. Además, las importaciones en el año 2019 sumaron \$240.6 millones de FOB, lo que representa un aumento del 11% en comparación con el año 2018 y un incremento del 56% respecto al año 2016. Las importaciones de prendas de vestir provinieron principalmente de China (35%) y Colombia (22%). La tasa de utilidad neta en el sector experimentó fluctuaciones, con una caída del 25% en el año 2018, seguida de una recuperación del 2% en el año 2019 (Corporación Financiera Nacional, 2020).

Las cifras del Banco de Desarrollo (2020) muestran que en el año 2019 existieron 280 empresas dedicadas a la fabricación de prendas de vestir en Ecuador, con una

generación de 6,549 empleos en el sector. Sin embargo, el sector de fabricación de prendas de vestir experimentó un decrecimiento del 3.66% en 2018 con respecto a 2017, lo que subraya la necesidad de abordar los desafíos que enfrenta. Las importaciones de prendas de vestir superaron a las exportaciones en el mismo año, y la utilidad neta del sector fluctuó, con caídas significativas en años anteriores. A pesar de la desaceleración experimentada en el sector, atribuible en gran medida a la creciente importación de productos provenientes de diversos países, lo que ha intensificado la competencia en áreas cruciales como la calidad, la puntualidad en la satisfacción de los clientes y la fijación de precios, no se ha implementado una planificación de la producción eficaz y administración eficiente de los recursos materiales (Zambrano L. , 2024). Esto se observa y es crucial reconocer la urgente necesidad de desarrollar una estrategia de producción sólida y efectiva que permita a las empresas textiles competir con éxito en un mercado cada vez más desafiante.

Por lo tanto, resulta esencial proponer un sistema de planificación de la producción en estas empresas textiles para competir de manera efectiva con otras industrias y garantizar la sostenibilidad a largo plazo (Ortiz, 2024). Este sistema debe ser integral, involucrando a todos los niveles jerárquicos de la empresa, y ser capaz de satisfacer de manera óptima la demanda de productos que la empresa enfrenta. Solo a través de una planificación efectiva, se podrán superar los desafíos actuales, mejorar la calidad de los productos, reducir costos, y mantener la competitividad en el mercado nacional e internacional.

Este proyecto de investigación desempeñará un papel crucial en la empresa al mejorar la gestión de su materia prima, especialmente en lo que respecta a las pérdidas experimentadas. El problema radica en que el hilo de algodón utilizado para elaborar las toallas tiende a perder peso cuando se almacena sin una planificación adecuada. Como consecuencia, este material puede volverse obsoleto, lo que supone un gasto para la empresa. Esto se agrava aún más debido a la falta de un sistema de planificación de producción efectivo, que podría optimizar la gestión de los recursos de hilo de algodón.

Un sistema de planificación de la producción en una empresa es una herramienta invaluable, no solo para la optimización de recursos, sino también para tomar decisiones sobre qué productos fabricar, en qué cantidad y cómo hacerlo dentro de un plazo específico y a un costo de producción reducido.

Es de esta manera que la implementación de este sistema de planificación de producción beneficiará directamente a la empresa. Le permitirá reducir o mantener bajos niveles de inventario, lo que a su vez minimizará los costos asociados a los recursos necesarios para la producción de toallas y garantizará la satisfacción de la demanda en plazos determinados. Esto conlleva beneficios significativos en términos de eficiencia de producción, ya que la empresa podrá fabricar los productos requeridos de manera oportuna para cumplir con los pedidos.

Además, un sistema de planificación de producción evita retrasos en la producción debido a la falta de materiales, ya que garantiza un inventario confiable de los recursos necesarios para la producción de toallas. También optimiza los recursos humanos, materiales y financieros, lo que proporciona una ventaja competitiva en el mercado al cumplir con los pedidos dentro de plazos establecidos, lo que resulta en clientes satisfechos. A la par es fundamental establecer que para su consecución se abordarán los siguientes objetivos.

2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una planificación de producción para la línea de tela toalla en una empresa textil mediante técnicas de planeación agregada.

2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Analizar la situación actual de producción en la línea de tela toalla, para determinar la composición de inventario.

Determinar la proyección de la demanda más adecuada de producción de tela toalla mediante sistemas cualitativos, con el propósito de establecer restricciones y capacidades del nivel de productivo.

Elaborar la propuesta de planificación de producción con las estrategias de planificación agregada.

3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. PRODUCCIÓN

La producción es el proceso mediante el cual los insumos o materias primas se transforman en bienes y servicios útiles para satisfacer las necesidades o deseos de las personas (Cucchiari, 2019). Este proceso implica una serie de actividades coordinadas que combinan factores de producción como mano de obra, capital, tecnología y recursos naturales. La producción no se limita a la fabricación de bienes materiales, como alimentos, ropa o automóviles, sino que también incluye la fabricación de servicios como educación, salud o entretenimiento (Cerna y Guzmán, 2019).

Es necesario destacar que existen diferentes tipos de producción, según a qué sector pertenecen y cuál es su finalidad. La producción primaria se refiere a actividades que extraen recursos directamente de la naturaleza, como la agricultura, la pesca o la minería. La producción secundaria implica la transformación de estos recursos en productos terminados o semiacabados y se lleva a cabo en la industria manufacturera. La producción terciaria, en cambio, corresponde al sector servicios, donde no se crean bienes físicos, sino que se satisfacen las necesidades a través de actividades intangibles (Medina, 2021).

3.2. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Según Ynfanzon (2024) la planificación de la producción es una función estratégica y táctica esencial en la gestión de operaciones empresariales que juega un papel fundamental en la eficiencia y rentabilidad de las empresas, especialmente en el contexto de la industria textil como la empresa. Esta función abarca una serie de procesos interconectados y estratégicos que requieren una atención minuciosa y una comprensión profunda. A continuación, se amplían los aspectos clave sobre el

tema en estudio:

Función Esencial de la Gestión de Operaciones: La planificación de la producción se sitúa en el corazón de la gestión de operaciones y es esencial para el funcionamiento continuo y efectivo de cualquier empresa. Esta función se encarga de coordinar y sincronizar los recursos y procesos involucrados en la producción de bienes o servicios (Tarazona , 2023).

Organización y Coordinación de Recursos: Implica la organización y coordinación de una amplia gama de recursos, incluyendo materiales, maquinaria, mano de obra y tiempo. Esto implica tomar decisiones estratégicas sobre cómo asignar estos recursos de manera eficiente para lograr los objetivos de producción (Cifuentes, 2019).

Programación de la Producción: Es un componente crítico de la planificación de la producción. Contiene la determinación de cuándo y en qué volumen se producirán los bienes o servicios. Esto incluye la programación de máquinas, la asignación de tareas a los trabajadores y la gestión de las fechas de entrega (Alvarez, 2018).

Asignación de Recursos: Es una parte fundamental de la planificación. Esto implica asignar adecuadamente la mano de obra, la materia prima y las máquinas a las diferentes etapas de producción para maximizar la eficiencia y minimizar los cuellos de botella (Romo, 2019).

Estimación de Tiempos: La planificación de la producción también implica estimar los tiempos requeridos para cada etapa del proceso de producción. Esto es crucial para asegurar que la mercancía se entregue a tiempo y que los recursos se usen de forma efectiva (Machaca, 2022).

Gestión de Inventarios: Es una parte crítica de la planificación de la producción. Conlleva preservar un equilibrio acorde entre el inventario existente y la demanda del mercado. Un exceso de inventario puede aumentar los costos de almacenamiento, mientras que una escasez puede llevar a la insatisfacción del

cliente (Gonzales, 2021).

Enfoque en la Producción: En este contexto, se concentra específicamente en la producción de tela toalla, un producto central para la empresa. Esto significa que la empresa debe prestar una atención especial a los procesos, la administración de inventarios y la programación relacionada con la producción de tela toalla (Morales y Paredes, 2024).

Focalización en la Producción: Dentro de este marco, se pone énfasis particular en la fabricación de toallas de tela, un artículo fundamental para la empresa. Esto implica que la empresa debe dedicar especial atención a los procedimientos, la gestión de inventarios y la planificación asociada con la producción de toallas de tela (Velázquez et al., 2019).

3.3. IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Según Ruiz (2019), la relevancia de la planificación de la producción en una empresa es incuestionable, abarcando una amplia gama de aspectos estratégicos y operativos fundamentales para la organización. A continuación, se detallan exhaustivamente cada uno de los puntos clave que evidencian la importancia crucial de esta tarea.

3.3.1. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

Tarazona (2023) asevera que esta temática representa uno de los fundamentos esenciales en el proceso de planificación de la producción. Esto implica una administración más efectiva de los recursos esenciales, tales como materiales, mano de obra y equipos. Al llevar a cabo una planificación detallada de los procesos y asignar de manera estratégica estos recursos, se logra una disminución de los desperdicios y se reduce el tiempo ocioso tanto de las máquinas como de los empleados (Córdova y Martínez, 2019). Esto tiene un impacto directo en la minimización de los costos operativos, lo que contribuye a una mayor rentabilidad.

Además, la optimización de recursos permite utilizar menos recursos para producir la misma cantidad de productos o incluso más, lo que mejora la eficiencia general de la empresa.

3.4. TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Se reconoce la existencia de tres tipos clásicos de sistemas de producción: producción bajo pedido, producción por lotes y producción continua, a los cuales se puede añadir un cuarto tipo conocido como tecnología de grupos. Estos sistemas no están exclusivamente vinculados al volumen de producción, aunque suele ser un factor relevante. Es fundamental comprender que el tipo de producción influye en la estructura organizativa y en gran medida en la disposición del equipo. Cada tipo de producción presenta características específicas y requiere condiciones particulares para su implementación y funcionamiento eficaz, aspectos que se explorarán en este estudio (Ruiz, 2019).

En primera instancia se connota la producción por trabajos. Esta se caracteriza por el hecho de que comienza sólo cuando se recibe un pedido específico. Este método implica un análisis detallado de los materiales, tareas y plazos necesarios para completar el trabajo de acuerdo con los requisitos del cliente. Esto es común en talleres o producción unitaria, donde se fabrican unidades o pequeñas cantidades con un bajo nivel de automatización. A medida que avanza la tecnología en estos procesos, aumentan los desafíos de gestión, ya que se requiere una reasignación sustancial de recursos al final de cada proyecto (Agudelo y López, 2019).

Por otro lado, según Cruz *et al.*, (2020) la producción por lotes implica fabricar una cantidad limitada de productos en cada ciclo, donde las operaciones se segmentan y completan para todo el lote antes de pasar al siguiente paso. Este sistema permite una cierta especialización de la plantilla, pero requiere una organización rígida para evitar tiempos de inactividad. Los períodos de espera y los retrasos son comunes, lo que plantea importantes desafíos a la gestión en términos de optimización de recursos y tiempo.

Finalmente, la producción continua se enfoca en la fabricación constante de productos sin interrupciones y sin cambios en el diseño. Este sistema optimiza el flujo de trabajo al eliminar los tiempos de espera entre operaciones, lo que garantiza un procesamiento progresivo y continuo. Cualquier fallo en la línea de producción afecta a todo el proceso, lo que resalta la importancia de una sincronización precisa en cada etapa para mantener la eficiencia del sistema (Sotomayor y Rocca, 2022).

3.5. PLANIFICACIÓN AGREGADA

Según Gutiérrez y Rengifo (2022) la planificación agregada es un enfoque estratégico que se utiliza para determinar la capacidad de producción necesaria en un período de tiempo más largo. En el caso de la producción de tela toalla, la planificación agregada implica la determinación de los niveles de producción necesarios para satisfacer la demanda prevista. Esto se basa en pronósticos de demanda, restricciones de capacidad y políticas de inventario. Herramientas como el Plan Maestro de Producción (MPS) y los modelos de programación lineal son utilizados para facilitar este proceso.

3.5.1. ESTRATEGIAS DE PLANEACIÓN AGREGADA

Las estrategias de planeación agregada son enfoques utilizados por las empresas para equilibrar su capacidad de producción con la demanda prevista. Cada uno tiene ventajas y desventajas y se elige en función de factores como la naturaleza del producto, la variabilidad de la demanda y la estructura de costos (Caisedo et al., 2019). Las tres estrategias más comunes se analizan con más detalle a continuación:

- Estrategia de persecución

La estrategia de persecución consiste en ajustar la producción directamente a la demanda. Esto significa que la producción aumenta o disminuye dependiendo de las fluctuaciones de la demanda en cada período.

Para implementar esta estrategia, las empresas suelen ajustar los niveles de empleo (contratación o despido) o la capacidad de producción (aumento o disminución de la jornada laboral, uso de subcontratación, etc.) (Álvarez y Marroquin , 2019).

- Estrategia de nivelación

El objetivo de la estrategia es mantener una producción constante independientemente de las fluctuaciones de la demanda. En lugar de ajustar la producción, las empresas acumulan inventario durante períodos de baja demanda y lo utilizan para satisfacer la demanda durante períodos de altos pedidos. También puede significar que los clientes acepten tiempos de espera más largos durante períodos de alta demanda (Corredor , 2022).

- Estrategia mixta

La estrategia mixta combina elementos de estrategia de persecución y estrategia de nivelación, buscando un equilibrio entre la producción continua y el ajuste de capacidad para reducir costos y mejorar la sostenibilidad. Normalmente, se utiliza la producción continua para basar la demanda, pero la capacidad o el inventario se ajustan a medida que la demanda aumenta o disminuye. Como es evidente, cada una de ellas posee ventajas, desventajas y características del modelo. A continuación, se detalla una tabla que enfatiza dichas características (Corredor , 2022).

Tabla 1

Características de las estrategias de planeación

Estrategia	Características	Ventajas	Desventajas
Persecución	Ajusta la producción según la demanda. Varía la capacidad de producción y empleo (contrataciones/despidos).	Bajo inventario. Adaptabilidad rápida ante cambios de demanda. Menos riesgo de sobreproducción.	Inestabilidad laboral. Altos costos de contratación/despidos. Dificultades en sectores con alta especialización.
Nivelación	Mantiene una producción constante. Acumula inventario durante baja demanda. Utiliza inventario o tiempos de espera para manejar la demanda.	Estabilidad en el empleo. Costos laborales estables. Mejor uso de la capacidad instalada.	Costos elevados de inventario. Posibles tiempos de espera largos para los clientes. Riesgo de sobreproducción si la demanda es menor a la esperada.
Mixta	Combina producción constante con ajustes en la capacidad o inventario. Ajusta la capacidad solo en picos de demanda.	Flexibilidad en la producción y capacidad para ajustar ante cambios. Menores costos combinados de inventario y ajuste de capacidad.	Más compleja de implementar y gestionar. Costos aún significativos por la necesidad de gestionar inventario y capacidad.

Mantiene inventario moderado y ajusta la capacidad según sea necesario.	Mejor equilibrio entre estabilidad laboral y flexibilidad operativa.	Requiere planificación y coordinación.	más y
---	--	--	-------

Nota: La tabla describe las características, ventajas y desventajas de las estrategias de planeación. Tomado de: (Bingham, 2021; Corredor , 2022)

3.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA

La planificación agregada es una técnica de gestión de operaciones que se utiliza para tomar decisiones sobre los volúmenes de producción durante un período intermedio, generalmente entre 6 y 18 meses. Su objetivo principal es alinear la capacidad de producción con la demanda proyectada del producto, optimizar la utilización de recursos para minimizar costos y maximizar la satisfacción del cliente. A diferencia de la planificación a corto plazo, que se centra en detalles específicos, la planificación a largo plazo tiene un alcance más amplio y decide sobre categorías de productos más amplias (Ortiz, 2024).

Sus principales características son el equilibrio entre oferta y demanda, ajuste de la capacidad de producción y stocks para evitar tanto la sobreproducción como la escasez de productos. También se centra en reducir costes, como los relacionados con la producción, el almacenamiento y la gestión de capacidad, siempre en la búsqueda de la eficiencia. Esta planificación integral permite a las empresas ser flexibles en la producción, adaptándose a cambios inesperados en la demanda mediante estrategias de ajuste de capacidad o utilización de inventario (Machaca, 2022).

Finalmente, según Córdova y Martínez (2019) se requiere control sobre la capacidad de producción, evaluación y ajuste de los recursos disponibles, como mano de obra y maquinaria, para satisfacer las demandas proyectadas.

En este sentido, las previsiones de demanda juegan un papel importante, ya que permiten realizar con antelación y eficiencia los ajustes necesarios en la producción y en las existencias; para ello es necesario contemplar las siguientes instancias.

Horizonte de la planeación

Bazán (2024) asevera que el horizonte de planificación se refiere al período durante el cual se planifican las decisiones de producción y recursos en una empresa. Normalmente, este horizonte cubre un período de entre 6 y 18 meses, que es un intervalo lo suficientemente largo como para tener en cuenta las tendencias estacionales de la demanda, los ajustes de la capacidad de producción y las decisiones estratégicas que requieren anticipación.

A diferencia de la planificación a corto plazo, el horizonte de planeación no entra en detalles específicos de cada día o semana, sino que aborda la producción a un nivel general para permitir un enfoque más amplio y adaptable (Caisedo et al., 2019). Es de esta manera que elegir el horizonte adecuado permite a las empresas ajustar su capacidad, anticipar fluctuaciones en la demanda y definir políticas de inventario y suministro con anticipación, lo que ayuda a evitar el exceso de capacidad y la indisponibilidad de productos en el mercado.

Mano de obra

La mano de obra es un recurso fundamental en la planificación porque representa el esfuerzo humano necesario para alcanzar el nivel de producción requerido para la demanda prevista (Caisedo *et al.*, 2019). En este contexto, las empresas deben evaluar no sólo el número de empleados necesarios, sino también el tipo de contrato (fijo, temporal, por horas) y la distribución del tiempo de trabajo, que puede incluir horas extras o turnos extra. Una planificación eficaz de la fuerza laboral implica lograr un equilibrio entre retener suficientes trabajadores para satisfacer la demanda y evitar costos innecesarios.

Es importante señalar también que la flexibilidad es importante y algunas empresas utilizan trabajadores temporales o rotan roles entre empleados para adaptarse a los cambios en la demanda sin aumentar significativamente los costos laborales. También se debe hacer hincapié en la formación y el desarrollo de habilidades transversales, para que el equipo pueda adaptarse fácilmente a las variaciones en la producción y cubrir múltiples tareas según sea necesario.

Una planificación adecuada de la fuerza laboral como parte de la planificación general no solo ayuda a controlar los costos, sino que también garantiza la eficiencia y la calidad de la producción (Córdova y Martínez, 2019).

Familias de productos

Las familias de productos representan grupos de productos que comparten características similares y, por lo tanto, pueden planificarse juntos en términos de producción y capacidad. Al agrupar productos en familias, una empresa simplifica el proceso de planificación al pronosticar la demanda en su conjunto, sin tener que proyectar cada producto individualmente. Esto permite a las empresas adoptar un enfoque más estratégico y flexible para gestionar sus capacidades, ya que pueden asignar recursos a nivel de grupo en lugar de servir cada producto por separado (Corredor , 2022).

Es desde esta perspectiva que agrupar productos en familias de productos facilita la reacción ante las fluctuaciones de la demanda, lo que permite realizar ajustes rápidos en la producción de una categoría completa sin afectar significativamente los costos o la estructura del inventario. Esta simplificación es particularmente útil en industrias con grandes gamas de productos, donde la planificación individual sería demasiado compleja y exigente (Cifuentes, 2019). En consecuencia, las familias de productos permiten no sólo optimizar los recursos de producción, sino también responder mejor a la evolución del mercado y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.

3.5.3. SISTEMAS DE PRONÓSTICO DE DEMANDA

Para Romo (2019) la precisión en la estimación de la demanda es crucial para la planificación de producción. Los sistemas de pronóstico de demanda utilizan técnicas estadísticas y cualitativas para prever la demanda futura de tela toalla. Entre las herramientas comunes se encuentran el método de promedio móvil, el método de suavización exponencial y modelos de series temporales.

Estos sistemas proporcionan información valiosa para la toma de decisiones en la planificación de producción.

3.5.4. CUMPLIMIENTO DE DEMANDA

Según Salcedo (2021) la capacidad de cumplir de manera puntual con las necesidades del mercado es un elemento crucial en el proceso de planificación de la producción. En la industria textil, como la que opera una empresa, los ciclos de demanda pueden ser estacionales o sujetos a cambios rápidos. Una planificación efectiva permite a la empresa anticiparse a las fluctuaciones de la demanda y ajustar la producción.

Esto evita la escasez de productos cuando la demanda es alta y previene el exceso de inventario cuando la demanda es baja. El cumplimiento de la demanda también es esencial para mantener la satisfacción del cliente y preservar la reputación de la empresa (Oñate, 2021).

3.5.5. REDUCCIÓN DE COSTOS

La planificación de la producción contribuye directamente a la reducción de costos de múltiples maneras. En primer lugar, al eliminar ineficiencias y cuellos de botella en los procesos de producción, se minimizan los costos asociados con tiempos de producción prolongados y tiempos muertos no planificados. Además, una gestión efectiva del inventario asegura que no se acumulen grandes cantidades de productos terminados en almacén, lo que reduce los costos de almacenamiento y el riesgo de obsolescencia (Cardenas y Sicche, 2023).

La detección de áreas que pueden mejorarse en los procedimientos de producción también tiene el potencial de disminuir los gastos vinculados a la fuerza laboral y al uso de materias primas. En fin, una planificación adecuada se refleja de manera directa en una notable mejora en la eficiencia y una reducción en los costos operativos (Cardenas y Sicche, 2023).

3.5.6. MEJORA DE LA CALIDAD

La satisfacción del cliente y la reputación de la empresa dependen en gran medida de la calidad de los productos finales. La planificación de la producción juega un papel fundamental al posibilitar un control más minucioso de los procedimientos de fabricación, lo que contribuye a asegurar la calidad (Bingham, 2021).

Al establecer estándares y procedimientos específicos, se asegura que cada producto cumpla con las especificaciones y requisitos de calidad establecidos. Además, la planificación permite la implementación de controles de calidad en diferentes etapas del proceso de producción, lo que facilita la detección temprana de problemas y la corrección oportuna. La mejora de la calidad no solo beneficia la imagen de la empresa, sino que también reduce los costos asociados con productos defectuosos o devoluciones (Philipp, 2019).

3.5.7. COMPETITIVIDAD

Según Bravo (2021) en un sector tan competitivo como la industria textil, la adecuada planificación de la producción puede ser el factor que determine si una empresa prospera o queda atrás en el mercado. Una empresa que puede producir de manera eficiente y responder rápidamente a las demandas cambiantes del mercado es más competitivo. La planificación adecuada permite mantenerse ágil y adaptable, lo que le otorga una ventaja estratégica en la industria. La capacidad de cumplir con los pedidos en el tiempo requerido y ofrecer productos de alta calidad a precios competitivos posicionarla como un jugador fuerte en el mercado y le permite mantener y ganar cuota de mercado.

3.6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

La proyección de la demanda es un proceso clave de gestión empresarial que implica estimar la cantidad de productos o servicios que los clientes necesitarán en el futuro.

La previsión de la demanda permite a las empresas planificar eficazmente sus operaciones, ajustar los niveles de producción, gestionar el inventario y tomar decisiones estratégicas. La previsión de la demanda puede basarse en datos históricos, análisis de tendencias del mercado y factores externos como cambios económicos, demográficos o tecnológicos (Cerna y Guzmán, 2019).

Según Bazán (2024) actualmente existen dos tipos principales de enfoques de previsión de la demanda: previsión subjetiva y previsión objetiva, cada uno con sus propios métodos y herramientas.

3.6.1. PRONÓSTICO SUBJETIVO

El pronóstico subjetivo se basa en opiniones y juicios de personas o grupos de expertos que tienen un conocimiento profundo del mercado y las tendencias de los consumidores. Sin depender de análisis matemáticos complejos, puede resultar útil en situaciones en las que no hay datos históricos suficientes o cuando los cambios del mercado son muy dinámicos (Bazán , 2024). Los métodos de pronóstico subjetivo más utilizados incluyen:

Agregado a la fuerza de ventas: este enfoque utiliza pronósticos del personal de ventas y representantes de ventas que están en contacto directo con los clientes y tienen información de primera mano sobre la demanda futura. La suma de sus estimaciones forma el pronóstico general. Aunque este enfoque proporciona una comprensión práctica y detallada del mercado, su principal desventaja es la posibilidad de sesgo o exceso de optimismo en los pronósticos (Morales y Paredes, 2024).

Encuesta al cliente: consiste en preguntar directamente a los clientes sobre sus intenciones de compra. Este método puede proporcionar información valiosa sobre las expectativas de los consumidores y su comportamiento de compra futuro. Sin embargo, esto puede resultar costoso y no siempre refleja la demanda real, ya que es posible que los compradores no coincidan con lo que expresaron en las encuestas (Sampieri , 2020).

Evaluación ejecutiva: Basado en la experiencia y conocimiento de los altos ejecutivos de la empresa, quienes discuten y realizan pronósticos en base a su visión del mercado, tendencias actuales y expectativas de futuro. Aunque este método es rápido y fácil de implementar, también puede estar sujeto a sesgos personales y no siempre está respaldado por datos cuantitativos confiables (Asencio, 2020).

Método Delphi: Es un método de pronóstico estructurado en el que se encuesta de forma anónima a un grupo de expertos durante varias rondas para proporcionar una estimación de la demanda futura. Después de cada ronda, los expertos analizan la totalidad de las respuestas y ajustan sus calificaciones hasta llegar a un consenso. El método Delphi es útil para realizar pronósticos en mercados inciertos o cuando se requieren conocimientos adicionales por parte de los expertos (Bingham, 2021).

3.6.2. PRONÓSTICO OBJETIVO

La previsión objetiva se basa en datos históricos y modelos cuantitativos para predecir la demanda futura. Utilizando fórmulas matemáticas y análisis estadístico, este enfoque tiene como objetivo eliminar errores y proporcionar una estimación más precisa de la demanda (Bravo, 2021). A diferencia de los pronósticos subjetivos, los pronósticos objetivos se basan en datos mensurables y verificables.

Series de tiempo

Los modelos de series de tiempo son herramientas fundamentales para la previsión objetiva. Estos modelos utilizan datos históricos organizados en orden cronológico para identificar patrones y tendencias que pueden ayudar a predecir la demanda

futura (Córdova y Martínez, 2019). Dentro de estas, existen varios métodos ampliamente utilizados:

- **Enfoque intuitivo:** este método se basa en la observación de patrones visuales en datos históricos. Los analistas identifican tendencias o fluctuaciones en la demanda y utilizan su criterio para aplicar estas observaciones al futuro. Aunque este método es útil para identificar patrones obvios, no siempre es lo suficientemente preciso en situaciones complejas (Cucchiari, 2019).
- **Promedio móvil:** este método suaviza las fluctuaciones a corto plazo en los datos calculando el promedio de la demanda durante varios períodos anteriores. Los promedios móviles pueden ser simples (donde cada período recibe el mismo peso) o ponderados (donde los períodos posteriores reciben más peso). Este es un método simple y eficaz cuando la demanda es relativamente estable (Machaca, 2022).
- **Suavizado exponencial:** se trata de una técnica avanzada que, al igual que la media móvil, se ajusta a la demanda pasada, pero da más peso a los datos recientes. Cuando se agregan nuevos datos, los pronósticos se actualizan automáticamente. El suavizado exponencial es muy útil en mercados donde la demanda cambia de manera impredecible porque reacciona rápidamente a las tendencias cambiantes (Machaca, 2022).
- **Pronóstico de tendencias:** este método le permite identificar tendencias a largo plazo en datos históricos y predecirlas para el futuro. Esto es especialmente útil cuando la demanda muestra un aumento o disminución constante a lo largo del tiempo. Pronosticar tendencias es más efectivo en mercados estables, pero puede ser menos preciso cuando ocurren cambios repentinos (Oñate, 2021).

Modelos Asociativos

Según Chacon y Rodriguez (2022) los modelos de asociación establecen relaciones matemáticas entre la demanda de un producto y otros factores externos que pueden influir en ella, como los precios, las variables económicas o el comportamiento del consumidor. Los métodos más comunes en este enfoque son la regresión lineal y la regresión múltiple:

Regresión lineal: este modelo supone una relación lineal entre una variable independiente (como el precio de un producto) y una variable dependiente (demanda). Se utiliza para predecir cómo un cambio en una variable particular afectará la demanda (Rahmer et al., 2022). La fórmula para la regresión lineal simple es la siguiente:

$$Y = a + bX$$

Donde Y es la demanda prevista, Este método es efectivo cuando existe una relación clara entre las variables.

Regresión múltiple: a diferencia de la regresión lineal simple, este modelo analiza la relación entre la demanda y múltiples variables independientes. Es útil cuando la demanda de un producto está influenciada por muchos factores como el precio, la publicidad y las condiciones económicas (Oñate, 2021). La ecuación general de regresión múltiple es la siguiente:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Donde Y es la demanda, X1, X2, Xn son las variables independientes, a es la constante, y b1, b2, bn son los coeficientes que reflejan la influencia de cada variable independiente sobre la demanda.

3.7. PLANIFICACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE MATERIAL

La planificación del requerimiento de material es un importante sistema de gestión de la producción que ayuda a las empresas a gestionar el inventario y los materiales necesarios para fabricar productos. El MRP se basa en la demanda esperada de productos finales, esta demanda se divide en componentes y materiales,

lo que asegura que la producción se pueda realizar sin interrupciones por escasez de insumos. Este sistema permite a las empresas no solo tener los materiales necesarios disponibles en el momento adecuado, sino también optimizar la utilización de recursos, reducir el exceso de inventario y reducir los costos relacionados con el almacenamiento y la producción (Medina, 2021).

De acuerdo con Li *et al.*, (2019) esta planificación funciona a través de la interacción de tres elementos clave. El plan Maestro de Producción (PDP), que define qué productos deben producirse y cuándo deben realizarse en función de los pedidos de los clientes y las estimaciones de producción. A la par el listado de materiales, que descompone los productos en sus componentes más básicos para identificar los ingredientes esenciales; y el registro o inventario, que proporciona información actualizada sobre los niveles de existencias, ayudando a evitar excedentes o faltantes de componentes. Este sistema permite a las empresas optimizar su producción, gestionar su capacidad y su fuerza laboral de manera eficiente y adaptar sus operaciones de acuerdo con las demandas del mercado (Machaca, 2022).

3.7.1. INVENTARIOS Y SU CLASIFICACIÓN

El inventario es uno de los activos más importantes para las empresas, ya que garantiza que los materiales, el trabajo en curso o los productos terminados estén disponibles en el momento adecuado.

Sin embargo, una gestión de inventario ineficaz puede generar altos costos relacionados con el almacenamiento, la obsolescencia o el desabastecimiento. Por tanto, es necesario mantener un equilibrio óptimo entre stock suficiente para satisfacer la demanda y la necesidad de evitar el exceso de stock (González, 2020).

Algunas de las tipologías de inventario se enlistan a continuación:

- **Materias primas:** Materiales adquiridos pero que aún no han pasado por el proceso de transformación.
- **Productos en curso:** Bienes cuya producción ha comenzado, pero aún no ha finalizado.
- **Productos Terminados:** Bienes completamente fabricados y listos para la venta o distribución.
- **Stock de Seguridad:** Reserva adicional para evitar desabastecimientos por fluctuaciones en la demanda o retrasos en el suministro.
- **Inventarios cíclicas:** Existencias que se reponen periódicamente en función de las necesidades de producción diarias o semanales.
- **Inventario en tránsito:** Se refiere a bienes movidos entre diferentes ubicaciones, desde proveedores a una empresa, o desde una empresa a los clientes.
- **Inventario de anticipación:** se almacenan en previsión de un futuro aumento de la demanda, por ejemplo, durante los períodos de mayor venta (Paredes et al., 2019).

3.8. PLANEACIÓN DE CAPACIDAD

La planificación de la capacidad es el proceso mediante el cual una empresa determina cuánto trabajo puede manejar su sistema de producción en un período de tiempo determinado y alinea esa capacidad con la demanda esperada. La

planificación es esencial para evitar cuellos de botella y garantizar que los recursos disponibles (personal, máquinas, instalaciones) sean adecuados para cumplir con los requisitos de producción.

Según Romo (2019) hay tres niveles de capacidad de producción que las empresas deben gestionar:

- Capacidad Instalada: capacidad máxima teórica de producción de una empresa si todos los recursos están trabajando a la máxima eficiencia sin interrupción alguna.
- Capacidad efectiva: capacidad que se puede esperar alcanzar en condiciones normales, teniendo en cuenta factores como el mantenimiento, el tiempo de configuración y las variaciones en la velocidad de operación.
- Capacidad real: capacidad realmente alcanzada durante un período de tiempo, que puede ser menor que la potencia efectiva debido a problemas inesperados o ineficiencias operativas.

En términos simples la planificación de la capacidad está estrechamente relacionada con la gestión de la demanda. Cuando la capacidad no satisface la demanda, la empresa debe considerar estrategias como la contratación, las horas extras, la subcontratación o el ajuste de horas de trabajo, todo lo cual implica costos variables que deben gestionarse adecuadamente (Cifuentes, 2019).

3.8.1. COSTOS DE CONTRATACIÓN Y DESPIDOS

Los costos de contratación y despido son gastos importantes que una empresa debe soportar mientras ajusta su fuerza laboral para adaptarse a los cambios en la demanda.

Estos costos incluyen no sólo los salarios de los empleados recién contratados o despedidos, sino también otros costos asociados con la gestión del proceso, como publicidad de empleo, entrevistas, capacitación inicial y paquetes de indemnización (Bravo, 2021).

Los costos de contratación incluyen gastos como los honorarios de las agencias de contratación, publicidad, selección y capacitación de nuevos empleados, que a menudo son menos productivos al principio, lo que afecta la productividad. Por otro lado, los costos de despido incluyen indemnizaciones por despido, compensaciones adicionales y beneficios legales, así como efectos negativos sobre la moral y la productividad del equipo restante. Por lo tanto, la decisión de contratar o despedir empleados debe analizarse cuidadosamente, ya que ambos procesos pueden resultar costosos y afectar la rentabilidad del negocio si no se gestionan adecuadamente (Peimado, 2020).

3.8.2. COSTOS DE SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación permite a las empresas aumentar temporalmente la capacidad de producción sin realizar inversiones significativas en infraestructura y personal, pero genera costos que pueden afectar la rentabilidad si no se gestionan adecuadamente (Cucchiari, 2019). Los costos directos incluyen las altas tarifas cobradas por las empresas subcontratistas, que a menudo reducen sus márgenes de ganancias, así como los costos adicionales de administrar y coordinar la producción subcontratada para cumplir con los estándares de calidad y los plazos (Gonzales, 2021).

Por otro lado, los costos indirectos incluyen los riesgos asociados con la dependencia de terceros, como problemas de calidad, retrasos en la entrega y pérdida de control sobre aspectos clave del proceso de producción. Según Li *et al.*, (2019) Estos problemas pueden generar costos adicionales como devoluciones de productos defectuosos, ajustes de producción o incluso pérdida de clientes. Si bien la subcontratación puede ser útil para abordar los picos de demanda, es importante evaluar los costos y riesgos antes de implementarla.

3.8.3. COSTOS DEL TIEMPO EXTRA Y DE TIEMPO REDUCIDO

El uso de horas extras o tiempo reducido es una medida común para ajustar la capacidad de producción en respuesta a las fluctuaciones de la demanda. Ambas opciones tienen sus propias ventajas y desventajas, que requieren un análisis cuidadoso por parte de las empresas para garantizar una gestión eficaz de los recursos (Macías et al., 2019).

Las horas extras conllevan costos adicionales porque a los empleados se les paga más de lo habitual. Aunque se trata de una solución rápida y flexible a los aumentos repentinos de la demanda, el uso prolongado puede provocar fatiga en los empleados, reducir la calidad del trabajo y afectar la moral, lo que, junto con el aumento de los costos laborales, también impacta negativamente en la rentabilidad empresarial (Cifuentes, 2019).

Por otro lado, reducir las horas de trabajo para evitar despidos puede ser una solución a la baja demanda, pero la desventaja es la pérdida de ingresos debido a la subutilización de la capacidad de producción. Además, los empleados que trabajan menos horas pueden desmotivarse o buscar otros trabajos, lo que impacta negativamente en la estabilidad del equipo. Las horas extraordinarias y la reducción de la jornada laboral deben controlarse cuidadosamente, ya que son soluciones temporales que pueden tener consecuencias a largo plazo (Agudelo y López, 2019).

3.8.4. COSTOS MANO DE OBRA DE TIEMPO PARCIAL

Según González (2021) utilizar el trabajo a tiempo parcial es otra estrategia flexible que las empresas pueden utilizar para gestionar las fluctuaciones de la demanda. A menudo se contrata a trabajadores a tiempo parcial para realizar tareas específicas durante los períodos pico o cuando la demanda fluctúa.

Costes de contratación: Los empleados a tiempo parcial suelen tener un salario más barato que los empleados a tiempo completo, pero también requieren un proceso de selección y formación. Aunque los costos de capacitación suelen ser más bajos,

estos empleados suelen tener menos experiencia y, en algunos casos, menor productividad que los empleados de tiempo completo (Cruz et al., 2020).

Costos de gestión: los trabajadores a tiempo parcial pueden ser más difíciles de coordinar y gestionar porque requieren una planificación más detallada de cronogramas y responsabilidades para cumplir con los objetivos de producción sin sacrificar la eficiencia. Además, las empresas deben ofrecer prestaciones adecuadas y cumplir con las obligaciones legales en materia de contratación de empleados a tiempo parcial (Córdova y Martínez, 2019).

3.9. TÉCNICA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS ABC

El análisis ABC es una técnica de gestión de inventario basada en el principio de Pareto, también conocido como regla 80/20, que establece que una pequeña cantidad de productos o artículos generalmente representan la mayor parte del valor o impacto del inventario de un sistema. Este método permite clasificar los stocks en tres categorías (A, B y C) según su importancia económica o su valor de consumo, con el objetivo de optimizar la gestión de inventarios concentrando recursos y esfuerzos en los productos de mayor valor (Cucchiari, 2019).

El análisis ABC se basa en la teoría de Vilfredo Pareto, un economista italiano que encontró que el 80% de la riqueza de una sociedad se concentraba en el 20% de la población. Esta teoría se ha aplicado ampliamente en diversas áreas de la economía y la gestión, incluida la gestión de inventarios. En el contexto del inventario, la regla 80/20 establece que el 80% del valor total del inventario suele estar representado por el 20% de los productos (Cruz et al., 2020).

Según Cerna y Guzmán (2019) el objetivo principal del análisis ABC es priorizar productos o materiales en función de su valor o impacto económico, para ayudar a las empresas a identificar elementos que deben gestionarse con más cuidado debido a su impacto en la rentabilidad. Al clasificar los productos en categorías según su importancia relativa, las empresas pueden centrar sus esfuerzos en

mejorar la eficiencia, reducir costos y prevenir problemas como excesos o escasez de inventario.

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. TIPO, DISEÑO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

4.1.1. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se empleará un nivel de investigación de índole descriptiva. Esta tipología de investigación se utilizará dado que proporcionará una visión detallada de los procesos, métodos y resultados relacionados con la planificación de producción de la línea de tela toalla en la empresa textil, lo que ayudará a comprender y documentar de manera integral la situación actual y la propuesta de planificación.

4.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De igual manera se empleó el diseño no experimental, por cuanto no se manipularon las variables en un entorno controlado. En cambio, se realizó un estudio de caso (recopilación de datos de producción), para comprender su situación actual y proponer un sistema de planificación adecuado.

4.1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Por último, el alcance de investigación será descriptivo, ya que se enfocará en describir la situación actual de la planificación de la producción, actividades del proceso, items, entre otros. Posteriormente, es por medio de estos aspectos se propondrá un sistema de planificación detallado. Además, se utilizarán técnicas de análisis de tendencia para determinar la proyección de la demanda y con base en estos resultados efectuar la propuesta.

4.2. TIPOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para efectuar el presente trabajo de investigación se empleará la observación directa para poder analizar el problema e identificar las bases para su solución.

Dentro de la empresa se empleará esta técnica en las máquinas que existen para poder identificar el estado de los productos generados y la composición del inventario en bodega (Kardex). Es importante mencionar también que dentro del proceso de investigación primaria se hizo uso de los siguientes instrumentos para la recolección real de datos en la empresa:

4.2.1. OBSERVACIÓN

La observación directa: Esta se permite hacer referencia al estudio de los procesos de producción y mediante estas instancias obtener información de primera mano sobre cómo se lleva a cabo la planificación para el desarrollo de los productos terminados. Esto puede revelar ineficiencias y problemas que no se capturan fácilmente a través de toda la cadena de desarrollo.

4.2.2. DOCUMENTAL

Dentro del contexto de estudio se abordó un modelo documental de investigación dado que se revisaron documentos internos (registros de producción, informes financieros, entre otros.) Estos datos proporcionaron información sobre el rendimiento de la producción, costos y otros aspectos relevantes, y que permitan abordar temas como la percepción de los problemas actuales de planificación de la producción y las expectativas con respecto a un nuevo sistema.

4.3. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

Para el desarrollo de los objetivos connotados en la presente investigación se debe plantear una metodología acertada. A continuación, se enlistan los objetivos y como se efectuó su consecución.

4.3.1. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE TELA TOALLA, PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN DE INVENTARIO.

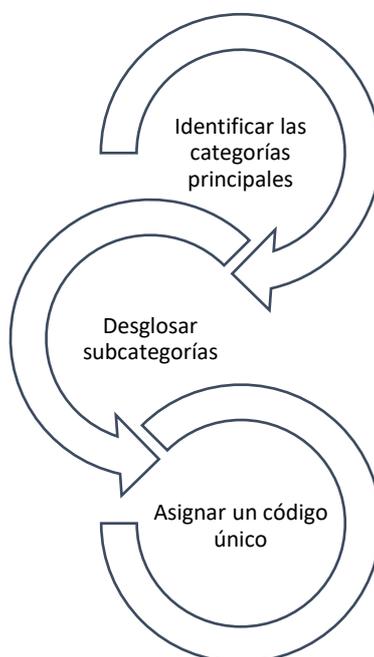
El proceso para llevar a cabo este objetivo se enfocó en la evaluación de la situación actual a través del análisis de inventario que conllevó la identificación y codificación de producto, así como los costos atribuidos a la manufactura.

Dentro del contexto de la recopilación de datos de producción, según Ascencio (2020), estos deben provenir de los históricos en la línea de análisis, abarcando el periodo de tiempo (producción mensual o anual); pues estos se caracterizan como el proceso sistemático de recopilar, registrar y organizar información sobre las actividades, recursos y los resultados de un sistema de producción. Este proceso implica la obtención de datos sobre la cantidad de productos terminados, insumos utilizados, tiempo de producción, costos asociados y cualquier otro indicador relevante para evaluar y optimizar el desempeño del sistema (Madariaga et al., 2022). Es acertado acotar que la recopilación de estos datos ayuda a identificar áreas de mejora, tomar decisiones informadas, garantizar el cumplimiento de los objetivos y mantener la calidad de las operaciones de producción.

Como segundo punto se realizó una codificación en el inventario que según Bingham (2021) este es el proceso de asignar un código único y sistemático a cada producto, material o recurso almacenado en un sistema. Este código ayuda eficazmente en la identificación, clasificación y contabilidad de mercancías. Por otro lado, para establecer una codificación efectiva es necesario mantener los siguientes pasos, conforme en la figura 1.

Figura 1.-

Pasos para la codificación en inventario



Nota: La figura destaca los tres pasos esenciales para el desarrollo de codificación dentro del inventario de productos.

El proceso para asignar tal valoración se complementó con la información de Cifuentes (2019), misma que destaca establecer un formato de código, clasificar los productos y asignar un codificador puede perfeccionar la categorización del producto. Por otro lado, una vez identificado y codificado se debe conocer el proceso productivo por lo que según Bravo (2021) es esencial comprender todos los procesos y actividades que convergen para la manufactura del producto. Es por este motivo que debe destacarse el diagrama de procesos y/o flujo de procesos para la línea de producción.

De acuerdo con Macias *et al.*, (2019) un diagrama de proceso es una representación gráfica que detalla las acciones, decisiones y flujos de trabajo que ocurren dentro de un sistema o proceso. Este diagrama utiliza símbolos estándar para representar las etapas (inicio, proceso, decisión, final) y sus relaciones, lo que facilita la

comprensión, el análisis y la mejora del proceso representado. Los elementos más comunes son:

- Inicio/Fin: Indica el punto de inicio o término del proceso.
- Proceso: Representa una acción o tarea que se realiza dentro del proceso.
- Decisión: Muestra un punto donde el flujo del proceso depende de una condición o respuesta (sí/no, verdadero/falso).
- Conector: Indica la continuidad del proceso cuando no se puede representar en una sola área o página.
- Flechas (Flujo de proceso): Indican la dirección del flujo entre las diferentes etapas del proceso.
- Documentos: Representa un documento generado o utilizado en el proceso (Madariaga y Lao, 2022).

Según Gonzales (2020) la tasa de defectos es una métrica que mide el porcentaje de productos o servicios que no cumplen con los estándares de calidad establecidos en relación con el número total de productos producidos o probados. Este parámetro puede ser valorado con base en la siguiente expresión considerando la inspección de 100 elementos:

$$Tasa\ de\ defecto = \frac{\#\ de\ elementos\ con\ defectos}{total\ de\ elementos\ inspeccionados} \times 100\%$$

Finalmente, Lead Time es el tiempo total que transcurre desde que se realiza una solicitud (pedido) hasta que el producto o servicio solicitado es entregado al cliente (Chacon y Rodriguez, 2022). En contraste, en el término de los costos ya sean estos fijos o variables, la información se obtuvo por medio de jefe de producción de la empresa, quien mostró gran parte de los costos y dio su consentimiento para su utilización; valores que fueron destacados en apartados posteriores.

Los costos fijos son valores que no cambian en función del nivel de producción o de las actividades de la empresa durante un período de tiempo determinado. Estos costos permanecen constantes incluso si se producen más o menos unidades de producción, o incluso si no se realiza ninguna producción (Chacon y Rodriguez, 2022). De manera similar, los costos variables son aquellos que cambian en función del nivel de producción o actividad de la empresa. Cuando el volumen de producción aumenta o disminuye, estos costos cambian proporcionalmente (Bravo, 2021).

Finalmente se efectuó, el análisis ABC para identificar que productos son críticos para el éxito y rentabilidad del negocio en función de su importancia económica. El procedimiento empleado según Gonzales (2020) fue el siguiente:

1. Recopilar datos de inventario
2. Establecer el valor de consumo anual $VCA = cantidad\ de\ producto * costo\ unitario$
 - Establecer el porcentaje del valor del consumo
 $Porcentaje\ del\ valor\ de\ consumo = \frac{VCA\ del\ producto}{Valor\ total\ del\ consumo} \times 100\%$
 - Identificar los costos de adquisición de cada producto
 - Calcular el valor de consumo anual ($Valor\ de\ consumo\ anual = cantidad\ del\ producto * precio\ unitario$)
 - Ordenar los productos por valor de consumo
 - Calcular el porcentaje acumulado ($Porcentaje\ acumulado = Valor\ anterior + valor\ actual$)
 - Finalmente, clasificar los productos en categorías A, B y C

De acuerdo con Medina (2021) en la categoría A; los productos de mayor valor económico, generalmente representan el 70-80% del valor total de consumo, pero

suelen ser una pequeña proporción del total de productos (alrededor del 10-20%).

La Categoría B: Productos de valor medio, que representan aproximadamente el 15-25% del valor de consumo y un 30% del total de productos. Finalmente, Categoría C: Productos de menor valor económico, que representan el 5-10% del valor total de consumo, pero suelen ser la mayoría de los productos en inventario (50-60%).

Ruiz (2019) asevera que el modelo de análisis ABC es efectivo porque permite identificar los productos más relevantes para la rentabilidad del negocio, priorizando aquellos que tienen un mayor impacto económico. Al clasificar los productos en categorías A, B y C, las empresas pueden concentrar sus esfuerzos y recursos en los productos que generan la mayor parte del valor, lo cual optimiza la toma de decisiones relacionadas con la gestión de inventarios, compras y planificación de producción. Al enfocarse en los productos de categoría A, que suelen ser los más costosos o demandados, las empresas pueden maximizar su rentabilidad y garantizar que los productos clave estén siempre disponibles, evitando escasez o exceso de inventario.

Además, este enfoque es útil para optimizar la eficiencia operativa. Los productos de categorías B y C, que tienen un menor impacto económico, pueden ser gestionados de manera diferente, con menos recursos dedicados a su control y reposición. Esto permite a las empresas reducir costos de almacenamiento y administración de productos de bajo valor sin sacrificar el servicio al cliente (Paredes et al., 2019).

4.3.2. DETERMINAR LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA MÁS ADECUADA DE PRODUCCIÓN DE TELA TOALLA MEDIANTE SISTEMAS CUALITATIVOS, CON EL PROPÓSITO DE ESTABLECER RESTRICCIONES Y CAPACIDADES DEL NIVEL DE PRODUCTIVO.

Y es de esta manera que una vez identificadas las distintas tipologías de productos; se efectuó la estimación de la proyección de la demanda con base en los métodos

enlistados a continuación; siendo estos; regresión lineal, promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavizamiento exponencial.

Regresión lineal

Según Salcedo (2021) para el desarrollo de este apartado se requiere de una serie temporal de la demanda en distintos periodos y el número de periodos (meses, semanas, etc.) para los cuales se cuenta con datos históricos. Dentro de la presente investigación se destacan periodos de 12 meses. Una vez definidos estos parámetros se requiere de la siguiente expresión.

$$Y = a + bX$$

Donde

Y: es la demanda proyectada.

X: es el periodo de tiempo (número del mes).

a: es la intersección con el eje Y (demanda inicial).

b es la pendiente, que representa el cambio en la demanda por cada incremento en X.

Por otro lado, para el cálculo de los factores a y b se requieren de las siguientes expresiones.

$$b = \frac{n \sum(XY) - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$
$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

Promedio móvil

Li *et al.*, (2019) destacan que para el desarrollo de este modelo se requiere la demanda histórica para un número de periodos (demanda mensual o semanal) a la par de la selección de la cantidad de periodos (n) a utilizar en el cálculo.

Las expresiones empleadas se denotan a continuación.

$$\text{Promedio movil} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Donde:

D_i : es la demanda en cada uno de los periodos anteriores.

n : es el número de periodos considerados.

El procedimiento para su cálculo se detalla en las siguientes instancias. Se elige un valor de n según los patrones de demanda y el nivel de suavización deseado (generalmente entre 3 y 12 periodos); para el caso del presente trabajo 12 (meses) periodos con base en la entrega de los productos (Li et al., 2019).

Promedio móvil ponderado

Para el caso del promedio móvil ponderado, requirió de información de la demanda histórica de los últimos n periodos (12 periodos) a la par de los pesos asignados a cada periodo, donde la suma total de los pesos debe ser igual a 1. Su cálculo se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Promedio movil ponderado} = \sum_{i=1}^n (D_i * W_i)$$

Donde:

D_i : es la demanda en el periodo i .

W_i : es el peso asignado al periodo i y $\sum W_i = 1$

Para lograr este cálculo de se debe determinar los pesos para cada periodo. Gonzales (2020) en su modelo acota que fue efectivo emplear 0.5 para el último periodo, 0.3 para el penúltimo y 0.2 para el anterior.

A continuación, se multiplica la demanda de cada periodo por su peso correspondiente y finalmente se suman estos valores ponderados para obtener la proyección.

Suavizamiento Exponencial

Para establecer este punto es específico es necesaria la demanda del periodo anterior a la par del valor proyectado del periodo anterior y finalmente el parámetro de suavización α que oscila entre 0 y 1 (Macías et al., 2019). La expresión enlistada a continuación permite el cálculo de este factor.

$$\text{Proyección: } \alpha \times D_{t-1} + (1-\alpha) \times \text{Proyección}_{t-1}$$

Donde:

D_{t-1} : es la demanda del periodo anterior.

α : es el factor de suavización.

Para lograr este cálculo se requiere definir el valor de α según el nivel de suavización deseado (más cerca de 1 si se desean capturar cambios recientes rápidamente). A continuación, se multiplica la demanda del último periodo por α . De igual manera se multiplica la proyección del último periodo por $(1-\alpha)$. Y finalmente se suma los dos valores para obtener la proyección del siguiente periodo (Macías et al., 2019).

En este caso se previó solventar la consecución del objetivo teniendo en cuenta la recopilación de datos, analiza de la demanda proyectada y evaluación de la capacidad actual. Además, se recopilaron datos históricos de ventas para la línea de producción de tela toalla, que cubrieron el último año (12 meses). Estos datos ayudaron a identificar tendencias de demanda a largo plazo, variaciones estacionales y cualquier otro comportamiento recurrente dentro del proceso de venta.

A la par se efectuó un análisis cualitativo con el propósito de comprender las tendencias del mercado. Este análisis cualitativo complementó los datos históricos,

proporcionando contexto sobre posibles cambios en la demanda en el futuro. Finalmente se efectúa la consolidación de datos para ser organizados en una base de datos centralizada que facilitó el acceso y el análisis. Para este aspecto se empleó el programa de Excel que permitió efectuar cálculos precisos.

Análisis de la proyección de la demanda

Una vez estructurados los cálculos es necesario identificar el error de cada uno de los métodos empleados. Para ello, Corredor (2022) destaca que se deben emplear el cálculo de los indicadores de error; teniendo en cuenta el error absoluto medio (MAD), error cuadrático medio (MSE) y finalmente el error porcentual absoluto medio (MAPE) (Cardenas y Sicche, 2023). Por medio de las siguientes expresiones.

$$MAD = \frac{\sum [Demanda\ real - Demanda\ proyectada]}{N}$$
$$MSE = \frac{\sum (Demanda\ real - Demanda\ proyectada)^2}{N}$$
$$MAPE = \frac{100\%}{N} \sum \left[\frac{Demanda\ real - Demanda\ proyectada}{Demanda\ Real} \right]$$

Finalmente, al seleccionar el mejor método de proyección para la planificación general en la producción, según Cerna y Guzmán (2019) se requiere de una comparación exhaustiva de los indicadores de error obtenidos, incluidos MAD, MSE y MAPE. Cada uno de estos indicadores proporciona una perspectiva única sobre la precisión de las proyecciones, por lo que es necesario analizarlos en conjunto para elegir el método más confiable (Paredes et al., 2019).

Según Gutiérrez y Rengifo (2022) el MAD mide los errores absolutos y proporciona información sobre la desviación promedio entre las estimaciones y la demanda real. Este indicador fue útil para conocer la magnitud del error, ya sea que la proyección sea mayor o menor que la demanda real. El MSE, por otro lado, al elevar al cuadrado las desviaciones, penaliza los errores grandes y proporciona una medida de precisión enfocada en minimizar las desviaciones grandes, lo que lo hace ideal en

contextos donde los errores significativos tienen un impacto directo en el costo o la eficiencia.

Por otro lado, el MAPE, al expresar el error como porcentaje, permite interpretar los errores de forma relativa, facilitando la comparación entre diferentes métodos y periodos, independientemente del tamaño de la solicitud. Este indicador es particularmente valioso en contextos donde la demanda varía significativamente, ya que permite evaluar el error relativo en la magnitud de la demanda en cada período.

En la práctica, de acuerdo con Cifuentes (2019) elegir el método de proyección más adecuado implica comparar los valores de estos tres indicadores para cada método aplicado: promedio móvil, promedio móvil ponderado, suavizado exponencial y regresión lineal. Si un método tiene los valores más bajos de MAD, MSE y MAPE generales, se considera el más apropiado, ya que indica que sus estimaciones se acercan en promedio a la demanda real, tanto en términos de errores absolutos como porcentuales.

Como último punto, según Gonzales (2020) la elección del método debe tener en cuenta el contexto y las necesidades específicas de la empresa. Esto se refleja en la empresa objeto de estudio, misma que desea reducir errores importantes debido a su impacto en el inventario, materiales y los costos, puede ser más apropiado preferir un método con un EMS más bajo.

4.3.3. ELABORAR LA PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN CON LAS ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN AGREGADA.

Como es evidente para este punto ya se efectuó un análisis de la demanda histórica y proyectada para la línea de producción de tela toalla. Es importante detallar que exclusivamente se trabajará con la proyección de la demanda con base en el método de suavización exponencial dado que su nivel de error es el mínimo en comparación con la regresión lineal, promedio móvil y promedio móvil ponderado. A esto la idea fundamental es emplear las tres estrategias; persecución, nivelación

y mixta. Según Gonzales (2021) para la aplicación de la estrategia de persecución, es necesario diseñar un modelo que permita ajustar la producción de manera flexible según las fluctuaciones de la demanda.

En primer lugar, se analiza el comportamiento de la demanda en distintos periodos, con el fin de identificar los momentos de mayor y menor actividad productiva. Posteriormente, se establecen políticas de contratación y despido de personal, asegurando que los cambios en la fuerza laboral se realicen de manera eficiente y con el menor impacto posible en los costos de operación.

Además, se debe considerar la modificación de turnos laborales, implementando horas extras o reducciones en la jornada según sea necesario. Como complemento, se evalúa el uso de subcontratación para los periodos de alta demanda, estableciendo acuerdos con proveedores externos que permitan ampliar la capacidad de producción sin incurrir en costos fijos adicionales.

Al respecto de la estrategia de nivelación, Corredor (2022) destaca que es de suma importancia el establecimiento de una producción constante a lo largo del tiempo, sin importar las variaciones en la demanda. Para lograrlo, se debe calcular el nivel promedio de demanda y se ajustar la producción a dicho valor, evitando cambios bruscos en la capacidad instalada. Como consecuencia, se genera un excedente de producción en periodos de baja demanda, el cual se debe almacenar para ser utilizado en los momentos de mayor requerimiento del mercado.

Para ellos se debe llevar a cabo un estudio de la capacidad de almacenamiento disponible, identificando los costos asociados a la gestión de inventarios, así como la infraestructura necesaria para su mantenimiento. Finalmente, se debe establecer políticas de gestión de inventarios, estableciendo límites máximos y mínimos de almacenamiento, y medidas para prevenir la obsolescencia o deterioro de la materia prima y productos terminados.

En lo que respecta a la estrategia mixta, esta debe combinar los principios de las estrategias de persecución y nivelación, con el fin de optimizar costos y garantizar una respuesta eficiente a la demanda del mercado. Para su aplicación, Cruz *et al.*, (2020) destacan que la producción base debe ser constante con el propósito de que esta que cubra el promedio de la demanda esperada, minimizando así la necesidad de ajustes extremos en la capacidad productiva. No obstante, en momentos de demanda elevada, se permitirá cierta flexibilidad en la capacidad de producción, recurriendo a la contratación temporal de personal o a la subcontratación de servicios externos. Por otro lado, Córdova y Martínez (2019) acuerdan que se debe definir límites específicos para la acumulación de inventarios, evitando los excesos que generen costos innecesarios de almacenamiento. Asimismo, se establecerán criterios para la contratación temporal de personal, considerando los costos laborales y la eficiencia operativa de esta estrategia.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y CODIFICACIÓN

En este apartado en primera instancia se destaca cada producto que se desarrolla dentro de la línea de producción; estos corresponden a tres elementos de distintos tamaños que se enmarcan cada uno dentro de su propia categoría.

- Toalla de 68 x 140 cm Grande (GD)
- Toalla de 40 x 70 cm Mediana (MD)
- Toalla de 30 x 30 cm Pequeña (PQ)

A continuación, el proceso se enmarca en desglosar subcategorías para comprender los volúmenes de producción. Y dentro de este, se crearon subcategorías que detallan las características importantes, tales como: tipo de tela (ALG), tamaño (pequeño, mediano, grande), color (blanco) y gramaje (peso en gramos).

Finalmente, se asignó un código único, siendo este congruente con el material genérico del producto. Para la investigación se asignó la letra T como la categoría de la tela toalla. A la par de material algodón (ALG), tamaño de la prenda (PQ, MD o GD), color (BLN) y finalmente peso/gramaje (650,150,50). Tal es el caso de que si tomamos como ejemplo una Tela toalla (T) de material de algodón (ALG) el tamaño de la prenda mediana (MD) de color blanco (BLN) y con un peso de 150 gramos por metro cuadrado (150) obteniendo el siguiente código T-ALG-MD-BLN-150. Con esto en mente se destaca el código para los tres productos:

- T-ALG-GD-BLN-650
- T-ALG-MD-BLN-150
- T-ALG-PQ-BLN-50

Para más información, verificar tabla 2 expuesta a continuación.

Tabla 2.-

Producción por cada categoría de tela toalla (producto, dimensiones y peso)

Producto	Dimensiones (cm)	Peso total (g/m ²)
T-ALG-GD-BLN-650	68 x 140	650
T-ALG-MD-BLN-150	40 x 70	150
T-ALG-PQ-BLN-50	30 x 30	50

Nota: La tabla describe datos generales de la codificación por categoría de tela según las dimensiones. Elaborado por: El Autor, 2025

Una vez definidos los códigos, se levantó la información sobre la cantidad total en peso vendidas en los primeros 7 meses de año 2024, identificadas con el código ya establecido. Esta información se destaca en la tabla 3 mostrada a continuación:

Tabla 3.-

Venta de tela toalla por mes en kilogramos

Productos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
T-ALG-GD BLN-650	82715,74	84528,23	86395,25	81245,78	87456,25	89368,24	84369,25
T-ALG-MD-BLN-150	75285,36	74265,36	75123,69	78265,36	71974,28	73369,25	72859,45
T-ALG-PQ-BLN-50	3201,25	3985,45	3825,15	3100,96	3452,65	3663,25	3985,25

Nota: La tabla describe datos generales por tipo de tela en contraste con su volumen de producción expresados en kilos por cada una de las tres tipologías de toallas. Fuente: El Autor, 2025

La capacidad de la maquinaria y tiempo de ciclo se analizó el proceso. Este se analiza desde la instancia en la cual se recibe los conos de hilo en cajas (ver figura 2) que deben ser colocados en las máquinas para el entretejido de la toalla.

Figura 2.-

Conos de hilo entregados para la línea de producción de tela toalla

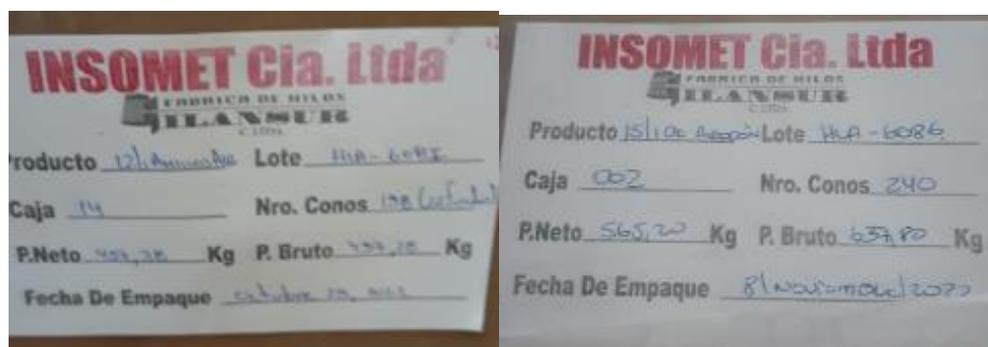


Nota: La figura muestra los conos de hilo entregados. Elaborado por: El Autor, 2025

Es importante acotar que para cada una de las tipologías de toalla se emplea el mismo material base; hilo 12/1 algodón denominado “riso” y el 15/2 algodón denominado “base”. Es necesario acotar que en proporción se emplea un 30% de hilo riso y un 70% de hilo base en el desarrollo de los productos dentro de la línea. Algunas características del hilo se destacan en la figura 2 mostrada a continuación.

Figura 3.-

Membretes de los conos de hilo entregados para la línea de producción de tela toalla



Nota: La figura muestra los membretes de los conos de hilo que denotan el número de caja que hace referencia al palet en el cual llega el hilo, el número de conos, el peso neto y el peso de cada cono o bruto. Elaborado por: El Autor, 2025

Otro punto fundamental a destacar al momento de contemplar el producto es el proceso de manufactura del hilo. Para ello se emplea una máquina denotada como urdidora lo que da el nombre al proceso “urdido” en la cual se colocan los conos de los hilos para su rebobinado en unos carretes que separa las dos tipologías de hilo; el 12/1 y el hilo 15/2. En este proceso trabaja una sola persona y existen dos turnos de 12 horas.

Por lo general cada turno se denomina parada; sin embargo, no se termina la parada en un turno ya que solo en cargar la máquina se demoran entre 6 a 7 horas, puesto que se colocan 585 conos en la máquina y según la velocidad que se dé a la máquina (elementos obsoletos y funcionan a una velocidad estándar), les toma un tiempo de 45 minutos. Dentro de este proceso se evidencian fallas, tal es el caso del hilo que se rompen y el operario debe volver a engranar el hilo hacia la máquina o existe pelusas o motas; elementos que entorpecen el proceso.

Una vez se termina el proceso de urdido pasa al proceso de engomado. Los carretes llenos de hilos 12/1 y 15/2 son bajados en el ascensor y llevados a la engomadora. Esto lo realiza una persona la cual se demora entre 45 a 50 minutos. A continuación, se procede a cargar la engomadora. Este proceso se lo realiza por medio de 2 personas y tienen un tiempo de entre 4 horas para posteriormente engomar el hilo en un tiempo que se demora entre 8 a 10 horas. Las máquinas de engomado son obsoletas y tienen fugas; por ende, siempre existen paradas repetitivas debido a fallas por ruptura de hilo o no se engoma bien por el grosor del hilo o las motas existentes o mezclas de finidad.

Una vez culminado el proceso de engomado, el hilo pasa al proceso de tejeduría. En esta parte del proceso el hilo engomado es tratado en conjunto puesto que es necesario que ambos se entrelacen. Este proceso se denomina trama que es la unión del engomado con el hilo para la conformación final de la tela, de acuerdo tipo de producto solicitado se tienen 6 máquinas las cuales tiene 3 personas que las operan,

mismas que se demoran entre 30 a 45 minutos, 2 máquinas para cada producto o tipología de toalla. En este punto se presentan fallas de tipo: mezcla de finidad del hilo, falta de engomado en tramos de los carretes y motas existes de procesos anteriores.

Luego de tejeduría pasa al proceso de revisión en el cual se transporta en carretes y se monta. Este proceso lo realiza una persona y se estima un tiempo de demora 15 a 25 minutos por cada 100 metros. Por otro lado, la persona de revisión se demora entre 10 a 25 minutos por cada 100 metros de tela. Las fallas presentadas son errores de urdido, fallas de finidad del hilo muy alto o bajo por no seguir la secuencia de la finidad. El desperdicio es de 2 kg hasta dar por fallido toda la tejeduría de la toalla de 100 metros. Para verificar el proceso en su completa extensión revisar el **Anexo A**.

Por otro lado, es necesario destacar también que dentro de la venta de tella toalla se gestiona la cantidad en KG de hilo empleado dentro de la línea toalla y el tiempo de manufactura. La tabla 4 muestra la cantidad de hilo y la tabla 5 el tiempo de manufactura.

Tabla 4.-

Cantidad del hilo para tela toalla

Producción de tela Toalla							
Productos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
TOTAL EN PESO	161202,35	162779,04	165344,09	162612,1	162883,18	166400,74	161213,95
HILO RISO (12/1)	48360,70	48833,71	49603,22	48783,63	48864,95	49920,22	48364,18
HILO BASE (15/1)	112841,64	113945,32	115740,86	113828,47	114018,22	116480,51	112849,76

Nota: La tabla describe datos generales la cantidad en tela de hilo 12/1(30%) y 15/1 870%) empleado en la manufactura de tela toalla. Fuente: El Autor, 2025

Tabla 5.-

Tiempo para el desarrollo de tela

Tipo de Tela	Tiempo de manufactura (100 m)	Porcentaje de Hilo
T-ALG-GD BLN- 650	25 min	30% de hilo riso y 70% de hilo base
T-ALG-MD-BLN- 150	22 min	30% de hilo riso y 70% de hilo base
T-ALG-PQ-BLN- 50	10 min	30% de hilo riso y 70% de hilo base

Nota: La tabla describe datos generales por tipo de tela y el tiempo para la manufactura de 100 m de tela. Fuente: El Autor, 2025

Finalmente, es de suma importancia destacar que en la empresa no existe un plan de mantenimiento. Las máquinas son obsoletas (años 84 al 92) y el único mantenimiento que reciben es netamente correctivo. En consecuencia, siempre existen fugas de aceite que cada día se reparan y se completan los niveles; actividad que como es evidente mancha la tela.

Adicionalmente, debido al año de las máquinas sus repuestos ya no son los mismos y se puede aseverar que sus componentes han sido remplazados en un 70%. Esto aunado con el hecho que no existe stock en la bodega de repuestos ya que si se daña en ese momento se hace un requerimiento al gerente, mismo que envía el requerimiento al dueño de la fábrica a espera de su aprobación (1 semana).

En caso de no obtener un repuesto, este debe manufacturarse lo que requiere de hasta 15 días. Es de esta manera que la producción queda definida como se muestra a continuación:

Tabla 6.-

Producción por cada tipo de tela toalla (volumen, capacidad y tiempo de ciclo)

Productos	Volumen de ventas promedio (kg/mes)	Capacidad de la Maquinaria	Tiempos de Ciclo
T-ALG-GD-BLN-650	85154,11	Baja (2 máquinas)	41 min/máquina
T-ALG-MD-BLN-150	74448,96	Media (2 máquinas)	40 min/máquina
T-ALG-PQ-BLN-50	3601,99	Baja (2 máquinas)	35 min/máquina

Nota: La tabla describe datos generales al respecto del promedio de la producción. En caso de requerir más información es necesario verificar el punto 3.1.1 del apartado anterior. Elaborado por: El Autor, 2025

Dentro de este contexto, la mano de obra técnica son prácticamente los mismos operarios que deben recorrer por toda la planta. Es desde esta perspectiva que se destaca la tabla 7 mostrada a continuación.

Tabla 7.-

Producción por cada tipo de tela toalla en base a la calidad

Productos	Calidad del Producto	Tasa de Defecto	Lead Time (días)	Pedidos en Curso x Mes	Costos de Producción (\$/kg)
T-ALG-GD-BLN-650	Baja	16%	1.2	80000	4.20

T-ALG-	Baja	13%	1	70000	3.80
MD-BLN-					
150					
T-ALG-	Baja	18%	1.5	3500	3.65
PQ-BLN-					
50					

Nota: La tabla describe datos generales para establecer la calidad de la tela. Para el check list y su estimación verificar Anexo B. Elaborado por: El Autor, 2025

Como siguiente paso se efectúa el análisis del inventario y stock de los productos terminados. Para analizar el inventario actual se cuenta con 50 rollos de cada tipo de toalla mismo que contienen alrededor de 100 metros de tela. Es importante destacar que esta información converge en el análisis ABC. Para ello el primer paso fue recopilar los datos de inventario.

Tabla 8.-

Metros disponibles de tela al respecto del inventario

Producto	Rollos Disponibles	Metros por Rollo	Total de Metros Disponibles	Productos Terminados en Stock (kg)	Materia Prima (kg)	
T-ALG-	50	100	5000	8500	Hilo	Hilo
GRD-BLN-					12/1	15/1
650					1050	450
T-ALG-	50	100	5000	7000	300	700
MD-BLN-						
150						
T-ALG-	48	100	5000	3200	240	560
SM-BLN-						
50						

Nota: La tabla muestra la cantidad de tela para el desarrollo del producto terminado. C/M significa cada mes. Elaborado por: El Autor, 2025

Una vez se ha identificado los valores en cuanto a existencia de producto, metraje disponible, productos terminados y material prima de fabricación. Es necesario detallar los pedidos en curso; sin olvidar los costos asociados.

Tabla 9.-

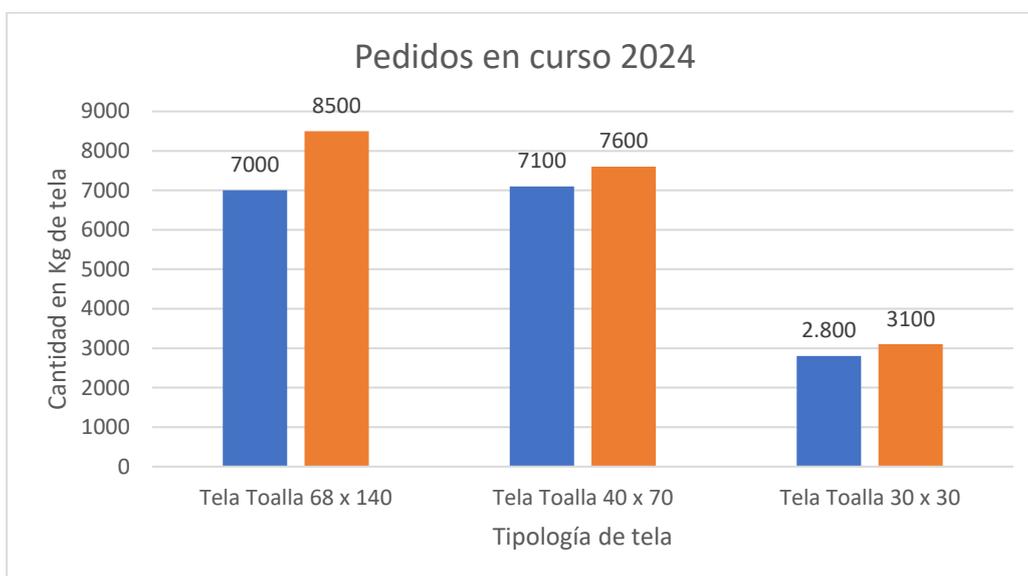
Cantidad de tela al respecto de pedidos en curso (noviembre-diciembre 2024)

Producto	Pedidos en Curso (noviembre) Kg	Pedidos en Curso (diciembre) Kg
T-ALG-GD BLN- 650	7000	8500
T-ALG-MD-BLN- 150	6500	7600
T-ALG-PQ-BLN- 50	2800	3100

Nota: La tabla muestra la cantidad de kg de tela que la empresa debe distribuir para el término del año. Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 4.-

Pedidos en curso de tela toalla dentro de la línea



Nota: La figura muestra la cantidad de tela en kg para el presente mes a la par del venidero para la línea de producción en la cual se destaca que la tela de mayor aceptación es la tela toalla de 68 x 140 cm. Elaborado por: El Autor, 2025

Para el caso del mes venidero los pedidos son un poco escasos. Sin embargo, después de la investigación se obtuvo que hasta el mes de marzo los directores de la empresa tienen previsto entregas. Es acetado acotar que los pedidos en curso no son un estimado de ventas, de hecho; se constituye como una venta segura. Sin embargo, su desarrollo es únicamente para tres meses venideros; su análisis a profundidad con base en una estimación será abordado en la proyección de la demanda.

Tabla 10.-

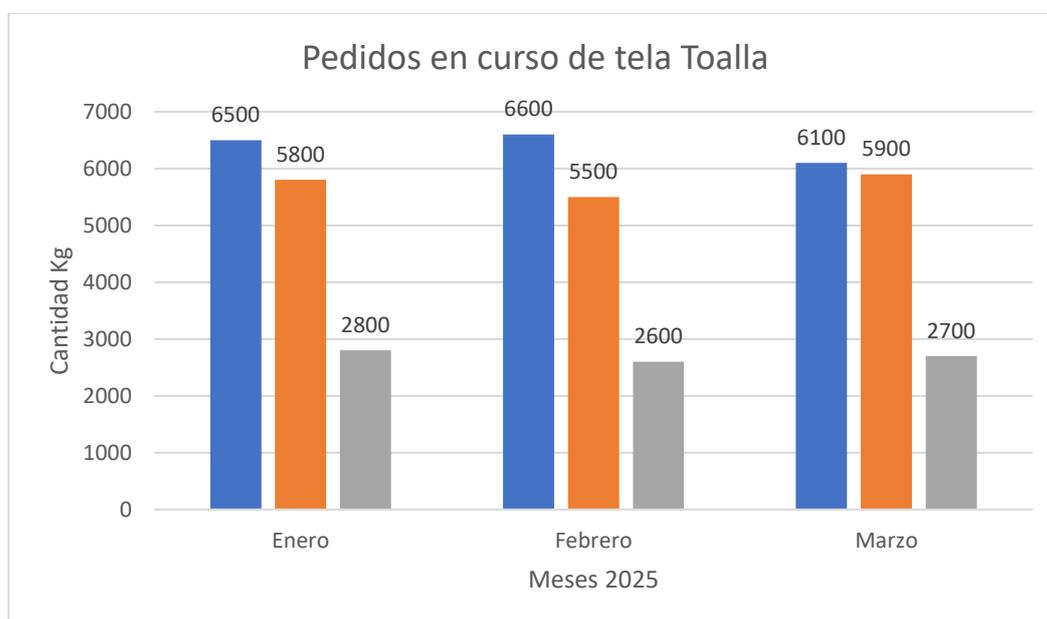
Cantidad de tela al respecto de pedidos en curso año 2025

Mes	Tela Toalla 68 x 140 (kg) T-ALG-GD BLN-650	Tela Toalla 40 x 70 (kg) T-ALG-MD-BLN-150	Tela Toalla 30 x 30 (kg) T-ALG-PQ-BLN- 50
Enero	6500	5800	2800
Febrero	6600	5500	2600
Marzo	6100	5900	2700

Nota: La tabla deja en manifiesto que en el año venidero los pedidos de tela toalla se mantienen al margen y no presentan mayor alza. Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 5.-

Pedidos en curso de tela toalla dentro de la línea



Nota: La figura muestra la cantidad de tela en Kg para el 2025 conforme en una recopilación de información. Elaborado por: El Autor, 2025

Es importante destacar que a la par se deben identificar los gastos implicados para el desarrollo de la línea de talla toalla; para ello se consideran costos directos, indirectos, variables, distribución y finalmente costos fijos.

Tabla 11.-

Costos implicados en el desarrollo de la línea

Categoría	Subcategoría	Descripción	Costo Unitario (\$)	Cantidad Estimada (kg)	Costo Total (\$)
Costos Directos	Materia Prima	Hilo de algodón para tejido (por kg)	3.00	142,800 (total anual)	428.400
	Colorantes y químicos	Tintes y químicos para acabados (por kg)	0.80	50.000	40.000
	Agua para procesamiento	Consumo de agua en tintorería y lavado (por m ³)	0.05	5.000	250
	Mano de obra directa	Costos de operarios de máquinas (por hora)	4.50	50.000	225.000
Costos Indirectos	Energía	Electricidad para maquinaria y procesos (por kWh)	0.12	80.000	9.600
	Mantenimiento de maquinaria	Reparación, repuestos y ajustes técnicos (mensual)	1.500	12	18.000

	Alquiler de instalaciones	de Espacio de producción y almacenamiento (anual)	de 24.000	1	24.000
	Costos logística interna	de Transporte interno de materiales y productos terminados (por viaje)	150	100	15.000
	Depreciación de equipos	de Desgaste de maquinaria en un año	10.000	1	10.000
	Gastos administrativos	Planificación, supervisión y otros costos administrativos (mensual)	2.000	12	242000
Costos Variables	Desperdicio de material	de Desperdicio de algodón y tintes (5% de la producción total)	-	(5% de 142.800)	21.420
	Tiempos muertos	Costos asociados a ineficiencias de producción (5% de mano de obra directa)	-	-	11.250
	Control de calidad	de Pruebas de resistencia, gramaje y tintura (mensual)	1.200	12	14.400

Almacenamiento	Costos de stock	50	200	10.000
	por mantenimiento (por tonelada)			
Seguro de maquinaria	Cobertura anual para equipos y maquinaria	8.000	1	8.000
Costos de Distribución	Transporte a clientes	Envío de pedidos a nivel nacional (por kg)	0.20	142.800
	Embalaje	Empaque para transporte (por kg)	0.10	142.800
	Publicidad y marketing	Promoción para asegurar ventas futuras	5.000	1
Costos Fijos	Impuestos	Impuestos locales y nacionales (10% de ventas estimadas)	-	-
	Seguridad y vigilancia	Personal y sistemas de seguridad (mensual)	800	12
				85.560
				9.600

Nota: La tabla muestra los costos implicados para el desarrollo de tela toalla en distintas medidas. Elaborado por: El Autor, 2025.

Tabla 12.-

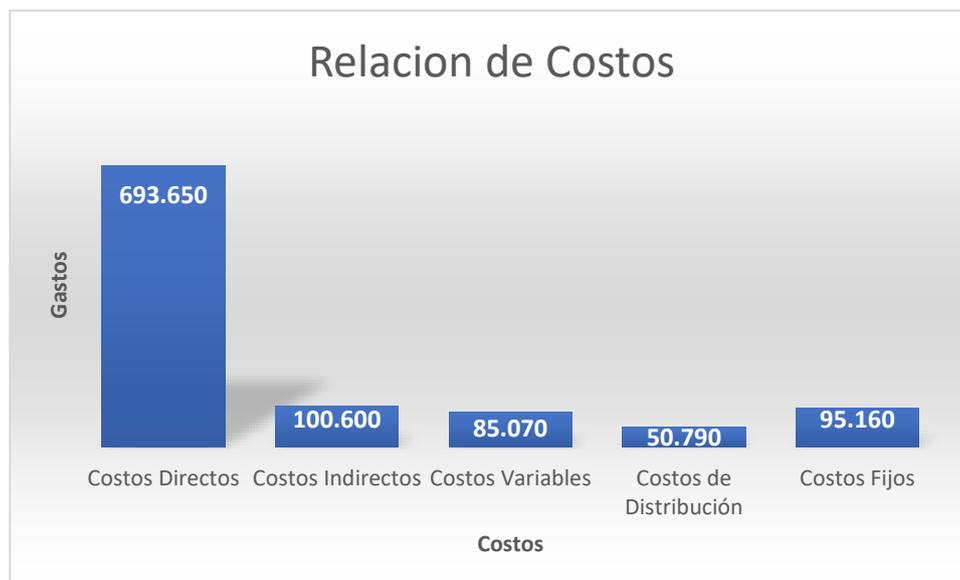
Resumen de costos implicados en el desarrollo de la línea

Tipo de Costo	Costo Total (\$)
Costos Directos	693.650
Costos Indirectos	100.600
Costos Variables	50.790
Costos de Distribución	47.840
Costos Fijos	95.160
Total Estimado	988.040

Nota: La tabla muestra los costos implicados para el desarrollo de tela toalla en distintas medidas. Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 6.-

Pedidos en curso de tela toalla dentro de la línea



Nota: La figura muestra la diferencia al respecto del valor implicado para el desarrollo de la línea de tela. Elaborado por: El Autor, 2025

Una vez identificados los valores y las implicaciones que trae consigo el desarrollo del producto; es necesario detallar y/o realizar un análisis de las distintas tipologías de tela. Para ello se clasifican los productos en ABC con base en el cálculo del valor de consumo anual empleando la expresión mostrada en el capítulo anterior. Es oportuno destacar que el valor del costo unitario fue adquirido por medio del área de contabilidad de la empresa. El primer cálculo para llegar a esta instancia se denota a continuación: Cálculo del valor de consumo anual por detallar

$$VCA_{T-ALG-GD-BLN-650} = \text{cantidad de producto} * \text{costo unitario}$$

$$VCA = 85154.11 * 4.2$$

$$VCA = 357647.24 \text{ \$ por linea}$$

$$VCA_{T-ALG-MD-BLN-150} = \text{cantidad de producto} * \text{costo unitario}$$

$$VCA = 74448.96 * 3.8$$

$$VCA = 282906.06 \text{ \$ por linea}$$

$$VCA_{T-ALG-PQ-BLN-50} = \text{cantidad de producto} * \text{costo unitario}$$

$$VCA = 3601.99 * 3.65$$

$$VCA = 13147.28 \text{ \$ por linea}$$

A continuación, se ordenan los productos de mayor a menor según su valor de consumo anual. Para desde ese punto calcular el porcentaje de valor de consumo.

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = \frac{VCA \text{ del producto}}{\text{Valor total del consumo}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = \frac{357647.24}{653700.57} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = 54.71\% = 55\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = \frac{\text{VCA del producto}}{\text{Valor total del consumo}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = \frac{282906.06}{653700.57} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = 43.12\% = 43\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = \frac{\text{VCA del producto}}{\text{Valor total del consumo}} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = \frac{13147.28}{653700.57} \times 100\%$$

$$\text{Porcentaje del valor de consumo} = 2.02\% = 2\%$$

Esta información se destaca para cada una de las distintas tipologías de toalla en las tablas 13 y 14 respectivamente.

Tabla 13.-

Costos de la tela toalla para la estimación de la producción

Producto	Precio Unitario (\$/kg)	Cantidad (kg/año)	Valor de Consumo Anual (\$) x línea
T-ALG-GD BLN-650	4.2	85154.11	357647.24
T-ALG-MD- BLN-150	3.8	74448.96	282906.06
T-ALG-PQ- BLN- 50	3.65	3601.99	13147.28

Nota: La tabla muestra la cantidad de tela para el desarrollo del producto terminado.

Elaborado por: El Autor, 2025

Finalmente, se jerarquiza los productos por el valor de consumo y cálculo de porcentaje acumulado.

Tabla 14.-

Costos de la tela toalla para la estimación de la producción

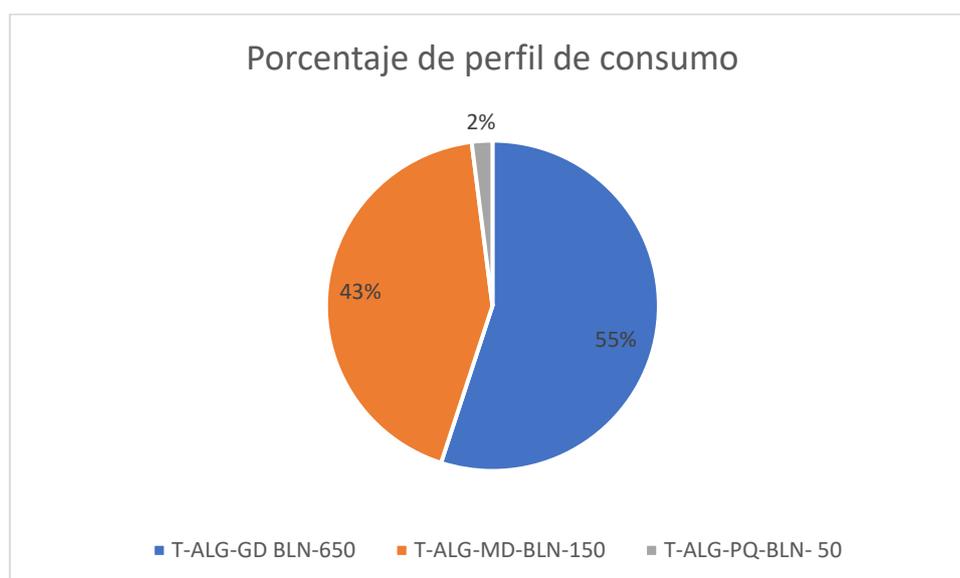
Producto	Valor de Consumo Anual (\$)	Porcentaje de Valor de Consumo (%)	Porcentaje de Porcentaje Acumulado (%)
T-ALG-GD BLN-650	357647,24	55%	55%
T-ALG-MD- BLN-150	282906,06	43%	98%
T-ALG-PQ- BLN- 50	13147,28	2%	100%
	\$ 653700.58		

Nota: La tabla muestra la cantidad de tela para el desarrollo del producto terminado.

Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 7.-

Porcentaje de valor de consumo para las tres tipologías de toalla



Nota: La figura muestra el consumo de los tres productos abordados por la línea objeto de estudio. Elaborado por: El Autor, 2025

En la figura 7 se observa que T-ALG-GD BLN-650 (tela toalla 68 x 140) y T-ALG-MD-BLN-150 (tela toalla 40 x 70) representan el 98% del valor total de consumo anual, lo que indica que estos productos son críticos y deben considerarse de alta prioridad para la empresa. Finalmente, T-ALG-PQ-BLN- 50 (tela toalla 30 x 30) tiene un menor impacto en el valor de consumo anual, siendo clasificada en el grupo C dentro del análisis ABC.

5.2. DETERMINAR LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA MÁS ADECUADA DE PRODUCCIÓN DE TELA TOALLA

Para determinar la proyección más acertado se abordó varios métodos para su estimación, Por ende, en primera instancia se contempla el método de promedio móvil.

5.2.1. REGRESIÓN LINEAL

En este aspecto se aborda la estimación de la producción con base en regresión lineal, promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavizamiento exponencial. Con esto en mente se destaca en primera instancia los resultados de la tabla 15 concerniente a la regresión lineal.

Tabla 15.-

Regresión lineal para estimación de la producción de tela toalla T-ALG-GD-BLN-650

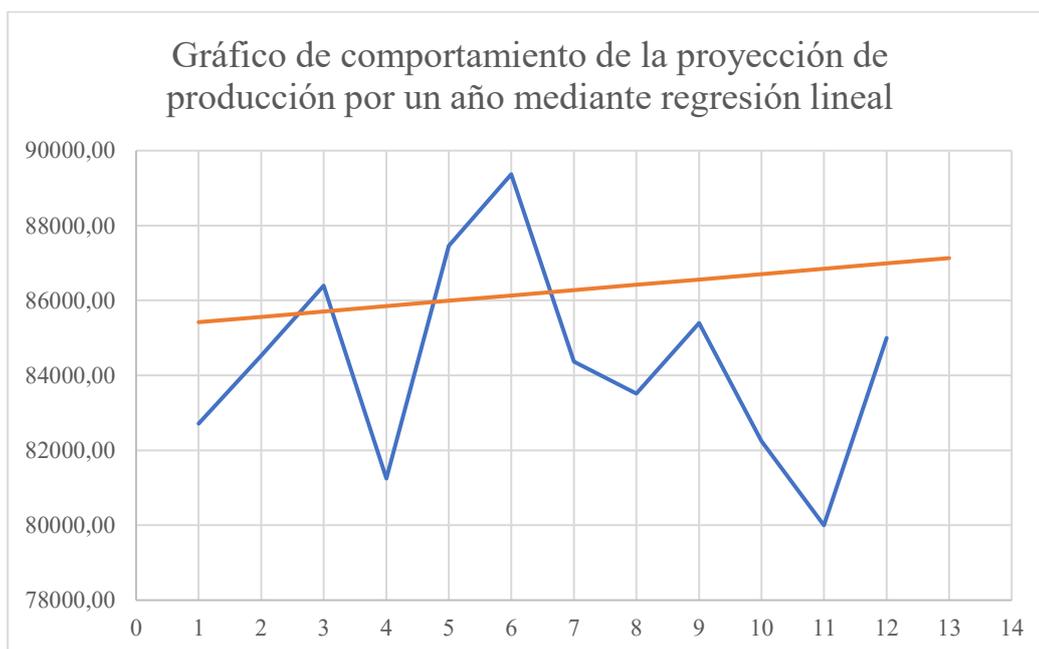
N=1		Productos			T-ALG-GD-BLN-650		
Mes	T-ALG-GD-BLN-650	T-ALG-MD-BLN-150	T-ALG-PQ-BLN-50	x_t^{\wedge}	$e_t = x_t - x_t^{\wedge}$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25	85421,44	-2705,70	2705,70	
2	84528,23	74265,36	3985,45	85563,88	-1035,65	1035,65	
3	86395,25	75123,69	3825,15	85706,32	688,93	688,93	
4	81245,78	78265,36	3100,96	85848,76	-4602,98	4602,98	
5	87456,25	71974,28	3452,65	85991,20	1465,05	1465,05	
6	89368,24	73369,25	3663,25	86133,64	3234,60	3234,60	
7	84369,25	72859,45	3985,25	86276,08	-1906,83	1906,83	
8	83518,23	74267,36	3985,45	86418,52	-2900,29	2900,29	
9	85395,25	75123,69	3150,96	86560,96	-1165,71	1165,71	
10	82245,78	77265,36	3653,25	86703,40	-4457,62	4457,62	
11	80000,00	65000,00	2800,00	86845,84	-6845,84	6845,84	

12	85000,00	76000,00	3100,00	86988,28	-1988,28	1988,28
13				87130,72		

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo n igual a 1.
Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 8.-

Gráfica de la estimación de la producción para tela toalla T-ALG-GD-BLN-650



Nota: La gráfica detalla la producción de tela toalla. Elaborado por: El Autor, 2025

Tabla 16.-

Regresión lineal para estimación de la producción de T-ALG-MD-BLN-150

N=2		Productos			T-ALG-MD-BLN-150		
Mes	T-ALG-GD- BLN-650	T-ALG-MD- BLN-150	T-ALG-PQ- BLN- 50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25	75410,68	-125,32	125,32	
2	84528,23	74265,36	3985,45	75166,36	-901,00	901,00	
3	86395,25	75123,69	3825,15	74922,04	201,65	201,65	
4	81245,78	78265,36	3100,96	74677,72	3587,64	3587,64	

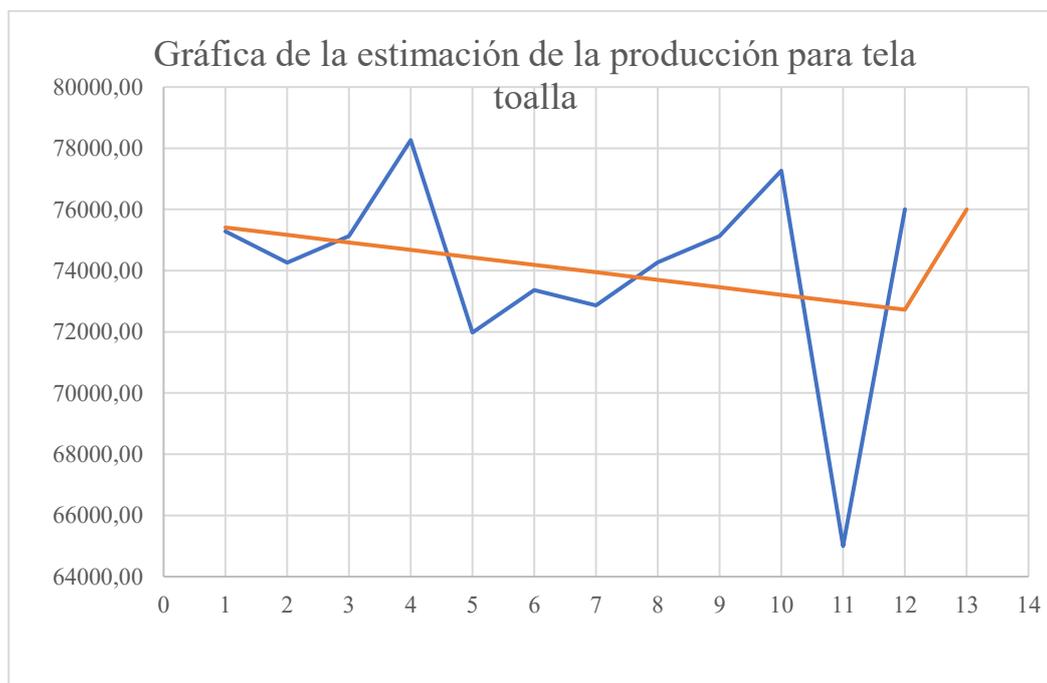
5	87456,25	71974,28	3452,65	74433,40	-2459,12	2459,12
6	89368,24	73369,25	3663,25	74189,08	-819,83	819,83
7	84369,25	72859,45	3985,25	73944,76	-1085,31	1085,31
8	83518,23	74267,36	3985,45	73700,44	566,92	566,92
9	85395,25	75123,69	3150,96	73456,12	1667,57	1667,57
10	82245,78	77265,36	3653,25	73211,80	4053,56	4053,56
11	80000,00	65000,00	2800,00	72967,48	-7967,48	7967,48
12	85000,00	76000,00	3100,00	72723,16	3276,84	3276,84
13				72478,84		

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo n igual a 1.

Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 9.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-MD-BLN-150



Nota: La gráfica la producción de tela toalla de dimensiones 40 x 70. Elaborado por: El Autor, 2025.

Tabla 17.-

Regresión lineal para estimación de la producción de T-ALG-PQ-BLN-50

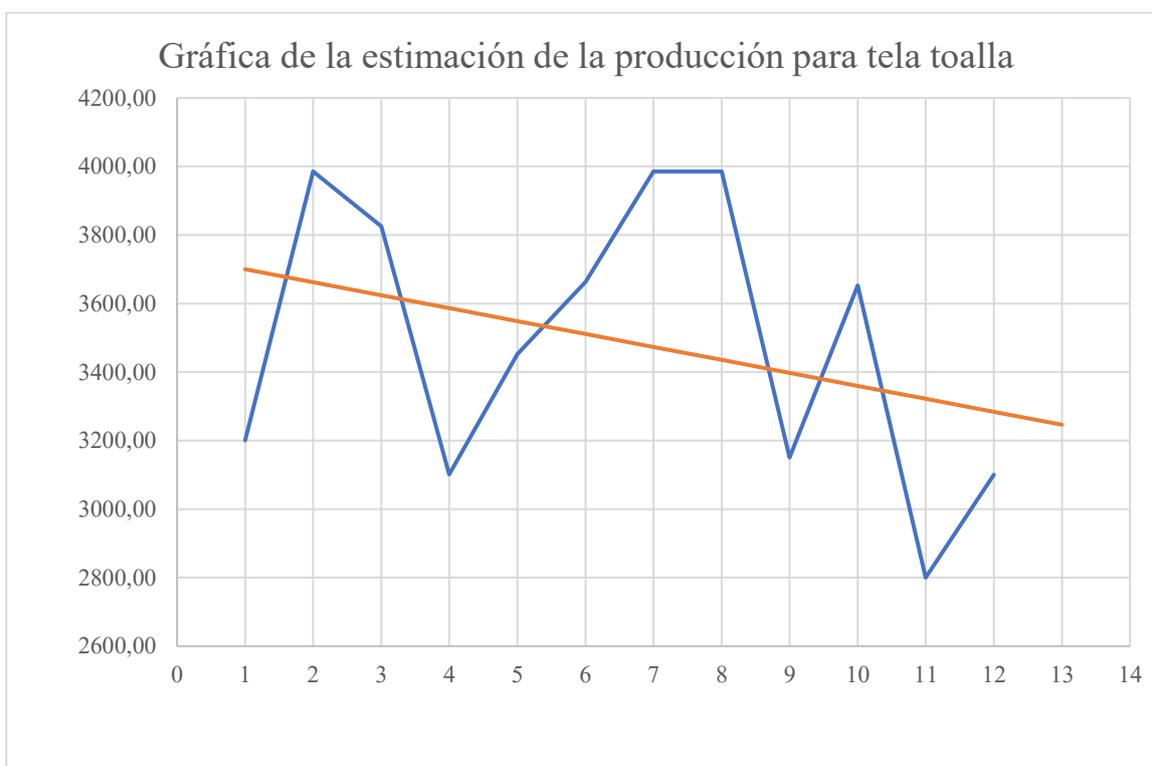
N=2		Productos			T-ALG-PQ-BLN-50		
Mes	T-ALG-GD- BLN-650	T-ALG-MD- BLN-150	T-ALG-PQ- BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25	3699,98	-498,73	498,73	
2	84528,23	74265,36	3985,45	3662,17	323,28	323,28	
3	86395,25	75123,69	3825,15	3624,35	200,80	200,80	
4	81245,78	78265,36	3100,96	3586,53	-485,57	485,57	
5	87456,25	71974,28	3452,65	3548,72	-96,07	96,07	
6	89368,24	73369,25	3663,25	3510,90	152,35	152,35	
7	84369,25	72859,45	3985,25	3473,08	512,17	512,17	
8	83518,23	74267,36	3985,45	3435,26	550,19	550,19	
9	85395,25	75123,69	3150,96	3397,45	-246,49	246,49	
10	82245,78	77265,36	3653,25	3359,63	293,62	293,62	
11	80000,00	65000,00	2800,00	3321,81	-521,81	521,81	
12	85000,00	76000,00	3100,00	3284,00	-184,00	184,00	
13				3246,18			

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo n igual a 1.

Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 10.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-PQ-BLN-50



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la producción de tela toalla de dimensiones 30 x 30. Elaborado por: El Autor, 2025

Las figuras 7, 8 y 9 destacan la comparación entre la producción real y la estimación obtenida mediante el modelo de regresión lineal para los productos a lo largo de 12 meses. Mientras que la línea de regresión (naranja) en todas las figuras evidencia una tendencia general ascendente, la producción real (línea azul) presenta fluctuaciones significativas, con picos y valles que el modelo no logra captar con precisión. Esto sugiere que, aunque la regresión lineal es adecuada para identificar una tendencia general, no considera factores estacionales o imprevistos que impactan la producción mensual, lo que genera diferencias notables entre los periodos.

Finalmente, en lo que respecta al análisis de la proyección de la demanda se debe efectuar el cálculo de los indicadores de error; teniendo en cuenta el error absoluto medio (MAD), error cuadrático medio (MSE) y finalmente el error porcentual absoluto medio (MAPE). Por medio de las siguientes expresiones.

$$MAD = \frac{\sum [Demanda\ real - Demanda\ proyectada]}{N}$$

$$MSE = \frac{\sum (Demanda\ real - Demanda\ proyectada)^2}{N}$$

$$MAPE = \frac{100\%}{N} \sum \left[\frac{Demanda\ real - Demanda\ proyectada}{Demanda\ Real} \right]$$

Cabe recalcar que el cálculo se efectúa en la misma matriz de los distintas tipologías de proyección de la demanda. El resumen de esta información se desataca en la tabla 26.

Tabla 18.-

Estimación de los resultados del error para las demanda proyectada (regresión móvil)

Regression Lineal	
T-ALG-GD-BLN-650	
MAD	2749,79
MSE	10563346,9
MAPE	3,31%
T-ALG-MD-BLN-150	
MAD	2226,02
MSE	9615714,533
MAPE	3,09%
T-ALG-PQ-BLN-50	
MAD	338,7565
MSE	139993,4645
MAPE	9,89%

Nota: La tabla denota el error de las distintas tipologías de estimaciones analizadas.
Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de los resultados de regresión lineal indica que el modelo aplicado a T-ALG-MD-BLN-150 presenta la mejor precisión con un MAPE de 3,09%, seguido por T-ALG-GD-BLN-650 con 3,31%, mientras que T-ALG-PQ-BLN-50 muestra un MAPE considerablemente mayor (9,89%), lo que sugiere una menor precisión en este último conjunto de datos.

En cuanto al MAD, T-ALG-GD-BLN-650 tiene el mayor valor (2749,79), lo que indica errores absolutos más grandes, mientras que T-ALG-PQ-BLN-50 muestra el menor (338,76), aunque su alto MAPE sugiere que la escala de los valores influye en la interpretación del error.

En términos de MSE, T-ALG-GD-BLN-650 tiene el mayor valor (10.563.346,9), lo que sugiere una mayor dispersión en los errores, seguido por T-ALG-MD-BLN-150 (9.615.714,53), que presenta un mejor equilibrio entre error y precisión. Por otro lado, T-ALG-PQ-BLN-50 tiene el menor MSE (139.993,46), lo que puede indicar menor variabilidad en los datos, aunque su alto MAPE sugiere que el modelo no se ajusta bien. En general, T-ALG-MD-BLN-150 parece ofrecer el mejor desempeño, lo que resalta la importancia de evaluar diferentes métricas para determinar la efectividad de un modelo de regresión lineal.

5.2.2. PROMEDIO MÓVIL

Con esto en mente se destaca en primera instancia los resultados de la tabla 19 concerniente a la estimado de promedio móvil.

Tabla 19.-

Promedio móvil para estimación de la producción de T-ALG-GD-BLN-650

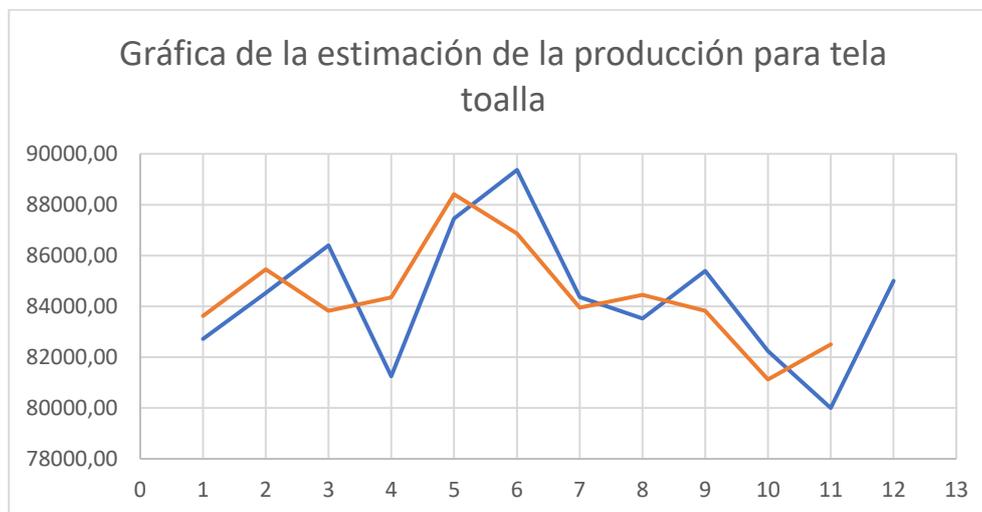
N=2	Productos			T-ALG-GD-BLN-650		
	T-ALG-GD-BLN-650	T-ALG-MD-BLN-150	T-ALG-PQ-BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$
Mes						
1	82715,74	75285,36	3201,25			
2	84528,23	74265,36	3985,45			
3	86395,25	75123,69	3825,15	83621,99	2773,27	2773,27
4	81245,78	78265,36	3100,96	85461,74	-4215,96	4215,96
5	87456,25	71974,28	3452,65	83820,52	3635,74	3635,74
6	89368,24	73369,25	3663,25	84351,02	5017,23	5017,23
7	84369,25	72859,45	3985,25	88412,25	-4043,00	4043,00
8	83518,23	74267,36	3985,45	86868,75	-3350,52	3350,52
9	85395,25	75123,69	3150,96	83943,74	1451,51	1451,51
10	82245,78	77265,36	3653,25	84456,74	-2210,96	2210,96
11	80000,00	65000,00	2800,00	83820,52	-3820,52	3820,52
12	85000,00	76000,00	3100,00	81122,89	3877,11	3877,11
13				82500,00		

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo n igual a 2.

Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 11.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-GD-BLN-650



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la producción de tela toalla. Elaborado por: El Autor, 2025.

Tabla 20.-

Promedio móvil para estimación de la producción de T-ALG-MD-BLN-150

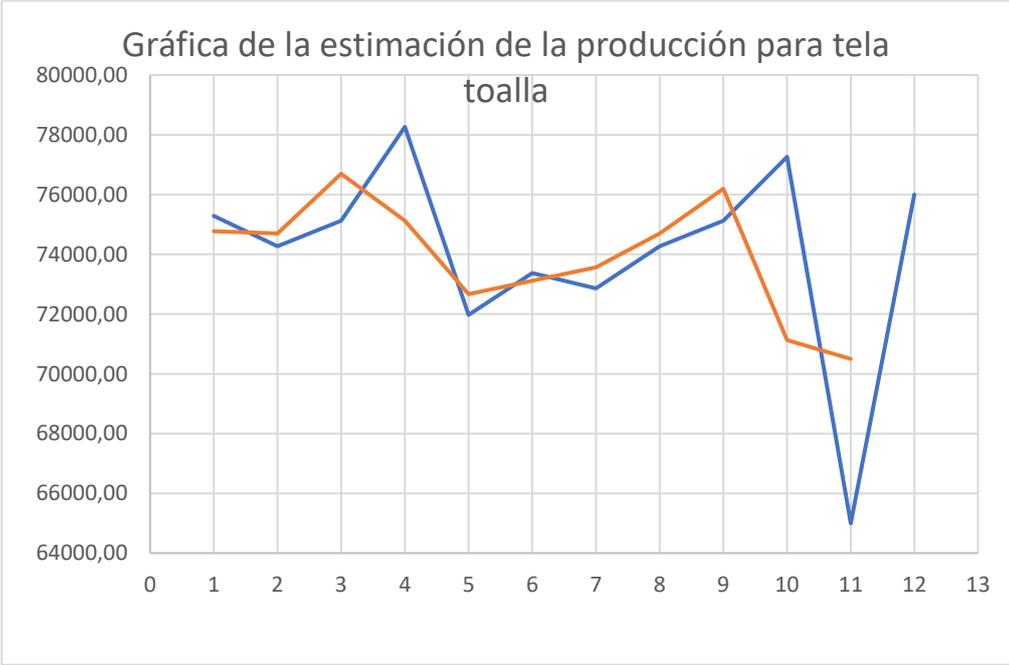
N=2		Productos			T-ALG-MD-BLN-150		
Mes	T-ALG-GD-BLN-650	T-ALG-MD-BLN-150	T-ALG-PQ-BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25				
2	84528,23	74265,36	3985,45				
3	86395,25	75123,69	3825,15	74775,36	348,33	348,33	
4	81245,78	78265,36	3100,96	74694,53	3570,84	3570,84	
5	87456,25	71974,28	3452,65	76694,53	-4720,25	4720,25	
6	89368,24	73369,25	3663,25	75119,82	-1750,57	1750,57	
7	84369,25	72859,45	3985,25	72671,77	187,68	187,68	
8	83518,23	74267,36	3985,45	73114,35	1153,01	1153,01	
9	85395,25	75123,69	3150,96	73563,41	1560,29	1560,29	
10	82245,78	77265,36	3653,25	74695,53	2569,84	2569,84	
11	80000,00	65000,00	2800,00	76194,53	-11194,53	11194,53	

12	85000,00	76000,00	3100,00	71132,68	4867,32	4867,32
13				70500,00		

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo n igual a 2.
 Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 12.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-MD-BLN-150



Nota: La gráfica muestra el comportamiento en la producción de tela toalla de dimensiones 40 x 70. Elaborado por: El Autor, 2025.

Tabla 21.-

Promedio móvil para estimación de la producción de T-ALG-PQ-BLN-50

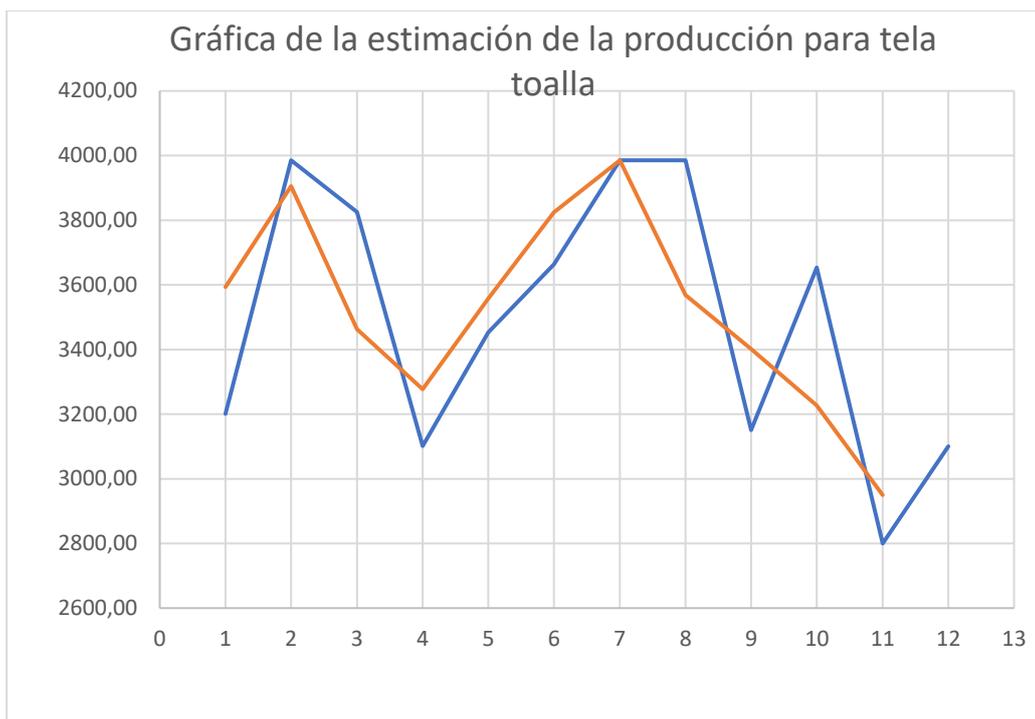
N=2		Productos			T-ALG-PQ-BLN-50		
Mes	T-ALG-GD- BLN-650	T-ALG-MD- BLN-150	T-ALG-PQ- BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25				
2	84528,23	74265,36	3985,45				
3	86395,25	75123,69	3825,15	3593,35	231,80	231,80	
4	81245,78	78265,36	3100,96	3905,30	-804,34	804,34	
5	87456,25	71974,28	3452,65	3463,06	-10,41	10,41	
6	89368,24	73369,25	3663,25	3276,81	386,45	386,45	
7	84369,25	72859,45	3985,25	3557,95	427,30	427,30	
8	83518,23	74267,36	3985,45	3824,25	161,20	161,20	
9	85395,25	75123,69	3150,96	3985,35	-834,39	834,39	
10	82245,78	77265,36	3653,25	3568,21	85,05	85,05	
11	80000,00	65000,00	2800,00	3402,11	-602,11	602,11	
12	85000,00	76000,00	3100,00	3226,63	-126,63	126,63	
13				2950,00			

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo n igual a 1.

Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 13.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-PQ-BLN-50



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de tela toalla T-ALG-PQ-BLN-50.
Elaborado por: El Autor, 2025.

Las figuras 11, 13 y 13 comparan la producción real de tela toalla para los tres tamaños de toalla con las estimaciones generadas mediante el método de promedio móvil. A diferencia del modelo de regresión lineal, la línea de promedio móvil (naranja) sigue más de cerca las fluctuaciones de la producción real (línea azul), aunque aún presenta discrepancias en algunos puntos, especialmente en los meses con picos o caídas pronunciadas, como los meses 4, 6 y 11. Este comportamiento indica que el promedio móvil es más adecuado para capturar las variaciones a corto plazo, reflejando mejor las tendencias locales, pero puede no reaccionar con suficiente rapidez ante cambios drásticos o eventos inesperados en la producción.

Tabla 22.-

Estimación de los resultados del error para las demanda proyectada (promedio móvil)

Promedio móvil	
T-ALG-GD-BLN-650	
MAD	2866,315833
MSE	10670977,89
MAPE	3,39%
T-ALG-MD-BLN-150	
MAD	2660,22
MSE	16469066,45
MAPE	3,73%
T-ALG-PQ-BLN-50	
MAD	305,8045833
MSE	178393,0378
MAPE	9,33%

Nota: La tabla denota el error de las distintas tipologías de estimaciones analizadas.

Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de los resultados del método de promedio móvil muestra diferencias en la precisión y el error de los modelos aplicados a los distintos conjuntos de datos. En términos de MAPE, el conjunto T-ALG-GD-BLN-650 presenta el menor error porcentual con un 3,39%, seguido de T-ALG-MD-BLN-150 con un 3,73%, lo que indica que ambos modelos logran predicciones relativamente precisas. Sin embargo, el conjunto T-ALG-PQ-BLN-50 tiene un MAPE de 9,33%, lo que sugiere una menor precisión en sus predicciones, similar a lo observado en la regresión lineal.

En cuanto al MAD, que mide el error absoluto promedio, T-ALG-MD-BLN-150 tiene un valor más alto (2660,22) en comparación con T-ALG-GD-BLN-650 (2866,32), aunque la diferencia es mínima. Por otro lado, T-ALG-PQ-BLN-50 muestra el menor MAD (305,80), lo que sugiere menor variabilidad en los errores absolutos. En términos de MSE, T-ALG-MD-BLN-150 presenta el mayor error cuadrático (16.469.066,45), lo que

indica que tiene una mayor dispersión en sus errores en comparación con los otros conjuntos, seguido de T-ALG-GD-BLN-650 (10.670.977,89). T-ALG-PQ-BLN-50, con un MSE de 178.393,04, tiene el menor error cuadrático, aunque su alto MAPE sugiere dificultades en la precisión del modelo. En general, el modelo aplicado a T-ALG-GD-BLN-650 muestra un mejor equilibrio entre precisión y error en el método de promedio móvil.

5.2.3. PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

Con esto en mente se destaca en primera instancia los resultados de la tabla 23 concerniente a la estimado de promedio móvil ponderado.

Tabla 23.-

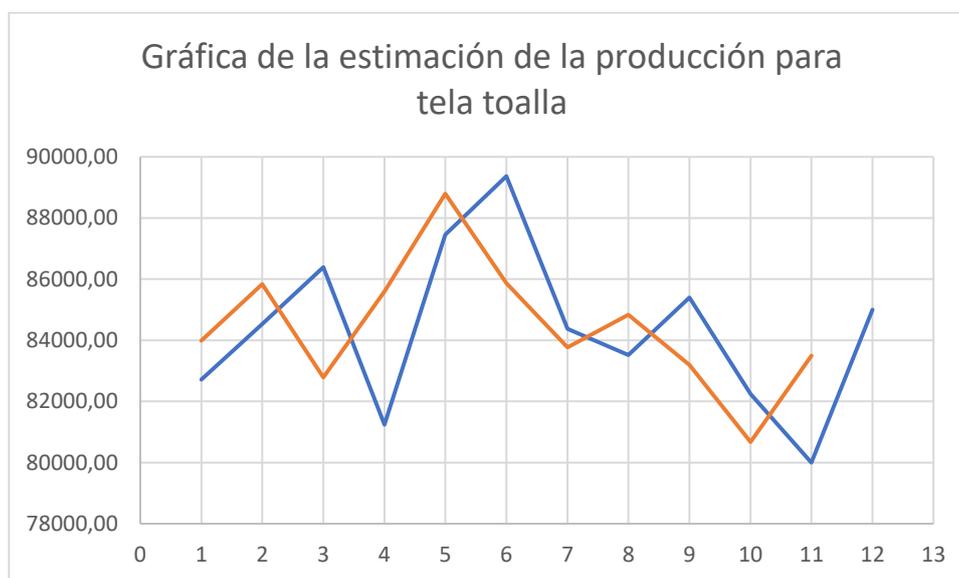
Promedio móvil ponderado para estimación de la producción de T-ALG-GD-BLN-650

N=2		Productos			T-ALG-GD-BLN-650		
Mes	T-ALG-GD- BLN-650	T-ALG-MD- BLN-150	T-ALG-PQ- BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25				
2	84528,23	74265,36	3985,45				
3	86395,25	75123,69	3825,15	83984,48	2410,77	2410,77	
4	81245,78	78265,36	3100,96	85835,14	-4589,36	4589,36	
5	87456,25	71974,28	3452,65	82790,62	4665,63	4665,63	
6	89368,24	73369,25	3663,25	85593,11	3775,13	3775,13	
7	84369,25	72859,45	3985,25	88794,64	-4425,39	4425,39	
8	83518,23	74267,36	3985,45	85868,95	-2350,72	2350,72	
9	85395,25	75123,69	3150,96	83773,54	1621,71	1621,71	
10	82245,78	77265,36	3653,25	84832,14	-2586,36	2586,36	
11	80000,00	65000,00	2800,00	83190,62	-3190,62	3190,62	
12	85000,00	76000,00	3100,00	80673,73	4326,27	4326,27	
13				83500,00			
t	w						
1	0,3						
2	0,7						

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo los pesos para 1 de 0.3 y 2 de 0.7. Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 14.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-GD-BLN-650



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la producción de tela toalla. Elaborado por: El Autor, 2025.

Tabla 24.-

Promedio móvil ponderado para estimación de la producción de T-ALG-MD-BLN-150

N=2	Productos			T-ALG-MD-BLN-150		
Mes	T-ALG-GD-BLN-650	T-ALG-MD-BLN-150	T-ALG-PQ-BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$
1	82715,74	75285,36	3201,25			
2	84528,23	74265,36	3985,45			
3	86395,25	75123,69	3825,15	74571,36	552,33	552,33
4	81245,78	78265,36	3100,96	74866,19	3399,17	3399,17
5	87456,25	71974,28	3452,65	77322,86	-5348,58	5348,58
6	89368,24	73369,25	3663,25	73861,60	-492,35	492,35
7	84369,25	72859,45	3985,25	72950,76	-91,31	91,31
8	83518,23	74267,36	3985,45	73012,39	1254,97	1254,97
9	85395,25	75123,69	3150,96	73844,99	1278,70	1278,70
10	82245,78	77265,36	3653,25	74866,79	2398,57	2398,57

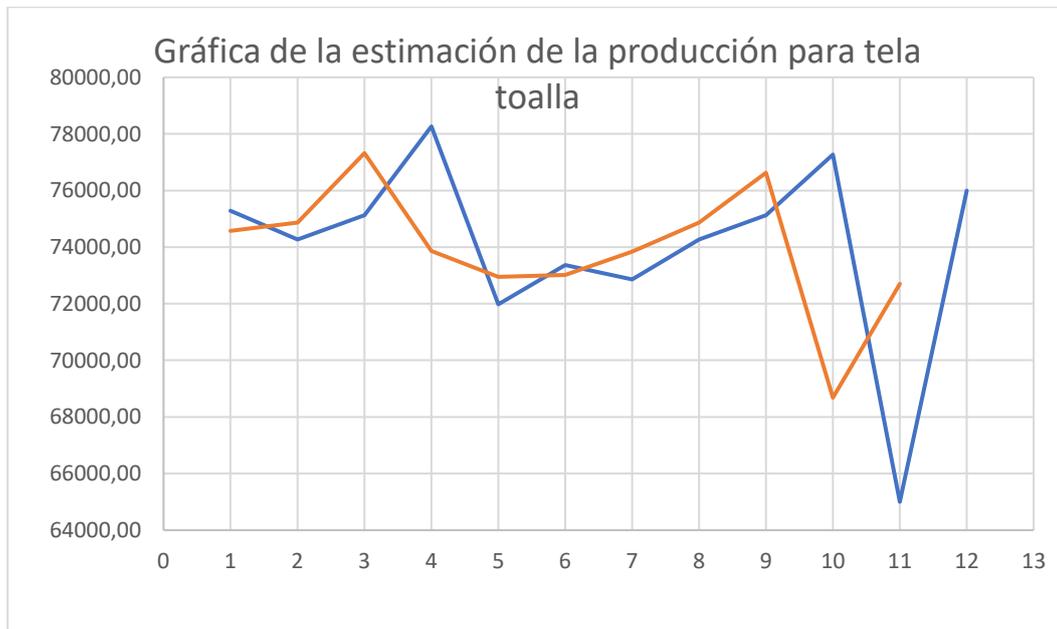
11	80000,00	65000,00	2800,00	76622,86	-11622,86	11622,86
12	85000,00	76000,00	3100,00	68679,61	7320,39	7320,39
13				72700,00		
t	w					
1	0,3					
2	0,7					

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo los pesos para 1 de 0.3 y 2 de 0.7. Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura

15.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-MD-BLN-150



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de tela toalla T-ALG-MD-BLN-150. Elaborado por: El Autor, 2025.

Tabla 25.-

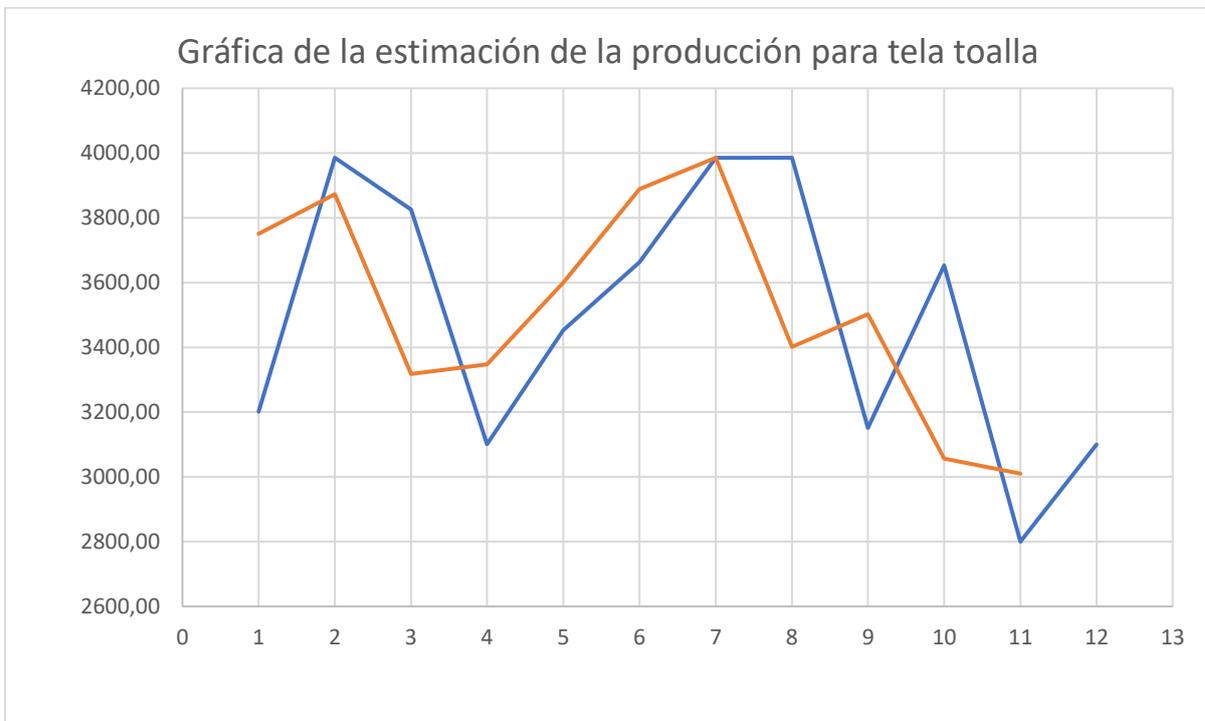
Promedio móvil para estimación de la producción de T-ALG-PQ-BLN-50

N=2		Productos			T-ALG-PQ-BLN-50		
Mes	T-ALG-GD- BLN-650	T-ALG-MD- BLN-150	T-ALG-PQ- BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25				
2	84528,23	74265,36	3985,45				
3	86395,25	75123,69	3825,15	3750,19	74,96	74,96	
4	81245,78	78265,36	3100,96	3873,24	-772,28	772,28	
5	87456,25	71974,28	3452,65	3318,22	134,43	134,43	
6	89368,24	73369,25	3663,25	3347,14	316,11	316,11	
7	84369,25	72859,45	3985,25	3600,07	385,18	385,18	
8	83518,23	74267,36	3985,45	3888,65	96,80	96,80	
9	85395,25	75123,69	3150,96	3985,39	-834,43	834,43	
10	82245,78	77265,36	3653,25	3401,31	251,94	251,94	
11	80000,00	65000,00	2800,00	3502,56	-702,56	702,56	
12	85000,00	76000,00	3100,00	3055,98	44,03	44,03	
13				3010,00			
t	w						
1	0,3						
2	0,7						

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo los pesos para 1 de 0.3 y 2 de 0.7. Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 16.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-PQ-BLN-50



Nota: La figura la producción de tela toalla de dimensiones 30 x 30. Elaborado por: El Autor, 2025.

Las figuras 14, 15 y 16, comparan la producción real de tela toalla con las estimaciones generadas mediante el método de promedio móvil ponderado. En este caso, la línea de estimación (naranja) refleja con mayor precisión las fluctuaciones de la producción real (línea azul) en comparación con el método de promedio móvil simple, especialmente en los meses donde se observan picos significativos, como los meses 3 y 4, así como caídas marcadas, como en el mes 10. Esto se debe a que el promedio móvil ponderado da más relevancia a los datos recientes, lo que permite que las estimaciones sean más sensibles a los cambios recientes en la producción. Sin embargo, todavía se presentan discrepancias en los meses con cambios drásticos, lo que indica que el modelo podría beneficiarse de ajustes adicionales para capturar eventos inesperados.

Tabla 26.-

Estimación de los resultados del error para las demanda proyectada (promedio móvil ponderado)

Promedio móvil ponderado	
T-ALG-GD-BLN-650	
MAD	2828,497167
MSE	10518301,33
MAPE	3,35%
T-ALG-MD-BLN-150	
MAD	2813,2695
MSE	15398843,49
MAPE	3,94%
T-ALG-PQ-BLN-50	
MAD	301,0600833
MSE	602,1201667
MAPE	9,28%

Nota: La tabla denota el error de las distintas tipologías de estimaciones analizadas.

Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis del método de promedio móvil ponderado revela diferencias en la precisión y dispersión de los errores entre los conjuntos de datos. En términos de MAPE, el conjunto T-ALG-GD-BLN-650 presenta el menor error porcentual (3,35%), lo que indica una buena precisión en las predicciones. Le sigue T-ALG-MD-BLN-150 con un MAPE de 3,94%, ligeramente superior, lo que sugiere una menor exactitud en comparación con el primero. En contraste, T-ALG-PQ-BLN-50 muestra un MAPE elevado de 9,28%, lo que indica que el modelo tiene más dificultades para ajustarse a este conjunto de datos.

En cuanto al MAD, T-ALG-MD-BLN-150 y T-ALG-GD-BLN-650 presentan valores similares (2813,27 y 2828,50, respectivamente), lo que indica que ambos conjuntos tienen errores absolutos promedio comparables. Por otro lado, T-ALG-PQ-BLN-50 muestra un MAD significativamente menor (301,06), lo que podría sugerir una menor

variabilidad en los errores absolutos, aunque su alto MAPE indica problemas de precisión. En cuanto al MSE, T-ALG-GD-BLN-650 tiene un valor de 10.518.301,33, menor que el de T-ALG-MD-BLN-150 (15.398.843,49), lo que sugiere una menor dispersión en los errores en el primer caso. Destaca T-ALG-PQ-BLN-50, que muestra un MSE de apenas 602,12, muy inferior a los demás, lo que podría indicar menor variabilidad en los errores, aunque su elevado MAPE sugiere que la escala de los datos afecta la interpretación de los resultados. En general, T-ALG-GD-BLN-650 parece ofrecer el mejor equilibrio entre error y precisión dentro del método de promedio móvil ponderado.

5.2.4. SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL

Con esto en mente se destaca en primera instancia los resultados de la tabla 27 concerniente a la estimado de suavización exponencial.

Tabla 27.-

Promedio móvil ponderado para estimación de la producción de T-ALG-GD-BLN-650

N=1	Productos			Tela toalla 68 x 140		
Mes	T-ALG-GD-BLN-650	T-ALG-MD-BLN-150	T-ALG-PQ-BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$
1	82715,74	75285,36	3201,25	82715,74	0,00	0,00
2	84528,23	74265,36	3985,45	82715,74	1812,49	1812,49
3	86395,25	75123,69	3825,15	84165,73	2229,52	2229,52
4	81245,78	78265,36	3100,96	85949,35	-4703,57	4703,57
5	87456,25	71974,28	3452,65	82186,49	5269,76	5269,76
6	89368,24	73369,25	3663,25	86402,30	2965,94	2965,94
7	84369,25	72859,45	3985,25	88775,05	-4405,80	4405,80
8	83518,23	74267,36	3985,45	85250,41	-1732,18	1732,18
9	85395,25	75123,69	3150,96	83864,67	1530,58	1530,58
10	82245,78	77265,36	3653,25	85089,13	-2843,35	2843,35
11	80000,00	65000,00	2800,00	82814,45	-2814,45	2814,45
12	85000,00	76000,00	3100,00	80562,89	4437,11	4437,11

13

84112,58

Alpha

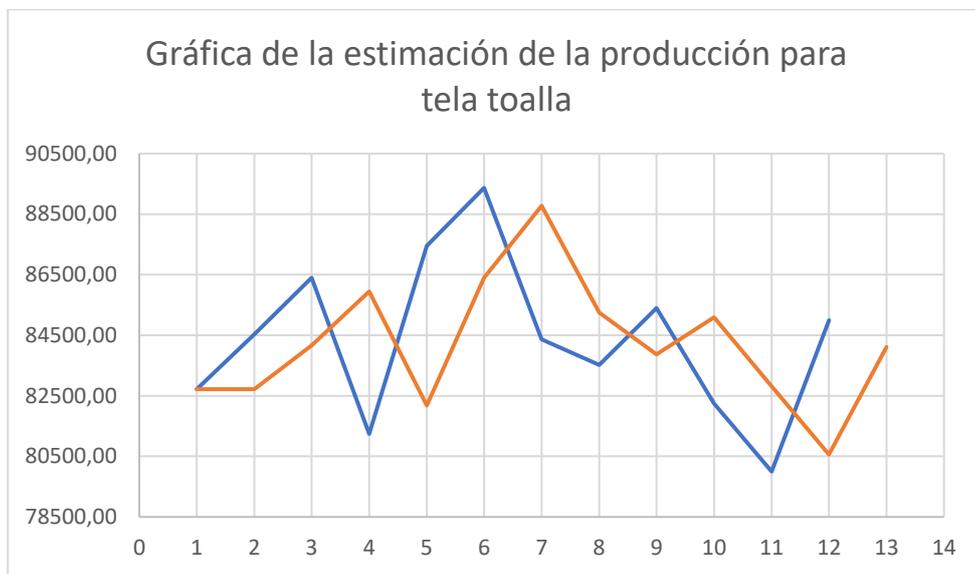
0,8

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo alfa igual a 0.8.

Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 17.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-GD-BLN-650



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la producción de tela toalla. Elaborado

por: El Autor, 2025.

Tabla 28.-

Suavizamiento exponencial para estimación de la producción de T-ALG-MD-BLN-150

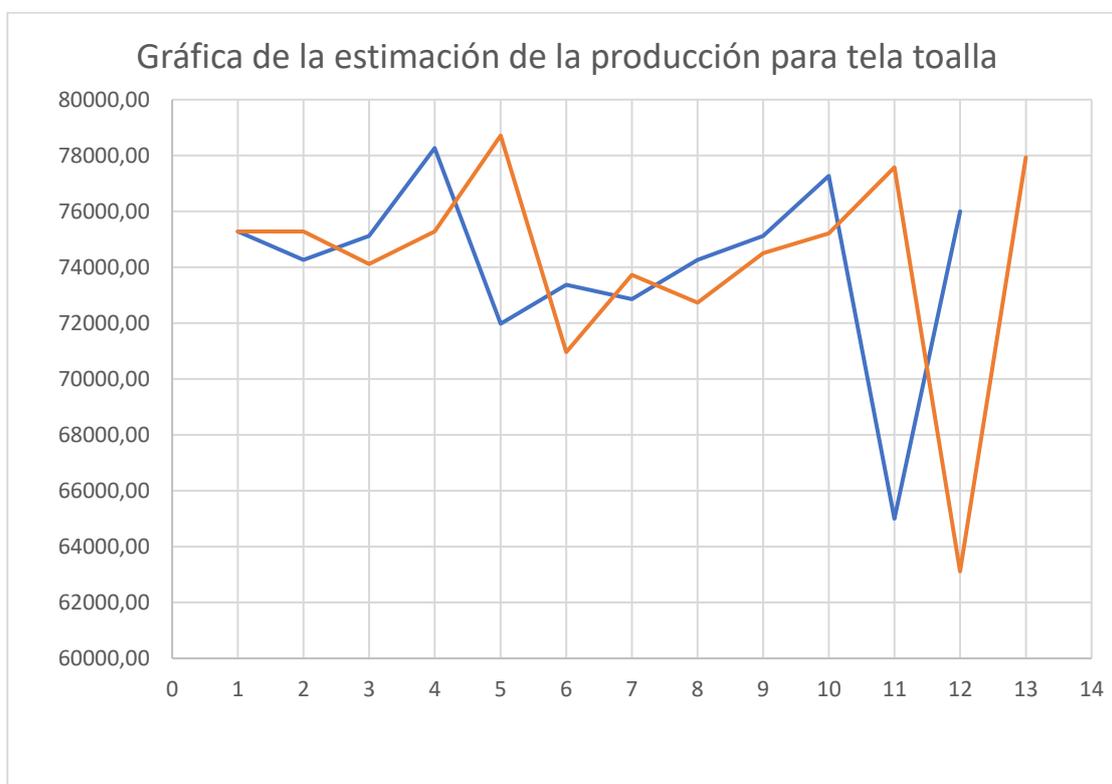
N=2		Productos			T-ALG-MD-BLN-150		
Mes	T-ALG-GD- BLN-650	T-ALG-MD- BLN-150	T-ALG-PQ- BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25	75285,36	0,00	0,00	
2	84528,23	74265,36	3985,45	75285,36	-1020,00	1020,00	
3	86395,25	75123,69	3825,15	74112,36	1011,33	1011,33	
4	81245,78	78265,36	3100,96	75275,39	2989,97	2989,97	
5	87456,25	71974,28	3452,65	78713,86	-6739,58	6739,58	
6	89368,24	73369,25	3663,25	70963,34	2405,91	2405,91	
7	84369,25	72859,45	3985,25	73730,14	-870,69	870,69	
8	83518,23	74267,36	3985,45	72728,85	1538,51	1538,51	
9	85395,25	75123,69	3150,96	74498,14	625,55	625,55	
10	82245,78	77265,36	3653,25	75217,52	2047,84	2047,84	
11	80000,00	65000,00	2800,00	77572,54	-12572,54	12572,54	
12	85000,00	76000,00	3100,00	63114,12	12885,88	12885,88	
13				77932,88			
Alpha							
	0,15						

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo alfa igual a 0.15.

Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 18.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-MD-BLN-150



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la producción de tela toalla T-ALG-MD-BLN-150. Elaborado por: El Autor, 2025.

Tabla 29.-

Promedio móvil para estimación de la producción de T-ALG-PQ-BLN-50

N=2		Productos			T-ALG-PQ-BLN-50		
Mes	T-ALG-GD-BLN-650	T-ALG-MD-BLN-150	T-ALG-PQ-BLN-50	\hat{x}_t	$e_t = x_t - \hat{x}_t$	$Abs(e_t)$	
1	82715,74	75285,36	3201,25	3201,25	0,00	0,00	
2	84528,23	74265,36	3985,45	3201,25	784,20	784,20	
3	86395,25	75123,69	3825,15	4063,87	-238,72	238,72	
4	81245,78	78265,36	3100,96	3801,28	-700,32	700,32	
5	87456,25	71974,28	3452,65	3030,93	421,72	421,72	
6	89368,24	73369,25	3663,25	3494,82	168,43	168,43	

7	84369,25	72859,45	3985,25	3680,09	305,16	305,16
8	83518,23	74267,36	3985,45	4015,77	-30,32	30,32
9	85395,25	75123,69	3150,96	3982,42	-831,46	831,46
10	82245,78	77265,36	3653,25	3067,81	585,44	585,44
11	80000,00	65000,00	2800,00	3711,79	-911,79	911,79
12	85000,00	76000,00	3100,00	2708,82	391,18	391,18
13				3139,12		

Alpha

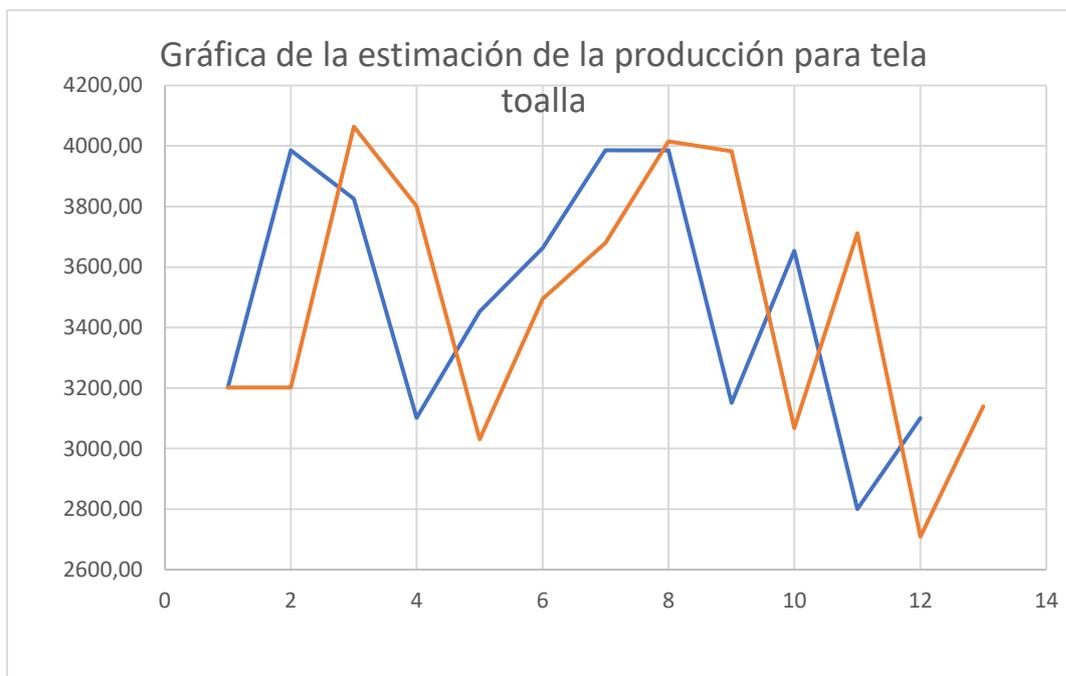
0,1

Nota: La tabla denota la estimación de producción para un año, siendo alfa igual a 0.1.

Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 19.-

Gráfica de la estimación de la producción para T-ALG-PQ-BLN-50



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la producción de tela de tela toalla T-ALG-PQ-BLN-50. Elaborado por: El Autor, 2025.

Las figuras 17, 18 y 19 presentan un análisis el método de suavización exponencial para las tres tipologías de tela asignando un peso mayor a los datos recientes y reduciendo la influencia de los datos más antiguos, lo cual es propio de este método. Las líneas representan los datos reales de producción y los valores suavizados, evidenciando en general una correspondencia entre ambas, aunque con algunas discrepancias en ciertos puntos. Estas diferencias podrían deberse a fluctuaciones en los datos originales que el método no captura completamente, lo que puede indicar la necesidad de ajustar el parámetro de suavización (α) para encontrar un equilibrio entre la sensibilidad a los cambios y la estabilidad del modelo.

Es acertado acota que el método de suavización exponencial ofrece un ajuste razonable para la producción de tela toalla, con errores que oscilan entre 000 y 911.79. Sin embargo, la precisión del modelo varía entre meses, con un desempeño notablemente bueno en meses como el 1, 3, 6 y 8, pero con desviaciones significativas en los meses 9, 10 y 11.

Tabla 30.-

Estimación de los resultados del error para las demanda proyectada (suavización exponencial)

Promedio móvil ponderado	
T-ALG-GD-BLN-650	
MAD	2895,396017
MSE	10616209,17
MAPE	0,09%
T-ALG-MD-BLN-150	
MAD	3725,648937
MSE	32836500,63
MAPE	0,77%
T-ALG-PQ-BLN-50	
MAD	447,3939811
MSE	290092,2026
MAPE	0,19%

Nota: La tabla denota el error de las distintas tipologías de estimaciones analizadas.
Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis del método de promedio móvil ponderado muestra una notable reducción en los valores de MAPE en comparación con los métodos anteriores, lo que indica una mejora significativa en la precisión de las predicciones. En este caso, T-ALG-GD-BLN-650 presenta el menor error porcentual con un MAPE de 0,09%, lo que sugiere que el modelo logra una predicción extremadamente precisa. T-ALG-PQ-BLN-50 también mantiene un bajo MAPE de 0,19%, mientras que T-ALG-MD-BLN-150 presenta el mayor error relativo con 0,77%, aunque sigue siendo bastante preciso en comparación con las métricas obtenidas en métodos previos.

En cuanto a la dispersión de los errores, T-ALG-GD-BLN-650 tiene un MAD de 2895,40 y un MSE de 10.616.209,17, lo que indica que el error absoluto promedio y la variabilidad en los errores son moderadas. T-ALG-MD-BLN-150, sin embargo, presenta el mayor MAD (3725,65) y el MSE más alto (32.836.500,63), lo que indica una mayor dispersión en los errores de predicción. Por otro lado, T-ALG-PQ-BLN-50 muestra el menor MAD (447,39) y un MSE de 290.092,20, lo que sugiere menor variabilidad en los errores. Sin embargo, dado que el MAPE es extremadamente bajo en todos los conjuntos de datos, este método parece ser altamente preciso para la predicción de valores, con T-ALG-GD-BLN-650 destacando como el conjunto con el mejor equilibrio entre error absoluto y precisión.

El análisis comparativo de los tres métodos de predicción—Regresión Lineal, Promedio Móvil y Promedio Móvil Ponderado—muestra diferencias significativas en la precisión y la variabilidad de los errores para los conjuntos de datos evaluados (T-ALG-GD-BLN-650, T-ALG-MD-BLN-150 y T-ALG-PQ-BLN-50).

En términos de precisión (MAPE), el método de Promedio Móvil Ponderado en su última iteración mostró los mejores resultados, con valores excepcionalmente bajos (0,09% para T-ALG-GD-BLN-650, 0,77% para T-ALG-MD-BLN-150 y 0,19% para T-ALG-PQ-BLN-50). Esto sugiere que este método es el más adecuado para minimizar el error relativo en la predicción. En comparación, los otros métodos presentaron valores más

elevados de MAPE, con la Regresión Lineal y el Promedio Móvil Simple mostrando valores en torno al 3-10%, lo que indica una menor precisión.

En cuanto a la dispersión de los errores (MAD y MSE), el Promedio Móvil Ponderado también mostró una reducción significativa en el error cuadrático medio (MSE), especialmente en T-ALG-PQ-BLN-50 con un valor de 602,12, mucho menor que en los otros métodos. Sin embargo, en el caso de T-ALG-MD-BLN-150, el MSE fue el más alto en el Promedio Móvil Ponderado, lo que sugiere que la variabilidad en los errores sigue siendo un desafío en este conjunto de datos.

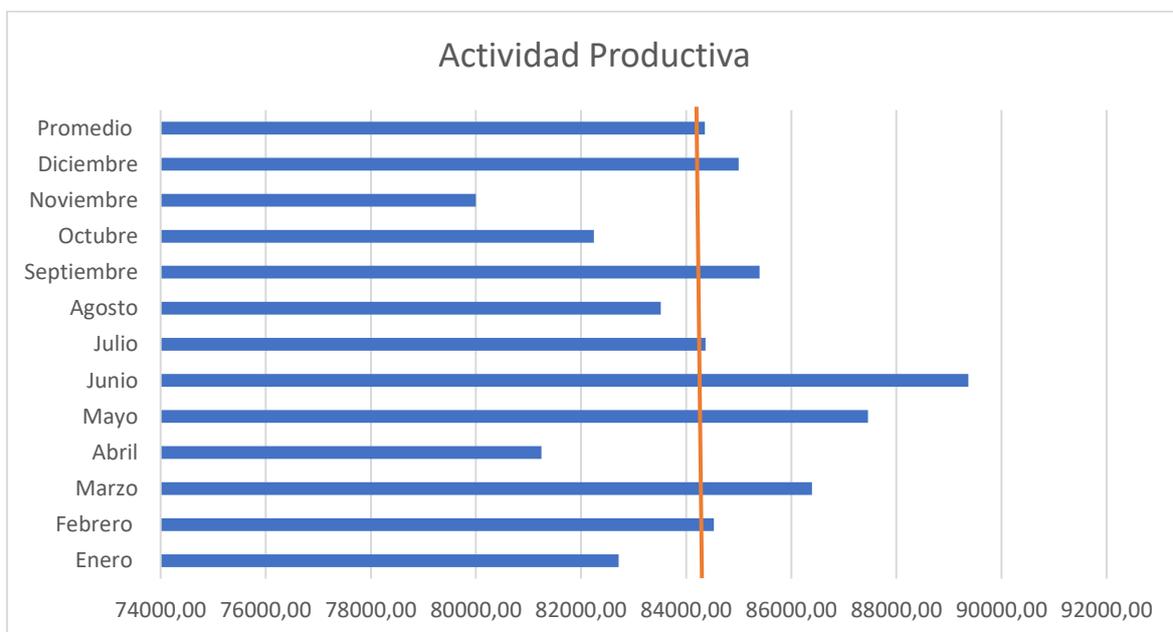
5.3. PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN

5.3.1. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En primera instancia se identifica el mes en el cual se tiene mayor actividad productiva. Siendo el primero caso de estudio T-ALG-GD-BLN-650.

Figura 20.-

Gráfica de la actividad productiva de T-ALG-GD-BLN-650



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la actividad productiva T-ALG-GD-BLN-650. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la demanda proyectada agrupada por trimestres permite identificar los períodos de mayor y menor actividad productiva, lo que facilita la aplicación eficiente de la estrategia de persecución. Durante el primer trimestre (enero - marzo), se observa un crecimiento progresivo en la demanda, iniciando con 82,715.74 unidades en enero y alcanzando 86,395.25 en marzo. Este comportamiento indica la necesidad de realizar ajustes graduales en la producción mediante la contratación de personal y la implementación de horas extras para responder al incremento de pedidos sin generar costos excesivos.

En el segundo trimestre (abril - junio), la demanda presenta una caída significativa en abril, con un valor de 81,245.78 unidades, lo que sugiere la necesidad de reducir la fuerza laboral y optimizar los turnos de trabajo. Sin embargo, en mayo y junio se observa un fuerte repunte, alcanzando su punto más alto en junio con 89,368.24 unidades. Este comportamiento obliga a incrementar nuevamente la capacidad productiva mediante la contratación de más trabajadores y la posible subcontratación para cubrir la demanda sin afectar la eficiencia operativa.

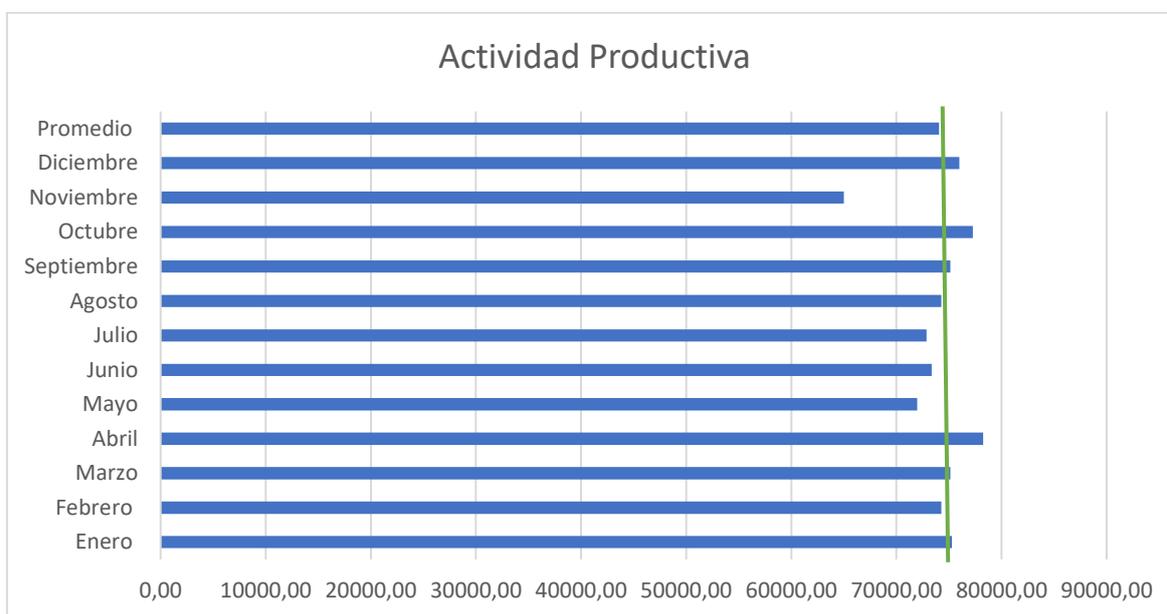
El tercer trimestre (julio - septiembre) presenta una disminución en la demanda durante julio y agosto, con valores de 84,369.25 y 83,518.23 unidades, respectivamente. Esta reducción sugiere la aplicación de medidas para reducir costos, como la disminución de turnos y ajustes en la plantilla laboral. No obstante, en septiembre la demanda vuelve a crecer hasta 85,395.25 unidades, lo que requiere un reajuste en la producción, permitiendo una respuesta rápida sin afectar la estabilidad del sistema productivo.

Finalmente, en el cuarto trimestre (octubre - diciembre), la demanda disminuye en octubre y noviembre, registrando valores de 82,245.78 y 80,000.00 unidades, respectivamente. En este período, es recomendable reducir la producción para evitar acumulación de inventarios o costos innecesarios. Sin embargo, en diciembre se observa un incremento significativo hasta 85,000.00 unidades, lo que indica la necesidad de incrementar nuevamente la capacidad productiva mediante contratación temporal o el uso de horas extras.

En conclusión, los períodos de mayor actividad productiva se presentan en mayo, junio y diciembre (inicio de cada trimestre), mientras que las menores demandas ocurren en abril, julio, octubre y noviembre. Esto sugiere la necesidad de aplicar estrategias flexibles de contratación y subcontratación en los meses de alta demanda, mientras que en los períodos de baja actividad se deben implementar medidas para optimizar costos y evitar el desperdicio de recursos.

Figura 21.-

Gráfica de la actividad productiva de T-ALG-MD-BLN-150



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la actividad productiva T-ALG-MD-BLN-150. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la demanda proyectada agrupada por trimestres permite identificar los períodos de mayor y menor actividad productiva, lo que facilita la aplicación eficiente de la estrategia de persecución. Durante el primer trimestre (enero - marzo), la demanda se mantiene relativamente estable con valores de 75,285.36 en enero, 74,265.36 en febrero y 75,123.69 en marzo. Aunque existen ligeras fluctuaciones, la variación no es tan significativa, lo que indica que la producción puede mantenerse sin necesidad de ajustes drásticos.

Sin embargo, es importante considerar estrategias de optimización operativa para responder eficientemente a pequeñas variaciones en la demanda.

En el segundo trimestre (abril - junio), la demanda alcanza su punto más alto en abril con 78,265.36 unidades, lo que sugiere la necesidad de incrementar la producción para cubrir este pico. Sin embargo, en mayo se observa una caída abrupta a 71,974.28 unidades, seguida de una leve recuperación en junio con 73,369.25 unidades. Este comportamiento sugiere que la planificación debe contemplar un aumento en la producción para abril y luego una reducción en mayo y junio para evitar la sobreproducción y costos innecesarios.

El tercer trimestre (julio - septiembre) muestra cierta estabilidad con valores de 72,859.45 en julio, 74,267.36 en agosto y 75,123.69 en septiembre. Aunque no hay variaciones significativas, se recomienda una planificación estable con pequeñas modificaciones en la producción para ajustarse a la tendencia creciente hacia el final del trimestre. Esto permitirá mantener el equilibrio entre los costos operativos y la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.

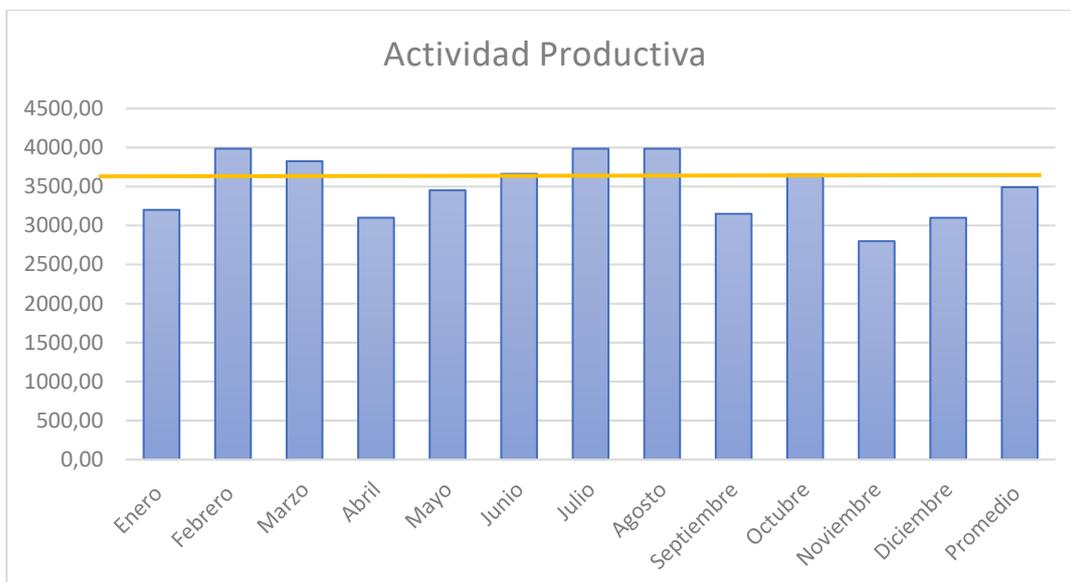
Finalmente, en el cuarto trimestre (octubre - diciembre), se evidencia un comportamiento variable. En octubre, la demanda aumenta a 77,265.36 unidades, lo que requiere un ajuste en la producción. Sin embargo, en noviembre hay una fuerte caída a 65,000.00 unidades, lo que sugiere la necesidad de reducir turnos o aplicar medidas de optimización de costos. Posteriormente, en diciembre, la demanda se recupera hasta 76,000.00 unidades, lo que indica la necesidad de aumentar nuevamente la producción para satisfacer el incremento de pedidos en este período.

En conclusión, los meses de mayor demanda se presentan en abril, octubre y diciembre, lo que requiere un incremento en la producción y posiblemente la contratación temporal de personal o el uso de subcontratación para atender estos picos. Por otro lado, los períodos de menor demanda, como mayo y noviembre, sugieren la necesidad de reducir la capacidad operativa para evitar sobrecostos y acumulación innecesaria de inventarios. La planificación de la producción debe

considerar estos patrones para garantizar un equilibrio entre eficiencia operativa y satisfacción de la demanda.

Figura 22.-

Gráfica de la actividad productiva de T-ALG-PQ-BLN-50



Nota: La gráfica muestra el comportamiento de la actividad productiva T-ALG-PQ-BLN-50. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la demanda proyectada agrupada por trimestres permite identificar los períodos de mayor y menor actividad productiva, lo que facilita la toma de decisiones en la estrategia de persecución. Durante el primer trimestre (enero - marzo), se observa un crecimiento en la demanda, comenzando con 3,201.25 unidades en enero y alcanzando su punto más alto en febrero con 3,985.45 unidades, antes de disminuir ligeramente en marzo a 3,825.15 unidades. Este comportamiento indica la necesidad de un ajuste progresivo en la producción, aumentando en febrero y manteniendo una capacidad estable en marzo para evitar sobreproducción y optimizar costos operativos.

En el segundo trimestre (abril - junio), la demanda muestra fluctuaciones significativas. En abril, cae a 3,100.96 unidades, lo que sugiere la necesidad de reducir temporalmente la producción para evitar inventarios excesivos. Sin embargo, en mayo

y junio hay una recuperación con 3,452.65 y 3,663.25 unidades, respectivamente, lo que indica que la producción debe ajustarse nuevamente al alza. Para este trimestre, es recomendable una estrategia flexible que permita reducir costos en períodos de baja demanda y aumentar la producción cuando se observe un crecimiento.

El tercer trimestre (julio - septiembre) presenta un comportamiento mixto. En julio y agosto, la demanda se mantiene alta con valores de 3,985.25 y 3,985.45 unidades, lo que sugiere la necesidad de operar a máxima capacidad en estos meses. No obstante, en septiembre, la demanda cae bruscamente a 3,150.96 unidades, lo que obliga a reducir la producción para evitar acumulación innecesaria de inventario. Este trimestre requiere un enfoque de ajuste ágil, asegurando que los recursos sean utilizados de manera eficiente y que la producción se adapte rápidamente a las variaciones en la demanda.

En el cuarto trimestre (octubre - diciembre), la demanda nuevamente muestra variaciones importantes. En octubre, se mantiene en un nivel moderado con 3,653.25 unidades, pero en noviembre cae a su punto más bajo del año con 2,800.00 unidades, lo que sugiere la necesidad de reducir la producción y optimizar el uso de recursos para minimizar costos. En diciembre, la demanda se recupera ligeramente a 3,100.00 unidades, por lo que la planificación debe contemplar un leve incremento en la capacidad productiva hacia el final del año.

En conclusión, los períodos de mayor demanda se presentan en febrero, julio y agosto, lo que sugiere la necesidad de aumentar la producción y posiblemente recurrir a contratación temporal o ajustes en los turnos laborales. Por otro lado, los períodos de menor demanda ocurren en abril, septiembre y noviembre, requiriendo estrategias de reducción de costos y optimización de recursos para evitar desperdicios. La planificación de la producción debe considerar estos patrones para garantizar una respuesta eficiente y rentable ante las fluctuaciones del mercado.

5.3.2. ESTRATEGIA DE PERSECUCIÓN

La estrategia de persecución se basa en ajustar la producción en función de la demanda, permitiendo que los niveles de fabricación sigan de cerca las fluctuaciones del mercado. Este enfoque minimiza los costos de almacenamiento y acumulación de inventarios, pero requiere una gestión eficiente de la capacidad productiva y los recursos humanos. En la presente tabla 31 se detalla el cálculo de las horas a reducir (mismo que es empleado para todas las demás estimaciones dentro de la estrategia de nivelación), así como incremento a la par del costo total asociado. Por otro lado, en la tabla 32, se detalla la planificación de la producción bajo esta estrategia, considerando la variabilidad de la demanda y los ajustes en la mano de obra y maquinaria para mantener la eficiencia operativa.

Tabla 31.-

Estimación de los resultados para la estrategia de persecución

# 2 personas	Generé	Genero	Horas	Diferencia	Sueldo	Sueldo por Hora	Sueldo
720	82715,74	82715,74	720	0	2000,00	2,78	\$2.000,00
720	84528,23	82715,74	705	-15	2000,00	2,78	\$1.957,12
720	86395,25	84165,73	701	-19	2000,00	2,78	\$1.948,39
720	81245,78	85949,35	762	42	2000,00	2,78	\$2.115,79
720	87456,25	82186,49	677	-43	2000,00	2,78	\$1.879,49
720	89368,24	86402,30	696	-24	2000,00	2,78	\$1.933,62
720	84369,25	88775,05	758	38	2000,00	2,78	\$2.104,44
720	83518,23	85250,41	735	15	2000,00	2,78	\$2.041,48
720	85395,25	83864,67	707	-13	2000,00	2,78	\$1.964,15
720	82245,78	85089,13	745	25	2000,00	2,78	\$2.069,14
720	80000,00	82814,45	745	25	2000,00	2,78	\$2.070,36
720	85000,00	80562,89	682	-38	2000,00	2,78	\$1.895,60

Nota: La tabla denota como obtener el valor de las estimaciones empleadas en la estrategia de persecución por: El Autor, 2025.

Con base en el análisis se destaca que, de las 720 horas programadas, pero solo se necesitan trabajar 705 horas, lo que genera una diferencia de -15 horas con respecto al tiempo planificado. La producción real alcanzada fue de 82,715.74, mientras que la producción estimada era de 84,528.23, lo que indica que se debe ajustar la producción teniendo como referencia únicamente a la mano de obra. Como consecuencia de haber trabajado menos horas y no haber alcanzado la producción esperada, el sueldo final se ajusta a \$1,957.12, siendo menor al sueldo base de \$2000 (diferencia de 15 horas). Este ajuste se debe a que el pago se calcula en función del tiempo efectivamente trabajado y la productividad obtenida, reflejando una reducción tanto en horas como en desempeño.

Tabla 32.-

Estrategia de persecución para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-GD-BLN-650					Subcontratación		\$(1000)
	Demanda	Demanda Proyectada (Suavizamiento Exponencial)	Producción Ajustada	Contrataciones/Despido s	Horas Extras/Recortes (2 personas-12 horas) en el mes	Si	No	Costos Asociados
Enero	82715,74	82715,74	0,00	No	0		X	\$2.000,00
Febrero	84528,23	82715,74	-1812,49	No	-15		X	\$1.957,12
Marzo	86395,25	84165,73	-2229,52	No	-19		X	\$1.948,39
Abril	81245,78	85949,35	4703,57	No	42		X	\$2.115,79
Mayo	87456,25	82186,49	-5269,76	No	-43		X	\$1.879,49
Junio	89368,24	86402,30	-2965,94	No	-24		X	\$1.933,62
Julio	84369,25	88775,05	4405,80	No	38		X	\$2.104,44
Agosto	83518,23	85250,41	1732,18	No	15		X	\$2.041,48
Septiembr e	85395,25	83864,67	-1530,58	No	-13		X	\$1.964,15
Octubre	82245,78	85089,13	2843,35	No	25		X	\$2.069,14
Noviembre	80000,00	82814,45	2814,45	No	25		X	\$2.070,36
Diciembre	85000,00	80562,89	-4437,11	No	-38		X	\$1.895,60

Promedio	84353,17	84207,66	\$23.979,5
----------	----------	----------	------------

8

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-GD-BLN-650. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la proyección ajustada refleja que la empresa ha debido realizar incrementos y reducciones en su producción para adaptarse a la demanda del mercado. En meses como abril, julio y octubre, se observa un incremento en la producción de 4,703.57, 4,405.80 y 2,843.35 unidades respectivamente, lo que indica una mayor exigencia operativa y la necesidad de un esfuerzo adicional por parte del personal. En contraste, en los meses de mayo, diciembre y marzo, se han registrado reducciones de -5,269.76, -4,437.11 y -2,229.52 unidades, lo que ha generado ajustes en la jornada laboral con la finalidad de reducir costos y evitar sobreproducción innecesaria.

Las variaciones en la producción han tenido un impacto directo en la asignación de horas extras y recortes de jornada. En los meses con incrementos productivos, la empresa ha requerido horas adicionales de trabajo, alcanzando 42 horas extras en abril, 38 en julio y 25 en octubre, lo que implica un mayor desembolso en mano de obra. Por otro lado, en los períodos de menor producción, se han reducido jornadas laborales en mayo con -43 horas, diciembre con -38 horas y marzo con -19 horas, permitiendo un ahorro en el pago de salarios. Este ajuste en las horas laboradas ha sido clave para mantener el equilibrio financiero sin incurrir en sobrecostos innecesarios.

El impacto de estos ajustes se refleja en los costos asociados, donde los meses con mayor número de horas extras presentan incrementos en el gasto laboral. Abril, al registrar la mayor cantidad de horas adicionales, alcanzó un costo de \$2,115.79, seguido de julio con \$2,104.44 y octubre con \$2,069.14. En contraste, los meses con mayor reducción de horas como mayo y diciembre, reflejaron costos más bajos de \$1,879.49 y \$1,895.60 respectivamente. A lo largo del año, la empresa ha logrado mantener el costo total en \$23,979.58, lo que representa un ahorro con respecto al presupuesto anual de \$24,000, evidenciando una eficiente administración del recurso humano y los costos operativos.

En términos generales, la empresa ha logrado adaptar su producción a la demanda de manera efectiva, equilibrando los costos laborales sin generar pérdidas ni excesos. Sin embargo, la fluctuación en la producción y en la carga laboral puede generar desafíos

en la gestión del flujo de efectivo y la estabilidad operativa. Para optimizar aún más estos resultados, se recomienda mejorar la precisión en las proyecciones de demanda, implementar estrategias de nivelación en la producción y evaluar opciones de subcontratación en meses de alta exigencia para reducir la dependencia de horas extras. Con estas estrategias, se podrá mantener una producción estable y eficiente sin afectar la rentabilidad de la empresa.

Tabla 33.-

Estrategia de persecución para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	Demanda	T-ALG-MD-BLN-150			Subcontratación		Costos Asociados
		Demanda Proyectada (Suavizamiento Exponencial)	Producción Ajustada	Contrataciones/Despidos	Horas Extras/Reducción de Turnos	Si No	
Enero	75285,36	75285,36	0,00	No	0	X	\$2.000,00
Febrero	74265,36	75285,36	1020,00	No	10	X	\$2.027,47
Marzo	75123,69	74112,36	-1011,33	No	-10	X	\$1.973,08
Abril	78265,36	75275,39	-2989,97	No	-28	X	\$1.923,59
Mayo	71974,28	78713,86	6739,58	No	67	X	\$2.187,28
Junio	73369,25	70963,34	-2405,91	No	-24	X	\$1.934,42
Julio	72859,45	73730,14	870,69	No	9	X	\$2.023,90
Agosto	74267,36	72728,85	-1538,51	No	-15	X	\$1.958,57
Septiembre	75123,69	74498,14	-625,55	No	-6	X	\$1.983,35
Octubre	77265,36	75217,52	-2047,84	No	-19	X	\$1.946,99
Noviembre	65000,00	77572,54	12572,54	No	139	X	\$2.386,85
Diciembre	76000,00	63114,12	-12885,88	No	-122	X	\$1.660,90

Promedio	74066,60	73874,75	\$24.006,38
----------	----------	----------	-------------

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-MD-BLN-150. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la proyección ajustada para este conjunto de datos muestra que la empresa ha tenido que realizar ajustes significativos en la producción mes a mes para adaptarse a la demanda real. En ciertos períodos, como mayo y noviembre, se evidencian incrementos en la producción de 6,739.58 y 12,572.54 unidades respectivamente, lo que ha requerido un aumento considerable en la carga laboral. En contraste, en meses como diciembre, abril y junio, la producción tuvo que reducirse en -12,885.88, -2,989.97 y -2,405.91 unidades, lo que llevó a una disminución en la cantidad de horas trabajadas para evitar costos innecesarios.

El impacto de estos cambios en la producción ha sido evidente en la asignación de horas extras y reducción de turnos. En meses de alta demanda, como mayo y noviembre, se requirió un incremento en la jornada laboral, con 67 y 139 horas extras respectivamente, lo que indica una mayor presión sobre la capacidad operativa. Por otro lado, en meses con reducción de producción, como diciembre con -122 horas, abril con -28 horas y junio con -24 horas, la empresa optó por disminuir la carga laboral para ajustar costos sin afectar la rentabilidad. Estos ajustes en las horas trabajadas han permitido una mejor administración del recurso humano, aunque la alta variabilidad puede generar complicaciones en la estabilidad operativa.

El impacto financiero de estos cambios se refleja en los costos asociados. En los meses donde se necesitaron más horas extras, los costos laborales fueron más altos, alcanzando \$2,187.28 en mayo y \$2,386.85 en noviembre. En contraste, en los meses donde se redujeron las horas, los costos disminuyeron, como en diciembre con \$1,660.90 y abril con \$1,923.59. A pesar de estos ajustes, el costo total anual ascendió a \$24,006.38, lo que representa un ligero exceso sobre el presupuesto inicial de \$24,000, debido principalmente a la alta demanda de noviembre y los ajustes adicionales realizados en otros meses. En términos generales, la estrategia de ajuste ha permitido responder a la demanda de manera flexible, aunque con un costo ligeramente superior al previsto. Para mejorar la eficiencia y evitar sobrecostos en el futuro, se recomienda mejorar la precisión en la proyección de demanda, implementar estrategias de planificación más estables y evaluar opciones como la subcontratación en meses de alta demanda para evitar depender exclusivamente de horas extras. Con

estas medidas, se podrá garantizar una producción eficiente y rentable sin generar fluctuaciones excesivas en los costos laborales.

Tabla 34.-

Estrategia de persecución para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-PQ-BLN-50					Subcontratación		\$
	Demanda	Demanda Proyectada (Suavizamiento Exponencial)	Producción Ajustada	Contrataciones/Despidos	Horas Extras/Reducción de Turnos	Si	No	Costos Asociados
Enero	3201,25	3201,25	0,00	No	0		X	\$2.000,00
Febrero	3985,45	3201,25	-784,20	No	-142		X	\$1.606,47
Marzo	3825,15	4063,87	238,72	No	45		X	\$2.124,82
Abril	3100,96	3801,28	700,32	No	163		X	\$2.451,68
Mayo	3452,65	3030,93	-421,72	No	-88		X	\$1.755,71
Junio	3663,25	3494,82	-168,43	No	-33		X	\$1.908,04
Julio	3985,25	3680,09	-305,16	No	-55		X	\$1.846,86
Agosto	3985,45	4015,77	30,32	No	5		X	\$2.015,21
Septiembre	3150,96	3982,42	831,46	No	190		X	\$2.527,75
Octubre	3653,25	3067,81	-585,44	No	-115		X	\$1.679,50
Noviembre	2800,00	3711,79	911,79	No	234		X	\$2.651,28
Diciembre	3100,00	2708,82	-391,18	No	-91		X	\$1.747,63

Promedio	3491,97	3496,68		\$24.314,94
			Total	\$72.300,91

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-PQ-BLN-50. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la proyección ajustada para este conjunto de datos muestra fluctuaciones significativas en la producción a lo largo del año, lo que ha requerido ajustes constantes para equilibrar la oferta y la demanda. En meses como septiembre y noviembre, se evidencian incrementos en la producción de 831.46 y 911.79 unidades respectivamente, lo que ha generado la necesidad de un mayor esfuerzo productivo. En contraste, en meses como febrero, octubre y mayo, la producción tuvo que reducirse en -784.20, -585.44 y -421.72 unidades respectivamente, lo que permitió optimizar los recursos y evitar una sobreproducción que pudiera afectar la rentabilidad del proceso.

Estas variaciones en la producción han impactado directamente en la asignación de horas extras y en la reducción de turnos de trabajo. En los meses de mayor producción, se observó un aumento considerable en las horas trabajadas, alcanzando 190 horas extras en septiembre y 234 en noviembre, lo que refleja una alta demanda de mano de obra adicional para cumplir con los requerimientos del mercado. Por otro lado, en períodos donde se redujo la producción, se efectuaron recortes en la jornada laboral, como en febrero con -142 horas, octubre con -115 horas y diciembre con -91 horas, permitiendo disminuir costos sin afectar la eficiencia operativa de la empresa.

El impacto financiero de estos ajustes se ve reflejado en los costos asociados, los cuales varían en función de las horas trabajadas. En meses donde se requirió una mayor cantidad de horas extras, los costos se incrementaron, alcanzando \$2,527.75 en septiembre y \$2,651.28 en noviembre. En contraste, en los meses donde se redujeron las horas, los costos fueron más bajos, destacándose febrero con \$1,606.47 y octubre con \$1,679.50. A lo largo del año, el costo total ascendió a \$24,314.94, superando el presupuesto anual de \$24,000 en aproximadamente \$314.94. Este ligero exceso en el costo operativo puede atribuirse a la necesidad de horas extras en meses de alta demanda y a las variaciones en la producción.

En términos generales, la estrategia de ajuste ha permitido adaptar la producción a la demanda de manera eficiente, aunque con un leve sobrecosto.

Para mejorar la rentabilidad y evitar excesos en los costos laborales, se recomienda optimizar la planificación de la producción, buscar estrategias de nivelación para reducir la dependencia de horas extras y evaluar la posibilidad de subcontratación en meses de alta demanda. De esta manera, se podrá garantizar un equilibrio entre la producción, los costos y la eficiencia operativa de la empresa.

5.3.3. ESTRATEGIA DE NIVELACIÓN

La estrategia de nivelación se caracteriza por mantener una producción constante a lo largo del tiempo, independientemente de las variaciones en la demanda. Esto permite una mayor estabilidad en el uso de los recursos y facilita la planificación a largo plazo, aunque puede generar acumulación de inventarios en períodos de baja demanda o escasez en picos de consumo. La siguiente tabla 36 muestra la planificación de la producción siguiendo este enfoque, detallando los niveles de producción y las estrategias de almacenamiento necesarias para equilibrar la oferta con la demanda. Sin embargo, en primera instancia se destaca la estimación de costo para establecer los valores por almacenamiento.

Tabla 35.-

Costo de la producción con base en la superficie del producto

Producto	Área (m ²)	Peso de cada toalla (g)	Toallas por kg de tela	Precio	Costo
T-ALG-GD- BLN-650	0.952	618.8	1,62	4,2	\$2,59
T-ALG-MD- BLN-150	0.28	42	23,81	3,8	\$0,16
T-ALG-PQ- BLN-50	0.09	4.5	222,22	3,65	\$0,02

Nota: Costo de los productos con base en su superficie. Elaborado por: El Autor, 2025.

La tabla 35 compara los tres tipos de toallas según su tamaño, peso y costo, mostrando que la eficiencia en el uso del material mejora a medida que el tamaño disminuye. La

T-ALG-GD-BLN-650 es la más grande (0.952 m², 618.8 g) y menos eficiente, con solo 1.62 toallas por kg de tela, un precio de \$4.20 y un costo de \$2.59 por unidad. La T-ALG-MD-BLN-150 (0.28 m², 42 g) es más eficiente, produciendo 23.81 toallas por kg, con un costo de \$0.16. La T-ALG-PQ-BLN-50 (0.09 m², 4.5 g) es la más eficiente, generando 222.22 toallas por kg, con un costo mínimo de \$0.02. En general, las toallas más pequeñas optimizan mejor la materia prima, mientras que las más grandes tienen un mayor costo unitario, pero posiblemente un mayor valor percibido en el mercado.

Tabla 36.-

Estrategia de nivelación para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-GD-BLN-650			Inventario			Almacenamiento
	Demanda	Demanda Proyectada	Producción constante	Inicial	Excedente	Final	Costo de Almacenamiento por Unidad (\$/unidad)
Enero	82715,74	82715,74	84207,66	0	-1491,92	-1491,92	\$3.864,08
Febrero	84528,23	82715,74	84207,66	-1491,92	-1491,92	-2983,85	\$7.728,16
Marzo	86395,25	84165,73	84207,66	-2983,85	-41,93	-3025,78	\$7.836,76
Abril	81245,78	85949,35	84207,66	-3025,78	1741,68	-1284,09	\$3.325,80
Mayo	87456,25	82186,49	84207,66	-1284,09	-2021,17	-3305,26	\$8.560,63
Junio	89368,24	86402,30	84207,66	-3305,26	2194,64	-1110,63	\$2.876,52
Julio	84369,25	88775,05	84207,66	-1110,63	4567,39	3456,76	\$8.953,02
Agosto	83518,23	85250,41	84207,66	3456,76	1042,75	4499,51	\$11.653,73
Septiembre	85395,25	83864,67	84207,66	4499,51	-343,00	4156,51	\$10.765,37
Octubre	82245,78	85089,13	84207,66	4156,51	881,47	5037,98	\$13.048,38
Noviembre	80000,00	82814,45	84207,66	5037,98	-1393,21	3644,77	\$9.439,96
Diciembre	85000,00	80562,89	84207,66	3644,77	-3644,77	0,00	\$0,00
Promedio	84353,17	84207,66					\$88.052,41

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-GD-BLN-650. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la estrategia de inventario y almacenamiento basada en una producción constante muestra que, a lo largo del año, la producción mensual se ha mantenido en 84,207.66 unidades, lo que ha generado periodos de acumulación y déficit de inventario en función de la demanda real. Durante los primeros meses del año (enero a marzo), la demanda ha superado la producción establecida, resultando en un déficit creciente que alcanzó su punto más alto en marzo con -3,025.78 unidades en inventario, lo que implica que la empresa no pudo cubrir completamente los requerimientos del mercado. En abril y junio, debido a una menor demanda en comparación con la producción, se logró reducir el déficit, aunque se mantuvo en valores negativos hasta junio.

A partir de julio, la tendencia cambió, y se observó un acumulamiento progresivo de inventario, alcanzando un excedente máximo en octubre con 5,037.98 unidades almacenadas. Esto sugiere que en estos meses la producción superó la demanda, lo que llevó a una acumulación significativa de stock. Finalmente, en diciembre, gracias a una mayor demanda y sin incrementos en la producción, se logró eliminar por completo el inventario acumulado, dejando un saldo de cero unidades almacenadas.

En términos de costos de almacenamiento, se evidencia un comportamiento directamente relacionado con la cantidad de unidades almacenadas. En los primeros meses del año, el déficit de inventario mantuvo los costos relativamente bajos; sin embargo, a partir de julio, con la acumulación progresiva de stock, los costos de almacenamiento aumentaron de manera considerable, alcanzando su punto más alto en octubre con un gasto de \$13,048.38. La acumulación de inventario en estos meses representó una carga financiera importante, sumando un total de \$88,052.41 en costos de almacenamiento durante el año.

Este análisis refleja que mantener una producción constante no es la estrategia más eficiente cuando la demanda fluctúa significativamente, ya que genera períodos de escasez y acumulación innecesaria de inventario, lo que impacta directamente en los costos de almacenamiento. Para optimizar los costos y mejorar la eficiencia del proceso productivo, se recomienda evaluar estrategias de planificación más flexibles,

como la nivelación de producción con demanda ajustada o la aplicación de estrategias mixtas que permitan minimizar tanto los déficits de inventario como los excesos de almacenamiento.

Tabla 37.-

Estrategia de nivelación para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-MD-BLN-150			Inventario		Almacenamiento	
	Demanda	Demanda Proyectada	Producción constante	Inicial	Excedente	Final	Costo de Almacenamiento por Unidad (\$/unidad)
Enero	75285,36	75285,36	73874,75	0	1410,61	1410,61	\$225,70
Febrero	74265,36	75285,36	73874,75	1410,61	1410,61	2821,23	\$451,40
Marzo	75123,69	74112,36	73874,75	2821,23	237,61	3058,84	\$489,41
Abril	78265,36	75275,39	73874,75	3058,84	1400,64	4459,48	\$713,52
Mayo	71974,28	78713,86	73874,75	4459,48	4839,11	9298,59	\$1.487,77
Junio	73369,25	70963,34	73874,75	9298,59	-2911,40	6387,19	\$1.021,95
Julio	72859,45	73730,14	73874,75	6387,19	-144,61	6242,57	\$998,81
Agosto	74267,36	72728,85	73874,75	6242,57	-1145,90	5096,67	\$815,47
Septiembre	75123,69	74498,14	73874,75	5096,67	623,39	5720,06	\$915,21
Octubre	77265,36	75217,52	73874,75	5720,06	1342,78	7062,84	\$1.130,05
Noviembre	65000,00	77572,54	73874,75	7062,84	3697,79	10760,63	\$1.721,70
Diciembre	76000,00	63114,12	73874,75	10760,63	-10760,63	0,00	\$0,00
Promedio	74066,60	73874,75					\$9.970,99

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-MD-BLN-150. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de la estrategia de inventario y almacenamiento con producción constante de 73,874.75 unidades muestra un comportamiento variable del inventario debido a las fluctuaciones en la demanda mensual. En los primeros meses, la demanda real estuvo ligeramente por encima de la producción, lo que llevó a una acumulación inicial de inventario, alcanzando 4,459.48 unidades en abril. A partir de mayo, con una demanda inferior a la producción, el inventario experimentó un incremento considerable, alcanzando su punto máximo en noviembre con 10,760.63 unidades almacenadas. Esto indica que en estos meses la empresa produjo más de lo que realmente requería el mercado, generando un costo adicional de almacenamiento.

Durante junio y agosto, hubo una reducción parcial del inventario debido a una mayor demanda en relación con la producción, aunque los niveles de stock se mantuvieron elevados en comparación con los meses iniciales. Finalmente, en diciembre, la demanda superó la producción y permitió eliminar por completo el inventario acumulado, cerrando el año sin unidades almacenadas.

En términos de costos de almacenamiento, se observa que estos aumentaron progresivamente con la acumulación de inventario, alcanzando su nivel más alto en noviembre con \$1,721.70. Sin embargo, al finalizar el año, la eliminación del stock permitió reducir este costo a \$0.00 en diciembre. En total, el gasto anual en almacenamiento ascendió a \$9,970.99, lo que representa una carga financiera considerable derivada de la falta de sincronización entre la producción y la demanda real.

Este análisis evidencia que mantener una producción constante sin considerar las fluctuaciones en la demanda puede generar períodos de sobreproducción que resultan en altos niveles de inventario y, por ende, en costos adicionales. Para optimizar la gestión de almacenamiento y minimizar los costos, se recomienda implementar una estrategia de producción ajustada a la demanda o utilizar un enfoque mixto que permita equilibrar la eficiencia operativa con la reducción de costos de almacenamiento.

Tabla 38.-

Estrategia de nivelación para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-PQ-BLN-50			Inventario			Almacenamiento
	Demanda	Demanda Proyectada	Producción constante	Inicial	Excedente	Final	Costo de Almacenamiento por Unidad (\$/unidad)
Enero	3201,25	3201,25	3496,68	0	-295,43	-295,43	\$5,91
Febrero	3985,45	3201,25	3496,68	-295,43	-295,43	-590,85	\$11,82
Marzo	3825,15	4063,87	3496,68	-590,85	567,19	-23,66	\$0,47
Abril	3100,96	3801,28	3496,68	-23,66	304,60	280,95	\$5,62
Mayo	3452,65	3030,93	3496,68	280,95	-465,75	-184,80	\$3,70
Junio	3663,25	3494,82	3496,68	-184,80	-1,85	-186,65	\$3,73
Julio	3985,25	3680,09	3496,68	-186,65	183,42	-3,24	\$0,06
Agosto	3985,45	4015,77	3496,68	-3,24	519,09	515,85	\$10,32
Septiembre	3150,96	3982,42	3496,68	515,85	485,74	1001,60	\$20,03
Octubre	3653,25	3067,81	3496,68	1001,60	-428,86	572,74	\$11,45
Noviembre	2800,00	3711,79	3496,68	572,74	215,12	787,85	\$15,76
Diciembre	3100,00	2708,82	3496,68	787,85	-787,85	0,00	\$0,00
Promedio	3491,97	3496,68					\$88,87

Total	\$98.112,28
-------	-------------

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-PQ-BLN-50. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis del inventario y almacenamiento para la tipología de tela toalla T-ALG-PQ-BLN-50 revela fluctuaciones significativas en la gestión del stock a lo largo del año, lo que tiene un impacto directo en los costos asociados al almacenamiento. La demanda mensual presenta variaciones importantes, con meses donde la producción supera la demanda y otros donde ocurre lo contrario, lo que genera acumulación o reducción del inventario.

Durante los primeros meses del año, la producción constante de 3,496.68 unidades resultó superior a la demanda en algunos periodos, lo que ocasionó un aumento en el inventario negativo, reflejado en valores acumulados negativos en los meses de enero y febrero (-295.43 y -590.85 unidades, respectivamente). Esto indica que no se logró satisfacer completamente la demanda en esos meses. Sin embargo, en marzo y abril, la demanda estuvo más alineada con la producción, lo que permitió reducir las discrepancias de inventario y lograr un saldo positivo en abril con 280.95 unidades almacenadas.

A partir de mayo, se observa una ligera inestabilidad en la gestión del inventario. La producción sigue constante, pero la demanda fluctúa, lo que provoca excedentes en algunos meses y déficits en otros. En mayo y junio, la demanda superó ligeramente la producción, lo que llevó a una reducción en los niveles de inventario. Para julio y agosto, se observa una estabilización con valores de almacenamiento cercanos a cero, lo que indica un mejor ajuste entre la producción y la demanda proyectada.

En septiembre, se presenta un incremento notable en el inventario, alcanzando 1,001.60 unidades almacenadas, debido a un excedente de producción respecto a la demanda del mes. Esto impacta directamente en los costos de almacenamiento, que en este mes ascienden a \$20.03. En noviembre, ocurre un fenómeno similar con un saldo final de 787.85 unidades en inventario, lo que también genera costos adicionales de almacenamiento de \$15.76.

Finalmente, en diciembre, la demanda logra igualar la producción acumulada en inventario, permitiendo reducir el saldo de stock a cero unidades, lo que elimina los

costos de almacenamiento en este mes. Esta estrategia de ajuste es crucial, ya que evita costos innecesarios al cerrar el periodo sin inventarios acumulados.

En términos de costos, el total de almacenamiento para esta tipología de tela alcanzó \$88.87 en el año, lo que representa un costo relativamente bajo en comparación con otras categorías de producción y almacenamiento. Sin embargo, al analizar el costo total de almacenamiento de todas las tipologías de tela toalla, se observa que este asciende a \$98,112.28, lo que representa un gasto significativo dentro del proceso productivo.

5.3.4. ESTRATEGIA MIXTA

La estrategia mixta combina elementos de las estrategias de persecución y nivelación para optimizar la producción de acuerdo con las necesidades de la empresa. Este enfoque busca equilibrar la estabilidad operativa con la flexibilidad necesaria para adaptarse a las variaciones del mercado, minimizando costos de almacenamiento y ajustes en la producción. La tabla 39 presentada a continuación expone la planificación de la producción basada en este modelo híbrido, detallando los parámetros utilizados para alcanzar un equilibrio eficiente entre costos, inventarios y capacidad productiva.

Tabla 39.-

Estrategia mixta para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-GD-BLN-650				Inventario			Horas	Costos
	Demanda	Demanda Proyectada (Suavizamiento Exponencial)	Producción constante	Producción Ajustada	Inicial	Excedente	Final	Horas Extras/Recortes (2 personas-12 horas) en el mes	Costos MO/Almacenamiento
Enero	82715,74	82715,74	84207,66	0,00	0,00	1491,92	1491,92	0	\$1.864,08
Febrero	84528,23	82715,74	84207,66	-1812,49	1491,92	1491,92	2983,85	-15	\$5.771,04
Marzo	86395,25	84165,73	84207,66	-2229,52	2983,85	41,93	3025,78	-19	\$5.888,37
Abril	81245,78	85949,35	84207,66	4703,57	3025,78	-1741,68	1284,09	42	\$1.210,01
Mayo	87456,25	82186,49	84207,66	-5269,76	1284,09	2021,17	3305,26	-43	\$6.681,14
Junio	89368,24	86402,30	84207,66	-2965,94	3305,26	-2194,64	1110,63	-24	\$942,90
Julio	84369,25	88775,05	84207,66	4405,80	1110,63	-4567,39	-3456,76	38	\$6.848,58
Agosto	83518,23	85250,41	84207,66	1732,18	-3456,76	-1042,75	-4499,51	15	\$9.612,25
Septiembre	85395,25	83864,67	84207,66	-1530,58	-4499,51	343,00	-4156,51	-13	\$8.801,22
Octubre	82245,78	85089,13	84207,66	2843,35	-4156,51	-881,47	-5037,98	25	\$10.979,24
Noviembre	80000,00	82814,45	84207,66	2814,45	-5037,98	1393,21	-3644,77	25	\$7.369,60
Diciembre	85000,00	80562,89	84207,66	-4437,11	-3644,77	3644,77	0,00	-38	\$1.895,60
Promedio	84353,17	84207,66							\$67.864,03

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-MD-BLN-150. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de los costos en la estrategia mixta aplicada a la tipología T-ALG-GD-BLN-650 muestra una importante variabilidad en los gastos asociados a la mano de obra y el almacenamiento a lo largo del año. El costo total de la estrategia alcanza los \$67,864.03, una cifra considerable que refleja el impacto de los ajustes en la producción y la gestión del inventario. A lo largo de los meses, los costos fluctúan debido a la necesidad de incrementar o reducir la producción, lo que afecta el uso de horas extras, recortes de personal y almacenamiento de excedentes.

En términos de almacenamiento, los primeros meses presentan costos relativamente bajos (enero: \$1,864.08, abril: \$1,210.01, junio: \$942.90), lo que indica un equilibrio entre la producción y la demanda. Sin embargo, meses como agosto, septiembre y octubre muestran un incremento significativo en costos de almacenamiento y mano de obra, alcanzando \$9,612.25, \$8,801.22 y \$10,979.24, respectivamente. Esto sugiere que la estrategia implementada en estos meses generó un desbalance que incrementó los costos operativos.

Otro punto clave es el manejo de las horas extras y recortes de personal. En algunos meses, como abril y julio, se observa un uso intensivo de horas extras (42 y 38 horas, respectivamente), lo que incrementa los costos de mano de obra. Por otro lado, en meses como febrero, marzo y noviembre, hay una reducción de hasta 43 horas, lo que implica ajustes en la producción que afectan el inventario final.

En diciembre, la estrategia se ajusta para cerrar el año sin inventario acumulado, reduciendo significativamente los costos a \$1,895.60, un valor mucho menor en comparación con los meses anteriores. Este ajuste final es clave para minimizar costos de almacenamiento innecesarios.

En conclusión, el análisis refleja que la estrategia mixta utilizada logra cierta estabilidad, pero con momentos críticos en los que los costos aumentan drásticamente debido a la necesidad de ajustes en la producción y la demanda. La implementación de un control más preciso del inventario y una mejor planificación de la producción podría reducir estos picos de costos y optimizar el gasto total anual.

Tabla 40.-

Estrategia mixta para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-MD-BLN-150				Inventario			Horas	Costos
	Demanda	Demanda Proyectada (Suavizamiento Exponencial)	Producción constante	Producción Ajustada	Inicial	Excedente	Final	Horas Extras/Recortes (2 personas-12 horas) en el mes	Costos MO/Almacenamiento
Enero	75285,36	75285,36	73874,75	0,00	0,00	-1410,61	-1410,61	0	\$1.774,30
Febrero	74265,36	75285,36	73874,75	1020,00	-1410,61	-1410,61	-2821,23	10	\$1.576,07
Marzo	75123,69	74112,36	73874,75	-1011,33	-2821,23	-237,61	-3058,84	-10	\$1.483,66
Abril	78265,36	75275,39	73874,75	-2989,97	-3058,84	-1400,64	-4459,48	-28	\$1.210,08
Mayo	71974,28	78713,86	73874,75	6739,58	-4459,48	-4839,11	-9298,59	67	\$699,50
Junio	73369,25	70963,34	73874,75	-2405,91	-9298,59	2911,40	-6387,19	-24	\$912,47
Julio	72859,45	73730,14	73874,75	870,69	-6387,19	144,61	-6242,57	9	\$1.025,09
Agosto	74267,36	72728,85	73874,75	-1538,51	-6242,57	1145,90	-5096,67	-15	\$1.143,10
Septiembre	75123,69	74498,14	73874,75	-625,55	-5096,67	-623,39	-5720,06	-6	\$1.068,14
Octubre	77265,36	75217,52	73874,75	-2047,84	-5720,06	-1342,78	-7062,84	-19	\$816,94
Noviembre	65000,00	77572,54	73874,75	12572,54	-7062,84	-3697,79	-10760,63	139	\$665,15

Diciembre	76000,00	63114,12	73874,75	-12885,88	-10760,63	10760,63	0,00	-122	\$1.660,90
Promedio	74066,60	73874,75							\$14.035,39

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-MD-BLN-150. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de costos para la estrategia mixta aplicada a la tipología T-ALG-MD-BLN-150 refleja una gestión eficiente de la producción y almacenamiento, con un costo total de \$14,035.39. A lo largo del año, se observa que los costos varían en función de la demanda y los ajustes en la producción, con una estrategia que equilibra el uso de horas extras y recortes de personal para optimizar los recursos. Durante el primer trimestre, los costos se mantienen relativamente estables, aunque el inventario muestra una tendencia decreciente, generando déficits que requieren recortes de hasta 10 horas en marzo para ajustar la producción y minimizar costos.

En el segundo trimestre, se presentan fluctuaciones más pronunciadas, especialmente en mayo, donde la producción aumenta en 6,739.58 unidades, lo que exige el uso de 67 horas extras, pero permite reducir el costo de almacenamiento a uno de los valores más bajos del año con \$699.50. Esta estrategia busca compensar el déficit acumulado en meses anteriores y estabilizar los niveles de inventario. En junio, sin embargo, se produce una disminución en la demanda que genera una reducción en la producción, lo que obliga a recortar 24 horas y ajustar costos a \$912.47, reflejando la constante necesidad de adaptar la estrategia a las condiciones del mercado.

Durante el tercer trimestre, la estabilidad en la producción y demanda genera una menor variación en costos, con valores que oscilan entre \$1,025.09 y \$1,068.14. Sin embargo, la acumulación de inventario sigue siendo un desafío, lo que conlleva ajustes en producción que afectan el almacenamiento. En el cuarto trimestre, la producción se incrementa en noviembre con 12,572.54 unidades adicionales, lo que requiere el uso extremo de 139 horas extras y permite reducir el costo de almacenamiento a \$665.15. Finalmente, diciembre se utiliza como un mes de ajuste, aplicando un recorte de 122 horas y eliminando completamente el inventario, con un costo final de \$1,660.90, asegurando que no haya excedentes al cierre del año. En general, la estrategia aplicada logra mantener los costos bajo control con un promedio mensual de \$1,169.62, lo que indica una planificación eficiente. Sin embargo, se recomienda evaluar formas de reducir la dependencia de horas extras en meses de alta demanda, ya que esto podría optimizar aún más los costos totales y mejorar la estabilidad en la gestión del inventario.

Tabla 41.-

Estrategia mixta para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-PQ-BLN-50				Inventario		Horas		Costos
	Demanda	Demanda Proyectada (Suavizamiento Exponencial)	Producción constante	Producción Ajustada	Inicial	Excedente	Final	Horas Extras/Recortes (2 personas-12 horas) en el mes	Costos MO/Almacenamiento
Enero	3201,25	3201,25	3496,68	0,00	0,00	295,43	295,43	163	\$1.994,09
Febrero	3985,45	3201,25	3496,68	-784,20	295,43	295,43	590,85	-88	\$1.594,65
Marzo	3825,15	4063,87	3496,68	238,72	590,85	-567,19	23,66	-33	\$2.124,34
Abril	3100,96	3801,28	3496,68	700,32	23,66	-304,60	-280,95	-55	\$2.446,06
Mayo	3452,65	3030,93	3496,68	-421,72	-280,95	465,75	184,80	5	\$1.752,02
Junio	3663,25	3494,82	3496,68	-168,43	184,80	1,85	186,65	190	\$1.904,31
Julio	3985,25	3680,09	3496,68	-305,16	186,65	-183,42	3,24	-115	\$1.846,79
Agosto	3985,45	4015,77	3496,68	30,32	3,24	-519,09	-515,85	234	\$2.004,90
Septiembre	3150,96	3982,42	3496,68	831,46	-515,85	-485,74	-1001,60	-91	\$2.507,72
Octubre	3653,25	3067,81	3496,68	-585,44	-1001,60	428,86	-572,74	0	\$1.668,04
Noviembre	2800,00	3711,79	3496,68	911,79	-572,74	-215,12	-787,85	0	\$2.635,52

Diciembre	3100,00	2708,82	3496,68	-391,18	-787,85	787,85	0,00	0	\$1.747,63
Promedio	3491,97	3496,68							\$24.226,07

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-PQ-BLN-50. Elaborado por: El Autor, 2025.

El análisis de costos para la estrategia mixta aplicada a la tipología T-ALG-PQ-BLN-50 revela una gestión con variaciones significativas en los costos de almacenamiento y mano de obra, con un costo total anual de \$24,226.07 y un promedio mensual de \$2,018.84. A lo largo del año, los costos fluctúan en función de la demanda y los ajustes en la producción, evidenciando la necesidad de adaptar la estrategia para reducir la dependencia de horas extras y minimizar los costos de almacenamiento.

En los primeros meses del año, los costos presentan incrementos debido a ajustes en la producción y variaciones en el inventario. En enero, se observa un excedente inicial de 295.43 unidades, lo que genera un costo de \$1,994.09. En febrero y marzo, la demanda aumenta, lo que obliga a realizar ajustes negativos en la producción, reduciendo el inventario a 23.66 unidades y llevando los costos a \$2,124.34 en marzo. Sin embargo, en abril, la acumulación de inventario provoca un incremento en costos de almacenamiento, alcanzando \$2,446.06, lo que sugiere un desbalance en la estrategia de producción.

En el segundo trimestre, la estrategia se vuelve más estable, con costos que oscilan entre \$1,752.02 y \$1,904.31, evidenciando una mejor gestión del inventario. Sin embargo, en julio y agosto, la variabilidad en la demanda genera nuevamente ajustes en producción, con un exceso de 234 horas extras en agosto, aumentando los costos a \$2,004.90. En septiembre, el déficit acumulado de inventario provoca un nuevo pico de costos, alcanzando \$2,507.72, lo que indica la necesidad de revisar la planificación de producción para evitar estos incrementos.

En el último trimestre, los costos siguen fluctuando con valores altos en noviembre (\$2,635.52) debido a una mayor acumulación de inventario, lo que resalta la importancia de mejorar la sincronización entre producción y demanda. Finalmente, en diciembre se ajusta la producción para eliminar el inventario sobrante, reduciendo los costos a \$1,747.63, asegurando así un cierre de año sin excedentes. En general aunque la estrategia logra mantener un nivel de costos manejable, se identifican oportunidades de mejora en la planificación del inventario y la asignación de horas extras. Se recomienda implementar un control más preciso en la producción ajustada

para evitar acumulaciones innecesarias y optimizar la distribución de la carga laboral, lo que podría reducir los costos operativos totales.

5.3.5. COMENTARIO FINAL

La estrategia de nivelación aplicada a la línea de producción de tela toalla ha demostrado ser una opción viable para mantener un equilibrio en la gestión de costos y producción. Sin embargo, los análisis muestran que, si bien esta estrategia permite reducir las fluctuaciones en la carga laboral y los costos de mano de obra, se generan acumulaciones de inventario en ciertos periodos y requerimientos elevados de horas extras en otros. Esto sugiere que, si bien la nivelación es una estrategia efectiva, necesita ajustes para mejorar su eficiencia y reducir costos innecesarios; su mayor ajuste como es evidente debe darse para la tela toalla de T-ALG-GD-BLN-650, misma que al ser la más costosa y a la par uno de los productos de consumo dentro del análisis ABC presenta mayor costo en su manufactura y almacenamiento.

Es acertado acotar que para optimizar la estrategia de nivelación en la línea de producción de tela toalla, se recomienda la implementación de un sistema de producción constante ajustado por trimestre y al último periodo incrementar la producción en un 2.5% sola para la tipologías de tela toalla mencionada y desde luego las otras dos tipologías con una producción promedio. Esto permitiría responder mejor a las variaciones estacionales de la demanda sin incurrir en costos excesivos de almacenamiento o en la necesidad de recortes drásticos de personal. Al establecer una producción constante por trimestre, la empresa podría reducir los picos de inventario y mejorar la planificación de la mano de obra, asegurando así una distribución más eficiente de los recursos.

En términos financieros, el ajuste a una producción constante por trimestre permitiría reducir los costos operativos, minimizando los gastos en almacenamiento y evitando la acumulación innecesaria de inventario. Además, ayudaría a disminuir la dependencia de horas extras, lo que impactaría positivamente en la estabilidad de los costos de mano de obra. Implementar esta estrategia también contribuiría a mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos disponibles, permitiendo una planificación

más estructurada y menos susceptible a cambios bruscos en la producción. Con base en la idea planteada se destaca la tabla 42.

Tabla 42.-

Estrategia de nivelación para la demanda con base en suavizamiento exponencial

Periodo	T-ALG-GD-BLN-650			Inventario		Almacenamiento	
	Demanda	Demanda Proyectada	Producción constante	Inicial	Excedente	Final	Costo de Almacenamiento por Unidad (\$/unidad)
Enero	82715,74	82715,74	83199,07	0	483,33	483,33	\$1.251,83
Febrero	84528,23	82715,74	83199,07	483,33	483,33	966,66	\$2.503,65
Marzo	86395,25	84165,73	83199,07	966,66	-966,66	0,00	\$0,00
Abril	81245,78	85949,35	84846,05	0,00	-1103,30	-1103,30	\$2.857,55
Mayo	87456,25	82186,49	84846,05	-1103,30	2659,55	1556,25	\$4.030,69
Junio	89368,24	86402,30	84846,05	1556,25	-1556,25	0,00	\$0,00
Julio	84369,25	88775,05	85963,38	0,00	-2811,68	-2811,68	\$7.282,24
Agosto	83518,23	85250,41	85963,38	-2811,68	712,97	-2098,71	\$5.435,66
Septiembre	85395,25	83864,67	85963,38	-2098,71	2098,71	0,00	\$0,00
Octubre	82245,78	85089,13	84892,71	0,00	-196,42	-196,42	\$508,73
Noviembre	80000,00	82814,45	84892,71	-196,42	2078,26	1881,84	\$4.873,97
Diciembre	85000,00	80562,89	84892,71	1881,84	-4329,82	-2447,98	\$6.340,27
Promedio	84353,17	84207,66					\$35.084,59

Nota: La tabla denota los datos para la tela tolla T-ALG-GD-BLN-650. Elaborado por: El Autor, 2025.

La planificación de la producción es un factor clave en la gestión eficiente de los recursos y la reducción de costos operativos en cualquier industria manufacturera. En el caso de la línea de producción de tela toalla, se han evaluado distintas estrategias para determinar cuál ofrece la mejor combinación entre estabilidad productiva y optimización de costos. Entre las estrategias analizadas se encuentran la persecución, la nivelación, la mixta y un modelo de nivelación ajustado por trimestres. Cada una de estas metodologías presenta ventajas y desventajas en términos de costos laborales, almacenamiento e inventario, lo que hace imprescindible un análisis comparativo para seleccionar la alternativa más eficiente y sostenible para la empresa.

Tabla 43.-

Ahorro de costo en las estrategias

Estrategias	
Persecución	\$72.300,91
Nivelación	\$98.112,28
Mixta	\$106.125,49
Nivelación trimestres	\$45.144,46

Nota: La tabla describe datos los costos de las estrategias para la producción de tela toalla. Elaborado por: El Autor, 2025.

Figura 23.-

Conos de hilo entregados para la línea de producción de tela toalla



Nota: La figura muestra los costos asociados a las estrategias. Elaborado por: El Autor, 2025

Al evaluar los costos asociados a cada estrategia, se observa que la estrategia de persecución tiene un costo total de \$72.300,91, lo que la posiciona como una opción viable en términos de reducción de costos laborales, dado que ajusta la producción a la demanda real y evita la acumulación de inventarios innecesarios. Sin embargo, este enfoque implica una alta variabilidad en la carga de trabajo, lo que podría generar dificultades en la estabilidad de la producción y en la gestión de la mano de obra.

Por otro lado, la estrategia de nivelación, con un costo de \$98.112,28, busca mantener una producción constante a lo largo del tiempo, reduciendo la necesidad de ajustes frecuentes en la capacidad productiva. No obstante, este enfoque tiende a generar acumulaciones de inventario en periodos de baja demanda y posibles déficits en periodos de alta demanda, lo que conlleva mayores costos de almacenamiento y una menor flexibilidad ante cambios en las condiciones del mercado.

La estrategia mixta, que combina elementos de nivelación y persecución, presenta el costo más alto con \$106.125,49. Esto sugiere que, si bien intenta equilibrar los beneficios de ambas estrategias, no logra reducir los costos de manera efectiva. La combinación de ajustes en la producción con un nivel constante en ciertos periodos

puede llevar a ineficiencias operativas, incrementando los costos tanto de almacenamiento como de mano de obra.

Finalmente, la estrategia de nivelación por trimestres muestra un costo significativamente menor de \$45.144,46, posicionándose como la opción más eficiente en términos económicos. Este enfoque permite mantener una producción constante dentro de cada trimestre, ajustándose gradualmente a las variaciones de la demanda a lo largo del año. Con ello, se reducen los costos de almacenamiento al evitar grandes acumulaciones de inventario, al tiempo que se optimizan los costos de mano de obra al minimizar la necesidad de horas extras o recortes drásticos de personal.

En conclusión, aunque la estrategia de persecución presenta un costo relativamente bajo, su aplicación podría generar problemas en la estabilidad laboral y operativa. La estrategia de nivelación y la mixta, por otro lado, incurren en costos elevados debido a la acumulación de inventarios y ajustes frecuentes en la producción. En contraste, la estrategia de nivelación por trimestres se presenta como la alternativa más eficiente, ya que permite una mejor sincronización con la demanda real, minimizando costos y mejorando la planificación de recursos. Con base en estos resultados, se recomienda la implementación de esta estrategia como un modelo óptimo para la gestión de la producción de tela toalla. A la par es necesario destacar que se deben implementar los siguientes indicadores para su consecución y desarrollo.

Tabla 44.-

Indicadores para el desarrollo de la producción

CATEGORÍA	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA PARA LA ESTIMACIÓN
Producción	Producción Trimestral Planificada (unidades)	Cantidad de unidades de tela toalla producidas en cada trimestre, manteniendo una producción constante hasta el último trimestre (+2.5%).	$PT = PmT \text{ (trimestres 1 – 3)}$ $PT = PmT \times 1.025 \text{ (trimestre 4)}$
	Cumplimiento del Plan de Producción (%)	Relación entre la producción real y la planificada. Debe mantenerse estable en los tres primeros trimestres y reflejar el incremento en el cuarto.	$CPP = \left(\frac{P_{real}}{P_{planificada}} \right) \times 100$
Inventario y Almacenamiento	Inventario Promedio (unidades)	Cantidad promedio de unidades almacenadas en cada trimestre, evitando acumulaciones excesivas.	$IP = \frac{I_{inicial} - I_{fnal}}{2}$
	Costo de Almacenamiento (\$)	Gasto generado por el mantenimiento del inventario, considerando espacio, conservación y deterioro.	$CA = IP * Calmacenamiento$

Mano de Obra	Horas Hombre por Trimestre (horas)	Cantidad de horas trabajadas por el personal en cada trimestre, manteniendo estabilidad hasta el cuarto trimestre.	$HH = N \text{ trabajadores} \\ * Hmensuales * 3$
	Costo de Mano de Obra por Trimestre (\$)	Costos asociados al personal, asegurando estabilidad y eficiencia operativa.	$CMO = HH * C \text{ hora}$
Demanda y Satisfacción del Cliente	Cobertura de Demanda (%)	Porcentaje de la demanda total que se cubre con la producción planificada, garantizando estabilidad en el abastecimiento.	$CD = \left(\frac{P_{planificado}}{D_{Total}} \right) * 100$
	Tiempo de Entrega Promedio (días)	Días requeridos para procesar y entregar pedidos, asegurando que los tiempos se mantengan constantes.	$TEP = \frac{\sum T_{entrega}}{N \text{ pedidos}}$
Costo Total de Producción	Costo Unitario de Producción (\$/unidad)	Costo por cada unidad de tela toalla producida, optimizado mediante la estrategia de nivelación.	$CUP = \frac{C \text{ total}}{P \text{ real}}$

Costo Total Trimestral (\$)	Suma de los costos de producción, almacenamiento y mano de obra en cada trimestre.	$CTT = CMO + CA$ $+ C \text{ materiales}$ $+ C \text{ energía}$
--------------------------------	--	---

Nota: La tabla describe datos los costos de las estrategias para la producción de tela toalla. Elaborado por: El Autor, 2025.

Notas:

- **PmT** = Producción mensual promedio en los tres primeros trimestres.
- **P real** = Producción real en un trimestre.
- **C instalada** = Capacidad de producción instalada en el trimestre.
- **M desperdiciada** = Materia prima desperdiciada en un trimestre.
- **M total** = Materia prima total utilizada en un trimestre.
- **N trabajadores** = Número de trabajadores en la línea de producción.
- **H mensuales** = Horas trabajadas por cada trabajador al mes.
- **C hora** = Costo por hora de trabajo de cada trabajador.
- **T entrega** = Tiempos de entrega de cada pedido en días.
- **N pedidos** = Número total de pedidos entregados en el trimestre.
- **C total** = Costo total de producción en el trimestre.
- **C energía** = Costos de materiales y energía consumidos en el trimestre.

6. CONCLUSIONES

6.1. CONCLUSIONES

El análisis de la situación actual de la producción permitió determinar los niveles de inventarios y su comportamiento en relación a la demanda. Se ha descubierto que la falta de una estrategia de producción clara conduce a fluctuaciones en los niveles de inventario, lo que puede generar costos de almacenamiento adicionales o problemas de suministro. Además, se descubrió que, sin una planificación adecuada, las fluctuaciones en la demanda pueden afectar la eficiencia operativa y la estabilidad de la producción. Se ha encontrado que en ciertos periodos de tiempo la acumulación de inventario crea costos innecesarios, mientras que en otras ocasiones ocasiona escasez de oferta, lo que impacta la capacidad de responder a la demanda del mercado.

La evaluación de la demanda mediante sistemas cualitativos ayudó a establecer cuellos de botella y capacidades dentro del proceso de producción. Se ha identificado que una estimación más precisa de la demanda reduce la incertidumbre en la planificación de la producción, lo que conduce a una utilización óptima de los recursos. Es importante acotar que la proyección de la demanda empleada fue seleccionada tras estimar el error porcentual de métodos de proyección (regresión lineal, promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavizamiento exponencial) de los cuales el suavizamiento exponencial mostró errores inferiores. Por ende, la implementación del suavizado exponencial ha facilitado la identificación de tendencias y la predicción de cambios en la demanda, lo cual es esencial para evitar costos excesivos y mejorar la sensibilidad a las fluctuaciones del mercado. Además, se ha demostrado que los métodos cualitativos complementados con herramientas cuantitativas proporcionan un mayor nivel de precisión en la previsión de la demanda, ayudando a la empresa a anticipar los cambios del mercado y reducir la incertidumbre en la toma de decisiones.

La planificación de la producción basada en una estrategia de nivelación ha demostrado ser una opción eficaz para estabilizar la producción y reducir los costos asociados a las fluctuaciones de la demanda. Sin embargo, la aplicación de ajustes trimestrales a la línea de toallas T-ALG-GD-BLN-650, un incremento del 2,5% respecto al trimestre anterior, mejorará la respuesta a los cambios del mercado sin comprometer la estabilidad operativa. Esta combinación de estrategias minimiza la necesidad de horas extras y reduce los costos de inventario, garantizando una producción más eficiente y predecible. Por otro lado, los otros dos tipos de toallas se producirán según la misma estrategia de nivelación, pero con una producción anual constante, lo que permitirá estabilizar los procesos productivos y evitar interrupciones en la cadena de suministro. Esta diferenciación en la planificación de la producción se adapta a las características específicas y a la demanda del mercado de cada tipo de tejido de toalla, optimizando así la asignación de recursos y mejorando la rentabilidad del proceso productivo.

6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda introducir un sistema de seguimiento continuo de existencias, utilizando dispositivos de control que registren los movimientos y fluctuaciones en tiempo real. Además, es importante establecer niveles mínimos y máximos de inventario para evitar la acumulación excesiva o desabastecimientos y garantizar un flujo constante de producción y distribución. Además, la rotación del inventario debe evaluarse periódicamente para evitar la obsolescencia del producto y optimizar la asignación de recursos.

Para mejorar la precisión de las previsiones de la demanda, es recomendable complementar los sistemas cualitativos con herramientas cuantitativas. Además, los modelos de previsión deben actualizarse periódicamente para tener en cuenta factores externos como las tendencias del mercado, los cambios en el comportamiento del consumidor y los eventos estacionales. La implementación de revisiones trimestrales en las estimaciones permitirá ajustar la producción de manera más eficiente y acorde con la demanda real. También se ha sugerido la

integración de técnicas de inteligencia artificial y análisis de datos para mejorar la precisión de las previsiones y reducir la dependencia de estimaciones subjetivas.

Se recomienda implementar un sistema de control y ajuste continuo en la planificación de la producción, evaluando trimestralmente la efectividad de la estrategia implementada. Son necesarias simulaciones periódicas para determinar la viabilidad de los ajustes y su impacto en el costo y la eficiencia. Además, capacitar a los empleados en técnicas de planificación integral mejorará la capacidad de toma de decisiones y garantizará la implementación adecuada de la estrategia a largo plazo. También se sugiere evaluar periódicamente el desempeño de la estrategia de producción diferenciada entre los distintos tipos de tela tolla, con el fin de realizar ajustes de acuerdo a la demanda real y la capacidad instalada de la empresa.

REFERENCIAS

- Agudelo, M., y López, A. (2019). *Simulador del costo de producción de café luego de una agregación de valor, estudio de caso empresa Cooperativa de Caficultores del centro del Valle - Caficentro*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/items/852526bb-c5c0-417d-9d71-37f49edd753d>
- Álvarez, C., y Marroquin, H. (2019). *Aplicación de un sistema de planeación agregada de la producción para incrementar la productividad de la empresa Sabor de Casa, 2019*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47779>
- Alvarez, J. (2018). *Organización de la empresa*. Ucuena. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/acordes/article/view/4353>
- Asencio, M. (2020). *Efecto de la planeación agregada en los costos de producción de Derivados Lácteos Barreto S.R.L., 2017*. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50514>
- Bazán, E. (2024). *Aplicación de planeación agregada para la mejora de la productividad en una empresa de producción de gelatina en Lima – Perú*. Lima.
- Bingham, J. (2021). *Análisis sectorial de la Industria Textil Ecuatoriana*. USNA.
- Bravo, J. (2021). *Análisis sectorial de la industria textil ecuatoriana*. UPS.
- Caisedo, A., Criado, A., & Morales, K. (2019). *Modelo matemático para la planeación de la producción en una industria metalmecánica*. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/773>
- Calles-García, J., & González-Pérez, P. (2011). *La Biblia del Footprinting*.
- Cardenas, S., y Sicche, B. (2023). *Análisis de Eficiencia del Sector Textil y Confecciones*. UBA.
- Cerna, A., y Guzmán, V. (2019). *Evaluación de la planeación agregada en el área de producción de la empresa Austral S.A.A. Coishco, 2019*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68381>

- Chacon, J., y Rodriguez, D. (2022). *Planeación agregada de la producción para la reducción de costos operacionales en la línea de conservas de pescado en la empresa Vlacar S.A.C, Chimbote* 2022.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101363>
- Cifuentes, J. (2019). *Planificación de producción*. Universidad Nacional del Santa.
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3283>
- Córdova, J., y Martínez, O. (2019). *Propuesta de un proceso de planeamiento y control de la producción, basado en la gestión por procesos y estandarización del proceso productivo para mejorar la productividad de las Mype del sector lácteo en la provincia de Cajamarca*. UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625580>
- Corporación Financiera Nacional. (2020). *Cifras GOB 2019-2020*. Gobierno del encuentro.
- Corporación Financiera Nacional. (2020). *Cifras GOB 2019-2020*. Gobierno del encuentro.
- Corredor , C. (2022). *Diseño de una propuesta de mejoramiento de la planeación agregada de una empresa del sector lácteo mediante un modelo de programación lineal*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/42687>
- Cruz , J., Guevara, M., Elizabeth, G., Flores, J., & Cuadros, M. (2020). Áreas de conocimiento y fases clave en la gestión de proyectos: consideraciones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(90).
<https://www.redalyc.org/journal/290/29063559017/29063559017.pdf>
- Cucchiari, F. (2019). *Planificación estratégica Generado*. Universidad Nacional de Cuyo.
https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/14298/cucchiari-fce1.pdf
- Gonzales, P. (2021). *Mejoramiento de la capacidad productiva aplicando herramientas de manufactura*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32049>
- González, A. (2020). *Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva*. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052020000100133&script=sci_arttext
- Gutiérrez, J., & Rengifo , D. (2022). *Economía y Administración de Empresas para Ingenieros*. UTN.

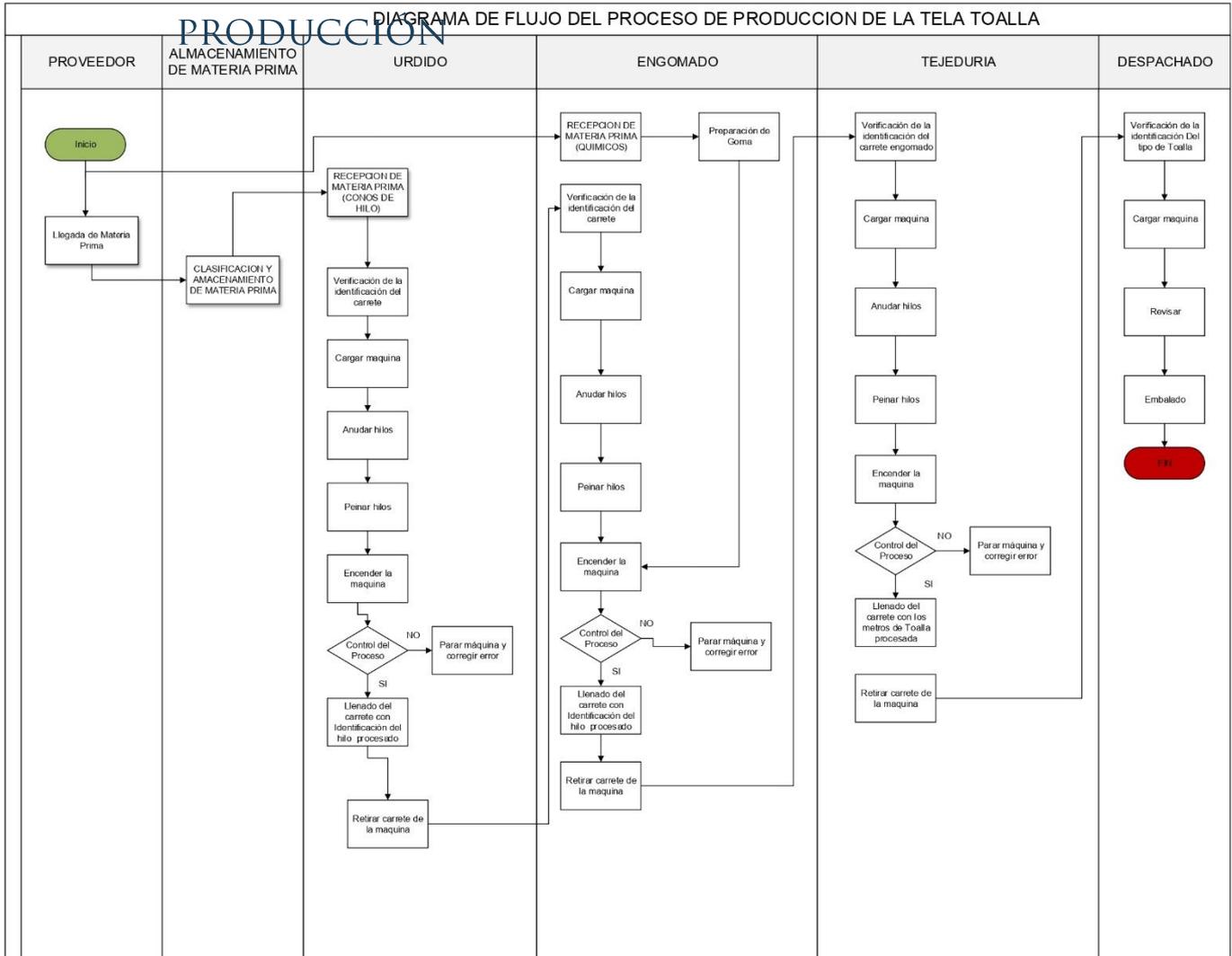
- Li , Y., Vega , G., & Méndez , R. (2019). *Planificación y control de la producción en una empresa conservera de pescado*.
<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1590>
- Machaca, J. (2022). *Modelo de gestión por procesos y productividad en la empresa Yahve Minería y Construcción E.I.R.L., Huancayo 2021*. Universidad Nacional del Centro de Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10698>
- Macías, R., Leon, A., & Limon, C. (2019). Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana (Supply Chain Analysis by ABC Classification: The Case of a Mexican Company). 4(2).
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3308103
- Madariaga, J., Lao, Y., & Curra, D. (2022). Empleo de algoritmos KNN en metodología multicriterio para la clasificación de clientes, como sustento de la planeación agregad. *Retos de la Dirección*, 16(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552022000100178&script=sci_arttext
- Medina, J. (2021). *Impacto de la planeación de la producción en la productividad de la empresa JAKE Contratista Generales S.A.C, Pacasmayo, 2021*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/140028>
- Morales , L., y Paredes, A. (2024). *Análisis de calidad en los productos manufacturados en la empresa "Texcodi Cía. Ltda."*. Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/40846>
- Oñate, M. (2021). *Creación de una empresa de confección de pijamas*. Universidad del Valle.
- Ortiz, C. (2024). *La planificación estratégica y el desarrollo de procesos de gestión en la pequeña y mediana empresa de implementación de oficinas en el distrito de Lima Cercado*. Universidad Nacional Federico Villareal.
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8605>
- Paredes, A., Chud, V., & Osorio, J. (2019). *Sistema de control de Inventarios multicriterio difuso para repuestos*.
<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/22331>
- Peimado , R. (2020). *Modelo de gestión de inventarios aplicando la clasificación ABC-VED, pronóstico de la demanda y control de insumos hospitalarios*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658787>

- Philipp, S. (2019). *Gestión de calidad: qué es y cómo implantarla*. ASANA.
- Rahmer, B., Garzón, H., & Garzón, J. (2022). *Análisis comparativo de modelos de planificación agregada. El caso de las empresas manufactureras colombianas*. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/3946>
- Romo, D. (2019). *Metodología para los sistemas industriales*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7101964>
- Ruiz, J. (2019). *Planificación y control de la producción*. CLACSO.
- Salcedo, D. (2021). *Modelo de competitividad para la industria textil del vestido*. Redalyc.
- Sampieri, R. (2020). *Metodología de la Investigación*. McGrawHill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Sotomayor, J., y Rocca, I. (2022). *Implementación de Lean Manufacturing y la mejora de la productividad en la línea de mecanizado en la empresa Asper Coating*. Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6042>
- Tarazona, J. (2023). *Importancia de servicio calidad de servicio*. Paziola.
- Velázquez, A., Corrales, J., & Pérez, L. (2019). *Sistemas de planificación y organización*. Cuba.
- Ynfanzon, A. (2024). *Mejora en el proceso de inventarios y su incidencia en la rentabilidad de la empresa Rosen Perú S.A., 2023*. USIL. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/041fd16c-b5ca-42a9-9f3f-e0dd7a66f304>
- Zambrano, L. (2024). *Estrategias de comercialización y su incidencia en la rentabilidad de la asociación de producción textil manos de cristo "ASOPROTEXCRIS" en Portoviejo, abril 2023 - marzo 2024*. Universidad San Gregorio. <http://repositorio.sangregorio.edu.ec:8080/handle/123456789/3517>
- Zambrano, K. (2023). *Tipología del comportamiento del consumidor de prendas de vestir en la ciudad de Manta*. Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/handle/10396/25471>
- Zornoza. (2021). *Infuencia administrativa en las plantas industriales*. Quito: UPN.

ANEXOS

ANEXO A: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA TELA TOALLA



ANEXO B: CHECK LIST PARA LA CALIDAD

Tipo o Código		# de Línea		
Fecha		Responsable		
Aspecto a Evaluar	Criterios	Cumple (Si/No)	Observaciones	Fotografía
Uniformidad del color	El color es uniforme en toda la pieza, sin manchas ni decoloraciones.			
Ausencia de defectos	No presenta roturas, agujeros, rasgaduras ni hilos sueltos.			
Consistencia del tejido	La textura es pareja, sin áreas desiguales, grumos o imperfecciones.			
Acabado de los bordes	Los bordes están bien terminados, sin hilos deshilachados ni costuras mal hechas.			
Grosor uniforme	El grosor de la tela es constante en toda la pieza, sin variaciones notables.			
Absorción del agua	La tela absorbe agua de manera rápida y eficiente, como corresponde a una tela toalla.			

Suavidad al tacto	La textura de la tela es suave y agradable al tacto.
Olor	La tela no tiene olores químicos o desagradables.
Resistencia al desgaste	Resiste estiramientos moderados sin deformarse o romperse.
Dimensiones correctas	La pieza tiene las dimensiones especificadas (largo, ancho y grosor).
Elasticidad	Verificar si la elasticidad de la tela es adecuada según las especificaciones del diseño.
Acabado de las costuras	Las costuras son uniformes, fuertes y sin puntos sueltos.
Presentación del producto	El producto está limpio, correctamente doblado y empacado según los estándares.
