

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**La información si no fluye, muere:
La estrategia de planificación para el S&OP en una empresa
textil**

**Rene Gabriel Chiza Conejo
Akemi Lizbeth Tadashima Rivera**

Ingeniería Industrial

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Quito, 07 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**La información si no fluye, muere:
La estrategia de planificación para el S&OP en una empresa textil**

Rene Gabriel Chiza Conejo

Akemi Lizbeth Tadashima Rivera

Nombre del profesor, Título académico

Kenya Cristina Velasco Tapia, MS

Quito, 07 de mayo de 2025

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Rene Gabriel Chiza Conejo

Código: 00138285

Cédula de identidad: 100461639-5

Lugar y fecha: Quito, 07 de mayo de 2025

Nombres y apellidos: Akemi Lizbeth Tadashima Rivera

Código: 00320567

Cédula de identidad: 1750700757

Lugar y fecha: Quito, 07 de mayo de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo en la empresa Textiles Díaz utilizando el ciclo PDCA (Plan, Do, Check y Act), con el objetivo de optimizar la planificación de la producción, la gestión de inventarios, y el flujo de información entre las áreas de ventas y operaciones. En la fase de planificación se aplicó una encuesta y un análisis de Pareto para identificar los principales problemas y el producto principal de la empresa. Luego, se recolectaron y analizaron datos de ventas, producción e inventario, utilizando herramientas estadísticas y métodos de pronóstico. También se aplicaron herramientas como el Value Stream Mapping (VSM) para el análisis de la eficiencia de los procesos. Para la planificación de inventario, se implementaron las herramientas de MRP, MPS, y el cálculo del sistema (Q, R) de servicio tipo 2, para determinar los niveles óptimos de reposición de inventario y asegurar la disponibilidad del producto principal.

Como resultado del análisis realizado, se desarrolló una interfaz en Excel que integró información clave para facilitar la toma de decisiones. Esta herramienta fue implementada en una computadora de la empresa y recibió una calificación positiva por parte del área de producción. No obstante, el área de ventas señaló la falta de elementos visuales que representen los colores de los productos. Esta retroalimentación evidenció la necesidad de continuar ajustando la interfaz para responder de manera más efectiva a las necesidades de todos los departamentos. Se recomienda dar un seguimiento continuo a la herramienta, actualizando periódicamente la base de datos y evaluando su impacto en otras áreas, como la financiera, particularmente en lo relacionado con la reducción de costos operativos y el incremento de las ganancias.

Palabras clave: empresa textil, pronóstico de demanda, planificación de inventario, interfaz Excel, S&OP, PDCA.

ABSTRACT

This study was conducted at the company Textiles Díaz using the PDCA cycle (Plan, Do, Check, and Act), with the objective of optimizing production planning, inventory management, and the flow of information between the sales and operations departments. In the planning phase, a customer satisfaction survey and a Pareto analysis were conducted to identify the main issues and the company's primary product. Then, sales, production, and inventory data were collected and analyzed using statistical tools and forecasting methods. Tools such as Value Stream Mapping (VSM) were also applied to analyze process efficiency. For inventory planning, MRP and MPS tools were implemented, along with the calculation of the (Q, R) system for type 2 service level, to determine optimal inventory replenishment levels and ensure the availability of the main product.

As a result of the analysis, an Excel interface was developed that integrated key information to facilitate decision-making. This tool was implemented on a company computer and received positive feedback from the production department. However, the sales department noted the lack of visual elements representing product colors. This feedback highlighted the need to continue adjusting the interface to more effectively respond to the needs of all departments. It is recommended to continuously monitor the tool, periodically updating the database and evaluating its impact on other areas, such as finance, particularly with regard to reducing operating costs and increasing profits.

Keywords: textile company, demand forecasting, inventory planning, Excel interface, S&OP, PDCA.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
REVISIÓN LITERARIA	12
Sales and Operations Planning (S&OP):	12
PDCA:	14
MRP y MPS:	15
Pronósticos:	17
CASO DE ESTUDIO	18
Descripción de la empresa:	18
Problema identificado:	19
Pregunta de investigación e hipótesis:	19
Objetivos:	20
Metodología:	20
ETAPA 1: PLAN	21
Análisis causa raíz:	21
ETAPA 2: DO	23
Recolección de datos:	23
ETAPA 3: CHECK	23
Análisis de datos:	23
Pruebas de estacionalidad y tendencia:	27
Pronósticos:	27
VSM:	30
Inventario:	31
ETAPA 4: ACT	32
Implementación de interfaz Excel:	32
Resultados de interacción con interfaz	33
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
LIMITACIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

ANEXOS.....	42
Anexo 1: Resultados de la Encuesta de satisfacción de los clientes de Textiles Díaz...	42
Anexo 2: Flow chart de producción de poncho	44
Anexo 3: Prueba de Dickey-Fuller a ventas al por mayor de “Ponchos”	44
Anexo 4: Prueba de Dickey-Fuller a ventas al por menor de “Ponchos”	44
Anexo 5: Prueba de Mann-Kendall a ventas al por mayor de “Ponchos”	44
Anexo 6: Prueba de Mann-Kendall a ventas al por menor de “Ponchos”	44
Anexo 7: VSM de producción de un poncho	45
Anexo 8: Cálculo del Takt time	45
Anexo 9: Cálculo del porcentaje del valor agregado	45
Anexo 10: Cálculo del porcentaje de eficiencia de balance.....	46
Anexo 11: Ejemplo de MRP de un código de diseño para pedidos de clientes.....	46
Anexo 12: MRP para producción general	47
Anexo 13: Ejemplo de MPS para producción de ponchos	48
Anexo 14: Cálculos del sistema (Q, R) servicio tipo 2	49
Anexo 15: Pantalla inicial de Interfaz Excel & Paginas principales del departamento Ventas y Producción	49
Anexo 16: Propuesta - Facturación	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores del MAPE de los pronósticos para ventas al por mayor.....	29
Tabla 2: Valores del MAPE de los pronósticos para ventas al por menor.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Pareto de cantidad de ventas por producto 2024-2025.....	22
Figura 2: Ventas totales Textiles Diaz.....	24
Figura 3: Grafica de dispersión de ventas de “Ponchos”.....	24
Figura 4: Ventas al por mayor “Ponchos” (mensual).....	25
Figura 5: Ventas al por menor “Ponchos” (mensual).....	26
Figura 6: Análisis de datos de ventas al por menor.....	26
Figura 7: Análisis de datos de ventas al por mayor.....	27
Figura 8: Gráficas de balance para meses de temporada y meses normales.....	31

INTRODUCCIÓN

El COVID-19, una epidemia mundial y responsable de la desaceleración económica global (BCE, pag.8-9), hizo que el Ecuador, un país en vía de desarrollo que, según el Banco Central del Ecuador, en el 2020 tuviera una contracción del PIB en un 7,8% con respecto al año 2019. A diciembre 2020, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, la pobreza a nivel nacional se ubicó en 32,4%, esto quiere decir que casi 1,4 millones de personas cayeron en la pobreza (Rosero & Mideros, 2023).

Las condiciones económicas provocaron el aumento de desempleo, esto por la crisis sanitaria del país y la implementación de medidas de confinamiento provocando el cierre de empresas (Ortega, 2022). El sector textil ecuatoriano relacionado con la producción y confección de prendas y productos, que ha incentivado el crecimiento económico del país, pero con la llegada de la pandemia mundial COVID-19 sufrió pérdidas importantes con valores de 150 millones de dólares estadounidenses (Criollo & Naranjo, 2023). Frente a esta situación, las empresas optaron por la implementación de nuevas estrategias como: la diversificación de proveedores y la implementación de posibles tecnologías para mejorar la gestión de procesos productivos (Herrera, 2024).

Esta investigación se centró en una empresa textil, que se encuentra ubicada en el páramo ecuatoriano. La zona cuenta con una riqueza en su cultura y tradición, que va desde su comida hasta su vestimenta. La empresa distribuye productos a nivel nacional e internación, es por lo que su actividad económica gira en torno a la venta de productos textiles al por mayor y menor. La fábrica textil se concentra en la producción de telas con diseños andinos tradicionales, de los cuales se obtienen más de 100 productos y derivaciones en el diseño y color. La empresa se encuentra denominada como “artesano calificado” que según el Servicio de Rentas Internas (SRI) dice que “Los contribuyentes calificados por la Junta Nacional de Defensa del Artesano no están obligados a llevar la contabilidad” (SRI,

pag.17). Sin embargo, por ser artesano calificado se debe registrar los ingresos y gastos, ya sea en un cuaderno o un registro en el computador. Eso ha ocasiona una falta de organización y control de los procesos de ventas y producción. Se busca analizar una estrategia para mejorar la gestión y eficiencia en la empresa como es el “Sales and Operations Planning” o sus siglas en ingles S&OP, el cual resalta la importancia en la comunicación entre departamentos. Para la empresa en cuestión, se analizarán el departamento de ventas y producción para lograr un equilibrio con respecto a la demanda y la capacidad de producción. Para ello se llevarán a cabo procesos a la aplicación de modelos predictivos de las ventas para una producción más eficiente y optimizar los recursos e insumos de la fábrica. En otras palabras, se tratará de ayudar a identificar y predecir la demanda para que el departamento de producción logre realizar un mejor plan de producción. Esta investigación de pronósticos ayudará a la planificación de compras de insumos y controlar los tiempos de producción para así satisfacer las demandas.

REVISIÓN LITERARIA

- **Sales and Operations Planning (S&OP):**

La Planificación de Ventas y Operaciones (S&OP) se ha consolidado como un proceso estratégico clave para alinear la demanda y el suministro en las empresas, permitiendo una toma de decisiones más efectiva y una mayor integración entre áreas funcionales (Thomé et al., 2012). En el sector textil, donde la variabilidad de la demanda y la necesidad de respuestas rápidas son desafíos constantes, la implementación de estrategias de S&OP resulta fundamental para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad (Dal Forno et al., 2024).

En el estudio de Portales Zeballos et al. (2019), se implementó un modelo de planificación de ventas y operaciones dentro de una empresa textil peruana con el objetivo de mejorar la gestión de inventarios y optimizar la coordinación entre los departamentos de

ventas y producción. El modelo propuesto incluyó varias etapas clave, desde la planificación de la demanda, la planificación de recursos, la selección del mejor escenario y finalmente la presentación de resultados a la alta dirección. A través de esta metodología, la empresa logró reducir los niveles de inventario excesivo, minimizar la escasez de productos y mejorar la precisión en la planificación de la demanda. Como resultado, la aplicación del S&OP permitió incrementar la rotación de inventario, alineando a la empresa con los estándares de la industria. Además, se obtuvieron reducciones significativas en costos dentro de la cadena de suministro, incluyendo disminuciones del 71% y 55% en los costos de producción en ciertas áreas, y reducciones del 34% y 28% en la línea de pantalones (Portales Zeballos et al., 2019). También se logró una disminución de los costos de compra, lo que contribuyó a reducir los niveles de inventario de materia prima y los costos de almacenamiento.

En el artículo de Carrillo Leon y Sanchez Sanchez (2024), se detalla cómo la metodología de planificación de ventas y operaciones fue implementada parcialmente en Textil del Valle (TDV) durante 2023 y 2024, con el objetivo de optimizar la planificación y sincronización entre áreas clave de la empresa. Ante los cambios significativos en la industria textil, como las fluctuaciones en la demanda y el incremento de normas de sostenibilidad, TDV adoptó S&OP para alinear sus capacidades operativas con las exigencias del mercado, utilizando pronósticos más precisos para mejorar la disponibilidad de materias primas. Esta implementación resultó en mejoras notables en los tiempos de respuesta y en la reducción de costos asociados a penalidades, al optimizar la planificación y el uso de capacidades de producción. Como resultado, TDV logró aumentar sus ventas netas a USD 65 millones y elevar la satisfacción del cliente al 82%, consolidando su imagen en el mercado global (Carrillo Leon & Sanchez Sanchez, 2024). Sin embargo, se subraya la necesidad de extender la metodología a todos los contratistas principales para maximizar su efectividad y continuar mejorando indicadores críticos como la entrega a tiempo y el cumplimiento de pedidos.

- **PDCA:**

El ciclo PDCA, que significa Plan, Do, Check and Act (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), es un enfoque de gestión y planificación utilizado para mejorar procesos y productos de manera continua. Este modelo permite a las organizaciones establecer objetivos claros (Plan), ejecutar estrategias para alcanzarlos (Do), evaluar los resultados y comparar con los objetivos iniciales (Check), y finalmente, implementar acciones correctivas y ajustes (Act) para optimizar los procesos. Entre sus beneficios se encuentran la mejora continua de la calidad, la identificación temprana de problemas, la mayor eficiencia operativa, y la promoción de un enfoque sistemático para la toma de decisiones basadas en datos, lo que facilita la adaptación a cambios en el entorno empresarial y mejora la satisfacción del cliente. (Johnson, 2016)

En la investigación de Camones Caballero y Feril Encarnación (2024) aplicó metodologías de Lean Manufacturing, como las 5S, la estandarización de procesos y el mantenimiento autónomo, con el objetivo de minimizar los productos defectuosos en una Pyme textil dedicada a la fabricación de uniformes industriales. Para abordar los problemas, se implementó el ciclo PDCA, comenzando con un análisis de los datos. A través del diagrama de Pareto, se identificó que el mameluco era el producto con mayor cantidad de defectos, lo que generaba reprocesos, pérdida de clientes y baja productividad. Posteriormente, se ejecutaron las mejoras mediante la capacitación del personal y la optimización del mantenimiento de la maquinaria, seguido de una fase de verificación en la que se evaluaron los resultados obtenidos y, finalmente, se realizaron ajustes para asegurar la mejora continua. Los resultados fueron positivos, logrando reducir los defectos del 8.33% al 3.33%, disminuir los tiempos de inactividad, optimizar los tiempos de ciclo de producción y reducir los costos de mano de obra en un 15%, generando un ahorro anual en costos laborales (Camones Caballero y Feril Encarnación, 2024). Los resultados de esta investigación

evidencian que la implementación de metodologías basadas en el ciclo PDCA no solo optimiza la producción y reduce costos, sino que también fortalece la competitividad y sostenibilidad de la empresa en el sector textil.

Así mismo, en el estudio realizado por Muhammad et al. (2023), en PKS Fashion Outlet se investigó cómo la metodología PDCA podía mejorar la gestión de inventarios y, en consecuencia, la satisfacción del cliente. La investigación comenzó con un análisis detallado de los problemas en el área de servicio al cliente, utilizando herramientas como el diagrama de Pareto para identificar las principales causas de insatisfacción y quejas. A partir de estos hallazgos, se diseñaron e implementaron estrategias para mejorar la calidad del servicio, incluyendo la estandarización de procesos, la capacitación del personal y la optimización de la gestión de inventarios. En la fase de verificación, se evaluó el impacto de estas acciones mediante indicadores clave de desempeño (KPIs) y revisiones periódicas. Como resultado, se logró una reducción significativa en las quejas de los clientes, una mayor eficiencia en la gestión del inventario y una mejora general en la calidad del servicio (Muhammad et al., 2023). La investigación concluyó que la aplicación estructurada del ciclo PDCA permitió establecer un proceso de mejora continua, asegurando que la empresa pueda mantener altos estándares de servicio y gestión en el futuro.

- **MRP y MPS:**

El Material Requirements Planning (MRP) es un modelo de gestión de compras y producción orientado a empresas manufactureras, que calcula la cantidad de materias primas y componentes necesarios en función del plan de producción, la estructura del producto y el estado del inventario. Su objetivo es optimizar la planificación de materiales, asegurando que los insumos lleguen en el momento adecuado para evitar excesos o escasez (Ke et al., 2018). Por otra parte, el Master Production Schedule (MPS) es un plan de entrega para la organización manufacturera que define las cantidades exactas y los tiempos de producción de

cada producto final (Kotayet et al.,2011). Se basa en estimaciones de demanda, aunque no necesariamente es igual a ellas, ya que debe considerar restricciones de capacidad.

El estudio de Ke et al. (2018) analizó la gestión de inventarios en una empresa textil de Changle, Fujian, que enfrentaba altos costos de almacenamiento y una gran proporción de capital inmovilizado en inventarios. Para abordar estos problemas, se implementó el modelo de MRP, simulando su impacto durante 10 semanas en comparación con el método tradicional de compras de la empresa. El MRP permitió calcular con precisión la cantidad de materias primas necesarias según el plan de producción, optimizando las compras y reduciendo el exceso de inventario. Los resultados mostraron que el MRP redujo los niveles de inventario, minimizó las fluctuaciones en las cantidades almacenadas, disminuyó los costos de gestión y mejoró la eficiencia del capital de trabajo (Ke et al., 2018). Además, se concluyó que este modelo es especialmente beneficioso para pequeñas empresas textiles con menor capital operativo, ya que les permite mejorar su gestión de inventarios y aumentar su rentabilidad.

En el artículo de Kotayet et al. (2011), propuso un marco de planificación jerárquica de la producción en una empresa de la industria textil, estructurado en tres niveles para mejorar la gestión de la producción. Se decidía qué productos fabricar bajo un enfoque Make-to-Order (MTO) y cuáles bajo Make-to-Stock (MTS), utilizando análisis de clúster y la Volatilidad Relativa de la Demanda. El MPS se implementó como herramienta clave, permitiendo definir cantidades y tiempos de producción y ajustar el plan a las restricciones de capacidad mediante Rough-Cut Capacity Planning (Kotayet et al.,2011). La aplicación del modelo en una empresa textil resultó en mejoras significativas, reduciendo costos, optimizando inventarios y disminuyendo la demanda insatisfecha.

- **Pronósticos:**

El pronóstico es el proceso de estimar futuras necesidades o resultados basándose en datos históricos y análisis de tendencias, y se utiliza para ayudar en la planificación efectiva y eficiente de las operaciones de una empresa (Obydull Akbar, 2013). Este proceso puede clasificarse en técnicas cuantitativas, como modelos matemáticos y de series temporales, y cualitativas, que dependen de opiniones y juicios subjetivos. Los pronósticos son cruciales para anticipar la demanda de productos, gestionar inventarios y planificar la producción, lo que permite a las empresas minimizar costos, mejorar la satisfacción del cliente y adaptarse a las fluctuaciones del mercado.

En el artículo de Argumedo-Gonzales et al. (2021) propone un modelo de mejora en la gestión de inventarios para micro y pequeñas empresas (Mypes) del sector textil, utilizando el enfoque de pronóstico de demanda para optimizar la planificación de la demanda y la gestión de inventarios. El pronóstico favorece la toma de decisiones al proporcionar información sobre la demanda semanal y la disponibilidad en tiempo real de los componentes textil, lo que permite una mejor planificación y reducción de excesos o faltantes de inventario. Los resultados de la simulación demostraron que la implementación del modelo aumentó la productividad operacional efectiva del 82.61% al 130.43% en el sistema propuesto, redujo la tasa de productos defectuosos del 20.83% al 6.25% y logró un gran porcentaje de cumplimiento en las entregas programadas (Argumedo-Gonzales et al., 2021). Con los resultados obtenidos se evidenció la efectividad del uso del pronóstico en la mejora de la gestión de inventarios en las Mypes textiles.

En el estudio de Obydull Akbar (2013) se analiza la importancia del pronóstico de demandas en la toma de decisiones y la planificación, destacando que los pronósticos precisos son fundamentales para informar decisiones financieras y operativas en diversas áreas, incluyendo la gestión de inventarios en la industria textil. Indica la importancia de que

los responsables de la toma de decisiones deben contar con un buen marco de pronóstico para identificar desafíos y oportunidades a tiempo. El uso del MAPE (Mean Absolute Percentage Error) se menciona como una de las métricas para medir la precisión de los pronósticos, permitiendo a las organizaciones evaluar la efectividad de sus métodos de pronóstico y ajustar sus planes en consecuencia. El desarrollo de un sistema de pronóstico implicó recopilar datos relevantes, aplicar diversos métodos como suavización exponencial y regresión lineal. Como resultado del estudio, aunque el pronóstico puede ser complejo, es importante para cualquier esfuerzo de planificación, y la flexibilidad en el sistema es crucial para manejar los errores inevitables de pronóstico (Obydull Akbar, 2013). Con esta investigación se presencia que el pronóstico y el MAPE son herramientas clave que contribuyen a una mejor planificación y a la toma de decisiones informadas en el contexto empresarial.

CASO DE ESTUDIO

- **Descripción de la empresa:**

Textiles Díaz es un emprendimiento, con inicios en los años 1999, por parte de Enrique Díaz y Elena Cotacachi, esposos. El registro oficial de sus actividades fue el 08 de octubre del 2001. Su actividad económica principal es la fabricación de artículos textiles con materiales naturales y sintéticos. La empresa textil paró sus actividades económicas el 30 de junio del 2020, producto de la pandemia COVID-19 que azotó a todos los sectores económicos del país y del mundo. Esta recesión fue el detonante de seguir realizando actividades por parte de “Artesanos Calificados”. Reincorporaron sus actividades el 25 de mayo del 2021 (SRI).

El código y guía del artesano calificado dictamina que, “los contribuyentes calificados por la Junta Nacional de Defensa del Artesano no están obligado a llevar contabilidad” (SRI,

pag.17). Sin embargo, deben llevar un registro mensual de los ingresos y gastos de la empresa.

La empresa cuenta con dos centros de distribución y tres centros de almacenamiento. El primer centro de distribución se encuentra en la ciudad de Otavalo y la segunda en la comunidad de Peguche. Los tres centros de almacenamiento se encuentran en la comunidad de Peguche. El taller principal de Textiles Díaz se encuentra en la comunidad de Peguche, en el barrio Atahualpa, en la parroquia de Miguel Egas Cabezas, y cuenta con máquinas electrónicas y mecánicas.

- **Problema identificado:**

La empresa enfrenta diversas problemáticas que afectan su eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Actualmente, el uso de registros manuales y la falta de un flujo adecuado de información entre las áreas de producción y ventas generan inconsistencias en la planificación operativa. Además, el exceso de inventario refleja la ineficiencia en la gestión de la demanda y el control de stock, lo que incrementa costos y reduce la rotación de productos. Sumado a esto, el sistema actual de facturación proporciona información incoherente, dificultando la gestión administrativa. Durante conversaciones con el personal de la empresa, indican que la satisfacción del cliente no alcanza el 100%, lo que sugiere que estas deficiencias impactan directamente en la percepción de los consumidores. En cuanto al índice de eficiencia operativa, se evidenció un aumento del valor de porcentaje del año 2023 (16 %) al 2024 (70%), lo cual se identifica un problema porque cuanto menor es el índice de eficiencia operativa, mayor es la eficiencia operativa de la empresa (Malsam, 2024).

- **Pregunta de investigación e hipótesis:**

Después de haber identificado las problemáticas presentes dentro de la empresa en cuanto al área de producción y ventas, se plantea la siguiente pregunta: La implementación de un sistema de planificación de producción ¿mejorará la eficiencia operativa y la satisfacción

del cliente, y disminuirá el exceso de inventario? Como hipótesis nula (H_0) se presenta que no afectará en la eficiencia operativa, satisfacción del cliente, ni en el exceso de inventarios; y como hipótesis alternativa (H_a) se presenta que mejorará la eficiencia operativa y satisfacción del cliente, y disminuirá el exceso de inventarios.

- **Objetivos:**

Como objetivo general de investigación se tiene: Construir un sistema de planificación de producción mediante la implementación de un interfaz de Excel, para poder mejorar el flujo de información entre las áreas de producción y ventas. Dentro de este objetivo se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Implementar modelos de pronóstico de demanda de acuerdo con el tipo de producción del producto, para la planificación de inventario.
- Crear un medio de manejo de datos para otorgar una mejor experiencia a través de un entorno amigable con el usuario.
- Estandarizar los procesos de planificación de producción, para optimizar el flujo de información.

- **Metodología:**

Para llevar a cabo la investigación y resolver el problema identificado, se implementó el ciclo PDCA. A continuación, se detallan los procesos por cada etapa:

- Etapa Plan: Se identifican problemas, se analizan sus causas y se establecen objetivos de mejora (Jagusiak-Kocik, 2017). Dentro de esta fase se realizaron una encuesta de satisfacción de clientes y un Pareto de cantidad de venta de los productos de la empresa.
- Etapa Do: Se implementan las soluciones propuestas con el respaldo de la gestión y utilizando herramientas para obtener información (Jagusiak-Kocik, 2017). Para ello,

se realizaron recolecciones de datos para facturación de ventas, procesos y materiales dentro del área de producción y el inventario actual de productos finales.

- Etapa Check: Se evalúan los resultados obtenidos a través de mediciones y comparaciones con los resultados esperados (Jagusiak-Kocik, 2017). Se realizaron el análisis de los datos obtenidos del área de ventas, las pruebas de estacionalidad y tendencia, los pronósticos aplicados dependiendo del resultado de las pruebas, el análisis mediante VSM de la actualidad del proceso que conlleva la venta del producto (desde un orden de pedido del cliente, orden de compra, producción, hasta la venta al cliente), el planteamiento de un sistema de inventario mediante un MRP, MPS y sistema (Q,R) de control de inventario, y por último, la creación y presentación de un interfaz para planificación de inventario y producción mediante la herramienta Excel.
- Etapa Act: Las soluciones efectivas se estandarizan y se monitorean para asegurar su eficiencia en el tiempo, y si se identifican fallas, se retoma la fase de planificación para realizar ajustes (Jagusiak-Kocik, 2017). Dentro de esta fase se evaluó el resultado de la aplicación del interfaz dentro de la empresa, observando cambios en cuanto a eficiencia operativa y satisfacción del cliente interno, y se documentaron las lecciones aprendidas, identificando las limitaciones y futuras mejoras.

ETAPA 1: PLAN

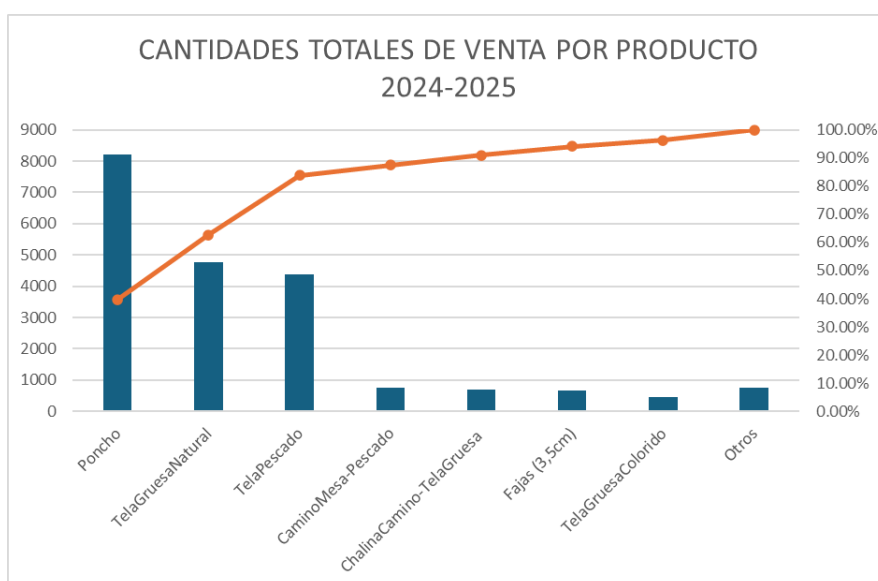
- **Análisis causa raíz:**

Se realizó una encuesta de satisfacción al cliente, la cual contaba con 14 preguntas. Esta encuesta fue revisada y aprobada por la empresa, y el canal de comunicación fue la red de comunicación social y empresarial “WhatsApp” y “WhatsApp Bussines”. Los resultados de la encuesta se encuentran dentro del *Anexo 1*. Se obtuvieron 14 respuestas en un plazo de un mes, este resultado no fue significativo, ya que por un tamaño de muestra de 100 clientes

se esperaba tener 80 respuestas y trabajar con un margen de error del 5% según la herramienta de cálculo de tamaño de muestra “QuestionPro”. Este hecho se pudo atribuir a la falta de comunicación y relación entre vendedor y comprador. Además, se evidenció una falta de manejo de las redes sociales, el cual dificultó la participación de los clientes a esta encuesta de satisfacción.

Se decidió utilizar herramientas manuales confiables donde se evidencia la interacción empresa-cliente. Los registros manuales muestran la interacción directa con los clientes fijos y potenciales, ya que podemos encontrar notas de pedidos, ventas, formas de pago, entre otras. Sin embargo, estos registros no contaban con una correcta organización o presentaban información inconclusa. Por lo que se realizó un diagrama de Pareto con información concreta y precisa, detallado en la *Figura 1*, la cual representa el registro de ventas del 2024. Este resultado se obtuvo con la colaboración de la empresa, brindándonos información crucial para entender y estudiar los registros, dándonos como resultado que el 80 por ciento de beneficio de la empresa está representado por dos productos, que es el Poncho y la tela gruesa natural, siendo el poncho mayor con un 30%.

Figura 1: Diagrama de Pareto de cantidad de ventas por producto 2024-2025



ETAPA 2: DO

- **Recolección de datos:**

Los datos electrónicos proporcionados por la empresa corresponden a la facturación de ventas realizadas en los dos centros de distribución. Los registros van desde el 14 de diciembre del 2022 al 29 de enero del 2025, dando un total de 37 variables y 3139 observaciones de carácter numérico y no numérico. Cabe recalcar que los datos se complementaron mediante los datos recopilados de los cuadernos de anotaciones de las ventas diarias, las cuales fueron accedidas mediante el permiso otorgado por parte de la empresa.

Por otra parte, los datos obtenidos de manera presencial se obtuvieron mediante el conteo por unidad del producto terminado que se encontraba de las bodegas correspondientes. Para este levantamiento de datos se ordenaron las unidades mediante clasificación manual, para luego realizar el conteo e identificarlas mediante el código de diseño indicado dentro del catálogo dado por parte de la empresa. Además, se decidió registrar los productos por familia de diseños, esto quiere decir que no se tomó en cuenta la gama de colores del poncho.

Para los datos del área de producción, se recolectó mediante la visita presencial a la planta de producción para poder observar el flujo de los procesos. Además, se realizaron entrevistas por medio de llamadas telefónicas a los trabajadores, para complementar las informaciones. Con el motivo de resumir el flujo de actividades que se realizan para la producción, se realizó un Flow chart, el cual se encuentra en el *Anexo 2*.

ETAPA 3: CHECK

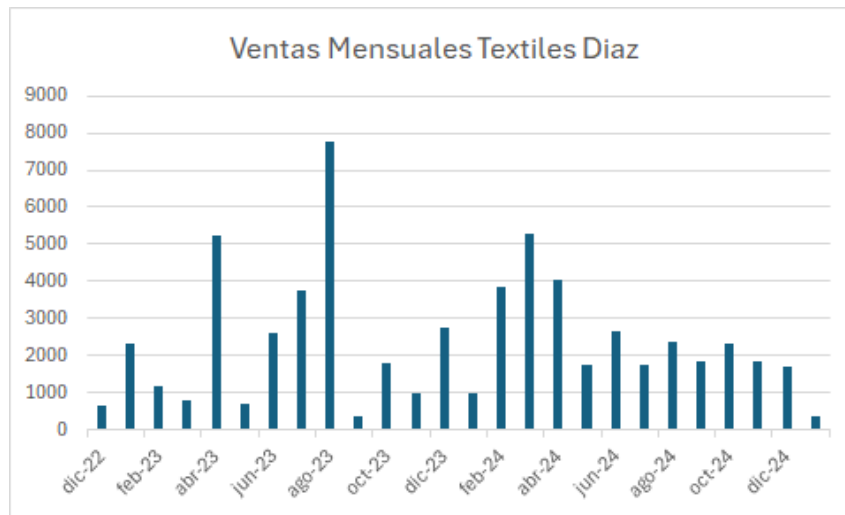
- **Análisis de datos:**

Ventas Totales Textiles Díaz:

El histograma (*Figura 2*) refleja picos muy elevados en el año 2023 en los meses de mayo y agosto con ventas superiores a 5000 productos al mes. Así mismo podemos notar

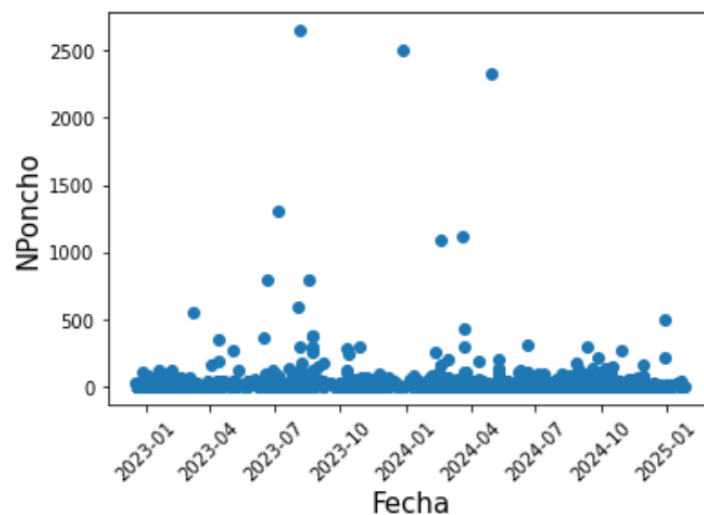
meses en los que las ventas son menos de 500 productos al mes. Por otro lado, en el año 2024 podemos notar un incremento en las ventas de enero a marzo. Posterior a esta fecha las ventas se redujeron sustancialmente. Este año fue de mayor demanda en los productos bando mayor beneficio a la empresa.

Figura 2: Ventas totales Textiles Diaz



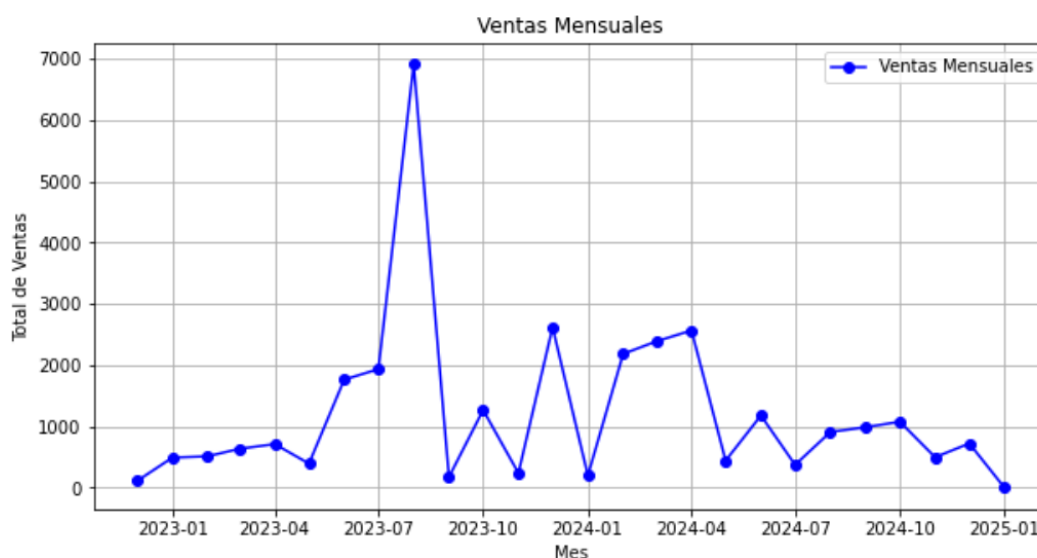
Se realizó la gráfica de dispersión (*Figura 3*) en la cual podemos observar que existen valores atípicos en la base de datos. Estos valores representan las ventas realizadas al por mayor y menor. Siendo los valores atípicos las ventas realizadas al por mayor, con ventas mayores de 50 unidades por cliente y las ventas realizadas al por menor se encuentran agrupadas a lo largo del tiempo con ventas menores de 50 unidades por cliente.

Figura 3: Grafica de dispersión de ventas de “Ponchos”



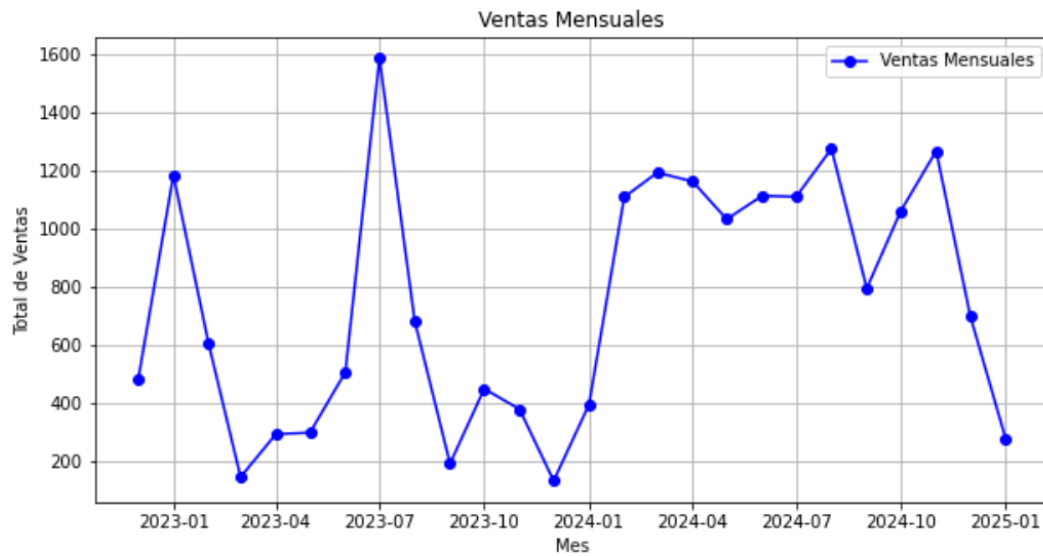
Se realizó el análisis de ventas mensuales al por mayor de la variable objetivo “Poncho” (Figura 4), en el cual podemos observar que, en el año 2023, los primeros cuatro meses se registraron ventas totales menores de 1000 unidades. También podemos notar un crecimiento casi exponencial en los meses siguientes, registrando en el mes de agosto una venta total cerca de las 7000 unidades vendidas. Los meses siguientes del año 2024 se registraron variaciones en las ventas con picos de ventas no superiores a las 3000 unidades vendidas por mes.

Figura 4: Ventas al por mayor “Ponchos” (mensual)



Se realizó el análisis de ventas mensuales al por menor con la variable objetivo “Poncho” (Figura 5). Podemos observar picos muy elevados en los meses de enero y julio con ventas iguales en 1200 unidades vendidas hasta 1600 unidades vendidas, respectivamente. También se registraron ventas que no superaron las 200 unidades vendidas por mes. En los primeros 7 meses del año 2024 se registró un incremento significativo en las ventas cerca de las 1200 unidades vendidas por mes. En los meses siguientes podemos notar que las ventas presentan variaciones desde 800 unidades vendidas hasta 1200 unidades vendidas por mes.

Figura 5: Ventas al por menor “Ponchos” (mensual)



Además, se realizó la prueba de normalidad de las ventas al por mayor y menor. Las ventas al por menor tienen una media de 7,61 y una desviación estándar de 9,48. La prueba subjetiva muestra que los datos no son normales (Figura 6). Las ventas al por mayor tienen una media de 207,25 y una desviación estándar de 378,17. La prueba subjetiva muestra que los datos no son normales (Figura 7).

Figura 6: Análisis de datos de ventas al por menor

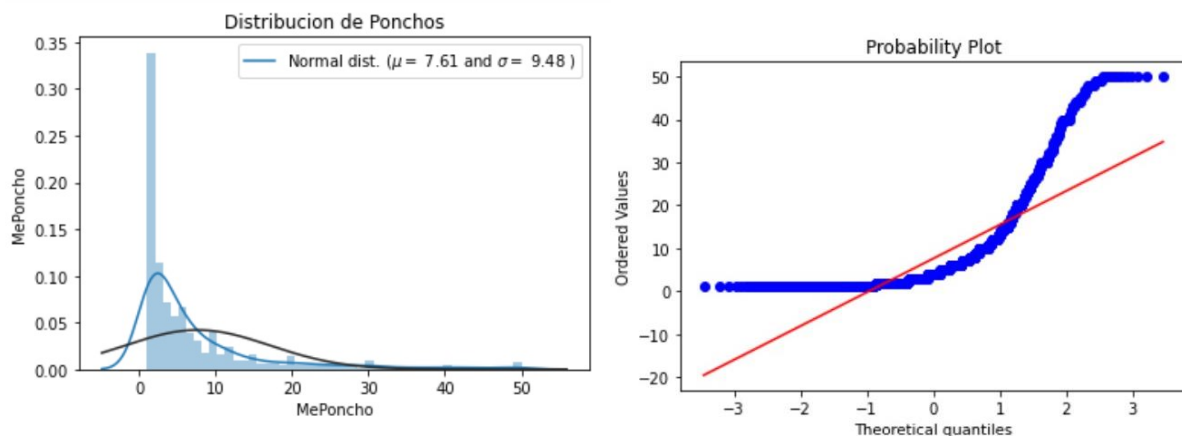
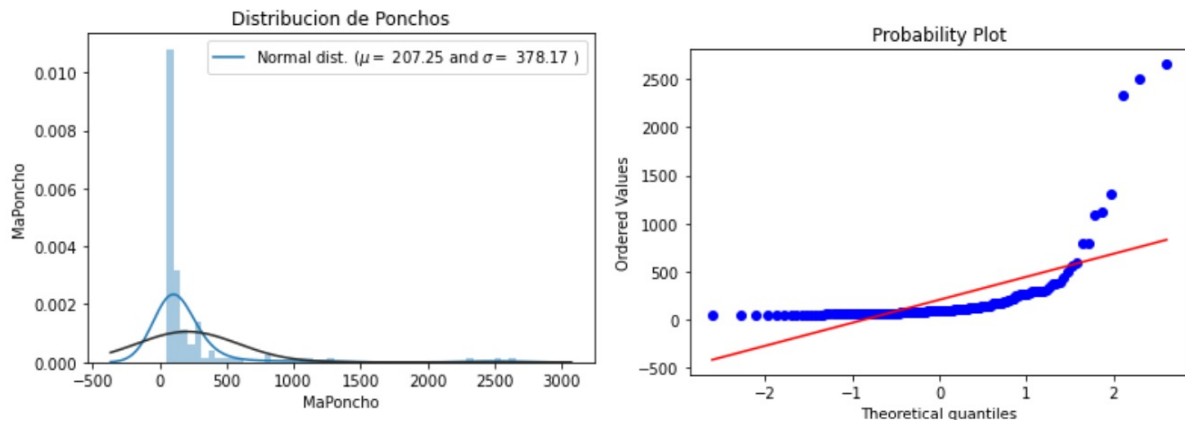


Figura 7: Análisis de datos de ventas al por mayor



Cabe recalcar que las ventas mensuales de Textiles Díaz dependen de la demanda y temporada del producto ya que, por conocimiento de la empresa, la compra de los ponchos se debe a la temporada de invierno en los países de México, Colombia, Estados Unidos y Brasil, siendo estos los países donde existe mayor demanda del producto.

- **Pruebas de estacionalidad y tendencia:**

Para las pruebas de estacionalidad y tendencia, se hizo el uso de un lenguaje de programación de alto nivel como Python. Se realizó la prueba de Dickey-Fuller para analizar las ventas al por mayor y menor, y se obtuvo un resultado positivo de estacionalidad para los dos análisis, ya que los valores estadísticos de prueba son mucho menores que los valores críticos (*Anexo 3 y Anexo 4*). Luego, se realizó la prueba de Mann-Kendall para las ventas al por mayor y se obtuvo un resultado de tendencia decreciente (*Anexo 5*). Por otra parte, como resultado de las ventas al por menor se obtuvo que no hay una tendencia significativa (*Anexo 6*).

- **Pronósticos:**

Una vez obtenido la información sobre estacionalidad y tendencia, se optó por realizar los pronósticos con los métodos acordes a los resultados. Sin embargo, a simple vista se identifica que los datos no siguen una tendencia ni presentan estacionalidad, por lo que también se realizó los métodos de Suavizamiento exponencial simple, Holt-Winters y

ARIMA, para poder complementar al análisis de la metodología óptima para cada grupo de datos. Al finalizar todos los pronósticos se compararon los porcentajes del Mean Absolute Percentage Error (MAPE) para identificar el método óptimo para el tipo de datos, ya que el MAPE evalúa la precisión de los valores ajustados en series de tiempo, expresando el error como un porcentaje, y es una métrica útil para comparar la exactitud de diferentes modelos de pronóstico (Minitab, 2024).

Para los datos de ventas al por mayor, que tienen tendencia decreciente y es estacionaria, se decidió utilizar los métodos de Holt-Winters aditivo y multiplicativo. El Holt-Winters aditivo es una extensión del suavizado exponencial de Holt que incorpora estacionalidad mediante un ajuste aditivo, y es ideal para datos con tendencia y patrones estacionales constantes, generando pronósticos que reflejan variaciones estacionales. (Oracle, 2018a). Por otra parte, el Holt-Winters multiplicativo también es una variante del suavizado exponencial, pero incorpora estacionalidad multiplicativa, ajustando la previsión con tendencia según los cambios estacionales, por lo que es ideal para datos con tendencia y estacionalidad (Oracle, 2018c).

El Suavizamiento exponencial simple asigna mayor peso a los datos recientes mientras reduce exponencialmente la influencia de los valores antiguos, superando las limitaciones de los promedios móviles, por lo que es ideal para datos volátiles sin tendencia ni estacionalidad, produciendo pronósticos estables y sin variaciones sistemáticas (Oracle, 2018e). En cambio, el método de Holt-Winters combina tres enfoques de suavización: el Suavizado Exponencial Simple para datos estables, el Suavizado Exponencial de Holt para tendencias y el Suavizado Exponencial de Winter para patrones estacionales (Ariton, 2021). Por otra parte, el modelo ARIMA ayuda a pronosticar combinando componentes autorregresivos (AR), de diferenciación (I) para eliminar tendencias, y de media móvil (MA) (Nahmias, 2014)

Para los datos de ventas al por menor, que no presentan tendencia, pero sí estacionalidad, se decidió utilizar los métodos de estacional aditivo y multiplicativo. El modelo estacional aditivo calcula un índice estacional para datos sin tendencia, ajustando la previsión mediante la suma del componente estacional, por lo que es ideal para series con estacionalidad constante en el tiempo, generando pronósticos que reflejan sus variaciones periódicas (Oracle, 2018b). Por otra parte, el estacional multiplicativo también calcula un índice estacional para datos sin tendencia, pero ajusta la previsión mediante la multiplicación del componente estacional (Oracle, 2018d). Para estos datos de ventas al por menor también se utilizaron los métodos del Suavizamiento exponencial simple, Holt-Winters y ARIMA.

Los pronósticos se realizaron mediante Microsoft Excel, donde los valores de alfa, beta y gama utilizados para cada método se obtuvieron con la herramienta Solver para contar con los valores óptimos que minimicen el valor del porcentaje promedio del MAPE. Una vez obtenido los valores del MAPE, se escogió al porcentaje con menor valor para identificar el método de pronóstico óptimo. Los valores de los porcentajes se encuentran en *Tabla 1* y *Tabla 2*. Para las ventas al por mayor se decidió utilizar el método de Suavizamiento exponencial simple, y para las ventas al por menor por el método de ARIMA. Cabe recalcar que se obtuvieron porcentajes altos del MAPE debido a la gran variabilidad que existe dentro de los datos, ocasionado por las altas demandas que hubo por el efecto postpandemia y la tendencia de moda que surgió en esa temporada, y por el decaimiento de demanda que hubo por el aumento de competencias.

Tabla 1: Valores del MAPE de los pronósticos para ventas al por mayor

Pronóstico	Holt-Winters Aditivo	Holt-Winters Multiplicativo	Suavizamiento exponencial simple	Holt- Winters	ARIMA
% MAPE	286.5%	230.8%	67.5%	76.9%	277.8%

Tabla 2: Valores del MAPE de los pronósticos para ventas al por menor

Pronóstico	Estacional Aditivo	Estacional Multiplicativo	Suavizamiento exponencial simple	Holt- Winters	ARIMA
% MAPE	79.6%	93.9%	78.6%	90.1%	73.6%

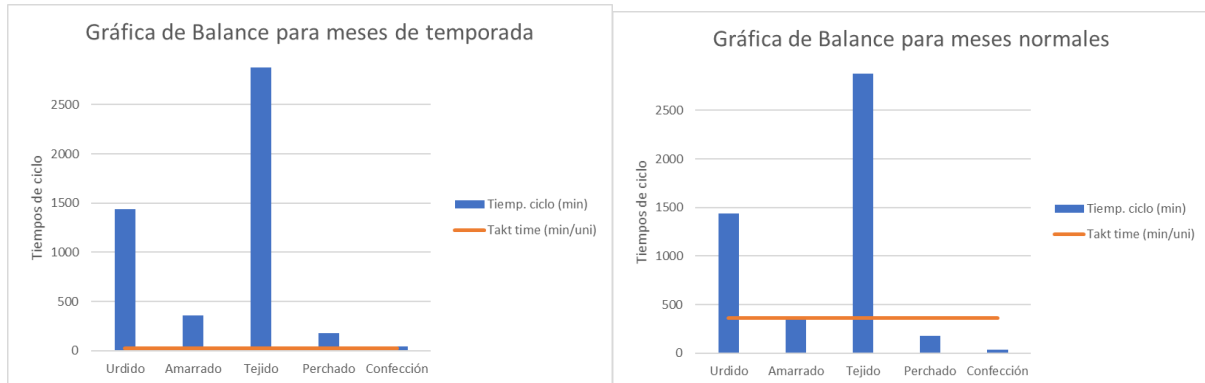
- **VSM:**

Se realizó un Value Stream Mapping (VSM) para analizar los macroprocesos de producción de un poncho. El esquema completo se encuentra dentro del *Anexo 7*. Al observar los tiempos de ciclo de los macroprocesos, el que tiene mayor tiempo es el Tejido, por lo que este proceso es el que dicta el tiempo global del proceso de producción. Además, se realizaron los cálculos del Takt time (*Anexo 8*) para temporadas de alta demanda y meses normales, y del porcentaje del valor agregado (*Anexo 9*). Respecto al Takt time para temporadas de alta demanda se obtuvo que idealmente un poncho se debería crear en 21.60 min, para cumplir con los objetivos de pedidos promedios en el tiempo disponible diariamente. En cuanto al Takt time para meses normales, idealmente un poncho se debería crear en 360 min. Respecto al porcentaje del valor agregado, se obtuvo un porcentaje alto, lo cual indica que los procesos involucrados no generan mucho tiempo de valor no agregado.

Para complementar el análisis del VSM se realizaron las gráficas de balance para meses de temporada alta y para meses normales (*Figura 8*), junto con el cálculo del porcentaje de eficiencia de balance (*Anexo 10*). Al observar las gráficas, indicarían la existencia de cuellos de botella, ya que algunos tiempos de ciclo superan el Takt time. Sin embargo, se identificó que los tiempos de los macroprocesos que superan al Takt time dependen de la capacidad y característica de las máquinas, por lo que no sería necesario realizar cambios, además de que cuentan con suficiente inventario de telas para ser confeccionados como ponchos. Respecto a la eficiencia de balance, un porcentaje menor

indica que la mayor parte del tiempo se concentra en un único macroproceso, aquel con el mayor tiempo de ciclo, determinando así que este sería el de Tejido.

Figura 8: Gráficas de balance para meses de temporada y meses normales



- **Inventario:**

Se realizó el MRP mediante los datos recopilados de la composición del poncho y las cantidades actuales de inventario de productos terminados. Se diagramaron MRP para pedidos de clientes (*Anexo 11*), el cual se plantea para planificación para los pedidos, es decir, para cada código de poncho que pidan, ya que los inventarios disponibles son diferentes para cada uno. Además, se diagramó un MRP para producción general (*Anexo 12*), el cual se plantea para la planificación de producción para stock en tiendas, tomando en cuenta el inventario total disponible de producto final. Estos MRP ayudan también a observar la planificación en cuanto a los suministros. Así mismo, se realizó un MPS (*Anexo 13*) que permite observar la cantidad y el momento a producir de los ponchos, y es una herramienta complementaria al MRP. Se realizó uno para ventas al por mayor y otro para ventas al por menor, ya que se utilizan datos de los pronósticos de demanda.

Para el cálculo del punto y cantidad de reorden de inventario se utilizó el modelo de revisión continua del sistema (Q, R) con el servicio tipo 2 debido a que los trabajadores suelen realizar revisiones constantes del inventario del producto, y priorizan el cumplimiento de todas las órdenes. Al realizar el cálculo (*Anexo 14*) se obtuvo que cuando el inventario

general llegue a 1420 unidades, se debe ordenar 3688 unidades. Se realizó este cálculo para implementar en el sistema de control de inventario.

ETAPA 4: ACT

- **Implementación de interfaz Excel:**

Para la implementación del interfaz se realizó la unión de toda la información realizada, obteniendo un documento global que posteriormente permitirá realizar análisis para extraer información o presentar resultados obtenidos en la investigación. La interfaz inicia con una pantalla inicial (*Anexo 15*) en la cual podemos encontrar dos botones principales los cuales dirigen a la pantalla principal del departamento de ventas y producción, respectivamente.

La pantalla del departamento de ventas contiene nueve botones, en los cuales se encuentra un botón de “Ingresos Totales” y “Ventas Totales”. Este botón muestra información rápida y comprensible sobre la disminución o crecimiento de ingresos y cantidades generados a lo largo de los años correspondientes de los datos. Esta información permite ver anomalías en años específicos, como el bono de un producto o caídas bruscas de la temporada. Otro botón es el “Productos Mayor Demanda”, donde muestra información de los productos de mayor flujo en el inventario, específicamente presenta los 10 productos de mayor rotación. Otro botón es el “Pronóstico de Demanda”, en el cual muestra la cantidad de ventas esperadas, tanto para ventas al por mayor como al por menor. Este valor depende del menor error del cálculo de pronósticos realizados. El botón “Inventario Actual” muestra información recopilada recientemente, en la cual podemos agregar o actualizar información del inventario. Por último, está el botón de “Registro de Inventario” en el cual podemos registrar información como: fecha, cantidad, precio, nombre del producto o diseño, nombre del cliente, correo electrónico y número telefónico. Esta información ayudara a realizar y analizar datos para investigaciones futuras.

En la pantalla principal del departamento de producción tenemos nueve botones, en los cuales “Pronósticos de Demanda” y “Productos Mayor Demanda” comprenden la misma información del departamento de ventas. El botón de “Plan de Producción MPS” muestra la información total del MPS. El botón de “Flujo de Producto (VSM)” muestra la información total del VSM. El botón de “Planificación de Suministro MRP” muestra la información completa del MRP. Por último, el botón de “Registro Materia Prima” permitirá registrar y guardar información de las compras realizadas, como: tipo de material, cantidad, precio, número de factura y distribuidor. Esta información permitirá realizar un control de las adquisiciones, que posteriormente se analizarán. Además, se realizó una interfaz de facturación por pedido de la empresa (*Anexo 16*), que será un posible sustituto al programa de facturación actual.

- **Resultados de interacción con interfaz**

Tras la implementación de la interfaz en la empresa Textiles Días en uno de los computadores, se realizó una encuesta de satisfacción del cliente interno para encontrar oportunidades de mejora y corrección. El área de ventas indicó que es indispensable incluir una opción para identificar el color de los productos para realizar las estrategias de ventas o promociones.

CONCLUSIONES

Pese a los desafíos geográficos, climáticos y de recursos, la investigación tiene un enfoque práctico en una empresa textil, que puede servir como referencia para futuras implementaciones de recursos teóricos como: gestión de operaciones hasta la gestión de toma de decisiones. Estrategias de implementación de interfaz y automatizaciones son acciones indispensables que deben realizar las industrias.

La implementación de un sistema de planificación mediante una interfaz en Excel representa una estrategia de planificación para el S&OP en una empresa textil. El sistema de

planificación inicia desde el análisis de los datos históricos de la empresa, tanto electrónicos como manuales. Posteriormente se realizaron investigaciones y cálculos de pronósticos, VSM, MRP, MPS, entre otros, que aportan sustento y valor a la información y resultados presentados a las diferentes áreas de la empresa. La selección del método de pronóstico más adecuado se realizó mediante la comparación de los valores del MAPE, eligiéndose el método de Suavizamiento exponencial simple para las ventas al por mayor y el modelo ARIMA para las ventas al por menor, al ser los que presentaron menor valor. El VSM permitió identificar el macroproceso con mayor tiempo de ciclo, en este caso el Tejido, y a calcular indicadores clave como el Takt Time y el porcentaje de valor agregado. Por su parte, el MRP facilitó la planificación de suministros necesarios para la producción, mientras que el MPS, junto con los datos de pronóstico de demanda, permitió definir la cantidad y el momento adecuado para la fabricación de ponchos.

Con los resultados obtenidos se puede inferir que la eficiencia operativa del producto objetivo mejoró significativamente según comentarios del cliente interno, ya que la interfaz logró orientar decisiones entorno a la producción del poncho, reduciendo tiempos en la toma de decisiones. Por otra parte, la interfaz proporciona información al departamento de producción y ventas de manera concreta, como es la información de inventario actual en los diferentes centros de almacenamiento y distribución. Además, la información de carga laboral e insumos; ayudará a la toma de decisiones de producción en la compra de recursos y planificación de pedidos. En el tema de pronósticos, la interfaz proporciona información relevante, sustentada por análisis y cálculos de la demanda, que ayudara a realizar un correcto plan de producción del poncho.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con una revisión constante de la efectividad de la interfaz creada en Excel, para poder evidenciar los efectos a plazo largo de esta solución. Al darle

continuidad al monitoreo y ajuste de la herramienta, se podrán identificar nuevas oportunidades de mejora y asegurar su sostenibilidad en el tiempo. De igual forma, sería importante llevar un control mensual o trimestral de los datos, ya que los datos se van acumulando dentro de las herramientas del interfaz y podría generar ruido y peso dentro de la base de datos. Una vez que se observe gran acumulación sería esencial realizar actualizaciones de los datos tanto del departamento de ventas como del de producción una vez que se archiven los datos en un documento copia aparte para no perder las informaciones históricas.

Además, es recomendable realizar una evaluación futura en cuanto a la influencia hacia el área financiero. Se podría, por ejemplo, analizar el impacto en la optimización de costos operativos, como la reducción de inventario innecesario, la disminución de pérdidas por productos obsoletos, y la minimización de sobrecostos por compras urgentes de suministros. Así mismo, se podría evaluar su contribución a una mejor gestión del flujo de caja, gracias a una planificación más precisa de la reposición de suministros. Además, una gestión de inventarios más eficiente puede generar un aumento de la disponibilidad de productos, lo que mejora el nivel de servicio al cliente y, por ende, podría generar un incremento en las ventas y en las ganancias netas de la empresa.

LIMITACIONES

Durante el desarrollo del presente proyecto se identificaron varias limitaciones que influyeron en el alcance y la profundidad de los resultados obtenidos. En primer lugar, el tiempo de la implementación de la interfaz fue limitado, lo que restringió la posibilidad de realizar pruebas más extensas o ajustes complementarios. Así mismo, el período destinado al monitoreo de los resultados fue relativamente corto, dificultando la evaluación del impacto a largo plazo de la herramienta. Otra limitación significativa fue la gran cantidad de variaciones de colores en los diseños de los ponchos, lo cual complicó la estandarización y

automatización del sistema de planificación de producción según las posibilidades que existen de las variaciones. Por lo tanto, el sistema implementado requiere completarse con una sección destinada a la variedad de colores y diseños. Finalmente, el tiempo requerido para la creación de la interfaz también representó un desafío, ya que demandó un esfuerzo considerable en la estructuración de la información y en el diseño funcional de la herramienta, por lo que actualmente no se está tomando en cuenta las variaciones de los colores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argumedo-Gonzales, K., Pumahuare-Ayala, A., Aparicio-Lora, E., Altamirano-Flores, E., & Nunura, C. (2021). Proposal to improve the inventory management model in a textile SME based on the plan for every part. *19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 1-7.
<https://axces.info/server/api/core/bitstreams/86ca3d7f-2f60-4af6-becf-728ef4b7bdc0/content>
- Ariton, L. (2021). *A Thorough Introduction to Holt-Winters Forecasting*. Analytics Vidhya.
<https://medium.com/analytics-vidhya/a-thorough-introduction-to-holt-winters-forecasting-c21810b8c0e6>
- Camones Caballero, V. A. & Feril Encarnacion, F. M. (2024). *Modelo de mejora de producción utilizando PDCA, 5S, estandarización de operaciones y mantenimiento autónomo para aumentar la productividad en una Pyme textil en Lima* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio Académico UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/674418>
- Carrillo Leon, J. S. & Sanchez Sanchez, J. F. (2024). *Aplicación de la estrategia S&OP para la adaptación a los pronósticos externos y la mejora del abastecimiento de materias primas en una empresa exportadora textil: 2023-2024* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio Académico UPC.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/682839/Carrillo_LJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Criollo, Mauricio., & Naranjo, Efraín. (2023). Impacto del COVID-19 en la cadena productiva del sector textil de artesanos. *CienciAmérica: Revista de Divulgación*

Científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 12(1).

<https://doi.org/10.33210/ca.v12i1.413>

Dal Forno, A. J., Silva, R., Hornburg, S., Kipper, L., & Marangoni, C. (2024). Development of a diagnostic tool to measure the implementation level of sales and operations planning (S&OP) in textile companies. *Production*, 34, 1-14.

<https://www.scielo.br/j/prod/a/vHbnTTSGpnDw8rxsxJn6wrK/?format=pdf&lang=en>

Herrera, Wilson. (2024). Adaptación y transformación: El impacto global de la pandemia en la industria textil. *Universidad Técnica del Norte*.

Jagusiak-Kocik, M. (2017). PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company – a case study. *Production Engineering Archives*, 14, 19-22.

<https://intapi.sciendo.com/pdf/10.30657/pea.2017.14.05>

Johnson, C. N. (2016). The benefits of PDCA. *Quality Progress*, 49(1), 45.

<https://www.proquest.com/openview/204123ca19e492bd4ffcd4599515adf5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=34671>

Ke, S., Liu, D., & Cai, Y. (2018). Research on Improvement of Inventory Management of Enterprises Based on MRP. *Proceedings of the 4th International Conference on Economics, Management, Law and Education (EMLE 2018)*, 71, 385-390.

<https://www.atlantis-press.com/proceedings/emle-18/55909830>

Kotayet, W., Eltawil, A. B., & Fors, M. N. (2011). A Hierarchical Production Planning Framework For The Textile Industry With Make to Order and Make to Stock Considerations. *22nd International Conference on Computer Aided Production Engineering*.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=689829c3cd3e8d3dbdbc37414fa186d0d99f799>

Malsam, W. (2024). *Operational Efficiency Improvement: Formula, Metrics & Examples*.

ProjectManager.com, Inc. <https://www.projectmanager.com/blog/operational-efficiency>

Minitab. (2024). *Métodos y fórmulas para la Descomposición*. Soporte de Minitab.

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/time-series/how-to/decomposition/methods-and-formulas/methods-and-formulas/#mape>

Muhammad, A., Rosdin, N. F., Pillai, S. G., Sundram, V. P. K., Muhammad Hussein, M. Z.

S., Chew, L. L., Ramdhan, N., & Mohamed Sayuti, N. (2023). Boosting Customer Satisfaction and Unleashing Inventory Mastery through the Dynamic PDCA Cycle at a Trendsetting Outlet in Malaysia: A Case Study of PKS Fashion Outlet. *Information Management and Business Review*, 15(3(I)), 41-49.

<https://ojs.amhinternational.com/index.php/imbr/article/view/3515/2254><https://ojs.amhinternational.com/index.php/imbr/article/view/3515>

Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones*. Mc Graw Hill Education.

Obydull Akbar, M. (2013). *Demand forecasting in textile industry-a case study* [Tesis de Maestría, Bangladesh University of Engineering & Technology]. Central Library of BUET. <http://lib.buet.ac.bd:8080/xmlui/handle/123456789/3650>

Oracle. (2018a). *Aditivo de Holt-Winters*. Oracle Help Center.

https://docs.oracle.com/cloud/help/es/pbcs_common/CSPPU/holt-winters_additive.htm#:~:text=Es%20una%20extensi%C3%B3n%20del%20suavizado,ajuste%20estacional%20para%20la%20previsi%C3%B3n.

Oracle. (2018b). *Aditivo estacional*. Oracle Help Center.

https://docs.oracle.com/cloud/help/es/pbcs_common/PFUSU/seasonal_additive.htm

Oracle. (2018c). *Multiplicativo de Holt-Winters*. Oracle Help Center.

https://docs.oracle.com/cloud/help/es/pbcs_common/CSPPU/holt-winters_multiplicative.htm

Oracle. (2018d). *Multiplicativo estacional*. Oracle Help Center.

https://docs.oracle.com/cloud/help/es/pbcs_common/PFUSU/seasonal_multiplicative.htm#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20produce%20valores%20suavizados%20exponencialmente%20para,para%20datos%20sin%20tendencia%20pero%20con%20estacionalidad

Oracle. (2018e). *Suavizado exponencial simple (SES)*. Oracle Help Center.

https://docs.oracle.com/cloud/help/es/pbcs_common/CSPPU/single_exponential_something_ses.htm

Ortega, Mayra., Mejía, Evelyn., & Uriguen, Patricia. (2022). Pobreza en el Ecuador durante la pandemia COVID-19 y el impacto provocado en sectores sociales. *Digital Publisher CEIT*, 7(2), 271-291. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.2.1057>

Portales Zevallos, H., Yalan Curo, J., Sotelo Raffo, J., & Ramos Palomino, E. (2019). S&OP impact on inventory management in a Peruvian textile company. *2019 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, 1-4. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8960897/authors#authors>

Quilli, Karen., & García, Diego. (2024). Efectos del COVID-19 en la pobreza multidimensional del Ecuador durante el período 2019-2020. *GESTION. Revista Internacional de Administración*, 15(8). <https://doi.org/10.32719/25506641.2024.15.8>

Rosero, Sebastián., & Mideros, Andrés. (2023). Efectos de la pandemia de Covid-19 en el empobrecimiento por ingreso en Ecuador. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 54(213), 161-XX. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2023.213.69908>

Thomé, A. M. T., Scavarda, L. F., Fernandez, L. C., & Scavarda, A. J. (2012). Sales and operations planning: a research synthesis. *International Journal of Production Economics*, 138(1), 1-13.

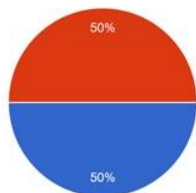
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527311004907>

ANEXOS

Anexo 1: Resultados de la Encuesta de satisfacción de los clientes de Textiles Díaz

Género

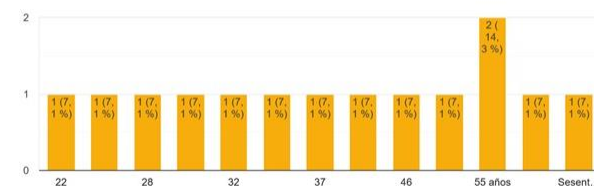
14 respuestas



Edad

14 respuestas

● Masculino
● Femenino
● Prefiero no decirlo

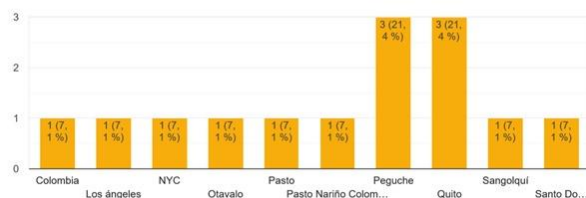


Ha realizado compras en Textiles Díaz?

14 respuestas

Desde dónde nos escribe?

14 respuestas

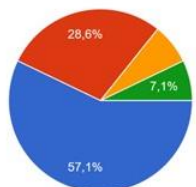


● Sí
● No



¿Qué tan satisfecho está con nuestro servicio al cliente?

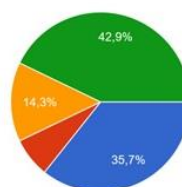
14 respuestas



● Excelente
● Bueno
● Regular
● Malo

Por quién desea que sea atendido?

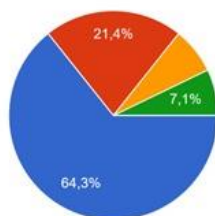
14 respuestas



● Proprietarios (Tía Elenita o Enrique Díaz)
● Hijos
● Trabajadores
● Cualquiera de los anteriores

¿Cómo calificaría el cumplimiento del tiempo de entrega en un pedido?

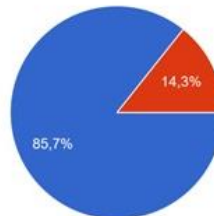
14 respuestas



● Excelente
● Bueno
● Regular
● Malo

¿Se cumplieron todas sus demandas del pedido?

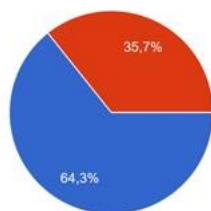
14 respuestas



● Sí
● No
● Tal vez

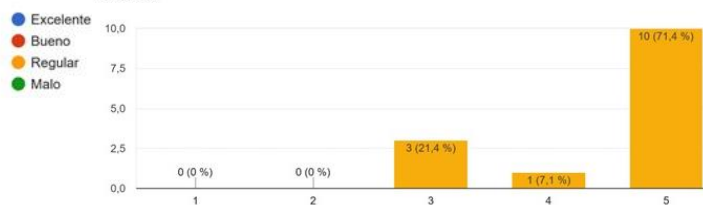
¿Cómo calificarías la relación calidad-precio de nuestros productos

14 respuestas



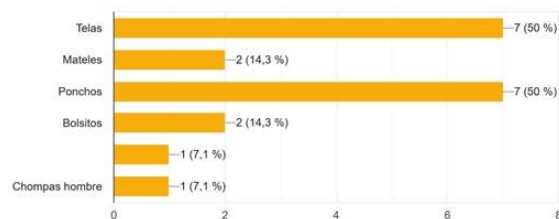
¿Qué probabilidad hay de que recomiendes a un amigo o compañero?

14 respuestas



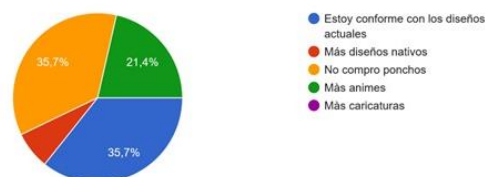
¿Qué productos ha comprado?

14 respuestas



¿Está conforme con los diseños que se ofrecen actualmente en ponchos?

14 respuestas



Recomendaciones

14 respuestas

No hubo telas de navidad

La calidad y diseño de los productos debe ser la mejor, mantenerse en esto para beneficio de ustedes y del cliente.

Una talla como niños de 12 años

● No
● Si

Mejorar la atención al cliente, tuve que insistir mucho para que me atendieran, lo demás es excelente, la calidad es muy buena por eso siempre compro ahí

No

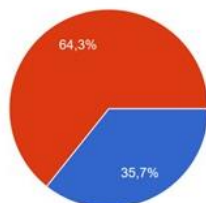
Para niños

10

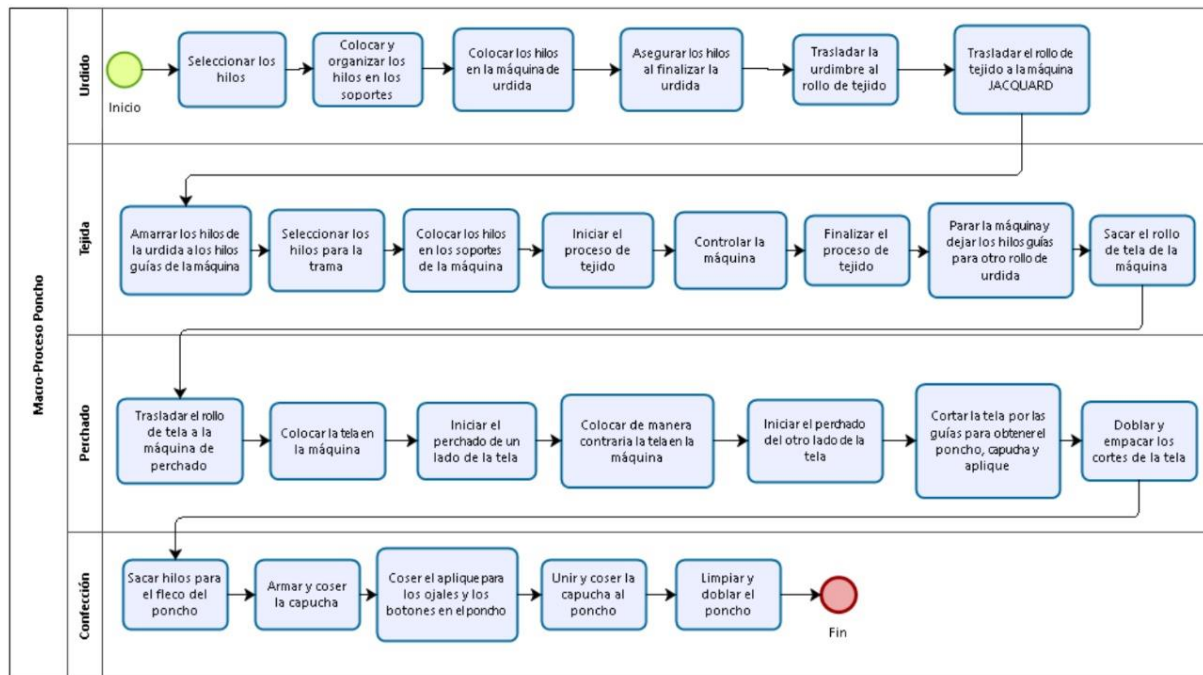
Ninguno

Desea que realicemos más tallas en los ponchos?

14 respuestas



Anexo 2: Flow chart de producción de poncho



Anexo 3: Prueba de Dickey-Fuller a ventas al por mayor de “Ponchos”

Estadístico de prueba: -54.53763533155786

p-valor: 0.0

Valores críticos: {'1%': -3.432435614191757, '5%': -2.862461495644756, '10%': -2.5672605338292387}

🟢 La serie es estacionaria (rechazamos H_0).

Anexo 4: Prueba de Dickey-Fuller a ventas al por menor de “Ponchos”

Estadístico de prueba: -53.67485043865838

p-valor: 0.0

Valores críticos: {'1%': -3.432435614191757, '5%': -2.862461495644756, '10%': -2.5672605338292387}

🟢 La serie es estacionaria (rechazamos H_0).

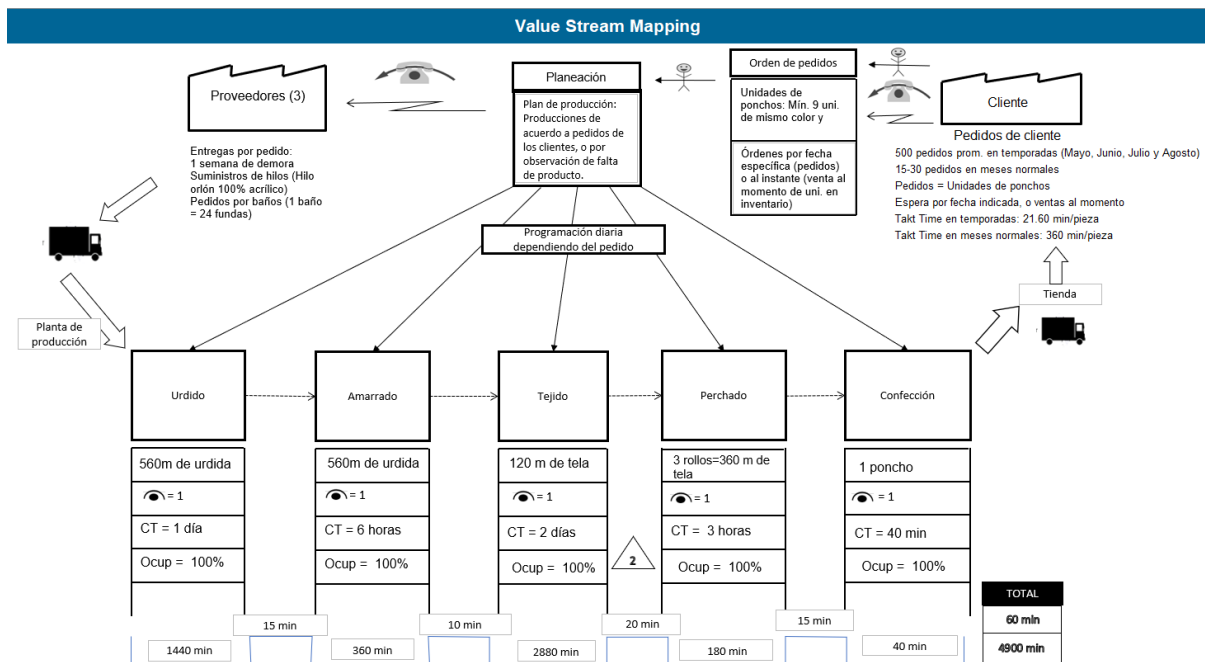
Anexo 5: Prueba de Mann-Kendall a ventas al por mayor de “Ponchos”

Mann_Kendall_Test(trend='decreasing', h=True, p=0.0005554649691252855, z=-3.4524769318176323, Tau=-0.01523992145525839, s=-75058.0, var_s=472629508.0, slope=0.0, intercept=0.0)

Anexo 6: Prueba de Mann-Kendall a ventas al por menor de “Ponchos”

Mann_Kendall_Test(trend='no trend', h=False, p=0.4708550751443217, z=-0.7210884852171917, Tau=-0.008537710267688455, s=-42049.0, var_s=3400271270.3333335, slope=0.0, intercept=3.0)

Anexo 7: VSM de producción de un poncho



Anexo 8: Cálculo del Takt time

Cálculo de takt time

	Meses de temporada		Meses normales	
Demanda				
cliente:	500	Unidades al mes	30	Unidades al mes
	25	unidades al día	1.5	unidades al día
600 min en un turno de trabajo (10 horas)				
540 min disponible por turno (menos 1 hora de descanso)				
21.600 min/unidad		360.000 min/unidad		
Takt time=	21.60	min/unidad	Takt time=	360.00 min/unidad
temporadas			normal	

Anexo 9: Cálculo del porcentaje del valor agregado

Cálculo de Porcentaje del valor agregado

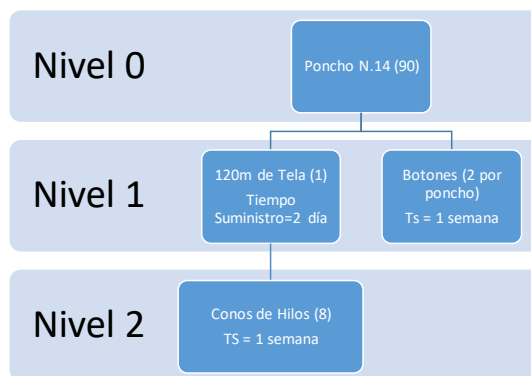
Total process cycle time	4960 min
Value-Added Time	4900 min
Non Value-Added Time	60 min
Value-Added Percentage (%VA)	98.79 %

Anexo 10: Cálculo del porcentaje de eficiencia de balance

$$\begin{aligned}
 \text{Eficiencia de balance} &= \frac{\text{Suma de los tiempos del total de operaciones}}{\text{El tiempo más lento} \times \text{Número de operaciones}} \\
 &= \frac{4900}{2880 \times 5} \\
 &= 34.03\%
 \end{aligned}$$

Anexo 11: Ejemplo de MRP de un código de diseño para pedidos de clientes

Lista de Materiales (Árbol de Estructura)



Fichero de Registro de Inventarios y Segmento de Estado de Inventarios

Item	Método de Cálculo del Lote	Tiempo de Suministro	Disponibles
Poncho	por pedido	2.5 días	73
Tela	1	2 días	3
Botones	1	1 semana	100
Hilos	24	1 semana	72

Programa Maestro de Producción (PMP)								
Producto/Periodo (semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8
Poncho N.14		9	9	90		9		18

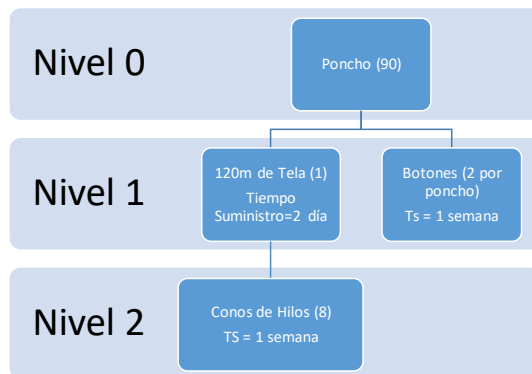
Planificación de las Necesidades de Materiales

Tamaño Lote	Ts	Disponible	Identificación Item	Código Nivel Inferior	Conceptos/Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
por pedido	2.5 días	73	Poncho	0	Necesidades Brutas (NB)	0	9	9	90	0	9	0	18	
					Disp. (D)	73	73	64	55	0	0	0	0	0
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	35	0	9	0	18	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	35	0	9	0	18	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	35	0	9	0	18	0
1	2 días	3	Tela	1	Necesidades Brutas (NB)	0	0	0	1	0	1	0	1	0
					Disp. (D)	3	3	3	3	2	2	1	1	0
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1 semana	100	Botones	1	Necesidades Brutas (NB)	0	0	0	70	0	18	0	36	0
					Disp. (D)	100	100	100	100	30	30	12	12	0
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	0	0	0	0	24	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	0	0	0	0	24	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	0	0	0	24	0	0
24	1 semana	72	Hilos	2	Necesidades Brutas (NB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Disp. (D)	72	72	72	72	72	72	72	72	72
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pedidos a fábrica y a proveedores								
Item / Periodo (sem)	1	2	3	4	5	6	7	8
Poncho	0	0	0	35	0	9	0	18
Tela	0	0	0	0	0	0	0	0
Botones	0	0	0	0	0	0	24	0
Hilos	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 12: MRP para producción general

Lista de Materiales (Árbol de Estructura)



Fichero de Registro de Inventarios y Segmento de Estado de Inventarios

Item	Método de Cálculo del Lote	Tiempo de Suministro	Disponibles
Poncho	por pedido	2.5 días	4714
Tela	1	2 días	3
Botones	1	1 semana	100
Hilos	24	1 semana	72

Programa Maestro de Producción (PMP)								
Producto/Periodo (semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8
Poncho								

Planificación de las Necesidades de Materiales

Tamaño Lote	Ts	Disponible	Identificación Item	Código Nivel Inferior	Conceptos/Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
por pedido	2.5 días	4714	Poncho	0	Necesidades Brutas (NB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Disp. (D) 4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2 días	3	Tela	1	Necesidades Brutas (NB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Disp. (D) 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1 semana	100	Botones	1	Necesidades Brutas (NB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Disp. (D) 100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1 semana	72	Hilos	2	Necesidades Brutas (NB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Disp. (D) 72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
					Necesidades Netas (NN)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Recep. Pedidos Planif. (RPPL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Lanzamientos pedidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pedidos a fábrica y a proveedores								
Item / Periodo (sem)	1	2	3	4	5	6	7	8
Poncho	0	0	0	0	0	0	0	0
Tela	0	0	0	0	0	0	0	0
Botones	0	0	0	0	0	0	0	0
Hilos	0	0	0	0	0	0	0	0

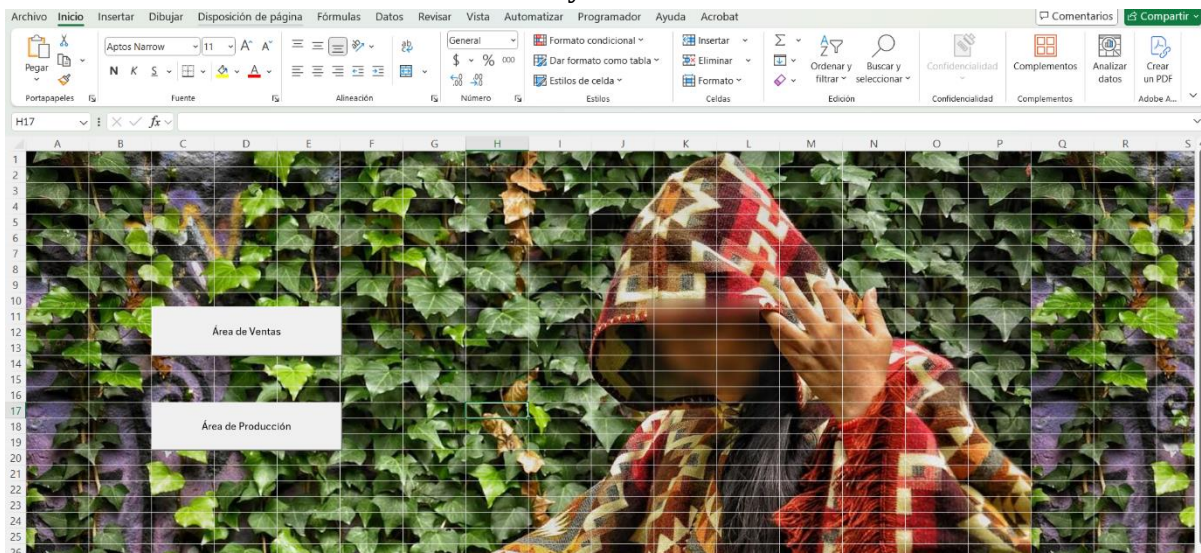
Anexo 13: Ejemplo de MPS para producción de ponchos

Plan Maestro de Producción (MPS) ventas a por Mayor								
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
Inventario Inicial	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714
Pronóstico				355				
Pedido de Clientes								
MPS	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario Final	4714	4714	4714	4359	4714	4714	4714	4714
Material Disponible para Venta	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714
Tamaño del Lote	90							
Inventario Inicial del MPS	4714							

Anexo 14: Cálculos del sistema (Q, R) servicio tipo 2

MODELO DE REVISIÓN CONTINUA, SISTEMA (Q,R), SERVICIO TIPO 2					
DATOS:					
u=	996	al mes	(promedio de venta mensual)		
σ=	565	al mes	(desv. est. De demanda)		
t=	1	mes	(tiempo de demora de reabastecimiento)		
h=	0.01	\$	(costo de inventario unitario)		
k=	6.86	\$	(costo de preparación por pedido)		
β=	98%		(tasa de cumplimiento)		
λ=	11952	por año			
CÁLCULO					
Q0	3347		$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot \lambda}{h}}$		
R0	L(z)=	0.1185	$L(z) = (Q(1-\beta)) / \sigma$		
	z=	0.81			
	1-F(z)=	0.209			
	1454		$R = \sigma z + u$		
				Q0 vs Q1	
Q1	3683		$Q = \frac{n(R)}{1-F(R)} + \sqrt{\frac{2k\lambda}{h} + \left(\frac{n(R)}{1-F(R)}\right)^2}$	No	
R1	L(z)=	0.1304			
	z=	0.75			
	1-F(z)=	0.2267			
	1420			R0 vs R1	No
				Q1 vs Q2	
Q2	3688			No	
R2	L(z)=	0.1305			
	z=	0.75			
	1-F(z)=	0.2267			
	1420			R1 vs R2	Si
Cuando inventario llegue a 1420 unidades, se ordena 3688					

Anexo 15: Pantalla inicial de Interfaz Excel & Paginas principales del departamento Ventas y Producción



Archivo Inicio Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Ayuda Acrobat

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Confidencialidad Complementos Analizar datos Crear un PDF

J20

Departamento de Ventas

Ingresos Totales Productos Mayor Demanda Inventario Actual

Ventas Totales Pronóstico de Demanda Registro de VENTAS

Inicio

Archivo Inicio Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Ayuda Acrobat

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Confidencialidad Complementos Analizar datos Crear un PDF

G27

Departamento de Producción

Plan de Producción MPS Productos Mayor Demanda Planificación de Suministro MRP

Pronósticos de Demanda Flujo de Producto (VSM) Registro Materia Prima

Inicio

Anexo 16: Propuesta - Facturación

Archivo Inicio Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Ayuda

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Confidencialidad Complementos Analizar datos

G15

EMPRESA TEXTIL
100XXXXXXX
PEGUCHE-MIGUEL EGAS CABEZAS
Factura Electrónica
FA01 - 000001

Fecha Emisión: 10/04/2025
Razon Social: RAZÓN SOCIAL DEL CLIENTE
Dirección: DIRECCIÓN DEL CLIENTE
RUC/C.I.: 1000000000
Moneda: USD
Forma de pago: Venta al Contado

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.V.U.	SUBTOTAL
10	PIEZAS	lobo con manada	10	
50	CAJA	lobo atrapasuño	10	
1	PIEZAS	bisonte	20	

OP. Gravado \$ -
Descuentos \$ -
IVA (0%) \$ -
Otros Cargos \$ -
TOTAL A PAGAR \$ -

LEYENDA

IVA	0%
Descuentos	0
Otros Cargos	0
Número Factura	1
Número Comprobante	1
SERIE FACTURA	FA01
SERIE COMPROBANTE	CP01
TOTAL	\$ -

Abre Formulario

Factura

Fecha: 10/04/2025
RUC/C.I.:
Cantidad:
P.V.U.:
Unidad:
Moneda: USD
Producto:

Factura 000001
Comprobante 000001
☒ Venta al Contado
SUBTOTAL:
GUARDAR
ELIMINAR

RAZÓN SOCIAL DEL CLIENTE
DIRECCIÓN DEL CLIENTE