



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA TEXTIL
AUBEA BS**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniera Industrial

ÁREA: Producción y Operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales, producción, identidad,
sostenibilidad y tecnologías aplicadas.

AUTOR: Shirley Dayanna Escobar Criollo

TUTOR: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

Ambato - Ecuador

julio - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA TEXTIL AUBEA BS desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Shirley Dayanna Escobar Criollo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que la estudiante ha sido tutorada durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, julio 2025.



Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA TEXTIL AUBEA BS es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2025.



Shirley Dayanna Escobar Criollo

C.C. 1851020477

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio 2025.



Shirley Dayanna Escobar Criollo

C.C. 1851020477

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por la señorita Shirley Dayanna Escobar Criollo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA TEXTIL AUBEA BS nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2025.



Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Carlos Sánchez Rosero, Mg.

PROFESOR CALIFICADO



Ing. Jeanette Ureña Aguirre, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación a “Papi Faustito, a mi mamita y Mamolguita” por su amor incondicional y su apoyo en mi formación personal y académica.

A mis hermanos “Jair y Zuleika” por ser mis compañeros de aventura y de motivación constante, los amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría y constancia en este camino.

A Aubea Bs por la apertura y facilidad para la realización de este trabajo.

A Ing, Daysi Ortiz e Ing, Israel Naranjo por su guía académica en el presente trabajo.

A “Sushi x100pre” por siempre estar y ayudarme ante las adversidades, les amo con mi vida.

A todas aquellas personas que con su cariño y paciencia me han ayudado a seguir, con amor dayita.

A mis “reales” por ser más que compañeros “amigos” y permitirme vivir una vida universitaria llena de cariño y aventuras.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	6
1.3.1 Estudio de tiempos	6

1.3.1 Pronóstico de la demanda	15
1.3.2 Planeación de ventas y operaciones	18
1.3.3 Plan agregado de operaciones	18
1.3.4 Estrategias de planeación agregada de la producción	19
1.3.5 Costos relevantes en planeación agregada	20
1.4 Objetivos	24
1.4.1 Objetivo general	24
1.4.2 Objetivos específicos	25
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	26
2.1 Materiales	26
2.2 Métodos	27
2.2.1 Modalidad de la investigación	27
2.2.2 Población y muestra	29
2.2.3 Recolección de información	29
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1 Descripción de la empresa	32
3.1.1 Historia	32
3.1.2 Información general	32
3.1.3 Descripción estratégica de la empresa	33
3.1.4 Análisis e interpretación de la entrevista	35

3.1.5 Flujograma de producción	35
3.1.6 Flujograma del sistema de planificación de producción actual	38
3.1.7 Mapa de procesos	39
3.1.8 Clasificación de productos ofertados	41
3.1.9 Análisis ABC	43
3.1.10 Proceso de producción de chompas	47
3.1.11 Proceso de elaboración de camisetas	48
3.1.12 Estudio de Tiempos.....	49
3.1.13 Pronósticos de la demanda de las familias seleccionadas	69
3.1.14 Estrategias de Planeación Agregada de la Producción	81
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
4.1 Conclusiones	108
4.2 Recomendaciones.....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de lista de actividades para un proceso.....	8
Tabla 2. Número recomendado de ciclos de observación según la General Electric ..	8
Tabla 3. Calificación del Factor de Desempeño para las condiciones	10
Tabla 4. Calificación del Factor de Desempeño para la consistencia	10
Tabla 5. Calificación del Factor de Desempeño para la destreza	10
Tabla 6. Calificación del Factor de Desempeño para el esfuerzo	10
Tabla 7. Sistema de suplementos por descanso	11
Tabla 8. Modelos de pronóstico con serie de tiempo	16
Tabla 9. Determinación de los costos de mantener inventario.....	23
Tabla 10. Listado de materiales empleados	26
Tabla 11. Técnicas y herramientas utilizadas	29
Tabla 12. Información general Aubea Bs	32
Tabla 13. Matriz FODA	34
Tabla 14. Descripción de los procesos de Aubea Bs	37
Tabla 15. Productos ofertados por Aubea Bs.....	42
Tabla 16. Familias de productos	43
Tabla 17. Análisis ABC	44
Tabla 18. Lista de productos familia 4 “Chompas”	45
Tabla 19. Demanda de productos contenidos en la familia 4	46
Tabla 20. Lista de productos familia 5 “Chompas”	46

Tabla 21. Demanda de productos contenidos en la familia 5	46
Tabla 22. Diagrama de operaciones para la familia 4 “Chompas”	47
Tabla 23. Diagrama de operaciones para la familia 5 “Camisetas”	48
Tabla 24. Cálculo del error absoluto y relativo en las mediciones de prueba de tiempo utilizando un cronómetro digital y un cronómetro profesional.....	50
Tabla 25. Cantidad de muestras a cronometrar para la “Chompa drivers abierta”	51
Tabla 26. Cantidad de muestras a cronometrar para la “Chompa abierta”	51
Tabla 27. Cantidad de muestras a cronometrar para “Chompa cuello alto”	51
Tabla 28. Cantidad de muestras a cronometrar para la “Camiseta polo drivers”	51
Tabla 29. Cursograma de procesos “Chompa drivers abierta”	52
Tabla 30. Cursograma de procesos “Chompa abierta”	55
Tabla 31. Cursograma de procesos “Chompa cuello alto”	57
Tabla 32. Cursograma de procesos “Camiseta polo drivers”	58
Tabla 33. Valoración del ritmo de trabajo para los operarios	60
Tabla 34. Factor de calificación para todos los procesos productivos de las prendas de vestir	61
Tabla 35. Suplementos para el proceso de corte	61
Tabla 36. Tiempo estándar para los productos de la familia 4 y 5.....	64
Tabla 37. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Chompa drivers abierta”	65
Tabla 38. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Chompa abierta”	65

Tabla 39. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Chompa de cuello alto”	65
Tabla 40. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Camiseta polo drivers”	66
Tabla 41. Cálculo de muestras para el proceso de corte modelo "Chompa drivers abierta"	66
Tabla 42. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Chompa drivers abierta”	67
Tabla 43. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Chompa abierta”	68
Tabla 44. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Chompa cuello alto”	68
Tabla 45. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Camiseta polo drivers”	68
Tabla 46. Demanda mensual del año 2024 de los productos de la familia "Chompas"	69
Tabla 47. Análisis de tendencia y estacional de los productos de la familia 4 “Chompas”	70
Tabla 48. Comparación del MAPE de métodos de pronósticos aplicados a la familia "Chompas"	71
Tabla 49. Pronósticos de la demanda "Chompa drivers abierta"	73
Tabla 50. Pronósticos de la demanda "Chompa drivers cerrada"	74
Tabla 51. Pronósticos de la demanda "Chompa drivers personalizada"	75
Tabla 52. Pronósticos de la demanda “Chompa abierta”	76
Tabla 53. Pronósticos de la demanda “Chompa cuello alto”	77

Tabla 54. Demanda mensual de los productos de la familia “Camisetas”	78
Tabla 55. Análisis de tendencia y estacionalidad de los productos de la familia 5 “Camisetas”	79
Tabla 56. Comparación del MAPE de métodos de pronósticos aplicados a la familia "Camisetas"	79
Tabla 57. Pronósticos de la demanda “Camiseta polo drivers”	80
Tabla 58. Cálculo de costo de mano de obra	81
Tabla 59. Cálculo de costo por mantener inventario.....	82
Tabla 60. Cálculo de costos por despido.....	83
Tabla 61. Cálculo de costo de contratación	83
Tabla 62. Cálculo de horas extra.....	84
Tabla 63. Costos de subcontratación.....	84
Tabla 64. Demanda agregada para la familia de productos 4 “Chompas”	85
Tabla 65. Datos requeridos para la aplicación de las estrategias de PPA en la familia de productos 4 “Chompas”.....	85
Tabla 66. Tabla resumen de costos para estrategias de PPA para la familia 4 “Chompas”	86
Tabla 67. Cantidad de trabajadores requeridos para el plan 1	86
Tabla 68. Plan 1- coincidir con la demanda para la familia 4 “Chompas”	87
Tabla 69. Demanda promedio al día en unidades para la familia 4 "Chompas"	88
Tabla 70. Demanda promedio al día para la familia 4 "Chompas"	89
Tabla 71. Demanda promedio al día (horas) para la familia 4 “Chompas”	89

Tabla 72. Plan 2 - Nivelar capacidad con inventario y pedidos pendientes para la familia 4 “Chompas”	90
Tabla 73. Plan 3 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral actual para la familia 4 “Chompas”	92
Tabla 74. Plan 4 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral variable para la familia 4 “Chompas”	93
Tabla 75. Descripción de variables para el modelo de programación lineal	95
Tabla 76. Cálculos intermedios para programación lineal – costos para la familia 4 “Chompas”	96
Tabla 77. Cálculos intermedios para programación lineal – unidades para la familia 4 “Chompas”	96
Tabla 78. Resultados obtenidos con programación lineal para la familia 4 "Chompas"	97
Tabla 79. Resumen de costos de la aplicación de las 5 estrategias de PPA para la familia 4 "Chompas"	98
Tabla 80. Demanda agregada para la familia de productos 5 “Camisetas”	99
Tabla 81. Datos requeridos para la aplicación de las estrategias de PPA para la familia 5 “camisetas”	99
Tabla 82. Tabla resumen de costos para estrategias de PPA para la familia 5 “Camisetas”	99
Tabla 83. Plan 1 - Coincidir con la demanda para la familia 5 “camisetas”	100
Tabla 84. Demanda al día para la familia 5 “Camisetas”	101
Tabla 85. Plan 2 - Nivelar capacidad con inventario y pedidos pendientes para la familia 5 “Camisetas”	102
Tabla 86. Producción real mensual para la familia 5 “Camisetas”- Plan 3.....	103

Tabla 87. Plan 3 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral constante para la familia 5 “Camisetas”	104
Tabla 88. Plan 4 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral variable para la familia 5 “Camisetas”	105
Tabla 89. Cálculos intermedios para programación lineal – costos para la familia 5 “Camisetas”	106
Tabla 90. Cálculos intermedios para programación lineal – unidades para la familia 5 “Camisetas”	106
Tabla 91. Resultados obtenidos con programación lineal para la familia 5 "Camisetas"	107
Tabla 92. Resumen de costos de la aplicación de las 5 estrategias de PPA para la familia 5 "Camisetas"	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de registro para tiempos	9
Figura 2. Distribución de t-Student.....	14
Figura 3. Logo de la empresa textil Aubea Bs	32
Figura 4. Organigrama estructural empresa Aubea BS.....	35
Figura 5. Diagrama de flujo Aubea Bs.....	36
Figura 6. Diagrama de flujo del sistema de planificación de producción actual	39
Figura 7. Mapa de procesos empresa textil Aubea Bs	40
Figura 8. Gráfica de análisis ABC	45
Figura 9. Verificación del cronómetro digital.....	49
Figura 10. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo para “Chompa drivers abierta”	73
Figura 11. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo para “Chompa drivers cerrada”	74
Figura 12. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo "Chompa drivers personalizada"	75
Figura 13. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo “Chompa drivers abierta”	76
Figura 14. Pronósticos mediante el método de descomposición multiplicativo con tendencia más estacional “Chompa cuello alto”	77
Figura 15. Pronósticos mediante el método Winters aditivo para la “Camiseta polo drivers”	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Entrevista	114
Anexo B. Muestras iniciales	115
Anexo C. Factor de Desempeño.....	138
Anexo D. Suplementos	140
Anexo E. Estudio de tiempos y movimientos	151
Anexo F. Cálculo de muestras mediante el método estadístico	177

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación se enfocó en un análisis inicial de las deficiencias en planeación productiva en la empresa textil “Aubea Bs”. La cual enfrenta problemas de adaptación a la demanda, incumplimiento de entregas y gestión ineficiente de inventarios debido a métodos manuales de planificación de producción.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar un plan agregado de producción para un mejor manejo de inventarios y optimizar la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado.

La metodología incluyó análisis de demanda 2024 mediante clasificación ABC, seleccionando las familias "Chompas" y "Camisetas" (65,56% de ventas totales), estudio de tiempos para establecer estándares de producción y evaluación de 13 modelos de pronósticos en Minitab, generando información base para desarrollar estrategias de planificación agregada.

El desarrollo del proyecto consistió en diseñar cinco planes agregados de producción con horizonte temporal de 12 meses, utilizando Microsoft Excel e integrando variables operativas como tiempo extra, subcontratación, producción en tiempo normal, gestión de inventarios, pedidos pendientes y administración de personal.

Los resultados demuestran que la estrategia de programación lineal con Solver representa la alternativa óptima desde el punto de vista económico. Esta estrategia mixta integra todas las variables productivas, generando costos totales de \$43.714,11 para "Chompas" y \$30.815,94 para "Camisetas", constituyendo la solución más eficiente para optimizar operaciones y mejorar la competitividad empresarial.

Palabras clave: Estudio de tiempos, tiempo estándar, planificación de producción, pronósticos, tiempo extra, subcontratación, inventario.

ABSTRACT

This research focused on analyzing productive planning deficiencies in the textile company "Aubea Bs". The company faces problems with demand adaptation, delivery non-compliance, and inefficient inventory management due to manual production planning methods.

The objective of this research is to design an aggregate production plan to improve inventory management and optimize response capacity to market demand.

The methodology included 2024 demand analysis through ABC classification, selecting the "Chompas" and "Camisetas" families (65.56% of total sales), time study to establish production standards, and evaluation of 13 forecasting models in Minitab, generating base information to develop aggregate planning strategies.

The project development consisted of designing five aggregate production plans with a 12-month time horizon, using Microsoft Excel and integrating operational variables such as overtime, subcontracting, normal time production, inventory management, backorders, and personnel administration.

The results demonstrate that the linear programming strategy with Solver represents the optimal alternative from an economic standpoint. This mixed strategy integrates all productive variables, generating total costs of \$43.714,11 Gfor "Chompas" and \$30.815,94 for "Camisetas", constituting the most efficient solution to optimize operations and improve business competitiveness.

Keywords: Time study, standard time, production planning, forecasting, overtime, subcontracting, inventory.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA TEXTIL AUBEA BS

1.1.1 Planteamiento del problema

La optimización de los procesos productivos se ha convertido en un factor esencial para la supervivencia empresarial en el contexto económico global actual, caracterizado por una competitividad creciente y una acelerada evolución tecnológica. El desarrollo industrial, tanto en economías avanzadas como emergentes, está estrechamente ligado a una planificación y control de la producción eficientes, aspectos que han experimentado una evolución notable desde la Revolución Industrial hasta la fecha [1]. Esta transformación, impulsada especialmente por los avances posteriores a la Segunda Guerra Mundial, sentó las bases para el surgimiento de metodologías centradas en la optimización de recursos. A pesar de estos progresos, las empresas siguen enfrentando desafíos sustanciales en la gestión de sus procesos. La planificación deficiente puede generar dos escenarios problemáticos: retrasos en la producción que no solo conllevan penalizaciones económicas, sino también la pérdida de clientes, o la producción adelantada que ocasiona costos adicionales de almacenamiento y potenciales riesgos para la seguridad del consumidor [2].

La industria textil es un claro ejemplo de esta problemática, ya que enfrenta el reto constante de mantener su competitividad en un mercado global cada vez más demandante [3]. Este sector es crucial para la economía mundial, debido a su capacidad para generar empleo y promover el desarrollo de cadenas productivas complejas. Con una base sólida histórica y cultural, la industria textil se enfrenta al desafío de optimizar sus procesos operativos, a fin de garantizar su sostenibilidad y eficiencia en un entorno económico cada vez más competitivo [4].

Según el informe Textil and Global Market de Research and Market 2021, la industria textil representa aproximadamente el 2% del Producto Interno Bruto (PIB) global y se

proyecta que alcanzará un valor de \$821.9 mil millones para 2025, con una tasa de crecimiento del 5.9% [5]. Las perspectivas entre 2018 y 2025 también son alentadoras, con un crecimiento anual proyectado del 4.25%, principalmente impulsado por China e India, consolidando aún más la posición dominante de Asia en el mercado textil global [6]. En este escenario, la optimización de recursos y la eficiencia operativa son cruciales para las empresas del sector. La planificación agregada de producción (PPA) emerge como una herramienta clave para garantizar la competitividad, reducir costos y adaptarse a las fluctuaciones del mercado internacional, permitiendo a las empresas responder con agilidad a los desafíos de un entorno en constante cambio.

El sector textil y de confección de Ecuador enfrenta un escenario crítico, evidenciado por una disminución significativa en sus ventas locales. Según la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador (AITE), en enero de 2024, las ventas disminuyeron en USD 16 millones, lo que representa una caída del 19% en comparación con enero de 2019. Además, las ventas de prendas de vestir experimentaron una reducción del 5,5%, es decir, USD 2 millones menos que en el mismo mes del año anterior [7]. Este descenso en las ventas pone de manifiesto los serios retos que enfrentan las empresas del sector, especialmente en lo que respecta a la gestión de la producción, planificación y control de ventas. Los problemas clave que afectan la competitividad del sector incluyen la escasez de materia prima, los tiempos de entrega prolongados y la acumulación de entregas pendientes. Estos factores generan ineficiencias operativas y aumentan los costos, lo que pone a las empresas en riesgo de perder competitividad frente a otras más ágiles y organizadas. Para revertir esta situación y fortalecer la sostenibilidad del sector, es imperativo implementar un plan de producción agregado, esta herramienta estratégica permitirá equilibrar la oferta y la demanda, optimizar el uso de recursos y reducir costos, posicionando a las empresas ecuatorianas como actores más competitivos en el mercado global [8].

Aubea Bs es una empresa textil que se dedica a la confección y comercialización de prendas como pantalones, hoodies, chompas y conjuntos de ropa deportiva. La misma se fundó en el año 1999 bajo una idea de pequeño emprendimiento con proyección comercial a futuro, finalmente consolidándose como empresa en el año 2012. Actualmente se encuentra dirigida por María Beatriz Yugcha Maliza, su planta de

producción está localizada en el cantón Ambato en el sector de la Pichincha Alta entre las calles Cacique Álvarez y Manco Capac.

La empresa de estudio enfrenta una serie de problemas relacionados con la planificación de la producción, destacando principalmente su ineficiente sistema de predicción de ventas, lo que dificulta la correcta anticipación de la demanda de productos. Esta deficiencia, sumada a la acumulación innecesaria de materiales como telas, hilos, elásticos, cierres, entre otros, genera una respuesta lenta ante las fluctuaciones del mercado. Como resultado, la empresa experimenta retrasos en las entregas a los clientes, lo que perjudica tanto la satisfacción del consumidor como la imagen corporativa. Finalmente, esta ineficiencia en la planificación y la incapacidad de adaptarse rápidamente a las variaciones del mercado provocan una pérdida de competitividad frente a otras empresas del sector, limitando el crecimiento potencial de la empresa.

1.2 Antecedentes investigativos

Los avances en el control y planificación de la producción, especialmente en la industria textil, han sido estudiados ampliamente, mostrando mejoras en la productividad y reducción de costos. Los estudios recientes revelan que los sistemas de planificación y control no solo son efectivos, sino que los procesos de fabricación son elementos críticos para la sostenibilidad total de las industrias manufactureras.

La gestión eficiente de la producción en el sector industrial depende de varios elementos clave, como la planificación agregada, los pronósticos de ventas y el control de materiales [9]. El primer elemento permite la optimizar de recursos, reducir costos, adaptarse a la demanda cambiante y un control adecuado de inventarios, factores esenciales para mantener la competitividad en un mercado cada vez más exigente. En este contexto, se desarrolló un modelo de PPA diseñado específicamente para el sector textil, se enfocó en dos objetivos principales: minimizar los costos totales y aumentar la capacidad productiva. Demostrando resultados positivos al reducir los costos un valor de \$3,648.38 y mejorar significativamente la capacidad de fabricación para satisfacer la demanda [10].

Los modelos de pronóstico basados en aprendizaje automático han transformado la planificación de la producción en la industria textil, proporcionando estimaciones más precisas de la demanda futura. Estas técnicas reducen la incertidumbre, optimizan los procesos, disminuyen costos y mejoran la toma de decisiones, aumentando la competitividad. Frente a métodos tradicionales, estas técnicas brindan una mayor precisión, permitiendo ajustar los niveles de producción a la demanda real, lo que a su vez minimiza el desperdicio de materiales y recursos [11].

La implementación de una planificación rigurosa de ventas y operaciones ha permitido a las empresas textiles mejorar notoriamente su eficiencia, eficacia y productividad. Este enfoque se traduce en una gestión más efectiva de la producción, los recursos asociados y el rendimiento operativo. Un estudio realizado en la empresa TEXTILES EDCE S.A. implementó una estrategia integral para PPA, logrando un incremento del 17% en la productividad general, un aumento del 13% en la eficiencia operativa y una mejora del 4% en la eficacia. La aplicación de un plan maestro de producción, junto con un sistema de planificación de materiales consolidó un marco completo para la gestión de producción [12].

La tercerización, aunque comúnmente utilizada en diversos sectores productivos por sus beneficios inmediatos, como la reducción de costos y un enfoque de competencias centrales. Presenta simultáneamente desafíos en la gestión de producción, incluyendo la pérdida de control de procesos críticos y dependencia de proveedores externos. Bajo este panorama de complejidades, un caso práctico de una PYME manufacturera textil en Tungurahua demostró como la implementación de un modelo de PPA permitió abordar estratégicamente las necesidades de externalización parcial. Como resultado, este sistema integrado logró una distribución más eficiente de los recursos productivos, minimizando desperdicios y costos innecesarios. Además, incorporó la flexibilidad operativa para adaptarse a variaciones de demanda sin afectar su producción interna [13].

En Bangladesh, sector destacado en exportaciones de prendas confeccionadas, se adoptaron sistemas integrales de planificación y control productivo. Una investigación evaluó tres estrategias de PPA: satisfacción de requerimientos del inventario final, conservación del inventario actual y plan sin inventario. Los resultados identificaron el plan sin inventario como la alternativa más rentable, generando una mejora

económica del 5,81%, mientras que el primer enfoque demostró superioridad en la gestión de existencias al equilibrar óptimamente la capacidad productiva e inventario [14].

La aplicación de herramientas prácticas de planificación y control de producción a mediano plazo, junto con pronósticos de demanda, también permite ajustar la capacidad productiva y mejorar el uso de recursos e inventarios. En este escenario, Una industria textil en Imbabura implementó el software Forecast para optimizar la planificación de producción. El análisis de requerimientos productivos, niveles de inventario y costos reveló que el plan óptimo, combinando horas extras y subcontratación, alcanzó una eficiencia del 81% y utilizó el 64% de la capacidad productiva. La producción anual se estimó en 18.218 productos textiles, con un error medio absoluto (MAD) de 506 unidades y un error porcentual absoluto medio (MAPE) del 65.84% [15].

La PPA se consolida como una herramienta estratégica para gestionar demanda y recursos productivos. Su principal objetivo radica en equilibrar la capacidad de producción con las necesidades del mercado, optimizando indicadores clave como la eficiencia operativa y la minimización de costos. En este marco, un estudio en Rumah Warna Yogyakarta implementó un sistema para la predicción de demanda futura denominado Sistema Gris, logrando un MAPE del 9,23%. Al evaluar las estrategias de PPA, se compararon horas extras y subcontratación, resultando la primera opción más eficiente, con una diferencia de costos del 35,83% [16].

Investigaciones recientes evidencian cómo la implementación de modelos de PPA en entornos industriales responde eficazmente a problemáticas de planificación productiva y control de inventarios, mitigando sus efectos negativos en el desempeño organizacional. En este entorno, un estudio aplicado en industrias textiles centrado en PPA, con un enfoque en modelos multiproducto y multiperiodo, logrando una reducción de costos totales de hasta el 9%, este resultado se obtuvo mediante la implementación de varios experimentos computacionales para un modelo matemático [17]. Adicionalmente, la literatura especializada destaca que esta metodología facilita un ajuste estratégico de capacidades productivas y de almacenamiento según las necesidades del mercado, frente a enfoques como Just in Time y Lean Manufacturing que promueven la minimización de inventarios, se ha demostrado que la inversión

estratégica en capacidad de almacenamiento genera beneficios tangibles para las organizaciones. Estos hallazgos permiten validar la efectividad de la planeación agregada como herramienta para la optimización del rendimiento organizacional, estableciendo bases sólidas para futuras investigaciones en el área de gestión de operaciones [18].

La planificación de la producción es clave para la eficiencia y competitividad de las empresas, especialmente en el sector industrial. Estudios recientes destacan que una planificación adecuada reduce incertidumbres, costos de almacenamiento y acumulación de inventarios. Además, integra herramientas de pronóstico y control que mejoran la toma de decisiones estratégicas y operativas. Así, los sistemas de planificación permiten a las empresas adaptarse a las fluctuaciones del mercado, asegurando un flujo continuo de operaciones y maximizando la productividad y sostenibilidad empresarial [19].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1. Estudio de tiempos

Es una técnica empleada en la ingeniería industrial, específicamente en el ámbito de la ingeniería de métodos, que consiste en el cronometraje de procesos y actividades productivas[20]. Su objetivo principal es determinar el tiempo que se demora en producir una unidad de producto (tiempo estándar), considerando factores como el ritmo normal de trabajo del operario, las holguras necesarias y los suplementos que contemplan elementos como necesidades, personales, condiciones ambientales y fatiga bajo los cuales se desarrolla el proceso estudiado [22].

a. Pasos para la aplicación de un estudio de tiempos

- ***Comprobación de verificación del equipo a emplear para la toma de tiempos***

En estudio de tiempos, la verificación de instrumentos asegura la precisión de las mediciones a cronometrar durante el análisis de procesos. Para ello, se emplean equipos profesionales de alta exactitud y precisión, garantizando la fiabilidad de los datos recopilados.

Error absoluto promedio

Cálculo que representa la media de las diferencias entre el valor medido con el cronómetro digital y profesional. Se calcula mediante la ecuación 1.

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\sum(|A - B|)}{n} \quad (1)$$

En donde:

ε_{α} : error absoluto promedio

A : Valor de la muestra de tiempo registrada con el cronómetro digital

B : Valor de la muestra de tiempo registrada con el cronómetro profesional (Extech Instruments)

n : Cantidad total de muestras tomadas

Error relativo

Expresa en términos porcentuales el valor del error absoluto promedio, la ecuación 2 permite obtener su valor.

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_{\alpha}}{\bar{X}} * 100\% \quad (2)$$

En donde:

$\bar{X}$: Valor real

Los errores de medición derivan principalmente de dos factores: falencias humanas y equipos no calibrados. Para minimizar estos errores, es importante verificar la calibración de los instrumentos, capacitar correctamente a los operarios, realizar múltiples mediciones para obtener promedios representativos y emplear equipos con tecnología actualizada, entre otras medidas de control metrológico.

• Definición de procesos y las tareas ejecutadas

Para un estudio en campo se necesita analizar que procesos se estudiarán, los mismos contienen tareas específicas que son ejecutadas por operarios especializados. Como referencia ilustrativa, la Tabla 1 presenta un listado detallado de las actividades

secuenciales que conforman el proceso de doblado en una empresa dedicada a la confección textil.

Tabla 1. Ejemplo de lista de actividades para un proceso

Proceso	Actividades
Doblado	Contabilizar las prendas recibidas
	Etiquetar las prendas
	Doblar
	Colocar en fundas plásticas

- ***Cálculo del número de muestras a cronometrar***

En el campo del estudio de tiempos, el cálculo del número de muestras a cronometrar determina la cantidad de observaciones necesarias para obtener un tiempo confiable y estadísticamente válido de una tarea específica. Según los estándares establecidos por General Electric, el tiempo de ciclo constituye la duración para la ejecución de una tarea, constituyéndose como un parámetro referencial para la definición de la cantidad de muestras requeridas. Dicha información se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Número recomendado de ciclos de observación según la General Electric

Tiempo de ciclo (minutos)	Observaciones para realizar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1	30
2	20
4-5	15
5-10	10
10-20	8
20-40	5
40 o más	3

- ***Toma de tiempos***

Para registrar las muestras cronometradas con el instrumento de medición seleccionado (cronómetro) se emplean registros de medición de tiempos, como el que se muestra en la Figura 1.

ESTUDIO DE TIEMPOS																AUBEA BS						
PROCESO: Doblado																HOJA: 11						
PRODUCTO: Chompa cuello alto																REALIZADO POR: Shirley Escobar						
OPERARIO: 4																REVISADO POR: Ing. Dayis Ortiz						
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																FECHA DE INICIO: 30/03/2025						
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																FECHA DE FINALIZACIÓN: 30/04/2025						
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
D01	0.46	0.42	0.41	0.45	0.47	0.44	0.38	0.44	0.49	0.49	0.42	0.47	0.51	0.49	0.38	13.39	0.45	1.3	0.58	0.17	0.68	
D02	0.38	0.46	0.47	0.42	0.61	0.53	0.47	0.49	0.36	0.44	0.43	0.39	0.36	0.34	0.52	46.66	1.56	1.3	2.02	0.17	2.37	
D03	1.51	1.39	1.38	1.28	1.63	1.34	1.83	1.42	1.47	1.67	1.8	1.36	1.73	1.45	1.79	48.16	1.61	1.3	2.09	0.17	2.44	
D04	1.57	1.48	1.52	1.39	1.33	1.76	1.54	1.67	1.58	1.39	1.71	1.63	1.97	1.22	1.59	1772.14	59.07	1.3	76.79	0.17	89.85	
D05	32.57	64.3	52.95	60.38	68.38	57.38	60.3	65.25	61.40	54.86	64.32	52.82	62.43	54.73	65.38	45.44	1.51	1.3	1.97	0.17	2.30	
D06	57.37	65.43	56.46	54.78	65.80	57.45	55.89	53.49	62.23	54.32	65.40	62.14	63.28	59.66	61.09	Total						
	15.46	14.94	17.89	14.86	17.76	13.75	14.74	13.87	11.20	12.49	13.17	12.09	13.89	16.07	14.85	Segundo						
	14.94	15.86	13.94	15.75	16.17	14.96	13.47	12.49	18.76	15.33	16.76	14.08	12.52	15.58	16.09	Minutos						
	1.51	1.47	1.32	1.66	1.52	1.59	1.35	1.53	1.59	1.42	1.66	1.44	1.55	1.48	1.70	Total						
	1.37	1.52	1.63	1.41	1.58	1.33	1.67	1.46	1.60	1.39	1.72	1.89	1.41	1.50	1.19	120.13						
TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD: Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																	Total		Segundo		120.13	

Figura 1. Ejemplo de registro para tiempos

La Figura 1 muestra el registro completo del estudio de tiempos, incluyendo datos informativos como proceso estudiado, producto, operarios ejecutantes, tipo de cronometraje aplicado, responsable del estudio, revisor, número de hoja y de estudio. Adicionalmente, detalla las actividades específicas con sus respectivas muestras cronometradas y todos los cálculos necesarios para la determinación de los tiempos estándar.

- **Cálculo del Tiempo Observado**

Se consideran todos los valores cronometrados para cada actividad del proceso, mediante una sumatoria de las muestras y una división para el valor de estas se determina mediante la ecuación 3 el valor del Tiempo Observado (TO).

$$TO = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3)$$

En donde:

TO: Tiempo Observado

x_i : Valor de tiempo cronometrado de la actividad

n: cantidad total de muestras cronometradas

- **Calificación del factor de desempeño**

El Factor de Desempeño (FD) mediante el sistema de calificación de ritmo de trabajo (Westinghouse System) se constituye como una herramienta cualitativa y cuantitativa para evaluar el rendimiento del operario en la producción. Considerando cuatro factores fundamentales: habilidad técnica, condiciones del entorno laboral,

consistencia en la ejecución de las tareas y nivel de esfuerzo aplicado. La calificación asignada para estos factores está contenida en las Tablas 3,4,5 y 6.

Tabla 3. Calificación del Factor de Desempeño para las condiciones

Valor		Clasificación	Condiciones
+	0,06	A	Ideales
+	0,04	B	Excelentes
+	0,02	C	Buenas
+	0	D	Regulares
-	0,03	E	Aceptables
-	0,07	F	Deficientes

Tabla 4. Calificación del Factor de Desempeño para la consistencia

Valor		Clasificación	Consistencia
+	0,04	A	Perfecta
+	0,03	B	Excelente
+	0,01	C	Buena
+	0	D	Regular
-	0,02	E	Aceptable
-	0,04	F	Deficiente

Tabla 5. Calificación del Factor de Desempeño para la destreza

Valor		Clasificación	Destreza o Habilidad
+	0,15	A1	Extrema
+	0,13	A2	Extrema
+	0,11	B1	Excelente
+	0,08	B2	Excelente
+	0,06	C1	Buena
+	0,03	C2	Buena
+	0	D	Regular
-	0,05	E1	Aceptable
-	0,1	E2	Aceptable
-	0,16	F1	Deficiente
-	0,22	F2	Deficiente

Tabla 6. Calificación del Factor de Desempeño para el esfuerzo

Valor		Clasificación	Esfuerzo o Empeño
+	0,13	A1	Excesivo
+	0,12	A2	Excesivo
+	0,1	B1	Excelente
+	0,08	B2	Excelente
+	0,05	C1	Buena

Valor		Clasificación	Esfuerzo o Empeño
+	0,02	C2	Buena
+	0	D	Regular
-	0,04	E1	Aceptable
-	0,08	E2	Aceptable
-	0,12	F1	Deficiente
-	0,17	F2	Deficiente

Para determinar el valor de este parámetro, se utilizó la ecuación 4

$$FD = 1 + (Habilidad + Esfuerzo + Condiciones + Consistencia) \quad (4)$$

- ***Cálculo del Tiempo Normal***

Corresponde al tiempo requerido para ejecutar una tarea bajo condiciones normales de trabajo, tomando en cuenta la eficiencia y ritmo del operador (Factor de Desempeño). Mediante la ecuación 5 se determinó el valor del Tiempo Normal (TN) para cada actividad.

$$TN = TP * FD \quad (5)$$

En donde:

TN: Tiempo Normal de la actividad

FD: Factor de desempeño

- ***Asignación de suplementos***

Esta métrica establecida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) permite calcular un tiempo estándar fundamentado en las condiciones operativas reales del trabajador, incorporando diversos factores que abarcan desde las características físicas asociadas al género del operario hasta las condiciones del entorno de trabajo.

En la Tabla 7 se detallan los suplementos constante y variables en base al sexo del operario.

Tabla 7. Sistema de suplementos por descanso

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos		
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos		
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	Hombres	Mujeres
<i>A. Suplemento por trabajar de pie</i>	2	4
<i>B. Suplemento por postura anormal</i>		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
<i>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar) Peso levantado [kg]</i>		
2,5	0	1
5	1	2
10	3	4
25	9	20 máx
35,5	22	-
<i>D. Mala iluminación</i>		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
<i>E. Condiciones atmosféricas índice de enfriamiento Kata</i>		
16	0	
14	0	
12	0	
10	3	
8	10	
6	21	
5	31	
4	45	
3	64	
2	100	
<i>F. Concentración intensa</i>		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos precisos o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
<i>G. Ruido</i>		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte, Estridente y fuerte	5	5
<i>H. Tensión mental</i>		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8
<i>I. Monotonía</i>		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
<i>J. Tedio</i>		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo bastante aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

La ecuación 6 se utiliza para obtener el valor total de los suplementos:

$$s = \frac{\text{Suplementos variables} + \text{Suplementos constantes}}{100} \quad (6)$$

En donde:

s: Suplementos

- ***Determinación del tiempo estándar***

El factor presente, determina el tiempo requerido para fabricar una unidad. Durante el cual el operario mantiene un ritmo de trabajo estándar, para completar una tarea específica dentro de un proceso bajo condiciones laborales normales. Mediante la aplicación de la ecuación 7, se establece el valor del tiempo estándar (Ts).

$$Ts = TN * (1 + s) \quad (7)$$

En donde:

Ts: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal

s: Suplementos

- ***Cálculo de muestras requeridas en base a datos estadísticos***

Existen diversas técnicas para el cálculo de la cantidad de muestras necesarias para un proceso, entre estas se encuentran los métodos estadísticos que se basan en parámetros como el nivel de confianza, margen de error y desviación estándar.

El método basado en distribución t-student garantiza la calidad de mediciones cronometradas en base a los criterios de la General Electric. Para la aplicación de esta metodología es necesario determinar el coeficiente de variación de cada actividad dentro del proceso bajo estudio, aplicando la ecuación 8.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (8)$$

En donde:

CV: Coeficiente de variación

σ : desviación estándar

$\bar{X}$: Tiempo promedio de las muestras cronometradas

Una vez identificada la actividad con mayor coeficiente de variación se aplica la ecuación 9 para determinar la cantidad de muestras a cronometrar. Considerando datos comunes como un nivel de confianza del 95%, un 5 % de margen de error y los grados de libertad definidos por el número de muestras cronometradas en el estudio de tiempos.

$$N = \left[\frac{\sigma t}{k\bar{X}} \right]^2 \quad (9)$$

En donde:

N : Cantidad de muestras necesarias

t : Valor t en base a la tabla t-Student

k : Margen de error

$\bar{X}$: Tiempo promedio de las muestras cronometradas

σ : desviación estándar

En la Figura 2 se muestra la tabla de distribución t-Student para el manejo de los grados de libertad.

g.l.	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	0.15838	0.32492	0.50953	0.72654	1.	1.3764	1.9626	3.0777	6.3138	12.706	31.821	63.657
2	0.14213	0.28868	0.44475	0.61721	0.8165	1.0607	1.3862	1.8856	2.92	4.3027	6.9646	9.9248
3	0.1366	0.27667	0.4242	0.58439	0.76489	0.97847	1.2498	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409
4	0.13383	0.27072	0.41416	0.56865	0.7407	0.94096	1.1896	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041
5	0.13218	0.26718	0.40823	0.55943	0.72669	0.91954	1.1558	1.4759	2.015	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.13108	0.26483	0.40431	0.55338	0.71756	0.9057	1.1342	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.13029	0.26317	0.40154	0.54911	0.71114	0.89603	1.1192	1.4149	1.8946	2.3646	2.998	3.4995
8	0.12971	0.26192	0.39947	0.54593	0.70639	0.88889	1.1081	1.3968	1.8595	2.306	2.8965	3.3554
9	0.12925	0.26096	0.39787	0.54348	0.70272	0.8834	1.0997	1.383	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.12889	0.26018	0.39659	0.54153	0.69981	0.87906	1.0931	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.12859	0.25956	0.39555	0.53994	0.69745	0.87553	1.0877	1.3634	1.7959	2.201	2.7181	3.1058
12	0.12835	0.25903	0.39469	0.53862	0.69548	0.87261	1.0832	1.3562	1.7823	2.1788	2.681	3.0545
13	0.12814	0.25859	0.39396	0.5375	0.69383	0.87015	1.0795	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.12796	0.25821	0.39333	0.53655	0.69242	0.86805	1.0763	1.345	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.12781	0.25789	0.39279	0.53573	0.6912	0.86624	1.0735	1.3406	1.7531	2.1314	2.6025	2.9467
16	0.12767	0.2576	0.39232	0.53501	0.69013	0.86467	1.0711	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.12755	0.25735	0.3919	0.53438	0.6892	0.86328	1.069	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.12745	0.25712	0.39153	0.53382	0.68836	0.86205	1.0672	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.12735	0.25692	0.3912	0.53331	0.68762	0.86095	1.0655	1.3277	1.7291	2.093	2.5395	2.8609
20	0.12727	0.25674	0.39091	0.53286	0.68695	0.85996	1.064	1.3253	1.7247	2.086	2.528	2.8453
21	0.12719	0.25658	0.39064	0.53246	0.68635	0.85907	1.0627	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.12712	0.25643	0.39039	0.53208	0.68581	0.85827	1.0614	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.12706	0.2563	0.39017	0.53175	0.68531	0.85753	1.0603	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.127	0.25617	0.38997	0.53144	0.68485	0.85686	1.0593	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969
25	0.12694	0.25606	0.38978	0.53115	0.68443	0.85624	1.0584	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.12689	0.25595	0.38961	0.53089	0.68404	0.85567	1.0575	1.315	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.12685	0.25586	0.38945	0.53065	0.68368	0.85514	1.0567	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707

Figura 2. Distribución de t-Student

1.3.1 Pronóstico de la demanda

Los pronósticos de la demanda son estimaciones del comportamiento futuro de las ventas o requerimientos de los clientes, que determinan la cantidad de productos que se necesitarán en períodos futuros. Su cálculo se fundamenta en el análisis de datos históricos, tendencias de mercado y diversos factores externos como las variaciones estacionales, condiciones económicas y patrones de tendencia del consumo [22].

a. Importancia estratégica del pronóstico en capacidad

La gestión adecuada de la capacidad es crucial para mantener un equilibrio óptimo entre la oferta y la demanda, evitando tanto la sobrecarga como la escasez de recursos. La presencia de faltantes incurre en la pérdida de confiabilidad y participación en el mercado, de manera contraria la capacidad excesiva incurre en elevados costos por mantener el inventario y demás costos asociados.

b. Modelos de pronósticos

Los pronósticos incluyen tanto análisis cualitativo como cuantitativos comprendiendo modelos cualitativos, métodos de serie de tiempo, métodos causales y de simulación.

- ***Modelos cualitativos***

Se emplean en situaciones donde la información histórica es limitada o cuando los factores que influyen en la demanda son cualitativos y difíciles de medir objetivamente. Estos modelos se sustentan en el conocimiento, percepciones y valoraciones de expertos en la materia. Especialmente se emplea la técnica Delphi, la cual obtiene consensos mediante rondas de preguntas a experto anónimos.

- ***Métodos de serie de tiempo***

Este método de pronóstico se utiliza para predecir la demanda futura a partir de datos históricos de demanda, tomando tres opciones a corto, mediano y largo plazo. Los tiempos estimados para cada plazo son menor a tres meses, entre tres meses a dos años y más de dos años respectivamente. Se consideran además varios componentes para este método, tales como: la demanda promedio para el periodo, elementos cíclicos,

elementos estacionales, tendencia, la autocorrelación y variación aleatoria. Se consideran diversos modelos de pronóstico que se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Modelos de pronóstico con serie de tiempo

Modelo	Tipo de datos empleados	Requerimiento de tendencia estacional	Plazo
Análisis de Regresión Lineal	Datos históricos con relaciones causales	No	Corto a mediano
Promedio Móvil Simple	Datos de serie de tiempo	No	Corto
Promedio Móvil Ponderado	Datos de serie de tiempo	No	Corto
Suavización Exponencial Simple	Datos de serie de tiempo	No	Corto
Suavización Exponencial con Tendencia	Datos de serie de tiempo con tendencia	Sí	Corto

- ***Métodos causales***

El pronóstico de la demanda mediante relaciones causales utiliza variables independientes que no dependen directamente del tiempo, sino de factores que influyen en la demanda. Este enfoque se basa en la idea de que un evento o acción provoca una reacción, lo que permite identificar cómo ciertos factores afectan la variable que se desea predecir. Los métodos más comunes utilizados en este tipo de pronóstico incluyen regresión lineal simple y múltiple.

- ***Métodos de simulación***

Los métodos de simulación en pronósticos replican escenarios futuros mediante modelos matemáticos y estadísticos, utilizando datos históricos y variables inciertas. Permiten evaluar diferentes situaciones y su impacto en la demanda o en el comportamiento de un sistema. Son útiles en entornos complejos, donde la incertidumbre y variabilidad de los datos afectan las decisiones.

c. Métricas de pronósticos

- ***Desviación Media Absoluta***

Una de las medidas de exactitud utilizadas es la Desviación Media Absoluta (MAD). Su cálculo se realiza sumando los valores absolutos de todos los errores individuales

de los pronósticos y luego dividiendo el total por la cantidad de errores registrados, tal como se expresa en la ecuación 10.

$$MAD = \frac{\sum |Error\ del\ pronóstico|}{n} \quad (10)$$

En donde:

n = cantidad total de errores

MAD = Desviación Media Absoluta

- ***Error de pronóstico***

La precisión de las previsiones de demanda está directamente relacionada con la exactitud del pronóstico, por lo que cual es necesario calcular el valor de error. Este permite realizar una comparación entre el valor de demanda real y pronosticado mediante la ecuación 11.

$$Error\ de\ pronóstico = valor\ real - valor\ pronóstico \quad (11)$$

- ***Desviación Cuadrática Media (MSD)***

Esta métrica de error de pronóstico mide el promedio de los errores del pronóstico al cuadrado, mediante la exactitud de los valores ajustados de series de tiempo. Su cálculo se puede aplicar mediante la ecuación 12.

$$MSD = \frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (12)$$

Donde:

y_t : Valor pronosticado

$\hat{y}_t$: Valor real

n : Cantidad de datos

- ***Error Porcentual Absoluto Medio***

Por sus siglas (MAPE) el cálculo del Error Porcentual Absoluto Medio resulta de dividir la Desviación Media Absoluta (MAD) para el promedio de la demanda, esto permite estimar el error porcentual del pronóstico, dicha medida se establece en la ecuación 13.

$$MAPE = \frac{MAD}{Promedio\ de\ demanda} \quad (13)$$

1.3.2. Planeación de ventas y operaciones

La planeación de ventas y operaciones es un proceso estratégico que permite a las organizaciones sincronizar su capacidad de producción con las necesidades del mercado, logrando un balance óptimo entre la oferta disponible y la demanda proyectada. Su objetivo principal es garantizar la satisfacción de la demanda mientras optimiza inventarios, costos operativos y recursos empresariales. Este proceso se desarrolla mediante ciclos mensuales de planificación que se estructuran en tres horizontes temporales: corto, mediano y largo plazo [23].

d. Horizontes temporales

A continuación, se presentan los horizontes temporales de planeación de ventas y operaciones:

- ***Corto plazo:*** Abarca desde un día hasta seis meses, enfocándose en decisiones operativas inmediatas.
- ***Mediano plazo:*** Comprende un período de 3 a 18 meses, permitiendo ajustes tácticos en la capacidad productiva.
- ***Largo plazo:*** Se realiza anualmente con un horizonte superior a un año, orientándose a decisiones estratégicas de mayor alcance.

1.3.3 Plan agregado de operaciones

Este tipo de planificación de ventas y operaciones se cumple en un mediano plazo con un horizonte temporal entre 3 a 18 meses, dentro de sus actividades se integra el análisis de demanda y elaboración de pronósticos. La finalidad esencial de esta planificación es consolidar diversos indicadores clave, entre los que destacan los niveles de inventario disponible, los volúmenes de producción y la capacidad de fuerza laboral requerida [23].

a. Indicadores clave

- ***Volumen de producción:*** El índice de producción representa el volumen de productos completados durante un intervalo específico, que puede medirse en periodos horarios o diarios. Este indicador cuantifica la capacidad real de fabricación del sistema productivo.
- ***Capacidad de fuerza laboral requerida:*** Se refiere a la cantidad de operarios que se requieren para el cumplimiento de producción.
- ***Niveles de inventario:*** Es a la cantidad de productos o materias primas que una empresa mantiene en su almacén para satisfacer la demanda proyectada durante un periodo específico, teniendo en cuenta las capacidades de producción y los recursos disponibles. Para el Plan Agregado se consideran el inventario inicial, inventario final, inventario de seguridad e inventario a la mano.
 - **Inventario inicial:** permite calcular las necesidades de producción y determinar las compras necesarias para satisfacer la demanda futura.
 - **Inventario final:** Representa la cantidad de productos disponibles al final de un periodo determinado. Su cálculo depende de la estrategia de planificación de la producción adoptada.
 - **Inventario de seguridad:** Es la cantidad adicional de productos almacenados para reducir el riesgo asociado a la variabilidad de la demanda y los tiempos de suministro.
 - **Inventario a la mano:** Se establece comparando el inventario actual con el inventario no utilizado del periodo anterior, lo que permite conocer el nivel de existencias disponible.

1.3.4 Estrategias de planeación agregada de la producción

Para aplicar las distintas estrategias de planificación agregada se consideran diversos factores los cuales varían de acuerdo con cada tipo de modelo, pudiendo considerarse mano de obra estable y variable, fuerza de trabajo constante, horas de trabajo y acumulación de pedidos. Las 4 estrategias comprenden estrategias de ajuste, subcontratación, nivel y mano de obra estable con horas de trabajo variables [23].

a. Ajuste

Esta estrategia se enfoca en alinear la cantidad de pedidos contratados con la capacidad de producción, ajustando los niveles de mano de obra en función de la demanda. Además, considera la reducción de personal según la cantidad de pedidos recibidos.

b. Subcontratación

Se ajusta la capacidad de producción en base a la toma de decisión de subcontratar o no en base a la variabilidad y requerimientos de la demanda.

c. Nivel

Esta estrategia se basa en mantener una producción constante con la misma cantidad de operarios durante todo el horizonte de planeación. En lugar de modificar la fuerza laboral, las fluctuaciones de la demanda se gestionan principalmente a través de niveles de inventario, absorbiendo las variaciones de escasez o exceso de productos.

d. Mano de obra estable con horas de trabajo variables

En esta estrategia, el número de operarios se mantiene constante durante todo el periodo de planificación, mientras que las horas de trabajo se ajustan según la variabilidad de la demanda. Si la demanda aumenta, se incrementan las horas de trabajo, y si disminuye, las horas de trabajo se reducen en consecuencia. Este enfoque permite adaptar la carga de trabajo a las fluctuaciones de la demanda sin necesidad de contratar o despedir personal, lo que contribuye a mantener la estabilidad laboral.

1.3.5 Costos relevantes en planeación agregada

Para calcular el valor óptimo del plan agregado, se utilizan diversos componentes que deben expresarse en términos económicos. Se toman en cuenta principalmente cuatro grupos de costos: los costos básicos de producción, los costos por mantener inventario, los costos derivados de faltantes y los costos asociados a los cambios en el índice de producción. A continuación, se da un detalle de cada grupo de costos.

a. Costos básicos de producción

El costo de producción se compone de dos elementos fundamentales: costos fijos, que permanecen constantes independientemente del volumen de producción, y costos variables, que fluctúan en proporción directa al nivel de producción. Se pueden incluir costo de mano de obra directa e indirecta.

- ***Costo de mano de obra***

Es el costo mensual que cubre el salario de un operario, incluyendo todos los beneficios que establece la ley según el Código de Trabajo, Además, se incluye la décimo tercera remuneración, décimo cuarta remuneración, aporte patronal al IESS y fondo de reserva.

Salario Básico Unificado

Según el Acuerdo Ministerial Nro. MTD-2024-300, el Salario Básico Unificado (SBU) incrementó un 2,174% frente al año 2024, fijándose un valor de \$ 470 para el año 2025 [24].

Décimo tercera remuneración

La decimotercera tercera remuneración se basa en los artículos 111 del “Código de Trabajo”, que garantiza el derecho del operario a recibir esta bonificación. Por lo general, se paga de forma acumulada y debe cancelarse hasta el 24 de diciembre de cada año [25]. Este valor se determina mediante la ecuación 14.

$$\text{Décimotercera remuneración} = \frac{\text{Total generado en el periodo}}{12} \quad (14)$$

Décimo cuarta remuneración

Para los trabajadores ubicados en las regiones Sierra y Amazonía, esta bonificación se paga una vez al año con una fecha límite de pago (15 agosto). Esta disposición se respalda en el artículo 113 del “Código de Trabajo”[25]. El monto por recibir corresponde a \$470, cantidad fija independiente del nivel salarial del empleado.

Aporte personal al IESS

Porcentaje que cada empleador (patrón) tiene por obligación aportar mensualmente el 11,15% de un SBU al Instituto de Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). Este porcentaje cubre beneficios como atención médica, pensiones de jubilación, accidentes laborales y enfermedades profesionales. Su valor se calcula mediante la ecuación 16. Su fundamentación jurídica se establece mediante la “Resolución C.D. 516 IESS” [21].

$$\text{Aporte personal} = \text{Salario mensual} * 11,15\% \quad (16)$$

Fondo de reserva

El beneficio del fondo de reserva (8,33% del SBU) se paga tras doce meses de trabajo continuo. Su fundamento jurídico se establece en el Artículo 196 del “Código de trabajo”[25]. Su cálculo emplea la ecuación 17.

$$\text{Aporte personal} = \text{Salario mensual} * 8,33\% \quad (17)$$

- ***Costo de horas extra***

Según el Código de Trabajo vigente en Ecuador mediante el Artículo 55 establece que las horas extras tienen un recargo del 100% sobre el valor hora ordinario, limitándose a un máximo de 4 horas diarias [25]. El costo de hora extra se determina con la ecuación 19.

$$\text{Hora Extra} = \frac{\text{Salario mensual}}{240} * 2 \quad (19)$$

- ***Costo de subcontratación***

El costo de subcontratación es un valor que las empresas asumen cuando necesitan apoyo para actividades que no pueden completar con sus propios recursos o procesos internos con la finalidad de cumplir con sus requerimientos de producción.

- b. Costos por mantener inventario***

Este tipo de costo incluye aquellos elementos necesarios para disponer de inventario dentro de almacenamiento. En la Tabla 9 se muestra a detalle la categorización de costos y el porcentaje en relación con el valor del inventario.

Tabla 9. Determinación de los costos de mantener inventario [22]

Categoría	Detalle	Costo (y rango) como porcentaje del valor del inventario
Costos de edificio	Renta o depreciación del edificio, costos de operación, impuestos, seguros.	6% (3-10%)
Costo por manejo de materiales	Renta o depreciación del equipo, energía, costo de operación.	3% (1-3,5%)
Costo por mano de obra	Recepción, almacenamiento, seguridad.	3% (3-5%)
Costo de inversión	Costos de préstamos, impuestos y seguros del inventario.	11% (6-24%)
Robo, daño y obsolescencia	En industrias de cambio rápido como las computadoras personales y teléfonos celulares.	3% (2-5%)
Costos globales por manejo		26%

c. Costos por faltantes

En la planificación agregada de producción se refieren a los gastos asociados con la incapacidad de satisfacer la demanda de los clientes debido a la falta de productos en inventario. Estos costos pueden incluir la pérdida de ventas, la disminución de la satisfacción del cliente, posibles penalizaciones por incumplimiento de plazos de entrega y la pérdida de fidelidad de los clientes.

d. Costos por cambios de índice de producción

Se incluyen los costos por contratar, despedir y capacitar al personal, se considera la décimo tercera remuneración, décimo cuarta remuneración, equipos de protección personal, entre otros.

- Costo de contratación***

Es un valor monetario que la empresa invierte para la incorporación de un nuevo trabajador a su equipo de trabajo, incluyendo todas las actividades requeridas durante el proceso de contratación. Para su cálculo se aplicó la ecuación 19.

$$\begin{aligned}
 CC = & \\
 & \text{costo de uniformes} + \text{costo de materiales de trabajo} \\
 & + \text{costo de equipos de protección personal} \\
 & + \text{costo de capacitación}
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

Donde

CC: Costo de contratación

- *Costo de despido*

Es el valor monetario que la empresa adquiere cuando requiere despedir a un trabajador, de acuerdo con el “Código del Trabajo” en el artículo 169 se establecen varias causas para despedir a un trabajador como acuerdo de las partes, conclusión del contrato, muerte, incapacidad, entre otros.

En estrategias de PPA se recomienda emplear un despido por acuerdo de las partes, además de considerar el desahucio. Para estimar su costo en la ecuación 20 se consideran varios componentes como la décimo tercera y décimo cuarta remuneración, pago por vacaciones y desahucio. Su fundamentación jurídica se establece en el “Código de trabajo”.

$$CD = \text{décimo tercera remuneración} + \text{décimo cuarta remuneración} + \text{pago por vacaciones} + \text{desahucio} \quad (20)$$

Los detalles del cálculo de la décimo tercera y décimo cuarta remuneración se detallaron en las ecuaciones 10 y 11 respectivamente. Mediante la ecuación 21 se establece el pago por vacaciones con base jurídica en el artículo 71 del referente legal establecido.

$$Vacaciones = \frac{\text{Salario mensual}}{24} * \text{días de vacaciones} \quad (21)$$

Finalmente se considera la bonificación por desahucio, mediante el artículo 185 del referente legal expuesto inicialmente. Indicando que corresponde a un (25%) de la última remuneración recibida en el mes. Aplicando la ecuación 22 se determina este valor.

$$\text{Desahucio} = \text{Salario mensual} * 25\% \quad (22)$$

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar un plan agregado de producción para la empresa textil Aubea Bs.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso actual de planificación de la producción de la empresa textil Aubea Bs para la obtención de datos iniciales.
- Pronosticar la demanda de las prendas deportivas identificando tendencias futuras.
- Aplicar las técnicas de planeación agregada para la selección del mejor plan agregado de producción.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Materiales

La Tabla 10 contiene el listado de los materiales empleados en el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 10. Listado de materiales empleados

Materiales/ Software	Descripción	Gráfico
Teléfono celular	Dispositivo electrónico empleado para la grabación de notas de voz durante la entrevista inicial.	
Computador	Máquina electrónica que permitió el procesamiento de toda la información requerida para el desarrollo del proyecto de investigación.	
Microsoft Word	Software empleado para la elaboración del informe (Anexo A) de proyecto de investigación.	
Microsoft Excel	Software de cálculo empleado para el análisis de históricos de venta, clasificación ABC, pronósticos y estrategias de planes agregados de producción.	
Lucidchart	Software de diagramación que permitió la elaboración del flujograma y mapa de procesos.	
Minitab	Software de análisis de datos empleado para el cálculo de pronósticos de la demanda.	

El uso de distintos dispositivos electrónicos, software de cálculo, diseño y edición de texto han contribuido al desarrollo del proyecto de investigación, permitiendo la aplicación, procesamiento y análisis de la información recopilada mediante las técnicas e instrumentos necesarios.

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de la investigación

El proyecto de investigación adoptó un enfoque cuali-cuantitativo, centrándose en la recopilación, análisis y procesamiento de datos numéricos para el diseño de los distintos planes de producción agregada. En el marco del enfoque cualitativo, se desarrolló una entrevista inicial dirigida al auxiliar administrativo para la obtención de datos base que complementaron el análisis inicial de la planificación de producción. En cuanto al enfoque cuantitativo se desarrolló un análisis ABC por familias de productos, pronósticos de la demanda de los productos de las familias “chompas” y “camisetas”, determinación de costos asociado a los planeas agregados y diseño de estrategias de PPA.

a. Investigación Bibliográfica-Documental

El desarrollo del proyecto de investigación inició con una fase de investigación bibliográfico-documental, la cual se apoyó en diversas fuentes académicas y científicas. La recopilación de información abarcó repositorios institucionales de universidades ecuatorianas, destacando los de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

La revisión literaria se complementó con obras especializadas de reconocidos autores en gestión de operaciones, como Heizer y Chase, y se enriqueció mediante la consulta de artículos científicos en bases de datos indexadas de prestigio internacional, incluyendo Scopus, SciELO e IEEE Xplore. Bajo este enfoque metodológico, se construyó un marco conceptual sólido y se estableció las bases para el diseño de las estrategias de planeación agregada.

b. Investigación aplicada

A través de la investigación aplicada, el aporte teórico en relación con la planeación agregada de producción ha contribuido al desarrollo del proyecto de investigación, facilitando el cumplimiento de los objetivos establecidos. Su aplicación resultó clave en cada una de las etapas de diseño de los planes de producción. La revisión de la literatura existente permitió implementar de manera sistemática los pasos necesarios, comenzando con un diagnóstico inicial que evaluó aspectos como el tiempo de procesamiento por unidad por producto, los históricos de ventas, los recursos disponibles y las limitaciones asociadas a la planificación.

En la siguiente etapa, mediante la aplicación de métodos cuantitativos, se realizó el pronóstico de demanda futura, analizando tendencias y variables externas. Siguiendo con la identificación de las estrategias de PPA, considerando factores como mano de obra, inventario, horas extra, fuerza de trabajo y subcontratación. La fase final comprendió el diseño de las distintas alternativas de los planes, evaluando sus costos y beneficios para la selección de la estrategia óptima.

c. Investigación de campo

Se aplicó una investigación de campo mediante visitas programadas a la empresa, iniciando con la recopilación de toda la información asociada al sistema actual de planificación mediante la aplicación de una entrevista, adicionalmente mediante observación directa a los procesos productivos se tomó los tiempos necesarios para el estudio y obtención de datos para los planes agregados.

Además, se obtuvo los históricos de ventas para el periodo enero-diciembre del año 2024 para su procesamiento mediante la herramienta ABC y la elaboración de pronósticos de demanda. En cuanto a los datos de las estrategias de PPA se recolectó datos como los días laborales, horas de trabajo por jornada diaria y costos asociados, incluyendo costos de contratación, despido, horas extra, mano de obra, subcontratación y mantenimiento de inventario, aportando al desarrollo de las estrategias de planeación agregada y la selección del modelo óptimo en base a una perspectiva económica.

2.2.2. Población y muestra

La investigación consideró como población de estudio al personal encargado del área de producción, conformado por auxiliar administrativo y 3 operarios. Los cuales brindaron la información necesaria para el desarrollo de la investigación en cuanto a la fase de análisis actual de planificación de producción mediante una entrevista y demás datos requeridos para el capítulo de resultados en cuanto a las estrategias de PPA.

2.2.3. Recolección de información

Para la obtención de información se emplearon distintas técnicas y herramientas que contribuyeron al cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación, las mismas se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Técnicas y herramientas utilizadas

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades	Técnica	Instrumento
Diseñar un plan agregado de producción para la empresa textil Aubea Bs.	Analizar el proceso actual de planificación de la producción de la empresa textil Aubea Bs para la obtención de datos iniciales.	Recolectar información inicial con el auxiliar administrativo.	Entrevista formal	Registro de entrevista
		Identificar el proceso actual de planificación de producción.	Observación e Investigación de campo	Flujograma Mapa de procesos
		Obtener los históricos de ventas de todos los productos.	Investigación de campo Análisis documental	Base de datos interna
		Asociar en familias de productos.	Análisis documental	Plantilla de análisis de demanda
		Clasificar las familias de productos empresa utilizando un análisis ABC.	Análisis documental	Tabla de registro ABC
		Describir los procesos productivos y sus actividades	Observación de campo Análisis documental	Cursograma analítico de procesos
		Realizar un estudio de tiempos y movimientos.	Observación de campo	Hojas de registro de observaciones Plantilla de cálculo de estudio de tiempos

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades	Técnica	Instrumento
	Pronosticar la demanda de las prendas deportivas identificando tendencias futuras.	Analizar el histórico de ventas.	Análisis documental	Base de datos interna
		Aplicar los métodos de pronóstico para estimar la demanda.	Análisis documental	Ficha de registro de pronósticos
		Determinar el nivel de error del pronóstico.	Análisis documental	Ficha de registro de pronósticos
		Seleccionar el modelo de pronóstico en base al valor MAPE.	Análisis documental	Matriz de comparación
	Aplicar las técnicas de planeación agregada para la selección del mejor plan agregado de producción.	Estimar los costos asociados a las estrategias de planeación agregada.	Observación e Investigación de campo Análisis documental	Tabla de registro de costos
		Aplicar las estrategias de planificación agregada de la producción.	Análisis documental	Fichas de estrategias de Planeación Agregada de la Producción
		Calcular el costo óptimo de las estrategias.	Análisis documental	Fichas de estrategias de Planeación Agregada de la Producción
		Aplicar un modelo de programación lineal para las estrategias de PPA.	Observación e Investigación de campo Análisis documental	Plantilla de programación lineal

a. Entrevista

La entrevista, detallada en el Anexo A, se llevó a cabo mediante una técnica de recolección de información en la que se formularon una serie de preguntas al auxiliar administrativo de Aubea Bs. Con el objetivo de analizar la situación actual del sistema empleado para planificación de producción, recabando información relevante sobre los desafíos, problemáticas, herramientas, metodologías y períodos de planificación empleados por la empresa.

2.2.4. Procesamiento y análisis de datos

- Análisis de la situación actual de planificación de producción de la empresa mediante la aplicación de una entrevista al auxiliar administrativo para conocer los

desafíos actuales de planificación, períodos empleados, metodologías y herramientas para una evaluación inicial del sistema de planificación empleado.

- Obtención de históricos de demanda de los diferentes tipos de prendas deportivas que ofrece la empresa para el año 2024 desde el mes de enero hasta diciembre.
- Asociar en familias de productos todas las prendas deportivas de acuerdo con el tiempo de fabricación y el tipo de material empleado.
- Clasificación de la familia de productos mediante un análisis ABC según su importancia, identificando las familias 4 “Chompas” y 5 “Camisetas” que representaron el mayor porcentaje de ventas, empleando Microsoft Excel.
- Pronosticar la demanda con Minitab a partir de los datos históricos de demanda de las dos familias de productos seleccionadas.
- Determinación del nivel de error del modelo de pronóstico seleccionado, empleando Minitab.
- Recolección y análisis de datos como pronósticos, horas de trabajo al día, días laborales, cantidad de trabajadores y costos asociados a los diversos planes de producción agregada.
- Diseño de los distintos planes de producción agregada.
- Selección del plan óptimo que mostró un costo menor.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción de la empresa

3.1.1. Historia

Aubea Bs es una empresa del sector textil, nació en 1999 en medio de un contexto económico adverso del país. Lo que comenzó como un emprendimiento impulsado por las necesidades del mercado, sustentado en conocimientos artesanales y experiencia empírica más que en una formación empresarial formal.

Se consolidó como una empresa de fabricación y distribución de prendas de vestir en el año 2012 bajo la dirección de María Beatriz Yugcha Maliza. Su catálogo actual comprende de cuatro líneas de producción distintivas: “deportiva”, “basic y urbana”, “racing”, y “exclusividad”. La comercialización de sus productos se realiza a través de una red de distribución mayorista que abarca mercados locales y nacionales que facilitan la llegada de los productos al consumidor final.



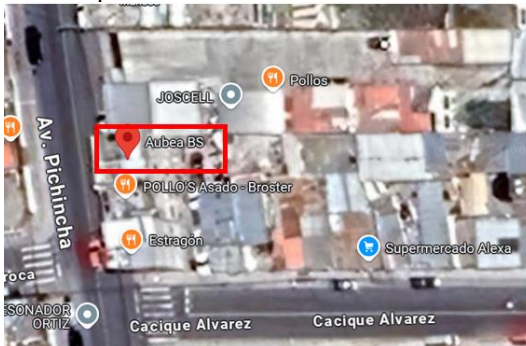
Figura 3. Logo de la empresa textil Aubea Bs

3.1.2. Información general

En la Tabla 12 se muestran datos informativos sobre la empresa de estudio y su actividad económica.

Tabla 12. Información general Aubea Bs

Datos generales			
Sector	Textil	Razón Social	Maria Batríz Yucha Maliza
País	Ecuador	Nombre Comercial	Aubea.bs
Cantón	Ambato	Email	aubea.bs@hotmail.com
Actividad económica	Fabricación de prendas de vestir de telas tejidas, telas no tejidas, entre otras, para hombres, mujeres y niños. Venta al por mayor de prendas de vestir para hombres, mujeres y niños.		

Datos generales	
Ubicación	Aubea Bs se ubica en el sector Pichincha Alta de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Específicamente, entre las calles Cacique Álvarez y Manco Capac. En la siguiente figura se observa la ubicación vía satélite de la empresa. 

3.1.3. Descripción estratégica de la empresa

Aubea Bs es una empresa textil especializada en la producción y distribución de prendas de vestir, con un fuerte compromiso con la innovación, la calidad y la satisfacción del cliente. Su estrategia se enfoca en consolidarse como un referente en el mercado textil, abordando sus debilidades internas, potenciando sus fortalezas y aprovechando las oportunidades para lograr un crecimiento sostenible. La empresa cuenta con una estructura organizacional claramente definida a través de un organigrama, una misión que establece su propósito, una visión que marca su proyección a futuro y un análisis FODA que permite identificar sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, orientando así su planificación estratégica.

a. Misión

El propósito de Aubea Bs se centra en “ofrecer prendas de vestir que cumplan con las exigencias y brinden comodidad a nuestros clientes a precios cómodos potenciando la innovación y satisfacción del cliente”.

b. Visión

La empresa textil tiene como proyección “ser una empresa líder y reconocida en la distribución a nivel nacional que puede ofrecer calidad a un precio competitivo e innovación continua”.

c. Matriz FODA

La Tabla 13 presenta la matriz FODA de Aubea Bs, detallando los factores internos y externos que impactan su desempeño.

Tabla 13. Matriz FODA

Fortalezas	Oportunidades
• Cuenta con financiamiento propio. • Cuenta con maquinaria para trabajos especializados. • Locales comerciales en mercados mayoristas. • Precios competitivos en el mercado. • Líneas diferentes de moda (deportiva, basic y urbana, racing, exclusividad) y diversidad de modelos dentro de cada línea.	• Tratados de libre comercio que tiene Ecuador. • Innovación de los proveedores en nuevos colores, tela o insumos para la confección. • Crecimiento del sector textil. • Eventos para la integración textil. • Alianzas estratégicas con distribuidores nacionales mayoristas.
Debilidades	Amenazas
• Falta de comunicación entre departamentos y personal externo. • Carece de publicidad continua y labores de marketing. • Falta de control de inventario. • Falta de planes estratégicos a mediano y largo plazo. • Atrasos en la producción.	• Competencia desleal y precios por debajo del mercado. • Altos pagos en impuestos (Renta, IVA, Retenciones, IESS, Patentes). • Economía del país inestable. • Guerras o conflictos internacionales que retrasen las importaciones.

Respecto al análisis FODA, se destacan dos problemas críticos relacionados con el sistema actual de planificación de producción. En cuanto a las debilidades, en primer lugar, se menciona la falta de control de inventario debido a los costos elevados asociados con la implementación de un sistema adecuado, lo cual afecta negativamente la precisión del seguimiento de stock tanto de productos terminados como de materiales. En segundo lugar, se identifican los retrasos en la producción provocados por la priorización de pedidos urgentes y deficiencias en el sistema de abastecimiento de materiales, los cuales interfieren con la planificación establecida.

d. Organigrama empresarial

El organigrama de Aubea Bs detallado en la Figura 4 refleja una estructura organizacional con áreas definidas como gerencia, producción, marketing, finanzas y diseño gráfico.

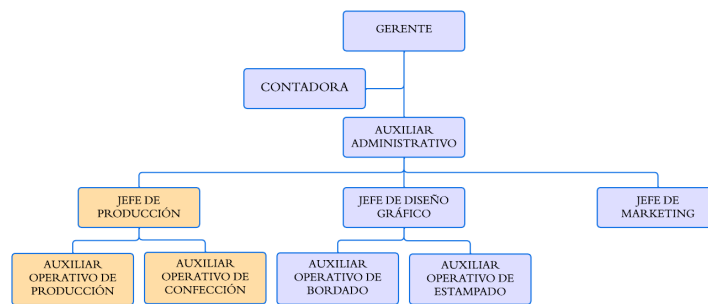


Figura 4. Organigrama estructural empresa Aubea BS

El estudio se desarrolló en el área de producción, la cual opera bajo una estructura jerárquica definida. Encabezada por un jefe de producción apoyado de auxiliares y personal operativo, coordinan el desarrollo de productos alineados con las expectativas del cliente.

3.1.4. Análisis e interpretación de la entrevista

A través de la entrevista realizada al auxiliar administrativo de la empresa Aubea Bs detallada en el Anexo A, se identificó la falta de un sistema formal de planificación de producción. Actualmente, la operación se basa en un manejo empírico de pedidos y no cuenta con una gestión de inventarios, lo que ocasiona retrasos en la producción. En adición, la planificación se limita al uso de hojas de cálculo y cuadernos de notas para el registro de pedidos y ventas, evidenciando la ausencia de herramientas y metodologías específicas que permitan mejorar la capacidad de previsión de la demanda. Esta situación se agrava con el frecuente incumplimiento de plazos de entrega, consecuencia directa de los periodos variables de planificación y la gestión reactiva de retrasos, donde se priorizan pedidos urgentes y se redistribuye los recursos improvisadamente, generando una sobrecarga para el personal operativo del área de producción. Según los hallazgos, se requiere un sistema de planificación de producción que proyecte las cantidades necesarias, considerando capacidad instalada y demanda, para resolver los problemas identificados en la entrevista.

3.1.5. Flujograma de producción

En el diagrama de flujo contenido en la Figura 5 se detalla el proceso actual de producción de las distintas prendas de vestir de la empresa Aubea Bs.

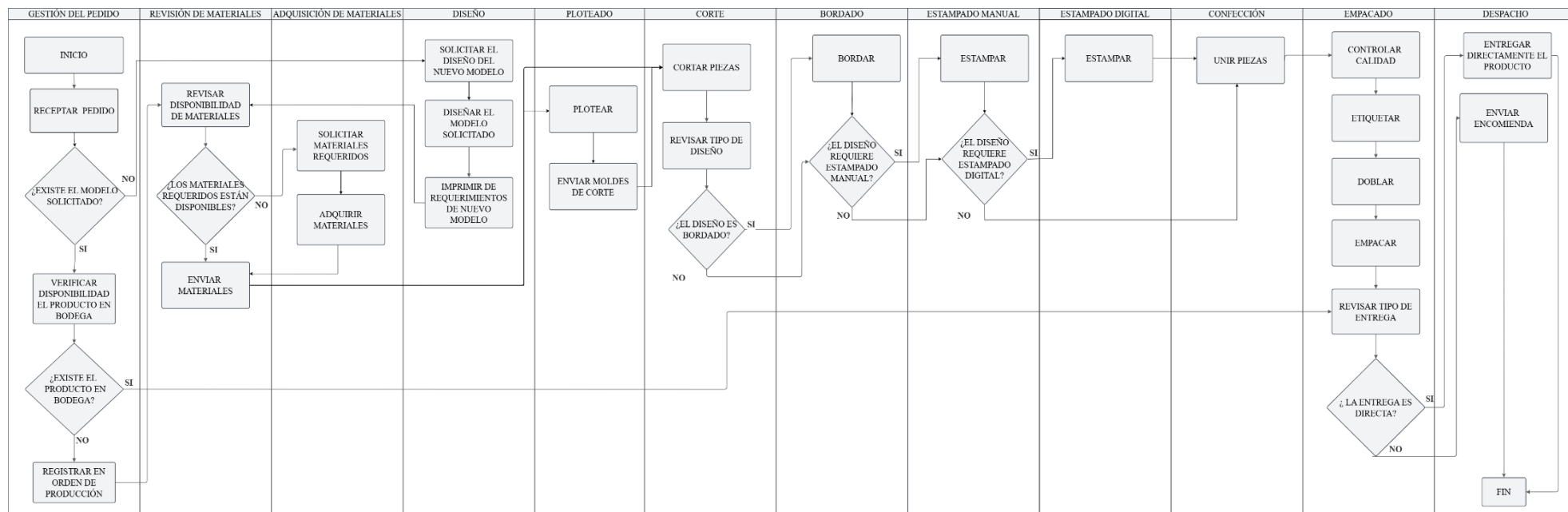
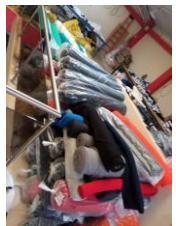
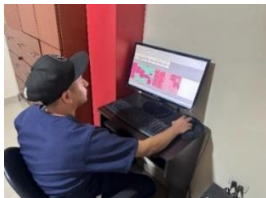


Figura 5. Diagrama de flujo Aubea Bs

De manera general en la Tabla 14 se presenta una descripción de los procesos incluidos en el diagrama de flujo presentado en la Figura 4:

Tabla 14. Descripción de los procesos de Aubea Bs

Descripción de los procesos	Gráfico
Gestión del pedido: El proceso comienza con la recepción de pedidos de clientes externos a través de WhatsApp. La gestión contempla dos escenarios distintos: por un lado, pedidos de productos ya existentes en el catálogo y, por otro lado, solicitudes de nuevos modelos que requieren iniciar su correspondiente proceso de diseño.	
Revisión de materiales: Consiste en verificar la disponibilidad de todos los materiales requeridos para la confección, tales como telas de algodón, tela rib, forros, cierres, hilos, papel de plotter, DTF, entre otros insumos. Garantizando su stock antes de comenzar la producción de las prendas solicitadas.	
Adquisición de materiales: Al identificar faltantes en inventario de materiales de confección, se activa el proceso de adquisición mediante una solicitud formal de compra dirigida a los proveedores previamente calificados por la empresa. Este procedimiento asegura el abastecimiento oportuno de todos los materiales necesarios para la confección.	
Diseño: Al recibir una solicitud para nuevos productos, se inicia el proceso de diseño que comprende la creación de moldes para corte, estampado y bordado según las especificaciones del modelo. Tras la elaboración y evaluación de una muestra inicial, se empieza la producción de la nueva prenda de vestir.	
Ploteado: Este proceso se centra en la optimización textil mediante un sistema de patronaje digital (CAD) que ejecuta un análisis geométrico de los componentes de corte de la prenda y calcula su disposición óptima sobre el tejido, minimizando el desperdicio de material.	
Corte: El personal operativo recepta los materiales textiles, incluyendo telas y forros, para luego proceder con el corte de piezas mediante la utilización de moldes diseñados específicamente para cada tipo de prenda solicitada, asegurando así el cumplimiento de corte exacto según el modelo solicitado en la gestión del pedido.	

Descripción de los procesos	Gráfico
Bordado: El proceso comienza al ajustar la pieza de corte en el aro de bordar (tambor), que posteriormente se coloca en la máquina bordadora. Continuamente, se transfiere el archivo digital a la máquina bordadora multicabezal de quince hilos y se activa el sistema de control numérico, iniciando así la secuencia automatizada de bordado.	
Estampado manual: El técnico en serigrafía opera una máquina multibrazos rotativa (pulpo de estampado), en este proceso se aplica manualmente la tinta sobre las láminas de estampado para transferir con precisión la forma y los detalles específicos del diseño solicitado para la prenda.	
Estampado digital: Antes de este proceso, las piezas de la prenda deben serigrafarse manualmente para aplicar los complementos de diseño mediante estampado digital, utilizando una prensa térmica industrial. Integrando el estampado manual y digital para un acabado superior, garantizando una superficie lisa y agradable al tacto que aumenta el valor del producto final.	
Confección: Este proceso es ejecutado por un equipo de costureras, quienes se encargan de unir las piezas cortadas y los diferentes materiales de confección para dar forma a la prenda, siguiendo las especificaciones del diseño.	
Empacado: Inicialmente se inspecciona la calidad de las prendas de vestir, revisando aspectos como la integridad de las costuras, detalles de acabado, entre otros. Se colocan las etiquetas con información de marca, talla y composición. Las prendas son dobladas y empacadas individualmente en fundas plásticas, asegurando su protección para su distribución.	
Despacho: La distribución del producto final contempla dos modalidades de entrega. La primera modalidad está dirigida a mercados mayoristas, donde el consumidor recibe directamente el pedido en sus instalaciones. La segunda modalidad atiende a clientes que requieren el envío de productos mediante servicios de encomienda.	

3.1.6. Flujograma del sistema de planificación de producción actual

La planificación de producción de la empresa se representa gráficamente en el diagrama de flujo de la Figura 6.

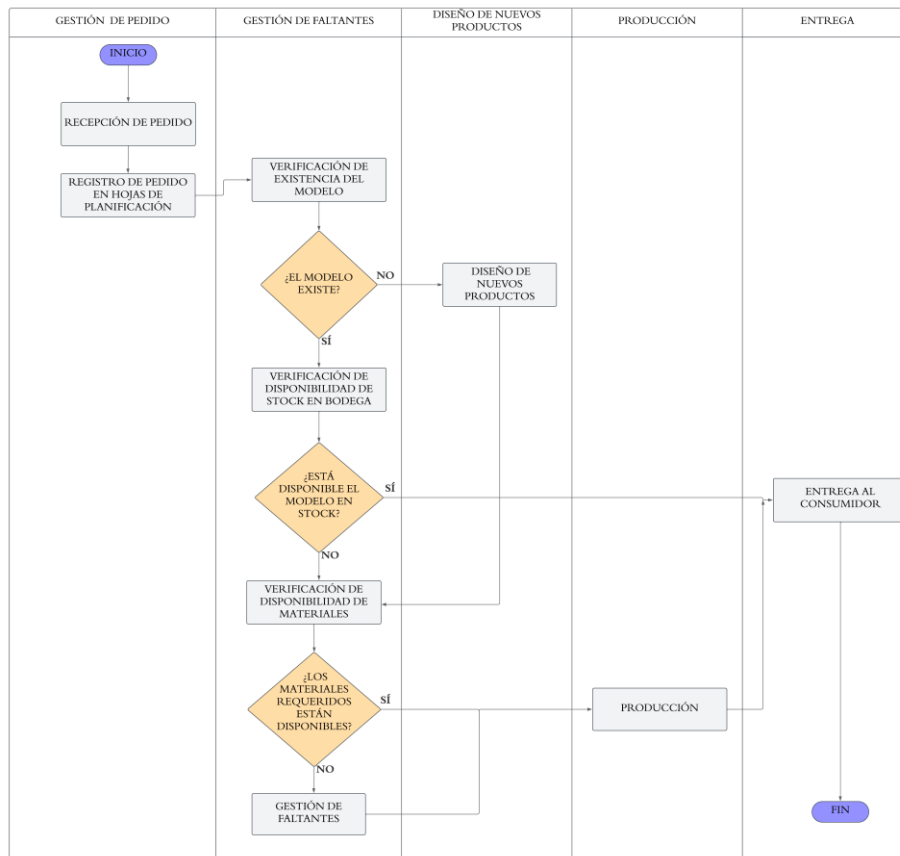


Figura 6. Diagrama de flujo del sistema de planificación de producción actual

El proceso actual de planificación de producción en Aubea Bs se basa en verificar la disponibilidad de modelos y materiales para decidir si activar el diseño de un nuevo modelo. El flujo de trabajo comienza con el registro del pedido en las hojas de planificación de producción, seguido de la revisión del modelo solicitado, el stock en bodega y los materiales necesarios, con el fin de evitar sobreproducción o faltantes, asegurando la disponibilidad de recursos antes de iniciar la producción. No obstante, la empresa utiliza una metodología básica, careciendo de un sistema sólido y herramientas adecuadas para pronósticos de demanda, determinación de capacidad, estimación de costos y ejecución efectiva de estrategias de planificación de producción.

3.1.7. Mapa de procesos

En la Figura 7 el mapa de procesos organiza las operaciones de la empresa en tres niveles: estratégico, operativo y soporte.

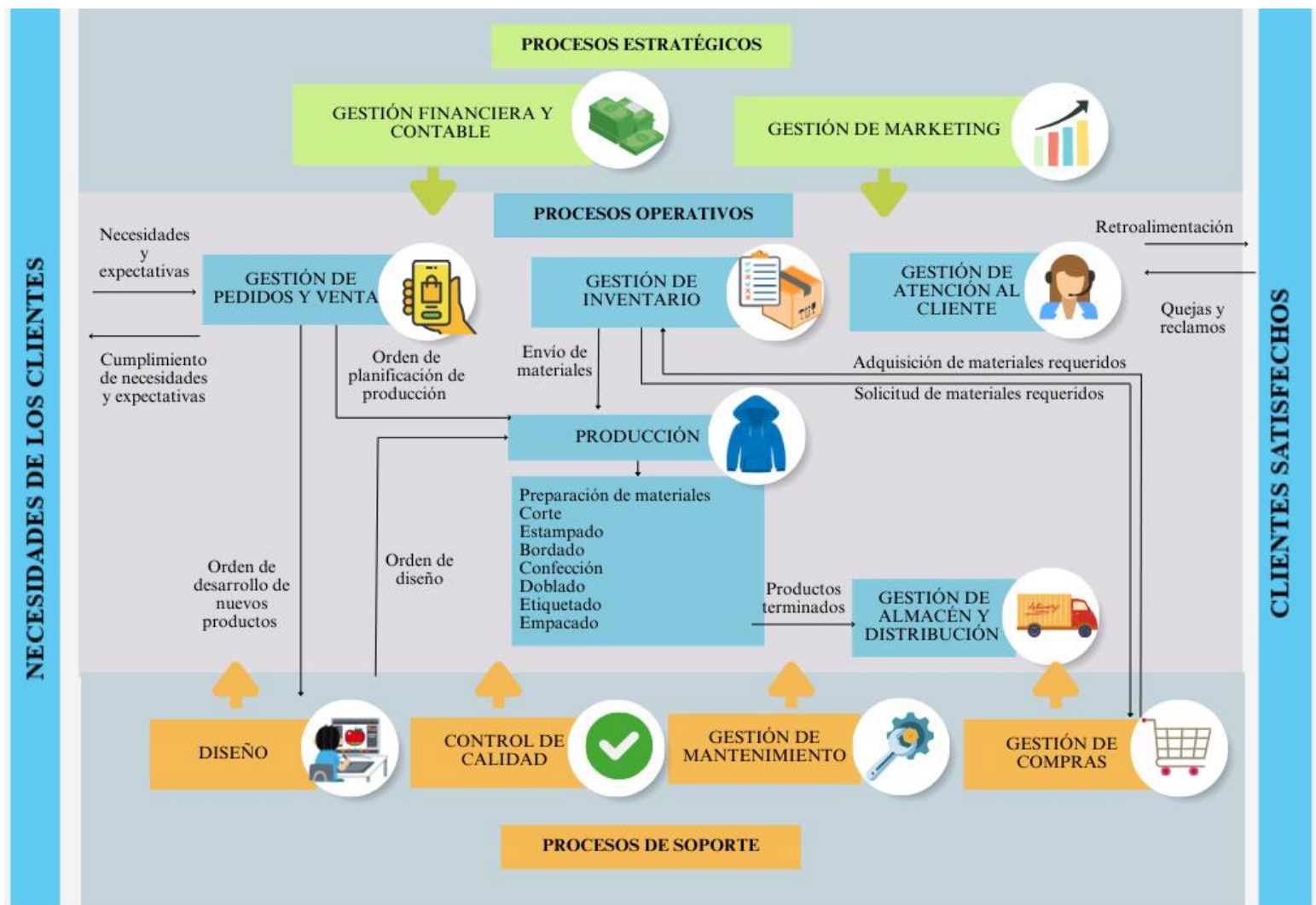


Figura 7. Mapa de procesos empresa textil Aubea Bs

La Figura 7 presenta el mapa de procesos de Aubea Bs, el cual define su estructura operativa con un enfoque integral en la gestión de pedidos, producción y distribución. A continuación, se detalla cómo los procesos estratégicos, operativos y de soporte interactúan para sustentar la planificación de producción.

a. Procesos estratégicos

La planificación de producción se fundamenta a través de la “gestión de marketing” que analiza y responde a las necesidades del mercado, junto con la “gestión financiera” y contable que asegura la disponibilidad de recursos necesarios para el cumplimiento de la demanda esperada en base a los requerimientos del mercado.

b. Procesos operativos

El núcleo de la planificación se centra en la “gestión de pedidos y ventas” que inicia el flujo productivo, seguido por la secuenciación y coordinación de las actividades productivas que incluyen la preparación de materiales, corte, estampado, bordado, confección, doblado, etiquetado y empaclado.

La integración de la “gestión de inventarios”, “gestión de pedidos y ventas”, “gestión de atención al cliente” y “gestión de almacén y distribución” asegura un flujo continuo de producción, contribuyendo al cumplimiento de las estrategias empresariales previamente establecidas.

c. Procesos de soporte

La planificación se complementa con procesos de soporte como el “diseño” de nuevos productos, la “gestión de mantenimiento” que asegura la disponibilidad de equipos, el “control de calidad” y la “gestión de compras” que garantiza el suministro oportuno de materiales. Todos estos procesos trabajan en conjunto para mantener la eficiencia operativa y la calidad del producto final.

3.1.8. Clasificación de productos ofertados

La empresa textil comercializa prendas de vestir clasificadas en cuatro líneas de producción, cada una enfocada en un tipo específico de producto con características diferenciadas. La Tabla 15 presenta lo expuesto.

Tabla 15. Productos ofertados por Aubea Bs

Línea de producción	Descripción	Productos	Gráfico
Línea deportiva	Productos diseñados con características deportivas específicamente para ser utilizados en actividades relacionadas con el deporte.	Pantalones estilo deportivos.	
		Chompas estilo deportivo.	
		Conjuntos deportivos.	
Línea basic y urbana	Productos pensados en la moda y tendencia especialmente para jóvenes, con un estilo street wear, casual y basic.	Chompas oversize.	
		Chompas Slim fit estampadas o bordadas.	
		Pantalones estampados o bordados.	
Línea Racing	Productos relacionados a carreras de autos como Fórmula1, Moto GP, Rancing, Rally.	Chompas cerradas estampadas.	
		Chompa abierta estampada.	
		Camiseta tipo polo estampadas.	
Exclusividad	Diseño y confección de prendas de vestir personalizado para emprendedores y empresas.		

3.1.9. Análisis ABC

La Tabla 16 presenta el catálogo de Aubea Bs, detallando específicamente los productos y su clasificación según su línea de producción y demanda. Además, se presentan 6 familias de productos, agrupadas según la similitud de sus procesos productivos, diseño y materiales empleados. Para el análisis de demanda, se ha tomado como referencia el historial de ventas registrado por la empresa durante el año 2024 desde el mes de enero hasta diciembre.

Tabla 16. Familias de productos

#	Familia de productos	Producto	Línea de producción	Demanda (unidades)
1	Pantalones	Pantalón cargo de hombre	Casual	532
		Pantalón cargo de dama	Casual	510
		Pantalón de dama	Básica	60
		Pantalón de hombre	Básica	10
		Pantalón cargo unisex	Casual	953
		Pantalón de hombre	Deportiva	162
		Pantalón de dama	Deportiva	11
		Pantalón de niño	Deportiva	2
		Pantalón de conjunto personalizado	Exclusividad	1
		Pantalón de conjunto de dama	Casual	14
		Pantalón de conjunto de niño	Deportiva	942
		Pantalón de conjunto de hombre	Deportiva	1068
		Pantalón de conjunto de dama	Deportiva	706
2	Chaquetas	Broche de hombre	Urbana	707
		Broche de dama	Urbana	285
3	Capuchas	Capucha cerrada Aubea/ Full color	Urbana	55
		Capucha cerrada Racing	Racing	25
		Capucha bordada	Básica	431
		Capucha estampada	Básica	185
		Capucha cerrada	Básica	3
		Capucha conjunto personalizado	Exclusividad	1
		Capucha conjunto de dama	Casual	14
		Capucha conjunto de niño	Deportiva	942
		Capucha conjunto de hombre	Deportiva	1068
		Capucha conjunto de dama	Deportiva	706
4	Chompas	Chompa drivers abierta	Racing	6136
		Chompa drivers cerrada	Racing	1262
		Chompa drivers personalizada	Exclusividad	4202
		Chompa abierta	Básica	473
		Chompa cuello alto	Básica	515
5	Camisetas	Camiseta polo drivers	Racing	5908
		Camiseta polo drivers personalizada	Exclusividad	152

#	Familia de productos	Producto	Línea de producción	Demanda (unidades)
		Camiseta urbana	Urbana	49
6	Busos	Busos bordados	Casual-Básica	2
		Busos delgados	Casual-Básica	166
		Busos sencillos	Casual-Básica	65
			Total	28323

La Tabla 17 presenta un análisis ABC aplicado a las 6 familias de productos, clasificándolas en tres niveles de prioridad: A (alta), B (media) y C (baja). Esta metodología permitió identificar las familias con mayor demanda, aspecto importante para aplicar las estrategias de Planeación Agregada de la Producción.

El análisis reveló que la categoría A, está dominada por las familias 4 "chompas" y 5 "camisetas ", las cuales representan conjuntamente el 65,57 % del volumen total de ventas, motivo por el cual el estudio se centró específicamente en estas familias.

Tabla 17. Análisis ABC

Familia	Demanda (unidades)	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Zona
Fam4	12588	45,49%	45,49%	A
Fam5	6109	22,08%	67,57%	A
Fam1	4971	17,96%	85,53%	B
Fam3	3430	12,40%	97,93%	C
Fam2	340	1,23%	99,16%	C
Fam6	233	0,84%	100,00%	C
SUMA	27671	100%		

El análisis ABC se basa en el principio de Pareto, el cual establece que aproximadamente el 20% de las familias de productos (clasificadas como categoría A) generan alrededor del 80% de la demanda total. Por otro lado, las categorías B y C, que abarcan el 66,67 % restante de las familias de productos, solo contribuyen con el 20% de la demanda generada en el año 2024.

Esto se evidencia en la Figura 8 que muestra el porcentaje acumulado según la demanda de cada familia de productos, apreciando claramente que las familias 4 y 5 dominan la participación en ventas.

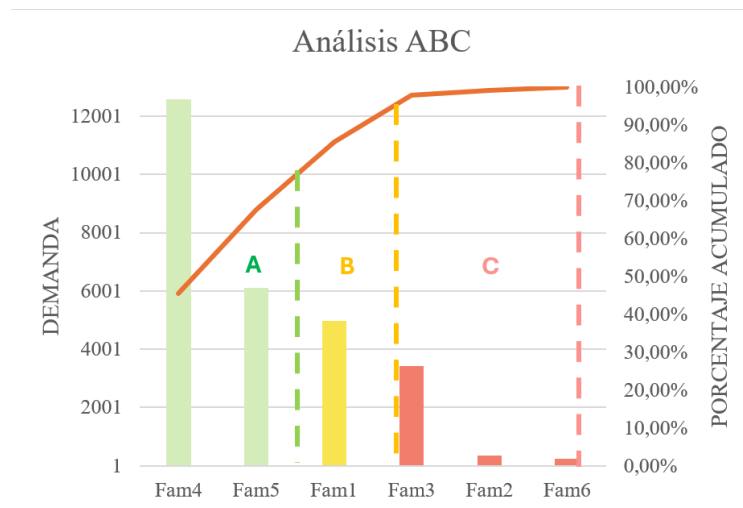


Figura 8. Gráfica de análisis ABC

La Tabla 18 contiene los productos de la familia 4 “Chompas”, acompañados de un gráfico que facilita su reconocimiento visual.

Tabla 18. Lista de productos familia 4 “Chompas”

Producto	Gráfico
Chompa drivers abierta	
Chompa drivers cerrada	
Chompa drivers personalizada	
Chompa abierta	
Chompa cuello alto	

La Tabla 19 contiene el listado de los productos de la familia 4 "Chompas", donde sobresale la línea de producción "Racing", que concentra más del 50% de la producción en la familia de productos.

Tabla 19. Demanda de productos contenidos en la familia 4

Producto	Demanda (unidades)	Línea de producción	Porcentaje de participación	Porcentaje agrupado
Chompa drivers abierta	6136	Racing	48,74%	58,77%
Chompa drivers cerrada	1262	Racing	10,03%	
Chompa drivers personalizada	4202	Exclusividad	33,38%	33,38%
Chompa abierta	473	Básica	3,76%	7,85%
Chompa cuello alto	515	Básica	4,09%	
Total	12588	3	100,00%	100,00%

En la Tabla 19 se presentan los productos que conforman la familia "Chompas". Dentro de esta categoría, el modelo "Chompa drivers abierta" destaca como el más fabricado, alcanzando un 48,74 % de participación, consolidándose como el producto estrella de la familia 4. Debido a su relevancia, este artículo fue seleccionado como muestra representativa para realizar el estudio de tiempos.

La tabla 20 presenta el listado de los productos que integran la familia 5 “camisetas”.

Tabla 20. Lista de productos familia 5 “Chompas”

Producto	Gráfico
Camiseta polo drivers	
Camiseta polo drivers personalizada	
Camiseta urbana	

La tabla 21 enlista la demanda de los productos que conforman la familia 5 "Camisetas", la cual ocupa el segundo lugar en volumen de ventas. Dentro de esta categoría, destaca la línea de producción “Racing”, la cual concentra el 96,71% de la demanda total.

Tabla 21. Demanda de productos contenidos en la familia 5

Producto	Demanda	Línea de producción	Porcentaje de participación
Camiseta polo drivers	5908	Racing	96,71%
Camiseta polo drivers personalizada	152	Exclusividad	2,49%

Producto	Demanda	Línea de producción	Porcentaje de participación
Camiseta urbana	49	Urbana	0,80%
TOTAL	6109	3	100,00%

La Tabla 21 revela que el modelo "Camiseta polo drivers" domina las ventas de la familia. Este marcado predominio lo convierte en el producto estrella de la categoría y en el modelo de referencia para el estudio de tiempos.

3.1.10. Proceso de producción de chompas

La Tabla 22 representa el flujo de producción completo de la familia 4 "Chompas", ilustrando de manera detallada la secuencia de procesos requeridos para la elaboración de todos los productos pertenecientes a esta categoría.

Tabla 22. Diagrama de operaciones para la familia 4 “Chompas”

Proceso	Producto				
	Chompa drivers abierta	Chompa drivers cerrada	Chompa drivers personalizada	Chompa abierta	Chompa cuello alto
Ploteado	1	1	1	1	1
Corte	2	2	2	2	2
Estampado manual	3	3	3		
Estampado digital	4	4	4	3	
Planchado	5	5	5	4	
Bordado					3
Doblado	6	6	6	5	4
Procesos necesarios	6	6	6	5	4

El estudio de tiempos se basó en los procesos detallados en la Tabla 22 (ploteado, corte, estampado manual, estampado digital, planchado, bordado y doblado). El análisis de tiempos incluyó tres modelos representativos de esta familia de productos: “Chompa drivers abierta”, “Chompa abierta” y “Chompa cuello alto”. Excluyendo los modelos “Chompa drivers cerrada” y “Chompa drivers personalizada”, ya que su proceso productivo es igual al del modelo "Chompa drivers abierta".

Cabe destacar que el proceso de confección no se incluye en este análisis, puesto que este proceso se realiza externamente a las instalaciones de Aubea Bs.

3.1.11. Proceso de elaboración de camisetas

La Tabla 23 presenta un diagrama de operaciones correspondiente a la familia 5 “Camisetas”, detallando los procesos productivos empleados para todos los productos de esta familia.

Tabla 23. Diagrama de operaciones para la familia 5 “Camisetas”

Proceso	Producto		
	Camiseta polo drivers	Camiseta polo drivers personalizada	Camiseta urbana
Ploteado	1	1	1
Corte	2	2	2
Estampado manual	3	3	
Estampado digital	4	4	
Planchado	5	5	
Doblado	6	6	3
Procesos necesarios	6	6	3

Los procesos identificados en la Tabla 23 (ploteado, corte, estampado manual, estampado digital, planchado y doblado) sirvieron como base para la determinación del tiempo estándar de cada modelo de camiseta, a través de un estudio de tiempos. Tanto la “camiseta polo drivers” como la “camiseta polo drivers personalizada” siguen el mismo flujo operativo, las únicas diferencias entre modelos se limitan a las variaciones en los diseños de estampado manual y digital. Por este motivo, en el estudio de tiempos ha obviado el segundo modelo de camiseta.

3.1.12. Estudio de Tiempos

Tras la visita inicial a las instalaciones de Aubea Bs, se documentó la secuencia completa de producción para cada prenda mediante diagramas de operaciones, presentados en las Tablas 22 y 23. Las actividades específicas por proceso se encuentran detalladas en el Anexo B para cada uno de los cinco productos seleccionados para el estudio: chompa abierta drivers, chompa abierta, chompa cuello alto, camiseta polo drivers y camiseta urbana.

La fiabilidad de los datos cronometrados en el estudio de tiempos depende del empleo de equipos calibrados, para la toma de las muestras requeridas. En la presente investigación, se empleó un cronómetro profesional de la marca Extech Instruments, modelo 3665535. Previamente, fue sometido a una prueba de verificación inicial, comparándose su funcionamiento con el cronómetro de un dispositivo móvil, como se detalla en la Figura 9.



Figura 9. Verificación del cronómetro digital

La Tabla 24 presenta las mediciones de prueba realizadas con el cronómetro digital y profesional, con el objetivo de verificar la calidad de las mediciones a través del cálculo del error absoluto promedio y el error relativo.

Tabla 24. Cálculo del error absoluto y relativo en las mediciones de prueba de tiempo utilizando un cronómetro digital y un cronómetro profesional

# Muestra	Cronómetro digital (A)	Cronómetro profesional (B)	Error absoluto
1	30,62	30,6	0,020
2	30,66	30,63	0,030
3	30,64	30,61	0,030
4	30,54	30,5	0,040
5	30,5	30,49	0,010
6	30,89	30,85	0,040
7	30,47	30,45	0,020
8	30,22	30,19	0,030
9	30,51	30,54	0,030
10	30,27	30,24	0,030
Promedio			0,028
Error relativo			0,09%

El valor del error absoluto promedio, calculado mediante la ecuación 1, resultó en 0,028 segundos, representando una desviación mínima respecto al valor real de 30 segundos. Por su parte, el error relativo porcentual, determinado a través de la ecuación 2, alcanzó apenas un 0,09%, cifra considerablemente inferior al umbral de aceptabilidad del 5%. Estos resultados confirman la alta calidad y confiabilidad de las mediciones realizadas con el cronómetro profesional.

a. Muestras iniciales

El tiempo de ciclo inicial permitió determinar el número de muestras necesarias para cada proceso involucrado en la elaboración de las prendas correspondientes a las familias 4 y 5, resultados que se presentan en el Anexo B. Esta determinación se basa en la Tabla 2 de la General Electric, la cual establece el número de ciclos que deben cronometrarse en función del tiempo de ciclo (en minutos) para cada operación.

Las Tabla 25 a la 28 especifican el número de muestras requeridas para el cronometraje de cada proceso correspondiente a las cuatro prendas de vestir analizadas en este estudio.

Tabla 25. Cantidad de muestras a cronometrar para la “Chompa drivers abierta”

Artículo	Proceso	Tiempo de operación (minutos)	N° de observaciones
Chompa drivers abierta	Ploteado	3,43	20
	Corte	7,58	10
	Estampado Manual	6,98	10
	Estampado Digital	9,30	10
	Planchado	3,48	20
	Doblado	1,47	30

Tabla 26. Cantidad de muestras a cronometrar para la “Chompa abierta”

Artículo	Proceso	Tiempo de operación (minutos)	N° de observaciones
Chompa abierta	Ploteado	2,98	30
	Corte	6,00	10
	Estampado Manual	2,61	30
	Planchado	1,66	30
	Doblado	1,47	30

Tabla 27. Cantidad de muestras a cronometrar para “Chompa cuello alto”

Artículo	Proceso	Tiempo de operación (minutos)	N° de observaciones
Chompa cuello alto	Ploteado	2,95	20
	Corte	6,94	10
	Bordado	4,43	15
	Doblado	1,47	30

Tabla 28. Cantidad de muestras a cronometrar para la “Camiseta polo drivers”

Artículo	Proceso	Tiempo de operación (minutos)	N° de observaciones
Camiseta polo drivers	Ploteado	2,4	20
	Corte	6,13	10
	Estampado Manual	5,30	10
	Estampado Digital	8,11	10
	Planchado	4,97	15
	Doblado	2,17	20

- ***Cursograma analítico de procesos***

Desde la Tabla 29 a la Tabla 32 se presenta el cursograma analítico de procesos, enumerando las actividades necesarias para la producción de los cuatro modelos bajo estudio. Asimismo, se detalla el tiempo asignado a cada actividad con base en las

muestras iniciales, junto con su clasificación en operación, demora, transporte, inspección y almacenamiento.

Tabla 29. Cursograma de procesos “Chompa drivers abierta”

CURSOGRAMA ANALÍTICO					
Producto:	Chompa	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1
Variedad:	Drivers Abierta	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1
Línea de producción:	Racing	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025
Identificación				Símbolo	Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	● ◀ ▶ □ ▼	
1	Acomodar diseño en software		103,93	●	
2	Imprimir moldes de corte		99,02	◀	
3	Trasladar moldes al área de corte	1,85	2,61	▶	
4	Poner tela en rodillos		0,67	●	
5	Medir extensión de la tela		21,58	●	
6	Tender tela		31,12	●	
7	Pegar moldes de corte sobre la tela		2,32	●	
8	Cortar		370,50	●	
9	Clasificar los cortes		23,09	●	
10	Trasladar al área de estampado manual	5,18	5,40	▶	
11	Preparar elementos de trabajo		16,81	●	
12	Colocar pintura		1,90	●	
13	Colocar goma		8,10	●	
14	Acomodar cortes en soportes (Manga derecha)		11,50	●	
15	Aplicar base		9,20	●	
16	Aplicar capas de pintura blanca		21,05	●	
17	Aplicar capas de pintura de otro color		12,18	●	
18	Retirar cortes		7,29	●	
19	Limpiar soportes		0,68	▶	
20	Colocar pintura		1,99	●	
21	Colocar goma		5,41	●	
22	Acomodar cortes en soportes (Manga izquierda)		11,71	●	
23	Aplicar base		9,23	●	
24	Aplicar capas de pintura blanca		21,09	●	

CURSOGRAMA ANALÍTICO						
Producto:	Chompa	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1	
Variedad:	Drivers Abierta	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1	
Línea de producción:	Racing	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025	
Identificación				Símbolo		Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	●	●	
25	Aplicar capas de pintura de otro color		12,82	●	●	
26	Retirar cortes		8,46	●	●	
27	Limpiar soportes		0,71	●	●	
28	Colocar pintura		1,92	●	●	
29	Colocar goma		5,08	●	●	
30	Acomodar cortes en soportes (Trasera)		10,95	●	●	
31	Aplicar base		8,39	●	●	
32	Aplicar capas de pintura blanca		22,22	●	●	
33	Aplicar capas de pintura celeste		9,62	●	●	
34	Retirar cortes		9,18	●	●	
35	Limpiar soportes		0,63	●	●	
36	Colocar pintura		1,95	●	●	
37	Colocar goma		5,28	●	●	
38	Acomodar cortes en soportes (Delanteros)		10,96	●	●	
39	Aplicar base		8,27	●	●	
40	Aplicar capas de pintura blanca		21,06	●	●	
41	Aplicar capas de pintura de otro color		42,07	●	●	
42	Retirar cortes		12,89	●	●	
43	Limpiar soportes		0,69	●	●	
44	Colocar pintura		0,87	●	●	
45	Colocar goma		2,57	●	●	
46	Acomodar cortes en soportes (Cuello)		17,28	●	●	
47	Aplicar base		4,10	●	●	
48	Aplicar capas de pintura blanca		10,11	●	●	
49	Retirar cortes		5,73	●	●	
50	Limpiar soportes		0,69	●	●	
51	Colocar pintura		1,00	●	●	
52	Colocar goma		1,21	●	●	
53	Acomodar cortes en soportes (Hombros)		24,65	●	●	
54	Aplicar base		4,77	●	●	

CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Producto:	Chompa	Método:	Actual		Hoja:		1 de 1			
Variedad:	Drivers Abierta	Realizado por:	Shirley Escobar		Diagrama:		1			
Línea de producción:	Racing	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz		Fecha:		07/04/2025			
Identificación					Símbolo					Observaciones
Nº	Descripción		Distancia (m)	Tiempo (seg)						
55	Aplicar capas de pintura blanca			4,21						
56	Retirar cortes			6,59						
57	Limpiar soportes			0,96						
59	Retirar elementos de trabajo			0,46						
59	Trasladar piezas estampadas al área de estampado digital		3,90	2,22						
60	Preparar elementos de trabajo			38,27						
61	Diseñar en DTF			353,35						
62	Imprimir elementos en DTF			21,04						
63	Recortar diseños de DTF			145,51						
64	Organiza papel			1,63						
65	Poner piezas en mesa de planchado (Delanteros)		0,50	9,42						
66	Colocar diseño de estampado digital			20,05						
67	Colocar papel sobre piezas			14,28						
68	Planchado			18,92						
69	Retirar piezas			10,13						
70	Organiza papel			1,64						
71	Poner piezas en mesa de planchado (Trasera)		0,50	9,69						
72	Colocar diseño de estampado digital			18,36						
73	Colocar papel sobre piezas			10,07						
74	Planchado			19,37						
75	Retirar piezas			10,26						
76	Organiza papel			1,64						
77	Poner piezas en mesa de planchado (Tallas)		0,50	5,57						
78	Colocar diseño de estampado digital			6,48						
79	Colocar papel sobre piezas			7,00						
80	Planchado			10,21						
81	Retirar piezas			6,98						
82	Poner piezas en mesa de planchado (Marquilla)		0,50	3,49						
83	Colocar diseño de estampado digital			5,04						
84	Colocar papel sobre piezas			6,77						
85	Planchado			1,73						
86	Retirar piezas			1,40						

CURSOGRAMA ANALÍTICO					
Producto:	Chompa	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1
Variedad:	Drivers Abierta	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1
Línea de producción:	Racing	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025
Identificación				Símbolo	Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	● ◀ ▶ ▶ ▶ ▶	
87	Colocar en bultos para confección		8,55	●	
88	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	1,90	0,43		
89	Contabilizar las chompas		1,74	●	
90	Colocar las etiquetas		1,44	●	
91	Doblar		62,50	●	
92	Empacar		15,26	●	
93	Acomodar en percha		6,99	●	
Suma		14,83	1934,16	82 3 8 0 0	

Tabla 30. Cursograma de procesos “Chompa abierta”

CURSOGRAMA ANALÍTICO					
Producto:	Chompa	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1
Variedad:	Abierta	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1
Línea de producción:	Básica	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025
Identificación				Símbolo	Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	● ◀ ▶ ▶ ▶ ▶	
1	Acomodar diseño en software		89,68		
2	Imprimir moldes de corte		86,87		
3	Trasladar moldes al área de corte	1,85	2,33		
4	Poner tela en rodillos		0,69	●	
5	Medir extensión de la tela		22,59	●	
6	Tender tela		32,27	●	
7	Pegar moldes de corte sobre la tela		2,40	●	
8	Cortar		272,36	●	
9	Clasificar los cortes		23,94	●	

CURSOGRAMA ANALÍTICO						
Producto:	Chompa	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1	
Variedad:	Abierta	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1	
Línea de producción:	Básica	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025	
Identificación				Símbolo		Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	●	■	
10	Trasladar al área de estampado manual	5,18	5,60		■	
11	Preparar elementos de trabajo		22,70	●		
12	Colocar pintura		2,53	●		
13	Colocar goma		7,00	●		
14	Acomodar cortes en soportes (Delantera)		15,11	●		
15	Aplicar base		11,16	●		
16	Aplicar capas de pintura blanca		28,44	●		
17	Aplicar capas de pintura de otro color		56,80	●		
18	Retirar cortes		8,70	●		
19	Limpiar soportes		0,46	●		
20	Retirar elementos de trabajo		0,68	●		
21	Trasladar piezas al área de planchado	0,50	3,15		■	
22	Organiza papel		0,41	●		
23	Poner piezas en mesa de planchado (Delanteros)	0,50	10,66		■	
24	Colocar diseño de estampado digital		25,24	●		
25	Colocar papel sobre piezas		17,45	●		
26	Planchado		23,72	●		
27	Retirar piezas		11,85	●		
28	Organiza papel		0,38	●		
29	Colocar en bultos para confección		10,02	●		
30	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	1,90	0,43		■	
31	Contabilizar las chompas recibidas		1,74	●		
32	Colocar las etiquetas		1,44	●		
33	Doblar		62,50	●		
34	Empacar		15,26	●		
35	Acomodar en percha		6,99	●		
Suma		9,93	883,55	28	2 5 0 0	

Tabla 31. Cursograma de procesos “Chompa cuello alto”

CURSOGRAMA ANALÍTICO					
Producto:	Chompa	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1
Variedad:	Cuello alto	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1
Línea de producción:	Básica	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025
Identificación				Símbolo	Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	● ◀ ▶ ▶ ▶ ▶	
1	Acomodar diseño en software		89,13	●	
2	Imprimir moldes de corte		85,50		
3	Trasladar moldes al área de corte	1,85	2,41		
4	Poner tela en rodillos		0,80	●	
5	Medir extensión de la tela		26,14	●	
6	Tender tela		37,34	●	
7	Pegar moldes de corte sobre la tela		2,78	●	
8	Cortar		315,16	●	
9	Clasificar los cortes		27,71	●	
10	Trasladar al área de bordado	5,01	6,48		
11	Preparar de materiales de trabajo		142,39	●	
12	Cargar diseño de bordado		30,17	●	
13	Colocar aro de bordar		9,71	●	
14	Colocar pegamento		8,59	●	
15	Colocar piezas en aro de bordar		21,18	●	
16	Colocar pelón		2,92	●	
17	Bordar		36,45		
18	Sacar pelón		1,30	●	
19	Sacar piezas		1,40	●	
20	Sacar aro de bordar		8,87	●	
21	Contabilizar piezas		2,88	●	
22	Trasladar piezas a costales para confección	1,30	0,03		
23	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	1,90	0,43		
24	Contabilizar las chompas recibidas		1,74	●	
25	Colocar las etiquetas		1,44	●	
26	Doblar		62,50	●	
27	Empacar		15,26	●	
28	Acomodar en percha		6,99	●	
Suma		10,06	947,7	23 1 4 0 0	

Tabla 32. Cursograma de procesos “Camiseta polo drivers”

CURSOGRAMA ANALÍTICO						
Producto:	Camiseta	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1	
Variedad:	Polo drivers	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1	
Línea de producción:	Racing	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025	
Identificación				Símbolo		Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	●	■	
1	Acomodar diseño en software		65,65	●		
2	Imprimir moldes de corte		75,94	●		
3	Trasladar moldes al área de corte	1,85	2,15		■	
4	Poner tela en rodillos		0,74	●		
5	Medir extensión de la tela		21,20	●		
6	Tender tela		34,83	●		
7	Pegar moldes de corte sobre la tela		2,58	●		
8	Cortar		282,56	●		
9	Clasificar los cortes		19,65	●		
10	Trasladar al área de estampado manual	5,18	6,18		■	
11	Preparar elementos de trabajo		39,60	●		
12	Colocar pintura		1,83	●		
13	Colocar goma		7,91	●		
14	Acomodar cortes en soportes (Manga derecha)		11,25	●		
15	Aplicar base		9,30	●		
16	Aplicar capas de pintura blanca		20,47	●		
17	Retirar cortes		7,56	●		
18	Limpiar soportes		0,07	●		
19	Colocar pintura		1,91	●		
20	Colocar goma		5,36	●		
21	Acomodar cortes en soportes (Manga izquierda)		11,52	●		
22	Aplicar base		8,93	●		
23	Aplicar capas de pintura blanca		20,75	●		
24	Retirar cortes		8,53	●		
25	Limpiar soportes		0,67	●		
26	Colocar pintura		1,94	●		
27	Colocar goma		4,87	●		
28	Acomodar cortes en soportes (Trasera)		10,89	●		
29	Aplicar base		8,25	●		

CURSOGRAMA ANALÍTICO											
Producto:		Camiseta	Método:		Actual		Hoja:		1 de 1		
Variedad:		Polo drivers	Realizado por:		Shirley Escobar		Diagrama:		1		
Línea de producción:		Racing	Aprobado por:		Ing. Daysi Ortiz		Fecha:		07/04/2025		
Identificación						Símbolo				Observaciones	
Nº	Descripción			Distancia (m)	Tiempo (seg)						
30	Aplicar capas de pintura blanca				21,76						
31	Aplicar capas de pintura de otro color				9,80						
32	Retirar cortes				8,69						
33	Limpiar soportes				0,62						
34	Colocar pintura				5,02						
35	Colocar goma				11,27						
36	Acomodar cortes en soportes (Delantera)				7,90						
37	Aplicar base				20,88						
38	Aplicar capas de pintura blanca				41,14						
39	Aplicar capas de pintura de otro color				6,30						
40	Retirar cortes				0,33						
41	Limpiar soportes				0,51						
42	Trasladar piezas estampadas al área de estampado digital			4,30	2,18						
43	Preparar elementos de trabajo				68,83						
44	Diseñar en DTF				195,29						
45	Imprimir elementos en DTF				71,38						
46	Recortar diseños de DTF				150,88						
47	Organiza papel				0,53						
48	Poner piezas en mesa de planchado (Delanteros)			0,50	14,39						
49	Colocar diseño de estampado digital				34,07						
50	Colocar papel sobre piezas				23,56						
51	Planchado				32,02						
52	Retirar piezas				16,00						
53	Organiza papel				0,52						
54	Poner piezas en mesa de planchado (Trasera)			0,50	14,99						
55	Colocar diseño de estampado digital				31,12						
56	Colocar papel sobre piezas				15,89						
57	Planchado				32,84						
59	Retirar piezas				15,62						
59	Organiza papel				0,53						
60	Poner piezas en mesa de planchado (Tallas)			0,50	7,69						

CURSOGRAMA ANALÍTICO					
Producto:	Camiseta	Método:	Actual	Hoja:	1 de 1
Variedad:	Polo drivers	Realizado por:	Shirley Escobar	Diagrama:	1
Línea de producción:	Racing	Aprobado por:	Ing. Daysi Ortiz	Fecha:	07/04/2025
Identificación				Símbolo	Observaciones
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	● □ → ■ ▼	
61	Colocar diseño de estampado digital		9,34	●	
62	Colocar papel sobre piezas		9,69	●	
63	Planchado		15,85	●	
64	Retirar piezas		10,27	●	
65	Colocar en bultos para confección		13,52	●	
66	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	1,90	0,08	□ →	
67	Contabilizar las chompas recibidas		1,36	●	
68	Colocar las etiquetas en las camisetas		3,06	●	
69	Abotonar camisetas		30,21	●	
70	Doblar		65,45	●	
71	Empacar		27,38	●	
72	Acomodar en percha		2,76	●	
Suma		14,73	1744,61	63 2 7 0 0	

b. Cálculo de parámetros

- **Factor de desempeño**

La Tabla 33 presenta la evaluación cualitativa de los cuatro factores asociados al desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia para cada proceso analizado en la elaboración del modelo “Chompa drivers abierta”. Complementariamente, en el Anexo C se muestra la valoración específica del ritmo de trabajo por proceso para cada prenda de vestir bajo estudio.

Tabla 33. Valoración del ritmo de trabajo para los operarios

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
1	Ploteado	C1	B1	C	C
2	Corte	C1	B2	C	C
3	Estampado manual	C1	B2	C	C
4	Estampado digital	C1	C2	C	C
5	Planchado	B1	B2	B	C
6	Doblado	A2	B1	B	B

Para la calificación del FD se emplearon las Tablas 3 a la 6, las que presentan los valores de calificación de los cuatro aspectos evaluados, basados en los criterios del sistema Westinghouse. En la Tabla 34 se presenta el Factor de Desempeño asignado a cada operación en la fabricación de las prendas de vestir seleccionadas para este estudio. Cabe destacar que se aplicó la misma calificación a todos los productos, ya que las operaciones son realizadas por los mismos operarios en cada etapa del proceso.

Tabla 34. Factor de calificación para todos los procesos productivos de las prendas de vestir

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
1	Ploteado	0,06	0,1	0,02	0,01	1,19
2	Corte	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
3	Estampado manual	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
4	Estampado digital	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11
5	Planchado	0,11	0,05	0,04	0,01	1,21
6	Doblado	0,13	0,1	0,04	0,03	1,30

Como ejemplo ilustrativo, se aplicó la ecuación 4 al proceso de corte correspondiente a la actividad C05 (cortar) del modelo "Chompa drivers abierta". Este mismo enfoque metodológico se utilizó para calcular el Factor de Desempeño para todos los procesos descritos en la Tabla 34. Cabe destacar que, el proceso y actividad mencionadas se seleccionaron como referencia para los cálculos posteriores incluyendo, suplementos, tiempo observado, tiempo normal y tiempo estándar.

$$FD = 1 + (C1 + B2 + C + C) \quad (4)$$

$$FD = 1 + (0,06 + 0,05 + 0,02 + 0,01) = 1,14$$

c. Suplementos

La Tabla 35 presenta la calificación de los suplementos constantes y variables, para el proceso de referencia seleccionado. Detallando los parámetros sujetos a calificación, incluyendo las necesidades personales, trabajo de pie, exposición a ruido, entre otros.

Tabla 35. Suplementos para el proceso de corte

Proceso: Corte		Operario:2
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-

Proceso: Corte		Operario:2
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Tedio	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Para este caso en específico mediante la ecuación 6 se obtuvo el valor total de los suplementos.

$$s = \frac{(5 + 4) + (2 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 0)}{100} \quad (6)$$

$$s = \frac{13}{100}$$

$$s = 0,13$$

El detalle completo de los suplementos asignados a cada proceso de las cuatro prendas de vestir analizadas se documenta en el Anexo D. Complementariamente, la Tabla 7 presenta la ponderación específica para los suplementos variables y constantes, metodología aplicada en la calificación de todos los procesos productivos correspondientes a cada producto estudiado.

d. Tiempo Observado

El TO para la actividad de referencia se estableció mediante la aplicación de la ecuación 3.

$$TO =$$

$$\frac{368,39 + 363,09 + 364,48 + 375,27 + 365,95 + 385,80 + 375,19 + 364,85 + 371,44 + 361,94}{10} \quad (3)$$

$$TO = 369,64 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}}$$

e. Tiempo Normal

Considerando el FD de la actividad de referencia y aplicando la ecuación 5, se calculó el (TN).

$$TN = 369,64 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}} * 1,14 \quad (5)$$
$$TN = 421,39 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}}$$

f. Tiempo estándar

Para la actividad de referencia, mediante la ecuación 7 se determina el Ts.

$$Ts = 421,39 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}} * (1 + 0,13) \quad (7)$$
$$Ts = 476,17 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}}$$
$$Ts = 7,93 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}$$

Esto indica que para la fabricación de una unidad del modelo "Chompa drivers abierta" se requiere específicamente un tiempo de 7,93 minutos para completar el proceso de corte.

Se realizó el cálculo sumando el tiempo estándar de todas las actividades que conforman el proceso de corte para el modelo de referencia, obteniendo el valor total del TS:

$$Ts = 0,86 + 27,92 + 40,12 + 2,98 + 476,17 + 29,65 + 6,95$$

$$Ts = 584,65 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}}$$
$$Ts = 9,74 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}$$

El tiempo para producir una unidad del modelo de producto referenciado es de 9,74 minutos/unidad. La Tabla 36 muestra un resumen del cálculo del tiempo estándar expresado en minutos, para los 4 modelos objeto de estudio. Especificando el desglose

del tiempo estándar por proceso y el tiempo total requerido para producir una unidad completa por cada modelo de producto analizado.

Tabla 36. Tiempo estándar para los productos de la familia 4 y 5

Producto	Chompa drivers abierta	Chompa abierta	Chompa cuello alto	Camiseta polo drivers
Proceso	Ts (min/u)	Ts (min/u)	Ts (min/u)	Ts (min/u)
Ploteado	4,15	3,86	3,83	3,12
Corte	9,74	7,69	8,86	7,92
Bordado	-	-	5,65	-
Estampado manual	8,63	4,59	-	7,71
Estampado digital	11,49	-	-	10,74
Planchado	4,72	2,25	-	6,75
Doblado	2,00	2,00	2,00	3,25
Suma	40,73	20,39	20,34	39,49

Cabe destacar que varios productos pertenecientes a la familia 4 comparten procesos de fabricación con los modelos analizados. Específicamente, tanto la "Chompa drivers cerrada" como la "Chompa drivers personalizada" siguen el mismo proceso productivo que la "Chompa drivers abierta".

En consecuencia, el tiempo estándar establecido es el mismo para estos modelos relacionados. Adicionalmente el cálculo del tiempo estándar se documenta en el Anexo E.

g. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas por proceso y producto

Con base al proceso referencia (corte), inicialmente se determinó la desviación estándar de las muestras cronometradas, para continuar con la selección de la actividad con mayor coeficiente de variación (CV), aplicando la ecuación 8.

$$CV = \frac{0,138}{2,31} \quad (8)$$

$$CV = 0,060$$

Desde la Tabla 37 a la Tabla 40 se presentan los criterios para la selección del nivel de confianza y margen de error para su aplicación en el método estadístico para los modelos de productos estudiados.

Tabla 37. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Chompa drivers abierta”

Nivel de producción				
Nivel	Baja	Media	Alta	Muy alta
Volumen de producción en piezas al año (n)	Menos de 50	De 50 a 500	De 500 a 4000	Más de 4000
Tiempo requerido para fabricar una unidad (minutos)	Menos de 10	De 10 a 15	De 15 a 35	Más de 35
Posibilidad de cambio del diseño o del proceso (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Atención del operario (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Nivel de confianza (%)	80 a 85	85 a 90	De 90 a 94,45	De 95,45 a 99,7
Margen de error o precisión (%)	De 8 a 10	De 5 a 8	De 3 a 5	De 1 a 3

Tabla 38. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Chompa abierta”

Nivel de producción				
Nivel	Baja	Media	Alta	Muy alta
Volumen de producción en piezas (n)	Menos de 50	De 50 a 500	De 500 a 4000	Más de 4000
Tiempo requerido para fabricar una unidad (minutos)	Menos de 10	De 10 a 15	De 15 a 35	Más de 35
Posibilidad de cambio del diseño o del proceso (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Atención del operario (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Nivel de confianza (%)	80 a 85	85 a 90	De 90 a 94,45	De 95,45 a 99,7
Margen de error o precisión (%)	De 8 a 10	De 5 a 8	De 3 a 5	De 1 a 3

Tabla 39. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Chompa de cuello alto”

Nivel de producción				
Nivel	Baja	Media	Alta	Muy alta
Volumen de producción en piezas (n)	Menos de 50	De 50 a 500	De 500 a 4000	Más de 4000
Tiempo requerido para fabricar una unidad (minutos)	Menos de 10	De 10 a 15	De 15 a 35	Más de 35
Posibilidad de cambio del diseño o del proceso (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Atención del operario (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Nivel de confianza (%)	80 a 85	85 a 90	De 90 a 94,45	De 95,45 a 99,7
Margen de error o precisión (%)	De 8 a 10	De 5 a 8	De 3 a 5	De 1 a 3

Tabla 40. Criterios de selección para el nivel de confianza y error para el método estadístico modelo “Camiseta polo drivers”

Nivel de producción				
Nivel	Baja	Media	Alta	Muy alta
Volumen de producción en piezas (n)	Menos de 50	De 50 a 500	De 500 a 4000	Más de 4000
Tiempo requerido para fabricar una unidad (minutos)	Menos de 10	De 10 a 15	De 15 a 35	Más de 35
Posibilidad de cambio del diseño o del proceso (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Atención del operario (%)	Hasta 25	De 25 a 50	De 50 a 75	Más de 75
Nivel de confianza (%)	80 a 85	85 a 90	De 90 a 94,45	De 95,45 a 99,7
Margen de error o precisión (%)	De 8 a 10	De 5 a 8	De 3 a 5	De 1 a 3

Como se evidencia, para todos los modelos analizados se asignó un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, de acuerdo con los criterios establecidos en las tablas anteriores.

Mediante la ecuación 9, se calculó el número de muestras necesarias para la actividad con mayor coeficiente de variación “pegar moldes de corte sobre tela”. Con los valores de error y confianza previamente definidos, además se asignó 9 grados de libertad obteniendo un valor de t de 2,262, en base a la Figura 2.

$$N = \left[\frac{(0,138)(2,262)}{(0,05)(2,31)} \right]^2 = 7 \quad (9)$$

La Tabla 41 presenta el cálculo del tamaño de muestras para el proceso de referencia, utilizando el método estadístico basado en la distribución de t-Student.

Tabla 41. Cálculo de muestras para el proceso de corte modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Corte			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa drivers abierta			Nivel de confianza (95%)		2,2620
OPERARIO: 2			Nivel de error (5%)		0,05
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero					
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coeficiente de variación	Muestras
Poner tela en rodillos	6,68	0,67	0,038	0,057	7
Medir extensión de la tela	216,74	21,67	0,504	0,023	1
Tender tela	311,45	31,14	0,517	0,017	1

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Corte			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 2			Nivel de confianza (95%)		2,2620
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Pegar moldes de corte sobre la tela	23,12	2,31	0,138	0,060	7
Cortar	3696,4	369,64	7,410	0,020	1
Clasificar los cortes	230,14	23,01	0,607	0,026	1
Trasladar al área de estampado manual	53,97	5,40	0,152	0,028	2

Como se muestra para el proceso de referencia se recolectaron 10 muestras según lo establecido en la Tabla 2, la cual especifica el número de muestras a cronometrar conforme a los criterios de la General Electric. De este modo, al aplicar la ecuación 9, se determinó que se requerían únicamente 7 muestras, lo que confirma que las 10 recolectadas para el estudio de tiempos son suficientes.

A modo de resumen, desde la Tabla 42 hasta la Tabla 45 se presenta un análisis comparativo de las muestras cronometradas de cada modelo de producto bajo estudio, aplicando los criterios de General Electric y el método estadístico basado en la distribución t-Student.

En estas tablas se detallan los procesos requeridos para la producción de cada producto, identificando en cada caso la actividad con mayor coeficiente de variación (parámetro utilizado para calcular el tamaño muestral requerido), lo que permitió comprobar la confiabilidad estadística de los resultados del estudio de tiempos realizado en esta investigación.

Tabla 42. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Chompa drivers abierta”

Modelo: Chompa drivers abierta			
Proceso	Actividad	Cantidad de muestras cronometradas	Cantidad de muestras calculadas
Ploteado	Trasladar moldes al área de corte	20	15
Corte	Pegar moldes de corte sobre la tela	10	7
Estampado manual	Colocar goma	10	10
Estampado digital	Imprimir elementos en DTF	10	7
Planchado	Colocar en bultos para confección	20	7
Doblado	Colocar etiquetas	30	30

Tabla 43. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Chompa abierta”

Modelo: Chompa abierta			
Proceso	Actividad	Cantidad de muestras cronometradas	Cantidad de muestras calculadas
Ploteado	Trasladar moldes al área de corte	30	9
Corte	Pegar moldes de corte sobre la tela	10	7
Estampado manual	Trasladar piezas al área de planchado	30	13
Planchado	Organizar papel	30	24
Doblado	Colocar etiquetas	30	30

Tabla 44. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Chompa cuello alto”

Modelo: Chompa cuello alto			
Proceso	Actividad	Cantidad de muestras cronometradas	Cantidad de muestras calculadas
Ploteado	Trasladar moldes al área de corte	20	11
Corte	Pegar moldes de corte sobre la tela	10	7
Bordado	Contabilizar piezas	15	14
Doblado	Colocar etiquetas	30	30

Tabla 45. Comparación de muestras recomendadas por la General Electric con el método estadístico para el modelo “Camiseta polo drivers”

Modelo: Camiseta polo drivers			
Proceso	Actividad	Cantidad de muestras cronometradas	Cantidad de muestras calculadas
Ploteado	Acomodar diseño en el software	20	14
Corte	Trasladas al área de estampado manual	10	9
Estampado manual	Colocar goma	10	10
Estampado digital	Preparar elementos de trabajo	10	8
Planchado	Poner piezas en mesa de planchado (Trasera)	15	15
Doblado	Doblar	20	20

Como se evidencia al aplicar la ecuación 9, la cantidad de muestras calculadas resulta suficiente, ya que no supera el número de muestras recomendadas por General Electric. Adicionalmente, en el Anexo F, se presenta el cálculo detallado de muestras para todos los modelos analizados en el estudio de tiempos.

3.1.13. Pronósticos de la demanda de las familias seleccionadas

Para la estimación futura de la demanda se utilizó Minitab, cuya herramienta de series de tiempo facilitó la elaboración de los pronósticos para los productos contenidos en las familias de estudio seleccionadas.

a. Pronósticos de demanda familia 4 “Chompas”

- *Demanda de la familia 4 “Chompas”*

La familia 4 incluye cinco modelos de productos, cuya demanda mensual en unidades correspondiente a un período de 12 meses se detalla en la Tabla 46.

Tabla 46. Demanda mensual del año 2024 de los productos de la familia "Chompas"

Meses para el año 2024	Demanda por productos (Unidades)				
	Chompa drivers abierta	Chompa cerrada drivers	Chompa drivers personalizada	Chompa abierta	Chompa cuello alto
Enero	310	61	-	37	25
Febrero	817	79	-	31	35
Marzo	481	105	442	16	22
Abril	606	88	206	47	15
Mayo	394	221	633	105	12
Junio	228	54	560	29	40
Julio	362	169	325	25	53
Agosto	207	81	406	17	34
Septiembre	272	71	386	23	36
Octubre	216	85	482	65	32
Noviembre	866	130	372	32	113
Diciembre	1377	118	390	46	98
Demanda total por producto	6136	1262	4202	473	515
Demanda total de la familia de productos	12588				

El modelo "Chompa drivers personalizada" comenzó su producción en marzo, tras incorporarse como nueva propuesta al catálogo de productos de Aubea Bs, por lo que no registra ventas durante enero y febrero.

- **Análisis de tendencia de demanda**

La Tabla 47 presenta un análisis del comportamiento de la demanda actual en relación con la tendencia y estacionalidad de la familia de productos 4 "Chompas", acompañado de su representación gráfica correspondiente.

Tabla 47. Análisis de tendencia y estacional de los productos de la familia 4
"Chompas"

Producto	Gráfica de tendencia	Análisis																										
Chompa drivers abierta	Gráfica de análisis de tendencia de demanda Modelo: "Chompa drivers abierta" <table><thead><tr><th>Mes</th><th>Demanda</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene</td><td>300</td></tr><tr><td>feb</td><td>800</td></tr><tr><td>mar</td><td>500</td></tr><tr><td>abr</td><td>600</td></tr><tr><td>may</td><td>400</td></tr><tr><td>jun</td><td>200</td></tr><tr><td>jul</td><td>350</td></tr><tr><td>ago</td><td>200</td></tr><tr><td>sep</td><td>250</td></tr><tr><td>oct</td><td>200</td></tr><tr><td>nov</td><td>850</td></tr><tr><td>dic</td><td>1400</td></tr></tbody></table>	Mes	Demanda	ene	300	feb	800	mar	500	abr	600	may	400	jun	200	jul	350	ago	200	sep	250	oct	200	nov	850	dic	1400	La demanda exhibe una tendencia ascendente hacia el final del período, sin una tendencia lineal clara. Los picos estacionales más pronunciados se observan en febrero, noviembre y diciembre coincidiendo con épocas de bajas temperaturas cuando aumenta la preferencia por este tipo de prendas.
Mes	Demanda																											
ene	300																											
feb	800																											
mar	500																											
abr	600																											
may	400																											
jun	200																											
jul	350																											
ago	200																											
sep	250																											
oct	200																											
nov	850																											
dic	1400																											
Chompa drivers cerrada	Gráfica de tendencia de demanda Modelo: Chompa drivers cerrada <table><thead><tr><th>Mes</th><th>Demanda</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene</td><td>60</td></tr><tr><td>feb</td><td>100</td></tr><tr><td>mar</td><td>80</td></tr><tr><td>abr</td><td>100</td></tr><tr><td>may</td><td>225</td></tr><tr><td>jun</td><td>50</td></tr><tr><td>jul</td><td>170</td></tr><tr><td>ago</td><td>80</td></tr><tr><td>sep</td><td>70</td></tr><tr><td>oct</td><td>80</td></tr><tr><td>nov</td><td>130</td></tr><tr><td>dic</td><td>110</td></tr></tbody></table>	Mes	Demanda	ene	60	feb	100	mar	80	abr	100	may	225	jun	50	jul	170	ago	80	sep	70	oct	80	nov	130	dic	110	Se observa un comportamiento estacional irregular con tendencia plana, destacando un pico elevado en mayo seguido de una caída abrupta en junio, sin mostrar una dirección clara de crecimiento o decrecimiento. La estacionalidad se concentra principalmente en mayo, aunque su intensidad es débil en general.
Mes	Demanda																											
ene	60																											
feb	100																											
mar	80																											
abr	100																											
may	225																											
jun	50																											
jul	170																											
ago	80																											
sep	70																											
oct	80																											
nov	130																											
dic	110																											
Chompa drivers personalizada	Análisis de tendencia de Demanda Modelo: "Chompa drivers personalizada" <table><thead><tr><th>Mes</th><th>Demanda</th></tr></thead><tbody><tr><td>mar</td><td>450</td></tr><tr><td>abr</td><td>200</td></tr><tr><td>may</td><td>650</td></tr><tr><td>jun</td><td>550</td></tr><tr><td>jul</td><td>320</td></tr><tr><td>ago</td><td>400</td></tr><tr><td>sep</td><td>380</td></tr><tr><td>oct</td><td>480</td></tr><tr><td>nov</td><td>380</td></tr><tr><td>dic</td><td>400</td></tr></tbody></table>	Mes	Demanda	mar	450	abr	200	may	650	jun	550	jul	320	ago	400	sep	380	oct	480	nov	380	dic	400	Este grupo de demanda carece de tendencia lineal definida, mostrando una alta variabilidad cada mes. Presenta un comportamiento estacional moderado, con mayor demanda en mayo, seguido de junio para luego mantener niveles estables a partir del mes de agosto a diciembre.				
Mes	Demanda																											
mar	450																											
abr	200																											
may	650																											
jun	550																											
jul	320																											
ago	400																											
sep	380																											
oct	480																											
nov	380																											
dic	400																											
Chompa abierta	Gráfica de análisis de tendencia de demanda Modelo: "Chompa abierta" <table><thead><tr><th>Mes</th><th>Demanda</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene</td><td>35</td></tr><tr><td>feb</td><td>30</td></tr><tr><td>mar</td><td>15</td></tr><tr><td>abr</td><td>45</td></tr><tr><td>may</td><td>105</td></tr><tr><td>jun</td><td>25</td></tr><tr><td>jul</td><td>20</td></tr><tr><td>ago</td><td>15</td></tr><tr><td>sep</td><td>20</td></tr><tr><td>oct</td><td>65</td></tr><tr><td>nov</td><td>30</td></tr><tr><td>dic</td><td>45</td></tr></tbody></table>	Mes	Demanda	ene	35	feb	30	mar	15	abr	45	may	105	jun	25	jul	20	ago	15	sep	20	oct	65	nov	30	dic	45	La demanda se mantiene baja e irregular durante 2024, sin una tendencia definida. Respecto a la estacionalidad, exceptuando mayo y octubre, los niveles permanecen bajos sin evidenciar un patrón claro de repetición anual.
Mes	Demanda																											
ene	35																											
feb	30																											
mar	15																											
abr	45																											
may	105																											
jun	25																											
jul	20																											
ago	15																											
sep	20																											
oct	65																											
nov	30																											
dic	45																											

Producto	Gráfica de tendencia	Análisis																										
Chompa cuello alto	Gráfica de análisis de tendencia de demanda Modelo: "Chompa cuello alto" <table border="1"><thead><tr><th>Mes</th><th>Demanda</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene</td><td>25</td></tr><tr><td>feb</td><td>35</td></tr><tr><td>mar</td><td>22</td></tr><tr><td>abr</td><td>15</td></tr><tr><td>may</td><td>12</td></tr><tr><td>jun</td><td>40</td></tr><tr><td>jul</td><td>55</td></tr><tr><td>ago</td><td>35</td></tr><tr><td>sep</td><td>38</td></tr><tr><td>oct</td><td>32</td></tr><tr><td>nov</td><td>115</td></tr><tr><td>dic</td><td>100</td></tr></tbody></table>	Mes	Demanda	ene	25	feb	35	mar	22	abr	15	may	12	jun	40	jul	55	ago	35	sep	38	oct	32	nov	115	dic	100	La tendencia crece notablemente en la segunda mitad del año, particularmente desde julio. Se evidencia una marcada estacionalidad entre julio y diciembre, con especial intensidad en noviembre y diciembre durante la temporada navideña.
	Mes	Demanda																										
ene	25																											
feb	35																											
mar	22																											
abr	15																											
may	12																											
jun	40																											
jul	55																											
ago	35																											
sep	38																											
oct	32																											
nov	115																											
dic	100																											

- *Análisis de modelos de pronósticos aplicados*

Cada modelo presenta un patrón único de ventas, por lo que se realizó un análisis individual de cada producto. Seleccionando el método de pronóstico con el menor valor MAPE tras comparar todos los modelos aplicables al conjunto de datos mensuales de demanda. Bajo este enfoque se garantiza predicciones confiables, ofreciendo un análisis que refleja comportamiento real del flujo de ventas de la empresa textil.

En la Tabla 48 se presenta un resumen comparativo de los niveles de error (MAPE) de los métodos aplicados mediante Minitab para cada producto de la familia 4 "chompas".

Tabla 48. Comparación del MAPE de métodos de pronósticos aplicados a la familia "Chompas"

Modelo de pronóstico	Productos				
	Chompa drivers abierta	Chompa cerrada drivers	Chompa drivers personalizada	Chompa abierta	Chompa cuello alto
Modelo de tendencia lineal	70	34,62	23,7	51,18	56,39
Modelo de tendencia cuadrática	54,4	36,12	24,8	53,14	36,80
Modelo de curva de crecimiento	53	29,89	23,0	42,43	44,48
Modelo de tendencia de curva S	No se ajusta a los datos	No se ajusta a los datos	24,2	37,40	38,08
Promedio movil	48	51,10	20,89	72,09	50,70
Suavización exponencial simple	47,4	42,64	23,2	45,27	36,04
Suavización exponencial doble	56	38,08	30,9	73,99	49,84
Método de Winters multiplicativo	10,98	4,87	1,38	1,10	26,18

Modelo de pronóstico	Productos				
	Chompa drivers abierta	Chompa cerrada drivers	Chompa drivers personalizada	Chompa abierta	Chompa cuello alto
Método de Winter aditivo	44,1	5,54	1,61	22,51	36,56
Descomposición de series-Modelo multiplicativo con tendencia más estacional	61,2	33,24	23,50	22,77	21,84
Descomposición de series-Modelo multiplicativo estacional solamente	52,5	32,01	22,93	23,03	51,96
Descomposición de series-Modelo aditivo con tendencia más estacional	63,6	33,07	24,05	24,11	22,02
Descomposición de series-Modelo aditivo estacional solamente	57,2	31,31	24,13	24,29	52,69

En esta familia de productos predomina el método “Winters multiplicativo”, el cual se ha utilizado para pronosticar la demanda de los cuatro primeros productos: “Chompa drivers abierta”, “Chompa drivers cerrada”, “Chompa drivers personalizada” y “Chompa abierta”. Para el modelo “Chompa cuello alto”, se optó por el método de descomposición de series que incorpora tanto tendencia como estacionalidad.

Los datos base empleados para los pronósticos provienen del registro de ventas de la empresa textil durante el año 2024, proyectándose para los doce meses del año 2025. Es relevante mencionar que en estrategias de PPA se puede considerar un horizonte temporal entre 3 y 18 meses.

El Anexo G contiene información detallada de los pronósticos generados con los 13 modelos aplicados. Incluyendo valores pronosticados, indicadores de error (MAPE, MAD, MSD), ecuaciones, límites y las gráficas correspondientes a cada modelo de pronóstico empleado y a cada producto bajo estudio.

1) Pronósticos para el modelo chompa drivers abierta

La Tabla 49 presenta los pronósticos generados para el modelo "Chompa drivers abierta" mediante el método “Winters multiplicativo”, seleccionado por presentar el menor error MAPE (10,98). Complementariamente, la Figura 10 contrasta

gráficamente la demanda histórica con los valores proyectados, demostrando el buen ajuste del modelo a los datos reales.

Tabla 49. Pronósticos de la demanda "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda (Unidades)			
Modelo de producto	Chompa drivers abierta	Modelo de pronóstico	Winters Multiplicativo
Periodo	Mes	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros
13	Enero	367,07	367
14	Febrero	945,23	945
15	Marzo	550,43	550
16	Abril	690,63	691
17	Mayo	449,06	449
18	Junio	260,56	261
19	Julio	415,49	415
20	Agosto	238,85	239
21	Septiembre	315,68	316
22	Octubre	252,19	252
23	Noviembre	1017,13	1017
24	Diciembre	1626,6	1627
Medidas de exactitud		MAPE	10,98
		MAD	47,16
		MSD	2825,61

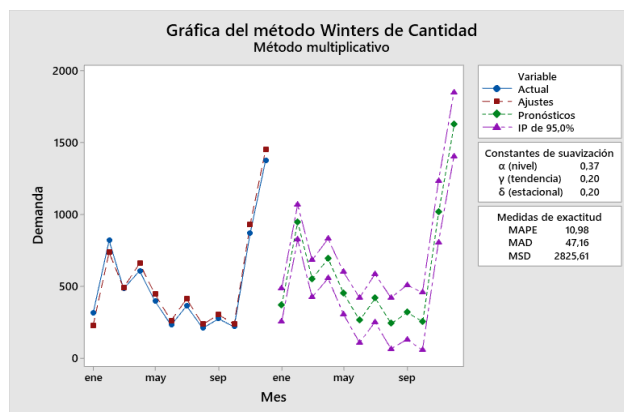


Figura 10. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo para “Chompa drivers abierta”

2) Pronósticos para el modelo chompa drivers cerrada

Para este modelo se seleccionó el método de “Winters multiplicativo” debido a su bajo nivel de error MAPE (4,87) y su capacidad para capturar valores con un patrón irregular pero repetitivo, donde la interacción entre la tendencia y estacionalidad justifican la aplicación de este método mediante un enfoque multiplicativo. Los valores

pronosticados están contenidos en la Tabla 50 y su representación gráfica se muestra en la Figura 11.

Tabla 50. Pronósticos de la demanda "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda (Unidades)			
Modelo de producto	Chompa drivers cerrada	Modelo de pronóstico	Winters Multiplicativo
Período	Mes	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros
13	Enero	67,536	68
14	Febrero	87,312	87
15	Marzo	115,962	116
16	Abril	97,21	97
17	Mayo	244,401	244
18	Junio	59,831	60
19	Julio	187,733	188
20	Agosto	90,265	90
21	Septiembre	79,414	79
22	Octubre	95,464	95
23	Noviembre	146,654	147
24	Diciembre	133,744	134
Medidas de exactitud		MAPE	4,87
		MAD	4,81
		MSD	28,62

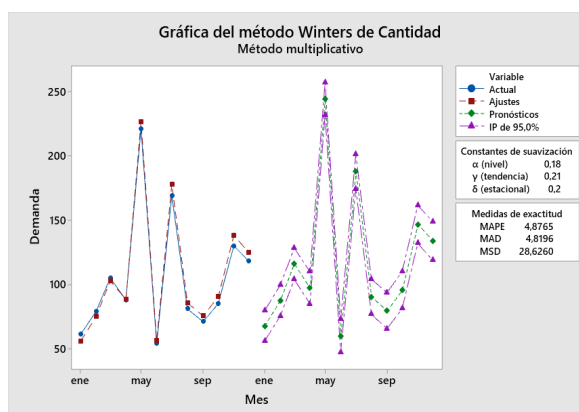


Figura 11. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo para “Chompa drivers cerrada”

3) Pronósticos para el modelo chompa drivers personalizada

La Figura 12 muestra el comportamiento de las ventas de este modelo durante el 2024, junto con las proyecciones para el 2025. En la Tabla 51 se detalla los valores pronosticados mediante el método “Winter multiplicativo”, el cual registró un MAPE de solo 1,38, lo que evidencia su alta precisión al ajustarse a los datos reales de demanda.

Tabla 51. Pronósticos de la demanda "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda ((Unidades))					
Modelo:	Chompa drivers personalizada		Método de pronóstico:		Winters-Multiplicativo
Periodo	Mes	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	Enero	432,454	432	418,646	446,262
14	Febrero	202,37	202	187,528	217,212
15	Marzo	624,124	624	608,049	640,199
16	Abril	553,884	554	536,419	571,349
17	Mayo	322,286	322	303,309	341,262
18	Junio	403,454	403	382,87	424,039
19	Julio	384,232	384	361,965	406,498
20	Agosto	480,473	480	456,465	504,481
21	Septiembre	371,291	371	345,495	397,088
22	Octubre	389,731	390	362,108	417,354
23	Noviembre	434,068	434	404,588	463,549
24	Diciembre	203,125	203	171,762	234,488
Medidas de exactitud			MAPE		1,3839
			MAD		5,6361
			MSD		39,9163

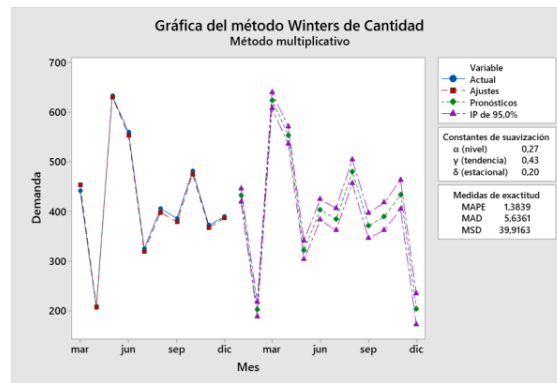


Figura 12. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo "Chompa drivers personalizada"

4) Pronósticos para el modelo chompa abierta

La Tabla 52 muestra los valores de las proyecciones de demanda del modelo "Chompa abierta", calculados mediante el método "Winters multiplicativo". Este método fue seleccionado por presentar el menor nivel de error (1,10) en comparación con los demás modelos evaluados. Además, en la Figura 13 se presenta el contraste entre los datos de ventas del año 2024 con los pronosticados para el año 2025.

Tabla 52. Pronósticos de la demanda “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda ((Unidades)					
Modelo:	Chompa abierta		Método de pronóstico:		Winters-Multiplicativo
Periodo	Mes	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	Enero	37,54	38	36,446	38,634
14	Febrero	31,365	31	30,223	32,506
15	Marzo	16,153	16	14,956	17,35
16	Abril	47,373	47	46,113	48,632
17	Mayo	105,709	106	104,381	107,037
18	Junio	29,172	29	27,771	30,574
19	Julio	25,135	25	23,656	26,614
20	Agosto	17,085	17	15,525	18,646
21	Septiembre	23,109	23	21,464	24,754
22	Octubre	65,291	65	63,559	67,023
23	Noviembre	32,135	32	30,314	33,956
24	Diciembre	46,181	46	44,268	48,093
Medidas de exactitud			MAPE		1,10915
			MAD		0,44656
			MSD		0,33689

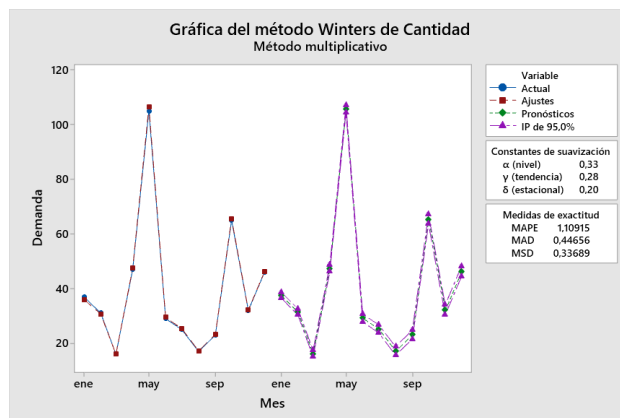


Figura 13. Pronósticos mediante el método de Winters multiplicativo “Chompa abierta”

5) Pronósticos para el modelo chompa cuello alto

El pronóstico de demanda para este modelo de chompa se realizó mediante un modelo “multiplicativo con tendencia más estacional”, utilizando índices estacionales para un ajuste de la demanda mediante patrones cíclicos. Los resultados mensuales para 2025 se presentan en la Tabla 53 y su visualización en la Figura 14.

Tabla 53. Pronósticos de la demanda “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Período	Mes	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros
13	Enero	72,698	73
14	Febrero	52,886	53
15	Marzo	41,283	41
16	Abril	122,066	122
17	Mayo	150,755	151
18	Junio	98,863	99
19	Julio	70,642	71
20	Agosto	54,271	54
21	Septiembre	158,197	158
22	Octubre	192,883	193
23	Noviembre	125,028	125
24	Diciembre	88,399	88
Medidas de exactitud		MAPE	21,842
		MAD	8,947
		MSD	129,65
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 4,83 + 5,407t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	1,33651
		2	1,55837
		3	0,96786
		4	0,65682
		5	0,48045

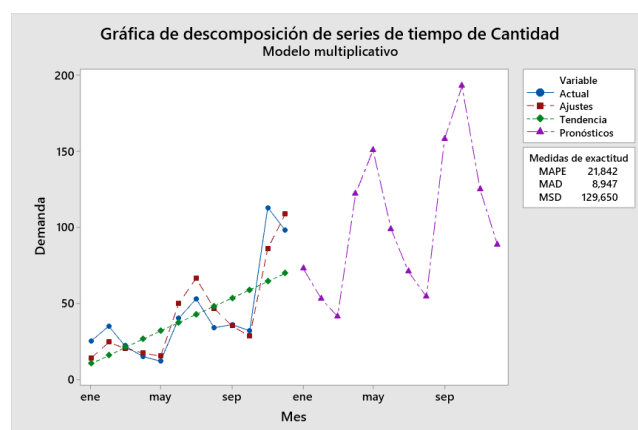


Figura 14. Pronósticos mediante el método de descomposición multiplicativo con tendencia más estacional “Chompa cuello alto”

b. Pronósticos de la demanda familia 5 “Camisetas”

- Demanda de los productos contenidos en la familia 5 “Camisetas”**

Esta familia de productos incluye tres modelos, cuyos datos de demanda registrados durante el 2024 sirvieron como base para elaborar pronósticos mensuales con un horizonte de un año (2025). Los resultados detallados se presentan en la Tabla 54.

Tabla 54. Demanda mensual de los productos de la familia “Camisetas”

Meses para el año 2024	Demanda por productos (Unidades)		
	Camiseta polo drivers	Camiseta polo drivers personalizada	Camiseta urbana
Enero	74	-	-
Febrero	400	104	-
Marzo	444	-	-
Abril	836	-	1
Mayo	501	-	-
Junio	490	-	-
Julio	431	-	1
Agosto	402	48	9
Septiembre	516	-	2
Octubre	364	-	19
Noviembre	607	-	4
Diciembre	843	-	11
Demanda total por producto	5908	152	49

Al analizar el histórico de ventas, se evidencia que los modelos “Camiseta polo drivers personalizada” y “Camiseta urbana” presentaron un comportamiento irregular en el mercado. Esto principalmente se fundamenta en que los productos son ediciones limitadas de un solo lote de producción, sin lograr la aceptación esperada por los clientes. Dado este escenario comercial y su bajo desempeño en el mercado, estos modelos se han excluido para elaborar los pronósticos correspondientes, enfocándose únicamente en el modelo “Camiseta polo drivers”.

- Análisis de tendencia de la demanda**

En la Tabla 55 se presenta un análisis detallado de la tendencia y estacionalidad del producto “Camiseta polo drivers”, reflejando el comportamiento de su demanda a lo largo del año 2024.

Tabla 55. Análisis de tendencia y estacionalidad de los productos de la familia 5
"Camisetas"

Producto	Gráfica de tendencia	Análisis																										
Camiseta polo drivers	Gráfica de análisis de tendencia de demanda Modelo: "Camiseta polo drivers" <table><thead><tr><th>Mes</th><th>Demanda</th></tr></thead><tbody><tr><td>ene</td><td>100</td></tr><tr><td>feb</td><td>400</td></tr><tr><td>mar</td><td>450</td></tr><tr><td>abr</td><td>850</td></tr><tr><td>may</td><td>500</td></tr><tr><td>jun</td><td>500</td></tr><tr><td>jul</td><td>450</td></tr><tr><td>ago</td><td>400</td></tr><tr><td>sep</td><td>500</td></tr><tr><td>oct</td><td>350</td></tr><tr><td>nov</td><td>600</td></tr><tr><td>dic</td><td>850</td></tr></tbody></table>	Mes	Demanda	ene	100	feb	400	mar	450	abr	850	may	500	jun	500	jul	450	ago	400	sep	500	oct	350	nov	600	dic	850	Este modelo muestra una tendencia general al alza, con picos en abril y diciembre. Entre estos meses, las ventas se estabilizan ligeramente sin una caída abrupta. La alta demanda en diciembre se relaciona con la temporada navideña, mientras que el aumento en abril responde al lanzamiento de nuevos modelos en marzo, lo que motiva a los clientes a actualizar su guardarropa.
	Mes	Demanda																										
ene	100																											
feb	400																											
mar	450																											
abr	850																											
may	500																											
jun	500																											
jul	450																											
ago	400																											
sep	500																											
oct	350																											
nov	600																											
dic	850																											

- Análisis de modelos de pronósticos aplicados**

Para determinar la producción mensual de la familia 5 "camisetas" requerida para el año 2025, se evaluó mediante Minitab 13 métodos de pronóstico. Los resultados del error (MAPE) obtenidos por cada método se presentan detalladamente en la Tabla 56, proporcionando una métrica cuantitativa para validar la selección del mejor método para pronosticar la demanda. El modelo "Promedio Móvil" no se ha seleccionado ya que permite pronosticar únicamente un mes más de ventas.

Tabla 56. Comparación del MAPE de métodos de pronósticos aplicados a la familia
"Camisetas"

Modelo de pronóstico	Producto: Camiseta polo drivers
	MAPE
Modelo de tendencia lineal	49
Modelo de tendencia cuadrática	47
Modelo de curva de crecimiento	44,4
Modelo de tendencia de curva S	No es aplicable al conjunto de datos
Promedio movil	29,4
Suavización exponencial simple	38,7
Suavización exponencial doble	58,9
Método de Winters multiplicativo	41,1
Método de Winter aditivo	35,2
Descomposición de series-Modelo multiplicativo estacional con tendencia más estacional	47,1
Descomposición de series-Modelo multiplicativo estacional solamente	58,7
Descomposición de series- Modelo aditivo con tendencia más estacional	46,2
Descomposición de series-Modelo aditivo estacional solamente	57,5

1) Pronósticos para el modelo camiseta polo drivers

Para el modelo “camiseta polo drivers” se pronosticó la demanda futura mediante el método “Winters aditivo” debido a su bajo nivel de error MAPE (35,2), en comparación a los 13 modelos evaluados mediante Minitab.

La Tabla 57 contiene los pronósticos para el año 2025 de este producto. Además, la Figura 15 contiene una representación visual de los datos reales y los pronosticados.

Tabla 57. Pronósticos de la demanda “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Winters- Aditivo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	748,22	748	522,82	973,63
14	1150,85	1151	921,92	1379,79
15	825,64	826	592,77	1058,52
16	823,71	824	586,51	1060,91
17	773,17	773	531,29	1015,06
18	752,15	752	505,24	999,07
19	873,77	874	621,49	1126,04
20	729,12	729	471,18	987,05
21	845,96	846	582,08	1109,84
22	1134,66	1135	864,57	1404,75
23	1105,74	1106	829,20	1382,29
24	1508,37	1509	1225,14	1791,61
Medidas de exactitud		MAPE	35,2	
		MAD	92,0	
		MSD	10780,8	

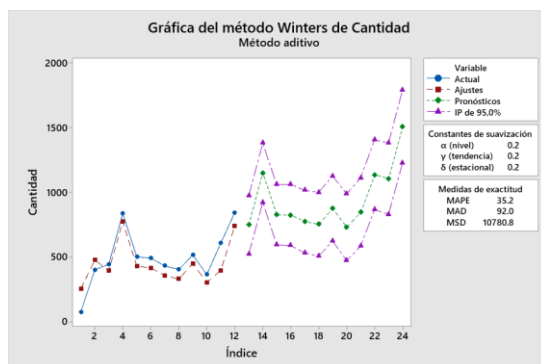


Figura 15. Pronósticos mediante el método Winters aditivo para la “Camiseta polo drivers”

3.1.14. Estrategias de Planeación Agregada de la Producción

Las estrategias de PPA emplearon distintos datos base como el tiempo estándar de los productos analizados mediante el estudio de tiempos, pronósticos de demanda, costos asociados como: costo de horas extra, costos por mantener inventario, costos de mano de obra, costos de despido, costos de contratación y subcontratación.

a. Cálculo de costos asociados

- *Costo de mano de obra*

Este costo integra varios componentes, constituyéndose el Salario Básico Unificado (SBU) como componente principal. Se incluyeron además las prestaciones legales obligatorias como: décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, aporte patronal al IEES (11,15%) y fondo de reserva (8,33%).

En la Tabla 58 se detalla cada componente de este costo, determinando el valor mensual de mano de obra por operario. Los costos contenidos en la Tabla 58 se calcularon de acuerdo con las ecuaciones 14 a la 17 respectivamente.

Tabla 58. Cálculo de costo de mano de obra

Ítem	Listado	Costos
1	Salario Básico Unificado (SBU)	\$ 470,00
2	Décimo tercer sueldo	\$ 39,17
3	Décimo cuarto sueldo	\$ 39,17
4	Aporte personal al IEES (11,15%)	\$ 52,41
5	Fondo de reserva (8,33%)	\$ 39,15
	Total	\$ 639,89

- *Costo por mantener inventario*

Este costo permite establecer el valor monetario de mantener una unidad de producto en inventario durante un mes. En la Tabla 59 muestra su cálculo, fundamentándose en los porcentajes especificados en la Tabla 9 que incluye varios componentes asociados al mantenimiento de inventarios incluyendo “edificio”, “manejo de materiales”, “inversión”, “mano de obra” y de “robo, daño y obsolescencia”.

Tabla 59. Cálculo de costo por mantener inventario

Costos			Valor monetario (\$)	Porcentaje (%)	Costo parcial (\$)
Costo de edificio	Depreciación del edificio		6897,64	6%	413,86
	Costos de operación	Mantenimiento	100,00	6%	6,00
		Materiales de limpieza	240,00	6%	14,40
		Gestión de residuos	105,00	6%	6,30
		Actualizaciones tecnológicas	536,10	6%	32,17
		Servicio de energía eléctrica	130,00	6%	7,80
		Permisos ambientales	310,00	6%	18,60
		Servicio de agua potable	120,00	6%	7,20
	Impuestos	Predio	434,00	6%	26,04
		Uso de suelos	1,00	6%	0,06
		Permiso del medio ambiente	180,00	6%	10,80
Costo por manejo de materiales	Costos de operación	Mantenimiento y reparaciones	1200,00	3%	36,00
		Materiales de protección	1936,97	3%	58,11
		Personal de manejo de materiales	6000,00	3%	180,00
	Depreciación del equipo		70990,28	3%	2129,71
Costo de inversión	Impuestos	Registro de marca	208,00	11%	22,88
	Seguros del inventario		2373,08	11%	261,04
Costo por mano de obra	Almacenamiento		566460,00	3%	16993,80
Robo, daño y obsolescencia	Actualización de equipos	Equipos de oficina	2258,00	3%	67,74
		Plancha industrial	2300,00	3%	69,00
				Costo total (anual)	20361,501
				Costo por unidad (anual)	0,719

Los costos detallados en la Tabla 59 han sido proporcionados por Aubea Bs, su detalle específico se reservan por confidencialidad de la empresa.

- **Costo de escases**

La empresa ha establecido este costo en \$2 por unidad ante la indisponibilidad de un producto, sin distinción del tipo de artículo.

- **Costo por despido**

El costo de despido se calculó con base al SBU, incorporando el décimo tercer y décimo cuarto sueldo, bonificación (25%) por desahucio y las vacaciones del último periodo. El cálculo se realizó aplicando las ecuaciones 14, 15, 21 y 22 respectivamente. Todos los elementos se detallan en la Tabla 60.

Tabla 60. Cálculo de costos por despido

ítem	Listado	Costos
1	Décimo tercer sueldo	\$ 470,00
2	Décimo cuarto sueldo	\$ 470,00
3	Vacaciones del último período	\$ 235,00
4	Bonificaciones por desahucio	\$ 117,50
5	Costo de personal	\$ 20,00
	Total (al año)	\$ 1.312,50

- **Costo de contratación**

Para el proceso de reclutamiento de personal para la empresa Aubea BS, se consideran distintas etapas, comenzando con una prueba inicial de tres meses hasta que el operario se adapte a las actividades asignadas. Una vez aprobada la etapa inicial, se capacita al operario mediante un curso especializado en el área de trabajo. Además, para el ejercicio de sus actividades el operario debe portar un uniforme, materiales de trabajo y Equipos de Protección Personal (EPP). La Tabla 61 contiene los distintos componentes para el cálculo del costo por contratar a un nuevo operario.

Tabla 61. Cálculo de costo de contratación

Ítem	Listado	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Uniformes	1	\$ 20,00	\$ 20,00
2	Materiales de trabajo			
2.1	Esfero	1	\$ 0,41	\$ 0,41
2.2	Cinta métrica	1	\$ 3,00	\$ 3,00
2.3	Mascarilla	1	\$ 2,50	\$ 2,50
2.4	Marcador	1	\$ 0,77	\$ 0,77
3	Equipos de protección personal			
3.1	Guantes malla de acero	1	\$ 29,00	\$ 29,00
3.2	Audífonos de cancelación de ruido	1	\$ 24,99	\$ 24,99
3.3	Mascarilla industrial	1	\$ 42,14	\$ 42,14
4	Curso de capacitación	1	\$ 120,00	\$ 120,00
	Total	9	\$ 242,81	\$ 242,81

- **Costo de hora extra**

Mediante la ecuación 18 se determinó el valor de las horas extra conforme a lineamientos establecidos en el artículo 55 y 224 del “Código de Trabajo”.

$$\text{Hora Extra} = \frac{470}{240} * 2 \quad (18)$$

En la Tabla 62 se especifica el costo por hora extra.

Tabla 62. Cálculo de horas extra

ítem	Listado	Costos
1	Hora extra	\$ 3,92

- **Costo de subcontratación**

La empresa maneja un rango de costos de subcontratación en base a la dificultad del diseño de producto a subcontratar y el tipo de prenda.

En la Tabla 63 se establece el costo de subcontratación para la familia 4 “chompas” y 5 “camisetas”.

Tabla 63. Costos de subcontratación

Ítem	Listado	Costo (\$)	Unidad de medida
1	Costo de subcontratación de maquila (chompas)	1,80	por unidad
2	Costo de subcontratación de estampado manual (chompas)	2,50	por unidad
3	Costo de subcontratación de maquila (camisetas)	1,40	por unidad
4	Costo de subcontratación de estampado manual (camisetas)	2,00	por unidad

b. Planes agregados para la familia 4 “Chompas”

- **Datos base para las estrategias de PPA**

Para los distintos planes de producción aplicados se requiere de datos base como: pronósticos de ventas, días laborales al mes, jornada diaria de trabajo (horas), límite máximo de horas mensuales en tiempo extra (horas), horas de trabajo requeridas por unidad (Ts) por producto y cantidad de operarios actuales.

La Tabla 64 presenta el pronóstico mensual desagregado por producto para la familia de productos analizada.

Tabla 64. Demanda agregada para la familia de productos 4 “Chompas”

Modelo	Mes/ Demanda											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chompa drivers abierta	367	945	550	691	449	261	415	239	316	252	1017	1626
Chompa drivers cerrada	68	87	116	97	244	60	188	90	79	95	147	134
Chompa drivers personalizada	432	202	624	554	322	403	384	480	371	390	434	203
Chompa abierta	38	31	16	47	106	29	25	17	23	65	32	46
Chompa cuello alto	73	53	41	122	151	99	71	54	158	193	125	88
Demanda agregada	978	1318	1347	1511	1272	852	1083	880	947	995	1755	2097
Días hábiles	22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22

En la Tabla 65 se detallan las horas de trabajo requeridas por unidad (Ts) para cada producto, la cantidad de trabajadores y las horas de trabajo al día.

Tabla 65. Datos requeridos para la aplicación de las estrategias de PPA en la familia de productos 4 “Chompas”

Datos adicionales		
Descripción	Valor	Unidad de medida
Horas de trabajo requeridas por unidad (Chompa drivers abierta)	0,68667	horas/ unidad
Horas de trabajo requeridas por unidad (Chompa drivers cerrada)	0,68667	horas/ unidad
Horas de trabajo requeridas por unidad (Chompa drivers personalizada)	0,68667	horas/ unidad
Horas de trabajo requeridas por unidad (Chompa abierta)	0,34017	horas/ unidad
Horas de trabajo requeridas por unidad (Chompa cuello alto)	0,33950	horas/ unidad
Cantidad de trabajadores actuales	6	trabajadores
Horas de trabajo al día	8	horas por día
Inventario de seguridad	3	%

La Tabla 66 presenta un resumen de los costos previamente calculados para la aplicación de estrategias de PPA.

Tabla 66. Tabla resumen de costos para estrategias de PPA para la familia 4
“Chompas”

Costos	Valor monetario (\$)	Unidad de medida
Costo por mantener inventario	\$ 0,72	por unidad
Costo de subcontratación (chompas)	\$ 4,30	por unidad
Costo de horas extras	\$ 3,92	por hora
Costo de mano de obra	\$ 639,89	por trabajador
Costo por despido	\$ 240,30	por trabajador
Costo de escases	\$ 2,00	por unidad
Costo de contratación	\$ 242,81	por trabajador

- **Plan 1 – Coincidir con la demanda (fuerza laboral variable y producción exacta)**

La primera estrategia de PPA (coincidir con la demanda) emplea una fuerza laboral variable ajustada mensualmente según los requerimientos, donde el cálculo inicial de la demanda agregada (en horas) se determinó mediante la ecuación 23 con los valores base establecidos en la Tabla 64.

$$\begin{aligned}
 & \text{Demanda agregada (horas)} = \\
 & \text{Demanda}_1 * Ts_1 + \text{Demanda}_2 * Ts_2 + \text{Demanda}_3 * Ts_3 + \text{Demanda}_4 \\
 & \quad * Ts_4 + \text{Demanda}_5 * Ts_5
 \end{aligned}
 \tag{23}$$

La ecuación 24 permitió calcular el número de trabajadores requeridos por mes.

$$\begin{aligned}
 & \text{Trabajadores requeridos} = \\
 & \frac{\text{Demanda agregada (horas)}}{\text{horas de trabajo al día} * \text{días laborables al mes}}
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

La Tabla 67 contiene el detalle de la cantidad de trabajadores requeridos.

Tabla 67. Cantidad de trabajadores requeridos para el plan 1

Mes	Demanda agregada (horas)	Cantidad de trabajadores
Enero	633,05	4
Febrero	875,88	5
Marzo	905,16	6
Abril	978,91	6
Mayo	784,29	5
Junio	540,62	3
Julio	710,35	4
Agosto	579,63	3
Septiembre	587,45	3
Octubre	593,71	3
Noviembre	1150,62	8
Diciembre	1393,450333	8

Esta estrategia de PPA se aplicó utilizando número de trabajadores calculados en la Tabla 67, garantizando una producción planeada que iguala exactamente la demanda proyectada con la capacidad productiva disponible.

Tabla 68. Plan 1- coincidir con la demanda para la familia 4 “Chompas”

Datos	Mes													
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		1318	1347	1511	1272	852	1083	880	947	995	1755	2097	1318	Costos parciales (\$)
Producción real (Igual a la demanda pronosticada)		1318	1347	1511	1272	852	1083	880	947	995	1755	2097	1318	
Demanda agregada (horas) ((Ts producto 1 * demanda mensual producto 1) + (Ts producto 2 * demanda mensual producto 2) + (Ts producto 3 * demanda mensual producto 3) +(Ts producto 4 * demanda mensual producto 4) + (Ts producto 5 * demanda mensual producto 5))		875,89	905,16	978,91	784,29	540,62	710,35	579,63	587,45	593,71	1150,62	1393,45	875,89	
Días laborales al mes		20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	20	
Horas de trabajo al día		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Trabajadores requeridos (Demanda agregada (horas) / Horas de trabajo al día * días laborales al mes)	6	5	6	6	5	3	4	3	3	3	8	8	5	
Trabajadores por contratar (Sí la cantidad de trabajadores requeridos es mayor a los que se tiene en el periodo anterior)		1	1	0	0	0	1	0	0	0	5	0	1	
Trabajadores por despedir (Si la cantidad de trabajadores requeridos es menor a los que se tiene actualmente)		0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	37113,58 1942,48 5989,20 \$ 45.045,26
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		3199,45	3839,34	3839,34	3199,45	1919,67	2559,56	1919,67	1919,67	1919,67	5119,11	5119,11	3199,45	
Costo de contratación (Costo por contratación * trabajadores por contratar)		242,81	242,81	0,00	0,00	0,00	242,81	0,00	0,00	0,00	1214,05	0,00	242,81	
Costo de despido (Costo por despedir * trabajadores por despedir)		0,00	0,00	0,00	961,20	1922,40	0,00	480,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo total (\$)													\$ 45.045,26	

- **Plan 2 – Nivelar capacidad con inventario y pedidos pendientes (Fuerza laboral constante y producción variable)**

La segunda estrategia de PPA emplea una producción real en base a la producción promedio al mes, resultando de un producto de la demanda agregada promedio (al día) por la cantidad de días laborales al mes, expresada en la ecuación 28.

Para el cálculo de la demanda agregada promedio (al día) se considera varios cálculos intermedios como la demanda por producto (al día) y la demanda agregada (al día).

Mediante la ecuación 25 se determinó la demanda por producto (al día).

$$Demanda\ por\ producto\ (al\ día) = \frac{demanda\ mensual}{días\ laborables\ al\ mes} \tag{25}$$

Como ejemplo de mostrativo para el modelo “Chompa drivers abierta” se determina el valor de la demanda promedio al día para el mes de enero del año 2025.

$$Demanda\ por\ producto\ (al\ día) = \frac{367\ unidades\ /mes}{22\ días/mes}$$

$$Demanda\ por\ producto\ (al\ día) = 17\ unidades/día$$

El promedio de la demanda (al día) se determinó con la ecuación 26, mediante una sumatoria de la demanda por producto (al día).

$$Demanda\ agregada\ (al\ día) = \sum demanda\ por\ producto(al\ día) \tag{26}$$

Para el mes de enero se determinó la demanda agregada al día mediante la ecuación 26

$$Demanda\ agregada\ (al\ día) = 17 + 3 + 20 + 2 + 3 = 44\ (unidades/día)$$

Al aplicar la ecuación 27 se obtiene el valor final de la demanda agregada promedio al día.

$$Demanda\ agregada\ promedio\ por\ producto\ (al\ día) = \tag{27}$$

$$\frac{\sum\ demanda\ agregada\ (al\ día)}{cantidad\ de\ meses}$$

$$Demanda\ agregada\ promedio\ por\ producto\ (al\ día) =$$

$$\frac{44 + 66 + 71 + 72 + 61 + 41 + 49 + 42 + 43 + 45 + 92 + 95}{12} = 61 \frac{unidades}{día}$$

En la Tabla 69 se muestra la demanda agregada promedio al día.

Tabla 69. Demanda promedio al día en unidades para la familia 4 "Chompas"

Modelo	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chompa drivers abierta	17	47	29	33	21	12	19	11	14	11	54	74
Chompa drivers cerrada	3	4	6	5	12	3	9	4	4	4	8	6
Chompa drivers personalizada	20	10	33	26	15	19	17	23	17	18	23	9
Chompa abierta	2	2	1	2	5	1	1	1	1	3	2	2
Chompa cuello alto	3	3	2	6	7	5	3	3	7	9	7	4
Demanda agregada en unidades (al día)	44	66	71	72	61	41	49	42	43	45	92	95
Demanda agregada promedio en unidades (al día)	61											

Finalmente, aplicando la ecuación 28 se determinó el valor de la producción real mensual para el mes de enero del año 2025.

$$Produccción\ real\ = \tag{28}$$

$$Demanda\ agregada\ promedio\ en\ unidades(al\ día) * días\ laborables\ al\ mes$$

$$Produccción\ real\ mensual = 61 \frac{unidades}{día} * 22 \frac{días}{mes} = 1342 \frac{unidades}{mes}$$

La cantidad de trabajadores para esta estrategia de PPA permanece constante, para este cálculo se requiere de la demanda agregada en horas.

Se requieren de varios cálculos previos para determinar el valor de la demanda agregada en horas, iniciando con la demanda promedio al día en horas, mediante la ecuación 29.

$$Demanda\ promedio\ en\ horas\ (al\ día) = \frac{demanda\ promedio\ en\ unidades\ (al\ día)}{tiempo\ estándar}$$

(29)

La demanda promedio en unidades (al día) se determinó mediante el promedio de la demanda al día por producto con la ecuación 30, a modo de ejemplo para el modelo “Chompa drivers abierta” se calcula este valor.

$$Demanda\ promedio\ en\ unidades\ (al\ día) = \frac{\sum demanda\ por\ producto(al\ día)}{Cantidad\ de\ meses}$$

(30)

$$Demanda\ promedio\ en\ unidades\ (al\ día) = \frac{17 + 47 + 29 + 33 + 21 + 12 + 19 + 11 + 14 + 11 + 54 + 74}{12} = 29\ (unidades)$$

En la Tabla 70 se detalla la demanda promedio al día (unidades).

Tabla 70. Demanda promedio al día para la familia 4 "Chompas"

Modelo	Demanda promedio en unidades (al día)
Chompa drivers abierta	29
Chompa drivers cerrada	6
Chompa drivers personalizada	20
Chompa abierta	2
Chompa de cuello alto	5
Total	61

Empleando la ecuación 31 se obtiene el valor de la demanda promedio en horas (al día).

$$Demanda\ promedio\ en\ horas(al\ día) = Ts * Demanda\ promedio\ en\ unidades\ (al\ día)$$

(31)

Así para el modelo “Chompa drivers abierta” con la ecuación 31 se obtuvo.

$$Demanda\ promedio\ en\ horas\ (al\ día) = 0,68667 \frac{horas}{unidad} * 29 \frac{unidades}{mes}$$

$$Demanda\ promedio\ en\ horas\ (al\ día) = 13,05 \frac{horas}{mes}$$

Tabla 71. Demanda promedio al día (horas) para la familia 4 “Chompas”

Modelo	Demanda promedio en unidades (al día)	Demanda promedio en horas (al día)
Chompa drivers abierta	29	19,91
Chompa drivers cerrada	6	4,12
Chompa drivers personalizada	20	13,05
Chompa abierta	2	0,68
Chompa de cuello alto	5	1,70
Total	61	39,46

El valor de la demanda agregada en horas (al día) para emplear en el cálculo de la cantidad de trabajadores resulta de la sumatoria de la demanda agregada en horas (al día) de los cinco productos contenidos en esta familia (39,46).

$$Trabajadores\ requeridos = \frac{Demanda\ agregada\ en\ horas\ (al\ día)}{horas\ de\ trabajo\ al\ día * días\ hábiles}$$

(32)

La cantidad de trabajadores para este plan agregado, mediante la ecuación 22 se mantiene constante con una cantidad de 6.

$$Trabajadores\ requeridos = \frac{39,46 \frac{horas}{mes}}{8 \frac{horas}{día} * 22 \frac{días}{mes}} = 5$$

La Tabla 72 presenta el detalle de costos y parámetros evaluados para este plan agregado, el cual utiliza como base para la producción planeada el promedio de la demanda.

Tabla 72. Plan 2 - Nivelar capacidad con inventario y pedidos pendientes para la familia 4 “Chompas”

Datos	Mes													
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		978	1318	1347	1511	1272	852	1083	880	947	995	1755	2097	Costos parciales (\$)
Demanda agregada promedio (al día)		61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	
Días laborales al mes		22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	
Horas de trabajo al día		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Producción planeada (Demanda promedio en unidades (al día) * Días laborales al mes)		1342	1220	1159	1281	1281	1281	1342	1281	1342	1342	1159	1342	
Demanda agregada en horas(al día) (Demanda promedio en horas (al día) * Días laborales al mes)		868,07	789,16	749,70	828,61	828,61	828,61	868,07	828,61	868,07	868,07	749,70	868,07	
Trabajadores requeridos (Demanda agregada en horas(al día)/ (Horas de trabajo al día *Días laborales al mes)	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Trabajadores por contratar (Si la cantidad de trabajadores requeridos es mayor a los que se tiene en el periodo anterior)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trabajadores por despedir (Si la cantidad de trabajadores requeridos es menor a los que se tiene actualmente)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inventario Inicial (Igual al inventario final del mes anterior)		0	364	266	78	-152	-143	286	545	946	1341	1688	1092	
Inventario Final (Inventario inicial + producción planeada - demanda agregada)	0	364	266	78	-152	-143	286	545	946	1341	1688	1092	337	
Inventario de seguridad (Demanda agregada * porcentaje de inventario de seguridad)		29	40	40	45	38	26	32	26	28	30	53	63	
Unidades escasas (Si el valor del inventario final es negativo)		0	0	0	152	143	0	0	0	0	0	0	0	
Unidades en exceso (Inventario final - inventario de seguridad) solo si la cantidad es positiva		335	226	38	0	0	260	513	920	1313	1658	1039	274	
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	3199,45	38393,36
Costo por mantener inventario (Costo por mantener inventario*Unidades en exceso)		240,96	163,05	27,06	0,00	0,00	187,52	369,01	662,11	945,06	1193,87	748,33	197,34	4734,32
Costo por pedidos pendientes (Unidades a solicitar con pendidos pendientes* Costo por pedidos pendientes)		0,00	0,00	0,00	304,00	286,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	590,00
Costo total (\$)													\$	43.717,68

- ***Plan 3 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes manteniendo la fuerza laboral actual.***

Esta estrategia combina tres factores subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes. Limitándose a un máximo de 48 horas de trabajo al mes en horas extra y 300 unidades de subcontratación.

Además, se considera la fuerza laboral actual sin contratos ni despidos, fijando como producción planeada el nivel mínimo de producción de esta familia de productos. Específicamente el nivel de producción se toma se la Tabla 69 en donde se detalla la demanda agregada en unidades (al día) con un valor de 41 unidades correspondiente al sexto mes pronosticado en el plan agregado de producción, mediante la ecuación 33 se determinó el valor de producción real.

$$\text{Producción real mensual} = \text{Demanda mínima agregada en unidades (al día)} * \text{días laborables al mes} \quad (33)$$

A modo de ejemplo aplicando la ecuación 33 para el mes de enero se consideran 22 días hábiles al mes, obteniendo un valor de 902 unidades como producción real.

$$\begin{aligned} \text{Producción real mensual} &= 41 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} * 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \\ \text{Producción real mensual} &= 902 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}} \end{aligned}$$

El valor de las horas extra se limita a 48 horas mensuales, para determinar el valor específico de la cantidad de unidades que se pueden producir bajo esta condición se divide la cantidad de horas extras para el tiempo de procesamiento por unidad (Ts) de aquel producto con mayor tiempo estándar, debido a que aquellas unidades que requieren de este tipo de restricción serán las que más se demoren en producir.

Aplicando la ecuación 34 se obtiene la cantidad máxima de unidades a fabricar en tiempo extra.

$$\begin{aligned} \text{Cantidad máximas de unidades en horas extra} &= \frac{\text{cantidad máxima de horas extra al mes}}{\text{mayor valor de tiempo de procesamiento por unidad}} \quad (34) \end{aligned}$$

Bajo estos parámetros se considera al producto “Chompa drivers abierta” como aquel producto con mayor Ts (0,68667 horas/unidad).

$$\begin{aligned} \text{Cantidad máxima de unidades en horas extra} &= \frac{48 \text{ horas}}{0,68667 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}}} \\ \text{Cantidad máximas de unidades en horas extra} &= 70 \text{ unidades} \end{aligned}$$

Obteniendo como resultado un valor máximo de 70 unidades por mes por cada operario, consecuentemente las unidades restantes se enviarán a subcontratación siempre y cuando se limiten a 300 unidades, en caso de ser un valor mayor a este las unidades restantes se enviarán a pedidos pendientes.

En la Tabla 73 se detalla esta estrategia de PPA, considerando los factores y cálculos previamente mencionados.

Tabla 73. Plan 3 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral actual para la familia 4 “Chompas”

Datos	Mes													
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		978	1318	1347	1511	1272	852	1083	880	947	995	1755	2097	Costos parciales (\$)
Demanda agregada promedio (al día) (Valor mínimo demanda agregada en unidades (al día))		41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	
Días laborales al mes		22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	
Horas de trabajo al día		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Producción real (Demanda mínima agregada en unidades (al día) * Días laborales al mes)		902	820	779	861	861	861	902	861	902	902	779	902	
Trabajadores requeridos (Trabajadores actuales en la empresa)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Inventario Inicial (Igual al inventario final del mes anterior)		0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	
Unidades a solicitar antes de tiempo extra (Inventario Inicial + Producción real - Demanda agregada) solo si la cantidad es positiva		76	498	568	650	411	0	172	19	45	93	976	1195	
Tiempo máximo de horas extra (48 horas en base a la ley vigente)		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
Unidades máximas a producir en horas extra ((tiempo máximo de horas extra/mayor valor de tiempo de procesamiento por unidad)* Trabajadores requeridos)		420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	
Unidades a producir en tiempo extra (Respecto a las unidades máximas a producir en tiempo extra considerando el límite máximo)		76	420	420	420	411	0	172	19	45	93	420	420	
Unidades a solicitar antes de subcontratación (Unidades a solicitar antes de tiempo extra - unidades a producir en tiempo extra)		0	78	148	230	0	0	0	0	0	0	556	775	
Cantidad máxima de subcontratación (Límite de unidades a subcontratar establecido por la empresa)		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Unidades por subcontratar (Respecto a las unidades máximas a subcontratar considerando el límite máximo)		0	78	148	230	0	0	0	0	0	0	300	300	
Unidades a solicitar con pedidos pendientes (Unidades a solicitar antes de subcontratación - unidades por subcontratar)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256	475	
Inventario Final (Inventario Inicial + Producción real - Demanda agregada)	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	46072,03
Costo por tiempo extra (Unidades a producir en tiempo extra* tiempo de procesamiento por unidad* costo por hora extra)		204,40	1129,57	1129,57	1129,57	1105,36	0,00	462,58	51,10	121,03	250,12	1129,57	1129,57	7842,42
Costo de subcontratación (Costo por subcontratación*Unidades por subcontratar)		0,00	335,40	636,40	989,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1290,00	1290,00	4540,80
Costo por mantener inventario (Costo por mantener inventario*Inventario final)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,48
Costo por pedidos pendientes (Unidades a solicitar con pendidos pendientes* Costo por pedidos pendientes)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	512,00	950,00	1462,00
													Costo total (\$)	\$ 59.923,73

- Plan 4 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral variable

El plan 4 considera una cantidad de operarios basado en la producción real, aplicando la ecuación 54, obteniendo un valor de 4 operarios para todos los meses de trabajo.

Tabla 74. Plan 4 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral variable para la familia 4 “Chompas”

Datos	Mes													
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		978	1318	1347	1511	1272	852	1083	880	947	995	1755	2097	Costos parciales (\$)
Demanda agregada promedio al día		61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	
Días laborales al mes		22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	
Horas de trabajo al día		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Producción real (Demanda mínima agregada en unidades (al día) * Días laborales al mes)		902	820	779	861	861	861	902	861	902	902	779	902	
Trabajadores requeridos ((Producción real* Tiempo de procesamiento por unidad) /(Días laborales almes) ((Horas de trabajo al día))	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Trabajadores por contratar (Sí la cantidad de trabajadores requeridos es mayor a los que se tiene en el periodo anterior)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trabajadores por despedir (Si la cantidad de trabajadores requeridos es menor a los que se tiene actualmente)		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inventario Inicial (Igual al inventario final del mes anterior)		0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	
Unidades a solicitar antes de tiempo extra (Inventario Inicial + Producción real - Demanda agregada) solo si la cantidad es positiva		76	498	568	650	411	0	172	19	45	93	976	1195	
Tiempo máximo de horas extra (48 horas en base a la ley vigente)		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
Unidades máximas a producir en horas extra ((tiempo máximo de horas extra/mayor valor de tiempo de procesamiento por unidad)* Trabajadores requeridos)		246	246	246	246	246	246	246	246	246	246	246	246	
Unidades a producir en tiempo extra (Respecto a las unidades máximas a producir en tiempo extra considerando el límite máximo)		76	246	246	246	246	0	172	19	45	93	246	246	
Unidades a solicitar antes de subcontratación (Unidades a solicitar antes de tiempo extra - unidades a producir en tiempo extra)		0	252	322	404	165	0	0	0	0	0	730	949	
Cantidad máxima de subcontratación (Límite de unidades a subcontratar establecido por la empresa)		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Unidades por subcontratar (Respecto a las unidades máximas a subcontratar considerando el límite máximo)		0	252	300	300	165	0	0	0	0	0	300	300	
Unidades a solicitar con pedidos pendientes (Unidades a solicitar antes de subcontratación - unidades por subcontratar)		0	0	22	104	0	0	0	0	0	0	430	649	
Inventario Final (Inventario Inicial + Producción real - Demanda agregada)	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	2251,88	27022,53
Costo por tiempo extra (Unidades a producir en tiempo extra* tiempo de procesamiento por unidad* costo por hora extra)		204,40	662,52	662,52	662,52	662,52	0,00	462,58	51,10	121,03	250,12	662,52	662,52	5064,36
Costo por mantener inventario (Costo por mantener inventario*Inventario final)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,48
Costo de subcontratación (Costo por subcontratación*Unidades por subcontratar)		0,00	1082,13	1290,00	1290,00	708,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1290,00	1290,00	6950,16
Costo de despido (Costo por despedir * trabajadores por despedir)		2625,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2615,00
Costo por pedidos pendientes (Unidades a solicitar con pendidos pendientes* Costo por pedidos pendientes)		0,00	0,00	43,32	207,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	859,32	1297,32	2407,27
													Costo total (\$)	\$ 44.075,79

- **Plan 5 – Programación lineal con Solver**

Mediante un modelo matemático ejecutado empleando Microsoft Excel se determinó el costo de un plan que combina nivel de inventario, horas extra, subcontratación, contratación y despido de trabajadores. Empleando varias restricciones y una función objetivo de minimización de costos que se detalla en la ecuación 35.

$$FO (Min) = \quad (35)$$

$$Tn_i(N_i) + Tnc_i(NC_i) + Th_i(Z_i) + Thc_i(ZC_i) + Ks_i(Y_i) + K_i(I_i) + K_c(C_i) + K_d(D_i)$$

Dicha función objetivo está sujeta a las restricciones que se enlistan desde la ecuación 36 a la ecuación 44.

- Restricción de tiempo normal

$$N_i = P_i * A_i \quad (36)$$

- Restricción de tiempo normal con nuevos operarios

$$NC_i = PC_i * C_i \quad (37)$$

- Restricción de balance y definición de operarios antiguos

$$A_i = O_i - C_i \quad (38)$$

- Restricción de balance de operarios

$$O_i = O_{i-1} + C_i - D_i \quad (39)$$

- Restricción de horas extra

$$Z_i \leq H_i(A_i) \quad (40)$$

- Restricción de horas extra con operarios nuevos

$$ZC_i \leq HC_i(C_i) \quad (41)$$

- Capacidad de subcontratación

$$Y_i \leq L_i \quad (42)$$

- Balance de inventarios

$$I_i = I_{i-1} + N_i + Z_i + ZC_i + Y_i - R_i \quad (43)$$

- Demanda

$$I_{i-1} + N_i + NC_i + Z_i + ZC_i + Y_i \geq R_i \quad (44)$$

En la Tabla 75 se detallan las variables consideradas para el desarrollo del modelo matemático.

Tabla 75. Descripción de variables para el modelo de programación lineal

Descripción	Tipo de variables
Variables financieras	
Costo por unidad producida en tiempo normal	K_n
Costo por unidad producida en tiempo extra	K_h
Costo por unidad agregada en inventario	K_i
Costo por unidad en subcontratación	K_{s_i}
Costo de contratación	K_c
Costo de despido	K_d
Costo por unidad en tiempo normal durante el periodo i	Tn_i
Costo por unidad en tiempo normal por un operario nuevo durante el periodo i	Tnc_i
Costo por unidad en tiempo extra en el periodo i	Th_i
Costo por unidad en tiempo extra por un operario nuevo durante el periodo i	Thc_i
Variables de decisión	
Unidades por producir en tiempo normal en el periodo i	N_i
Unidades por producir en tiempo normal por un operario nuevo en el periodo i	NC_i
Unidades por producir en tiempo extra en el periodo i	Z_i
Unidades por producir en tiempo extra por un operario nuevo en el periodo i	ZC_i
Cantidad de unidades por subcontratar durante el periodo i	Y_i
Cantidad de operarios por contratar en el periodo i	C_i
Cantidad de operarios por despedir en el periodo i	D_i
Inventario final del periodo i	I_i
Número de operario totales para el periodo i	O_i
Número de operario totales para el periodo i	A_i
Cantidad de unidades por producir por operario en el periodo i	P_i
Cantidad de unidades por producir por un operario nuevo en el periodo i	PC_i
Eficiencia de un operario nuevo durante el periodo i	E_i
Capacidad máxima de subcontratación	L_i
Demanda mensual en el periodo i	R_i

El cálculo del costo por unidad en tiempo normal, tiempo normal por un operario nuevo, tiempo extra y tiempo extra por un tiempo nuevo se determinaron con las ecuaciones 45,46,47 y 48 respectivamente.

$$Tn_i = k_n * \text{tiempo de procesamiento por unidad} \quad (45)$$

$$Tnc_i = k_n * \frac{\text{tiempo de procesamiento por unidad}}{\text{Eficiencia}} \quad (46)$$

$$Th_i = k_h * \text{tiempo de procesamiento por unidad} \quad (47)$$

$$Thc_i = k_h * \frac{\text{tiempo de procesamiento por unidad}}{\text{Eficiencia}} \quad (48)$$

En la Tabla 76 se detalla el costo por mes de estos cálculos intermedios.

Tabla 76. Cálculos intermedios para programación lineal – costos para la familia 4
“Chompas”

Mes	Demanda	Días al mes	Eficiencia	Tni	Tnci	Thi	Thci
1	978	22	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
2	1318	20	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
3	1347	19	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
4	1511	21	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
5	1272	21	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
6	852	21	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
7	1083	22	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
8	880	21	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
9	947	22	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
10	995	22	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
11	1755	19	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42
12	2097	22	90%	\$ 2,51	\$ 2,78	\$ 2,69	\$ 2,42

Mediante las ecuaciones 49,50,51 y 52 se determinó el valor de las cantidades a producir por un operario actual, unidades por operario nuevo, unidades en tiempo extra por un operario actual y unidades en tiempo extra por un operario nuevo.

$$P_i = \frac{\text{horas de trabajo al día} * \text{días laborales al mes}}{\text{tiempo de procesamiento por unidad}} \quad (49)$$

$$PC_i = P_i * E_i \quad (50)$$

$$H_i = \frac{\text{horas máximas a trabajar en tiempo extra}}{\text{tiempo de procesamiento por unidad}} \quad (51)$$

$$HC_i = H_i * E_i \quad (52)$$

En la Tabla 77 se detalla el cálculo para los cálculos intermedios de las unidades en tiempo normal y tiempo extra considerando la fuerza laboral actual y fuerza laboral contratada.

Tabla 77. Cálculos intermedios para programación lineal – unidades para la familia 4
“Chompas”

Mes	Demanda	Días al mes	Eficiencia	Pi	Pci	Hi	Hei
1	978	22	90%	256	230	70	63
2	1318	20	90%	233	210	70	63
3	1347	19	90%	221	199	70	63
4	1511	21	90%	245	221	70	63
5	1272	21	90%	245	221	70	63

Mes	Demanda	Días al mes	Eficiencia	Pi	Pci	Hi	Hci
6	852	21	90%	245	221	70	63
7	1083	22	90%	256	230	70	63
8	880	21	90%	245	221	70	63
9	947	22	90%	256	230	70	63
10	995	22	90%	256	230	70	63
11	1755	19	90%	221	199	70	63
12	2097	22	90%	256	230	70	63

Para esta familia de productos se establece con estas condiciones y cálculos intermedios la siguiente función objetivo:

$$FO (Min) = 2,51(N_i) + 2,78(NC_i) + 2,69(Z_i) + 2,42(ZC_i) + 4,3(Y_i) + 0,72(I_i) + 242,81(C_i) + 240,3(D_i) \quad (35)$$

Los resultados obtenidos mediante la herramienta Solver se detalla en la Tabla 78.

Tabla 78. Resultados obtenidos con programación lineal para la familia 4 "Chompas"

Variables / Mes (2025)	N_i	NC_i	Z_i	ZC_i	Y_i	I_i	C_i	D_i
1	1350	0	0	0	0	372	0	0
2	1230	0	0	0	0	284	0	0
3	1164	0	0	0	0	101	0	0
4	1290	120	0	0	0	0	1	0
5	1380	0	0	0	0	108	0	1
6	893	0	0	0	0	149	0	2
7	934	0	0	0	0	0	0	0
8	893	0	0	0	0	13	0	0
9	934	0	0	0	0	0	0	0
10	934	709	0	0	0	648	3	0
11	1483	0	0	0	0	377	0	0
12	1720	0	419	0	0	0	0	0
Costos parciales (\$)	35.604,71	2.309,10	1.318,49	0	0	1.477,17	971,24	2.033,40
Costo total (\$)	43.714,11							

- **Selección de la mejor estrategia de PPA**

Mediante Solver se obtenido un valor de \$ 43.714,11 para este plan agregado de producción, considerando los costos de producción en tiempo normal por operarios actuales, costo de producción en tiempo normal por operarios nuevos, costo de tiempo extra por operarios actuales, costo de tiempo extra por operarios nuevos, subcontratación, contratación y despido. Se aplicaron 6 estrategias de PPA, considerando la óptima a aquella que presentó el menor costo, en la Tabla 79 se detalla el costo obtenido para cada una de estas.

Tabla 79. Resumen de costos de la aplicación de las 5 estrategias de PPA para la familia 4 "Chompas"

Costo	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Plan 5
Contratación	1.942,48	-	-	-	971,24
Despidos	5.748,90	-	-	2.625,00	2.033,40
Mantener inventario	-	4.734,32	6,48	6,48	1.477,17
Pedidos pendientes	-	590,00	1.462,00	2.407,27	-
Subcontratación	-	-	4.540,80	6.950,16	
Tiempo extra	-	-	7.842,42	5.064,36	1.318,49
Mano de obra	37.113,58	38.393,36	46.072,03	27.022,53	37.913,79
Costos totales (\$)	44.804,96	43.717,68	59.923,73	44.075,79	43.714,11

Bajo este enfoque económico, para la familia 4 “Chompas” se determinó el Plan 5 mediante programación lineal (\$ 43.714,11) permitiendo la capacidad de adaptación a las condiciones del mercado, además de ajustarse a las necesidades y requerimientos reales de la empresa textil bajo estudio.

Además, en base a la elección del mejor plan, se determinó un porcentaje de ahorro individual con respecto a las demás opciones analizadas, aplicando la ecuación 53.

$$\text{Porcentaje de ahorro individual} = \left(\frac{\text{Costo promedio de los planes} - \text{Costo del mejor plan}}{\text{Costo promedio de los planes}} \right) * 100 \quad (53)$$

El plan 5 resultó el menos costoso con un 7,48 % de ahorro individual con respecto al promedio de los 4 primeros planes.

c. Planes agregados para la familia 5 “Camisetas”

• Datos base para las estrategias de PPA

Para esta familia de productos se consideran los mismos datos base que la familia anterior, excepto el tiempo de procesamiento por unidad (Ts) y los pronósticos de ventas.

La Tabla 80 muestra el detalle mensual de la demanda pronosticada.

Tabla 80. Demanda agregada para la familia de productos 5 “Camisetas”

Modelo	Mes/ Demanda											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Camiseta polo drivers	748	1151	826	824	773	752	874	729	846	1135	1106	1509
Demanda agregada	98	548	627	1216	750	753	680	650	854	616	1051	1490
Días hábiles	22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22

En la Tabla 81 se especifica el tiempo estándar calculado mediante el estudio de tiempos, el número de los trabajadores actuales en la empresa y las horas de trabajo al día.

Tabla 81. Datos requeridos para la aplicación de las estrategias de PPA para la familia 5 “camisetas”

Datos adicionales		
Descripción	Valor	Unidad de medida
Horas de trabajo requeridas por unidad (Camiseta polo drivers)	0,6580	horas/unidad
Cantidad de trabajadores actuales	6	trabajadores
Horas de trabajo al día	8	horas por día
Inventario de seguridad	3	%

Los costos aplicados a esta familia de productos se detallan en la Tabla 82.

Tabla 82. Tabla resumen de costos para estrategias de PPA para la familia 5 “Camisetas”

Costos	Valor monetario	Unidad de medida
Costo por mantener inventario	\$ 0,72	por unidad
Costo de subcontratación (camisetas)	\$ 3,40	por unidad
Costo de horas extras	\$ 3,92	por hora
Costo de mano de obra	\$ 639,89	por trabajador
Costo por despido	\$ 240,30	por trabajador
Costo de escases	\$ 2,00	por unidad
Costo de contratación	\$ 242,81	por trabajador
Costo de despido	\$ 240,30	Por trabajador

- *Plan 1 – Coincidir con la demanda (Fuerza laboral variable y producción exacta)*

Para la familia de productos 5 “Camisetas” la primera estrategia de PPA se basa en la contratación y despido de trabajadores dependiendo de la cantidad de unidades por producir, este valor se determina mediante la división de la demanda agregada sobre los días laborales al mes por la jornada laboral diaria.

Tabla 83. Plan 1 - Coincidir con la demanda para la familia 5 “camisetas”

Datos	Mes													Costos parciales (\$)
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		748	1151	826	824	773	752	874	729	846	1135	1106	1509	
Producción real (Igual a la demanda pronosticada)		748	1151	826	824	773	752	874	729	846	1135	1106	1509	
Días laborales al mes		22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	
Horas de trabajo al día		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Trabajadores requeridos (Demanda agregada / Horas de trabajo al día * días laborales al mes)	6	3	5	4	4	4	3	4	3	4	5	5	6	
Trabajadores por contratar (Sí la cantidad de trabajadores requeridos es mayor a los que se tiene en el periodo anterior)		0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	
Trabajadores por despedir (Si la cantidad de trabajadores requeridos es menor a los que se tiene actualmente)		3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		1919,67	3199,45	2559,56	2559,56	2559,56	1919,67	2559,56	1919,67	2559,56	3199,45	3199,45	3839,34	31994,47
Costo de contratación (Costo por contratación * trabajadores por contratar)		0,00	485,62	0,00	0,00	0,00	0,00	242,81	0,00	242,81	242,81	0,00	242,81	1456,86
Costo de despido (Costo por despedir * trabajadores por despedir)		3937,50	0,00	240,30	0,00	0,00	240,30	0,00	240,30	0,00	0,00	0,00	0,00	4658,40
													Costo total (\$)	\$ 38.109,73

- **Plan 2 - Coincidir con la demanda (Fuerza laboral constante y producción variable)**

El valor de la demanda al día resulta de la demanda pronosticada entre los días hábiles al mes. A modo de ejemplo mediante la ecuación 25 se calcula la demanda al día para el mes de enero del año 2025.

$$Demanda\ al\ día = \frac{748\ unidades/mes}{22\ días/mes} = 34\ unidades/día$$

La Tabla 84 contiene la demanda (al día) de esta familia de productos.

Tabla 84. Demanda al día para la familia 5 “Camisetas”

Mes (Año 2025)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demanda al día	34	58	43	39	37	36	40	35	38	52	58	69

Para obtener el valor de la demanda promedio al día se realiza una sumatoria de todos los valores de la demanda al día y divide para la cantidad de meses empleados para el plan de producción. Mediante la ecuación 27 se obtiene la demanda promedio para esta estrategia de PPA.

$$Demanda\ agregada\ promedio\ por\ producto\ (al\ día) = \frac{34+58+43+39+37+36+40+35+38+52+58+69}{12} = 45 \frac{unidades}{día} \tag{27}$$

La producción real resulta del producto de la demanda agregada promedio al día por producto y los días laborales para cada mes, así para el mes de enero mediante la ecuación 28 se obtiene.

$$Produccción\ real\ (mensual) = 45 \frac{unidades}{día} * 22 \frac{días}{mes} = 990 \frac{unidades}{mes} \tag{28}$$

La cantidad de trabajadores permanece constante y se determinó mediante la ecuación 54.

$$Trabajadores\ requeridos = \frac{producción\ real * tiempo\ de\ procesamiento\ por\ unidad}{días\ laborales\ al\ mes * horas\ de\ trabajo\ al\ día} = \frac{990 \frac{unidades}{mes} * 0,6580 \frac{horas}{unidad}}{22 \frac{días}{mes} * 8 \frac{horas}{día}} \tag{54}$$

$$Trabajadores\ requeridos = 4$$

Obteniendo un valor contante de 4 trabajadores para todos los meses de producción. En la Tabla 85 se presenta el detalle de esta estrategia de PPA.

Tabla 85. Plan 2 - Nivelar capacidad con inventario y pedidos pendientes para la familia 5 “Camisetas”

Datos	Mes													
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		748	1151	826	824	773	752	874	729	846	1135	1106	1509	Costos parciales (\$)
Días laborales al mes		22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	
Horas de trabajo al día		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Demanda al día (Demanda agregada/Días laborables al mes)		34	58	43	39	37	36	40	35	38	52	58	69	
Demanda agregada promedio (al día) (Sumatoria demanda agregada (al día) /cantidad de meses)		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
Producción real (Demanda agregada promedio (al día) * Días laborables al mes))		990	900	855	945	945	945	990	945	990	990	855	990	
Trabajadores requeridos (Producción real* Tiempo de procesamiento por unidad) /(Días laborables al mes* Horas de trabajo al día)	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Trabajadores por contratar (Sí la cantidad de trabajadores requeridos es mayor a los que se tiene en el periodo anterior)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trabajadores por despedir (Si la cantidad de trabajadores requeridos es menor a los que se tiene actualmente)		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inventario Inicial (Igual al inventario final del mes anterior)		0	242	-9	20	141	313	506	622	838	982	837	586	
Inventario Final (Inventario inicial + producción planeada - demanda agregada)	0	242	-9	20	141	313	506	622	838	982	837	586	67	
Inventario de seguridad (Demanda agregada * porcentaje de inventario de seguridad)		22	35	25	25	23	23	26	22	25	34	33	45	
Unidades escasas (Si el valor del inventario final es negativo)		0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Unidades en exceso (Inventario final - inventario de seguridad) solo si la cantidad es positiva		220	0	0	116	290	483	596	816	957	803	553	22	
Costo por mantener inventario (Costo por mantener inventario*Unidades en exceso)		158,08	0,00	0,00	83,72	208,66	348,08	428,96	587,61	688,77	578,12	398,03	15,65	3495,69
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	2559,56	30714,69
Costo de contratación (Costo por contratación * trabajadores por contratar)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costo de despido (Costo por despedir * trabajadores por despedir)		2625,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2625,00
Costo por pedidos pendientes (Unidades a solicitar con pendidos pendientes* Costo por pedidos pendientes)		0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,00
													Costo total (\$)	\$ 36.853,37

- **Plan 3- Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes manteniendo la fuerza laboral actual**

Esta estrategia de PPA se limita a tres condiciones: 48 horas máximas en tiempo extra al mes, 300 unidades de subcontratación y 6 trabajadores actuales para mantener la fuerza laboral.

El pago por horas extra está restringido a un máximo de 48 horas al mes. Para calcular cuántas unidades se pueden fabricar con estas horas adicionales, se divide el total de horas extra disponibles entre el tiempo de procesamiento unitario (Ts) del producto que requiere mayor tiempo de elaboración, ya que estos artículos que necesitan esta limitación temporal serán los que presenten mayor duración en su proceso productivo.

Bajo estos parámetros se terminó un máximo de unidades a producir en tiempo extra mediante la ecuación 34.

Cantidad máxima de unidades en horas extra =

$$\frac{48 \text{ horas}}{0,6580 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}}} = 73 \text{ unidades}$$

La producción real se limita al valor mínimo de la demanda al día contenido en la Tabla 84, para el mes de enero con 34 unidades.

Aplicando la ecuación 33 se determinó la producción real.

$$\text{Producción real mensual} = 34 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} * 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Producción real mensual} = 748 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}$$

El cálculo de la producción real mensual para todos los meses se calcula de la misma manera, obteniendo así una producción real para el mes de enero de 902 unidades/mes.

Tabla 86. Producción real mensual para la familia 5 “Camisetas”- Plan 3

Mes (Año 2025)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Días laborales al mes	22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22
Demanda al día	748	680	646	714	714	714	748	714	748	748	646	748

En la Tabla 87 se presenta el detalle del plan 3 para la familia 5 “Camisetas”.

Tabla 87. Plan 3 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral constante para la familia 5 “Camisetas”

Datos	Mes													
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		748	1151	826	824	773	752	874	729	846	1135	1106	1509	Costos parciales (\$)
Demanda agregada promedio (al día) (Valor mínimo demanda agregada en unidades (al día))		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
Horas de trabajo al día		22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	
Producción real (Demanda mínima agregada en unidades (al día) * Días laborales al mes)		748	680	646	714	714	714	748	714	748	748	646	748	
Trabajadores requeridos (Trabajadores actuales en la empresa)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Inventario Inicial (Igual al inventario final del mes anterior)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Unidades a solicitar antes de subcontratación (Inventario Inicial + Producción real - Demanda agregada) solo si la cantidad es positiva		0	471	180	110	59	38	126	15	98	387	460	761	
Cantidad máxima de subcontratación (Límite de unidades a subcontratar establecido por la empresa)		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Unidades por subcontratar (Respecto a las unidades máximas a subcontratar considerando el límite máximo)		0	300	180	110	59	38	126	15	98	300	300	300	
Unidades a solicitar antes de tiempo extra (Unidades a solicitar antes de subcontratación- unidades a producir en tiempo extra)		0	171	0	0	0	0	0	0	0	87	160	461	
Tiempo máximo de horas extra (48 horas en base a la ley vigente)		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
Unidades máximas a producir en horas extra ((tiempo máximo de horas extra/mayor valor de tiempo de procesamiento por unidad) * Trabajadores requeridos)		366	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	
Unidades a producir en tiempo extra (Respecto a las unidades máximas a producir en tiempo extra considerando el límite máximo)		0	171	0	0	0	0	0	0	0	87	160	438	
Unidades a solicitar con pedidos pendientes (Unidades a solicitar antes de tiempo extra - unidades a producir en tiempo extra)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
Inventario Final (Inventario Inicial + Producción real - Demanda agregada)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	3839,34	46072,03
Costo por tiempo extra (Unidades a producir en tiempo extra* tiempo de procesamiento por unidad* costo por hora extra)		0,00	440,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	224,21	412,35	1128,80	2206,05
Costo de subcontratación (Costo por subcontratación*Unidades por subcontratar)		0,00	1020,00	612,00	374,00	200,60	129,20	428,40	51,00	333,20	1020,00	1020,00	1020,00	6208,40
Costo por pedidos pendientes (Unidades a solicitar con pendidos pendientes* Costo por pedidos pendientes)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,00	46,00
													Costo total (\$)	\$ 54.532,49

- Plan 4- Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral variable

Para esta estrategia de PPA la cantidad de operarios en base a la producción real tiene un valor contante de 3 trabajadores requeridos para todos los meses del plan agregado, en la Tabla 88 se detalla este plan agregado.

Tabla 88. Plan 4 – Nivelar capacidad con subcontratación, tiempo extra y pedidos pendientes con fuerza laboral variable para la familia 5 “Camisetas”

Datos	Mes													
	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	
Demanda agregada (Suma de la demanda mensual de los productos contenidos en la familia)		748	1151	826	824	773	752	874	729	846	1135	1106	1509	Costos parciales (\$)
Demanda agregada promedio (al día) (Valor mínimo demanda agregada en unidades (al día))		34	58	43	39	37	36	40	35	38	52	58	69	
Días laborales al mes		22	20	19	21	21	21	22	21	22	22	19	22	
Horas de trabajo al día		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Producción real (Demanda mínima agregada en unidades (al día) * Días laborales al mes)		748	680	646	714	714	714	748	714	748	748	646	748	
Trabajadores requeridos ((Producción real* Tiempo de procesamiento por unidad) /(Días laborales almes) ((Horas de trabajo al día))	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Trabajadores por contratar (Sí la cantidad de trabajadores requeridos es mayor a los que se tiene en el periodo anterior)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trabajadores por despedir (Si la cantidad de trabajadores requeridos es menor a los que se tiene actualmente)		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inventario Inicial (Igual al inventario final del mes anterior)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Unidades a solicitar antes de subcontratación (Inventario Inicial + Producción real - Demanda agregada) solo si la cantidad es positiva		0	471	180	110	59	38	126	15	98	387	460	761	
Cantidad máxima de subcontratación (Límite de unidades a subcontratar establecido por la empresa)		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Unidades por subcontratar (Respecto a las unidades máximas a subcontratar considerando el límite máximo)		0	300	180	110	59	38	126	15	98	300	300	300	
Unidades a solicitar antes de tiempo extra (Unidades a solicitar antes de subcontratación- unidades a producir en tiempo extra)		0	171	0	0	0	0	0	0	0	87	160	461	
Tiempo máximo de horas extra (48 horas en base a la ley vigente)		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
Unidades máximas a producir en horas extra ((tiempo máximo de horas extra/ tiempo de procesamiento por unidad) * (Trabajadores requeridos)		204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	
Unidades a producir en tiempo extra (Respecto a las unidades máximas a producir en tiempo extra considerando el límite máximo)		0	171	0	0	0	0	0	0	0	87	160	204	
Unidades a solicitar con pedidos pendientes (Unidades a solicitar antes de tiempo extra - unidades a producir en tiempo extra)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257	
Inventario Final (Inventario inicial + producción planeada - demanda agregada)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costo de mano de obra (Costo mensual por operario * trabajadores requeridos)		1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	1789,45	21473,41
Costo por tiempo extra (Unidades a producir en tiempo extra* tiempo de procesamiento por unidad* costo por hora extra)		0,00	440,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	224,21	412,35	525,74	1603,00
Costo de subcontratación (Costo por subcontratación*Unidades por subcontratar)		0,00	1020,00	612,00	374,00	200,60	129,20	428,40	51,00	333,20	1020,00	1020,00	1020,00	6208,40
Costo por pedidos pendientes (Unidades a solicitar con pedidos pendientes* Costo por pedidos pendientes)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	514,00	514,00
Costo de despido (Costo por despedir * trabajadores por despedir)		3937,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3937,50
													Costo total (\$)	\$ 33.736,30

- **Plan 5 – Programación lineal con Solver**

Para la familia 5 “Camisetas” se aplicó el mismo modelo de programación lineal que en la familia 4 “Chompas”. En la Tabla 89 se detalla los cálculos intermedios de los costos.

Tabla 89. Cálculos intermedios para programación lineal – costos para la familia 5 “Camisetas”

Mes	Demanda (Unidades)	Días al mes	Eficiencia	Tni	Tnci	Thi	Thci
1	748	22	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
2	1151	20	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
3	826	19	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
4	824	21	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
5	773	21	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
6	752	21	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
7	874	22	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
8	729	21	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
9	846	22	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
10	1135	22	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
11	1106	19	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32
12	1509	22	90%	\$ 2,40	\$ 2,67	\$ 2,58	\$ 2,32

En la Tabla 90 se detalla los cálculos intermedios para las unidades.

Tabla 90. Cálculos intermedios para programación lineal – unidades para la familia 5 “Camisetas”

Mes	Demanda	Días al mes	Eficiencia	Pi	Pci	Hi	Hci
1	748	22	90%	267	240	73	66
2	1151	20	90%	243	219	73	66
3	826	19	90%	231	208	73	66
4	824	21	90%	255	230	73	66
5	773	21	90%	255	230	73	66
6	752	21	90%	255	230	73	66
7	874	22	90%	267	240	73	66
8	729	21	90%	255	230	73	66
9	846	22	90%	267	240	73	66
10	1135	22	90%	267	240	73	66
11	1106	19	90%	231	208	73	66
12	1509	22	90%	267	240	73	66

Para esta familia de productos se establece con estas condiciones y cálculos intermedios la siguiente función objetivo:

$$FO (Min) = 2,40(N_i) + 2,67(NC_i) + 2,58(Z_i) + 2,32(ZC_i) + 3,4(Y_i) + 0,72(I_i) + 242,81(C_i) + 240,3(D_i) \quad (27)$$

La Tabla 91 contiene los resultados obtenidos mediante la ejecución del modelo matemático.

Tabla 91. Resultados obtenidos con programación lineal para la familia 5 "Camisetas"

Variables/Mes (2025)	N_i	NC_i	Z_i	ZC_i	Y_i	I_i	C_i	D_i
1	994	0	0	0	0	246	0	2
2	905	0	0	0	0	0	0	0
3	826	0	0	0	0	0	0	0
4	824	0	0	0	0	0	0	0
5	797	0	0	0	0	24	0	0
6	797	0	0	0	0	69	0	0
7	805	0	0	0	0	0	0	0
8	770	0	0	0	0	41	0	0
9	805	0	0	0	0	0	0	0
10	805	472	0	0	0	142	2	0
11	1145	0	0	0	0	181	0	0
12	1328	0	0	0	0	0	0	0
Costos parciales (\$)	25.941,90	1.258,29	0	0	0	505,13	485,62	2.625,00
Costo total (\$)	30.815,94							

La ejecución mediante Solver arrojó un valor de \$ 30.815,94 para este plan agregado de producción.

- *Selección de la mejor estrategia de PPA*

En la Tabla 92 se presenta un cuadro comparativo de los costos obtenidos para las cinco estrategias de PPA aplicadas.

Tabla 92. Resumen de costos de la aplicación de las 5 estrategias de PPA para la familia 5 "Camisetas"

Costo	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Plan 5
Contratación	1.456,47	-	-	-	485,62
Despidos	1.456,86	2.625,00	-	3.937,50	2.625,00
Mantener inventario	-	3.495,69	-	-	505,13
Pedidos pendientes	-	18,00	46,00	514,00	-
Subcontratación	-	-	6.208,40	6.208,40	-
Tiempo extra	-	-	2.206,05	1.603,00	-
Mano de obra	31.994,47	30.714,69	46.072,03	21.473,40	27.200,19
Costos totales (\$)	38.109,73	36.853,37	54.532,49	33.736,30	30.815,94

Tras evaluar los cinco planes agregados de producción, el modelo de programación lineal se seleccionó como la estrategia óptima con un costo total de \$30.815,94 superando significativamente a las demás alternativas de PPA. El análisis económico demostró que este plan es 20,60 % menos costoso que el promedio de las otras estrategias, este porcentaje se calculó mediante la ecuación 53.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La entrevista inicial realizada en Aubea Bs reveló deficiencias significativas en la planificación productiva, destacando la limitada capacidad de adaptación de la empresa frente a las fluctuaciones de la demanda del mercado. El análisis FODA confirmó problemáticas como el incumplimiento de tiempos de entrega y una inadecuada gestión de inventarios, derivadas principalmente de la ausencia de metodologías estructuradas y del uso exclusivo de sistemas tradicionales basados en registros manuales. La limitada capacidad de respuesta identificada en el estudio de tiempos, donde procesos como el estampado digital y el corte presentaron mayores tiempos de ciclo, fundamenta la acumulación innecesaria de inventarios y los retrasos en la entrega de pedidos, reflejando una planificación ineficiente que afecta la competitividad y el crecimiento potencial de la empresa.
- Para la aplicación de las estrategias de Planificación Agregada de Producción, se agrupó el catálogo de prendas de vestir en familias de productos, priorizando mediante un análisis ABC las más relevantes: familia 4 "Chompas" y familia 5 "Camisetas", que representaron el 65,56% de las ventas en 2024. Adicionalmente, se determinó su tiempo estándar mediante un estudio de tiempos basado en los criterios de los sistemas Westinghouse (factor de desempeño), General Electric (cantidad de muestras a cronometrar) y OIT (suplementos), resultando el modelo "Chompa drives abierta" aquel con mayor tiempo de procesamiento (41,73 minutos/unidad).
- Mediante Minitab y su herramienta estadística de "series de tiempo", se aplicaron 13 modelos de pronósticos con un horizonte temporal de doce meses, considerando factores como nivel, tendencia, estacionalidad y longitud estacional. La elección del mejor método de pronóstico se basó en el análisis del menor error medio MAPE. Así, para la familia 4 predominó el modelo "Winters-multiplicativo" en cuatro productos y el modelo de series de descomposición "multiplicativo con tendencia más estacionalidad" para un producto. Para la familia 5 se seleccionó el

método "Winters-multiplicativo". Los valores de error de pronóstico obtenidos, con un máximo de 35,2% y varios superiores al 20%, evidenciaron la dificultad de anticipar con precisión la demanda real de ciertos productos, lo que afecta directamente la eficiencia operativa.

- Las estrategias de Planificación Agregada de Producción desarrolladas en esta investigación se diseñaron utilizando Microsoft Excel, evaluando cuatro planes alternativos y complementándolos con una quinta estrategia mediante programación lineal con Solver. Esta última se destacó como la opción económicamente óptima para las familias de productos "Chompas" y "Camisetas", alcanzando costos totales de \$43.714,11 y \$30.815,94 respectivamente, y generando ahorros del 7,48% y 20,60% en comparación con el promedio de las demás alternativas evaluadas. Este aporte evidencia la relevancia de aplicar metodologías cuantitativas y herramientas de optimización como parte de un enfoque mixto que considere tiempo ordinario, horas extra, subcontratación y manejo de inventario para mejorar la reducción de costos y fortalecer la competitividad de la empresa.

4.2 Recomendaciones

- La empresa bajo estudio debería manejar un sistema de pronósticos de demanda basado en análisis de datos de históricos de ventas y tendencias del mercado, complementado de una metodología estructurada de planificación de producción. Este sistema debería integrar herramientas digitales para desarrollar planes que optimicen el equilibrio entre capacidad de producción, niveles de inventario y disponibilidad de mano de obra.
- Para optimizar la gestión de inventarios, se recomienda adoptar un sistema digitalizado mediante herramientas como ERP que permita monitorear en tiempo real los niveles de stock, establecer puntos de reorden y definir un nivel de stock de seguridad basados en el análisis de demanda, para mejorar la satisfacción del cliente con entregas a tiempo.

- Realizar un estudio de tiempos y movimientos de todas las familias de productos que oferta la empresa, con la finalidad de identificar el cuello de botella que restringen la capacidad de producción de la empresa frente a la problemática de pedidos tardíos identificados en esta investigación.
- Con base a la presente investigación, se sugiere extender el análisis de planificación de producción mediante un Plan Maestro de Producción (MPS) para programar la elaboración de prendas de vestir en función de los pronósticos de demanda y la capacidad real de la empresa. Adicionalmente, se debería considerar un Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) que garantice la disponibilidad de los insumos necesarios para la producción, conformando así un marco integral de planificación productiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Y. Daryl, G. Singaí, R. Alfredo, and L. Jossefyne, “Planning and control of production in a fishing canning company. Planejamento de produção e controle em empresa de conservas de pescado. ARTÍCULO ORIGINAL,” 2019. [Online]. Available: <http://orcid.org/0000-0001-5056-8997>.<http://orcid.org/0000-0003-4156-0103>.<http://orcid.org/0000-0002-1667-9594>.<http://orcid.org/0000-0001-5541-2940>.
- [2] J. Reyes and C. Molina, “Plan Agregado de Producción Mediante el Uso de un Algoritmo de Programación Lineal: Un Caso de Estudio para la Pequeña Industria,” *Revista Politécnica*, 2014.
- [3] A. Cabrera, “Análisis y optimización de los sistemas de producción en la empresa ‘Letal Jeans Cia.Ltda,’” *Universidad del Azuay*, 2024.
- [4] P. Bonilla, “Strategic prospective analysis of the Ecuadorian Productive Textile Sector to increase competitiveness in exports,” *Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE)*, 2022, doi: 10.24133/sigma.v9i02.2827.
- [5] Textile Exchange, “Materials Market Report,” 2023.
- [6] M. P. Llanos Encalada and Á. D. Salazar Cueva2, “Efectos post pandemia en el desempeño del sector industrial textil ecuatoriano de ropa liviana: periodo 2020-2021,” *ECA Sinergia*, vol. 14, no. 3, pp. 129–141, Sep. 2023, doi: 10.33936/ecasinergia.v14i3.5665.
- [7] Asociación de industriales textiles del Ecuador, “BOLETÍN ESTADÍSTICO FEBRERO 2024,” 2024.
- [8] G. Encalada, E. Sandoya, D. Garofalo, and C. Troya, “Importancia de la planificación como herramienta para anticipar decisiones en una empresa de servicios,” *FIPCAEC*, 2021.
- [9] A. Caicedo, A. Criado, and J. Morales, “Modelo matemático para la planeación de la producción en una industria metalmecánica,” *Scientia et Technica Año XXIV*, vol. 24, no. 03, 2019.

- [10] E. A. Campo, J. A. Cano, and R. Andrés Gómez-Montoya, “Optimización de costos de producción agregada en empresas del sector textil Optimization of aggregate production costs in textile companies,” 2020.
- [11] L. Gozali *et al.*, “Forecasting using artificial neural networks and aggregate production planning and dynamic model of inventory control for rib and single knit fabric,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing Ltd, Dec. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/1007/1/012023.
- [12] E. Huanca and J. Reyes, “Plan agregado de producción para incrementar la productividad en la fabricación de polos, TEXTILES EDCE S.A.C. ATE, 2020,” *Alicia*, 2020.
- [13] I. Naranjo *et al.*, “Mathematical Models for the Formation and Evaluation of Manufacturing Cells in A Textile Company. A Case Study,” *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 16, no. 2, pp. 382–397, 2023, doi: 10.3926/jiem.4143.
- [14] A. Sumo Sacerdote Hasan, A. Al Rahi, and I. Qausar Rhaman, “Aggregate Planning, MPS, And MRP Of A Textile Production,” *researchgate*, 2024.
- [15] E. Orozco, S. Cossio, K. Santa, and C. Lomas, “Plan agregado de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador,” *Dialnet*, 2018.
- [16] S. Anindita and R. Yotenka, “INTEGRATED FORECASTING AND AGGREGATE PLANNING FOR PRODUCTION OPTIMIZATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF OVERTIME AND SUBCONTRACTING CONTROLS,” *Barekeng*, vol. 18, no. 4, pp. 2263–2272, Dec. 2024, doi: 10.30598/barekengvol18iss4pp2263-2272.
- [17] W. F. Mahmudy, G. E. Yuliastuti, A. M. Rizki, I. P. Tama, and A. P. Wibawa, “Optimization of Multi-Product Aggregate Production Planning Using Improved Genetic Algorithm,” *The Science and Information (SAI)*, vol. 12, no. 6, 2022.
- [18] A. Cahyono, P. Prihono, and I. D. Febrianto, “Literature Review of the Effectiveness of Using Aggregate Planing in the Msme Industry,” *Jurnal Teknik*

Industri Terintegrasi, vol. 6, no. 4, pp. 1483–1491, Oct. 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i4.21370.

- [19] H. Solís and A. Fajardo, “The importance of production planning in a company made of PVC,” vol. 5, pp. 440–457, 2020, doi: 10.23857/pc.v5i10.1817.
- [20] J. Cruelles, *Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y la mejora continua*. 2019.
- [21] Barry. Render and Jay. Heizer, *Principles of operations management*. Pearson/Prentice Hall, 2004.
- [22] R. Chase and R. Jacobs, *Administración de Operaciones*. 2014.
- [23] Ministerio del Trabajo, “ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-300-signed,” 2024.
- [24] M. Proaño, *CODIGO DEL TRABAJO*. 2020.
- [25] IESS, *RESOLUCIÓN C.D.516*. 2016.

ANEXOS

Anexo A. Entrevista

En el Anexo A se detalla la entrevista inicial aplicada para la identificación de la situación inicial con respecto a planificación de producción.

Tabla A1. Entrevista

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Cdra. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334/ Telefax: 0328451894- 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec 	
ENTREVISTA	
Entrevistador	Shirley Dayanna Escobar Criollo
Persona entrevistada	Bryan Amanta Yugcha
Revisado por	Ing.Daysi Ortiz,Mg.
Fecha de la entrevista	06/02/2025
Objetivo: Analizar la situación actual del sistema de planificación de producción en la empresa textil Aubea Bs, con el propósito de identificar la problemática, los desafíos existentes y comprender el flujo de procesos que sigue dicho sistema.	
1. ¿Cuál es el mayor desafío frente a la planificación de producción en la empresa?	
La empresa detalla mediante un análisis FODA, las debilidades existentes en el contexto de planificación de producción destacando la falta de control de inventario y la notoria existencia de retrasos en el cumplimiento de las órdenes de producción, desafíos atribuidos al manejo empírico del sistema.	
2. ¿Actualmente, dispone de algún sistema de planificación de producción?	
En la actualidad, la empresa no cuenta con un sistema formal de planificación de producción. La elaboración de las prendas de vestir que ofrecen al mercado se basa únicamente en la recepción de pedidos por parte de los clientes. La producción se ajusta según la cantidad solicitada, sin una planificación previa que optimice los recursos o anticipe demandas futuras.	
3. ¿Dispone de herramientas y metodologías para la planificación de producción? ¿Cuáles?	
No existe el manejo de herramientas ni metodologías para planificar la producción, solo se cuenta con el registro del histórico de ventas mediante hojas de cálculo en Excel. Además, el proceso se realiza de manera empírica mediante un registro en un cuaderno de notas, sin la presencia de herramientas que faciliten la planificación.	
4. ¿Qué periodos de planificación de producción emplea?	
La producción se realiza en dos periodos de tiempo distinto, considerando la existencia o no del modelo solicitado. En el primer escenario se realiza de manera semanal, mientras que para el segundo se realiza cada tres semanas ya que se requiere del diseño de un nuevo modelo.	
5. ¿Cómo se gestiona el control de inventario en la empresa?	
Actualmente, no existe un sistema formal de control de inventario. La gestión de materias primas y productos terminados se realiza de manera manual, lo que genera dificultades para mantener un registro preciso y actualizado. Esto repercute en la capacidad de la empresa para planificar la producción de manera eficiente y responder a la demanda de manera oportuna.	
6. ¿Cómo se gestionan los retrasos en la producción y qué medidas se toman para mitigar su impacto?	
Actualmente, los retrasos en la producción se gestionan de manera reactiva atendiendo a pedidos urgentes. Cuando ocurren, estos se priorizan y se redistribuyen los recursos disponibles para cumplir con los plazos críticos. Sin embargo, al no contar con un sistema de planificación proactivo, estas medidas suelen ser insuficientes y generan sobrecarga en el personal y en los recursos. Además, no se implementan estrategias preventivas, como la anticipación de demandas o la identificación temprana de cuellos de botella, lo que dificulta la mitigación efectiva de los retrasos.	

Anexo B. Muestras iniciales

En el Anexo B se detallan la toma de muestras iniciales para cada proceso de las cuatro prendas analizadas en el estudio de tiempos.

Anexo B.1. Muestras iniciales modelo “Chompa drivers abierta”

Tabla B1. Muestras iniciales para ploteado modelo "Chompa drivers abierta"

MUESTRAS INICIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa drivers abierta					PROCESO:	Ploteado		
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
P01	Acomodar diseño en software	108,8	104,2	105,4	106,9	100,9	97,45	623,61	103,93
P02	Imprimir moldes de corte	96,13	96,51	98,47	101,81	99,95	101,3	594,13	99,02
P03	Trasladar moldes al área de corte	3,09	2,35	2,45	2,53	2,61	2,645	15,67	2,61
							Total	Segundos	205,57
								Minutos	3,43

Tabla B2. Muestras iniciales para corte modelo "Chompa drivers abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa drivers abierta					PROCESO:		Corte	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
C01	Poner tela en rodillos	0,68	0,61	0,73	0,67	0,63	0,69	4,02	0,67
C02	Medir extensión de la tela	21,12	21,98	21,43	21,45	21,63	21,87	129,47	21,58
C03	Tender tela	31,54	31,31	31,04	31,60	30,50	30,74	186,73	31,12
C04	Pegar moldes de corte sobre la tela	2,46	2,25	2,37	2,49	2,32	2,03	13,91	2,32
C05	Cortar	368,39	363,09	364,48	375,27	365,95	385,8	2222,98	370,50
C06	Clasificar los cortes	23,67	22,78	23,27	22,43	22,26	24,12	138,53	23,09
C07	Trasladar al área de estampado manual	5,24	5,47	5,44	5,56	5,59	5,10	32,40	5,40
							Total	Segundos	454,68
								Minutos	7,58

Tabla B3. Muestras iniciales para estampado manual modelo "Chompa drivers abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa drivers abierta					PROCESO:		Estampado manual	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
EM01	Preparar elementos de trabajo	17,13	16,19	17,32	17,17	16,97	16,11	100,89	16,81
EM02	Colocar pintura	1,81	1,98	1,88	2,12	1,92	1,69	11,39	1,90
EM03	Colocar goma	7,98	8,28	9,07	7,65	7,74	7,90	48,61	8,10
EM04	Acomodar cortes en soportes (Manga derecha)	10,73	12,60	11,26	10,27	12,16	11,99	69,01	11,50
EM05	Aplicar base	8,51	9,09	9,00	9,76	8,33	10,50	55,19	9,20
EM06	Aplicar capas de pintura blanca	20,55	21,72	20,18	22,44	20,86	20,57	126,32	21,05
EM07	Aplicar capas de pintura de otro color	11,96	10,77	12,10	11,66	13,53	13,04	73,06	12,18
EM08	Retirar cortes	7,371	7,628	7,169	6,993	6,534	8,073	43,77	7,29
EM09	Limpiar soportes	0,76	0,73	0,68	0,69	0,63	0,62	4,10	0,68
EM10	Colocar pintura	1,93	2,04	2,13	1,85	1,93	2,07	11,95	1,99
EM11	Colocar goma	4,887	4,955	6,075	5,373	5,819	5,333	32,44	5,41
EM12	Acomodar cortes en soportes (Manga izquierda)	12,00	12,20	11,53	10,75	11,08	12,68	70,24	11,71
EM13	Aplicar base	8,95	9,60	9,32	10,03	9,26	8,22	55,38	9,23
EM14	Aplicar capas de pintura blanca	20,36	19,41	19,62	23,65	21,45	22,03	126,52	21,09
EM15	Aplicar capas de pintura de otro color	12,23	12,85	13,93	12,08	12,20	13,61	76,91	12,82
EM16	Retirar cortes	7,90	9,21	8,29	8,92	9,10	7,32	50,73	8,46
EM17	Limpiar soportes	0,73	0,72	0,66	0,70	0,78	0,65	4,24	0,71
EM18	Colocar pintura	1,83	2,00	1,75	1,98	2,19	1,79	11,54	1,92
EM19	Colocar goma	4,91	5,48	5,02	5,18	5,45	4,44	30,50	5,08
EM20	Acomodar cortes en soportes (Trasera)	10,31	11,85	9,80	12,08	10,77	10,89	65,72	10,95
EM21	Aplicar base	8,19	7,47	8,90	8,01	8,30	9,49	50,36	8,39
EM22	Aplicar capas de pintura blanca	24,06	21,64	21,24	23,49	21,53	21,38	133,34	22,22
EM23	Aplicar capas de pintura celeste	9,69	8,94	10,04	9,68	9,88	9,48	57,71	9,62

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa drivers abierta					PROCESO:		Estampado manual	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
EM24	Retirar cortes	8,25	9,25	9,87	9,30	8,55	9,87	55,08	9,18
EM25	Limpiar soportes	0,66	0,65	0,63	0,63	0,62	0,61	3,81	0,63
EM26	Colocar pintura	1,97	1,90	1,96	2,14	1,93	1,80	11,70	1,95
EM27	Colocar goma	5,02	5,29	5,08	5,56	5,21	5,51	31,67	5,28
EM28	Acomodar cortes en soportes (Delanteros)	11,50	11,39	10,19	10,77	11,89	10,03	65,79	10,96
EM29	Aplicar base	7,41	8,69	8,79	8,42	7,67	8,63	49,61	8,27
EM30	Aplicar capas de pintura blanca	21,34	19,85	22,21	22,45	20,13	20,41	126,39	21,06
EM31	Aplicar capas de pintura de otro color	44,19	41,17	40,16	38,72	44,91	43,30	252,45	42,07
EM32	Retirar cortes	12,54	12,19	14,16	12,24	12,84	13,35	77,33	12,89
EM33	Limpiar soportes	0,77	0,70	0,66	0,68	0,70	0,61	4,12	0,69
EM34	Colocar pintura	0,92	0,82	0,84	0,93	0,87	0,83	5,22	0,87
EM35	Colocar goma	2,46	2,81	2,51	2,59	2,73	2,32	15,42	2,57
EM36	Acomodar cortes en soportes (Cuello)	17,56	17,50	18,08	16,49	16,65	17,43	103,71	17,28
EM37	Aplicar base	3,71	3,89	4,43	4,00	4,19	4,36	24,58	4,10
EM38	Aplicar capas de pintura blanca	10,31	9,56	10,62	8,77	10,35	11,08	60,68	10,11
EM39	Retirar cortes	6,28	5,91	5,53	6,05	5,43	5,19	34,39	5,73
EM40	Limpiar soportes	0,70	0,69	0,63	0,68	0,76	0,66	4,12	0,69
EM41	Colocar pintura	0,96	1,01	1,13	0,92	0,97	1,03	6,02	1,00
EM42	Colocar goma	1,23	1,13	1,17	1,30	1,36	1,08	7,28	1,21
EM43	Acomodar cortes en soportes (Hombreras)	24,23	25,49	25,58	24,00	23,60	25,02	147,93	24,65
EM44	Aplicar base	4,61	4,95	4,83	4,39	4,77	5,10	28,65	4,77
EM45	Aplicar capas de pintura blanca	3,77	4,34	3,96	4,02	4,68	4,47	25,23	4,21
EM46	Retirar cortes	6,51	6,84	6,51	6,33	6,55	6,80	39,55	6,59
EM47	Limpiar soportes	0,99	0,95	0,92	1,03	1,05	0,84	5,76	0,96
EM48	Retirar elementos de trabajo	0,44	0,50	0,42	0,51	0,47	0,44	2,78	0,46
EM49	Trasladar piezas estampadas al área de estampado digital	2,28	2,05	2,46	2,07	2,11	2,37	13,34	2,22
							Total	Segundos	418,75
								Minutos	6,98

Tabla B 4. Muestras iniciales para estampado digital modelo "Chompa drivers abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa drivers abierta					PROCESO:	Estampado digital		
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
ED01	Preparar elementos de trabajo	38,58	37,96	39,22	37,31	39,89	36,67	229,64	38,27
ED02	Diseñar en DTF	340,92	358,89	344,85	352,6	361,2	361,7	2120,11	353,35
ED03	Imprimir elementos en DTF	20,90	21,10	20,18	21,52	21,21	21,31	126,23	21,04
ED04	Recortar diseños de DTF	151,5	144,7	145,5	146,3	143,6	141,4	873,05	145,51
							Total	Segundos	558,17
								Minutos	9,30

Tabla B5. Muestras iniciales para planchado modelo "Chompa drivers abierta"

MUESTRAS INICIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa drivers abierta					PROCESO:		Planchado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
PL01	Organiza papel	1,62	1,63	1,61	1,67	1,61	1,66	9,79	1,63
PL02	Poner piezas en mesa de planchado (Delanteros)	9,91	9,64	9,69	9,27	8,87	9,11	56,49	9,42
PL03	Colocar diseño de estampado digital	19,84	21,41	20,3	18,93	19,03	20,76	120,27	20,05
PL04	Colocar papel sobre piezas	14,81	14,21	14,1	13,01	15,69	13,85	85,67	14,28
PL05	Planchado	19,69	18,17	18,87	17,43	19,96	19,4	113,52	18,92
PL06	Retirar piezas	9,29	9,69	10,12	10,24	11,03	10,4	60,77	10,13
PL07	Organiza papel	1,63	1,66	1,61	1,64	1,62	1,65	9,81	1,64
PL08	Poner piezas en mesa de planchado (Trasera)	9,3	10,28	10,11	9,37	9,39	9,69	58,14	9,69
PL09	Colocar diseño de estampado digital	19,11	19,73	16,61	19,43	18,19	17,07	110,14	18,36
PL10	Colocar papel sobre piezas	9,65	9,57	10,31	10,19	10,66	10,03	60,41	10,07
PL11	Planchado	19,93	18,45	19,22	19,73	20,31	18,58	116,22	19,37
PL12	Retirar piezas	10,52	11,22	10,48	9,59	9,64	10,08	61,53	10,26
PL13	Organiza papel	1,64	1,6	1,67	1,65	1,62	1,66	9,84	1,64
PL14	Poner piezas en mesa de planchado (Tallas)	5,88	5,30	6,05	4,99	5,73	5,47	33,41	5,57
PL15	Colocar diseño de estampado digital	6,53	5,965	6,34	7,06	6,795	6,16	38,85	6,48
PL16	Colocar papel sobre piezas	7,22	6,52	7,57	7,11	6,39	7,18	41,99	7,00
PL17	Planchado	9,88	10,58	9,8	10,47	11,32	9,23	61,28	10,21
PL18	Retirar piezas	6,67	7,53	6,53	6,98	7,37	6,82	41,90	6,98
PL19	Poner piezas en mesa de planchado (Marquilla)	3,62	3,41	3,70	3,17	3,54	3,49	20,92	3,49
PL20	Colocar diseño de estampado digital	4,96	5,17	5,34	4,63	4,77	5,36	30,23	5,04
PL21	Colocar papel sobre piezas	6,78	6,27	7,03	6,46	7,44	6,62	40,60	6,77
PL22	Planchado	1,74	1,71	1,72	1,73	1,75	1,71	10,35	1,73
PL23	Retirar piezas	1,404	1,401	1,402	1,403	1,405	1,401	8,42	1,40
PL24	Colocar en bultos para confección	7,89	8,07	8,5	9,66	8,63	8,57	51,32	8,55
							Total	Segundos	208,64
								Minutos	3,48

Tabla B6. Muestras iniciales para doblado modelo "Chompa drivers abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa drivers abierta					PROCESO:		Doblado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
D01	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	0,38	0,50	0,38	0,50	0,49	0,34	2,58	0,43
D02	Contabilizar las chompas	1,51	1,95	1,86	1,65	1,91	1,58	10,46	1,74
D03	Colocar las etiquetas	1,85	1,39	1,44	1,12	1,69	1,16	8,65	1,44
D04	Doblar	56,55	65,76	59,74	73,77	55,55	63,64	375,01	62,50
D05	Empacar	17,89	14,86	15,46	14,74	13,75	14,85	91,55	15,26
D06	Acomodar en percha	1,44	1,55	1,48	1,70	1,37	34,42	41,96	6,99
							Total	Segundos	88,37
								Minutos	1,47

Anexo B.2. Muestras iniciales modelo “Chompa abierta

Tabla B7. Muestras iniciales para ploteado modelo "Chompa abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa abierta					PROCESO:		Ploteado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
P01	Acomodar diseño en software	87,49	88,52	89,54	90,80	85,77	95,92	538,05	89,68
P02	Imprimir moldes de corte	98,08	82,00	83,67	86,50	84,92	86,03	521,21	86,87
P03	Trasladar moldes al área de corte	2,62	2,00	2,41	2,15	2,22	2,58	13,97	2,33
							Total	Segundos	178,87
								Minutos	2,98

Tabla B8. Muestras iniciales para corte modelo "Chompa abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa abierta					PROCESO:		Corte	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
C01	Poner tela en rodillos	0,70	0,63	0,76	0,70	0,66	0,72	4,17	0,69
C02	Medir extensión de la tela	23,31	22,65	22,22	22,24	22,43	22,68	135,53	22,59
C03	Tender tela	31,30	32,47	33,59	32,77	31,63	31,88	193,64	32,27
C04	Pegar moldes de corte sobre la tela	2,55	2,33	2,46	2,58	2,40	2,11	14,43	2,40
C05	Cortar	276,30	272,27	270,19	271,59	273,75	270,05	1634,14	272,36
C06	Clasificar los cortes	24,55	23,62	24,14	23,26	23,09	25,01	143,66	23,94
C07	Trasladar al área de estampado manual	5,43	5,67	5,64	5,77	5,80	5,30	33,61	5,60
							Total	Segundos	359,86
								Minutos	6,00

Tabla B9. Muestras iniciales para estampado manual modelo "Chompa abierta"

MUESTRAS INICIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa abierta					PROCESO:		Estampado manual	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
EM01	Preparar elementos de trabajo	23,13	21,85	23,38	23,18	22,91	21,74	136,20	22,70
EM02	Colocar pintura	2,84	2,57	2,27	2,89	2,36	2,24	15,18	2,53
EM03	Colocar goma	6,42	7,14	6,85	7,51	6,12	7,98	42,03	7,00
EM04	Acomodar cortes en soportes (Delantera)	15,53	17,20	13,76	14,54	16,06	13,54	90,63	15,11
EM05	Aplicar base	10,01	11,74	10,04	13,19	10,35	11,65	66,98	11,16
EM06	Aplicar capas de pintura blanca	28,81	26,79	29,98	30,31	27,17	27,56	170,62	28,44
EM07	Aplicar capas de pintura de otro color	59,66	55,57	54,21	52,28	60,63	58,45	340,80	56,80
EM08	Retirar cortes	8,47	8,23	9,56	8,27	8,67	9,01	52,20	8,70
EM09	Limpiar soportes	0,53	0,47	0,45	0,46	0,44	0,41	2,75	0,46
EM10	Retirar elementos de trabajo	0,73	0,69	0,62	0,71	0,60	0,75	4,10	0,68
EM11	Trasladar piezas al área de planchado	3,08	2,78	3,65	2,97	3,21	3,20	18,89	3,15
							Total	Segundos	156,73
								Minutos	2,61

Tabla B10. Muestras iniciales para planchado modelo "Chompa abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa abierta					PROCESO:		Planchado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
PL01	Organiza papel	0,36	0,41	0,48	0,45	0,35	0,41	2,47	0,41
PL02	Poner piezas en mesa de planchado (Delanteros)	11,56	9,842	11,26	10,69	10,15	10,48	63,98	10,66
PL03	Colocar diseño de estampado digital	24,96	27,08	25,58	23,73	23,87	26,2	151,43	25,24
PL04	Colocar papel sobre piezas	18,17	17,36	17,21	15,74	19,36	16,88	104,72	17,45
PL05	Planchado	24,76	22,71	23,65	21,71	25,12	24,37	142,32	23,72
PL06	Retirar piezas	10,72	11,26	11,84	12	13,07	12,22	71,10	11,85
PL07	Organiza papel	0,378	0,42	0,351	0,392	0,365	0,405	2,31	0,38
PL08	Colocar en bultos para confección	10,18	9,072	9,653	11,62	9,828	9,747	60,10	10,02
							Total	Segundos	99,74
								Minutos	1,66

Tabla B11. Muestras iniciales para doblado modelo "Chompa abierta"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa abierta					PROCESO:		Doblado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
D01	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	0,38	0,50	0,38	0,50	0,49	0,34	2,58	0,43
D02	Contabilizar las chompas recibidas	1,51	1,95	1,86	1,65	1,91	1,58	10,46	1,74
D03	Colocar las etiquetas	1,85	1,39	1,44	1,12	1,69	1,16	8,65	1,44
D04	Doblar	56,55	65,76	59,74	73,77	55,55	63,64	375,01	62,50
D05	Empacar	17,89	14,86	15,46	14,74	13,75	14,85	91,55	15,26
D06	Acomodar en percha	1,44	1,55	1,48	1,70	1,37	34,42	41,96	6,99
							Total	Segundos	88,37
								Minutos	1,47

Anexo B.3. Muestras iniciales modelo “Chompa cuello alto”

Tabla B12. Muestras iniciales para ploteado modelo "Chompa cuello alto"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa cuello alto					PROCESO:		Ploteado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
P01	Acomodar diseño en software	87,49	88,524	89,54	90,804	85,77	92,641	534,77	89,13
P02	Imprimir moldes de corte	81,68	90,20	83,67	86,50	84,92	86,031	513,01	85,50
P03	Trasladar moldes al área de corte	2,13	2,49	2,08	2,65	2,55	2,5752	14,46	2,41
							Total	Segundos	177,04
								Minutos	2,95

Tabla B13. Muestras iniciales para corte modelo "Chompa cuello alto"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa cuello alto					PROCESO:		Corte	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
C01	Poner tela en rodillos	0,81	0,73	0,88	0,81	0,76	0,83	4,82	0,80
C02	Medir extensión de la tela	26,97	26,21	25,71	25,74	25,96	26,24	156,83	26,14
C03	Tender tela	36,22	37,58	38,87	37,92	36,60	36,89	224,07	37,34
C04	Pegar moldes de corte sobre la tela	2,95	2,70	2,85	2,98	2,78	2,44	16,70	2,78
C05	Cortar	319,72	315,05	312,65	314,26	316,77	312,48	1890,94	315,16
C06	Clasificar los cortes	28,40	27,33	27,93	26,91	26,71	28,94	166,23	27,71
C07	Trasladar al área de bordado	6,29	6,56	6,52	6,67	6,71	6,13	38,89	6,48
							Total	Segundos	416,41
								Minutos	6,94

Tabla B 14. Muestras iniciales para bordado modelo "Chompa cuello alto"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa cuello alto					PROCESO:		Bordado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
B01	Preparar de materiales de trabajo	141,53	142,40	144,27	143,84	142,25	140,05	854,33	142,39
B02	Cargar diseño de bordado	30,31	29,10	30,97	30,54	28,95	31,15	181,01	30,17
B03	Colocar aro de bordar	9,27	9,75	10,07	9,98	8,93	10,26	58,26	9,71
B04	Colocar pegamento	8,16	9,19	9,47	8,11	8,32	8,28	51,52	8,59
B05	Colocar piezas en aro de bordar	19,54	21,25	20,12	22,44	22,08	21,64	127,06	21,18
B06	Colocar pelón	2,89	2,97	2,99	2,68	2,88	3,11	17,53	2,92
B07	Bordar	36,08	36,41	35,42	38,06	35,31	37,40	218,68	36,45
B08	Sacar pelón	1,31	1,19	1,41	1,29	1,45	1,14	7,79	1,30
B07	Sacar piezas	1,30	1,49	1,56	1,31	1,38	1,34	8,37	1,40
B08	Sacar aro de bordar	9,34	7,85	9,48	8,31	8,60	9,63	53,21	8,87
B09	Contabilizar piezas	2,74	2,60	2,87	2,72	3,18	3,18	17,28	2,88
B10	Trasladar piezas a costales para confección	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,21	0,03
							Total	Segundos	265,87
								Minutos	4,43

Tabla B15. Muestras iniciales para doblado modelo "Chompa cuello alto"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Chompa cuello alto					PROCESO:		Doblado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
D01	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	0,38	0,50	0,38	0,50	0,49	0,34	2,58	0,43
D02	Contabilizar las chompas recibidas	1,51	1,95	1,86	1,65	1,91	1,58	10,46	1,74
D03	Colocar las etiquetas	1,85	1,39	1,44	1,12	1,69	1,16	8,65	1,44
D04	Doblar	56,55	65,76	59,74	73,77	55,55	63,64	375,01	62,50
D05	Empacar	17,89	14,86	15,46	14,74	13,75	14,85	91,55	15,26
D06	Acomodar en percha	1,44	1,55	1,48	1,70	1,37	34,42	41,96	6,99
							Total	Segundos	88,37
								Minutos	1,47

Anexo B.4. Muestras iniciales modelo “Camiseta polo drivers”

Tabla B16. Muestras iniciales para ploteado modelo "Camiseta polo drivers"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Camiseta polo drivers					PROCESO:	Ploteado		
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
P01	Acomodar diseño en software	63,09	64,04	64,97	66,12	76,86	58,8	393,87	65,65
P02	Imprimir moldes de corte	74,69	68,99	76,52	79,10	77,66	78,68	455,64	75,94
P03	Trasladar moldes al área de corte	2,40	1,83	2,35	1,97	2,33	2,055	12,93	2,15
							Total	Segundos	143,74
								Minutos	2,40

Tabla B17. Muestras iniciales para corte modelo "Camiseta polo drivers"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Camiseta polo drivers					PROCESO:		Corte	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
C01	Poner tela en rodillos	0,75	0,68	0,82	0,75	0,70	0,77	4,46	0,74
C02	Medir extensión de la tela	20,47	21,27	20,81	20,83	21,03	22,80	127,21	21,20
C03	Tender tela	33,54	34,79	34,49	35,11	36,89	34,16	208,98	34,83
C04	Pegar moldes de corte sobre la tela	2,73	2,50	2,64	2,76	2,58	2,26	15,46	2,58
C05	Cortar	297,54	279,71	280,49	278,99	281,31	277,34	1695,37	282,56
C06	Clasificar los cortes	20,30	19,31	19,86	18,92	18,73	20,80	117,92	19,65
C07	Trasladar al área de estampado manual	5,82	7,13	6,05	6,18	6,21	5,67	37,05	6,18
							Total	Segundos	367,74
								Minutos	6,13

Tabla B18.Muestras iniciales para estampado manual modelo “Camiseta polo drivers”

MUESTRAS INICIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Camiseta polo drivers					PROCESO:		Estampado manual	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
E01	Preparar elementos de trabajo	38,15	42,23	35,49	40,55	39,03	42,15	237,60	39,60
E02	Colocar pintura	1,67	1,98	1,87	1,85	1,92	1,69	10,99	1,83
E03	Colocar goma	7,801	7,96	8,87	7,164	7,564	8,118	47,48	7,91
E04	Acomodar cortes en soportes (Manga derecha)	10,49	12,32	11,01	10,05	11,89	11,72	67,48	11,25
E05	Aplicar base	9,794	9,042	9,121	9,306	9,002	9,557	55,82	9,30
E06	Aplicar capas de pintura blanca	20,29	20,88	19,92	21,44	20,53	19,77	122,83	20,47
E07	Retirar cortes	7,418	7,696	8,078	6,956	7,801	7,382	45,33	7,56
E08	Limpiar soportes	0,69	0,73	0,65	0,77	0,62	0,70	0,42	0,07
E09	Colocar pintura	1,81	2,09	1,70	1,94	2,05	1,87	11,46	1,91
E10	Colocar goma	4,937	5,438	5,135	5,768	5,214	5,65	32,14	5,36
E11	Acomodar cortes en soportes (Manga izquierda)	11,51	12,04	11	11,81	10,55	12,24	69,14	11,52
E12	Aplicar base	8,87	9,306	8,078	9,61	8,62	9,121	53,61	8,93
E13	Aplicar capas de pintura blanca	20,12	19,69	22,22	19,23	20,68	22,55	124,49	20,75
E14	Retirar cortes	8,078	9,148	8,498	9,266	8,514	7,682	51,19	8,53
E15	Limpiar soportes	0,69	0,65	0,73	0,62	0,70	0,66	4,04	0,67
E16	Colocar pintura	1,822	2,046	1,829	1,967	2,112	1,869	11,64	1,94
E17	Colocar goma	4,897	5,399	4,646	5,074	4,224	4,987	29,23	4,87

MUESTRAS INICIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Camiseta polo drivers					PROCESO:		Estampado manual	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
E18	Acomodar cortes en soportes (Trasera)	10,32	11,13	10,02	11,76	10,65	11,44	65,32	10,89
E19	Aplicar base	8,078	8,484	8,554	8,775	8,329	7,3	49,52	8,25
E20	Aplicar capas de pintura blanca	21,49	20,97	22,9	21,17	23,26	20,76	130,56	21,76
E21	Aplicar capas de pintura de otro color	10,35	9,095	9,94	9,53	10,16	9,738	58,81	9,80
E22	Retirar cortes	8,237	8,814	9,306	8,065	9,002	8,722	52,15	8,69
E23	Limpiar soportes	0,65	0,64	0,63	0,62	0,60	0,60	3,72	0,62
E24	Colocar pintura	4,65	5,27	4,96	5,44	4,44	5,38	30,14	5,02
E25	Colocar goma	11,25	12,46	9,97	10,53	11,63	11,81	67,64	11,27
E26	Acomodar cortes en soportes (Delantera)	7,25	8,50	7,27	8,42	7,50	8,43	47,38	7,90
E27	Aplicar base	20,87	21,11	21,71	21,95	19,68	19,96	125,28	20,88
E28	Aplicar capas de pintura blanca	43,21	40,25	39,27	37,86	43,91	42,33	246,84	41,14
E29	Aplicar capas de pintura de otro color	6,13	5,96	6,92	5,99	6,28	6,53	37,80	6,30
E30	Retirar cortes	0,38	0,34	0,33	0,33	0,32	0,30	2,01	0,33
E31	Limpiar soportes	0,53	0,50	0,45	0,51	0,54	0,54	3,07	0,51
E32	Trasladar piezas estampadas al área de estampado digital	2,10	2,28	2,31	2,15	1,93	2,32	13,09	2,18
							Total	Segundos	318,04
								Minutos	5,30

Tabla B19. Muestras iniciales para estampado digital modelo "Camiseta polo drivers"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Camiseta polo drivers					PROCESO:		Estampado digital	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
ED01	Preparar elementos de trabajo	70,612	67,129	69,701	65,87325	72,252	67,4123	412,98	68,83
ED02	Diseñar en DTF	197,50	199,38	186,52	195,8884	195,595	196,881	1171,77	195,29
ED03	Imprimir elementos en DTF	71,81	71,12	74,70	69,27525	72,4545	68,95	428,31	71,38
ED04	Recortar diseños de DTF	152,16	150,68	151,53	146,3873	157,565	146,934	905,26	150,88
							Total	Segundos	486,38
								Minutos	8,11

Tabla B20. Muestras iniciales para planchado modelo "Camiseta polo drivers"

MUESTRAS INICIALES ESTUDIO DE TIEMPOS						AUBEA BS			
MODELO:	Camiseta polo drivers					PROCESO:		Planchado	
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						SUMA	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6		
PL01	Organiza papel	0,51	0,56	0,49	0,60	0,53	0,46	3,15	0,53
PL02	Poner piezas en mesa de planchado (Delantera)	15,60	13,29	15,20	14,43	13,71	14,14	86,37	14,39
PL03	Colocar diseño de estampado digital	33,70	36,56	34,54	32,04	32,22	35,37	204,43	34,07
PL04	Colocar papel sobre piezas	24,53	23,44	23,24	21,25	26,13	22,78	141,37	23,56
PL05	Planchado	33,42	30,65	31,93	29,31	33,92	32,90	192,13	32,02
PL06	Retirar piezas	14,47	15,20	15,98	16,20	17,64	16,49	95,99	16,00
PL07	Organiza papel	0,51	0,56	0,47	0,53	0,49	0,55	3,12	0,52
PL08	Poner piezas en mesa de planchado (Trasera)	13,94	16,27	15,97	12,61	14,65	16,48	89,92	14,99
PL09	Colocar diseño de estampado digital	32,37	33,50	27,81	33,68	30,69	28,65	186,70	31,12
PL10	Colocar papel sobre piezas	15,13	14,98	16,33	16,11	16,97	15,82	95,33	15,89
PL11	Planchado	33,86	31,16	32,57	33,50	34,55	31,40	197,05	32,84
PL12	Retirar piezas	14,89	17,99	16,64	15,02	13,29	15,91	93,73	15,62
PL13	Organiza papel	0,53	0,46	0,58	0,55	0,49	0,56	3,17	0,53
PL14	Poner piezas en mesa de planchado (Tallas)	8,26	7,19	8,56	6,62	7,98	7,51	46,12	7,69
PL15	Colocar diseño de estampado digital	9,44	8,41	9,09	10,42	9,92	8,77	56,05	9,34
PL16	Colocar papel sobre piezas	10,70	9,42	11,34	8,68	9,19	8,80	58,12	9,69
PL17	Planchado	15,55	16,82	13,58	16,62	18,17	14,36	95,10	15,85
PL18	Retirar piezas	9,70	11,26	9,44	10,26	10,97	9,97	61,60	10,27
PL19	Colocar en bultos para confección	13,74	12,25	13,03	15,69	13,27	13,16	81,14	13,52
							Total	Segundos	298,43
								Minutos	4,97

Tabla B21. Muestras iniciales para doblado modelo "Camiseta polo drivers"

MUESTRAS INCIALES ESTUDIO DE TIEMPOS							AUBEA BS			
MODELO:	Camiseta polo drivers					PROCESO:		Doblado		
CÓDIGO	ACTIVIDAD	MUESTRAS INICIALES (SEGUNDOS)						TOTAL	PROMEDIO	
		1	2	3	4	5	6			
D01	Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	0,07	0,10	0,09	0,06	0,11	0,08	0,50	0,08	
D02	Contabilizar las camisetas recibidas	1,53	1,35	1,18	1,42	1,02	1,64	8,15	1,36	
D03	Colocar las etiquetas en las camisetas	3,48	2,68	2,88	2,66	3,57	3,08	18,35	3,06	
D04	Abotonar camisetas	31,00	27,05	37,00	29,05	30,58	26,57	181,25	30,21	
D05	Doblar	60,80	54,86	62,79	70,62	75,87	67,74	392,68	65,45	
D06	Empacar	29,74	23,40	29,03	24,46	31,44	26,21	164,28	27,38	
D07	Acomodar en percha	2,55	3,37	2,87	2,64	2,76	2,34	16,53	2,76	
							Total	Segundos	130,29	
								Minutos	2,17	

Anexo C. Factor de Desempeño

En el Anexo C se muestra el cálculo del Factor de Desempeño de todos los procesos de los cuatro productos analizados en el estudio de tiempos.

Anexo C.1. Factor de Desempeño para el modelo “Chompa drivers abierta”

Tabla C1. Calificación cualitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa drivers abierta”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
1	Ploteado	C1	B1	C	C
2	Corte	C1	B2	C	C
3	Estampado manual	C1	B2	C	C
4	Estampado digital	C1	C2	C	C
5	Planchado	B1	B2	B	C
6	Doblado	A2	B1	B	B

Tabla C2. Calificación cuantitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa drivers abierta”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FC
1	Ploteado	0,06	0,1	0,02	0,01	1,19
2	Corte	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
3	Estampado manual	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
4	Estampado digital	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11
5	Planchado	0,11	0,05	0,04	0,01	1,21
6	Doblado	0,13	0,1	0,04	0,03	1,3

Anexo C.2. Factor de Desempeño para el modelo “Chompa abierta”

Tabla C3. Calificación cuantitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa drivers abierta”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
1	Ploteado	C1	B1	C	C
2	Corte	C1	B2	C	C
3	Estampado manual	C1	B2	C	C
4	Planchado	B1	B2	B	C
5	Doblado	A2	B1	B	B

Tabla C4. Calificación cuantitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa abierta”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FC
1	Ploteado	0,06	0,1	0,02	0,01	1,19
2	Corte	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FC
3	Estampado manual	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
4	Planchado	0,11	0,05	0,04	0,01	1,21
5	Doblado	0,13	0,1	0,04	0,03	1,3

Anexo C.3. Factor de Desempeño para el modelo “Chompa cuello alto”

Tabla C5. Calificación cualitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa cuello alto”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
1	Ploteado	C1	B1	C	C
2	Corte	C1	B2	C	C
3	Bordado	B1	A2	B	B
4	Doblado	A2	B1	B	B

Tabla C6. Calificación cuantitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa cuello alto”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FC
1	Ploteado	0,06	0,1	0,02	0,01	1,19
2	Corte	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
3	Bordado	0,11	0,12	0,04	0,03	1,30
4	Doblado	0,13	0,1	0,04	0,03	1,3

Anexo C.4. Factor de Desempeño para el modelo “Camiseta polo drivers”

Tabla C7. Calificación cuantitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa cuello alto”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
1	Ploteado	C1	B1	C	C
2	Corte	C1	B2	C	C
3	Estampado manual	C1	B2	C	C
4	Estampado digital	C1	C2	C	C
5	Planchado	B1	B2	B	C
6	Doblado	A2	B1	B	B

Tabla C8. Calificación cuantitativa del factor de desempeño del modelo “Chompa cuello alto”

# Operario	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FC
1	Ploteado	0,06	0,1	0,02	0,01	1,19
2	Corte	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
3	Estampado manual	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
4	Estampado digital	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11
5	Planchado	0,11	0,05	0,04	0,01	1,21
6	Doblado	0,13	0,1	0,04	0,03	1,3

Anexo D. Suplementos

Anexo D.1. Suplementos modelo “Chompa drivers abierta”

Tabla D1. Cálculo de suplementos para el proceso de ploteado "Chompa drivers abierta"

Proceso: Ploteado		Operario:1
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	0	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	10	-
	0,1	-

Tabla D 2. Cálculo de suplementos para el proceso de ploteado "Chompa drivers abierta"

Proceso: Corte		Operario:2
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Tabla D3. Cálculo de suplementos para el proceso de estampado manual "Chompa drivers abierta"

Proceso: Estampado manual		Operario:3
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	2	-
Ruido	0	-
Tensión mental	0	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Tabla D4. Cálculo de suplementos para el proceso de estampado digital "Chompa drivers abierta"

Proceso: Estampado digital		Operario:4
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	0	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	11	-
	0,11	-

Tabla D5. Cálculo de suplementos para el proceso de planchado "Chompa drivers abierta"

Proceso: Planchado		Operario:5
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por Necesidades personales	5	-
Por Fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Mala Iluminación	0	-
Condiciones Atmosféricas	0	-
Concentración Intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión Mental	1	-
Monotonía Mental	0	-
Monotonía Física	0	-
Total	12	-
	0,12	-

Tabla D6. Cálculo de suplementos para el proceso de planchado "Chompa drivers abierta"

Proceso: Doblado		Operario:6
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por Necesidades personales	5	-
Por Fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Mala Iluminación	0	-
Condiciones Atmosféricas	0	-
Concentración Intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión Mental	1	-
Monotonía Mental	0	-
Monotonía Física	0	-
Total	12	-
	0,12	-

Anexo D.2. Suplementos modelo “Chompa abierta”

Tabla D7. Cálculo de suplementos para el proceso de ploteado "Chompa abierta"

Proceso: Ploteado		Operario:1
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	0	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	10	-
	0,10	-

Tabla D8. Cálculo de suplementos para el proceso de ploteado "Chompa abierta"

Proceso: Corte		Operario:2
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Tabla D9. Cálculo de suplementos para el proceso de estampado manual "Chompa abierta"

Proceso: Estampado manual		Operario:3
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	2	-
Ruido	0	-
Tensión mental	0	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Tabla D10. Cálculo de suplementos para el proceso de planchado "Chompa abierta"

Proceso: Planchado		Operario:4
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por Necesidades personales	5	-
Por Fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Mala Iluminación	0	-
Condiciones Atmosféricas	0	-
Concentración Intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión Mental	1	-
Monotonía Mental	0	-
Monotonía Física	0	-
Total	12	-
	0,12	-

Tabla D11. Cálculo de suplementos para el proceso de doblado "Chompa abierta"

Proceso: Doblado		Operario:5
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por Necesidades personales	5	-
Por Fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Mala Iluminación	0	-
Condiciones Atmosféricas	0	-
Concentración Intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión Mental	1	-
Monotonía Mental	0	-
Monotonía Física	0	-
Total	12	-
	0,12	-

Anexo D.3. Suplementos modelo "Chompa cuello alto"

Tabla D12. Cálculo de suplementos para el proceso de ploteado "Chompa cuello alto"

Proceso: Ploteado		Operario:1
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	0	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	10	-
	0,10	-

Tabla D13. Cálculo de suplementos para el proceso de corte "Chompa cuello alto"

Proceso: Corte		Operario:2
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Tabla D14. Cálculo de suplementos para el proceso de bordado "Chompa cuello alto"

Proceso: Bordado		Operario:3
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	-	7
Por fatiga	-	4
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	-	2
Por postura anormal	-	0
Uso de la fuerza o energía muscular	-	0
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Concentración intensa	-	0
Ruido	-	0
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	0
Monotonía física	-	0
Total	-	14
	-	0,14

Tabla D15. Cálculo de suplementos para el proceso de doblado "Chompa cuello alto"

Proceso: Doblado		Operario: 4
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por Necesidades personales	5	-
Por Fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Mala Iluminación	0	-
Condiciones Atmosféricas	0	-
Concentración Intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión Mental	1	-
Monotonía Mental	0	-
Monotonía Física	0	-
Total	12	-
	0,12	-

Anexo D.4. Suplementos modelo “Camiseta polo drivers”

Tabla D 16. Cálculo de suplementos para el proceso de ploteado "Camiseta polo drivers"

Proceso: Ploteado		Operario: 1
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	0	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	10	-
	0,10	-

Tabla D17. Cálculo de suplementos para el proceso de corte "Camiseta polo drivers"

Proceso: Corte		Operario:2
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Tabla D18. Cálculo de suplementos para el proceso de estampado manual "Camiseta polo drivers"

Proceso: Estampado manual		Operario:3
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	2	-
Ruido	0	-
Tensión mental	0	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	13	-
	0,13	-

Tabla D19. Cálculo de suplementos para el proceso de estampado digital "Camiseta polo drivers"

Proceso: Estampado digital		Operario:4
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por necesidades personales	5	-
Por fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Concentración intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión mental	0	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
Total	11	-
	0,11	-

Tabla D20. Cálculo de suplementos para el proceso de planchado "Camiseta polo drivers"

Proceso: Planchado		Operario:5
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por Necesidades personales	5	-
Por Fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Mala Iluminación	0	-
Condiciones Atmosféricas	0	-
Concentración Intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión Mental	1	-
Monotonía Mental	0	-
Monotonía Física	0	-
Total	12	-
	0,12	-

Tabla D21. Cálculo de suplementos para el proceso de doblado “Camiseta polo drivers”

Proceso: Doblado		Operario:6
Suplementos constantes	Masculino	Femenino
Por Necesidades personales	5	-
Por Fatiga	4	-
Suplementos variables		
Por trabajar de pie	2	-
Por postura anormal	0	-
Uso de la fuerza o energía muscular	0	-
Mala Iluminación	0	-
Condiciones Atmosféricas	0	-
Concentración Intensa	0	-
Ruido	0	-
Tensión Mental	1	-
Monotonía Mental	0	-
Monotonía Física	0	-
Total	12	-
	0,12	-

Anexo E. Estudio de tiempos y movimientos

En el anexo E se muestra e cálculo del tiempo estándar para cada proceso de las cuatro prendas bajo estudio.

Anexo E.1. Estudio de tiempos y movimientos “Chompa drivers abierta”

Tabla E1. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de ploteado modelo "Chompa drivers abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS											AUBEA BS					
ÁREA: Producción											NÚMERO DE ESTUDIO: 1					
PROCESO: Ploteado											HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta											REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 1											REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero											FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
											FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
P01	95,14	96,17	97,28	98,65	93,18	89,96	113,73	96,60	92,24	94,34	1924,36	96,22	1,19	114,50	0,10	125,95
	95,57	93,39	96,64	95,16	96,05	97,01	92,09	94,39	95,02	96,50						
P02	88,73	89,09	90,90	93,98	92,26	93,47	99,22	90,69	94,04	89,12	1834,21	91,71	1,19	109,14	0,10	120,05
	93,04	92,43	90,74	88,37	91,08	89,72	92,72	89,49	93,66	91,47						
P03	2,85	2,53	2,26	2,52	2,41	2,62	2,23	2,60	2,30	2,73	49,88	2,49	1,19	2,97	0,10	3,26
	2,25	2,33	2,28	2,98	2,83	2,41	2,78	2,35	2,37	2,26						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar													Total	Segundos	249,26
															Minutos	4,15

Tabla E2. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de corte modelo "Chompa drivers abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS					
PROCESO: Corte												HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta												REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 2												REVISADO POR: Ing.Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
C01	0,68	0,61	0,73	0,67	0,63	0,69	0,65	0,70	0,68	0,63	6,68	0,67	1,14	0,76	0,13	0,86	
C02	21,12	21,98	21,43	21,45	21,63	21,87	21,384	21,762	22,883	21,24	216,74	21,67	1,14	24,71	0,13	27,92	
C03	31,54	31,31	31,04	31,60	30,50	30,74	32,036	31,199	30,348	31,13	311,45	31,14	1,14	35,50	0,13	40,12	
C04	2,46	2,25	2,37	2,49	2,32	2,03	2,268	2,4165	2,349	2,174	23,12	2,31	1,14	2,64	0,13	2,98	
C05	368,39	363,09	364,48	375,27	365,95	385,8	375,19	364,85	371,44	361,9	3696,40	369,64	1,14	421,39	0,13	476,17	
C06	23,67	22,78	23,27	22,43	22,26	24,12	23,436	22,653	23,072	22,45	230,14	23,01	1,14	26,24	0,13	29,65	
C07	5,24	5,47	5,44	5,56	5,59	5,10	5,3595	5,508	5,292	5,414	53,97	5,40	1,14	6,15	0,13	6,95	
TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar													Total	Segundos	584,65		
														Minutos	9,74		

Tabla E3. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de estampado manual modelo "Chompa drivers abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS				
PROCESO: Estampado manual												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Chompa drivers abierta												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 3												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
EM01	17,13	16,19	17,32	17,17	16,97	16,11	16,67	16,31	17,43	17,44	168,73	16,87	1,14	19,24	0,13	21,74
EM02	1,81	1,98	1,88	2,12	1,92	1,69	1,77	1,94	1,80	1,89	18,79	1,88	1,14	2,14	0,13	2,42
EM03	7,98	8,28	9,07	7,65	7,74	7,90	7,13	8,02	8,07	8,73	80,56	8,06	1,14	9,18	0,13	10,38
EM04	10,73	12,60	11,26	10,27	12,16	11,99	10,96	12,35	11,91	11,34	115,57	11,56	1,14	13,18	0,13	14,89
EM05	8,51	9,09	9,00	9,76	9,33	10,50	9,52	9,34	10,02	9,89	94,95	9,50	1,14	10,82	0,13	12,23
EM06	20,55	21,72	20,18	22,44	20,86	20,57	21,30	21,94	20,41	21,68	211,65	21,17	1,14	24,13	0,13	27,27
EM07	11,96	10,77	12,10	11,66	13,53	13,04	12,47	11,37	12,87	12,77	122,54	12,25	1,14	13,97	0,13	15,79
EM08	7,37	7,63	7,17	6,99	6,53	8,07	7,72	7,32	8,17	8,01	74,98	7,50	1,14	8,55	0,13	9,66
EM09	0,76	0,73	0,68	0,69	0,63	0,62	0,70	0,66	0,74	0,65	6,86	0,69	1,14	0,78	0,13	0,88
EM10	1,93	2,04	2,13	1,85	1,93	2,07	1,86	2,04	1,88	1,98	19,71	1,97	1,14	2,25	0,13	2,54
EM11	4,89	4,95	6,08	5,37	5,82	5,33	5,16	5,12	5,04	5,22	52,97	5,30	1,14	6,04	0,13	6,82
EM12	12,00	12,20	11,53	10,75	11,08	12,68	11,64	12,38	11,23	12,14	117,63	11,76	1,14	13,41	0,13	15,15
EM13	8,95	9,60	9,32	10,03	9,26	8,22	8,57	9,79	8,26	9,57	91,57	9,16	1,14	10,44	0,13	11,80
EM14	20,36	19,41	19,62	23,65	21,45	22,03	20,86	20,14	22,65	21,15	211,33	21,13	1,14	24,09	0,13	27,22
EM15	12,23	12,85	13,93	12,08	12,20	13,61	11,66	13,20	11,30	12,03	125,10	12,51	1,14	14,26	0,13	16,12
EM16	7,90	9,21	8,29	8,92	9,10	7,32	8,30	8,13	8,01	8,71	83,88	8,39	1,14	9,56	0,13	10,80
EM17	0,73	0,72	0,66	0,70	0,78	0,65	0,69	0,76	0,63	0,68	6,99	0,70	1,14	0,80	0,13	0,90
EM18	1,83	2,00	1,75	1,98	2,19	1,79	1,85	2,04	2,00	1,92	19,34	1,93	1,14	2,20	0,13	2,49

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS				
PROCESO: Estampado manual												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Chompa drivers abierta												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 3												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
EM19	4,91	5,48	5,02	5,18	5,45	4,44	4,98	5,41	4,66	5,25	50,80	5,08	1,14	5,79	0,13	6,54
EM20	10,31	11,85	9,80	12,08	10,77	10,89	10,96	10,17	11,69	11,66	110,20	11,02	1,14	12,56	0,13	14,20
EM21	8,19	7,47	8,90	8,01	8,30	9,49	8,48	7,78	8,65	8,03	83,30	8,33	1,14	9,50	0,13	10,73
EM22	24,06	21,64	21,24	23,49	21,53	21,38	21,96	23,15	22,19	22,98	223,63	22,36	1,14	25,49	0,13	28,81
EM23	9,69	8,94	10,04	9,68	9,88	9,48	10,57	9,38	10,25	9,73	97,65	9,76	1,14	11,13	0,13	12,58
EM24	8,25	9,25	9,87	9,30	8,55	9,87	9,23	8,88	9,41	8,33	90,94	9,09	1,14	10,37	0,13	11,71
EM25	0,66	0,65	0,63	0,63	0,62	0,61	0,64	0,63	0,65	0,61	6,35	0,63	1,14	0,72	0,13	0,82
EM26	1,97	1,90	1,96	2,14	1,93	1,80	1,86	2,04	1,84	1,65	19,09	1,91	1,14	2,18	0,13	2,46
EM27	5,02	5,29	5,08	5,56	5,21	5,51	4,95	5,44	4,71	5,75	52,53	5,25	1,14	5,99	0,13	6,77
EM28	11,50	11,39	10,19	10,77	11,89	10,03	10,92	10,69	12,30	10,60	110,30	11,03	1,14	12,57	0,13	14,21
EM29	7,41	8,69	8,79	8,42	7,67	8,63	7,74	8,11	7,94	7,48	80,88	8,09	1,14	9,22	0,13	10,42
EM30	21,34	19,85	22,21	22,45	20,13	20,41	20,76	21,90	20,07	22,91	212,03	21,20	1,14	24,17	0,13	27,31
EM31	44,19	41,17	40,16	38,72	44,91	43,30	41,73	43,66	42,88	40,01	420,73	42,07	1,14	47,96	0,13	54,20
EM32	12,54	12,19	14,16	12,24	12,84	13,35	12,97	13,80	12,34	12,69	129,13	12,91	1,14	14,72	0,13	16,63
EM33	0,77	0,70	0,66	0,68	0,70	0,61	0,73	0,76	0,69	0,66	6,95	0,70	1,14	0,79	0,13	0,90
EM34	0,92	0,82	0,84	0,93	0,87	0,83	0,99	0,92	0,81	0,95	8,88	0,89	1,14	1,01	0,13	1,14
EM35	2,46	2,81	2,51	2,59	2,73	2,32	2,63	2,71	2,42	2,52	25,71	2,57	1,14	2,93	0,13	3,31
EM36	17,56	17,50	18,08	16,49	16,65	17,43	17,00	17,64	16,85	17,32	172,52	17,25	1,14	19,67	0,13	22,22
EM37	3,71	3,89	4,43	4,00	4,19	4,36	4,02	4,23	3,77	4,36	40,96	4,10	1,14	4,67	0,13	5,28
EM38	10,31	9,56	10,62	8,77	10,35	11,08	9,91	10,67	9,65	10,84	101,74	10,17	1,14	11,60	0,13	13,11

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS				
PROCESO: Estampado manual												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Chompa drivers abierta												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 3												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
EM39	6,28	5,91	5,53	6,05	5,43	5,19	5,60	6,08	5,81	5,36	57,23	5,72	1,14	6,52	0,13	7,37
EM40	0,70	0,69	0,63	0,68	0,76	0,66	0,73	0,62	0,68	0,63	6,78	0,68	1,14	0,77	0,13	0,87
EM41	0,96	1,01	1,13	0,92	0,97	1,03	0,90	1,00	0,95	0,93	9,80	0,98	1,14	1,12	0,13	1,26
EM42	1,23	1,13	1,17	1,30	1,36	1,08	1,19	1,22	1,24	1,27	12,19	1,22	1,14	1,39	0,13	1,57
EM43	24,23	25,49	25,58	24,00	23,60	25,02	24,07	24,60	24,44	23,83	244,86	24,49	1,14	27,91	0,13	31,54
EM44	4,61	4,95	4,83	4,39	4,77	5,10	4,67	4,91	4,44	5,01	47,68	4,77	1,14	5,44	0,13	6,14
EM45	3,77	4,34	3,96	4,02	4,68	4,47	4,24	3,94	4,17	4,55	42,13	4,21	1,14	4,80	0,13	5,43
EM46	6,51	6,84	6,51	6,33	6,55	6,80	6,47	6,91	6,78	6,22	65,93	6,59	1,14	7,52	0,13	8,49
EM47	0,99	0,95	0,92	1,03	1,05	0,84	0,96	0,93	1,00	1,04	9,69	0,97	1,14	1,11	0,13	1,25
EM48	0,44	0,50	0,42	0,51	0,47	0,44	0,46	0,50	0,43	0,48	4,65	0,47	1,14	0,53	0,13	0,60
EM49	2,28	2,05	2,46	2,07	2,11	2,37	2,40	2,12	2,15	2,11	22,12	2,21	1,14	2,52	0,13	2,85
TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar													Total	Segundos	518,09	
														Minutos	8,63	

Tabla E4. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de estampado digital modelo "Chompa drivers abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS					
PROCESO: Estampado digital												HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta												REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 4												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
ED01	38,582	37,963	39,22	37,307	39,895	36,669	37,616	38,783	40,186	42,628	388,85	38,88	1,11	43,16	0,11	47,91	
ED02	340,92	358,89	344,85	352,6	361,18	361,68	362,79	358,89	346,68	347,13	3535,6	353,56	1,11	392,45	0,11	435,62	
ED03	20,90	21,10	20,18	21,524	21,214	21,31	20,74	24,55	21,10	20,18	212,8	21,28	1,11	23,62	0,11	26,22	
ED04	151,52	144,72	145,49	146,33	143,63	141,35	145,49	151,52	144,72	145,49	1460,3	146,03	1,11	162,09	0,11	179,92	
TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD: Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar														Total	Segundos	689,67	
															Minutos	11,49	

Tabla E5. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de planchado modelo "Chompa drivers abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS											AUBEA BS					
PROCESO: Planchado											HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta											REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 5											REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero											FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1											FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
PL01	1,62	1,63	1,61	1,67	1,61	1,66	1,62	1,70	1,63	1,64	32,65	1,63	1,21	1,98	0,12	2,21
	1,65	1,64	1,61	1,65	1,63	1,62	1,63	1,61	1,63	1,61						
PL02	9,91	9,64	9,69	9,27	8,87	9,11	8,87	9,56	8,68	9,29	185,36	9,27	1,21	11,21	0,12	12,56
	8,45	9,64	9,24	8,92	9,44	9,24	9,27	9,38	9,7	9,19						
PL03	19,84	21,41	20,3	18,93	19,03	20,76	20,11	20,57	19,7	19,46	403,13	20,16	1,21	24,39	0,12	27,32
	21,03	19,27	20,8	19,2	19,99	20,78	20,25	20,36	21,65	19,69						
PL04	14,81	14,21	14,1	13,01	15,69	13,85	14,37	14,27	14,92	13,53	286,85	14,34	1,21	17,35	0,12	19,44
	14,6	13,99	14,32	14,43	13,8	14,91	15,21	14,97	13,62	14,24						
PL05	19,69	18,17	18,87	17,43	19,96	19,4	17,8	19,47	18,32	19,23	377,86	18,89	1,21	22,86	0,12	25,60
	19,65	17,88	18,97	19,76	18,69	19,78	18,26	18,96	17,52	20,05						
PL06	9,29	9,69	10,12	10,24	11,03	10,4	9,47	10,56	9,78	10,72	202,45	10,12	1,21	12,25	0,12	13,72
	10	9,33	10,87	9,64	10,49	9,38	9,78	10,21	10,33	11,12						
PL07	1,63	1,66	1,61	1,64	1,62	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	32,85	1,64	1,21	1,99	0,12	2,23
	1,67	1,61	1,66	1,65	1,64	1,64	1,67	1,62	1,65	1,63						
PL08	9,3	10,28	10,11	9,37	9,39	9,69	8,63	9,8	9,26	8,88	189,72	9,49	1,21	11,48	0,12	12,86
	9,97	8,13	9,8	8,69	9,52	9,39	10,37	10,2	9,46	9,48						
PL09	19,11	19,73	16,61	19,43	18,19	17,07	17,8	19,28	19,47	17,62	368,98	18,45	1,21	22,32	0,12	25,00
	18,7	17,23	18,4	17,97	18,85	19,2	19,82	16,7	19,52	18,28						

ESTUDIO DE TIEMPOS											AUBEA BS					
PROCESO: Planchado											HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta											REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 5											REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero											FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1											FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
PL10	9,65	9,57	10,31	10,19	10,66	10,03	9,82	10,47	10,1	9,88	202,38	10,12	1,21	12,24	0,12	13,71
	10,4	9,73	10,25	9,96	10,53	9,74	9,66	10,4	10,28	10,75						
PL11	19,93	18,45	19,22	19,73	20,31	18,58	19	19,47	20,09	18,77	389,16	19,46	1,21	23,54	0,12	26,37
	19,6	19,24	19,85	18,66	20,17	20,02	18,54	19,31	19,82	20,4						
PL12	10,52	11,22	10,48	9,59	9,64	10,08	10,3	10,8	9,97	9,33	204,79	10,24	1,21	12,39	0,12	13,88
	11,03	9,72	10,4	9,2	10,61	10,61	11,31	10,57	9,68	9,73						
PL13	1,64	1,6	1,67	1,65	1,62	1,66	1,65	1,62	1,67	1,63	32,83	1,64	1,21	1,99	0,12	2,22
	1,64	1,66	1,61	1,65	1,63	1,65	1,61	1,68	1,66	1,63						
PL14	5,88	5,30	6,05	4,99	5,73	5,47	5,36	5,81	5,49	5,66	111,76	5,59	1,21	6,76	0,12	7,57
	5,24	5,57	5,38	5,94	5,52	5,97	5,39	6,14	5,08	5,82						
PL15	6,53	5,965	6,34	7,06	6,795	6,16	6,41	6,73	6,29	6,94	130,64	6,53	1,21	7,90	0,12	8,85
	6,47	6,08	6,88	6,64	6,23	6,62	6,06	6,43	7,15	6,89						
PL16	7,22	6,52	7,57	7,11	6,39	7,18	6,7	7,27	7,33	7,4	139,53	6,98	1,21	8,44	0,12	9,45
	6,76	6,24	7,13	6,47	6,98	7,31	6,61	7,66	7,20	6,48						
PL17	9,88	10,58	9,8	10,47	11,32	9,23	10,1	10,8	10,27	11,03	205,34	10,27	1,21	12,42	0,12	13,91
	9,88	10,32	9	10,69	9,47	9,97	10,67	9,89	10,56	11,41						
PL18	6,67	7,53	6,53	6,98	7,37	6,82	7,1	7,27	7,33	6,6	140,73	7,04	1,21	8,51	0,12	9,54
	7,4	6,76	7,24	7,13	6,47	6,76	7,62	6,62	7,07	7,46						
PL19	3,62	3,41	3,70	3,17	3,54	3,49	3,34	3,63	3,34	3,66	69,91	3,50	1,21	4,23	0,12	4,74
	3,43	3,22	3,57	3,4	3,52	3,71	3,50	3,79	3,26	3,63						

ESTUDIO DE TIEMPOS											AUBEA BS					
PROCESO: Planchado											HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta											REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 5											REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero											FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1											FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
PL20	4,96	5,17	5,34	4,63	4,77	5,36	5,22	5,26	5,33	5,02	101,62	5,08	1,21	6,15	0,12	6,89
	5	5,14	5,1	4,77	5,23	5,05	5,26	5,43	4,72	4,86						
PL21	6,78	6,27	7,03	6,46	7,44	6,62	6,72	7,19	6,47	6,32	135,75	6,79	1,21	8,21	0,12	9,20
	6,98	6,64	6,86	6,41	7,13	6,87	6,36	7,12	6,55	7,53						
PL22	1,74	1,71	1,72	1,73	1,75	1,71	1,73	1,71	1,74	1,73	34,62	1,73	1,21	2,09	0,12	2,35
	1,75	1,72	1,74	1,71	1,75	1,75	1,72	1,73	1,74	1,76						
PL23	1,404	1,401	1,402	1,403	1,405	1,401	1,403	1,401	1,404	1,401	28,05	1,40	1,21	1,70	0,12	1,90
	1,404	1,402	1,403	1,402	1,404	1,404	1,401	1,402	1,403	1,405						
PL24	7,89	8,07	8,5	9,66	8,63	8,57	9,24	8,8	9,37	9,32	176,61	8,83	1,21	10,68	0,12	11,97
	9,18	8,4	9,49	9,26	9,03	7,98	8,16	8,59	9,75	8,72						
TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD: Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar											Total	Segundos	283,48			
												Minutos	4,72			

Tabla E6. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de doblado modelo "Chompa drivers abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS																AUBEA BS					
PROCESO: Doblado																HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta																REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 6																REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	11	12	13	14	15						
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
D01	0,46	0,42	0,41	0,45	0,47	0,44	0,38	0,44	0,49	0,49	0,42	0,47	0,51	0,49	0,38	13,39	0,45	1,3	0,58	0,17	0,68
	0,38	0,46	0,47	0,42	0,61	0,53	0,47	0,49	0,36	0,44	0,43	0,39	0,36	0,34	0,52						
D02	1,51	1,39	1,38	1,28	1,63	1,34	1,83	1,42	1,47	1,67	1,8	1,36	1,73	1,45	1,79	46,66	1,56	1,3	2,02	0,17	2,37
	1,34	1,48	1,5	1,42	1,85	1,76	1,6	1,97	1,36	1,23	1,53	1,54	1,47	1,84	1,72						
D03	1,43	1,59	1,32	1,48	1,52	1,41	1,65	1,86	2,01	1,87	1,69	1,43	1,59	2,11	1,85	48,16	1,61	1,3	2,09	0,17	2,44
	1,57	1,48	1,52	1,39	1,33	1,76	1,54	1,67	1,58	1,39	1,71	1,63	1,97	1,22	1,59						
D04	32,57	64,3	52,9	60,4	68,38	57,4	60,3	65,25	61,40	54,86	64,32	52,82	62,43	54,73	65,38	1772,14	59,07	1,3	76,79	0,17	89,85
	57,37	65,43	56,46	54,78	65,80	57,45	55,89	53,49	62,23	54,32	65,40	62,14	63,28	59,66	61,09						
D05	15,5	14,94	17,9	14,9	17,76	13,8	14,7	13,87	11,20	12,49	13,17	12,09	13,89	16,07	14,85	443,73	14,79	1,3	19,23	0,17	22,50
	14,9	15,86	13,9	15,8	16,17	15	13,5	12,49	18,76	15,33	16,76	14,08	12,52	15,58	16,09						
D06	1,51	1,47	1,32	1,66	1,52	1,59	1,35	1,53	1,59	1,42	1,66	1,44	1,55	1,48	1,70	45,44	1,51	1,3	1,97	0,17	2,30
	1,37	1,52	1,63	1,41	1,58	1,33	1,67	1,46	1,60	1,39	1,72	1,89	1,41	1,50	1,19						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																		Total	Segundos	120,13
																				Minutos	2,00

Anexo E.2. Estudio de tiempos y movimientos “Chompa abierta”

Tabla E7. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de ploteado modelo "Chompa abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS																AUBEA BS					
PROCESO: Ploteado																HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa abierta																REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 1																REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
P01	87,49	88,52	89,54	90,80	85,77	95,92	88,28	88,92	84,90	92,23	88,66	94,79	89,18	93,30	87,10	2679,50	89,32	1,19	106,29	0,10	116,92
	87,43	93,38	86,20	90,74	92,26	92,58	88,21	88,85	84,83	86,77	88,59	86,52	89,11	83,39	95,23						
P02	98,08	82,00	83,67	86,50	84,92	86,03	97,89	83,47	86,56	82,03	85,88	84,55	81,86	83,23	83,92	2564,38	85,48	1,19	101,72	0,10	111,89
	85,64	85,08	83,52	81,34	83,83	82,59	85,34	82,37	86,21	84,19	83,06	97,14	86,21	84,19	83,06						
P03	2,62	2,00	2,41	2,15	2,22	2,58	2,05	2,23	2,44	2,18	2,08	2,49	2,13	2,36	2,20	66,80	2,23	1,19	2,65	0,10	2,91
	2,19	2,15	2,10	2,25	2,12	2,21	2,56	2,17	2,18	2,08	2,13	2,03	2,23	2,10	2,15						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																	Total	Segundos		231,72
																			Minutos		3,86

Tabla E8. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de corte modelo "Chompa abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS												AUBEA BS				
PROCESO: Corte												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Chompa abierta												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 2												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
C01	0,70	0,63	0,72	0,70	0,66	0,72	0,66	0,73	0,70	0,69	6,90	0,69	1,14	0,79	0,13	0,89
C02	23,31	22,65	22,22	22,24	22,43	22,68	22,18	22,57	22,33	24,82	227,43	22,74	1,14	25,93	0,13	29,30
C03	31,30	32,47	33,59	32,77	31,63	31,88	31,82	32,35	31,47	32,28	321,57	32,16	1,14	36,66	0,13	41,42
C04	2,55	2,33	2,46	2,58	2,40	2,11	2,35	2,51	2,44	2,25	23,98	2,40	1,14	2,73	0,13	3,09
C05	280,50	272,27	270,19	271,59	282,58	270,05	259,17	265,65	258,76	274,41	2705,16	270,52	1,14	308,39	0,13	348,48
C06	24,55	23,62	24,14	23,26	23,09	25,01	24,30	23,49	23,93	23,28	238,66	23,87	1,14	27,21	0,13	30,74
C07	5,43	5,67	5,64	5,77	5,80	5,30	5,56	5,71	5,49	5,61	55,98	5,60	1,14	6,38	0,13	7,21
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar												Total	Segundos	461,13	
														Minutos	7,69	

Tabla E9. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de estampado manual modelo "Chompa abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS																AUBEA BS					
PROCESO: Estampado manual																HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa abierta																REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 3																REVISADO POR: Ing.Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
EM01	31,22	29,50	31,57	31,30	30,93	29,35	30,39	29,72	31,76	30,61	30,41	31,05	30,75	29,89	31,27	917,67	30,59	1,14	34,87	0,13	39,40
	30,21	31,49	30,34	30,78	30,48	29,87	30,63	31,37	29,70	31,03	29,97	30,39	30,66	30,88	30,16						
EM02	3,84	3,47	3,06	3,91	3,19	3,03	3,22	3,79	3,27	3,42	3,25	3,57	3,15	3,81	3,42	102,67	3,42	1,14	3,90	0,13	4,41
	3,62	3,30	3,03	3,35	3,72	3,49	3,12	3,91	3,44	3,40	3,22	3,64	3,10	3,76	3,17						
EM03	8,66	9,64	9,25	10,14	8,27	10,78	9,05	9,96	8,83	9,45	10,36	8,49	9,77	9,13	10,58	284,71	9,49	1,14	10,82	0,13	12,23
	8,93	9,55	10,26	8,71	9,87	9,32	8,39	10,48	9,40	9,67	9,03	10,06	8,81	9,23	10,65						
EM04	20,96	23,23	18,58	19,63	21,68	18,28	19,98	22,51	19,24	22,98	19,71	21,55	22,76	19,98	19,39	623,31	20,78	1,14	23,69	0,13	26,76
	23,03	20,79	18,92	22,39	21,33	20,27	21,77	19,04	22,22	20,15	21,11	21,90	20,64	19,61	19,68						
EM05	13,51	15,84	13,56	17,81	13,97	15,72	17,35	17,03	18,26	16,95	14,79	16,58	15,72	17,62	17,03	481,54	16,05	1,14	18,30	0,13	20,68
	16,19	15,28	14,59	18,06	16,29	16,73	15,13	15,84	17,22	14,44	17,12	14,20	15,21	17,91	15,60						
EM06	38,90	36,17	40,47	40,92	36,68	37,20	38,82	39,98	37,20	39,51	37,25	39,91	38,06	38,70	36,71	1154,51	38,48	1,14	43,87	0,13	49,57
	39,56	39,07	39,64	36,83	38,53	39,37	37,64	38,90	36,59	40,28	38,09	39,78	37,87	38,36	37,52						
EM07	80,54	75,03	73,19	70,58	81,85	78,91	78,36	73,61	79,74	74,25	81,32	72,24	77,55	75,85	81,09	2291,02	76,37	1,14	87,06	0,13	98,38
	71,20	76,94	75,31	81,54	71,42	77,94	74,43	80,13	72,51	76,57	76,20	79,20	70,83	77,11	75,58						
EM08	11,43	11,11	12,90	11,16	11,70	12,17	14,07	12,11	14,89	14,59	12,35	13,46	11,47	12,52	13,31	380,52	12,68	1,14	14,46	0,13	16,34
	12,11	14,17	12,67	13,06	11,91	13,80	11,59	12,92	13,48	12,03	12,79	13,16	11,76	13,63	12,20						
EM09	0,71	0,64	0,62	0,62	0,59	0,57	0,66	0,59	0,64	0,62	0,69	0,57	0,62	0,64	0,59	18,53	0,62	1,14	0,70	0,13	0,80
	0,66	0,59	0,62	0,57	0,64	0,62	0,59	0,64	0,57	0,66	0,59	0,62	0,64	0,57	0,62						
EM10	0,98	0,93	0,84	0,96	0,81	1,01	0,89	0,91	0,86	1,03	0,98	0,93	0,84	0,96	0,81	27,33	0,91	1,14	1,04	0,13	1,17
	1,01	0,86	0,91	0,79	0,98	0,93	0,89	0,81	1,03	0,84	0,96	0,86	0,91	0,79	1,01						
EM11	4,16	3,75	4,93	4,02	4,33	4,33	3,89	4,70	3,99	4,53	4,35	3,42	4,06	4,16	4,60	124,83	4,16	1,14	4,74	0,13	5,36
	4,55	4,23	4,26	4,45	3,94	4,13	3,62	4,72	3,69	4,45	3,91	3,57	4,26	4,04	3,81						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																	Total	Segundos	275,10	
																			Minutos	4,59	

Tabla 10. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de planchado modelo "Chompa abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS																AUBEA BS					
PROCESO: Planchado																HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa abierta																REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 4																REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
PL01	0,36	0,41	0,48	0,45	0,35	0,41	0,35	0,43	0,59	0,42	0,42	0,41	0,35	0,43	0,38	12,30	0,41	1,21	0,50	0,12	0,56
	0,39	0,36	0,45	0,41	0,38	0,42	0,35	0,43	0,39	0,41	0,36	0,46	0,42	0,38	0,45						
PL02	11,56	9,84	11,26	10,69	10,15	10,48	10,15	11,08	9,90	10,72	9,59	11,19	10,65	10,22	10,92	316,87	10,56	1,21	12,78	0,12	14,31
	10,77	10,00	11,10	10,30	10,46	10,87	10,19	11,26	9,83	10,65	9,61	11,03	10,37	10,57	11,46						
PL03	24,96	27,08	25,58	23,73	23,87	26,20	25,33	25,95	24,77	24,45	26,57	24,19	26,26	24,10	25,16	755,99	25,20	1,21	30,49	0,12	34,15
	25,27	26,77	24,50	24,19	24,85	26,15	25,03	25,76	24,61	23,96	26,49	24,38	26,34	23,87	25,61						
PL04	18,17	17,36	17,21	15,74	19,36	16,88	17,58	17,44	18,32	16,44	17,89	17,06	17,51	17,66	16,81	521,63	17,39	1,21	21,04	0,12	23,56
	17,93	17,20	17,05	16,09	19,06	16,77	17,75	17,29	18,21	16,62	17,64	16,94	17,39	17,51	16,74						
PL05	24,76	22,71	23,65	21,71	25,12	24,37	22,21	24,46	22,91	24,14	24,71	22,32	23,79	24,85	23,41	710,52	23,68	1,21	28,66	0,12	32,10
	24,60	22,88	23,77	21,92	24,96	24,27	22,37	24,37	23,11	23,98	24,77	22,52	23,68	24,71	23,50						
PL06	10,72	11,26	11,84	12,00	13,07	12,22	10,96	12,43	11,38	12,65	11,68	10,77	12,85	11,19	12,34	356,01	11,87	1,21	14,36	0,12	16,08
	10,96	11,49	12,04	11,87	12,88	12,39	11,22	12,24	11,70	12,72	11,79	10,87	12,68	11,37	12,43						
PL07	0,38	0,42	0,35	0,39	0,36	0,41	0,39	0,41	0,36	0,38	0,43	0,35	0,42	0,41	0,39	11,73	0,39	1,21	0,47	0,12	0,53
	0,41	0,36	0,39	0,38	0,42	0,39	0,41	0,38	0,39	0,42	0,36	0,41	0,41	0,39	0,38						
PL08	8,83	9,07	9,65	11,62	9,83	9,75	9,30	10,06	10,96	9,41	10,57	9,52	11,26	10,14	9,02	299,63	9,99	1,21	12,09	0,12	13,54
	9,25	9,77	11,37	9,87	9,69	9,38	10,15	10,87	9,61	10,48	9,56	11,19	10,07	9,09	10,30						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																	Total	Segundos	134,83	
																			Minutos	2,25	

Tabla E11. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de doblado modelo "Chompa abierta"

ESTUDIO DE TIEMPOS																AUBEA BS					
PROCESO: Doblado																HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa abierta																REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 5																REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	11	12	13	14	15						
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
D01	0,46	0,42	0,41	0,45	0,47	0,44	0,38	0,44	0,49	0,49	0,42	0,47	0,51	0,49	0,38	13,39	0,45	1,3	0,58	0,17	0,68
	0,38	0,46	0,47	0,42	0,61	0,53	0,47	0,49	0,36	0,44	0,43	0,39	0,36	0,34	0,52						
D02	1,51	1,39	1,38	1,28	1,63	1,34	1,83	1,42	1,47	1,67	1,8	1,36	1,73	1,45	1,79	46,66	1,56	1,3	2,02	0,17	2,37
	1,34	1,48	1,5	1,42	1,85	1,76	1,6	1,97	1,36	1,23	1,53	1,54	1,47	1,84	1,72						
D03	1,43	1,59	1,32	1,48	1,52	1,41	1,65	1,86	2,01	1,87	1,69	1,43	1,59	2,11	1,85	48,16	1,61	1,3	2,09	0,17	2,44
	1,57	1,48	1,52	1,39	1,33	1,76	1,54	1,67	1,58	1,39	1,71	1,63	1,97	1,22	1,59						
D04	32,57	64,3	52,85	60,38	68,38	57,38	60,3	65,25	61,40	54,86	64,32	52,82	62,43	54,73	65,38	1772,14	59,07	1,3	76,79	0,17	89,85
	57,37	65,43	56,46	54,78	65,80	57,45	55,89	53,49	62,23	54,32	65,40	62,14	63,28	59,66	61,09						
D05	15,46	14,94	17,89	14,86	17,76	13,75	14,74	13,87	11,20	12,49	13,17	12,09	13,89	16,07	14,85	443,73	14,79	1,3	19,23	0,17	22,50
	14,94	15,86	13,94	15,75	16,17	14,96	13,47	12,49	18,76	15,33	16,76	14,08	12,52	15,58	16,09						
D06	1,51	1,47	1,32	1,66	1,52	1,59	1,35	1,53	1,59	1,42	1,66	1,44	1,55	1,48	1,70	45,44	1,51	1,3	1,97	0,17	2,30
	1,37	1,52	1,63	1,41	1,58	1,33	1,67	1,46	1,60	1,39	1,72	1,89	1,41	1,50	1,19						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																	Total	Segundos	120,13	
																			Minutos	2,00	

Anexo E.3. Estudio de tiempos y movimientos “Chompa cuello alto”

Tabla E12. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de ploteado modelo "Chompa cuello alto"

ESTUDIO DE TIEMPOS											AUBEA BS					
PROCESO: Ploteado											HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa cuello alto											REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 1											REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero											FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1											FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
P01	87,49	88,52	89,54	90,80	85,77	92,64	88,28	88,92	84,90	86,83	1766,75	88,34	1,19	105,12	0,10	115,63
	92,35	88,46	89,48	90,74	85,70	87,65	88,21	88,85	84,83	86,77						
P02	81,68	90,20	83,67	86,50	84,92	86,03	81,49	83,47	93,12	82,03	1693,23	84,66	1,19	100,75	0,10	110,82
	85,64	85,08	83,52	81,34	83,83	82,59	85,34	82,37	86,21	84,19						
P03	2,25	2,49	2,08	2,65	2,55	2,58	2,41	2,72	2,61	2,66	47,72	2,39	1,19	2,84	0,10	3,12
	2,31	2,39	2,34	2,25	2,12	2,34	2,31	2,29	2,18	2,20						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar													Total	Segundos	229,58
															Minutos	3,83

Tabla E13. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de corte modelo "Chompa cuello alto"

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS				
PROCESO: Corte												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Chompa cuello alto												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 2												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
C01	0,81	0,73	0,88	0,81	0,76	0,83	0,78	0,84	0,81	0,76	8,01	0,80	1,14	0,91	0,13	1,03
C02	26,97	26,21	25,71	25,74	25,96	26,24	25,66	26,11	25,84	28,72	263,16	26,32	1,14	30,00	0,13	33,90
C03	36,22	37,58	38,87	37,92	36,60	36,89	36,82	37,44	36,42	37,36	372,10	37,21	1,14	42,42	0,13	47,93
C04	2,95	2,70	2,85	2,98	2,78	2,44	2,72	2,90	2,82	2,61	27,75	2,77	1,14	3,16	0,13	3,57
C05	319,72	315,05	312,65	314,26	316,77	312,48	299,89	307,40	299,42	317,54	3115,19	311,52	1,14	355,13	0,13	401,30
C06	28,40	27,33	27,93	26,91	26,71	28,94	28,12	27,18	27,69	26,94	276,17	27,62	1,14	31,48	0,13	35,58
C07	6,29	6,56	6,52	6,67	6,71	6,13	6,43	6,61	6,35	6,50	64,77	6,48	1,14	7,38	0,13	8,34
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar												Total	Segundos	531,66	
														Minutos	8,86	

Tabla E14. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de bordado modelo "Chompa cuello alto"

ESTUDIO DE TIEMPOS																	AUBEA BS				
PROCESO: Bordado																	HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Chompa cuello alto																	REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 3																	REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																	FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																	FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
B01	141,53	142,40	144,27	143,8	142,25	140,05	142,84	130,59	138,50	136,43	139,19	136,60	137,91	144,06	138,69	2099,14	139,94	1,14	159,53	0,13	180,27
B02	30,31	29,10	30,97	30,54	28,95	31,15	30,39	29,60	30,86	29,83	29,19	31,00	30,06	29,46	31,04	452,44	30,16	1,14	34,39	0,13	38,86
B03	9,27	9,75	10,07	9,98	8,93	10,26	9,54	9,81	9,94	9,41	9,14	10,10	9,67	9,49	10,18	145,53	9,70	1,14	11,06	0,13	12,50
B04	8,16	9,19	9,47	8,11	8,32	8,28	8,45	8,93	9,28	8,27	8,61	8,35	8,83	8,70	9,08	130,03	8,67	1,14	9,88	0,13	11,17
B05	19,54	21,25	20,12	22,44	22,08	21,64	21,10	21,60	20,81	22,12	21,81	21,46	20,43	22,36	20,96	319,72	21,31	1,14	24,30	0,13	27,46
B06	2,89	2,97	2,99	2,68	2,88	3,11	2,94	2,98	2,84	2,96	2,89	3,05	2,76	2,99	2,92	43,86	2,92	1,14	3,33	0,13	3,77
B07	36,08	36,41	35,42	38,06	35,31	37,40	36,03	36,36	35,59	35,81	35,48	35,37	36,19	35,64	35,92	541,04	36,07	1,14	41,12	0,13	46,46
B08	1,31	1,19	1,41	1,29	1,45	1,14	1,27	1,23	1,35	1,31	1,19	1,40	1,33	1,21	1,38	19,45	1,30	1,14	1,48	0,13	1,67
B07	1,30	1,49	1,56	1,31	1,38	1,34	1,33	1,45	1,52	1,35	1,41	1,49	1,55	1,42	1,55	21,44	1,43	1,14	1,63	0,13	1,84
B08	9,34	7,85	9,48	8,31	8,60	9,63	9,10	8,16	9,38	8,45	8,70	9,50	8,93	8,09	9,25	132,77	8,85	1,14	10,09	0,13	11,40
B09	2,74	2,60	2,87	2,72	3,18	3,18	2,84	3,11	2,83	2,78	3,36	3,20	2,54	2,90	2,62	43,46	2,90	1,14	3,30	0,13	3,73
B10	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,51	0,03	1,14	0,04	0,13	0,04
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																		Total	Segundos	339,17
																				Minutos	5,65

Tabla E 15. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de doblado modelo "Chompa cuello alto"

ESTUDIO DE TIEMPOS																AUBEA BS					
PROCESO: Doblado																HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa cuello alto																REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 4																REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15							
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
D01	0,46	0,42	0,41	0,45	0,47	0,44	0,38	0,44	0,49	0,49	0,42	0,47	0,51	0,49	0,38	13,39	0,45	1,3	0,58	0,17	0,68
	0,38	0,46	0,47	0,42	0,61	0,53	0,47	0,49	0,36	0,44	0,43	0,39	0,36	0,34	0,52						
D02	1,51	1,39	1,38	1,28	1,63	1,34	1,83	1,42	1,47	1,67	1,8	1,36	1,73	1,45	1,79	46,66	1,56	1,3	2,02	0,17	2,37
	1,34	1,48	1,5	1,42	1,85	1,76	1,6	1,97	1,36	1,23	1,53	1,54	1,47	1,84	1,72						
D03	1,43	1,59	1,32	1,48	1,52	1,41	1,65	1,86	2,01	1,87	1,69	1,43	1,59	2,11	1,85	48,16	1,61	1,3	2,09	0,17	2,44
	1,57	1,48	1,52	1,39	1,33	1,76	1,54	1,67	1,58	1,39	1,71	1,63	1,97	1,22	1,59						
D04	32,57	64,3	52,85	60,38	68,38	57,38	60,3	65,25	61,40	54,86	64,32	52,82	62,43	54,73	65,38	1772,14	59,07	1,3	76,79	0,17	89,85
	57,37	65,43	56,46	54,78	65,80	57,45	55,89	53,49	62,23	54,32	65,40	62,14	63,28	59,66	61,09						
D05	15,46	14,94	17,89	14,86	17,76	13,75	14,74	13,87	11,20	12,49	13,17	12,09	13,89	16,07	14,85	443,73	14,79	1,3	19,23	0,17	22,50
	14,94	15,86	13,94	15,75	16,17	14,96	13,47	12,49	18,76	15,33	16,76	14,08	12,52	15,58	16,09						
D06	1,51	1,47	1,32	1,66	1,52	1,59	1,35	1,53	1,59	1,42	1,66	1,44	1,55	1,48	1,70	45,44	1,51	1,3	1,97	0,17	2,30
	1,37	1,52	1,63	1,41	1,58	1,33	1,67	1,46	1,60	1,39	1,72	1,89	1,41	1,50	1,19						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																	Total	Segundos	120,13	
																			Minutos	2,00	

Anexo E.4. Estudio de tiempos y movimientos “Camiseta polo drivers”

Tabla E16. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de ploteado modelo "Camiseta polo drivers"

ESTUDIO DE TIEMPOS											AUBEA BS					
PROCESO: Ploteado											HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Camiseta polo drivers											REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 1											REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero											FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1											FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
P01	63,09	64,04	64,97	66,12	76,86	58,80	61,11	61,70	73,02	58,79	1292,48	64,62	1,19	76,90	0,10	84,59
	69,83	59,00	61,73	75,48	61,23	62,04	72,90	59,84	60,36	61,61						
P02	74,69	68,99	76,52	79,10	77,66	78,68	74,52	76,34	80,66	75,02	1528,95	76,45	1,19	90,97	0,10	100,07
	78,32	76,31	76,38	74,39	76,67	75,53	78,05	75,33	78,84	77,00						
P03	2,40	1,83	2,35	1,97	2,33	2,06	1,88	2,04	2,39	2,00	41,19	2,06	1,19	2,45	0,10	2,70
	1,89	2,22	1,92	2,06	1,94	2,18	1,89	1,98	2,00	1,91						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar													Total	Segundos	187,36
															Minutos	3,12

Tabla E17. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de corte modelo "Camiseta polo drivers"

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS				
PROCESO: Corte												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Camiseta polo drivers												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 2												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TP	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
C01	0,75	0,68	0,82	0,75	0,70	0,77	0,72	0,78	0,75	0,80	7,51	0,75	1,14	0,86	0,13	0,97
C02	20,47	21,27	20,81	20,83	21,03	22,80	20,76	21,18	20,925	20,99	211,06	21,11	1,14	24,06	0,13	27,19
C03	33,54	34,79	34,49	35,11	36,89	34,16	34,095	34,665	33,72	32,87	344,33	34,43	1,14	39,25	0,13	44,36
C04	2,73	2,50	2,64	2,76	2,58	2,26	2,52	2,685	2,61	2,43	25,70	2,57	1,14	2,93	0,13	3,31
C05	297,54	279,71	280,49	278,99	281,31	277,34	301,68	278,63	282,21	284,3	2842,18	284,22	1,14	324,01	0,13	366,13
C06	20,30	19,31	19,86	18,92	18,73	20,80	20,04	19,17	19,635	18,75	195,52	19,55	1,14	22,29	0,13	25,19
C07	5,82	7,13	6,05	6,18	6,21	5,67	5,955	6,12	5,88	5,87	60,88	6,09	1,14	6,94	0,13	7,84
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar												Total	Segundos	474,98	
														Minutos	7,92	

Tabla E18. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de estampado manual modelo "Camiseta polo drivers"

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS				
PROCESO: Estampado manual												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Camiseta polo drivers												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 3												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
E01	38,15	42,23	35,49	40,55	39,03	42,15	40,06	39,71	40,80	40,18	398,35	39,83	1,14	45,41	0,17	53,13
E02	1,67	1,98	1,87	1,85	1,92	1,69	1,80	1,87	1,73	1,91	18,30	1,83	1,14	2,09	0,13	2,36
E03	7,80	7,96	8,87	7,16	7,56	8,12	7,68	8,08	7,25	7,80	78,29	7,83	1,14	8,92	0,13	10,09
E04	10,49	12,32	11,01	10,05	11,89	11,72	10,88	12,04	10,41	11,55	112,36	11,24	1,14	12,81	0,13	14,47
E05	9,79	9,04	9,12	9,31	9,00	9,56	8,63	10,07	8,14	9,61	92,28	9,23	1,14	10,52	0,13	11,89
E06	20,29	20,88	19,92	21,44	20,53	19,77	21,67	20,74	19,96	21,19	206,38	20,64	1,14	23,53	0,13	26,59
E07	7,42	7,70	8,08	6,96	7,80	7,38	6,71	8,47	7,55	7,84	75,90	7,59	1,14	8,65	0,13	9,78
E08	0,69	0,73	0,65	0,77	0,62	0,70	0,66	0,74	0,63	0,67	6,85	0,69	1,14	0,78	0,13	0,88
E09	1,81	2,09	1,70	1,94	2,05	1,87	1,99	1,87	1,90	2,03	19,27	1,93	1,14	2,20	0,13	2,48
E10	4,94	5,44	5,13	5,77	5,21	5,65	4,84	5,85	4,99	5,53	53,35	5,34	1,14	6,08	0,13	6,87
E11	11,51	12,04	11,00	11,81	10,55	12,24	11,10	11,40	10,60	12,33	114,58	11,46	1,14	13,06	0,13	14,76
E12	8,87	9,31	8,08	9,61	8,62	9,12	8,88	9,72	8,24	9,40	89,84	8,98	1,14	10,24	0,13	11,57
E13	20,12	19,69	22,22	19,23	20,68	22,55	19,02	21,71	20,24	22,72	208,18	20,82	1,14	23,73	0,13	26,82
E14	8,08	9,15	8,50	9,27	8,51	7,68	8,67	8,15	8,90	8,33	85,24	8,52	1,14	9,72	0,13	10,98
E15	0,69	0,65	0,73	0,62	0,70	0,66	0,75	0,65	0,67	0,63	6,75	0,67	1,14	0,77	0,13	0,87
E16	1,82	2,05	1,83	1,97	2,11	1,87	2,01	1,72	1,94	2,09	19,39	1,94	1,14	2,21	0,13	2,50
E17	4,90	5,40	4,65	5,07	4,22	4,99	4,82	5,14	4,53	4,99	48,70	4,87	1,14	5,55	0,13	6,27

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS					
PROCESO: Estampado manual												HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Camiseta polo drivers												REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 3												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
E18	10,32	11,13	10,02	11,76	10,65	11,44	10,49	11,92	9,87	10,54	108,15	10,81	1,14	12,33	0,13	13,93	
E19	8,08	8,48	8,55	8,77	8,33	7,30	8,87	7,85	8,24	9,08	83,56	8,36	1,14	9,53	0,13	10,76	
E20	21,49	20,97	22,90	21,17	23,26	20,76	22,32	21,08	22,68	21,67	218,31	21,83	1,14	24,89	0,13	28,12	
E21	10,35	9,09	9,94	9,53	10,16	9,74	10,03	9,65	10,92	10,10	99,51	9,95	1,14	11,34	0,13	12,82	
E22	8,24	8,81	9,31	8,07	9,00	8,72	8,82	7,96	9,53	8,41	86,86	8,69	1,14	9,90	0,13	11,19	
E23	0,65	0,64	0,63	0,62	0,60	0,60	0,70	0,65	0,61	0,65	6,35	0,63	1,14	0,72	0,13	0,82	
E24	4,65	5,27	4,96	5,44	4,44	5,38	4,86	5,35	4,74	5,07	50,15	5,02	1,14	5,72	0,13	6,46	
E25	11,25	12,46	9,97	10,53	11,63	11,81	10,72	11,08	10,32	10,33	110,09	11,01	1,14	12,55	0,13	14,18	
E26	7,25	8,50	7,27	8,42	7,50	8,43	8,04	8,13	8,27	8,09	79,92	7,99	1,14	9,11	0,13	10,29	
E27	20,87	21,11	21,71	21,95	19,68	19,96	20,83	20,13	19,96	21,20	207,40	20,74	1,14	23,64	0,13	26,72	
E28	43,21	40,25	39,27	37,86	43,91	42,33	42,04	39,49	42,78	39,84	410,99	41,10	1,14	46,85	0,13	52,94	
E29	6,13	5,96	6,92	5,99	6,28	6,53	6,55	6,49	6,42	6,83	64,09	6,41	1,14	46,85	0,13	52,94	
E30	0,38	0,34	0,33	0,33	0,32	0,30	0,36	0,32	0,34	0,33	3,35	0,34	1,14	7,31	0,13	8,26	
E31	0,53	0,50	0,45	0,51	0,54	0,54	0,53	0,52	0,54	0,55	5,20	0,52	1,14	0,38	0,13	0,43	
E32	2,10	2,28	2,31	2,15	1,93	2,32	2,09	2,12	2,14	2,23	21,66	2,17	1,14	0,59	0,13	0,67	
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar													Total	Segundos	462,85	
															Minutos	7,71	

Tabla E19. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de estampado digital modelo "Camiseta polo drivers"

ESTUDIO DE TIEMPOS												AUBEA BS				
PROCESO: Estampado digital												HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Camiseta polo drivers												REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 4												REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero												FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1												FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
ED01	70,61	67,13	69,70	65,87	72,25	67,41	66,70	68,99	59,35	62,05	670,07	67,01	1,11	74,38	0,11	82,56
ED02	197,50	199,38	186,52	195,89	195,59	196,88	202,18	198,29	193,65	202,80	1969	196,87	1,11	218,52	0,11	242,56
ED03	107,71	106,68	112,05	103,91	108,68	103,43	106,07	110,17	103,82	108,23	1071	107,07	1,11	118,85	0,11	131,93
ED04	152,16	150,68	151,53	146,39	157,57	146,93	162,57	151,71	147,16	152,16	1519	151,89	1,11	168,59	0,11	187,14
TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar														Total	Segundos	644,19
															Minutos	10,74

Tabla E20. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de planchado modelo "Camiseta polo drivers"

ESTUDIO DE TIEMPOS																	AUBEA BS				
PROCESO: Planchado																	HOJA: 1/1				
PRODUCTO: Camiseta polo drivers																	REALIZADO POR: Shirley Escobar				
OPERARIO: 5																	REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz				
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero																	FECHA DE INICIO: 30/03/2025				
NÚMERO DE ESTUDIO: 1																	FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025				
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)															TT	TP	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
P01	0,51	0,56	0,49	0,60	0,53	0,46	0,58	0,47	0,55	0,51	0,62	0,60	0,56	0,55	0,55	8,15	0,54	1,21	0,66	0,12	0,74
P02	15,60	13,29	15,20	14,43	13,71	14,14	14,29	15,07	13,91	15,35	13,47	14,67	14,42	13,81	15,14	216,49	14,43	1,21	17,46	0,12	19,56
P03	33,70	36,56	34,54	32,04	32,22	35,37	34,32	35,12	32,66	33,63	36,47	33,02	35,78	32,33	34,55	512,30	34,15	1,21	41,33	0,12	46,29
P04	24,53	23,44	23,24	21,25	26,13	22,78	22,38	24,73	21,72	23,78	25,84	23,02	25,22	22,62	23,91	354,60	23,64	1,21	28,60	0,12	32,04
P05	33,42	30,65	31,93	29,31	33,92	32,90	32,66	29,98	33,30	31,22	33,77	30,69	32,22	32,97	30,93	479,86	31,99	1,21	38,71	0,12	43,35
P06	14,47	15,20	15,98	16,20	17,64	16,49	14,96	16,27	16,62	14,54	17,15	15,62	15,97	16,84	15,22	239,18	15,95	1,21	19,29	0,12	21,61
P07	0,51	0,56	0,47	0,53	0,49	0,55	0,49	0,55	0,51	0,53	0,47	0,56	0,49	0,53	0,55	7,80	0,52	1,21	0,63	0,12	0,70
P08	13,94	16,27	15,97	12,61	14,65	16,48	13,52	15,69	15,04	12,99	16,17	14,38	15,53	12,67	15,18	221,09	14,74	1,21	17,83	0,12	19,97
P09	32,37	33,50	27,81	33,68	30,69	28,65	30,84	31,80	28,85	33,19	29,83	32,77	28,32	33,39	30,53	466,21	31,08	1,21	37,61	0,12	42,12
P10	15,13	14,98	16,33	16,11	16,97	15,82	15,40	16,24	15,07	16,62	15,73	16,00	15,20	16,49	15,53	237,62	15,84	1,21	19,17	0,12	21,47
P11	33,86	31,16	32,57	33,50	34,55	31,40	32,51	31,75	31,51	34,03	31,98	34,46	32,77	33,04	32,11	491,22	32,75	1,21	39,62	0,12	44,38
P12	14,89	17,99	16,64	15,02	13,29	15,91	17,22	16,26	14,00	16,49	15,14	16,71	13,71	17,92	15,97	237,14	15,81	1,21	19,13	0,12	21,43
P13	0,53	0,46	0,58	0,55	0,49	0,56	0,51	0,55	0,47	0,56	0,49	0,53	0,46	0,58	0,55	7,87	0,52	1,21	0,64	0,12	0,71
P14	8,26	7,19	8,56	6,62	7,98	7,51	7,80	7,09	8,42	6,76	8,11	7,60	8,26	7,20	7,91	115,26	7,68	1,21	9,30	0,12	10,41
P15	9,44	8,41	9,09	10,42	9,92	8,77	9,60	8,66	10,17	8,97	9,82	8,53	10,28	9,17	9,50	140,74	9,38	1,21	11,35	0,12	12,72
P16	10,70	9,42	11,34	8,68	9,19	8,80	9,90	8,97	10,35	9,31	11,10	9,60	8,84	10,83	9,70	146,71	9,78	1,21	11,83	0,12	13,25
P17	15,55	16,82	13,58	16,62	18,17	14,36	15,07	16,49	14,43	16,11	17,53	14,82	17,15	14,00	16,33	237,03	15,80	1,21	19,12	0,12	21,42
P18	9,70	11,26	9,44	10,26	10,97	9,97	9,73	10,90	12,05	11,39	9,79	10,11	10,73	11,24	10,26	157,81	10,52	1,21	12,73	0,12	14,26
P19	13,74	12,25	13,03	15,69	13,27	13,16	13,63	12,56	13,41	14,80	12,85	13,87	13,29	12,70	14,63	202,88	13,53	1,21	16,37	0,12	18,33
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar																	Total	Segundos	404,75	
																			Minutos	6,75	

Tabla E21. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de doblado modelo "Camiseta polo drivers"

ESTUDIO DE TIEMPOS											AUBEA BS					
PROCESO: Doblado											HOJA: 1/1					
PRODUCTO: Chompa drivers abierta											REALIZADO POR: Shirley Escobar					
OPERARIO: 6											REVISADO POR : Ing,Daysi Ortiz					
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero											FECHA DE INICIO: 30/03/2025					
NÚMERO DE ESTUDIO: 1											FECHA DE FINALIZACION: 30/04/2025					
CÓDIGO	CICLOS (SEGUNDOS)										TT	TO	FD	TN	s	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
D01	0,07	0,10	0,09	0,13	0,11	0,08	0,09	0,09	0,07	0,09	1,86	0,09	1,3	0,12	0,12	0,14
	0,07	0,09	0,09	0,08	0,13	0,09	0,07	0,10	0,13	0,09						
D02	1,53	1,35	1,38	1,42	1,02	1,46	1,29	1,49	1,24	1,40	27,49	1,37	1,3	1,79	0,12	2,00
	1,55	1,26	1,37	1,36	1,51	1,20	1,46	1,33	1,26	1,60						
D03	3,48	2,68	2,88	2,66	3,57	3,08	2,97	3,32	2,77	3,19	60,34	3,02	1,3	3,92	0,12	4,39
	3,04	3,24	2,62	3,41	2,92	2,79	3,35	2,75	3,03	2,59						
D04	31,00	35,05	37,00	29,05	30,58	32,57	29,93	34,14	32,79	35,65	640,18	32,01	1,3	41,61	0,12	46,61
	33,24	31,23	36,21	29,25	31,80	27,56	34,55	26,81	31,57	30,21						
D05	60,80	54,86	62,79	70,62	75,87	67,74	65,28	59,18	72,68	66,05	1335,55	66,78	1,3	86,81	0,12	97,23
	58,47	75,09	64,10	69,36	61,51	77,82	66,67	71,64	56,21	78,82						
D06	28,18	27,23	32,60	27,08	32,37	27,06	26,86	25,28	23,41	22,76	550,80	27,54	1,3	35,80	0,12	40,10
	29,74	28,40	29,03	26,46	31,44	26,21	30,58	22,91	27,77	25,42						
D07	3,45	3,37	2,98	2,94	2,77	2,83	2,97	2,80	3,13	2,72	59,99	3,00	1,3	3,90	0,12	4,37
	3,32	2,37	3,32	2,68	3,19	3,46	2,95	2,83	3,28	2,62						
	TT: Tiempo Total, TO: Tiempo Observado, FD:Factor de Desempeño, TN: Tiempo Normal, s: Suplementos, Ts: Tiempo Estándar												Total		Segundos	194,83
															Minutos	3,25

Anexo F. Cálculo de muestras mediante el método estadístico

En el Anexo F se muestra la comprobación de la validez del estudio de tiempos mediante el cálculo de las muestras con el método estadístico.

Anexo F.1. Muestras calculadas para el modelo “Chompa Drivers abierta”

Tabla F1. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas para el proceso de ploteado modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Ploteado			Cantidad de muestras cronometradas		20
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 1			Nivel de confianza (95%)		2,093
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Acomodar diseño en software	1457,85	72,89	3,609	0,050	4
Imprimir moldes de corte	1389,56	69,48	1,928	0,028	1
Trasladar moldes al área de corte	37,78	1,89	0,177	0,094	15

Tabla F2. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas para el proceso de corte modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Corte			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 2			Nivel de confianza (95%)		2,2620
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Poner tela en rodillos	6,68	0,67	0,038	0,057	7
Medir extensión de la tela	216,74	21,67	0,504	0,023	1
Tender tela	311,45	31,14	0,517	0,017	1
Pegar moldes de corte sobre la tela	23,12	2,31	0,138	0,060	7
Cortar	3696,40	369,64	7,410	0,020	1
Clasificar los cortes	230,14	23,01	0,607	0,026	1
Trasladar al área de estampado manual	53,97	5,40	0,152	0,028	2

Tabla F3. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas para el proceso de estampado manual modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado Manual			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 3			Nivel de confianza (95%)		2,262
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,050
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Preparar elementos de trabajo	168,73	16,87	0,518	0,031	2
Colocar pintura	18,79	1,88	0,123	0,065	9
Colocar goma	80,56	8,06	0,547	0,068	9
Acomodar cortes en soportes (Manga derecha)	115,57	11,56	0,760	0,066	9
Aplicar base	94,95	9,50	0,573	0,060	7
Aplicar capas de pintura blanca	211,65	21,17	0,758	0,036	3
Aplicar capas de pintura de otro color	122,54	12,25	0,841	0,069	10
Retirar cortes	74,98	7,50	0,521	0,070	10
Limpiar soportes	6,86	0,69	0,046	0,067	9
Colocar pintura	19,71	1,97	0,096	0,049	5
Colocar goma	52,97	5,30	0,379	0,072	10
Acomodar cortes en soportes (Manga izquierda)	117,63	11,76	0,619	0,053	6
Aplicar base	91,57	9,16	0,635	0,069	10
Aplicar capas de pintura blanca	211,33	21,13	1,353	0,064	8
Aplicar capas de pintura de otro color	125,10	12,51	0,856	0,068	10

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado Manual			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 3			Nivel de confianza (95%)		2,262
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,050
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Retirar cortes	83,88	8,39	0,595	0,071	10
Limpiar soportes	6,99	0,70	0,048	0,068	9
Colocar pintura	19,34	1,93	0,135	0,070	10
Colocar goma	50,80	5,08	0,346	0,068	10
Acomodar cortes en soportes (Trasera)	110,20	11,02	0,780	0,071	10
Aplicar base	83,30	8,33	0,583	0,070	10
Aplicar capas de pintura blanca	223,63	22,36	0,987	0,044	4
Aplicar capas de pintura celeste	97,65	9,76	0,460	0,047	5
Retirar cortes	90,94	9,09	0,580	0,064	8
Limpiar soportes	6,35	0,63	0,017	0,027	2
Colocar pintura	19,09	1,91	0,136	0,071	10
Colocar goma	52,53	5,25	0,319	0,061	8
Acomodar cortes en soportes (Delanteros)	110,30	11,03	0,729	0,066	9
Aplicar base	80,88	8,09	0,518	0,064	8
Aplicar capas de pintura blanca	212,03	21,20	1,109	0,052	6
Aplicar capas de pintura de otro color	420,73	42,07	2,034	0,048	5
Retirar cortes	129,13	12,91	0,669	0,052	5
Limpiar soportes	6,95	0,70	0,048	0,069	10
Colocar pintura	8,88	0,89	0,060	0,068	9
Colocar goma	25,71	2,57	0,152	0,059	7
Acomodar cortes en soportes (Cuello)	172,52	17,25	0,494	0,029	2
Aplicar base	40,96	4,10	0,256	0,062	8

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado Manual			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 3			Nivel de confianza (95%)		2,262
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,050
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Aplicar capas de pintura blanca	101,74	10,17	0,703	0,069	10
Retirar cortes	57,23	5,72	0,356	0,062	8
Limpiar soportes	6,78	0,68	0,043	0,064	8
Colocar pintura	9,80	0,98	0,068	0,069	10
Colocar goma	12,19	1,22	0,081	0,067	9
Acomodar cortes en soportes (Hombrreras)	244,86	24,49	0,684	0,028	2
Aplicar base	47,68	4,77	0,238	0,050	5
Aplicar capas de pintura blanca	42,13	4,21	0,298	0,071	10
Retirar cortes	65,93	6,59	0,230	0,035	2
Limpiar soportes	9,69	0,97	0,065	0,068	9
Retirar elementos de trabajo	4,65	0,47	0,033	0,071	10
Trasladar piezas estampadas al área de estampado digital	22,12	2,21	0,152	0,069	10

Tabla F4. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de estampado digital modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado digital			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 4			Nivel de confianza (95%)		2,2622
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,050
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Preparar elementos de trabajo	388,85	38,88	1,726	0,044	4
Diseñar en DTF	3535,60	353,56	8,104	0,023	1
Imprimir elementos en DTF	212,80	21,28	1,233	0,058	7
Recortar diseños de DTF	1460,28	146,03	3,203	0,022	1

Tabla F5. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de planchado modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Planchado			Cantidad de muestras cronometradas		20
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 5			Nivel de confianza (95%)		2,0930
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Organiza papel	32,65	1,63	0,024	0,015	0
Poner piezas en mesa de planchado (Delanteros)	185,36	9,27	0,375	0,040	3
Colocar diseño de estampado digital	403,13	20,16	0,778	0,039	3
Colocar papel sobre piezas	286,85	14,34	0,633	0,044	3
Planchado	377,86	18,89	0,842	0,045	3
Retirar piezas	202,45	10,12	0,570	0,056	6
Organiza papel	32,85	1,64	0,018	0,011	0
Poner piezas en mesa de planchado (Trasera)	189,72	9,49	0,584	0,062	7
Colocar diseño de estampado digital	368,98	18,45	1,022	0,055	5
Colocar papel sobre piezas	202,38	10,12	0,358	0,035	2
Planchado	389,16	19,46	0,629	0,032	2
Retirar piezas	204,79	10,24	0,617	0,060	6
Organiza papel	32,83	1,64	0,022	0,014	0
Poner piezas en mesa de planchado (Tallas)	111,76	5,59	0,324	0,058	6
Colocar diseño de estampado digital	130,64	6,53	0,349	0,053	5
Colocar papel sobre piezas	139,53	6,98	0,421	0,060	6
Planchado	205,34	10,27	0,421	0,041	3
Retirar piezas	140,73	7,04	0,361	0,051	5
Poner piezas en mesa de planchado (Marquilla)	69,91	3,50	0,172	0,049	4
Colocar diseño de estampado digital	101,62	5,08	0,235	0,046	4
Colocar papel sobre piezas	135,75	6,79	0,370	0,055	5
Planchado	34,62	1,73	0,015	0,009	0
Retirar piezas	28,05	1,40	0,001	0,001	0
Colocar en bultos para confección	176,61	8,83	0,568	0,064	7

Tabla F6. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de doblado modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Doblado			Cantidad de muestras cronometradas		30
PRODUCTO: Chompa drivers abierta					
OPERARIO: 6			Nivel de confianza (95%)		2,0452
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	13,39	0,45	0,059	0,131	29
Contabilizar las chompas	46,66	1,56	0,198	0,127	27
Colocar las etiquetas	48,16	1,61	0,215	0,134	30
Doblar	1772,14	59,07	6,749	0,114	22
Empacar	443,73	14,79	1,772	0,120	24
Acomodar en percha	45,44	1,51	0,144	0,095	15

Anexo F.2. Muestras calculadas para el modelo “Chompa abierta”

Tabla F7. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de doblado modelo "Chompa drivers abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Ploteado			Cantidad de muestras cronometradas		30
PRODUCTO: Chompa abierta					
OPERARIO: 1			Nivel de confianza (95%)		2,0452
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Acomodar diseño en software	2977,22	99,24	3,577	0,036	2
Imprimir moldes de corte	2849,32	94,98	4,89	0,052	4
Trasladar moldes al área de corte	74,22	2,47	0,19	0,075	9

Tabla F8. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de corte modelo "Chompa abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Corte			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Chompa abierta					
OPERARIO: 2			Nivel de confianza (95%)		2,2662
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Poner tela en rodillos	6,90	0,69	0,032	0,046	4
Medir extensión de la tela	227,43	22,74	0,803	0,035	3
Tender tela	321,57	32,16	0,687	0,021	1
Pegar moldes de corte sobre la tela	23,98	2,40	0,143	0,060	7
Cortar	2705,16	270,52	7,857	0,029	2
Clasificar los cortes	238,66	23,87	0,629	0,026	1
Trasladar al área de estampado manual	55,98	5,60	0,157	0,028	2

Tabla F9. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de estampado manual modelo "Chompa abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado manual			Cantidad de muestras cronometradas		30
PRODUCTO: Chompa abierta					
OPERARIO: 3			Nivel de confianza (95%)		2,0452
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Preparar elementos de trabajo	917,67	30,59	0,642	0,021	1
Colocar pintura	102,67	3,42	0,278	0,081	11
Colocar goma	284,71	9,49	0,712	0,075	9
Acomodar cortes en soportes (Delantera)	623,31	20,78	1,443	0,069	8
Aplicar base	481,54	16,05	1,378	0,086	12
Aplicar capas de pintura blanca	1154,51	38,48	1,306	0,034	2
Aplicar capas de pintura de otro color	2291,02	76,37	3,458	0,045	3
Retirar cortes	380,52	12,68	1,019	0,080	11
Limpiar soportes	18,53	0,62	0,038	0,061	6
Retirar elementos de trabajo	27,33	0,91	0,076	0,084	12
Trasladar piezas al área de planchado	124,83	4,16	0,368	0,089	13

Tabla F10. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de planchado modelo "Chompa abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Planchado			Cantidad de muestras cronometradas		30
PRODUCTO: Chompa abierta					
OPERARIO: 4			Nivel de confianza (95%)		2,0452
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Organiza papel	12,30	0,41	0,050	0,121	24
Poner piezas en mesa de planchado (Delanteros)	316,87	10,56	0,546	0,052	4
Colocar diseño de estampado digital	755,99	25,20	0,983	0,039	3
Colocar papel sobre piezas	521,63	17,39	0,777	0,045	3
Planchado	710,52	23,68	1,005	0,042	3
Retirar piezas	356,01	11,87	0,694	0,059	6
Organiza papel	11,73	0,39	0,021	0,054	5
Colocar en bultos para confección	299,63	9,99	0,758	0,076	10

Tabla F11. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de doblado modelo "Chompa abierta"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Doblado			Cantidad de muestras cronometradas		30
PRODUCTO: Chompa abierta					
OPERARIO: 5			Nivel de confianza (95%)		2,0452
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	13,39	0,45	0,059	0,131	29
Contabilizar las chompas recibidas	46,66	1,56	0,198	0,127	27
Colocar las etiquetas	48,16	1,61	0,215	0,134	30
Doblar	1772,14	59,07	6,749	0,114	22
Empacar	443,73	14,79	1,772	0,120	24
Acomodar en percha	45,44	1,51	0,144	0,095	15

Anexo F.3. Muestras calculadas para el modelo “Chompa cuello alto”

Tabla F12. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de ploteado modelo "Chompa cuello alto"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Ploteado			Cantidad de muestras cronometradas		20
PRODUCTO: Chompa cuello alto					
OPERARIO: 1			Nivel de confianza (95%)		2,0452
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Acomodar diseño en software	1963,05	98,15	2,463	0,025	1
Imprimir moldes de corte	1881,37	94,07	3,251	0,035	2
Trasladar moldes al área de corte	53,02	2,65	0,211	0,080	11

Tabla F13. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de corte modelo "Chompa cuello alto"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Corte			Cantidad de muestras cronometradas		15
PRODUCTO: Chompa cuello alto					
OPERARIO: 2			Nivel de confianza (95%)		2,1448
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coeficiente de variación	Muestras
Poner tela en rodillos	8,01	0,80	0,045	0,057	6
Medir extensión de la tela	263,16	26,32	0,929	0,035	2
Tender tela	372,10	37,21	0,794	0,021	1
Pegar moldes de corte sobre la tela	27,75	2,77	0,166	0,060	7
Cortar	3115,19	311,52	7,085	0,023	1
Clasificar los cortes	276,17	27,62	0,728	0,026	1
Trasladar al área de bordado	64,77	6,48	0,181	0,028	1

Tabla F14. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de bordado modelo "Chompa cuello alto"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Bordado			Cantidad de muestras cronometradas		15
PRODUCTO: Chompa cuello alto					
OPERARIO: 3			Nivel de confianza (95%)		2,1448
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Preparar de materiales de trabajo	2099,14	139,94	3,706	0,026	1
Cargar diseño de bordado	452,44	30,16	0,768	0,025	1
Colocar aro de bordar	145,53	9,70	0,399	0,041	3
Colocar pegamento	130,03	8,67	0,440	0,051	5
Colocar piezas en aro de bordar	319,72	21,31	0,840	0,039	3
Colocar pelón	43,86	2,92	0,108	0,037	2
Bordar	541,04	36,07	0,770	0,021	1
Sacar pelón	19,45	1,30	0,091	0,071	9
Sacar piezas	21,44	1,43	0,093	0,065	8
Sacar aro de bordar	132,77	8,85	0,584	0,066	8
Contabilizar piezas	43,46	2,90	0,251	0,087	14
Trasladar piezas a costales para confección	0,51	0,03	0,003	0,084	13

Tabla F15. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de doblado modelo “Chompa cuello alto”

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Doblado			Cantidad de muestras cronometradas		30
PRODUCTO: Chompa cuello alto					
OPERARIO: 4			Nivel de confianza (95%)		2,0452
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	13,39	0,45	0,059	0,131	29
Contabilizar las chompas recibidas	46,66	1,56	0,198	0,127	27
Colocar las etiquetas	48,16	1,61	0,215	0,134	30
Doblar	1772,14	59,07	6,749	0,114	22
Empacar	443,73	14,79	1,772	0,120	24
Acomodar en percha	45,44	1,51	0,144	0,095	15

Anexo F.4. Muestras calculadas para el modelo “Camiseta polo drivers”

Tabla F16. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de ploteado modelo "Camiseta polo drivers"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Ploteado			Cantidad de muestras cronometradas		20
PRODUCTO: Camiseta polo drivers					
OPERARIO: 1			Nivel de confianza (95%)		2,0930
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Acomodar diseño en software	1292,48	64,62	5,786	0,090	14
Imprimir moldes de corte	1528,95	76,45	2,451	0,032	2
Trasladar moldes al área de corte	41.19	2.06	0.184	0.089	14

Tabla F17. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de corte modelo "Camiseta polo drivers"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Corte			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Camiseta polo drivers					
OPERARIO: 2			Nivel de confianza (95%)		2,2662
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coeficiente de variación	Muestras
Poner tela en rodillos	7,51	0,75	0,043	0,058	7
Medir extensión de la tela	211,06	21,11	0,635	0,030	2
Tender tela	344,33	34,43	1,086	0,032	2
Pegar moldes de corte sobre la tela	25,70	2,57	0,152	0,059	7
Cortar	2842,18	284,22	8,401	0,030	2
Clasificar los cortes	195,52	19,55	0,697	0,036	3
Trasladar al área de estampado manual	60,88	6,09	0,402	0,066	9

Tabla F18. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de estampado manual modelo "Camiseta polo drivers"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado manual			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Camiseta polo drivers					
OPERARIO: 3			Nivel de confianza (95%)		2,2662
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Preparar elementos de trabajo	398,35	39,83	1,973	0,050	5
Colocar pintura	18,30	1,83	0,104	0,057	7
Colocar goma	78,29	7,83	0,485	0,062	8
Acomodar cortes en soportes (Manga derecha)	112,36	11,24	0,775	0,069	10
Aplicar base	92,28	9,23	0,569	0,062	8
Aplicar capas de pintura blanca	206,38	20,64	0,662	0,032	2
Retirar cortes	75,90	7,59	0,516	0,068	9
Limpiar soportes	6,85	0,69	0,048	0,069	10
Colocar pintura	19,27	1,93	0,119	0,062	8
Colocar goma	53,35	5,34	0,361	0,068	9
Acomodar cortes en soportes (Manga izquierda)	114,58	11,46	0,645	0,056	7
Aplicar base	89,84	8,98	0,553	0,062	8
Aplicar capas de pintura blanca	208,18	20,82	1,382	0,066	9
Retirar cortes	85,24	8,52	0,493	0,058	7
Limpiar soportes	6,75	0,67	0,042	0,062	8
Colocar pintura	19,39	1,94	0,129	0,066	9
Colocar goma	48,70	4,87	0,335	0,069	10
Acomodar cortes en soportes (Trasera)	108,15	10,81	0,713	0,066	9
Aplicar base	83,56	8,36	0,525	0,063	8

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado manual			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Camiseta polo drivers					
OPERARIO: 3			Nivel de confianza (95%)		2,2662
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Aplicar capas de pintura blanca	218,31	21,83	0,891	0,041	3
Aplicar capas de pintura de otro color	99,51	9,95	0,495	0,050	5
Retirar cortes	86,86	8,69	0,519	0,060	7
Limpiar soportes	6,35	0,63	0,031	0,049	5
Colocar pintura	50,15	5,02	0,345	0,069	10
Colocar goma	110,09	11,01	0,783	0,071	10
Acomodar cortes en soportes (Delantera)	79,92	7,99	0,479	0,060	7
Aplicar base	207,40	20,74	0,782	0,038	3
Aplicar capas de pintura blanca	410,99	41,10	2,009	0,049	5
Aplicar capas de pintura de otro color	64,09	6,41	0,326	0,051	5
Retirar cortes	3,35	0,34	0,023	0,067	9
Limpiar soportes	5,20	0,52	0,029	0,056	6
Trasladar piezas estampadas al área de estampado digital	21,66	2,17	0,122	0,056	6

Tabla F 19. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de estampado digital modelo "Camiseta polo drivers"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Estampado Digital			Cantidad de muestras cronometradas		10
PRODUCTO: Camiseta polo drivers					
OPERARIO: 4			Nivel de confianza (95%)		2,2662
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Preparar elementos de trabajo	670,07	67,01	3,894	0,058	7
Diseñar en DTF	1968,68	196,87	4,620	0,023	1
Imprimir elementos en DTF	1070,75	107,07	2,862	0,027	1
Recortar diseños de DTF	1518,85	151,89	5,002	0,033	2

Tabla F20. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de planchado modelo "Camiseta polo drivers"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Planchado			Cantidad de muestras cronometradas		15
PRODUCTO: Camiseta polo drivers					
OPERARIO: 5			Nivel de confianza (95%)		2,1448
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Organiza papel	8,15	0,54	0,048	0,089	15
Poner piezas en mesa de planchado (Delantera)	216,49	14,43	0,722	0,050	5
Colocar diseño de estampado digital	512,30	34,15	1,513	0,044	4
Colocar papel sobre piezas	354,60	23,64	1,439	0,061	7
Planchado	479,86	31,99	1,448	0,045	4
Retirar piezas	239,18	15,95	0,940	0,059	6
Organiza papel	7,80	0,52	0,031	0,059	6
Poner piezas en mesa de planchado (Trasera)	221,09	14,74	1,332	0,090	15
Colocar diseño de estampado digital	466,21	31,08	2,047	0,066	8
Colocar papel sobre piezas	237,62	15,84	0,619	0,039	3
Planchado	491,22	32,75	1,123	0,034	2
Retirar piezas	237,14	15,81	1,449	0,092	15
Organiza papel	7,87	0,52	0,043	0,082	12
Poner piezas en mesa de planchado (Tallas)	115,26	7,68	0,606	0,079	11
Colocar diseño de estampado digital	140,74	9,38	0,650	0,069	9
Colocar papel sobre piezas	146,71	9,78	0,882	0,090	15
Planchado	237,03	15,80	1,381	0,087	14
Retirar piezas	157,81	10,52	0,764	0,073	10
Colocar en bultos para confección	202,88	13,53	0,924	0,068	9

Tabla F21. Comprobación de la validez de la cantidad de muestras tomadas el proceso de doblado modelo "Camiseta polo drivers"

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS TOMADAS			AUBEA BS		
PROCESO: Doblado			Cantidad de muestras cronometradas		20
PRODUCTO: Camiseta polo drivers					
OPERARIO: 6			Nivel de confianza (95%)		2,0930
CRONOMETRAJE: Vuelta a cero			Nivel de error (5%)		0,05
Actividad	Suma	Tiempo Observado	Desviación	Coefficiente de variación	Muestras
Trasladar las chompas confeccionadas al área de bodega	1,86	0,54	0,018	0,034	2
Contabilizar las camisetas recibidas	27,49	1,37	0,139	0,101	18
Colocar las etiquetas en las camisetas	60,34	3,02	0,304	0,101	18
Abotonar camisetas	640,18	32,01	2,839	0,089	14
Doblar	1335,55	66,78	7,144	0,107	20
Empacar	550,80	27,54	2,870	0,104	19
Acomodar en percha	59,99	3,00	0,305	0,102	18

Anexo G. Pronósticos

Anexo G.1. Pronósticos modelo "Chompa drivers abierta"

Tabla G 1. Pronóstico con tendencia lineal para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Tendencial lineal
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	698,29	698	
14	727,05	727	
15	755,81	756	
16	784,57	785	
17	813,34	813	
18	842,1	842	
19	870,86	871	
20	899,62	900	
21	928,39	928	
22	957,15	957	
23	985,91	986	
24	1014,67	1015	
Medidas de exactitud		MAPE	70
		MAD	267
		MSD	104515
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 314 + 28,8t$			

Tabla G2. Pronóstico con tendencia cuadrática para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	1323,68	1324	
14	1641,09	1641	
15	1999,73	2000	
16	2399,6	2400	
17	2840,71	2841	
18	3323,06	3323	
19	3846,64	3847	
20	4411,45	4411	
21	5017,5	5018	
22	5664,78	5665	
23	6353,3	6353	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
24	7083,06	7083	
Medidas de exactitud		MAPE	54,4
		MAD	199,2
		MSD	57237,3
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 950 - 239t + 20,62t^2$			

Tabla G3. Pronóstico con curva de crecimiento para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Curva de crecimiento
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	485,517	486	
14	495,547	496	
15	505,785	506	
16	516,233	516	
17	526,898	527	
18	537,783	538	
19	548,892	549	
20	560,232	560	
21	571,805	572	
22	583,618	584	
23	595,674	596	
24	607,98	608	
Medidas de exactitud		MAPE	53
		MAD	251
		MSD	116150
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 372,186 * 1,0207^t$			

Tabla G4. Pronóstico con promedio móvil para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Promedio móvil
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	819,667	820	
Medidas de exactitud		MAPE	48
		MAD	264
		MSD	157077
Límites		Límite inferior	42,874
		Límite superior	1596,46

Tabla G5. Pronóstico con suavización exponencial simple para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Suavización exponencial simple
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	1394,58	1395	
Medidas de exactitud		MAPE	47,4
		MAD	436,7
		MSD	99145,6
Límites		Límite inferior	790,074
		Límite superior	1999,08

Tabla G6. Pronóstico con suavización exponencial doble para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Suavización exponencial doble	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	893,96	894	253,537	1534,38
14	926,78	927	239,748	1613,81
15	959,6	960	221,134	1698,07
16	992,42	992	198,634	1786,21
17	1025,24	1025	173,004	1877,48
18	1058,06	1058	144,844	1971,28
19	1090,88	1091	114,629	2067,13
20	1123,7	1124	82,731	2164,67
21	1156,52	1157	49,446	2263,59
22	1189,34	1189	15,008	2363,67
23	1222,16	1222	-20,395	2464,71
24	1254,98	1255	-56,614	2566,57
Medidas de exactitud		MAPE	56	
		MAD	261	
		MSD	119403	

Tabla G7. Pronóstico con winters-multiplicativo para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Winters- Multiplicativo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	367,07	367	251,54	482,6
14	945,23	945	823,34	1067,12
15	550,43	550	421,04	679,81
16	690,63	691	552,81	828,46
17	449,06	449	302,01	596,1
18	260,56	261	103,64	417,48
19	415,49	415	248,17	582,81
20	238,85	239	60,69	417,01
21	315,68	316	126,32	505,04
22	252,19	252	51,33	453,06
23	1017,13	1017	804,5	1229,76
24	1626,6	1627	1402	1851,2
Medidas de exactitud		MAPE	10,98	
		MAD	47,16	
		MSD	2825,61	

Tabla G 8. Pronóstico con winters-aditivo para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Winters- Aditivo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	938,86	939	490,232	1387,5
14	745,05	745	271,718	1218,38
15	594,38	594	91,958	1096,81
16	741,96	742	206,76	1277,16
17	599,59	600	28,578	1170,61
18	676,88	677	67,533	1286,22
19	781,65	782	131,917	1431,39
20	1393,89	1394	702,056	2085,72
21	1513,93	1514	778,589	2249,27
22	1340,36	1340	560,345	2120,38
23	1146,55	1147	320,865	1972,23
24	995,88	996	123,703	1868,06
Medidas de exactitud		MAPE	44,1	
		MAD	183,1	
		MSD	52312,2	

Tabla G9. Pronóstico con modelo multiplicativo con tendencia más estacional para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	669,3	669	
14	767,75	768	
15	551,11	551	
16	549,53	550	
17	1109,38	1109	
18	800,89	801	
19	912,98	913	
20	651,56	652	
21	646,17	646	
22	1297,84	1298	
23	932,47	932	
24	1058,21	1058	
Medidas de exactitud		MAPE	61,2
		MAD	237,9
		MSD	76735,4
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 329 + 26,5t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	0,72949
		2	1,42265
		3	0,9933
		4	1,0963
		5	0,75827

Tabla G10. Pronóstico con modelo multiplicativo estacional solamente para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	498,243	498	
14	549,908	550	
15	380,35	380	
16	365,917	366	
17	713,608	714	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
18	498,243	498	
19	549,908	550	
20	380,35	380	
21	365,917	366	
22	713,608	714	
23	498,243	498	
24	549,908	550	
Medidas de exactitud		MAPE	52,5
		MAD	219,4
		MSD	86611,2
Índices estacionales		Período	Índice
		1	0,72949
		2	1,42265
		3	0,9933
		4	1,0963
		5	0,75827

Tabla G11. Pronóstico con modelo aditivo con tendencia más estacional para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	709,67	710	
14	777,83	778	
15	616,6	617	
16	709,86	710	
17	939,42	939	
18	853,48	853	
19	921,64	922	
20	760,41	760	
21	853,67	854	
22	1083,23	1083	
23	997,29	997	
24	1065,46	1065	
Medidas de exactitud		MAPE	63,2
		MAD	243,6

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
		MSD	82756,1
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 319 + 28,8t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-69,58
		2	131,22
		3	16,52
		4	55,92
		5	-134,08

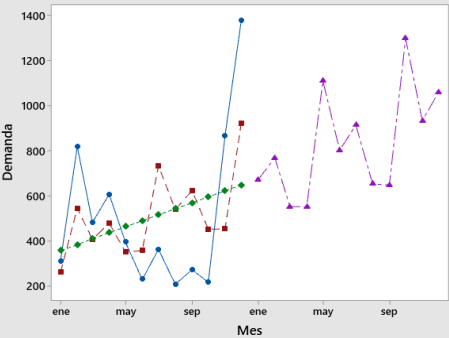
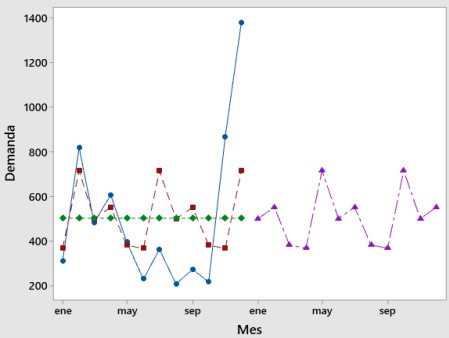
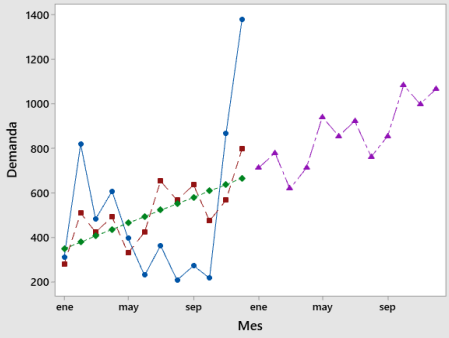
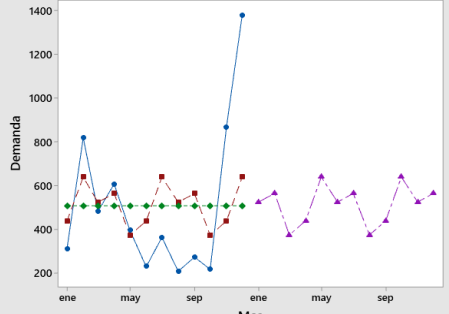
Tabla G12. Pronóstico con modelo aditivo estacional solamente para el modelo "Chompa drivers abierta"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers abierta	Método de pronóstico:	Modelo aditivo estacional solamente
Período	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	522,717	523	
14	562,117	562	
15	372,117	372	
16	436,617	437	
17	637,417	637	
18	522,717	523	
19	562,117	562	
20	372,117	372	
21	436,617	437	
22	637,417	637	
23	522,717	523	
24	562,117	562	
Medidas de exactitud		MAPE	57,2
		MAD	235,7
		MSD	92614,4
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-69,58
		2	131,22
		3	16,52
		4	55,92
		5	-134,08

Tabla G13. Gráficas de los modelos de pronósticos aplicados para la “Chompa drivers abierta”

Modelo de pronóstico	Gráfico
Tendencia Lineal	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia lineal $Y_t = 324 + 28,8 \times t$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 70 MAD 267 MSD 104515
Tendencia cuadrática	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia cuadrática $Y_t = 950 - 239 \times t + 20,62 \times t^2$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 54,4 MAD 199,2 MSD 57237,3
Tendencia de crecimiento	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de curva de crecimiento $Y_t = 372,186 \times (1,0207^t)$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 53 MAD 251 MSD 116150
Promedio móvil simple	Gráfica de promedio móvil de Cantidad Variable Actual Ajustes Pronósticos IP de 95,0% Promedio móvil Longitud 3 Medidas de exactitud MAPE 48 MAD 264 MSD 157077

Modelo de pronóstico	Gráfico												
Suavización exponencial simple	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial simple Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constante de suavización α 1.03606 Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>47.4</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>246.7</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>99145.6</td></tr> </table>	MAPE	47.4	MAD	246.7	MSD	99145.6						
MAPE	47.4												
MAD	246.7												
MSD	99145.6												
Suavización exponencial doble	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial doble Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización <table> <tr><td>α (nivel)</td><td>0.37</td></tr> <tr><td>γ (tendencia)</td><td>0.02</td></tr> </table> Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>56</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>261</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>119403</td></tr> </table>	α (nivel)	0.37	γ (tendencia)	0.02	MAPE	56	MAD	261	MSD	119403		
α (nivel)	0.37												
γ (tendencia)	0.02												
MAPE	56												
MAD	261												
MSD	119403												
Winter multiplicativo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método multiplicativo Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización <table> <tr><td>α (nivel)</td><td>0.37</td></tr> <tr><td>γ (tendencia)</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>δ (estacional)</td><td>0.20</td></tr> </table> Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>10.98</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>47.16</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>2825.61</td></tr> </table>	α (nivel)	0.37	γ (tendencia)	0.20	δ (estacional)	0.20	MAPE	10.98	MAD	47.16	MSD	2825.61
α (nivel)	0.37												
γ (tendencia)	0.20												
δ (estacional)	0.20												
MAPE	10.98												
MAD	47.16												
MSD	2825.61												
Winters aditivo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método aditivo Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización <table> <tr><td>α (nivel)</td><td>0.37</td></tr> <tr><td>γ (tendencia)</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>δ (estacional)</td><td>0.20</td></tr> </table> Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>44.1</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>183.1</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>52312.2</td></tr> </table>	α (nivel)	0.37	γ (tendencia)	0.20	δ (estacional)	0.20	MAPE	44.1	MAD	183.1	MSD	52312.2
α (nivel)	0.37												
γ (tendencia)	0.20												
δ (estacional)	0.20												
MAPE	44.1												
MAD	183.1												
MSD	52312.2												

Modelo de pronóstico	Gráfico
Método multiplicativo con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo  Medidas de exactitud MAPE 61.2 MAD 237.9 MSD 76735.4
Método multiplicativo estacional solamente	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo  Medidas de exactitud MAPE 52.5 MAD 219.4 MSD 86611.2
Método aditivo estacional con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo aditivo  Medidas de exactitud MAPE 63.6 MAD 243.6 MSD 82736.1
Método aditivo estacional solamente	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo aditivo  Medidas de exactitud MAPE 57.2 MAD 235.7 MSD 92614.4

Anexo G.2. Modelo “Chompa drivers cerrada”

Tabla G14. Gráficas de los modelos de pronósticos aplicados para la “Chompa drivers abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Tendencial lineal
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	117,803	118	
14	119,747	120	
15	121,691	122	
16	123,635	124	
17	125,579	126	
18	127,523	128	
19	129,467	129	
20	131,411	131	
21	133,355	133	
22	135,3	135	
23	137,244	137	
24	139,188	139	
Medidas de exactitud		MAPE	34,62
		MAD	34,41
		MSD	2119,93
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 92,5 + 1,94t$			

Tabla G15. Pronóstico con tendencia cuadrática para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	87,455	87	
14	75,392	75	
15	61,328	61	
16	45,263	45	
17	27,197	27	
18	7,13	7	
19	-14,938	-15	
20	-39,007	-39	
21	-65,077	-65	
22	-93,148	-93	
23	-123,22	-123	
24	-155,293	-155	
Medidas de exactitud		MAPE	36,12
		MAD	35,36
		MSD	2008,6
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 62,2 + 15,0t - 1,00t^2$			

Tabla G16. Pronóstico con curva de crecimiento para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Curva de crecimiento
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	114,267	114	
14	117,229	117	
15	120,267	120	
16	123,384	123	
17	126,582	127	
18	129,863	130	
19	133,228	133	
20	136,681	137	
21	140,224	140	
22	143,858	144	
23	147,587	148	
24	151,412	151	
Medidas de exactitud		MAPE	29,89
		MAD	32,55
		MSD	2194,73
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 81,933 \times (1,0259^t)$			

Tabla G17. Pronóstico con promedio móvil para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Promedio móvil
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	111	111	
Medidas de exactitud		MAPE	51,1
		MAD	51,3
		MSD	3932,75
Límites		Límite inferior	-11,9126
		Límite superior	233,913

Tabla G18. Pronóstico con suavización exponencial simple para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Suavización exponencial simple
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	110,342	110	
Medidas de exactitud		MAPE	42,64
		MAD	39,65
		MSD	2373,32
Límites		Límite inferior	13,213
		Límite superior	207,472

Tabla G19. Pronóstico con suavización exponencial doble para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Suavización exponencial doble
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior
13	122,58	123	29,9066
14	124,943	125	30,1308
15	127,305	127	30,1849
16	129,668	130	30,0808
17	132,03	132	29,8299
18	134,393	134	29,4431
19	136,755	137	28,9309
20	139,118	139	28,303
21	141,48	141	27,5686
22	143,843	144	26,736
23	146,205	146	25,8131
24	148,568	149	24,8071
Medidas de exactitud		MAPE	38,08
		MAD	37,83
		MSD	2744,52

Tabla G20. Pronóstico con winters – multiplicativo para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Winters-Multiplicativo
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior
13	67,536	68	55,729
14	87,312	87	75,299
15	115,962	116	103,722
16	97,21	97	84,718
17	244,401	244	231,635
18	59,831	60	46,771
19	187,733	188	174,36
20	90,265	90	76,561
21	79,414	79	65,362
22	95,464	95	81,05
23	146,654	147	131,863
24	133,744	134	118,564
Medidas de exactitud		MAPE	4,8765
		MAD	4,8196
		MSD	28,626

Tabla G21. Pronóstico con winters - aditivo simple para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Winters-Aditivo
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior
13	110,66	111	97,32
14	244,358	244	230,787
15	78,058	78	64,229
16	193,762	194	179,649
17	106,474	106	92,052
18	97,195	97	82,44
19	108,842	109	93,733
20	141,34	141	125,858
21	148,331	148	132,457
22	135,262	135	118,979
23	268,96	269	252,251
24	102,66	103	85,511
Medidas de exactitud		MAPE	5,5482
		MAD	5,4448
		MSD	62,2596

Tabla G22. Pronóstico con modelo multiplicativo con tendencia más estacional para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	229,206	229	
14	122,407	122	
15	113,588	114	
16	136,895	137	
17	328,124	328	
18	84,68	85	
19	280,8	281	
20	148,964	149	
21	137,372	137	
22	164,592	165	
23	392,346	392	
24	100,731	101	
Medidas de exactitud		MAPE	33,24
		MAD	32,72
		MSD	2328,4
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 79,6 + 5,83t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	1,47477
		2	0,75912
		3	0,67984
		4	0,79171
		5	1,83576
		6	0,45879

Tabla G23. Pronóstico con modelo multiplicativo estacional solamente para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	173,313	173	
14	89,211	89	
15	79,894	80	
16	93,041	93	
17	215,735	216	
18	53,917	54	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
19	173,313	173	
20	89,211	89	
21	79,894	80	
22	93,041	93	
23	215,735	216	
24	53,917	54	
Medidas de exactitud		MAPE	32,01
		MAD	28,11
		MSD	2090,74
Índices estacionales		Período	Índice
		1	1,47477
		2	0,75912
		3	0,67984
		4	0,79171
		5	1,83576
		6	0,45879

Tabla G24. Pronóstico con modelo aditivo con tendencia más estacional para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	179,848	180	
14	103,03	103	
15	98,629	99	
16	112,311	112	
17	239,492	239	
18	78,508	79	
19	199,939	200	
20	123,121	123	
21	118,72	119	
22	132,402	132	
23	259,583	260	
24	98,598	99	
Medidas de exactitud		MAPE	33,07
		MAD	30,79
		MSD	1777,12
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 83,4 + 3,35t$			

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Índices estacionales		Período	Índice
		1	52,9167
		2	-27,25
		3	-35
		4	-24,6667
		5	99,1667
		6	-65,1667

Tabla G 25. Pronóstico con modelo aditivo estacional solamente para el modelo "Chompa drivers cerrada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Modelo aditivo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	158,083	158	
14	77,917	78	
15	70,167	70	
16	80,5	81	
17	204,333	204	
18	40	40	
19	158,083	158	
20	77,917	78	
21	70,167	70	
22	80,5	81	
23	204,333	204	
24	40	40	
Medidas de exactitud		MAPE	31,31
		MAD	28,57
		MSD	1910,73
Índices estacionales		Período	Índice
		1	52,9167
		2	-27,25
		3	-35
		4	-24,6667
		5	99,1667
		6	-65,1667

Tabla G26. Gráficas de los modelos de pronósticos aplicados para la “Chompa drivers cerrada”

Modelo de pronóstico	Gráfico
Tendencia Lineal	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia lineal $Y_t = 92,5 + 1,94 \times t$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 34,62 MAD 34,41 MSD 2119,93
Tendencia cuadrática	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia cuadrática $Y_t = 62,2 + 15,0 \times t - 1,00 \times t^2$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 36,12 MAD 35,36 MSD 2008,60
Tendencia de crecimiento	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de curva de crecimiento $Y_t = 81,933 \times (1,0259^t)$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 29,89 MAD 32,55 MSD 2194,73
Promedio móvil simple	Gráfica de promedio móvil de Cantidad Variable Actual Ajustes Pronósticos IP de 95,0% Promedio móvil Longitud 3 Medidas de exactitud MAPE 51,10 MAD 51,30 MSD 3932,75

Modelo de pronóstico	Gráfico												
Suavización exponencial simple	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial simple Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constante de suavización α 0.0669355 Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>42.64</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>39.65</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>2373.32</td></tr> </table>	MAPE	42.64	MAD	39.65	MSD	2373.32						
MAPE	42.64												
MAD	39.65												
MSD	2373.32												
Suavización exponencial doble	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial doble Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización <table> <tr><td>α (nivel)</td><td>0.180743</td></tr> <tr><td>γ (tendencia)</td><td>0.210296</td></tr> </table> Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>38.08</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>37.83</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>2744.52</td></tr> </table>	α (nivel)	0.180743	γ (tendencia)	0.210296	MAPE	38.08	MAD	37.83	MSD	2744.52		
α (nivel)	0.180743												
γ (tendencia)	0.210296												
MAPE	38.08												
MAD	37.83												
MSD	2744.52												
Winter multiplicativo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método multiplicativo Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización <table> <tr><td>α (nivel)</td><td>0.18</td></tr> <tr><td>γ (tendencia)</td><td>0.21</td></tr> <tr><td>δ (estacional)</td><td>0.2</td></tr> </table> Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>4.8765</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>4.8196</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>28.6260</td></tr> </table>	α (nivel)	0.18	γ (tendencia)	0.21	δ (estacional)	0.2	MAPE	4.8765	MAD	4.8196	MSD	28.6260
α (nivel)	0.18												
γ (tendencia)	0.21												
δ (estacional)	0.2												
MAPE	4.8765												
MAD	4.8196												
MSD	28.6260												
Winters aditivo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método aditivo Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización <table> <tr><td>α (nivel)</td><td>0.18</td></tr> <tr><td>γ (tendencia)</td><td>0.21</td></tr> <tr><td>δ (estacional)</td><td>0.2</td></tr> </table> Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>5.5482</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>5.4448</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>62.2596</td></tr> </table>	α (nivel)	0.18	γ (tendencia)	0.21	δ (estacional)	0.2	MAPE	5.5482	MAD	5.4448	MSD	62.2596
α (nivel)	0.18												
γ (tendencia)	0.21												
δ (estacional)	0.2												
MAPE	5.5482												
MAD	5.4448												
MSD	62.2596												

Modelo de pronóstico	Gráfico
Método multiplicativo con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo Variable Actual Ajustes Tendencia Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 33.24 MAD 32.72 MSD 2326.40
Método multiplicativo estacional solamente	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo Variable Actual Ajustes Tendencia Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 32.01 MAD 28.11 MSD 2090.74
Método aditivo con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo aditivo Variable Actual Ajustes Tendencia Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 33.07 MAD 30.79 MSD 1777.12
Método aditivo estacional solamente	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo aditivo Variable Actual Ajustes Tendencia Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 31.31 MAD 28.57 MSD 1910.73

Anexo G.3. Pronósticos modelo “Chompa drivers personalizada”

Tabla G27. Pronóstico con modelo tendencia lineal para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Tendencial lineal
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	403,467	403	
14	400,424	400	
15	397,382	397	
16	394,339	394	
17	391,297	391	
18	388,255	388	
19	385,212	385	
20	382,17	382	
21	379,127	379	
22	376,085	376	
23	373,042	373	
24	370	370	
Medidas de exactitud		MAPE	23,7
		MAD	83,6
		MSD	12791
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 436,9 - 3,0t$			

Tabla G28. Pronóstico con modelo tendencia cuadrática para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	342,717	343	
14	306,538	307	
15	264,836	265	
16	217,612	218	
17	164,865	165	
18	106,595	107	
19	42,803	43	
20	-26,512	-27	
21	-101,35	-101	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
22	-181,711	-182	
23	-267,594	-268	
24	-359	-359	
Medidas de exactitud		MAPE	24,8
		MAD	88
		MSD	12388,4
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 376 + 27,3t - 2,76t^2$			

Tabla G 29. Pronóstico con modelo curva de crecimiento para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Curva de crecimiento
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	413,973	414	
14	415,87	416	
15	417,775	418	
16	419,689	420	
17	421,612	422	
18	423,544	424	
19	425,485	425	
20	427,434	427	
21	429,392	429	
22	431,36	431	
23	433,336	433	
24	435,321	435	
Medidas de exactitud		MAPE	23
		MAD	86,4
		MSD	13260,6
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 393,672 \times (1,0046t)$			

Tabla G30. Pronóstico con modelo tendencia de curva S para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Tendencia de curva S
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	608,04	608	
14	2189,09	2189	
15	-496,34	-496	
16	-139,71	-140	
17	-56	-56	
18	-24,92	-25	
19	-11,57	-12	
20	-5,47	-5	
21	-2,61	-3	
22	-1,25	-1	
23	-0,6	-1	
24	-0,29	0	
Medidas de exactitud		MAPE	24,2
		MAD	98,3
		MSD	15901,7
Ecuación de tendencia ajustada:			
$Y_t = \frac{10^4}{27,4367 - 0,00347191 * 2,08076^t}$			

Tabla G31. Pronóstico con promedio móvil para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Promedio móvil
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	414,667	415	
Medidas de exactitud		MAPE	20,89
		MAD	86,33
		MSD	9282,08
Límites		Límite inferior	225,837
		Límite superior	603,497

Tabla G32. Pronóstico con suavización exponencial simple para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Suavización exponencial simple
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	404,325	404	
Medidas de exactitud		MAPE	23,2
		MAD	88
		MSD	14072,8
Límites		Límite inferior	404,325
		Límite superior	620,025

Tabla G 33. Pronóstico con suavización exponencial doble para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa drivers cerrada	Método de pronóstico:	Suavización exponencial doble	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	407,823	408	90,902	724,74
14	399,067	399	50,676	747,46
15	390,311	390	7,128	773,49
16	381,554	382	-38,917	802,02
17	372,798	373	-86,852	832,45
18	364,041	364	-136,233	864,31
19	355,285	355	-186,735	897,3
20	346,528	347	-238,118	931,17
21	337,772	338	-290,202	965,75
22	329,015	329	-342,853	1000,88
23	320,259	320	-395,965	1036,48
24	311,502	312	-449,459	1072,46
Medidas de exactitud		MAPE	30,9	
		MAD	129,4	
		MSD	25786,1	

Tabla G34. Pronóstico con winters - multiplicativo para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Winters- Multiplicativo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	432,454	432	418,646	446,262
14	202,37	202	187,528	217,212
15	624,124	624	608,049	640,199
16	553,884	554	536,419	571,349
17	322,286	322	303,309	341,262
18	403,454	403	382,87	424,039
19	384,232	384	361,965	406,498
20	480,473	480	456,465	504,481
21	371,291	371	345,495	397,088
22	389,731	390	362,108	417,354
23	434,068	434	404,588	463,549
24	203,125	203	171,762	234,488
Medidas de exactitud		MAPE	1,3839	
		MAD	5,6361	
		MSD	39,9163	

Tabla G35. Pronóstico con winters – aditivo para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Winters- Aditivo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	171,74	172	155,821	187,66
14	596,029	596	578,917	613,14
15	520,481	520	501,948	539,014
16	283,063	283	262,927	303,198
17	361,734	362	339,856	383,613
18	339,457	339	315,725	363,189
19	433,195	433	407,524	458,867
20	320,923	321	293,244	348,602
21	349,125	349	319,384	378,865
22	122,234	122	90,388	154,081
23	546,523	547	512,535	580,511
24	470,975	471	434,816	507,133

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Winters- Aditivo
Medidas de exactitud		MAPE	1,6188
		MAD	6,4979
		MSD	64,213

Tabla G36. Pronóstico con modelo multiplicativo con tendencia más estacional para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	401,032	401	
14	421,031	421	
15	573,196	573	
16	574,317	574	
17	309,769	310	
18	417,289	417	
19	437,961	438	
20	596,061	596	
21	597,045	597	
22	321,932	322	
23	433,546	434	
24	454,891	455	
Medidas de exactitud		MAPE	23,5
		MAD	81,05
		MSD	9812,97
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 408,7 + 3,6t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	0,89379
		2	0,93081
		3	1,25711
		4	1,24959
		5	0,6687

Tabla G37. Pronóstico con modelo multiplicativo estacional solamente para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	383,15	383	
14	399,021	399	
15	538,898	539	
16	535,678	536	
17	286,66	287	
18	383,15	383	
19	399,021	399	
20	538,898	539	
21	535,678	536	
22	286,66	287	
23	383,15	383	
24	399,021	399	
Medidas de exactitud		MAPE	22,93
		MAD	76,84
		MSD	9303,6
Índices estacionales		Período	Índice
		1	0,89379
		2	0,93081
		3	1,25711
		4	1,24959
		5	0,6687

Tabla G38. Pronóstico con modelo aditivo con tendencia más estacional para el modelo "Chompa drivers personalizada"

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	368,3	368	
14	384,802	385	
15	529,204	529	
16	524,805	525	
17	252,707	253	
18	362,809	363	
19	379,311	379	
20	523,713	524	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
21	519,315	519	
22	247,216	247	
23	357,318	357	
24	373,82	374	
Medidas de exactitud		MAPE	24,05
		MAD	81,01
		MSD	9917,32
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 426,2 - 1,1t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-45,86
		2	-28,26
		3	117,24
		4	113,94
		5	-157,06

Tabla G39. Pronóstico con modelo aditivo estacional solamente para el modelo "Chompa drivers personalizada"

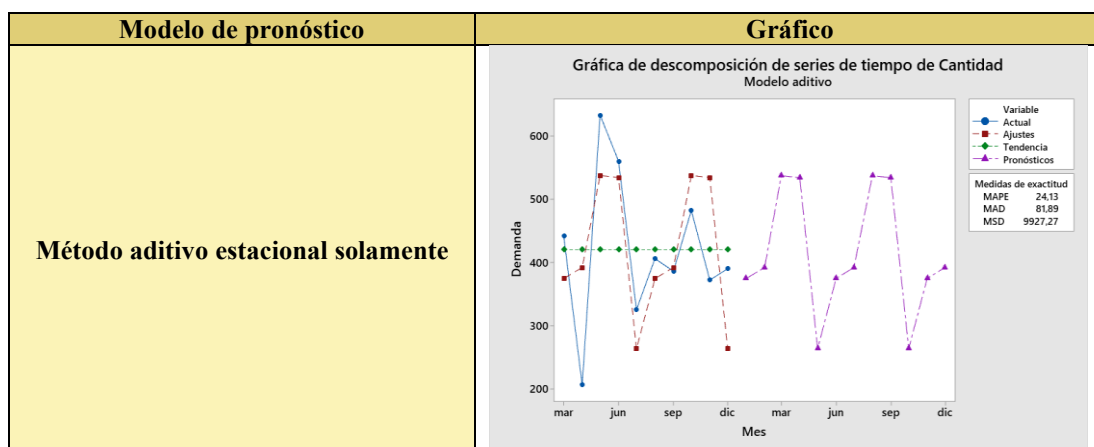
Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa drivers personalizada	Método de pronóstico:	Modelo aditivo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	374,34	374	
14	391,94	392	
15	537,44	537	
16	534,14	534	
17	263,14	263	
18	374,34	374	
19	391,94	392	
20	537,44	537	
21	534,14	534	
22	263,14	263	
23	374,34	374	
24	391,94	392	
Medidas de exactitud		MAPE	24,13
		MAD	81,99
		MSD	9927,27
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-45,86
		2	-28,26
		3	117,24
		4	113,94
		5	-157,06

Tabla G40. Gráficas de los modelos de pronósticos aplicados para la “Chompa drivers personalizada”

Modelo de pronóstico	Gráfico
Tendencia Lineal	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia lineal $Y_t = 436,9 - 3,0 \times t$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 23,7 MAD 63,6 MSD 12791,0
Tendencia cuadrática	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia cuadrática $Y_t = 376 + 27,3 \times t - 2,76 \times t^2$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 24,8 MAD 88,0 MSD 12388,4
Tendencia de crecimiento	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de curva de crecimiento $Y_t = 393,672 \times (1,0046^t)$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 23,0 MAD 66,4 MSD 13260,6
Tendencia de curva S	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia de curva S $Y_t = (10^4) / (27,4367 - 0,00347191 \times (2,08076^t))$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Parámetros de curva Intersección 364,430 Asintota 364,476 Tasa de asim. 2,081 Medidas de exactitud MAPE 24,2 MAD 98,3 MSD 15901,7

Modelo de pronóstico	Gráfico						
Promedio móvil simple	Gráfica de promedio móvil de Cantidad Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Promedio móvil Longitud 3 Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>20.89</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>86.33</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>9282.08</td></tr> </table>	MAPE	20.89	MAD	86.33	MSD	9282.08
MAPE	20.89						
MAD	86.33						
MSD	9282.08						
Suavización exponencial simple	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial simple Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constante de suavización α 0.0564095 Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>23.2</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>88.0</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>14072.8</td></tr> </table>	MAPE	23.2	MAD	88.0	MSD	14072.8
MAPE	23.2						
MAD	88.0						
MSD	14072.8						
Suavización exponencial doble	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial doble Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización α (nivel) 0.275893 γ (tendencia) 0.431259 Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>30.9</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>129.4</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>25786.1</td></tr> </table>	MAPE	30.9	MAD	129.4	MSD	25786.1
MAPE	30.9						
MAD	129.4						
MSD	25786.1						
Winter multiplicativo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método multiplicativo Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización α (nivel) 0.27 γ (tendencia) 0.43 δ (estacional) 0.20 Medidas de exactitud <table> <tr><td>MAPE</td><td>1.3839</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>5.6361</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>39.9163</td></tr> </table>	MAPE	1.3839	MAD	5.6361	MSD	39.9163
MAPE	1.3839						
MAD	5.6361						
MSD	39.9163						

Modelo de pronóstico	Gráfico
Winters aditivo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método aditivo Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95.0% Constantes de suavización α (nivel) 0.27 γ (tendencia) 0.43 δ (estacional) 0.20 Medidas de exactitud - MAPE 1.6188 - MAD 6.4979 - MSD 64.2130
Método multiplicativo con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo Variable - Actual - Ajustes - Tendencia - Pronósticos Medidas de exactitud - MAPE 23.50 - MAD 81.05 - MSD 9812.97
Método multiplicativo estacional solamente	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo Variable - Actual - Ajustes - Tendencia - Pronósticos Medidas de exactitud - MAPE 22.93 - MAD 76.84 - MSD 9303.60
Método aditivo con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo aditivo Variable - Actual - Ajustes - Tendencia - Pronósticos Medidas de exactitud - MAPE 24.05 - MAD 81.01 - MSD 9917.32



Anexo G.4. Pronósticos modelo “Chompa abierta”

Tabla G41. Pronóstico con tendencia lineal para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Tendencial lineal
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	40,8485	41	
14	41,0688	41	
15	41,289	41	
16	41,5093	42	
17	41,7296	42	
18	41,9499	42	
19	42,1702	42	
20	42,3904	42	
21	42,6107	43	
22	42,831	43	
23	43,0513	43	
24	43,2716	43	
Medidas de exactitud		MAPE	51,181
		MAD	17,372
		MSD	568,165
Ecuación de tendencia ajustada: $Yt = 38,0 + 0,22t$			

Tabla G42. Pronóstico con tendencia cuadrática para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	37,8409	38	
14	36,6731	37	
15	35,3069	35	
16	33,7425	34	
17	31,9798	32	
18	30,0187	30	
19	27,8594	28	
20	25,5017	26	
21	22,9458	23	
22	20,1916	20	
23	17,239	17	
24	14,0882	14	
Medidas de exactitud		MAPE	53,143
		MAD	17,529
		MSD	567,071
Ecuación de tendencia ajustada: $Yt = 35,0 + 1,5t - 0,099t^2$			

Tabla G43. Pronóstico con curva de crecimiento para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Curva de crecimiento
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	36,7443	37	
14	37,1719	37	
15	37,6046	38	
16	38,0422	38	
17	38,485	38	
18	38,9329	39	
19	39,386	39	
20	39,8444	40	
21	40,3081	40	
22	40,7772	41	
23	41,2518	41	
24	41,7319	42	
Medidas de exactitud		MAPE	42,439
		MAD	16,293
		MSD	596,743
Ecuación de tendencia ajustada: $Yt = 31,613 \times (1,0116t)$			

Tabla G44. Pronóstico con tendencia de curva S para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Tendencia de curva S
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	-25,1689	-25	
14	-4,5251	-5	
15	-1,1942	-1	
16	-0,3409	0	
17	-0,0994	0	
18	-0,0291	0	
19	-0,0086	0	
20	-0,0025	0	
21	-0,0007	0	
22	-0,0002	0	
23	-0,0001	0	
24	0	0	
Medidas de exactitud		MAPE	37,402
		MAD	17,168
		MSD	726,951
Ecuación de tendencia ajustada:			
$Y_t = \frac{10^3}{35,7659 - 9,275611E - 06 \times (3,40082^t)}$			

Tabla G45. Pronóstico con promedio móvil para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Promedio móvil
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	47,6667	48	
Medidas de exactitud		MAPE	72,09
		MAD	27,11
		MSD	1220,49
Límites		Límite inferior	-20,8058
		Límite superior	116,139

Tabla G46. Pronóstico con suavización exponencial simple para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Suavización exponencial simple
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	36,0287	36	
Medidas de exactitud		MAPE	45,272
		MAD	16,899
		MSD	607,453
Límites		Límite inferior	-5,37334
		Límite superior	77,4308

Tabla G47. Pronóstico con suavización exponencial doble para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Suavización exponencial doble	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	41,5986	42	-20,2599	103,457
14	42,0752	42	-23,4857	107,636
15	42,5518	43	-27,0849	112,189
16	43,0284	43	-30,9957	117,053
17	43,505	44	-35,166	122,176
18	43,9816	44	-39,5526	127,516
19	44,4582	44	-44,1199	133,036
20	44,9348	45	-48,8386	138,708
21	45,4114	45	-53,6849	144,508
22	45,888	46	-58,6395	150,415
23	46,3646	46	-63,6862	156,415
24	46,8412	47	-68,8118	162,494
Medidas de exactitud		MAPE	73,994	
		MAD	25,249	
		MSD	938,953	

Tabla G48. Pronóstico con winters- multiplicativo para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Winters- Multiplicativo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	37,54	38	36,446	38,634
14	31,365	31	30,223	32,506
15	16,153	16	14,956	17,35
16	47,373	47	46,113	48,632
17	105,709	106	104,381	107,037
18	29,172	29	27,771	30,574
19	25,135	25	23,656	26,614
20	17,085	17	15,525	18,646
21	23,109	23	21,464	24,754
22	65,291	65	63,559	67,023
23	32,135	32	30,314	33,956
24	46,181	46	44,268	48,093
Medidas de exactitud		MAPE	1,10915	
		MAD	0,44656	
		MSD	0,33689	

Tabla G49. Pronóstico con winters- aditivo para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Winters- Aditivo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	112,852	113	92,3852	133,319
14	37,673	38	16,3149	59,032
15	34,473	34	12,0754	56,871
16	27,276	27	3,7098	50,842
17	41,463	41	16,6184	66,308
18	61,12	61	34,9022	87,338
19	37,738	38	10,0675	65,409
20	61,081	61	31,8889	90,273
21	122,435	122	91,6629	153,206
22	47,256	47	14,8549	79,657
23	44,056	44	9,9835	78,129
24	36,859	37	1,0779	72,64
Medidas de exactitud		MAPE	22,513	
		MAD	8,354	
		MSD	112,704	

Tabla G50. Pronóstico con modelo multiplicativo con tendencia más estacional para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	19,7021	20	
14	39,1453	39	
15	92,8632	93	
16	29,0816	29	
17	28,014	28	
18	19,4245	19	
19	38,5922	39	
20	91,5474	92	
21	28,6683	29	
22	27,6148	28	
23	19,1469	19	
24	38,0391	38	
Medidas de exactitud		MAPE	22,775
		MAD	8,554
		MSD	139,323
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 43,54 - 0,12t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	0,69829
		2	0,67457
		3	0,46907
		4	0,93462
		5	2,22345

Tabla G51. Pronóstico con modelo multiplicativo estacional solamente para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	20,0629	20	
14	39,9749	40	
15	95,1	95	
16	29,8667	30	
17	28,8523	29	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
18	20,0629	20	
19	39,9749	40	
20	95,1	95	
21	29,8667	30	
22	28,8523	29	
23	20,0629	20	
24	39,9749	40	
Medidas de exactitud		MAPE	23,037
		MAD	8,071
		MSD	144,758
Índices estacionales		Período	Índice
		1	0,69829
		2	0,67457
		3	0,46907
		4	0,93462
		5	2,22345

Tabla G52. Pronóstico con modelo aditivo con tendencia más estacional para el modelo “Chompa abierta”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	16,3409	16	
14	34,6087	35	
15	82,3766	82	
16	21,5444	22	
17	21,6122	22	
18	12,6801	13	
19	30,9479	31	
20	78,7157	79	
21	17,8836	18	
22	17,9514	18	
23	9,0192	9	
24	27,2871	27	
Medidas de exactitud		MAPE	24,116
		MAD	8,75
		MSD	126,427

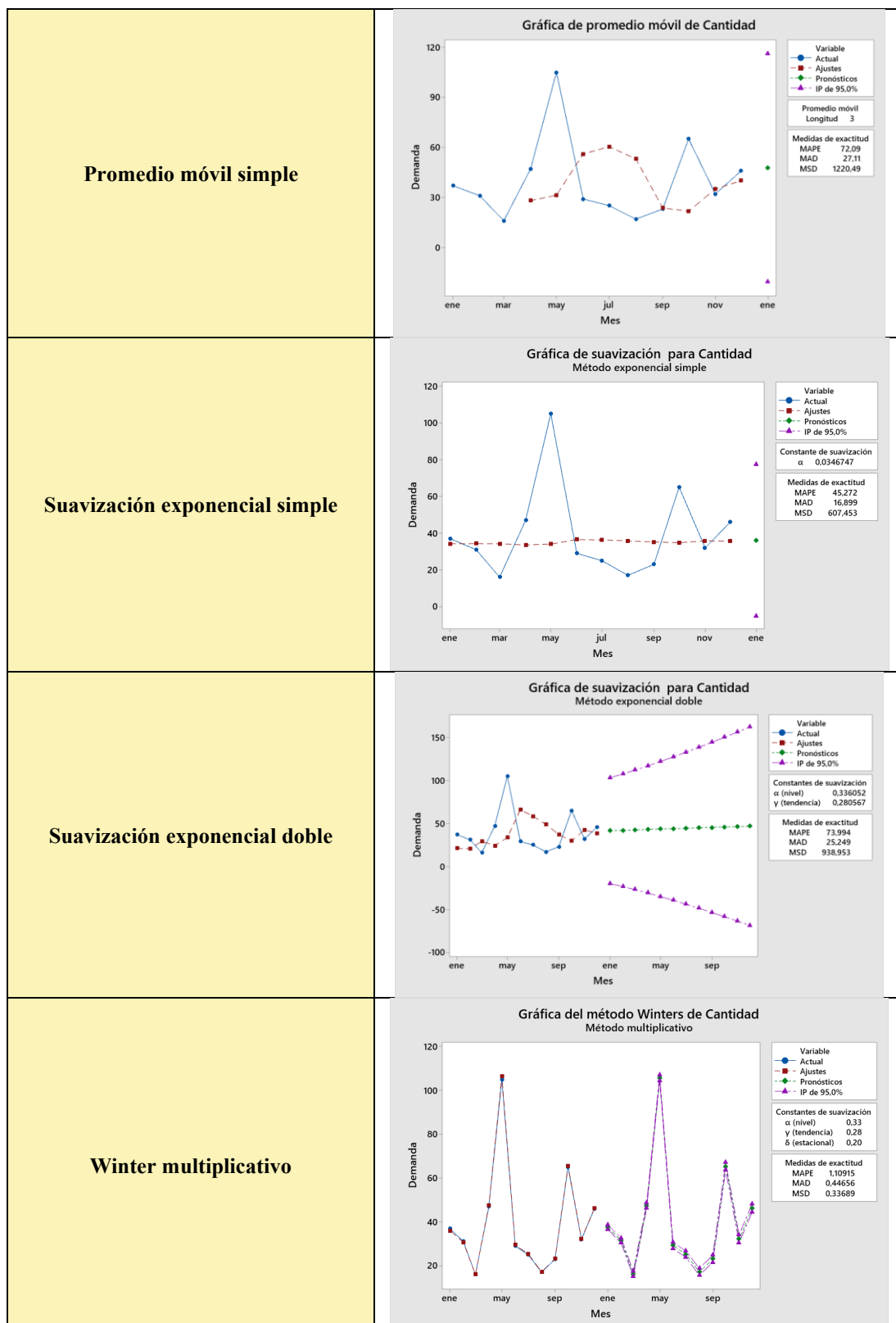
Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 46,28 - 0,73t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-13,02
		2	-12,22
		3	-20,42
		4	-1,42
		5	47,08

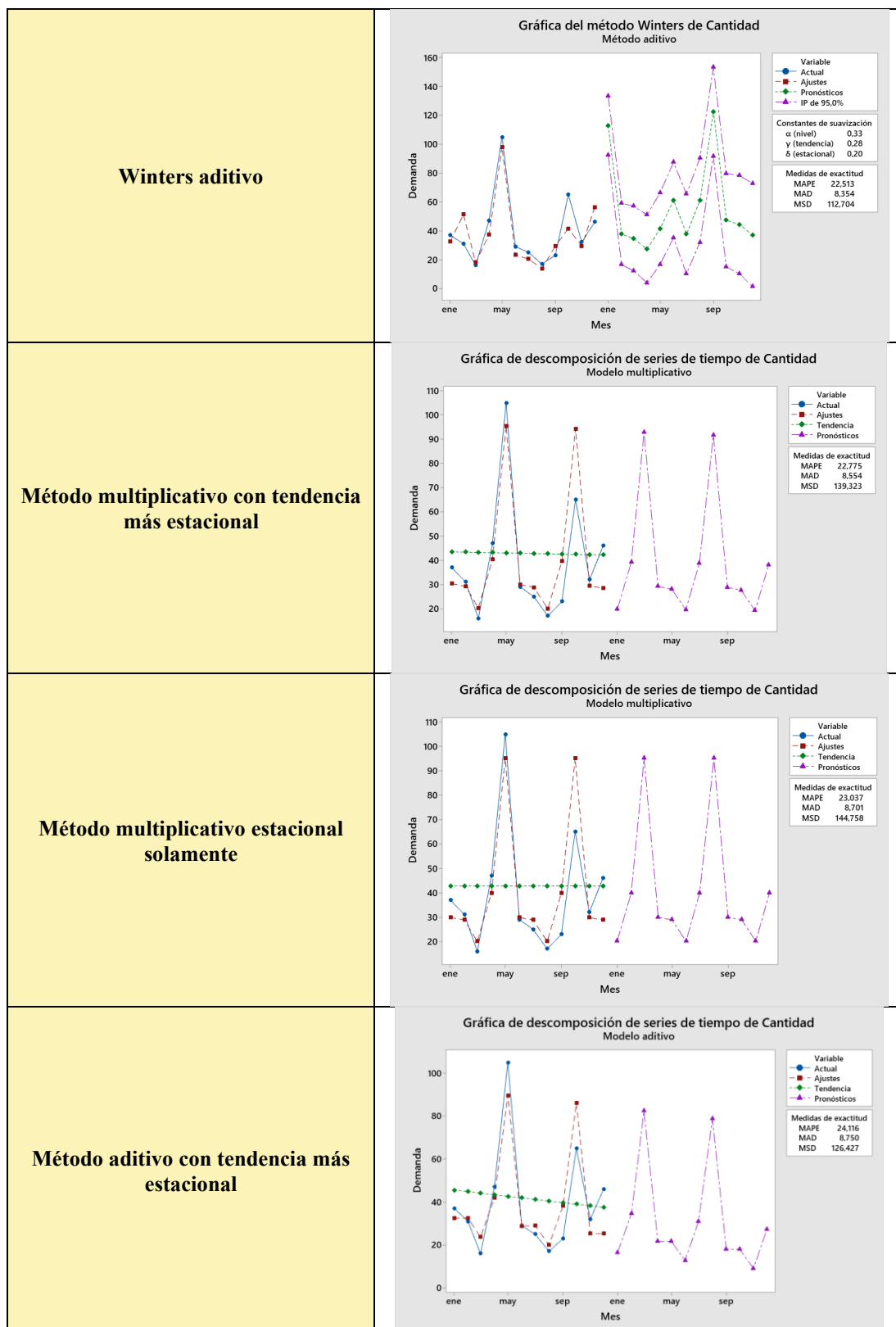
Tabla G53. Pronóstico con modelo aditivo estacional solamente para el modelo “Chompa abierta”

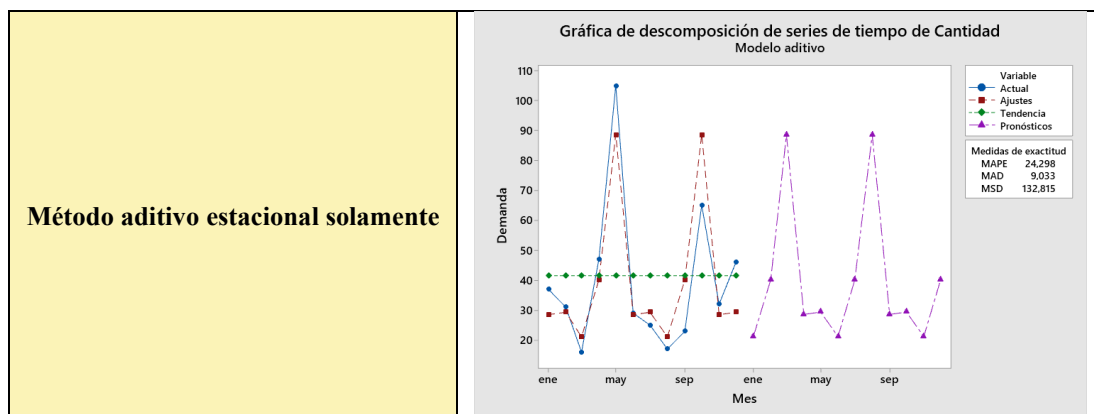
Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa abierta	Método de pronóstico:	Modelo aditivo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	21,1	21	
14	40,1	40	
15	88,6	89	
16	28,5	29	
17	29,3	29	
18	21,1	21	
19	40,1	40	
20	88,6	89	
21	28,5	29	
22	29,3	29	
23	21,1	21	
24	40,1	40	
Medidas de exactitud		MAPE	24,298
		MAD	9,033
		MSD	132,815
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-13,02
		2	-12,22
		3	-20,42
		4	-1,42
		5	47,08

Tabla G54. Gráficas de los modelos de pronósticos aplicados para la “Chompa abierta”

Modelo de pronóstico	Gráfico
Tendencia Lineal	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia lineal $Y_t = 38,0 + 0,22 \times t$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 52,181 MAD 17,372 MSD 568,165
Tendencia cuadrática	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia cuadrática $Y_t = 35,0 + 1,5 \times t - 0,099 \times t^2$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 53,143 MAD 17,529 MSD 567,071
Tendencia de crecimiento	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de curva de crecimiento $Y_t = 31,613 \times (1,0116^t)$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 42,439 MAD 16,293 MSD 596,743
Tendencia de curva S	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia de curva S $Y_t = (10^3) / (35,7659 - 9,275611E-06 \times (3,40082^t))$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Parámetros de curva Intersección 27,9596 Asintota 27,9596 Tasa de asim. 3,4008 Medidas de exactitud MAPE 37,402 MAD 17,168 MSD 726,951







Anexo G.5. Pronósticos modelo “Chompa cuello alto”

Tabla G55. Pronóstico con tendencia lineal para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Tendencial lineal
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	82,894	83	
14	89,044	89	
15	95,195	95	
16	101,345	101	
17	107,495	107	
18	113,646	114	
19	119,796	120	
20	125,946	126	
21	132,097	132	
22	138,247	138	
23	144,397	144	
24	150,548	151	
Medidas de exactitud		MAPE	56,395
		MAD	17,852
		MSD	454,14
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 2,9 + 6,15t$			

Tabla G56. Pronóstico con tendencia cuadrática para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	121,25	121	
14	145,103	145	
15	171,485	171	
16	200,396	200	
17	231,836	232	
18	265,805	266	
19	302,303	302	
20	341,33	341	
21	382,886	383	
22	426,971	427	
23	473,585	474	
24	522,728	523	
Medidas de exactitud		MAPE	36,805
		MAD	12,992
		MSD	276,305
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 41,3 - 10,29t + 1,264t^2$			

Tabla G57. Pronóstico con curva de crecimiento para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Curva de crecimiento
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	78,902	79	
14	89,48	89	
15	101,476	101	
16	115,08	115	
17	130,509	131	
18	148,005	148	
19	167,848	168	
20	190,35	190	
21	215,87	216	
22	244,811	245	
23	277,631	278	
24	314,852	315	
Medidas de exactitud		MAPE	44,483
		MAD	16,302
		MSD	429,496
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 15,374 \times (1,1341^t)$			

Tabla G58. Pronóstico con tendencia de curva S para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Tendencia de curva S
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	-120,05	-120	
14	-36,177	-36	
15	-18,659	-19	
16	-11,303	-11	
17	-7,389	-7	
18	-5,042	-5	
19	-3,534	-4	
20	-2,521	-3	
21	-1,82	-2	
22	-1,325	-1	
23	-0,97	-1	
24	-0,713	-1	
Medidas de exactitud		MAPE	38,083
		MAD	18,034
		MSD	737,247
Ecuación de tendencia ajustada:			
$Y_t = \frac{10^3}{(47,8353 - 1,20485 \times (1,34384^t))}$			

Tabla G59. Pronóstico con promedio móvil para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Promedio móvil
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	81	81	
Medidas de exactitud		MAPE	50,7
		MAD	23,52
		MSD	1064,28
Límites		Límite inferior	17,0594
		Límite superior	144,941

Tabla G60. Pronóstico con suavización exponencial simple para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Suavización exponencial simple
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	96,41	96	
Medidas de exactitud		MAPE	36,047
		MAD	15,765
		MSD	671,215
Límites		Límite inferior	57,7867
		Límite superior	135,033

Tabla G61. Pronóstico con suavización exponencial doble para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Suavización exponencial doble	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	103,816	104	58,507	149,124
14	121,914	122	68,58	175,247
15	140,012	140	77,855	202,169
16	158,11	158	86,627	229,594
17	176,208	176	95,068	257,349
18	194,307	194	103,284	285,329
19	212,405	212	111,341	313,468
20	230,503	231	119,282	341,724
21	248,601	249	127,137	370,066
22	266,699	267	134,924	398,474
23	284,798	285	142,66	426,935
24	302,896	303	150,354	455,438
Medidas de exactitud		MAPE	49,843	
		MAD	18,494	
		MSD	641,527	

Tabla G62. Pronóstico con winters- multiplicativo para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Winters- Multiplicativo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	34,2975	34	13,6335	54,961
14	39,8988	40	16,4821	63,315
15	23,0278	23	-3,7264	49,782
16	14,9036	15	-15,5816	45,389
17	11,5007	12	-22,9814	45,983
18	37,3349	37	-1,3276	75,997
19	48,477	48	5,504	91,45
20	30,5818	31	-16,7961	77,96
21	31,8657	32	-19,9877	83,719
22	27,8192	28	-28,5634	84,202
23	96,1064	96	35,153	157,06
24	81,1847	81	15,6275	146,742
Medidas de exactitud		MAPE	26,186	
		MAD	8,434	
		MSD	102,396	

Tabla G63. Pronóstico con winters- aditivo para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Winters- Aditivo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	100,735	101	58,659	142,811
14	132,609	133	84,928	180,289
15	143,09	143	88,613	197,567
16	154,587	155	92,514	216,661
17	186,461	186	116,249	256,673
18	196,943	197	118,218	275,667
19	208,44	208	120,939	295,941
20	240,314	240	143,843	336,784
21	250,795	251	145,212	356,379
22	262,292	262	147,487	377,098
23	294,166	294	170,053	418,279
24	304,647	305	171,16	438,134
Medidas de exactitud		MAPE	36,575	
		MAD	17,174	
		MSD	672,308	

Tabla G64. Pronóstico con modelo multiplicativo con tendencia más estacional para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	72,698	73	
14	52,886	53	
15	41,283	41	
16	122,066	122	
17	150,755	151	
18	98,863	99	
19	70,642	71	
20	54,271	54	
21	158,197	158	
22	192,883	193	
23	125,028	125	
24	88,399	88	
Medidas de exactitud		MAPE	21,842
		MAD	8,947
		MSD	129,65
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 4,83 + 5,407t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	1,33651
		2	1,55837
		3	0,96786
		4	0,65682
		5	0,48045

Tabla G65. Pronóstico con modelo multiplicativo estacional solamente para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	38,6843	39	
14	26,2523	26	
15	19,203	19	
16	53,4186	53	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
17	62,2861	62	
18	38,6843	39	
19	26,2523	26	
20	19,203	19	
21	53,4186	53	
22	62,2861	62	
23	38,6843	39	
24	26,2523	26	
Medidas de exactitud		MAPE	51,966
		MAD	19,673
		MSD	615,121
Índices estacionales		Período	Índice
		1	1,33651
		2	1,55837
		3	0,96786
		4	0,65682
		5	0,48045

Tabla G66. Pronóstico con modelo aditivo con tendencia más estacional para el modelo “Chompa cuello alto”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	81,612	82	
14	76,665	77	
15	73,218	73	
16	112,272	112	
17	127,425	127	
18	113,378	113	
19	108,431	108	
20	104,984	105	
21	144,037	144	
22	159,19	159	
23	145,144	145	
24	140,197	140	
Medidas de exactitud		MAPE	22,021
		MAD	8,972

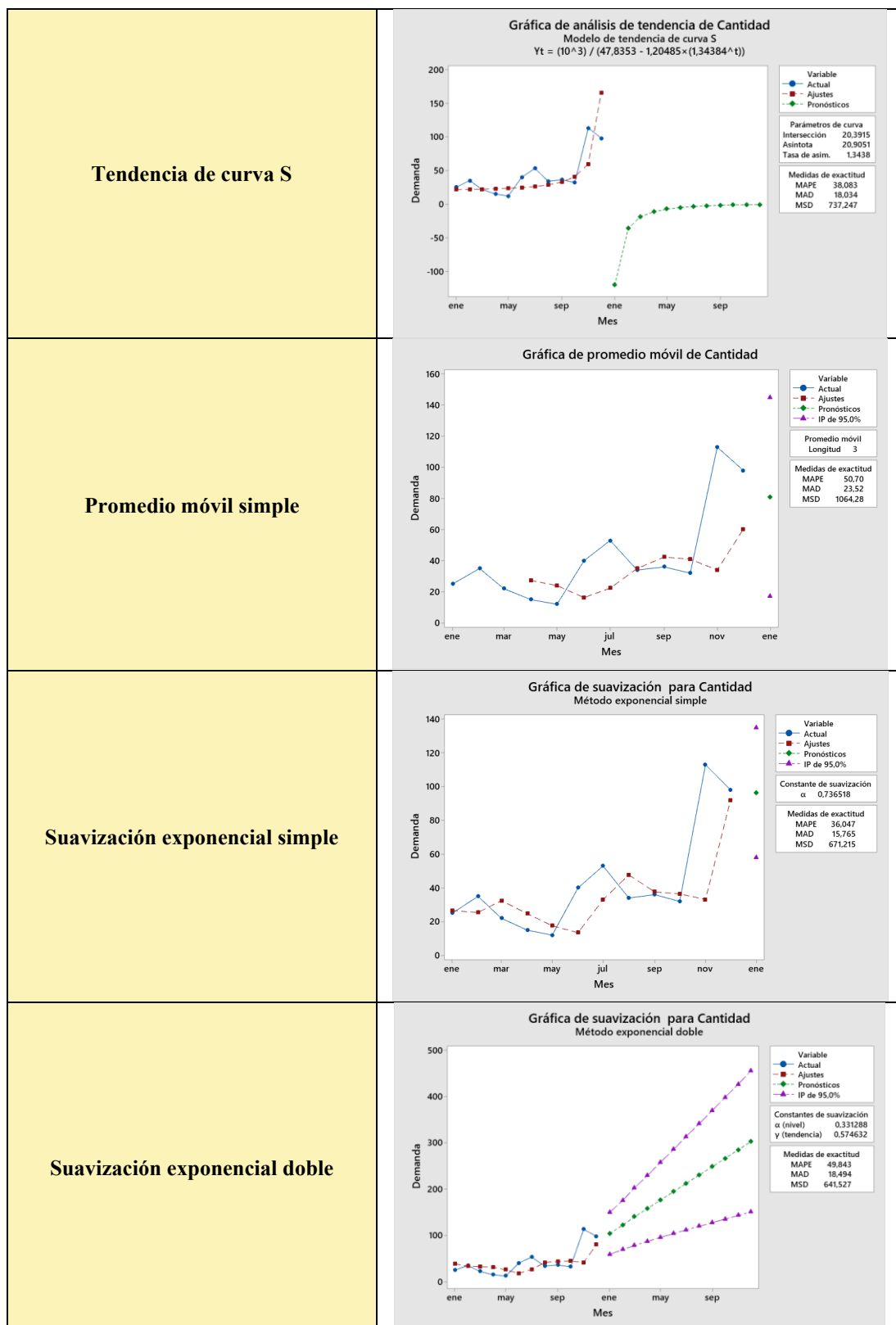
Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
		MSD	147,744
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = -1,06 + 6,35t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	11,68
		2	20,48
		3	0,08
		4	-11,22
		5	-21,02

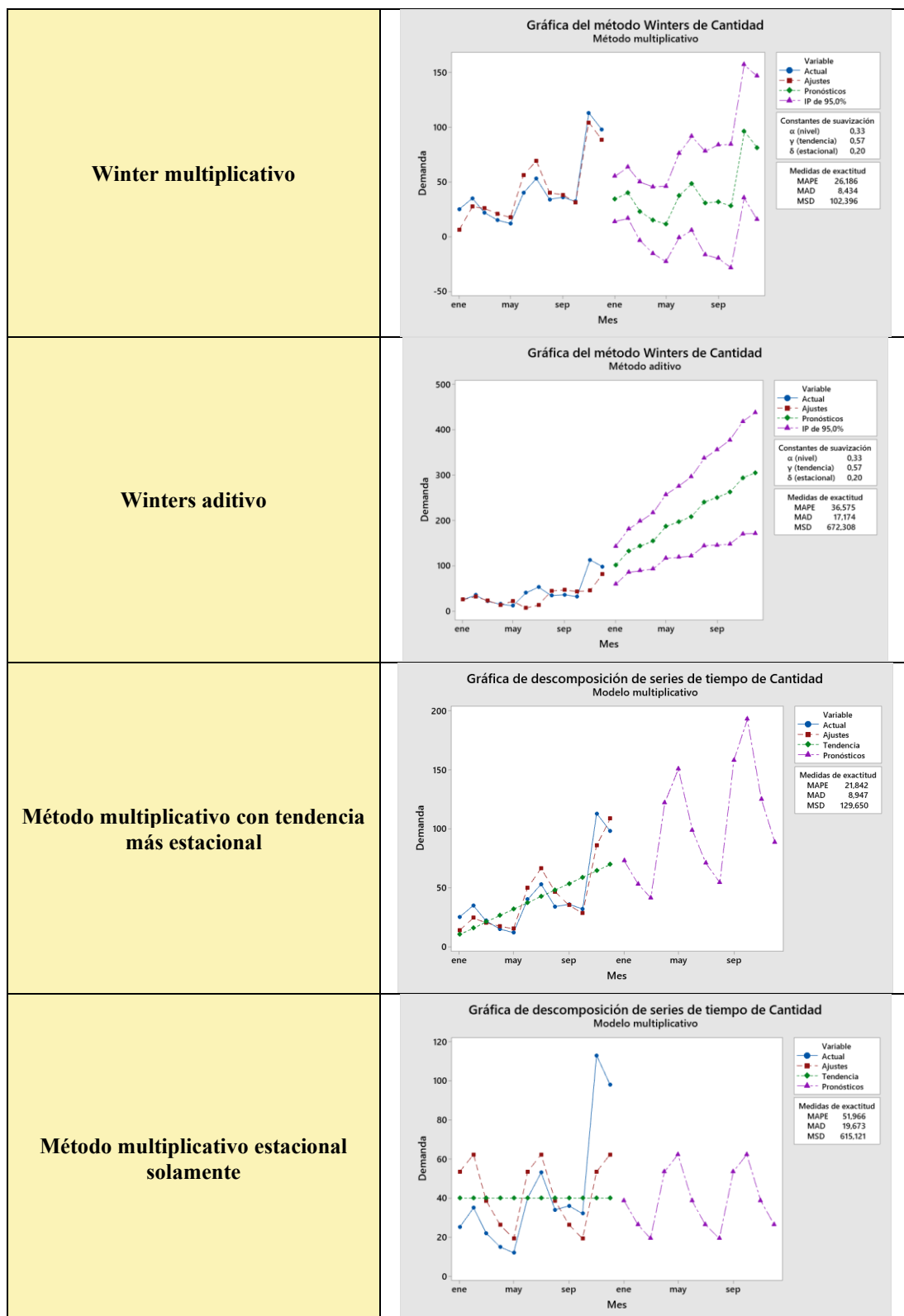
Tabla G67. Pronóstico con modelo aditivo estacional solamente para el modelo
“Chompa cuello alto”

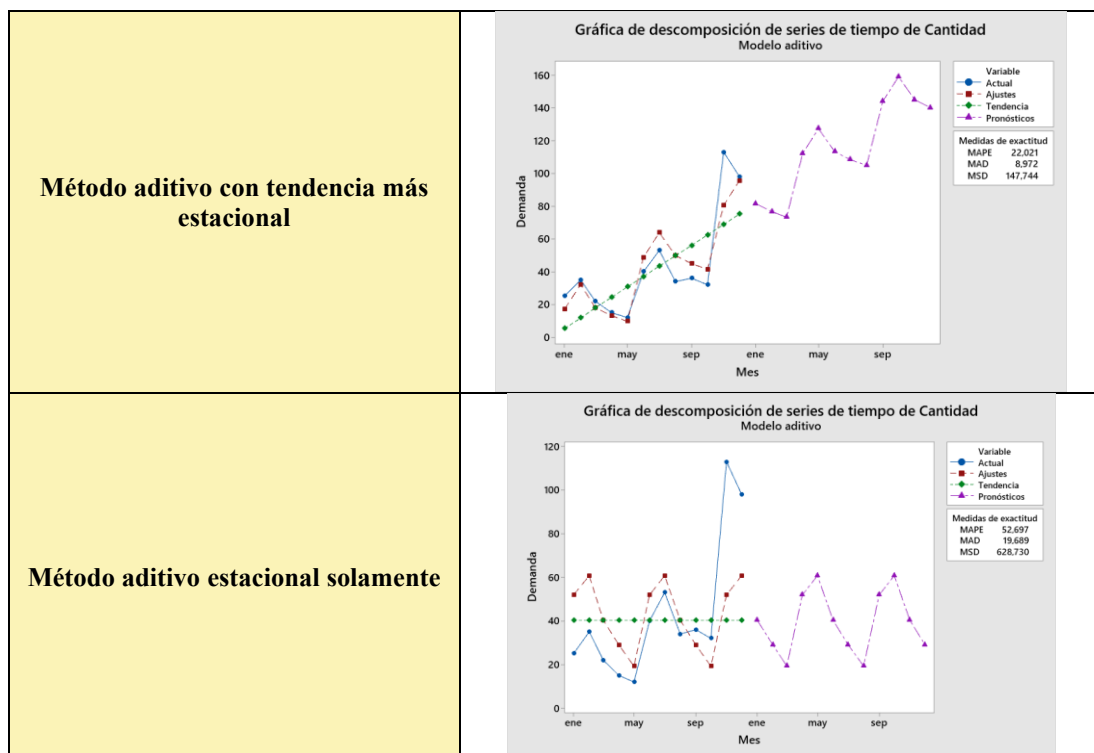
Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Chompa cuello alto	Método de pronóstico:	Modelo aditivo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	40,3167	40	
14	29,0167	29	
15	19,2167	19	
16	51,9167	52	
17	60,7167	61	
18	40,3167	40	
19	29,0167	29	
20	19,2167	19	
21	51,9167	52	
22	60,7167	61	
23	40,3167	40	
24	29,0167	29	
Medidas de exactitud		MAPE	52,697
		MAD	19,689
		MSD	628,73
Índices estacionales		Período	Índice
		1	11,68
		2	20,48
		3	0,08
		4	-11,22
		5	-21,02

Tabla G68. Gráficas de los modelos de pronósticos aplicados para la “Chompa cuello alto”

Modelo de pronóstico	Gráfico
Tendencia Lineal	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia lineal $Y_t = 2,9 + 6,15 \times t$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 56,395 MAD 17,852 MSD 454,140
Tendencia cuadrática	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de tendencia cuadrática $Y_t = 41,3 - 10,29 \times t + 1,264 \times t^2$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 36,805 MAD 12,992 MSD 276,305
Tendencia de crecimiento	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de curva de crecimiento $Y_t = 15,374 \times (1,1341^t)$ Variable Actual Ajustes Pronósticos Medidas de exactitud MAPE 44,483 MAD 16,302 MSD 429,496







Anexo G.6. Pronósticos modelo “Camiseta polo drivers”

Tabla G69. Pronóstico con tendencia lineal para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Tendencial lineal
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	669,742	670	
14	697,036	697	
15	724,33	724	
16	751,624	752	
17	778,917	779	
18	806,211	806	
19	833,505	834	
20	860,798	861	
21	888,092	888	
22	915,386	915	
23	942,679	943	
24	969,973	970	
Medidas de exactitud		MAPE	49
		MAD	125,2
		MSD	30215,9
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 315 + 27,3t$			

Tabla G70. Pronóstico con tendencia cuadrática para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Tendencial cuadrática
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	631,955	632	
14	641,808	642	
15	649,169	649	
16	654,039	654	
17	656,418	656	
18	656,305	656	
19	653,701	654	
20	648,605	649	
21	641,017	641	
22	630,939	631	
23	618,368	618	
24	603,306	603	
Medidas de exactitud		MAPE	47
		MAD	126,1
		MSD	30043,3
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 277 + 43,5t - 1,25t^2$			

Tabla G71. Pronóstico con curva de crecimiento para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Curva de crecimiento
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	782,66	783	
14	856,91	857	
15	938,21	938	
16	1027,23	1027	
17	1124,69	1125	
18	1231,39	1231	
19	1348,22	1348	
20	1476,14	1476	
21	1616,19	1616	
22	1769,53	1770	
23	1937,41	1937	
24	2121,23	2121	
Medidas de exactitud		MAPE	44,4
		MAD	139,1
		MSD	34011,8
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 240,894 \times (1,0949^t)$			

Tabla G72. Pronóstico con promedio móvil para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Promedio móvil
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	604,667	605	
Medidas de exactitud		MAPE	29,4
		MAD	181,1
		MSD	55320
Límites		Límite inferior	143,679
		Límite superior	1065,65

Tabla G73. Pronóstico con suavización exponencial simple para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Suavización exponencial simple
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	785,069	785	
Medidas de exactitud		MAPE	38,7
		MAD	172,1
		MSD	42671,2
Límites		Límite inferior	363,388
		Límite superior	1296,75

Tabla G74. Pronóstico con suavización exponencial doble para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Suavización exponencial doble	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	664,456	664	232,901	1096,01
14	693,604	694	242,908	1144,3
15	722,753	723	251,093	1194,41
16	751,901	752	257,688	1246,11
17	781,049	781	262,899	1299,2

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Suavización exponencial doble	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
18	810,198	810	266,91	1353,49
19	839,346	839	269,88	1408,81
20	868,494	868	271,945	1465,04
21	897,642	898	273,224	1522,06
22	926,791	927	273,817	1579,76
23	955,939	956	273,811	1638,07
24	985,087	985	273,278	1696,9
Medidas de exactitud		MAPE	58,9	
		MAD	176,1	
		MSD	43037,9	

Tabla G75. Pronóstico con winters - multiplicativo para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Winters- Multiplicativo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	553.05	553	329.851	776.24
14	623.42	623	396.732	850.11
15	1191.80	1192	961.211	1422.39
16	724.92	725	490.053	959.79
17	719.36	719	479.851	958.88
18	641.74	642	397.247	886.24
19	606.84	607	357.039	856.64
20	789.40	789	533.992	1044.80
21	564.14	564	302.843	825.43
22	952.68	953	685.242	1220.12
23	733.25	733	459.417	1007.09
24	712.54	713	432.079	992.99
Medidas de exactitud		MAPE	41,1	
		MAD	91,1	
		MSD	19387,9	

Tabla G76. Pronóstico con winters - aditivo para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda				
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Winters- Aditivo	
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	Límite inferior	Límite superior
13	748,22	748	522,82	973,63
14	1150,85	1151	921,92	1379,79
15	825,64	826	592,77	1058,52
16	823,71	824	586,51	1060,91
17	773,17	773	531,29	1015,06
18	752,15	752	505,24	999,07
19	873,77	874	621,49	1126,04
20	729,12	729	471,18	987,05
21	845,96	846	582,08	1109,84
22	1134,66	1135	864,57	1404,75
23	1105,74	1106	829,20	1382,29
24	1508,37	1509	1225,14	1791,61
Medidas de exactitud		MAPE	35,2	
		MAD	92,0	
		MSD	10780,8	

Tabla G77. Pronóstico con modelo multiplicativo con tendencia más estacional para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	679,79	680	
14	1002,68	1003	
15	622,54	623	
16	749,57	750	
17	779,28	779	
18	833,23	833	
19	1219,24	1219	
20	751,43	751	
21	898,59	899	
22	928,28	928	
23	986,68	987	
24	1435,8	1436	
Medidas de exactitud		MAPE	47,1
		MAD	133,5
		MSD	25495,6
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 292 + 31,9t$			

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo con tendencia más estacional
Yt		Período	Índice
		1	0,93497
		2	0,93486
		3	0,96277
		4	1,35874
		5	0,80867

Tabla G78. Pronóstico con modelo multiplicativo estacional solamente para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Modelo multiplicativo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	416,613	417	
14	414,374	414	
15	491,01	491	
16	812,655	813	
17	458,838	459	
18	443,475	443	
19	416,613	417	
20	414,374	414	
21	491,01	491	
22	812,655	813	
23	458,838	459	
24	443,475	443	
Medidas de exactitud		MAPE	58,7
		MAD	130,3
		MSD	42344,6
Índices estacionales		Período	Índice
		1	0,93497
		2	0,93486
		3	0,96277
		4	1,35874
		5	0,80867

Tabla G79. Pronóstico con modelo aditivo con tendencia más estacional para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Modelo aditivo con tendencia más estacional
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	550,75	551	
14	575,47	575	
15	674,44	674	
16	1028,15	1028	
17	686,46	686	
18	692,51	693	
19	690,06	690	
20	714,78	715	
21	813,74	814	
22	1167,46	1167	
23	825,76	826	
24	831,81	832	
Medidas de exactitud		MAPE	46,2
		MAD	129,4
		MSD	36592,6
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 341 + 23,2t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-92,5
		2	-91
		3	-15,25
		4	315,25
		5	-49,667
		6	-66,833

Tabla G80. Pronóstico con modelo aditivo estacional solamente para el modelo “Camiseta polo drivers”

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Modelo aditivo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
13	550,75	551	
14	575,47	575	
15	674,44	674	
16	1028,15	1028	
17	686,46	686	

Pronósticos de la demanda			
Modelo:	Camiseta polo drivers	Método de pronóstico:	Modelo aditivo estacional solamente
Periodo	Pronóstico en decimales	Pronóstico en enteros	
18	692,51	693	
19	690,06	690	
20	714,78	715	
21	813,74	814	
22	1167,46	1167	
23	825,76	826	
24	831,81	832	
Medidas de exactitud		MAPE	46,2
		MAD	129,4
		MSD	36592,6
Ecuación de tendencia ajustada: $Y_t = 341 + 23,2t$			
Índices estacionales		Período	Índice
		1	-92,5
		2	-91
		3	-15,25
		4	315,25
		5	-49,667
		6	-66,833

Tabla G81. Gráficas de los modelos de pronósticos aplicados para la “Camiseta polo drivers”

Modelo de pronóstico	Gráfico
Tendencia Lineal	
Tendencia cuadrática	

Modelo de pronóstico	Gráfico						
Tendencia de crecimiento	Gráfica de análisis de tendencia de Cantidad Modelo de curva de crecimiento $Y_t = 240,894 \times (1,0949^t)$ Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos Medidas de exactitud <table border="1"> <tr><td>MAPE</td><td>44,4</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>139,1</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>34011,8</td></tr> </table>	MAPE	44,4	MAD	139,1	MSD	34011,8
MAPE	44,4						
MAD	139,1						
MSD	34011,8						
Promedio móvil simple	Gráfica de promedio móvil de Cantidad Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95,0% Promedio móvil Longitud: 3 Medidas de exactitud <table border="1"> <tr><td>MAPE</td><td>29,4</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>181,1</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>55320,0</td></tr> </table>	MAPE	29,4	MAD	181,1	MSD	55320,0
MAPE	29,4						
MAD	181,1						
MSD	55320,0						
Suavización exponencial simple	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial simple Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95,0% Constante de suavización α: 0,793553 Medidas de exactitud <table border="1"> <tr><td>MAPE</td><td>28,7</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>172,1</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>42671,2</td></tr> </table>	MAPE	28,7	MAD	172,1	MSD	42671,2
MAPE	28,7						
MAD	172,1						
MSD	42671,2						
Suavización exponencial doble	Gráfica de suavización para Cantidad Método exponencial doble Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95,0% Constantes de suavización α (nivel): 0,29 γ (tendencia): 0,29 Medidas de exactitud <table border="1"> <tr><td>MAPE</td><td>58,9</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>176,1</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>43077,9</td></tr> </table>	MAPE	58,9	MAD	176,1	MSD	43077,9
MAPE	58,9						
MAD	176,1						
MSD	43077,9						
Winter multiplicativo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método multiplicativo Variable - Actual - Ajustes - Pronósticos - IP de 95,0% Constantes de suavización α (nivel): 0,20 γ (tendencia): 0,01 δ (estacional): 0,01 Medidas de exactitud <table border="1"> <tr><td>MAPE</td><td>41,1</td></tr> <tr><td>MAD</td><td>91,1</td></tr> <tr><td>MSD</td><td>19387,9</td></tr> </table>	MAPE	41,1	MAD	91,1	MSD	19387,9
MAPE	41,1						
MAD	91,1						
MSD	19387,9						

Modelo de pronóstico	Gráfico
Winters aditivo	Gráfica del método Winters de Cantidad Método aditivo Constantes de suavización α (nivel) 0.2 γ (tendencia) 0.2 δ (estacional) 0.2 Medidas de exactitud MAPE 35.2 MAD 92.0 MSD 10780.8
Método multiplicativo con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo Medidas de exactitud MAPE 47.1 MAD 181.3 MSD 25495.6
Método multiplicativo estacional solamente	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo Medidas de exactitud MAPE 18.7 MAD 198.3 MSD 42344.6
Método aditivo con tendencia más estacional	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo multiplicativo Medidas de exactitud MAPE 18.7 MAD 198.3 MSD 42344.6
Método aditivo estacional solamente	Gráfica de descomposición de series de tiempo de Cantidad Modelo aditivo Medidas de exactitud MAPE 37.3 MAD 154.0 MSD 43876.5