



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA TEXTIL DE TRUJILLO EN EL AÑO 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Renzo David Boy Perez

Asesor:

Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A mi madre, por los consejos, valores y principios que me ha inculcado; por su valentía y ejemplo de lucha y dedicación.

A la memoria de mi padre, quien fue mi mayor motivación para culminar con éxito esta gran etapa de mi vida. Sé que este momento hubiese sido muy gratificante para él.

A mi hermana, que siempre está junto a mí brindándome su apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminar mi camino siempre.

*A todos mis familiares, por ese gran cariño que vienen
demostrándome día a día.*

*A esa persona especial, por haber formado parte de mi
vida, gracias a su apoyo y compañía incondicional.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Objetivos	24
1.3.1. Objetivo general	24
1.3.2. Objetivos específicos	24
1.4. Hipótesis	24
CAPITULO 2. METODOLOGÍA	26
2.1. Tipo de investigación	26
2.2. Métodos	26
2.2.1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos	26
2.2.2. Instrumentos y métodos para procesar los datos	29
2.3. Procedimiento	31
2.3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa	31
2.3.2. Solución propuesta	37
2.3.3. Evaluación económica y financiera	75
CAPITULO 3. RESULTADOS	78
CAPITULO 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES	79
4.1 Discusión	79
4.2 Conclusiones	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Peso y dimensiones T-shirt talla L.....	14
Tabla 2. Peso y dimensiones T-shirt talla M.....	14
Tabla 3. Peso y dimensiones T-shirt talla S.....	15
Tabla 4. Estudio de tiempos.....	20
Tabla 5. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos.....	27
Tabla 6. <i>Instrumentos y métodos de procesamiento de datos</i>	30
Tabla 7. Opinión de los directivos de la empresa.....	35
Tabla 8. Monetización de pérdidas.....	38
Tabla 9. Datos para Corte7.....	40
Tabla 10. Resultados Corte7.....	40
Tabla 11. Solución Corte7.....	44
Tabla 12. Cálculo del MAD de proyección estacional en T-shirt talla Large.....	45
Tabla 13. Cálculo del MAD de la proyección por regresión cuadrática en T-shirt talla Large..	46
Tabla 14. Cálculo del MAD de proyección estacional en T-shirt talla Medium.....	47
Tabla 15. Cálculo del MAD de proyección por regresión cuadrática en T-shirt talla Medium..	48
Tabla 16. Cálculo del MAD de proyección estacional en T-shirt talla Small.....	49
Tabla 17. Cálculo del MAD de proyección por regresión cuadrática en T-shirt talla Small.....	50
Tabla 18. Comparación de métodos de pronóstico.....	51
Tabla 19. Ventas 2017 - 2019 T-shirts Talla Large.....	52
Tabla 20. Índice de estacionalidad T-shirt talla Large.....	53
Tabla 21. Pronóstico estacional T-shirt Talla Large.....	54
Tabla 22. Ventas 2017 - 2019 T-shirt talla Large con uso de pronóstico.....	55
Tabla 23. Ventas 2017 - 2019 T-shirts Talla Medium.....	56
Tabla 24. Índice de estacionalidad T-shirt talla Medium.....	58
Tabla 25. Pronóstico estacional T-shirt Talla Medium.....	58
Tabla 26. <i>Ventas 2017 - 2019 T-shirt talla Medium con uso de pronóstico</i>	59
Tabla 27. Ventas 2017 - 2019 T-shirts Talla Small.....	60
Tabla 28. Pronóstico estacional T-shirt Talla Small.....	62
Tabla 29. Ventas 2017 - 2019 T-shirt talla Small con uso de pronóstico.....	63
Tabla 30. Archivo Maestro de Materiales.....	64
Tabla 31. Programa Maestro de producción de T-shirts por talla (Primer trimestre).....	64
Tabla 32. Actividades y peso posicional.....	66
Tabla 33. Ordenamiento de actividades.....	66

Tabla 34. Balance mensual de línea	70
Tabla 35. Códigos por actividad	72
Tabla 36. Inversión	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elaboración de MRP	12
Figura 2. Piezas sobre mesa de corte	15
Figura 3. Diagrama de operaciones de procesos.....	18
Figura 4. Resumen del estudio de tiempos fabricación de T-Shirts.....	19
Figura 5. Layout actual.....	21
Figura 10. Procedimiento de trabajo en una empresa de confecciones	31
Figura 11. Organigrama de la empresa	32
Figura 12. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa	34
Figura 13. Pareto de causas raíces de la problemática.....	35
Figura 14. Identificación de indicadores	36
Figura 15. Corte7 descripción	39
Figura 16. Layout de corte con software.....	41
Figura 17. Datos de aprovechamiento de corte con software	42
Figura 18. Detalle de datos en software	43
Figura 19. Ventas 2017-2018 T-shirts Talla Large	53
<i>Figura 20. Ventas 2017-2018 T-shirts Talla Medium.....</i>	<i>57</i>
Figura 21. Ventas 2017-2018 T-shirts Talla Small	61
Figura 22. Estaciones de trabajo	68
Figura 23. Flujo de actividades.....	71
Figura 24. Matriz triangular	72
Figura 25. Distribución con hexágonos	73
Figura 26. Layout	74
Figura 27. Flujo de caja proyectado	76
Figura 28.Estado de resultados	77
Figura 29. Ventas y utilidad actual vs propuesta	78
Figura 30. Rentabilidad/ Ventas	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Carro extendedor de tela.....	84
Anexo 2. Marcado de patrones sobre tela.....	85
Anexo 3. Cortadora eléctrica.....	86
Anexo 4. Programa Maestro de producción de T-shirts por talla.....	86
Anexo 5. Costeo T-shirt talla L.....	87
Anexo 6. Costeo T-shirt talla M.....	88
Anexo 7. Costeo T-shirt talla S.....	89
Anexo 8. MRP.....	90
Anexo 9. Costo de Software Corte7.....	93

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general el desarrollo de una propuesta de mejora en la gestión de producción y logística basada en herramientas de ingeniería industrial, con el fin de incrementar la rentabilidad de una empresa textil, afectada por el corte no optimizado, planeamiento deficiente, mal balance de línea, falta de buenas prácticas y baja rotación de algunos inventarios. La problemática fue plasmada mediante un diagrama de Ishikawa y se lograron priorizar las causas raíces con el uso del diagrama de Pareto; dando como resultado a las tres primeras causas mencionadas como las principales. Frente a esta ellas se propone aplicar herramientas de pronóstico, planificación, MRP y redistribución de áreas de trabajo. De esta manera se logró optimizar el uso de tela y disminuir las pérdidas por la merma, también se logró reducir las ventas perdidas por deficiente planificación y por último se optimizaron los recursos necesarios para la producción de T-Shirts. Implementando dichas mejoras, las ventas se incrementaron de S/ 425,474 a S/ 439,693, y las utilidades de S/ 41,737 a S/ 58,440, con un incremento en la rentabilidad del 35.49% respecto a la rentabilidad sobre las ventas del periodo anterior.

Palabras clave: producción, logística, textil, planeamiento, rentabilidad.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El hombre primitivo tuvo muy pronto la idea de vestirse con pieles de animales. Aprendió a coser las pieles con tendones, tiras de piel y tripas. Más tarde fabricó hilos con fibras animales y vegetales como lana, lino y seda. El día en que las pesadas pieles fueron sustituidas por materias hechas con hilos muy apretados y entrecruzados, se acababa de inventar el tejido. Como los tejidos que hicieron los hombres primitivos se han podrido, no se han conservado, es imposible saber la fecha exacta de los orígenes de la hilatura y de la textura.

En el Perú, el diario Gestión del 6 de noviembre del 2018, comenta que la Cultura Paracas llegó a dominar las técnicas de tejeduría y tintorería produciendo telas cuyos colores perduran hasta ahora. Los tejidos que se fabricaron con fibra de algodón, pelos finos de llama y alpaca, y tintes naturales han resistido el paso del tiempo.

En la actualidad, de un total de 163 millones de máquinas hiladoras en el mundo 113 millones de estas se encuentran instaladas en Asia; siendo china el país donde se encuentran más del 25% con 41.7 millones de máquinas seguido de la India con 31.8 millones y Pakistán con 8.1 millones de máquinas, dos terceras partes de la capacidad mundial de producción de hilo se encuentra en Asia, los mayores productores de hilos son: China, India y Pakistán.

Los mayores consumidores de hilos de algodón son: Hong Kong, Japón, Italia, Alemania, Corea y USA. (Industria textil en el mundo, 2014)

Pedro Olaechea, ex ministro peruano de la producción sostuvo en la edición

virtual de Peru Retail del 11 de enero del 2018, que el sector textil crecería un 4% ese año, impulsado por una mayor venta de polos de algodón, a pesar que durante seis años seguidos hubo inflexiones en esta industria.

Las cifras presentadas por Olachea revelan que el sector manufacturero es el que aporta una importante cantidad al Producto Bruto Interno (PBI), ya que se trata del 7.2%.

En su edición por internet del Diario Gestión del 8 de agosto de 2019, sostiene que la exportación de la cadena textil-confecciones sumó en el primer semestre del año US\$ 685 millones, 1.6% más respecto al mismo periodo del año anterior (US\$ 674 millones), informó la Gerencia de Manufacturas de la Asociación de Exportadores (Adex).

Según cifras del Sistema de Inteligencia Comercial Adex Data Trade, las confecciones ascendieron a casi US\$ 483 millones, al crecer 7.7%; sin embargo, los textiles, con US\$ 201 millones, se contrajeron 11%.

Estados Unidos se mantiene como el principal mercado de la oferta de confecciones (US\$ 446 millones), al presentar un alza de 10.1%. Le siguen Brasil Chile, Alemania y Canadá.

En una empresa textil de Trujillo, en el 2019, sus principales partidas fueron los t-shirt de algodón para hombres y mujeres de un solo color, los demás t-shirt de algodón para hombres y mujeres, camisas de punto de algodón, camisetas interiores de punto y otros.

Los T-shirts representan el 70% de la facturación anual de la empresa razón del presente estudio. Los producen en tallas small, médium y large y, además de su uso como vestimenta ligera, son empleados como uniforme de educación física

en los colegios, motivo por el cual su demanda es sensiblemente estacional.

Su planeamiento de producción y de suministros es empírico, basado en percepciones de sus vendedores. Las roturas de inventario de producto terminado y materiales son frecuentes. El año 2019 perdieron la venta de 5,584 T-Shirts. El perjuicio económico fue S/ 9,375.

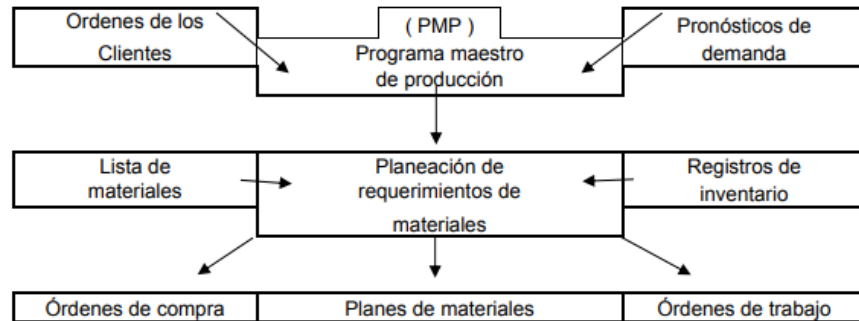
Respecto al planeamiento en las empresas, se afirma que la planificación de la producción consiste en la ejecución de actividades orientadas a la dotación oportuna de los recursos necesarios para la producción de los bienes y servicios especificados (Paredes, 2011).

ESAN (2018) afirma que tanto el de ventas y operaciones, es una herramienta de gestión que mejora la comunicación dentro de las empresas. El *Sales and Operation Planning o S&OP* surgió como alternativa de solución a la falta de comunicación entre departamentos, que finalmente afecta los procesos de alineamiento de objetivos, desfasa las estrategias e incrementan costos operacionales.

La planeación de ventas y operaciones compromete a las áreas implicadas de cada empresa con la finalidad de garantizar una mejor toma de decisiones. Sin embargo, la aplicación de esta herramienta no sería viable sin un programa de planificación. En el caso de la presente investigación, se ha considerado la elaboración del MRP. El MRP o *Materials Requirement Planning* es una técnica usada para calcular los requerimientos dependientes de sus elementos. Este responde al Programa Maestro de Producción y el Lead Time de las materias primas. En la figura mostrada a continuación, se puede observar el flujo de información requerido para la elaboración del MRP y los productos

tras su aplicación.

Figura 1. Elaboración de MRP



Fuente: UDLAP (s.f.)

El Plan Maestro de Producción contiene las cantidades y fechas en las que los productos de demanda externa deben estar disponibles (SENATI, 2016). Este plan se basa en los pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda para determinar qué productos finales hay que fabricar y en qué plazos deben tenerse terminados.

La Lista de Materiales o BOM por sus siglas en inglés (Bill of materials) tiene el fin de crear la estructura de materiales de un producto. Este puede estar formado por dos o más elementos que a su vez cada pueden estar formados por otros sub elementos, convirtiéndose en un subensamble o subproducto, que puede ser fabricado o comprado (Padilla, 2015).

De acuerdo a lo referido por López (2015), el contar con un adecuado plan de abastecimiento, hace posible dar a la empresa ventajas como: mejor comunicación, menos compras reactivas, mejor uso de recursos y capital de trabajo, mayor flexibilidad de la cadena de suministros a variaciones y mejor servicio al cliente interno y externo.

Sosaya (2018), en su tesis, propone mejoras en la gestión de producción y calidad para incrementar la rentabilidad de Confecciones Rosita SAC. Considera que esta se afecta por el deficiente planeamiento de la producción, la baja productividad y las mermas debidas en el corte. En la presente investigación se propone la implementación de un MRP (Material Requirements Planning), que tendrá beneficio de S/6,620, provenientes de la eliminación de ventas perdidas. Además, la implementación de tecnología permitiría un mayor control, asimismo, se propone la reducción del tiempo en las actividades. El autor también recomienda considerar una redistribución de la planta.

El corte de la tela de algodón, materia prima de los T-Shirts, se realiza artesanalmente. Se ubican los patrones en cartulina, sobre la tela extendida sobre la mesa de corte, para trazar y cortar con una cortadora eléctrica, sin tener mayor consideración de lo que esto repercute en la merma de tela. El año 2018 se produjeron 51,271 t-shirts en tres tallas. Se utilizaron 8,073 kilos de Polycotton, incluida una merma de 628 kilos, equivalentes al 8.5%, cuyo impacto fue S/20,586.

El proceso de corte inicia en la mesa de corte, donde se despliega la tela de hasta 180 cm de ancho, utilizando para ello un carro extendedor que se muestra en el Anexo 1, que permite estirla sobre la mesa. Se superponen 4 paños de tela, aplanándolas con las palmas de la mano, de modo que no haya arrugas que puedan generar defectos en las prendas.

Se busca que la tela quede totalmente estirada, pero sin tensiones, que luego del corte tiendan a encogerse en el ensamblaje.

El jefe de producción dispone, según su criterio, los patrones, que son trozos de cartulina con el perfil de las piezas que componen el T-Shirt, en una posición tal que se minimice la merma causada por los pedazos de tela que quedan entre los cortes. Se combinan perfiles de las tres tallas, large, medium y small, según la necesidad. En el anexo 2 se muestra el marcado de patrones actual.

Luego, se procede a cortar el contorno de los patrones, colocados ordenadamente sobre las telas desplegadas, usando un cortador eléctrico mostrado en el anexo 3, el cual segmenta las piezas de manera limpia, sin hilachas.

Las dimensiones y pesos de los T-Shirts se detallan seguidamente

Tabla 1. Peso y dimensiones T-shirt talla L

		Largo (cm)	Ancho (cm)	M2	Peso (Kilos)
LARGE	Pecho	68	45	0.306	
	Espalda	68	45	0.306	
	Manga derecha	37	17	0.063	
	Manga izquierda	37	17	0.063	
				0.738	0.154
*Peso específico polycotton 30.1 :			0.208	Kilos/M ²	

Fuente: Empresa textil

Tabla 2. Peso y dimensiones T-shirt talla M

		Largo (cm)	Ancho (cm)	M2	Peso (Kilos)
MEDIUM	Pecho	67	45	0.302	
	Espalda	67	45	0.302	
	Manga derecha	34	15	0.051	
	Manga izquierda	34	15	0.051	
				0.705	0.147

Fuente: Empresa textil

Tabla 3. Peso y dimensiones T-shirt talla S

		Largo (cm)	Ancho (cm)	M2	Peso (Kilos)
SMALL	Pecho	65	42	0.273	
	Espalda	65	42	0.273	
	Manga derecha	32	14	0.045	
	Manga izquierda	32	14	0.045	
				0.636	0.132

Fuente: Empresa textil

A continuación se puede apreciar una imagen donde se muestran las piezas de tela cortadas sobre la mesa.

Figura 2. Piezas sobre mesa de corte



Fuente: Empresa textil

De acuerdo a la Norma Internacional de Contabilidad –NIC 2 (2005), citada en Vilchez (2018), refiere que la merma es la pérdida física, ocasionada por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo.

A lo largo del proceso, se generan distintos tipos de mermas. En el caso de la empresa textil motivo de esta investigación, son las mermas de producción y comerciales las que más consecuencias negativas traen a la rentabilidad.

En el caso de las mermas en el proceso productivo, la actividad de corte es un punto crucial. Para ello, el uso de software es considerado muy importante.

Como lo afirma Azabache (2018), el uso de software permite evaluar de forma eficiente las variables que determinan las mermas y reducirlas al máximo.

Con esta afirmación, se propone el uso de Corte 7, herramienta informática utilizada para minimizar las pérdidas de material que surgen como resultado del proceso de corte de piezas a partir de materiales usados en un proceso productivo. Su uso es bastante práctico, ya que solo se necesita conocer las dimensiones de los materiales a usar y las piezas a obtener, y el software generará los patrones de corte más óptimos (Corte, s.f.). A través de su uso, se logra reducir la cantidad de materia prima a utilizar, los costos de producción y los desperdicios. A su vez, se logra ahorrar el tiempo en la elaboración de los planes de corte y se agiliza la atención de los pedidos de los clientes.

Ugarte (2017), en su tesis referente a implementación de innovación tecnológica para mejorar la productividad aplicada, en el proceso de corte de plantillas, afirma que la implementación tecnológica impacta en la productividad de la empresa, afectando el costo de mano de obra y los tiempos empleados en el proceso de corte de plantillas. Para el caso de esta investigación, la propuesta de mejora significó una mejora de productividad equivalente al aumento de producción en 129%, resolviendo el problema principal que es la limitada capacidad que se tenía al realizar el proceso de forma manual. Además, con la implementación de una máquina cutting plotter, se logró reducir el costo de mano de obra en un 56%. Finalmente, el tiempo estándar del proceso de corte de plantillas se redujo en 56%. Todas estas mejoras se vieron reflejadas, finalmente, en el aumento de la rentabilidad de la empresa.

Otro factor importante para la mejora de la rentabilidad en la empresa es el

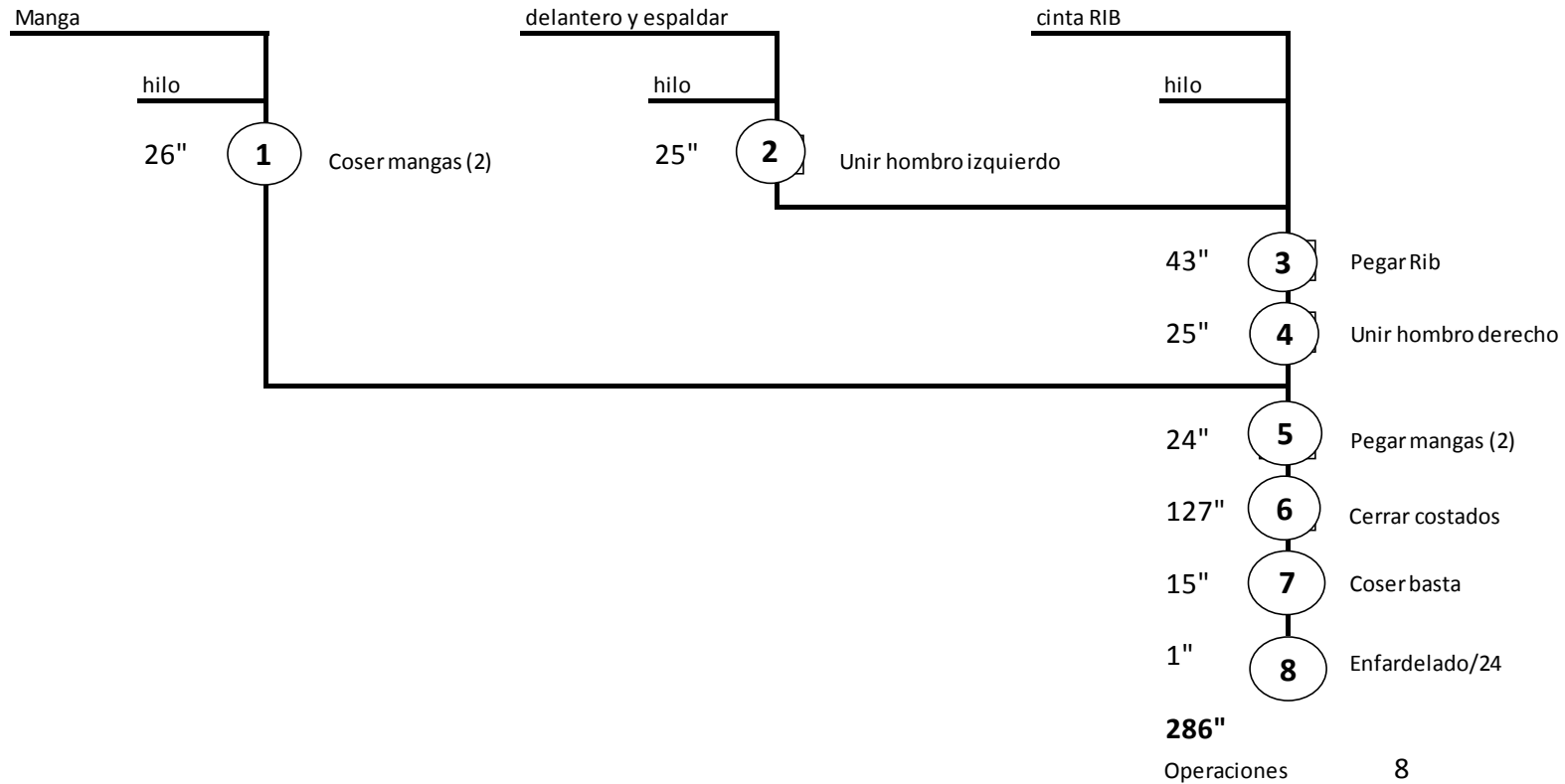
contar con un adecuado balance de línea. Este, como afirma Reyna (2017), consiste en distribuir físicamente las tareas en estaciones de trabajo con el objeto de balancear la carga de trabajo y disminuir el tiempo ocioso.

La empresa textil objeto de esta investigación acostumbra producir la totalidad del programa de producción del mes en los primeros 10 días hábiles en jornada de 8 horas. Cuenta con una planilla de 6 operarios estables y completa su requerimiento, con personal eventual, según la necesidad.

Los días hábiles sobrantes los dedica a la confección de ropa de dormir para damas.

Después del corte de la tela, las piezas son ensambladas según detalle del siguiente diagrama de operaciones.

Figura 3. Diagrama de operaciones de procesos



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Resumen del estudio de tiempos fabricación de T-Shirts

Metodo actual										
Elaborado por : Bach. Renzo Boy										
Actividades						Kilos	Segundos	Hombres	Distancia (Metros)	Observaciones
Coser mangas (2)	①	□	D	→	△		26	1	-	Tiempo de 2 mangas
Unir hombro izquierdo	②	□	D	→	△		25	1	-	-
Pegar rib	③	□	D	→	△		43	1	-	-
Unir hombro derecho	④	□	D	→	△		25	1	-	Cerrar pecho con espaldar
Verificar dimensiones	○	1	D	→	△		0	-	-	Aseguramiento de calidad
Pegar mangas (2)	⑤	□	D	→	△		24	1	-	Tiempo de pegar ambas mangas
Cerrar costados (2)	⑥	□	D	→	△		127	1	-	Tiempo de cerrar ambos costados
Coser basta	⑦	□	D	→	△		15	1	-	-
Verificación final	○	2	D	→	△		0	1	-	Verificación de dimensiones
Enfardelado	⑧	□	D	→	△		1	1	-	Tiempo unitario. Fardo/24
Almacén de producto terminado	○	□	D	→	△		0	-	25	-
TOTAL	8	2	0	1	0		286			

Fuente: Elaboración propia

A continuación, mostramos el estudio de tiempos del ensamblaje de un t-shirt, que sirvió como base para los cálculos de la presente tesis.

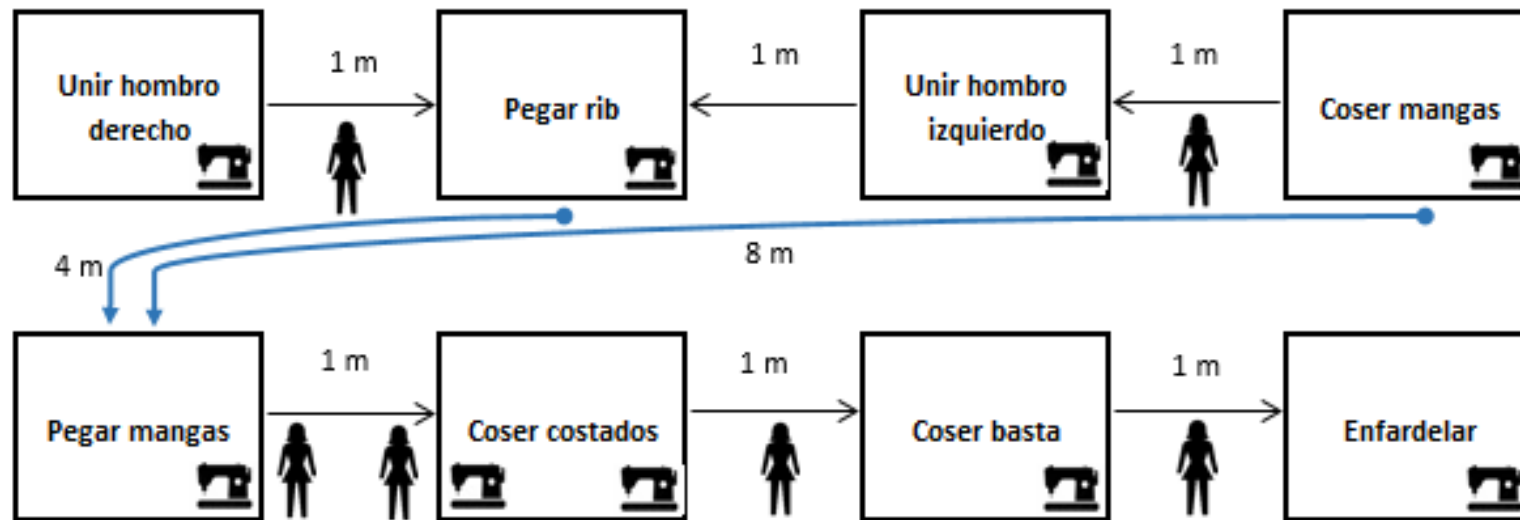
Tabla 4. Estudio de tiempos

	COSER MANGAS (2)			UNIR HOMBROS + CUELLO + RIB			PEGAR MANGAS			CERRAR COSTADOS Y			ENFARDELADO		
	Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t'	Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t'	Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t'	Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t'	Horario aleatorio	Tiempo (t) (seg)	t'
1	8:36	24	576	8:16	95	9025	8:21	22	484	8:06	145	21025	8:06	27	729
2	8:43	26	676	8:52	90	8100	8:39	22	484	8:52	151	22801	8:52	26	676
3	8:50	28	784	9:34	97	9409	8:55	24	576	9:34	149	22201	9:34	24	576
4	8:57	24	576	10:00	101	10201	8:57	23	529	10:00	146	21316	10:00	28	784
5	9:30	26	676	10:36	92	8464	9:29	22	484	10:36	148	21904	10:36	29	841
6	9:46	28	784	10:52	94	8836	9:46	21	441	10:52	141	19881	10:52	31	961
7	10:02	28	784	10:54	95	9025	10:02	21	441	10:54	146	21316	10:54	30	900
8	10:03	26	676	11:02	93	8649	10:03	22	484	11:03	147	21609	11:03	26	676
9	10:31	25	625	11:38	96	9216	10:33	21	441	11:38	144	20736	11:38	28	784
10	10:38	27	729	11:44	92	8464	10:39	22	484	11:48	146	21316	11:48	26	676
Σ		262	6886		945	89389		220	4848		1463	214105		275	7603
Tiempo promedio		26.20	Seg		94.50	Seg		22.00	Seg		146.30	Seg		27.50	Seg
Desviación Std		1.55			3.10			0.94			2.75			2.12	
Tamaño de muestra		5			2			3			1			9	
Factor de actuación	90%			90%			100%			90%			90%		
Tiempo Normal	23.58	Seg		85.05	Seg		22	Seg		131.67	Seg		24.75	Seg	
Fatiga	5%	1.2	Seg	5%	4.3	Seg	5%	1.1	Seg	5%	6.6	Seg	5%	1.2	Seg
Necesidades	4%	0.9	Seg	4%	3.4	Seg	4%	0.9	Seg	4%	5.3	Seg	4%	1.0	Seg
	Tiempo Std	26		Tiempo Std	93		Tiempo Std	24		Tiempo Std	144		Tiempo Std	27	

Fuente: Elaboración propia

El layout actual y las distancias entre actividades es el siguiente

Figura 5. Layout actual



Fuente: Elaboración propia

El recorrido entre actividades es 18 metros y la ubicación de los 6 operarios es como se muestra.

Al no estar balanceada su línea de producción, incurre en exceso de mano de obra injustificada. El 2019 malgastó de esta manera 1,280 horas, es decir el 9.1% del total de horas regulares.

El impacto económico que ocasionó fue S/7,680. La productividad actual es 8.78 T-Shirts/HH.

Tanto las líneas de fabricación, que construyen componentes en una serie de máquinas, como líneas de ensamble, que juntan las partes fabricadas en una serie de estaciones de trabajo, deben estar balanceadas. Es decir, que el trabajo llevado a cabo en una máquina o por el operario, debe balancear el trabajo realizado en la siguiente máquina en la línea de fabricación.

El balance de línea permite igualar la carga de trabajo de las estaciones, identificar los cuellos de botella, establecer la velocidad de la línea y determinar el número de estaciones de manufactura. Además, permite establecer indicadores de control como la carga porcentual de trabajo de cada operador o el costo de mano de obra por estación.

Tal como afirma Lecaros (2018), establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Los factores a evaluar consisten principalmente en la cantidad o el volumen de producción y la continuidad, es decir que se deben tomar las consideraciones necesarias para asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y sub ensambles y contar con una estrategia de mantenimiento que minimice las

fallas en los equipos involucrados en el proceso.

Rivera (2006), en su tesis remarca la importancia del balance de línea en los procesos de costura. En su estudio diagnostica que hay el personal asignado por tarea no es el adecuado para cumplir con el objetivo de producción en la línea. Tras un análisis y redistribución del personal, además de la introducción de máquinas de corte para agilizar la actividad, se logra incrementar la eficiencia de la línea de 85.35% a 87.21%, que representa 3000 polos diarios. Además, recomienda que se mantenga un plan de mantenimiento para las máquinas adquiridas y la capacitación constante del personal para que la mejora sea sostenible.

Por otra parte, otro factor importante a tener en cuenta en esta investigación es la calidad de los productos. En la industria textil, es común la problemática de fallas en la materia prima y en su procesamiento. Las fallas con mayor incidencia, como se ha descrito anteriormente, son los polos bolsudos, manchados o con defecto de tela.

La empresa que se está estudiando durante el año ha recibido devoluciones en 3 oportunidades, por un total de 420 T- Shirts large. El 32% de estos presentaban tejido bolsudo y, la diferencia, debilidad en las costuras por hilo remanente de un saldo muy antiguo con baja rotación, defectos detectados por el cliente al inspeccionar su mercadería. El perjuicio económico de estas devoluciones fue S/1,073.

En términos generales, la empresa textil está siendo perjudicada en su rentabilidad debido a cinco causas: corte no optimizado, planeamiento deficiente, mal balance de línea, falta de buenas prácticas y baja rotación de

hilo.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística en la rentabilidad de una empresa textil de Trujillo en el año 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística en la rentabilidad de una empresa textil de Trujillo en el año 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de las áreas de producción y logística de la empresa textil de Trujillo en el año 2019.
- Desarrollar herramientas de ingeniería para incrementar la rentabilidad de la empresa textil de Trujillo en el año 2019.
- Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística de una empresa textil de Trujillo en el año 2019.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística incrementa la rentabilidad de una empresa textil de Trujillo en el año 2019.

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación:

- Es una investigación basada en ciencia formal, puesto que es racional, sistemática y verificable. Este tipo de investigación abarca cálculos matemáticos. Así mismo, es una investigación diagnóstica - propositiva, debido que es un proceso dialéctico que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales.

2.2. Métodos

2.2.1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en esta investigación:

Tabla 5.
Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Observación de campo	Permitió observar los procesos en las áreas de la empresa e identificar la problemática.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica	En las áreas de producción y logística.
Toma de tiempos	Permitió medir a detalle el tiempo en que se realizan las actividades y hallar cuellos de botella.	-Cuaderno de apuntes -Cronómetro	En el área de producción.
Entrevista	Permitió conocer el funcionamiento y gestión de la empresa con mayor profundidad.	-Cuaderno de apuntes.	de En el gerente de la empresa.
Análisis de documentos	Permitió obtener los datos e información requeridos para los cálculos y posteriores interpretaciones y comparaciones tras la propuesta.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Datos históricos físicos y digitales de la empresa respecto a producción, logística y financieros.

Fuente. Elaboración propia

Observación directa y toma de tiempos

Objetivo:

Identificar oportunidades de mejora en las áreas de producción y logística y su impacto en la rentabilidad de la empresa.

Procedimiento:

Observar detalladamente el funcionamiento de la empresa y sus procesos. Toma de tiempos y otros datos relevantes. Registro de información en cuaderno de apuntes.

Instrumentos:

Cuaderno de apuntes, lápices, cámara fotográfica y cronómetro.

Entrevista

La entrevista se realizará al gerente de la empresa.

Objetivo:

Conocer el funcionamiento y gestión actual de la empresa con mayor profundidad, a su vez de identificar problemas que tengan prioridad en el actual desarrollo de las actividades de la empresa.

Parámetros:

Duración: 30 minutos

Lugar: Oficina del gerente

Procedimiento:

Se realizan preguntas al gerente para lograr el objetivo descrito y se toma nota de la información.

Instrumentos:

Cuaderno de apuntes y lapiceros.

Análisis de documentos

Objetivo:

Permitió obtener los datos e información requeridos para los cálculos y posteriores interpretaciones y comparaciones tras la propuesta.

Procedimiento:

Organizar los datos extraídos en una hoja de cálculo, generar indicadores, nuevos datos y pronósticos.

Instrumentos:

Microsoft Excel, cuaderno de apuntes, lápices, laptop.

2.2.2. Instrumentos y métodos para procesar los datos

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 6. *Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Detalla las causas raíces.
Matriz de priorización	Ordena las causas raíces halladas de acuerdo a la opinión del personal administrativo de la empresa.
Pareto	Identifica las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de baja rentabilidad.
Matriz de indicadores	Mide el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Detalla las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.
Estado de resultados comparativo	Se elabora para determinar el incremento de rentabilidad obtenida con la propuesta.
Hoja de cálculo de Excel para flujo de caja	Cálculo de VAN y TIR.

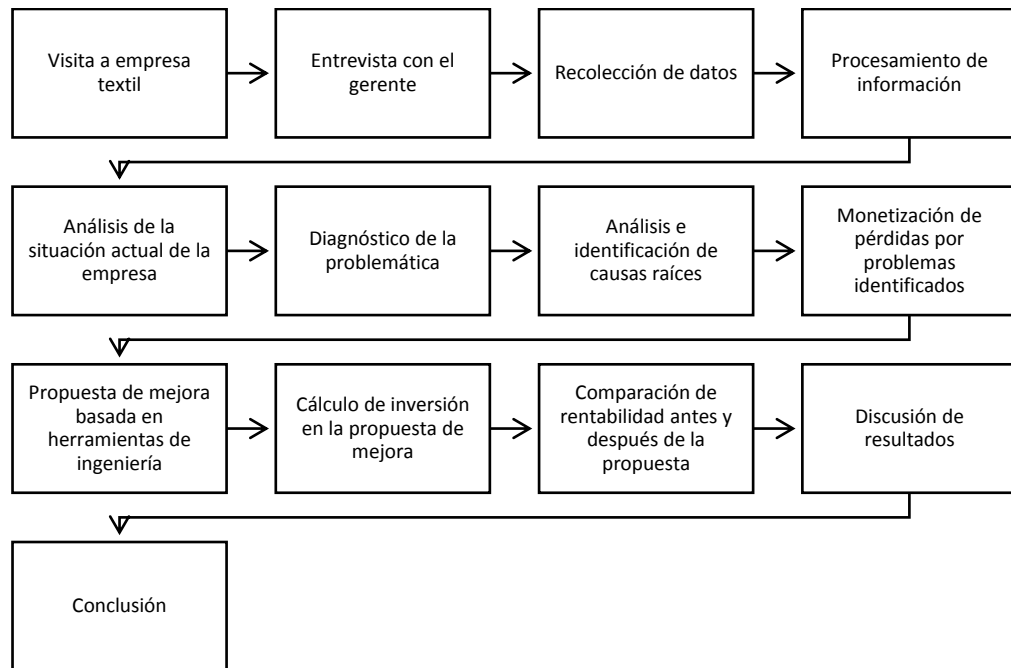
Fuente. Elaboración propia

Procesamiento de información

Microsoft Office Excel es la herramienta utilizada en la presente investigación. Con ella se han podido aplicar funciones para el cálculo de datos necesarios para la medición del impacto de la propuesta de mejora.

2.3.Procedimiento

Figura 6. Procedimiento de trabajo en una empresa de confecciones



Fuente. Elaboración Propia

2.3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

2.3.1.1. Generalidades de la empresa

La empresa en estudio está ubicada en la calle Huáscar, urbanización Santa María. Confecciona principalmente polos y ropa de dormir.

Misión

Somos una empresa de confecciones que ofrecemos productos textiles y servicios de excelente calidad, satisfaciendo a nuestros clientes mediante asesoría directa, utilizando tecnología de altos niveles de calidad, eficiencia y dinamismo empresarial.

Visión.

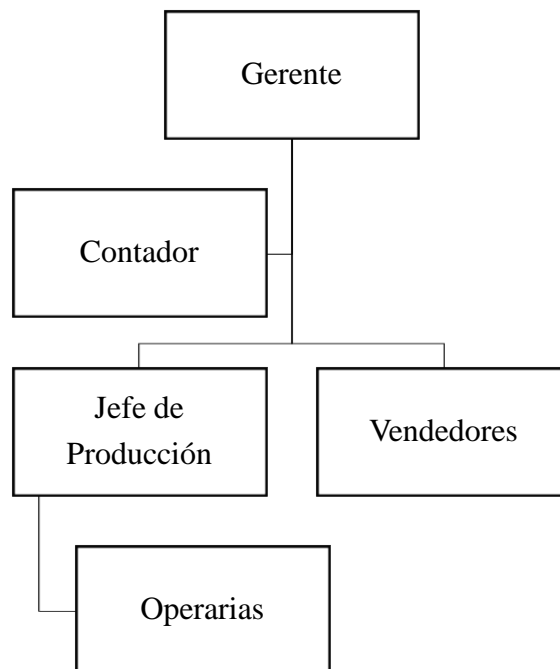
Ser una empresa textil integrada, líderes en productos y servicios de óptima calidad, comprometidos con la complacencia de nuestros clientes nacionales e internacionales, contribuyendo al desarrollo de la comunidad.

A. Principales competidores

- Boston
- Alvatex Confecciones
- Confecciones Santa Teresita
- Confecciones Jared.

B. Organigrama

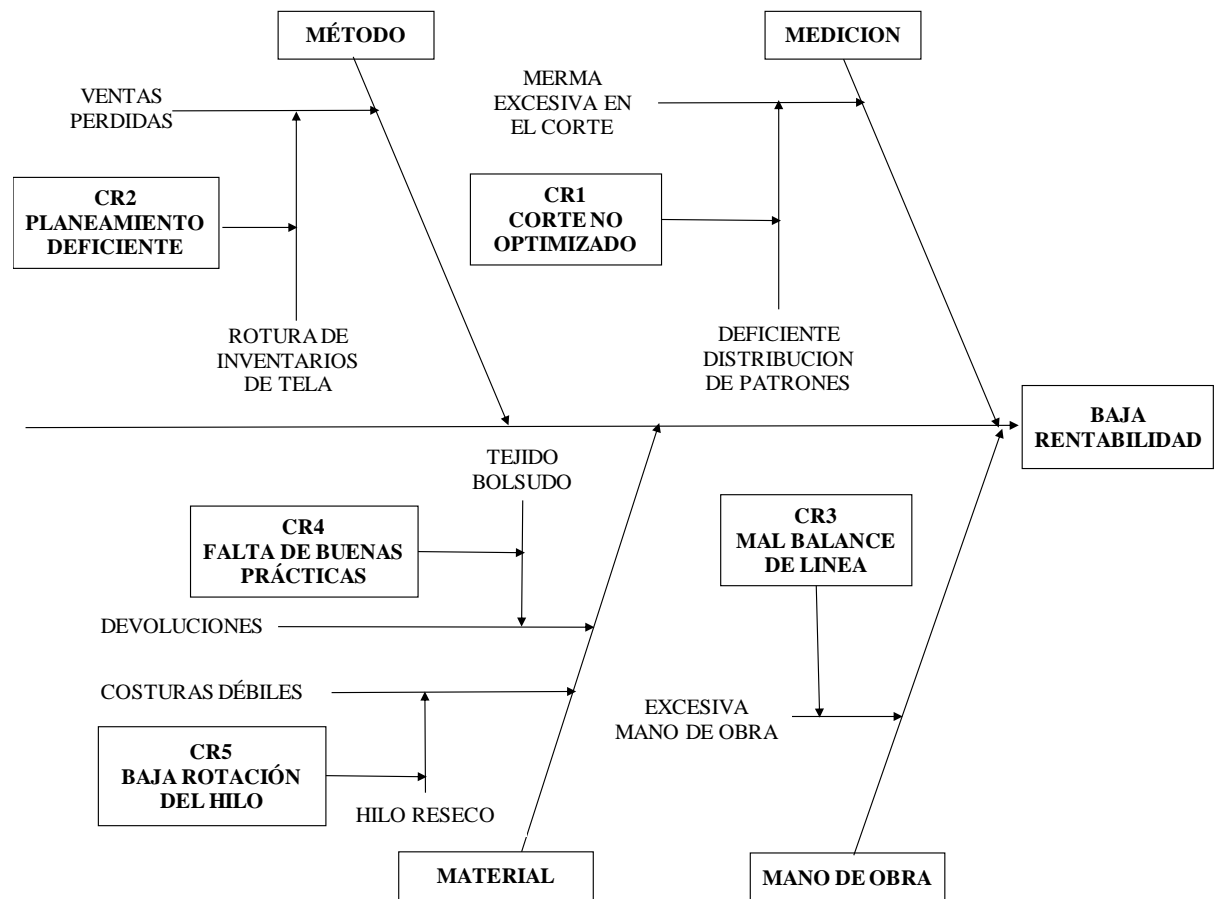
*Fi
gu
ra
7.
Or
ga
nig
ra
ma
de
la
em
pre
sa*



Fuente: Empresa textil

2.3.1.2. Diagnóstico del área problemática

Figura 8. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Priorización de causas raíces

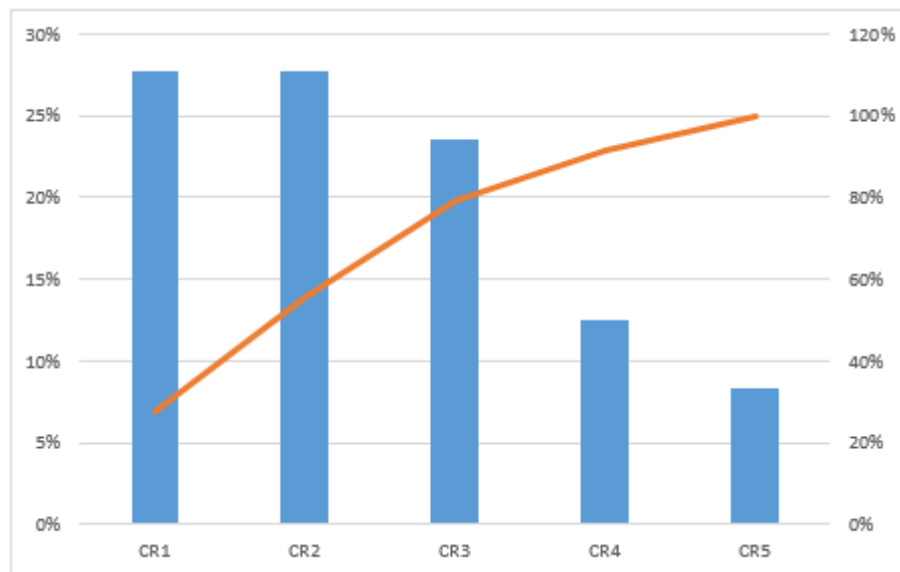
Se realizó de acuerdo al criterio de los directivos de la empresa, como se muestra a continuación:

Tabla 7. Opinión de los directivos de la empresa

Causa Raíz	Gerente	Jefe de Producción	Vendedor	Contador	Total	Total acumulado	%	% Acumulado
CR1 Corte no optimizado	5	5	5	5	20	20	28%	28%
CR2 Planeamiento deficiente	5	5	5	5	20	40	28%	56%
CR3 Mal balance de línea	5	4	4	4	17	57	24%	79%
CR4 Falta de buenas prácticas	3	2	2	2	9	66	13%	92%
CR5 Baja rotación de hilo	2	2	1	1	6	72	8%	100%

Fuente. Directivos de la empresa

Figura 9. Pareto de causas raíces de la problemática



Fuente: Elaboración propia

2.3.1.3. Identificación de indicadores

Figura 10. Identificación de indicadores

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR1	Corte no optimizado	% mermas de tela	$100\% - \frac{\text{Total tela útil}}{\text{Total de tela utilizada}}\%$	$100\% - \frac{7386 \text{ Kg}}{8,073 \text{ Kg}} = 8.5\%$	S/ 20,586.28	4.95%	S/ 11,988.48	S/ 8,597.80	Simulación	Software Corte7	Software Corte7 y capacitación S/3,000
CR2	Planeamiento deficiente	% Ventas perdidas	$\frac{\text{Ventas perdidas}}{\text{Ventas comprometidas}}\%$	$\frac{5,584}{57,275} = 9.75\%$	S/ 9,375.81	$\frac{1,609}{57,275} = 2.81\%$	S/ 2,756.21	S/ 6,619.61	Gestión de stocks	Proyección de la demanda MRP	Computadora y capacitación S/3,000
CR3	Mal balance de línea	Productividad T-Shirts/H-H	$\frac{T - \text{Shirts producidos}}{\text{Total H} - \text{H Pagadas}}$ $\frac{\text{Costo mano obra}}{T - \text{Shirt}}$	$\frac{51,271}{73 \text{ h} \times 80 \text{ Hr}} = 8.8$ $\frac{S/6}{8.78} = S/0.68$	S/35,040.00	$\frac{51,271}{57 \times 80 \text{ Hr}} = 11.2$ $\frac{S/6}{11.2} = S/0.53$	S/27,360.00	S/ 7,680.00	Estudio del trabajo	Balance de línea Metodo de Muther	Adecuación del Layout S/2,500

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Solución propuesta

2.3.2.1. Descripción de causas raíces

CR1: Corte no optimizado

Se colocan los patrones de las piezas componentes de los *t-shirts*, en sus diferentes tallas, en función del requerimiento de la demanda. Estos patrones trazados en cartulina, se ubican en función de la experiencia del operario encargado del corte y sin criterios de optimización. Generalmente se pierde una cantidad excesiva como recortes. En el 2019 el desperdicio por este concepto fue 686 Kilos. Como el costo por kilo de *polycotton* es S/30, el perjuicio fue S/20,586.

CR2: Planeamiento deficiente

El planeamiento de producción y de los materiales involucrados es empírico. Se basa principalmente en la opinión de los vendedores y no tiene en cuenta la data histórica. Por este motivo, hubo rotura de inventario de producto terminado que ocasionó se frustró la venta de 5,584 polos, ocasionando una pérdida de S/ 9,375 en la empresa.

CR3: Mal balance de línea

Al no estar balanceada su línea de producción, incurre en exceso de mano de obra injustificada. De esta manera, en el 2019 tuvo un exceso de 1,280 horas.

El impacto económico (exceso de horas-hombre) que ocasionó fue S/ 7,680. La productividad actual es 8.78 *T-Shirts/HH*.

2.3.2.2. Monetización de pérdidas

Tabla 8. *Monetización de pérdidas*

N°	Causa Raíz	Descripción de monetización	Pérdida
CR1	Corte no optimizado	686 kg de desperdicio de tela al precio de S/30 por kg	S/ 20,586
CR2	Planeamiento deficiente	Venta frustrada de 5,584 polos con utilidad unitaria de S/ 2.19, S/ 1.91 y S/ 1.38 (en las tallas L, M y S respectivamente)	S/ 9,375
CR3	Mal balance de línea	Se contrataron 16 operarios en exceso, ya que se consideraron empíricamente 73 en lugar de 57, por 80 horas a S/ 6 cada hora. Así mismo cuentan con una productividad de 8.78 t-shirt/H-H	S/ 35,040

Fuente. Elaboración propia

2.3.2.3. Solución propuesta

CR1: Corte no optimizado

Se propone el uso del *software* Corte7. En la presente tesis se usó la *versión 7.2.8 Demo: Copyright ©2014 apb Software*.

Figura 11. Corte7 descripción



Fuente: <https://www.corteoptimo.com/>

Para su uso es necesario ingresar datos como las dimensiones de la tela que se utilizará. En este caso el ancho de la tela es 1800 mm y el largo 8,140 mm, que estará desplegada sobre la mesa de corte

Tabla 9. Datos para Corte7

Materiales														
ID	Formato								Resultados					
	Largo	Ancho	Cantidad	Código	Descripción	Activo	Costo	Grupo	Real	Area total	Aprov	Sobra	Reuti	Costo total
1	8140	1800	1			si			1	14.652 m2	95.05	4.95		

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se alimentan las dimensiones y cantidades a producir, de cada una de las diferentes piezas de los t-shirts.

Tabla 10. Resultados Corte7

Libro de Excel generado con Corte 7, copia evaluativa, ID de Producto 81340686

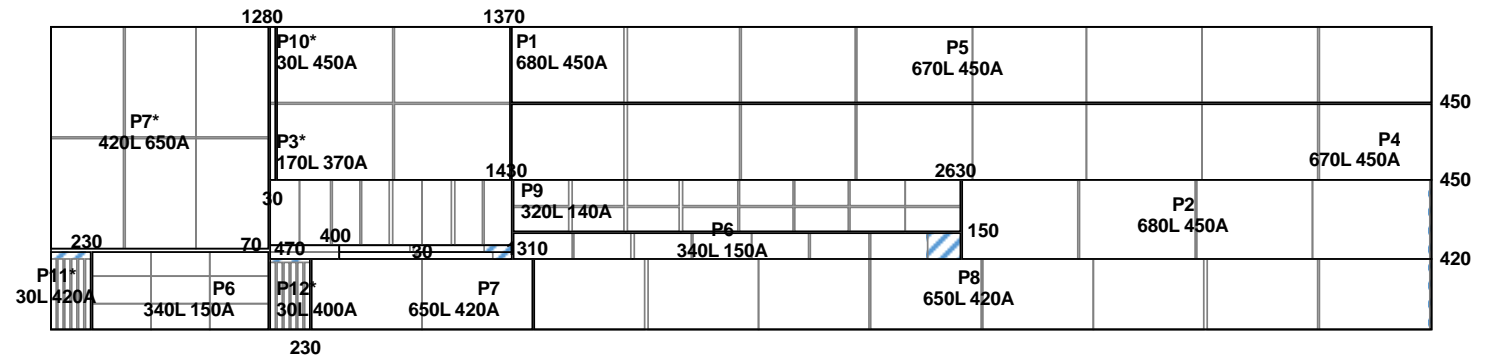
Piezas												
ID	Formato							Resultados				
	Largo	Ancho	Cantidad	Código	Descripción	Activo	Grupo	Real	Area total	Aprov	Costo total	
1	680	450	4	A	Pecho L	si		4	1.224 m2	8.79		
2	680	450	4	B	Espalda L	si		4	1.224 m2	8.79		
3	370	170	8	C	Manga L	si		8	0.5032 m2	3.61		
4	670	450	8	D	Pecho M	si		8	2.412 m2	17.32		
5	670	450	8	E	Espalda M	si		8	2.412 m2	17.32		
6	340	150	16	F	Manga M	si		16	0.816 m2	5.86		
7	650	420	8	G	Pecho S	si		8	2.184 m2	15.68		
8	650	420	8	H	Espalda S	si		8	2.184 m2	15.68		
9	320	140	16	I	Manga S	si		16	0.7168 m2	5.15		
10	450	30	4	J	Cuello L	si		4	0.054 m2	0.39		
11	420	30	8	K	Cuello M	si		8	0.1008 m2	0.72		
12	400	30	8	L	Cuello S	si		8	0.096 m2	0.69		

Fuente: Elaboración propia

En esta muestra, se ha considerado producir cuatro (04) *t-shirts large*; ocho (08) *t-shirts médium* y ocho (08) *t-shirts small*.

De inmediato se activa el software y se obtiene la siguiente disposición de los patrones sobre la tela.

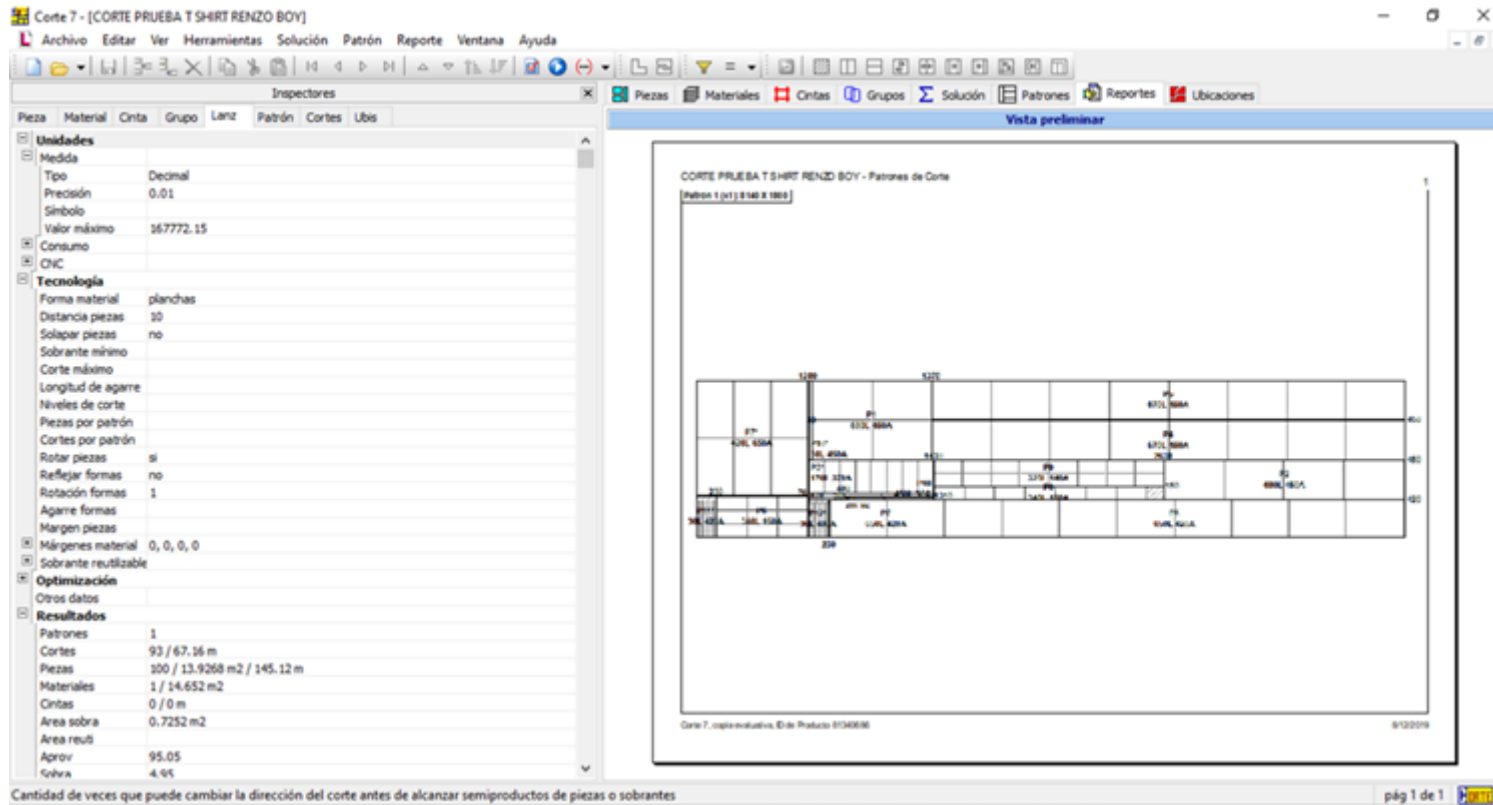
Figura 12. Layout de corte con software Corte7



Fuente: Elaboración propia

Los datos de aprovechamiento en el corte, se obtienen de la siguiente figura.

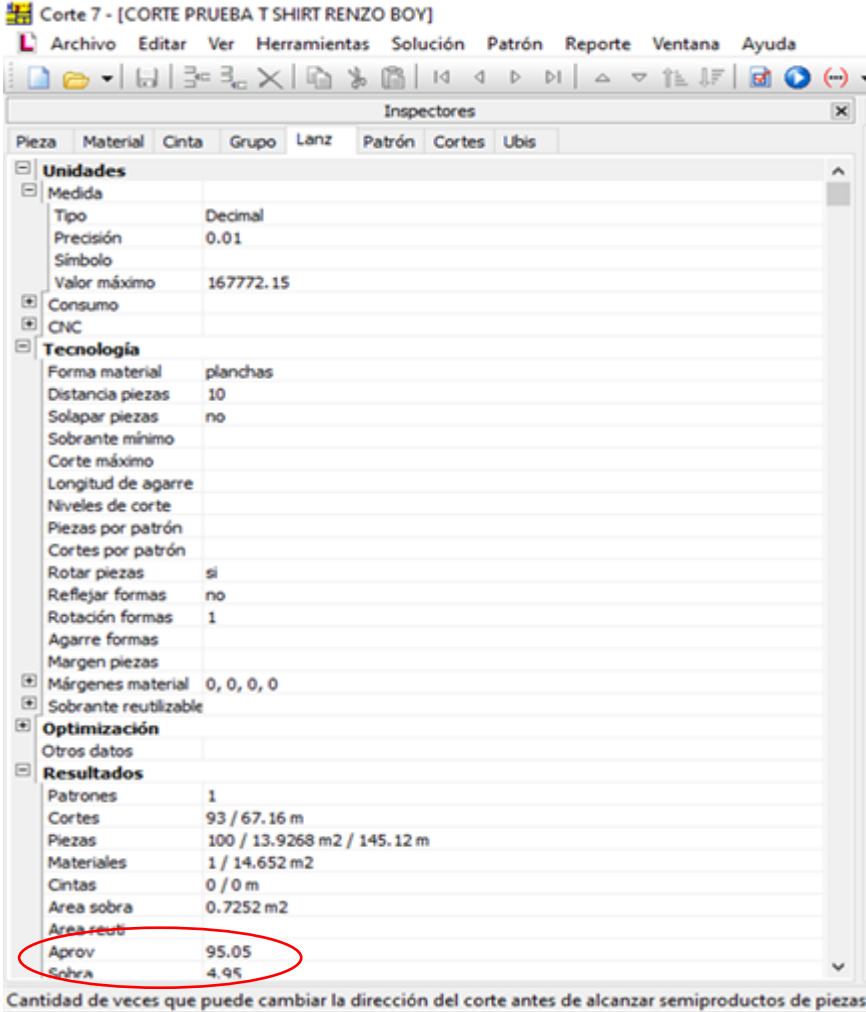
Figura 13. Datos de aprovechamiento de corte con software



Fuente: Elaboración propia

Un acercamiento a los datos, se tiene seguidamente

Figura 14. Detalle de datos en software



Corte 7 - [CORTE PRUEBA T SHIRT RENZO BOY]

Archivo Editar Ver Herramientas Solución Patrón Reporte Ventana Ayuda

Inspectores

Pieza Material Cinta Grupo Lanz Patrón Cortes Ubis

Unidades	
Medida	
Tipo	Decimal
Precisión	0.01
Símbolo	
Valor máximo	167772.15
Consumo	
CNC	
Tecnología	
Forma material	planchas
Distancia piezas	10
Solapar piezas	no
Sobranete mínimo	
Corte máximo	
Longitud de agarre	
Niveles de corte	
Piezas por patrón	
Cortes por patrón	
Rotar piezas	si
Reflejar formas	no
Rotación formas	1
Agarre formas	
Margen piezas	
Márgenes material	0, 0, 0, 0
Sobranete reutilizable	
Optimización	
Otros datos	
Resultados	
Patrones	1
Cortes	93 / 67.16 m
Piezas	100 / 13.9268 m2 / 145.12 m
Materiales	1 / 14.652 m2
Cintas	0 / 0 m
Area sobra	0.7252 m2
Area seut	
Aprov	95.05
Sobra	4.95

Cantidad de veces que puede cambiar la dirección del corte antes de alcanzar semiproductos de piezas

Fuente: Elaboración propia

La solución que da el Corte7 es la siguiente:

Tabla 11. Solución Corte7

Solución																				
Patrón		Material			Resultados				Piezas/Patrón											
ID	Largo	Ancho	Grupo	Aprov	Sobra	Reuti	Repetición	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
1	8140	1800		95.05	4.95		1	4	4	8	8	8	16	8	8	16	4	8	8	
Totales							1	4	4	8	8	8	16	8	8	16	4	8	8	
Totales(%)				95.05	4.95			8.79	8.79	3.61	17.32	17.32	5.86	15.68	15.68	5.15	0.39	0.72	0.69	

Fuente: Elaboración propia

La distribución propuesta por el software tiene un aprovechamiento de la tela es 95.05% y las merma de 4.95% es 0.7252 M2

CR2: Planeamiento deficiente

Se analizó la información existente de los años 2017, 2018 y 2019. La propuesta de mejora es sobre el 2019 y de las ventas perdidas por desabastecimiento en ese año. Se comparará el resultado real contra lo que hubiese sido de haber empleado un procedimiento de planeamiento técnico. En este caso, la proyección de la demanda por el método estacional, en atención a que las ventas guardan patrones definidos.

Esto se definió calculando el MAD tanto para el uso de pronóstico estacional y regresión cuadrática en cada talla, tal como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 12. Cálculo del MAD de proyección estacional en T-shirt talla Large

(X)	MES	VENTA REAL (At)	ÍNDICE	PROYECCIÓN ESTACIONAL (Ft)	PROYECCIÓN LINEAL	[At - Ft]	Σ[At - Ft]	Σ[At - Ft]/X	(At - Ft)	Σ(At - Ft)	Σ(At - Ft)/MAD
						ERROR ABSOLUTO	Σ ERROR ABSOLUTO	MAD ERROR ABSOLUTO MEDIO	ERROR NORMAL	Σ ERROR NORMAL	SEÑAL DE RASTREO
1	Ene	710	0.86	682	790	27.55	27.55	27.55	27.55	27.55	1.000
2	Feb	760	0.91	722	795	37.93	65.47	32.74	37.93	65.47	2.000
3	Mar	1050	1.29	1035	800	14.97	80.44	26.81	14.97	80.44	3.000
4	Abr	980	1.16	938	805	42.31	122.76	30.69	42.31	122.76	4.000
5	May	1000	1.21	977	811	22.79	145.55	29.11	22.79	145.55	5.000
6	Jun	710	0.86	698	816	11.90	157.44	26.24	11.90	157.44	6.000
7	Jul	820	1.00	819	821	1.48	158.92	22.70	1.48	158.92	7.000
8	Ago	860	0.92	761	827	99.39	258.31	32.29	99.39	258.31	8.000
9	Set	660	0.81	675	832	14.99	273.30	30.37	- 14.99	243.33	8.013
10	Oct	450	0.57	477	837	27.46	300.76	30.08	- 27.46	215.86	7.177
11	Nov	730	1.13	951	842	221.05	521.81	47.44	- 221.05	- 5.18	- 0.109
12	Dic	900	1.28	1087	848	186.61	708.42	59.04	- 186.61	- 191.80	- 3.249
13	Ene	760	0.86	737	853	22.71	731.14	56.24	- 22.71	- 169.08	- 3.006
14	Feb	785	0.91	780	858	5.30	736.43	52.60	- 5.30	- 163.79	- 3.114
15	Mar	1150	1.29	1117	864	32.90	769.34	51.29	- 32.90	- 130.88	- 2.552
16	Abr	1000	1.16	1012	869	11.54	780.88	48.80	- 11.54	- 142.43	- 2.918
17	May	1050	1.21	1054	874	3.68	784.56	46.15	- 3.68	- 146.10	- 3.166
18	Jun	745	0.86	752	879	7.38	791.93	44.00	- 7.38	- 153.48	- 3.488
19	Jul	875	1.00	882	885	6.75	798.68	42.04	- 6.75	- 160.23	- 3.812
20	Ago	705	0.92	819	890	113.99	912.67	45.63	- 113.99	- 274.22	- 6.009
21	Set	720	0.81	726	895	6.46	919.13	43.77	- 6.46	- 280.68	- 6.413
22	Oct	520	0.57	514	901	6.35	925.48	42.07	- 6.35	- 274.32	- 6.521
23	Nov	1190	1.13	1023	906	167.33	1,092.82	47.51	- 167.33	- 106.99	- 2.252
24	Dic	1280	1.28	1168	911	112.07	1,204.89	50.20	112.07	5.08	0.101
25	Ene		0.86	792	917						
26	Feb		0.908	837	922						
27	Mar		1.293	1199	927						
28	Abr		1.164	1085	932						
29	May		1.205	1130	938						
30	Jun		0.855	807	943						
31	Jul		0.997	945	948						
32	Ago		0.920	877	954						
33	Set		0.811	778	959						
34	Oct		0.570	550	964						
35	Nov		1.129	1094	969						
36	Dic		1.282	1249	975						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Cálculo del MAD de la proyección por regresión cuadrática en T-shirt talla Large

(X)	MES	VENTA REAL (At)	ÍNDICE	PROYECCIÓN LINEAL (Ft)	[At - Ft]	Σ[At - Ft]	Σ[At - Ft]/X	(At - Ft)	Σ(At - Ft)	Σ(At - Ft)/MAD
					ERROR ABSOLUTO	Σ ERROR ABSOLUTO	MAD ERROR ABSOLUTO MEDIO	ERROR NORMAL	Σ ERROR NORMAL	SEÑAL DE RASTREO
1	Ene	710		790	79.62	79.62	79.62	- 79.62	- 79.62	- 1.000
2	Feb	760		795	34.90	114.52	57.26	- 34.90	- 114.52	- 2.000
3	Mar	1050		800	249.81	364.33	121.44	249.81	135.29	1.114
4	Abr	980		805	174.52	538.85	134.71	174.52	309.81	2.300
5	May	1000		811	189.24	728.09	145.62	189.24	499.05	3.427
6	Jun	710		816	106.05	834.14	139.02	- 106.05	392.99	2.827
7	Jul	820		821	1.34	835.48	119.35	- 1.34	391.65	3.281
8	Ago	860		827	33.37	868.85	108.61	33.37	425.03	3.913
9	Set	660		832	171.91	1,040.77	115.64	- 171.91	253.12	2.189
10	Oct	450		837	387.20	1,427.97	142.80	- 387.20	134.09	- 0.939
11	Nov	730		842	112.49	1,540.45	140.04	- 112.49	246.57	- 1.761
12	Dic	900		848	52.23	1,592.68	132.72	52.23	194.35	- 1.464
13	Ene	760		853	93.06	1,685.74	129.67	- 93.06	287.41	- 2.216
14	Feb	785		858	73.35	1,759.09	125.65	- 73.35	360.76	- 2.871
15	Mar	1150		864	286.37	2,045.45	136.36	286.37	74.39	- 0.546
16	Abr	1000		869	131.08	2,176.53	136.03	131.08	56.69	0.417
17	May	1050		874	175.79	2,352.32	138.37	175.79	232.48	1.680
18	Jun	745		879	134.50	2,486.82	138.16	- 134.50	97.98	0.709
19	Jul	875		885	9.78	2,496.60	131.40	- 9.78	88.20	0.671
20	Ago	705		890	185.07	2,681.67	134.08	- 185.07	96.87	- 0.722
21	Set	720		895	175.36	2,857.03	136.05	- 175.36	272.23	- 2.001
22	Oct	520		901	380.64	3,237.67	147.17	- 380.64	652.87	- 4.436
23	Nov	1190		906	284.07	3,521.74	153.12	284.07	368.80	- 2.409
24	Dic	1280		911	368.78	3,890.52	162.11	368.78	0.02	- 0.000
25	Ene			917						
26	Feb			922						
27	Mar			927						
28	Abr			932						
29	May			938						
30	Jun			943						
31	Jul			948						
32	Ago			954						
33	Set			959						
34	Oct			964						
35	Nov			969						
36	Dic			975						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Cálculo del MAD de proyección estacional en T-shirt talla Medium

(X)	MES	VENTA REAL (At)	ÍNDICE	PROYECCIÓN ESTACIONAL (Ft)	PROYECCIÓN LINEAL	[At - Ft]	Σ[At - Ft]	Σ[At - Ft]/X	(At - Ft)	Σ(At - Ft)	Σ(At - Ft)/MAD
						ERROR ABSOLUTO	Σ ERROR ABSOLUTO	MAD ERROR ABSOLUTO MEDIO	ERROR NORMAL	Σ ERROR NORMAL	SEÑAL DE RASTREO
1	Ene	1150	0.709	1,201	1,693	51.09	51.09	51.09 -	51.09 -	51.09 -	1.000
2	Feb	1300	0.782	1,326	1,695	26.01	77.10	38.55 -	26.01 -	77.10 -	2.000
3	Mar	2410	1.436	2,436	1,696	25.91	103.00	34.33 -	25.91 -	103.00 -	3.000
4	Abr	2250	1.345	2,284	1,698	33.99	136.99	34.25 -	33.99 -	136.99 -	4.000
5	May	2050	1.220	2,072	1,699	22.19	159.18	31.84 -	22.19 -	159.18 -	5.000
6	Jun	1300	0.775	1,318	1,700	17.94	177.12	29.52 -	17.94 -	177.12 -	6.000
7	Jul	1680	1.003	1,707	1,702	27.26	204.38	29.20 -	27.26 -	204.38 -	7.000
8	Ago	1810	1.082	1,843	1,703	33.16	237.55	29.69 -	33.16 -	237.55 -	8.000
9	Set	1480	0.886	1,511	1,705	30.64	268.18	29.80 -	30.64 -	268.18 -	9.000
10	Oct	1395	0.820	1,400	1,706	4.61	272.79	27.28 -	4.61 -	272.79 -	10.000
11	Nov	1485	0.879	1,501	1,707	15.63	288.42	26.22 -	15.63 -	288.42 -	11.000
12	Dic	1780	1.062	1,814	1,709	34.22	322.64	26.89 -	34.22 -	322.64 -	12.000
13	Ene	1275	0.709	1,213	1,710	62.03	384.67	29.59	62.03 -	260.61 -	8.807
14	Feb	1375	0.782	1,339	1,712	35.89	420.56	30.04	35.89 -	224.72 -	7.481
15	Mar	2500	1.436	2,460	1,713	40.04	460.60	30.71	40.04 -	184.67 -	6.014
16	Abr	2350	1.345	2,307	1,714	43.48	504.08	31.51	43.48 -	141.19 -	4.482
17	May	2120	1.220	2,093	1,716	27.39	531.47	31.26	27.39 -	113.81 -	3.640
18	Jun	1350	0.775	1,331	1,717	19.08	550.55	30.59	19.08 -	94.73 -	3.097
19	Jul	1750	1.003	1,724	1,719	25.94	576.48	30.34	25.94 -	68.79 -	2.267
20	Ago	1890	1.082	1,861	1,720	28.71	605.19	30.26	28.71 -	40.08 -	1.325
21	Set	1550	0.886	1,525	1,721	24.52	629.71	29.99	24.52 -	15.56 -	0.519
22	Oct	1410	0.820	1,413	1,723	3.35	633.06	28.78 -	3.35 -	18.91 -	0.657
23	Nov	1520	0.879	1,515	1,724	4.65	637.71	27.73	4.65 -	14.26 -	0.514
24	Dic	1850	1.062	1,832	1,726	18.00	655.71	27.32	18.00	3.74	0.137
25	Ene		0.709	1,225	1,727						
26	Feb		0.782	1,352	1,728						
27	Mar		1.436	2,484	1,730						
28	Abr		1.345	2,329	1,731						
29	May		1.220	2,113	1,733						
30	Jun		0.775	1,344	1,734						
31	Jul		1.003	1,741	1,735						
32	Ago		1.082	1,879	1,737						
33	Set		0.886	1,540	1,738						
34	Oct		0.820	1,427	1,740						
35	Nov		0.879	1,530	1,741						
36	Dic		1.062	1,850	1,742						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Cálculo del MAD de proyección por regresión cuadrática en T-shirt talla Medium

(X)	MES	VENTA REAL (At)	ÍNDICE	PROYECCIÓN LINEAL (Ft)	[At - Ft]	Σ[At - Ft]	Σ[At - Ft]/X	(At - Ft)	Σ(At - Ft)	Σ(At - Ft)/MAD		
					ERROR ABSOLUTO	Σ ERROR ABSOLUTO	MAD ERROR ABSOLUTO	ERROR NORMAL	Σ ERROR NORMAL	SEÑAL DE RASTREO		
1	Ene	1150	0.626	1,693	543.50	543.50	543.50	- 543.50	-	543.50	-	1.000
2	Feb	1300	0.820	1,695	394.89	938.39	469.19	- 394.89	-	394.89	-	0.842
3	Mar	2410	1.411	1,696	713.71	1,652.10	550.70	713.71		713.71		1.296
4	Abr	2250	1.405	1,698	552.32	2,204.42	551.10	552.32		552.32		1.002
5	May	2050	1.183	1,699	350.92	2,555.34	511.07	350.92		350.92		0.687
6	Jun	1300	0.738	1,700	400.47	2,955.81	492.64	- 400.47	-	400.47	-	0.813
7	Jul	1680	1.058	1,702	21.87	2,977.68	425.38	- 21.87	-	21.87	-	0.051
8	Ago	1810	1.049	1,703	106.73	3,084.42	385.55	106.73		106.73		0.277
9	Set	1480	0.932	1,705	224.66	3,309.08	367.68	- 224.66	-	224.66	-	0.611
10	Oct	1395	0.882	1,706	311.06	3,620.14	362.01	- 311.06	-	311.06	-	0.859
11	Nov	1485	0.829	1,707	222.45	3,842.59	349.33	- 222.45	-	222.45	-	0.637
12	Dic	1780	1.067	1,709	71.15	3,913.74	326.14	71.15		71.15		0.218
13	Ene	1275	0.626	1,710	435.24	4,348.98	334.54	- 435.24	-	435.24	-	1.301
14	Feb	1375	0.820	1,712	336.64	4,685.62	334.69	- 336.64	-	336.64	-	1.006
15	Mar	2500	1.411	1,713	786.96	5,472.59	364.84	786.96		786.96		2.157
16	Abr	2350	1.405	1,714	635.57	6,108.16	381.76	635.57		635.57		1.665
17	May	2120	1.183	1,716	404.17	6,512.33	383.08	404.17		404.17		1.055
18	Jun	1350	0.738	1,717	367.22	6,879.55	382.20	- 367.22	-	367.22	-	0.961
19	Jul	1750	1.058	1,719	31.38	6,910.93	363.73	31.38		31.38		0.086
20	Ago	1890	1.049	1,720	169.99	7,080.92	354.05	169.99		169.99		0.480
21	Set	1550	0.932	1,721	171.41	7,252.33	345.35	- 171.41	-	171.41	-	0.496
22	Oct	1410	0.882	1,723	312.81	7,565.14	343.87	- 312.81	-	312.81	-	0.910
23	Nov	1520	0.829	1,724	204.20	7,769.34	337.80	- 204.20	-	204.20	-	0.605
24	Dic	1850	1.067	1,726	124.40	7,893.74	328.91	124.40		124.40		0.378
25	Ene			1,727								
26	Feb			1,728								
27	Mar			1,730								
28	Abr			1,731								
29	May			1,733								
30	Jun			1,734								
31	Jul			1,735								
32	Ago			1,737								
33	Set			1,738								
34	Oct			1,740								
35	Nov			1,741								
36	Dic			1,742								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Cálculo del MAD de proyección estacional en T-shirt talla Small

(X)	MES	VENTA REAL (At)	ÍNDICE	PROYECCIÓN ESTACIONAL (Ft)	PROYECCIÓN LINEAL	[At - Ft]	Σ[At - Ft]	Σ[At - Ft]/X	(At - Ft)	Σ(At - Ft)	Σ(At - Ft)/MAD
						ERROR ABSOLUTO	Σ ERROR ABSOLUTO	MAD ERROR ABSOLUTO	ERROR NORMAL	Σ ERROR NORMAL	SEÑAL DE RASTREO
1	Ene	980	0.63	1,041	1,663	61.02	61.02	61.02	- 61.02	- 61.02	- 1.000
2	Feb	1380	0.82	1,366	1,666	13.68	74.70	37.35	13.68	- 47.33	- 1.267
3	Mar	2375	1.41	2,355	1,669	19.65	94.35	31.45	19.65	- 27.69	- 0.880
4	Abr	2330	1.41	2,350	1,673	20.22	114.57	28.64	- 20.22	- 47.91	- 1.673
5	May	1975	1.18	1,983	1,676	7.95	122.52	24.50	- 7.95	- 55.85	- 2.280
6	Jun	1210	0.74	1,239	1,679	29.03	151.54	25.26	- 29.03	- 84.88	- 3.361
7	Jul	1790	1.06	1,781	1,683	9.38	160.92	22.99	9.38	- 75.51	- 3.284
8	Ago	1720	1.05	1,769	1,686	49.28	210.20	26.28	- 49.28	- 124.79	- 4.749
9	Set	1520	0.93	1,574	1,689	54.15	264.35	29.37	- 54.15	- 178.93	- 6.092
10	Oct	1480	0.88	1,493	1,693	12.67	277.02	27.70	- 12.67	- 191.60	- 6.917
11	Nov	1380	0.83	1,406	1,696	25.87	302.89	27.54	- 25.87	- 217.47	- 7.898
12	Dic	1780	1.07	1,813	1,699	33.24	336.13	28.01	- 33.24	- 250.71	- 8.951
13	Ene	1150	0.63	1,066	1,703	83.95	420.07	32.31	83.95	- 166.76	- 5.161
14	Feb	1410	0.82	1,399	1,706	10.89	430.96	30.78	10.89	- 155.87	- 5.064
15	Mar	2425	1.41	2,412	1,709	13.22	444.18	29.61	13.22	- 142.65	- 4.817
16	Abr	2450	1.41	2,406	1,713	43.59	487.77	30.49	43.59	- 99.06	- 3.249
17	May	2050	1.18	2,030	1,716	19.74	507.51	29.85	19.74	- 79.32	- 2.657
18	Jun	1300	0.74	1,269	1,719	31.47	538.98	29.94	31.47	- 47.86	- 1.598
19	Jul	1810	1.06	1,823	1,723	12.94	551.91	29.05	- 12.94	- 60.80	- 2.093
20	Ago	1850	1.05	1,811	1,726	38.76	590.67	29.53	38.76	- 22.04	- 0.746
21	Set	1650	0.93	1,611	1,729	38.59	629.26	29.96	38.59	16.55	0.552
22	Oct	1520	0.88	1,528	1,733	7.93	637.19	28.96	- 7.93	8.62	0.298
23	Nov	1440	0.83	1,439	1,736	0.98	638.17	27.75	0.98	9.60	0.346
24	Dic	1850	1.07	1,856	1,739	5.91	644.08	26.84	- 5.91	3.69	0.138
25	Ene		0.63	1,091	1,743						
26	Feb		0.82	1,432	1,746						
27	Mar		1.41	2,468	1,749						
28	Abr		1.41	2,463	1,753						
29	May		1.18	2,078	1,756						
30	Jun		0.74	1,298	1,759						
31	Jul		1.06	1,865	1,763						
32	Ago		1.05	1,853	1,766						
33	Set		0.93	1,649	1,769						
34	Oct		0.88	1,563	1,773						
35	Nov		0.83	1,472	1,776						
36	Dic		1.07	1,899	1,779						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Cálculo del MAD de proyección por regresión cuadrática en T-shirt talla Small

(X)	MES	VENTA REAL (At)	ÍNDICE	PROYECCIÓN LINEAL (Ft)	[At - Ft]	Σ[At - Ft]	Σ[At - Ft]/X	(At - Ft)	Σ(At - Ft)	Σ(At - Ft)/MAD
					ERROR ABSOLUTO	Σ ERROR ABSOLUTO	MAD ERROR ABSOLUTO	ERROR NORMAL	Σ ERROR NORMAL	SEÑAL DE RASTREO
1	Ene	980	0.626	1,663	682.73	682.73	682.73	-682.73	-682.73	1.000
2	Feb	1380	0.820	1,666	286.07	968.80	484.40	-286.07	-286.07	0.591
3	Mar	2375	1.411	1,669	705.60	1,674.40	558.13	705.60	705.60	1.264
4	Abr	2330	1.405	1,673	657.27	2,331.67	582.92	657.27	657.27	1.128
5	May	1975	1.183	1,676	298.94	2,630.61	526.12	298.94	298.94	0.568
6	Jun	1210	0.738	1,679	469.40	3,100.00	516.67	-469.40	-469.40	0.909
7	Jul	1790	1.058	1,683	107.27	3,207.27	458.18	107.27	107.27	0.234
8	Ago	1720	1.049	1,686	33.94	3,241.21	405.15	33.94	33.94	0.084
9	Set	1520	0.932	1,689	169.39	3,410.61	378.96	-169.39	-169.39	0.447
10	Oct	1480	0.882	1,693	212.73	3,623.33	362.33	-212.73	-212.73	0.587
11	Nov	1380	0.829	1,696	316.06	3,939.39	358.13	-316.06	-316.06	0.883
12	Dic	1780	1.067	1,699	80.61	4,020.00	335.00	80.61	80.61	0.241
13	Ene	1150	0.626	1,703	552.72	4,572.72	351.75	-552.72	-552.72	1.571
14	Feb	1410	0.820	1,706	296.06	4,868.78	347.77	-296.06	-296.06	0.851
15	Mar	2425	1.411	1,709	715.61	5,584.39	372.29	715.61	715.61	1.922
16	Abr	2450	1.405	1,713	737.28	6,321.67	395.10	737.28	737.28	1.866
17	May	2050	1.183	1,716	333.95	6,655.62	391.51	333.95	333.95	0.853
18	Jun	1300	0.738	1,719	419.39	7,075.00	393.06	-419.39	-419.39	1.067
19	Jul	1810	1.058	1,723	87.28	7,162.28	376.96	87.28	87.28	0.232
20	Ago	1850	1.049	1,726	123.95	7,286.23	364.31	123.95	123.95	0.340
21	Set	1650	0.932	1,729	79.38	7,365.62	350.74	-79.38	-79.38	0.226
22	Oct	1520	0.882	1,733	212.72	7,578.33	344.47	-212.72	-212.72	0.618
23	Nov	1440	0.829	1,736	296.05	7,874.38	342.36	-296.05	-296.05	0.865
24	Dic	1850	1.067	1,739	110.62	7,985.00	332.71	110.62	110.62	0.332
25	Ene			1,743						
26	Feb			1,746						
27	Mar			1,749						
28	Abr			1,753						
29	May			1,756						
30	Jun			1,759						
31	Jul			1,763						
32	Ago			1,766						
33	Set			1,769						
34	Oct			1,773						
35	Nov			1,776						
36	Dic			1,779						

Fuente: Elaboración propia

Con los valores del MAD y la señal de rastreo de ambos métodos, se ha determinado que es más conveniente el uso del pronóstico estacional, por los menores en la mayoría de casos.

Tabla 18. Comparación de métodos de pronóstico

Comparación de métodos de pronóstico utilizados				
Talla	Proyección estacional		Proyección regresión	
	MAD	RASTREO	MAD	RASTREO
Large	50.20	0.1011461	162.11	-0.000123
Medium	27.32	0.1370102	328.91	0.378233
Large	26.84	0.1375029	332.71	0.332476

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se mostrará las ventas reales 2017-2019 de las 3 tallas de t-shirts y sus respectivas líneas de tendencia. A continuación, las estadísticas de ventas de la talla *Large*:

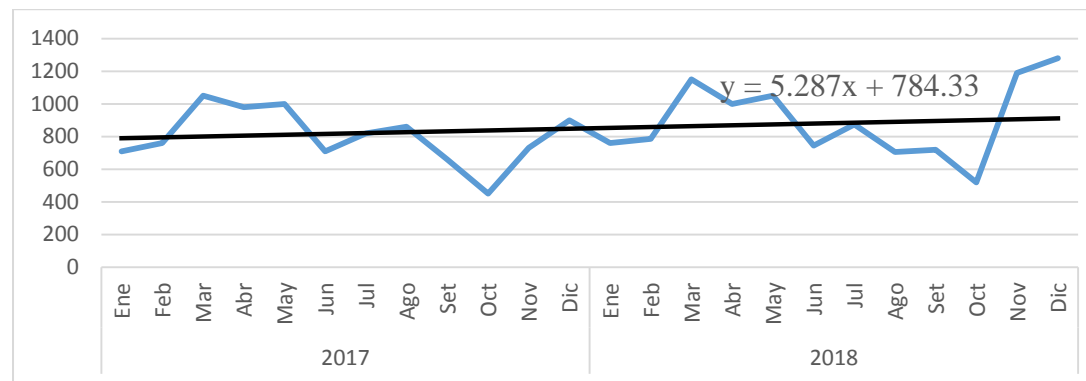
Tabla 19. Ventas 2017 - 2019 T-shirts Talla Large

	2017												2018												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Producción	480	720	1225	968	850	670	700	850	875	550	485	910	500	760	760	1300	1000	900	650	750	900	900	600	500	1180
Ventas solicitadas	710	760	1050	980	1000	710	820	860	660	450	730	900	760	785	1150	1000	1050	745	875	705	720	520	1190	1280	
Ventas atendidas	480	720	1050	980	1000	683	700	850	660	450	730	900	580	760	1150	1000	1050	650	750	705	775	775	645	1020	
Ventas perdidas	230	40	0	0	0	27	120	10	0	0	0	0	180	25	0	0	0	95	125	0	-55	-255	545	260	
Saldo en inventario	0	0	175	163	13	0	0	0	215	315	70	80	0	0	150	150	0	0	0	195	320	145	0	160	

	2019													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
Producción	800	1000	1200	1200	800	700	900	950	800	600	600	1220	10770	Total producción 2019
Ventas solicitadas	810	845	1210	1125	1198	830	950	1020	805	610	1210	1320	850	Promedio Anual 2017-2018
Ventas atendidas	810	845	1210	1125	1170	700	900	950	825	575	600	1160	10870	Total ventas 2019
Ventas perdidas	0	0	0	0	28	130	50	70	-20	35	610	160	1063	Ventas perdidas 2019
Saldo en inventario	150	305	295	370	0	0	0	0	-25	0	0	60	92	Saldo Promedio 2017-2018-2019

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Ventas 2017-2018 T-shirts Talla Large



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se determinan los índices de estacionalidad de la demanda de *t-shirts talla large*.

Tabla 20. Índice de estacionalidad T-shirt talla Large

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Promedio mensual 2017-2018	735	772.5	1100	990	1025	727.5	847.5	782.5	690	485	960	1090
Promedio Anual 2017-2018	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
Índice estacionalidad	0.864	0.908	1.293	1.164	1.205	0.855	0.997	0.920	0.811	0.570	1.129	1.282

Fuente: Elaboración propia

Con la fórmula de la línea de tendencia se obtienen los datos desestacionalizados. Con el índice de estacionalidad se obtienen los datos estacionalizados, más cercanos a la realidad.

Tabla 21. Pronóstico estacional T-shirt Talla Large

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Desestacional	917	922	927	932	938	943	948	954	959	964	969	975
Índice	0.864	0.908	1.293	1.164	1.205	0.855	0.997	0.920	0.811	0.570	1.129	1.282
Estacional	792	837	1199	1085	1130	807	945	877	778	550	1094	1249

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se reemplazará la columna estacional en el cuadro de ventas para el año 2019.

Tabla 22. Ventas 2017 - 2019 T-shirt talla Large con uso de pronóstico

	2017												2018											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producción	480	720	1225	968	850	670	700	850	875	550	485	910	500	760	1300	1000	900	650	750	900	900	600	500	1180
Ventas solicitadas	710	760	1050	980	1000	710	820	860	660	450	730	900	760	785	1150	1000	1050	745	875	705	720	520	1190	1280
Ventas atendidas	480	720	1050	980	1000	683	700	850	660	450	730	900	580	760	1150	1000	1050	650	750	705	775	775	645	1020
Ventas perdidas	230	40	0	0	0	27	120	10	0	0	0	0	180	25	0	0	0	95	125	0	-55	-255	545	260
Saldo en inventario	0	0	175	163	13	0	0	0	215	315	70	80	0	0	150	150	0	0	0	195	320	145	0	160

	2019 (Pronosticado)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
Producción	792	837	1199	1085	1130	807	945	877	778	550	1094	1249	11344	Total debe producir
Ventas solicitadas	810	845	1210	1125	1198	830	950	1020	805	610	1210	1320		
Ventas atendidas	810	845	1210	1125	1198	823	945	877	825	503	1094	1160	11415	Total Ventas 2019
Ventas perdidas	0	0	0	0	0	7	5	143	-20	107	116	160	518	Ventas perdidas
Saldo en inventario	142	134	124	84	16	0	0	0	-47	0	0	89	75	Saldo Promedio

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la columna de la extrema derecha, que las ventas perdidas con esta proyección hubiesen sido 518 unidades, contra 1,063 que realmente se perdieron. El saldo promedio de inventario hubiese bajado de 92 a 75, lo cual significa que no se requirió producir en exceso para mejorar la atención.

Seguidamente se muestra las estadísticas de ventas reales de t-shirts de talla médium del 2017 al 2019.

Tabla 23. Ventas 2017 - 2019 T-shirts Talla Medium

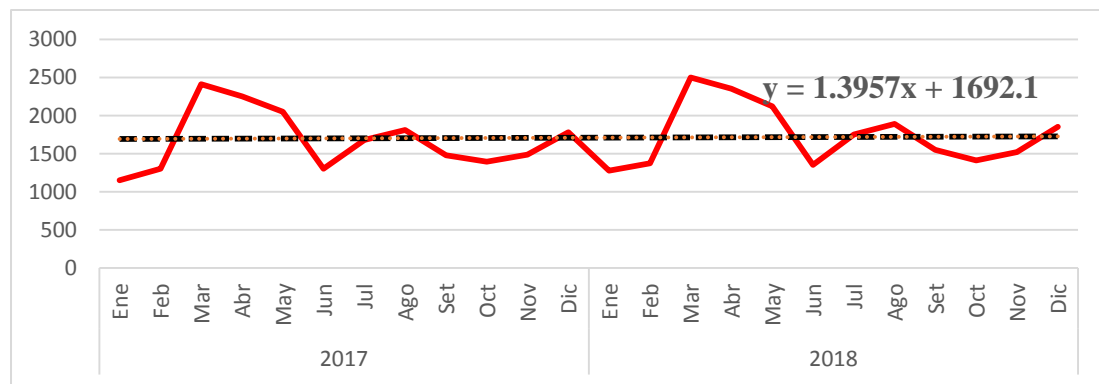
	2017												2018											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producción	905	1330	2450	2150	1685	1255	1490	1785	1760	1150	900	1910	1100	1400	2600	2250	1750	1360	1525	1825	1810	1225	1000	2040
Ventas solicitadas	1150	1300	2410	2250	2050	1300	1680	1810	1480	1395	1485	1780	1275	1375	2500	2360	2120	1360	1750	1890	1550	1410	1520	1850
Ventas atendidas	905	1300	2410	2220	1685	1255	1490	1785	1480	1395	935	1780	1230	1375	2500	2360	1775	1360	1525	1825	1550	1410	1075	1850
Ventas perdidas	245	0	0	30	365	45	190	25	0	0	550	0	45	0	0	0	345	0	225	65	0	445	0	
Saldo en inventario	0	30	70	0	0	0	0	0	280	36	0	130	0	25	125	25	0	0	0	0	260	75	0	190

	2019													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
Producción	1220	1550	2745	2390	1896	1440	1750	1900	1905	1210	1175	2115	21296	Total producción 2019
Ventas solicitadas	2010	1825	2610	2850	1840	1325	1850	1950	1810	1100	1600	2200	1710	Promedio Anual 2017-2018
Ventas atendidas	1410	1550	2610	2525	1840	1325	1850	1950	1810	1100	1401	2115	21486	Total ventas 2019
Ventas perdidas	600	275	0	325	0	0	0	0	0	0	199	85	1484	Ventas perdidas 2019
Saldo en inventario	0	0	136	0	56	171	71	21	116	226	0	0	57	Saldo Promedio 2017-2018-2019

Fuente: Elaboración propia

Con esta información de 2017 y 2018 se determina la línea de tendencia para el año 2019, que se empleará en su pronóstico.

Figura 16. Ventas 2017-2018 T-shirts Talla Medium



Fuente: Elaboración propia

A continuación se determinan los índices de estacionalidad de la demanda de t-shirts talla médium

Tabla 24. Índice de estacionalidad T-shirt talla Medium

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Promedio mensual 2017-2018	1213	1338	2455	2300	2085	1325	1715	1850	1515	1403	1503	1815
Promedio Anual 2017-2018	1710	1710	1710	1710	1710	1710	1710	1710	1710	1710	1710	1710
Índice estacionalidad	0.709	0.782	1.436	1.345	1.220	0.775	1.003	1.082	0.886	0.820	0.879	1.062

Fuente: Elaboración propia

Con la fórmula de la línea de tendencia se obtienen los datos desestacionalizados. Con el índice de estacionalidad se obtienen los datos estacionalizados, más cercanos a la realidad.

Tabla 25. Pronóstico estacional T-shirt Talla Medium

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Desestacional	1727	1728	1730	1731	1733	1734	1735	1737	1738	1740	1741	1742
Índice	0.709	0.782	1.436	1.345	1.220	0.775	1.003	1.082	0.886	0.820	0.879	1.062
Estacional	1225	1352	2484	2329	2113	1344	1741	1879	1540	1427	1530	1850

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se reemplazará la columna estacional en el cuadro de ventas para el año 2019.

Tabla 26. Ventas 2017 - 2019 T-shirt talla Medium con uso de pronóstico

	2017												2018											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producción	905	1330	2450	2150	1685	1255	1490	1785	1760	1150	900	1910	1100	1400	2600	2250	1750	1360	1525	1825	1810	1225	1000	2040
Ventas solicitadas	1150	1300	2410	2250	2050	1300	1680	1810	1480	1395	1485	1780	1275	1375	2500	2350	2120	1350	1750	1890	1550	1410	1520	1850
Ventas atendidas	905	1300	2410	2220	1685	1255	1490	1785	1480	1395	935	1780	1230	1375	2500	2350	1775	1350	1525	1825	1550	1410	1075	1850
Ventas perdidas	245	0	0	30	365	45	190	25	0	0	550	0	45	0	0	0	345	0	225	65	0	445	0	
Saldo en inventario	0	30	70	0	0	0	0	0	280	35	0	130	0	25	125	25	0	0	0	260	75	0	190	

	2019 (Pronosticado)												Total debe producir	Total Ventas 2019	Ventas perdidas	Saldo Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic				
Producción	1225	1352	2484	2329	2113	1344	1741	1879	1540	1427	1530	1850	20815			
Ventas solicitadas	1362	1420	2400	2610	1840	1325	1850	1800	1810	1400	1420	1865				
Ventas atendidas	1362	1415	2400	2413	1840	1325	1850	1800	1803	1400	1420	1865	20883			
Ventas perdidas	0	5	0	197	0	0	0	0	7	0	0	0	209			
Saldo en inventario	63	0	84	0	273	292	183	262	0	27	137	122	75			

Fuente: Elaboración propia

Se nota que, con la aplicación de este método de proyección, las ventas perdidas se hubiesen reducido a 209 unidades y se mantendría un saldo mensual promedio de 75 *t-shirts*. Finalmente se determinan los índices de estacionalidad de la demanda de *t-shirts talla small*.

Tabla 27. Ventas 2017 - 2019 T-shirts Talla Small

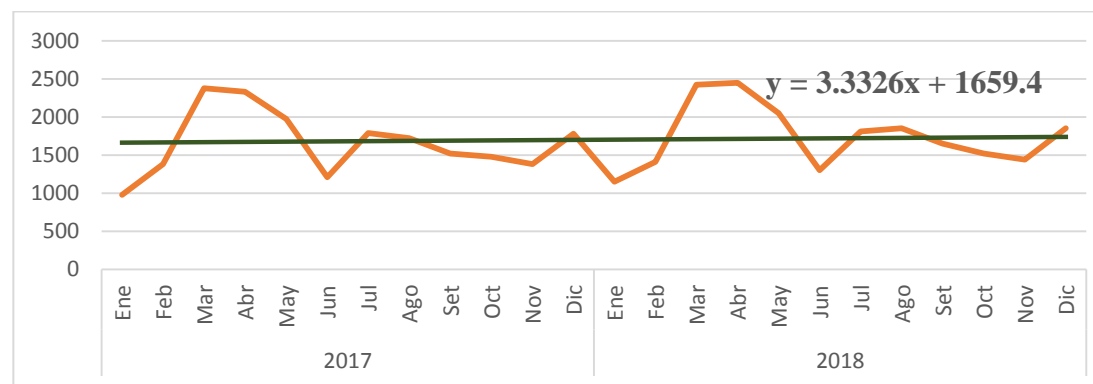
	2017												2018											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producción	850	1210	2450	2000	1610	1175	1590	1794	1700	1270	900	1825	1000	1350	2650	2150	1700	1280	1625	1825	1750	1310	940	1980
Ventas solicitadas	980	1380	2375	2330	1975	1210	1790	1720	1520	1480	1380	1780	1150	1410	2425	2450	2050	1300	1810	1850	1650	1520	1440	1850
Ventas atendidas	850	1210	2375	2075	1610	1175	1590	1720	1520	1480	944	1780	1045	1305	2425	2375	1700	1280	1625	1825	1650	1410	940	1850
Ventas perdidas	130	170	0	255	365	35	200	0	0	0	436	0	105	105	0	75	350	20	185	25	0	110	500	0
Saldo en inventario	0	0	75	0	0	0	0	74	254	44	0	45	-45	0	225	0	0	0	0	0	100	0	0	130

	2019												Total producción 2019	Promedio Anual 2017-2018
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
Producción	1550	1985	2380	2410	1450	1410	1810	1885	1500	1125	700	1000	19205	
Ventas solicitadas	1250	1610	2560	2410	2295	1501	1890	1990	1800	1560	1510	1986	1701	
Ventas atendidas	1260	1610	2560	2410	2065	1410	1810	1885	1500	1125	700	1000	19335	Total ventas 2019
Ventas perdidas	0	0	0	0	230	91	80	105	300	435	810	986	3037	Ventas perdidas 2019
Saldo en inventario	420	795	615	615	0	0	0	0	0	0	0	0	93	Saldo Promedio 2017-2018-2019

Fuente: Elaboración propia

Igual que en los casos anteriores, con la data de ventas del 2017 y 2018 se determina la línea de tendencia para el 2019, que se usará para determinar el beneficio de este planeamiento.

Figura 17. Ventas 2017-2018 T-shirts Talla Small



Fuente: Elaboración propia

Con la fórmula de la línea de tendencia se obtienen los datos desestacionalizados. Con el índice de estacionalidad se obtienen los datos estacionalizados, más cercanos a la realidad.

Tabla 28. Pronóstico estacional T-shirt Talla Small

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Desestacional	1743	1746	1749	1753	1756	1759	1763	1766	1769	1773	1776	1779
Índice	0.626	0.820	1.411	1.405	1.183	0.738	1.058	1.049	0.932	0.882	0.829	1.067
Estacional	1091	1432	2468	2463	2078	1298	1865	1853	1649	1563	1472	1899

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se reemplazará la columna estacional en el cuadro de ventas para el año 2019.

Tabla 29. Ventas 2017 - 2019 T-shirt talla Small con uso de pronóstico

	2017												2018											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Producción	850	1210	2450	2000	1610	1175	1590	1794	1700	1270	900	1825	1000	1360	2650	2150	1700	1280	1625	1825	1750	1310	940	1980
Ventas solicitadas	980	1380	2375	2330	1975	1210	1790	1720	1520	1480	1380	1780	1150	1410	2425	2450	2050	1300	1810	1850	1650	1520	1440	1850
Ventas atendidas	850	1210	2375	2075	1610	1175	1590	1720	1520	1480	944	1780	1045	1305	2425	2375	1700	1280	1625	1825	1650	1410	940	1850
Ventas perdidas	130	170	0	255	365	35	200	0	0	0	436	0	105	105	0	75	360	20	185	25	0	110	500	0
Saldo en inventario	0	0	75	0	0	0	0	74	254	44	0	45	-45	0	225	0	0	0	0	100	0	0	0	130

	2019 (Pronosticado)												Total debe producir	Total Ventas 2019	Ventas perdidas	Saldo Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic				
Producción	1091	1432	2468	2463	2078	1298	1865	1853	1649	1563	1472	1899	21130			
Ventas solicitadas	1260	1610	2560	2410	2065	1501	1890	1990	1800	1560	1510	1986				
Ventas atendidas	1221	1432	2468	2410	2065	1363	1865	1853	1649	1560	1475	1899	21260			
Ventas perdidas	39	178	92	0	0	138	25	137	151	0	36	87	882			
Saldo en inventario	0	0	0	53	65	0	0	0	0	3	0	0	28			

Fuente: Elaboración propia

Se observa que las ventas perdidas se redujeron de 3,037 a 882 T-Shirts small, mientras que el saldo promedio bajó de 93 a 28.

Para ejecutar el planeamiento de manera conveniente, se propone utilizar el MRP para organizar el abastecimiento en función de la producción, evitando roturas de inventario que afecte la atención de pedidos o saldos con bajo movimiento, que perjudiquen la calidad de los *T-Shirt*

Tabla 30. Archivo Maestro de Materiales

Elemento	UM	Lead Time (semanas)	Tamaño de lote	Recepciones programadas	SS
Tela polycotton 30/1	KG	1	1000	-	500
Hilo para coser 40/1	YD	0	5000	-	20
Hilo de remalle 150/1	KG	0	144	-	50
Etiqueta de marca	UND	1	5000	-	3000
Bolsa de polietileno	UND	1	1000	Sem 3 / Mayo	200

Fuente: Elaboración propia

Además se debe tener en cuenta las unidades a producir cada semana según la talla. A continuación, se muestran los datos para el primer trimestre, la tabla completa puede observarse en el Anexo 4.

Tabla 31. Programa Maestro de producción de T-shirts por talla (Primer trimestre)

	ENERO				FEBRERO				MARZO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TOTAL	1554	1554	0	0	1811	1811	0	0	3076	3076	0	0
T-shirt L	396	396			419	419			600	600		
T-shirt M	612	612			676	676			1242	1242		
T-shirt S	546	546			716	716			1234	1234		

Fuente: Elaboración propia

El detalle de lo requerido por cada insumo está en el costeo, que se muestra en los anexos 5, 6 y 7.

El MRP completo puede revisarse a detalle en el anexo 8. Con él se puede determinar el número de pedidos al año de cada insumo:

- Se deben realizar 8 pedidos de tela *polycotton* 30/1 de 1000kg cada uno.
- Se debe realizar solo 1 pedido de hilo para coser 40/1 de 5000yd cada uno.
- Se deben realizar 7 pedidos de hilo de remalle 150/1 de 144kg cada uno.
- Se deben realizar 10 pedidos de etiquetas de marca de 5000 unidades cada uno.
- Se deben realizar 3 pedidos de bolsas de polietileno de 1000 unidades cada uno.
- Se tuvo en cuenta que la empresa produce t-shirts solo las dos primeras semanas de cada mes.

CR3: Mal balance de línea

Se propone en primer lugar, organizar las diferentes operaciones en estaciones de trabajo, de forma que los operarios que pudiesen estar sub utilizados, puedan cooperar con sus compañeros de estación, sin que el tiempo de ciclo se afecte.

En la siguiente tabla se muestran las actividades y su peso posicional.

Tabla 32. Actividades y peso posicional

	Tiempo std(seg)	Peso posicional
1 Coser mangas	26	193
2 Unir hombro izquierdo	25	260
3 Pegar rib	43	235
4 Unir hombro derecho	25	192
5 Pegar mangas	24	167
6 Cerrar costados	127	143
7 Coser basta	15	16
8 Enfardelado	1	1

Fuentes: Elaboración propia

Seguidamente se ordenan las actividades de acuerdo a su peso posicional.

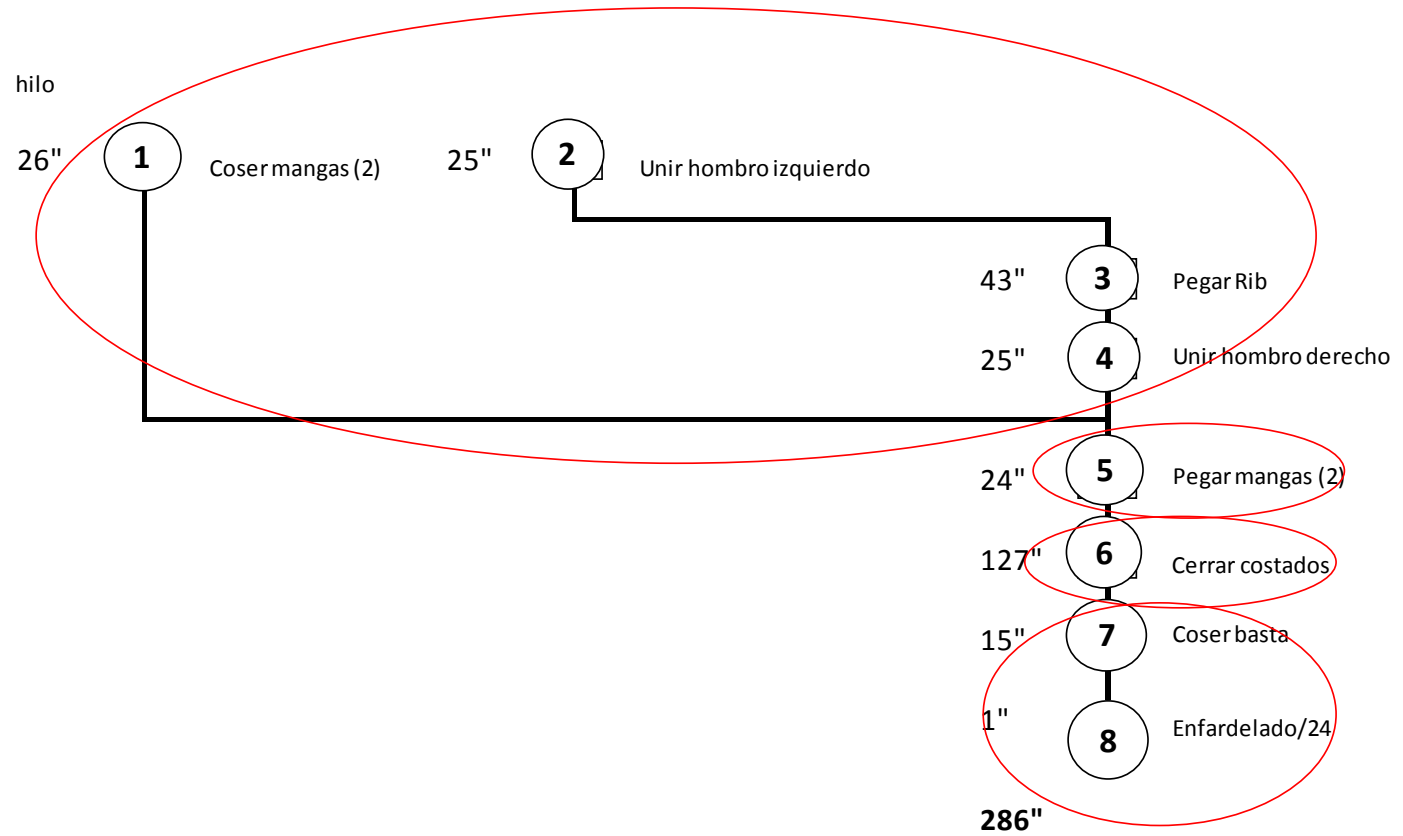
Tabla 33. Ordenamiento de actividades

	Tiempo std(seg)	Peso posicional	Tiempo estación	
2 Unir hombro izquierdo	25	260	119	Estación 1
3 Pegar rib	43	235		
1 Coser mangas	26	193		
4 Unir hombro derecho	25	192		
5 Pegar mangas	24	167	24	Estación 2
6 Cerrar costados	127	143	127	Estación 3
7 Coser basta	15	16	16	Estación 4
8 Enfardelado	1	1		

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente, las estaciones quedarían organizadas de la siguiente forma.

Figura 18. Estaciones de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Con esta organización de las actividades se procede ahora a balancear la línea. Para ello se determinará la cantidad de operarios que son necesarios para cumplir con el programa mensual de producción en el tiempo previamente establecido. En este caso, la empresa ha decidido usar los primeros 10 días del mes para la producción de *T-Shirts*, es decir 80 horas mensuales.

El tiempo restante lo emplea en otros productos, como ropa de cama, batas, pijamas, etc.

Se usará en criterio del índice de producción, que es la velocidad a la que se debe producir para cumplir con el programa de producción. El tiempo disponible se mantendrá constantes, variando solo la cantidad de *T-Shirts* programada para el mes.

Con estas consideraciones se determinará la cantidad de operarios requerida por cada estación de trabajo y en columna paralela se redondeará dicho número. La empresa tiene 6 operarios estables y según la necesidad hace reclutamientos temporales. El beneficio de la propuesta se logrará por la mejora en la productividad, al reducirse la mano de obra innecesaria.

Tabla 34. Balance mensual de línea

	Producción del mes en unidades - 2019				lp = Prod/(80 hr x 3600 seg) 10 días x 8 horas	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Operarios requeridos según balance		Total operarios actual	Operarios en exceso (laborando - requeridos)		
	Large	Medium	Small	Total producido		Tiempo Std (seg)	Operarios requeridos balance	Tiempo Std (seg)	Operarios requeridos balance	Tiempo Std (seg)	Operarios requeridos balance	Tiempo Std (seg)	Operarios requeridos balance	Σ operarios requeridos	Redondeo (Mejorado)		Cantidad (Q)	H-H	Costo (S/6 / HH)
Enero	800	1,220	1,550	3,570	0.01240	119	1.48	24	0.30	127	1.57	16	0.20	3.545	4	6	2	160	960
Febrero	1,000	1,550	1,985	4,535	0.01575	119	1.87	24	0.38	127	2.00	16	0.25	4.504	5	6	1	80	480
Marzo	1,200	2,745	2,380	6,325	0.02196	119	2.61	24	0.53	127	2.79	16	0.35	6.281	7	7	-	-	-
Abril	1,200	2,390	2,410	6,000	0.02083	119	2.48	24	0.50	127	2.65	16	0.33	5.958	6	6	-	-	-
Mayo	800	1,896	1,450	4,146	0.01440	119	1.71	24	0.35	127	1.83	16	0.23	4.117	5	6	1	80	480
Junio	700	1,440	1,410	3,550	0.01233	119	1.47	24	0.30	127	1.57	16	0.20	3.525	4	6	2	160	960
Julio	900	1,750	1,810	4,460	0.01549	119	1.84	24	0.37	127	1.97	16	0.25	4.429	5	6	1	80	480
Agosto	950	1,900	1,885	4,735	0.01644	119	1.96	24	0.39	127	2.09	16	0.26	4.702	5	6	1	80	480
Setiembre	800	1,905	1,500	4,205	0.01460	119	1.74	24	0.35	127	1.85	16	0.23	4.176	5	6	1	80	480
Octubre	600	1,210	1,125	2,935	0.01019	119	1.21	24	0.24	127	1.29	16	0.16	2.915	3	6	3	240	1,440
Noviembre	600	1,175	700	2,475	0.00859	119	1.02	24	0.21	127	1.09	16	0.14	2.458	3	6	3	240	1,440
Diciembre	1,220	2,115	1,000	4,335	0.01505	119	1.79	24	0.36	127	1.91	16	0.24	4.305	5	6	1	80	480
TOTAL				51,271											57	73		1,280	7,680
																T-shirts/Hora-Hombre		11.24	8.78

Fuente: Elaboración propia

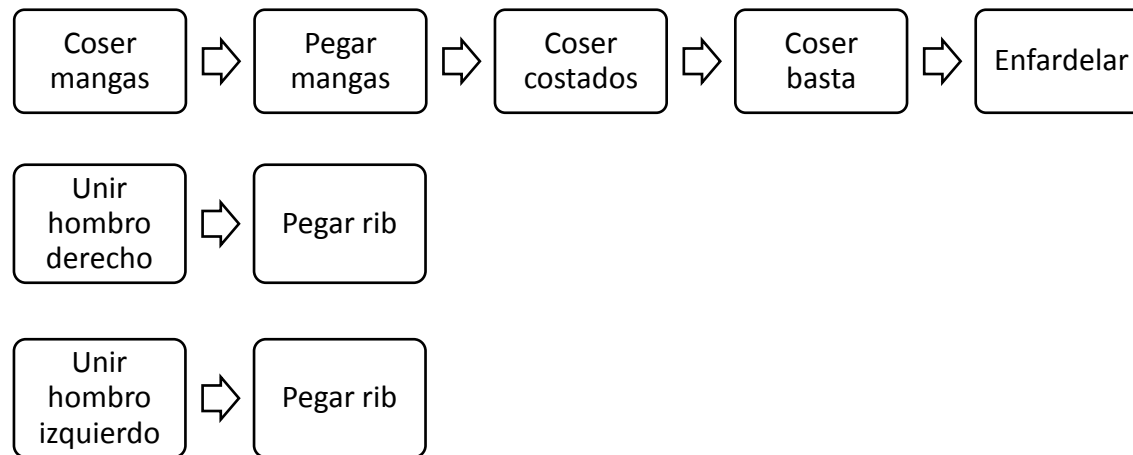
- La productividad actual es $\frac{51,271 \text{ T-Shirts}}{73 \text{ operarios} \times 80 \text{ hrs}} = 8.78 \text{ T-Shirts/HH}$
- La productividad con la propuesta es $\frac{51,271 \text{ T-Shirts}}{57 \text{ operarios} \times 80 \text{ hrs}} = 11.24 \text{ T-Shirts/HH}$
- Se redujeron 1,280 horas-hombre en el año.
- El beneficio de la propuesta por mejora en la productividad es S/7,680

Esta nueva organización de la producción, en estaciones de trabajo, requerirá de un nuevo layout de planta, que permita ahorrar tiempo en desplazamientos y evite que los operarios se puedan cruzar. Al trabajar con menos personal, implica ser más eficientes en todo sentido.

Para reubicar más eficientemente las máquinas, se aplicará el método de Muther, que implica que aquellas que tienen mayor interacción, estén más cerca.

De acuerdo al diagrama de operaciones, el flujo entre actividades es el siguiente:

Figura 19. Flujo de actividades



Fuente: Elaboración propia

Con esta información se hace la matriz de interacción entre actividades, para determinar cuáles deben estar cerca y cuáles son indiferentes.

Las actividades y su codificación se muestran en la siguiente tabla

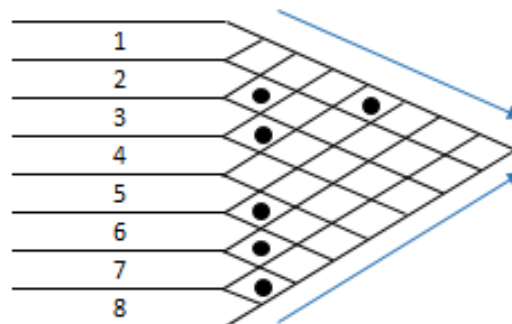
Tabla 35. Códigos por actividad

Código	Actividad
1	Coser mangas
2	Unir hombro izquierdo
3	Pegar rib
4	Unir hombro derecho
5	Pegar mangas
6	Coser costados
7	Coser basta
8	Enfardelar

Fuente: Elaboración propia

La matriz triangular con la frecuencia de interacciones es la siguiente:

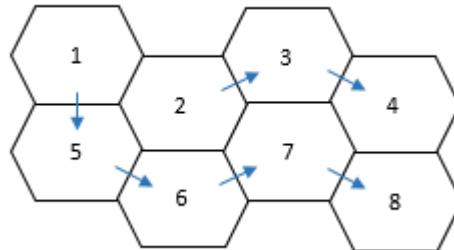
Figura 20. Matriz triangular



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se emplea la distribución con hexágonos, ubicando cerca a los que tienen vinculación entre sí.

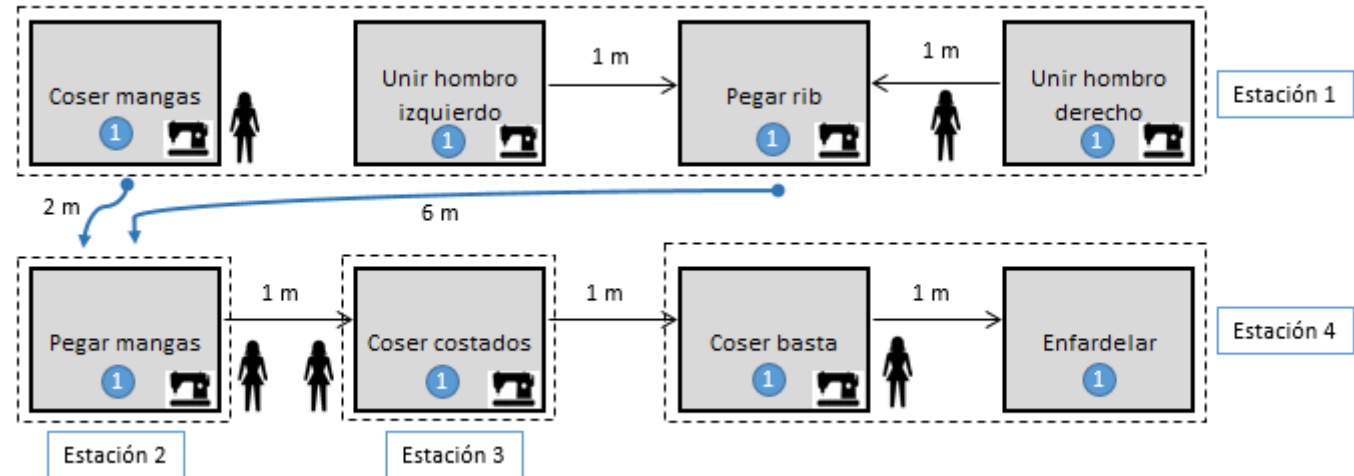
Figura 21. Distribución con hexágonos



Fuente: Elaboración propia

Esta distribución se traslada a las características y dimensiones de la planta de confecciones, para obtener el nuevo *layout*, basado en estaciones de trabajo.

Figura 22. Layout



Fuente: Elaboración propia

La distancia recorrida por vuelta es 13 metros. El *layout* actual la misma vuelta es de 18 metros con algunos cruces que incomodan el normal recorrido de los operarios durante la jornada laboral. Esta reducción es de 28%.

Adicionalmente se recomienda empotrar en el piso las conexiones eléctricas y pintar líneas amarillas para fijar la zona de recorrido y las áreas específicas para las máquinas.

2.3.3. Evaluación económica y financiera

A. Inversión por herramienta/ metodología

Tabla 36. Inversión

	Descripción	Inversión
Software Corte7	Adquisición de Software Corte 7 y capacitación. Se detalla en el Anexo 6.	S/ 2,800
	Gastos de envío	S/ 200
Computadora Lenovo Ideopat 310	Adquisición de laptop y capacitación	S/ 3,000
Reordenamiento del layout	Canalizar instalación eléctrica	S/ 2,300
	Pintura de líneas de zonificación	S/ 200
Total		S/ 8,500

Fuente. Elaboración propia

B. Flujo de caja proyectado

Figura 23. Flujo de caja proyectado

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Inversión													
Software Corte 7	- 3,000.00												
Computadora	- 3,000.00												
Adecuación del layout	- 2,500.00												
Total inversión	- 8,500.00												
Ingresos													
Reducción de mermas en corte	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	716.48	8,597.80
Reducción ventas perdidas	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	551.63	6,619.61
Mayor productividad por mejor balance	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	7,680.00
Total ingresos	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	22,897.40
Total ingresos actualizados	1,876.07	1,844.56	1,813.57	1,783.11	1,753.16	1,723.72	1,694.76	1,666.30	1,638.31	1,610.79	1,583.74	1,557.14	20,545.23
Egresos													
Capacitación en software Corte 7	- 1,500.00	-1,500.00											- 3,000.00
Capacitación en planeamiento			-1,000.00	-1,000.00									
Total egresos	- 1,500.00	-1,500.00	-1,000.00	-1,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	- 5,000.00
Total egresos actualizados	- 1,474.81	-1,450.03	- 950.45	- 934.49	-	-	-	-	-	-	-	-	- 4,809.78
Utilidad antes de impuesto a la renta	408.12	408.12	908.12	908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	1,908.12	17,897.40
Impuesto a la renta (30%)	- 122.44	- 122.44	- 272.44	- 272.44	- 572.44	- 572.44	- 572.44	- 572.44	- 572.44	- 572.44	- 572.44	- 572.44	- 5,369.22
Utilidad después se impuestos	- 8,500.00	285.68	285.68	635.68	635.68	1,335.68	1,335.68	1,335.68	1,335.68	1,335.68	1,335.68	1,335.68	12,528.18
Flujo actualizado	- 8,500.00	280.88	276.17	604.19	594.04	1,227.21	1,206.60	1,186.33	1,166.41	1,146.82	1,127.55	1,108.62	2,514.81
Tasa BCP capital de trabajo	20.50%	Anual											
	1.71%	Mensual											
VAN	2,514.81	SI 2,514.81											
TIR	64.17%	64.17%											
B/C	1.54												
PAYBACK (Años)	0.41												
PAYBACK (meses)	4.96												

Fuente: Elaboración propia

C. Estado de resultados

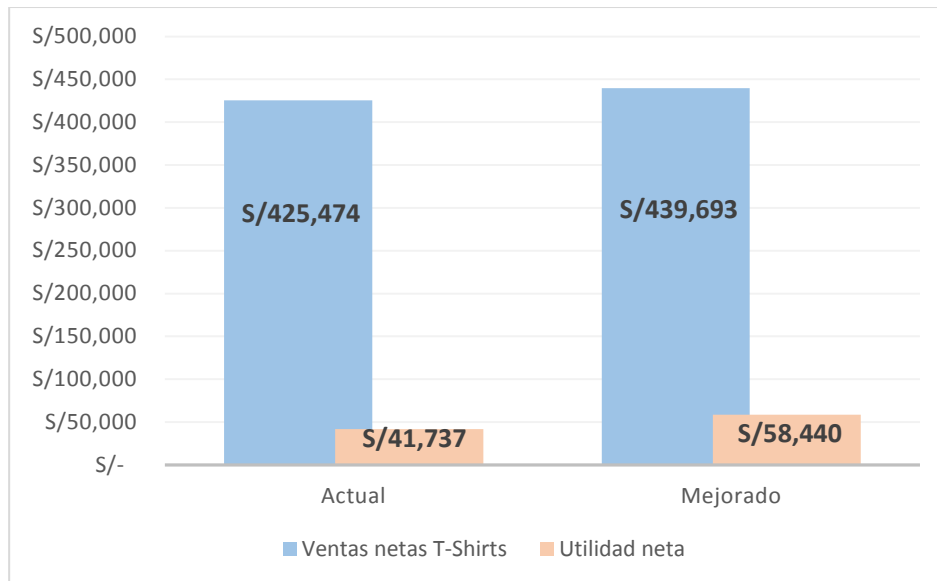
Figura 24. Estado de resultados

	Actual		Mejorado	
Ventas netas T-Shirts	S/	425,474	S/	439,693
Costo de ventas T-Shirts	-S/	333,749	-S/	345,262
Beneficio del proyecto	S/	-	S/	22,897
Utilidad bruta	S/	91,725	S/	117,329
Depreciación	S/	-	S/	-
Gastos ventas	-S/	25,200	-S/	25,200
Mantenimiento del local	-S/	4,500	-S/	4,500
Servicios	-S/	2,400	-S/	2,400
Utilidad operativa	S/	59,625	S/	85,229
Cargas excepcionales	S/	-	S/	-
Gastos financieros	S/	-	-S/	1,743
Utilidad ante de participación e impuestos	S/	59,625	S/	83,486
Impuesto a la renta	S/	17,887	S/	25,046
Utilidad neta	S/	41,737	S/	58,440
Reserva	S/	-	S/	-
Resultado del ejercicio	S/	41,737	S/	58,440
Rentabilidad sobre ventas		9.81%		13.29%

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 3. RESULTADOS

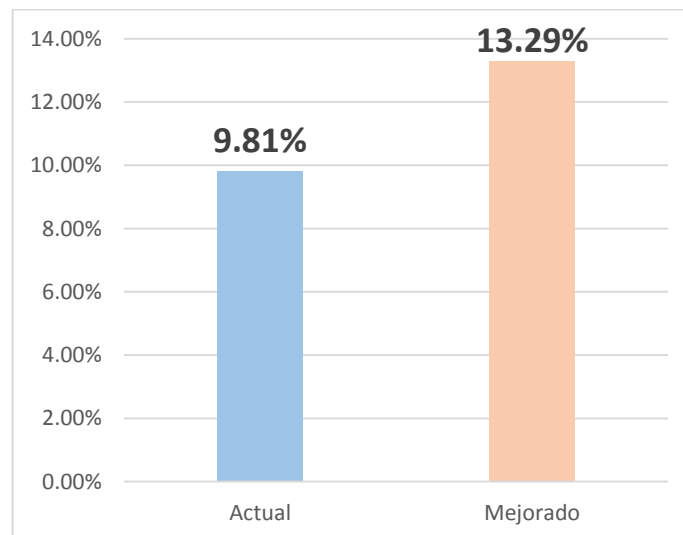
Figura 25. Ventas y utilidad actual vs propuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 25, las ventas de T-shirts en el año 2019 representaron S/ 425,474, obteniendo una utilidad de S/ 41,737. Tras la propuesta de mejora, las ventas se incrementaron en S/439,693 generando S/58,440 de utilidad.

Figura 26. Rentabilidad/ Ventas



Fuente: Elaboración propia

La Figura 26 muestra que la rentabilidad sobre las ventas de T-shirts de la empresa textil en el año 2019 fue de 9,81%, mientras que con la propuesta de mejora esta aumentó a 13.29%.

CAPITULO 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la presente investigación podemos corroborar que la implementación del MRP disminuye las ventas perdidas por rotura de stock, es así que se calcula el beneficio de S/ 6,620.

El autor también recomienda considerar una redistribución de la planta. Si bien es cierto que no concluye en un valor exacto para medir la mejora, en la presente tesis podemos comprobar que, tras una redistribución de la zona de trabajo, que fue desencadenada de un balance de línea, se ha obtenido un beneficio de S/ 7,680.

Ugarte (2017) refiere que la innovación tecnológica mejora la productividad en los procesos, en su investigación estaba aplicado al corte de plantillas. En el caso de la presente tesis, el añadir el software Corte7 al proceso permitió reducir la merma de tela a 4.95%, y si bien no afectó en gran medida sobre los costos de mano de obra como en la investigación de Ugarte, en la que esta propuesta significó una reducción del 56%, el impacto por la merma representó un beneficio de S/ 8,597.

Rivera (2006) afirma que el balance de línea en los procesos de costura es trascendente, y lo demuestra en su investigación, donde detalla que, tras un análisis y redistribución del personal, se logra incrementar la eficiencia de la línea de 85.35% a 87.21%, que representa 3000 polos diarios. Además, recomienda que se mantenga un plan de mantenimiento para las máquinas adquiridas y la capacitación constante del personal para que la mejora sea sostenible. En la presente investigación, el balance de línea nos permite mejorar el indicador de

productividad de 8.78 a 11.24 T-Shirt/H-H y reducir el costo de mano de obra de S/ 0.68 a S/ 0.53, esto se refleja en un beneficio obtenido de S/7,680.

4.2 Conclusiones

- Se determinó el impacto de la propuesta de mejora, incrementando la rentabilidad sobre las ventas de la empresa textil de S/ 41,737, antes de la propuesta, a S/ 58,440.
- Se realizó un análisis de la situación actual de la gestión de producción y logística de la empresa textil, identificando que el 79% de la deficiente rentabilidad se debe a 3 causas raíces, siendo estas el corte no optimizado, que representa una pérdida de S/ 20,586 por una merma en la tela del 8.5%; el planeamiento deficiente, que conlleva a una pérdida de S/ 9,375 por ventas perdidas; y el mal balance de línea que genera una pérdida de S/ 35,040.
- Se han propuesto herramientas de Ingeniería Industrial para la solución de las causas identificadas en la gestión de producción y logística de la empresa textil. Estas son la implementación del MRP, con un beneficio de S/ 6,619; el balance de línea con un beneficio de S/7,680 y adicionalmente se implementó el uso del software Corte 7, generando un beneficio de S/ 8,597.
- Se evaluó la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística de la empresa textil, obteniendo un VAN de S/ 2,514 y un TIR de 64.17%, lo cual lo hace viable. Así mismo, se obtuvo un B/C de 1.54 y un Payback en 5 meses.

REFERENCIAS

- Cordero, Z. R. V. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 33(1), 155-165.
- Delgado Peirotén, J. (2010). *Quality Function Deployment (Q.F.D.)*.
- Lecaros Oviedo, F. (2018). “Análisis y propuesta de mejora del proceso de producción de polos camiseros en una empresa textil utilizando la manufactura esbelta”. Tesis de grado. Universidad Católica San Pablo. Facultad de Ingeniería y Computación Escuela Profesional de Ingeniería Industrial Recuperado de http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15664/1/LECAROS_OVIEDO_FE_L_POL.pdf
- Reyna Amador, M. (2017). *Balanceo de línea*. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icbi/assignatura/ingenieria/2017/balanceodelinea.pdf
- Padilla Ayala, E. (2015). *Lista De Materiales, BOM (Bill Of Materials)*. Recuperado de <https://www.italtamira.edu.mx/>
- Vilchez Calderón, G. (2018). “Análisis y Determinación de los Factores que Generan Mermas en las Áreas de Confección Tejido Plano y Tejido Punto, Para Proponer Alternativas de Mejora en una Empresa Textil Alpaquera”. Tesis de grado. Universidad Católica San Pablo. Facultad de Ingeniería y Computación Escuela Profesional de Ingeniería Industrial Recuperado de http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15565/1/VILCHEZ_CALDER%3%93N_GUS_ANA.pdf
- Azabache Peralta, J. (2018). *Evaluación de la reducción de mermas en el área de distribución sobre la rentabilidad mediante la aplicación de un software, en*

avícola El Rocío S.A. Tesis de post grado. Universidad Nacional de Trujillo.
Maestría en Ingeniería Industrial Mención Gerencia de Operaciones. Recuperado
de

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10581/Tesis%20Maestr%203%adaX%20-%20Juan%20Carlos%20Azabache%20Peralta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Corte (s.f.). *Corte 7 Última versión*. Recuperado de <https://www.corteoptimo.com/corte>

ESAN (2015) *S&OP: Beneficios de la planeación de ventas y operaciones*. Recuperado
de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2015/07/sop-beneficios-planeacion-ventas-operaciones/>

UDLAP (s.f.) *Capítulo IV Desarrollo del MRP*. Recuperado de
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/iniguez_a_fj/capitulo4.pdf

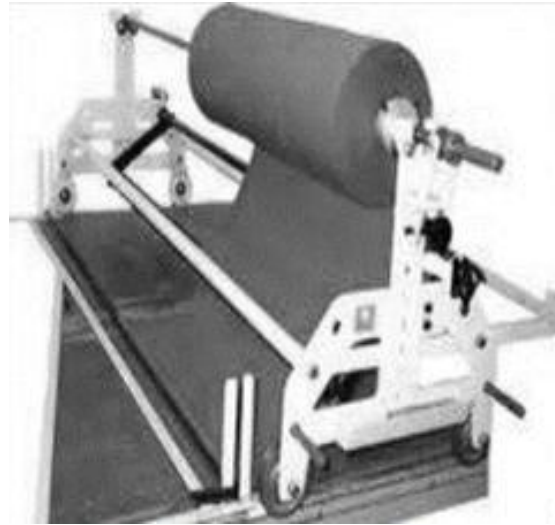
Paredes Roldán, J. (2011). *Planificación y control de la producción*. Recuperado de
http://209.177.156.169/libreria_cm/archivos/pdf_959.pdf

López, C (2015). *El plan de abastecimiento*. Recuperado de
<http://www.logisticasud.enfasis.com/notas/73455-el-plan-abastecimiento>

SENATI (2016) *Plan Maestro De Producción*.

ANEXOS

Anexo 1. Carro extendedor de tela



Fuente: Empresa textil

Anexo 2. Marcado de patrones sobre tela



Fuente: Empresa textil

Anexo 3. Cortadora eléctrica



Fuente: Empresa textil

Anexo 4. Programa Maestro de producción de T-shirts por talla

	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
TOTAL	1554	1554	0	0	1811	1811	0	0	3076	3076	0	0	2939	2939	0	0	2660	2660	0	0	1724	1724	0	0
T-shirt L	396	396			419	419			600	600			543	543			565	565			403	403		
T-shirt M	612	612			676	676			1242	1242			1165	1165			1057	1057			672	672		
T-shirt S	546	546			716	716			1234	1234			1231	1231			1039	1039			649	649		

JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
2276	2276	0	0	2305	2305	0	0	1983	1983	0	0	1770	1770	0	0	2048	2048	0	0	2499	2499	0	0
472	472			439	439			389	389			275	275			547	547			625	625		
870	870			940	940			770	770			714	714			765	765			925	925		
933	933			927	927			824	824			782	782			736	736			949	949		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Costeo T-shirt talla L

COSTOS DIRECTOS					
	Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo/polo	
MATERIA PRIMA					
Tela Polycotton 30/1	Kilos	0.154	S/ 30.000	S/	4.611
Merma de corte polycotton	8.50%	0.013	S/ 30.000	S/	0.392
Hilo para coser 40/1	5000 Yd	0.007	S/ 4.500	S/	0.030
Hilo de remalle 150/1	Kilos	0.020	S/ 4.500	S/	0.090
Etiqueta de marca	Etiqueta	1.000	S/ 0.050	S/	0.050
Total materia prima				S/	5.173
EMPAQUES					
Bolsa polietileno	Bolsa	0.083	S/ 0.100	S/	0.008
Total empaques				S/	0.008
MANO DE OBRA DIRECTA					
Horas-Hombre obreros	H-H	0.079	S/ 6.000	S/	0.477
Total mano de obra directa				S/	0.477
COSTO TOTAL - DIRECTO				S/	5.658
COSTOS INDIRECTOS					
		T-Shirt/mes	6,000		
Planilla de obra indirecta				S/	0.303
Essalud (9% de total planilla)				S/	0.088
Vacaciones (1/12 de total planilla)				S/	0.136
Gratificaciones (2 gratificaciones anuales)				S/	0.272
Depreciación (Total S/ 50,000 en 5 años)				S/	0.139
Alquiler (S/ 1,000)				S/	0.068
Electricidad (factura mensual S/ 800/prod)				S/	0.133
Otros varios				S/	0.010
COSTO TOTAL - INDIRECTO				S/	1.150
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN				S/	6.808
Precio de 01 T-Shirt L					
Costo de Hacer y Vender				S/	6.81
Margen de utilidad del Fabricante			24.35%	S/	2.19
PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO				S/	9.00
PLANILLA MENSUAL DE MANO DE OBRA DIRECTA					
		Cantidad	Remuneración	Costo/mes	
Operarios		6.000	S/ 1,200.00	S/	7,200.00
PLANILLA MENSUAL DE MANO DE OBRA INDIRECTA					
		Cantidad	Remuneración	Costo/mes	
Administradora		1.000	S/ 2,600.00	S/	2,600.00
TOTAL PLANILLA				S/	9,800.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Costeo T-shirt talla M

COSTOS DIRECTOS	Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo/polo
MATERIA PRIMA				
Tela Polycotton 30/1	Kilos	0.147	S/ 30.000	S/ 4.406
Merma de corte polycotton	8.50%	0.012	S/ 30.000	S/ 0.375
Hilo para coser 40/1	5000 Yd	0.007	S/ 4.500	S/ 0.030
Hilo de remalle 150/1	Kilos	0.020	S/ 4.500	S/ 0.090
Etiqueta de marca	Etiqueta	1.000	S/ 0.050	S/ 0.050
Total materia prima				S/ 4.950
EMPAQUES				
Bolsa polietileno	Bolsa	0.083	S/ 0.100	S/ 0.008
Total empaques				S/ 0.008
MANO DE OBRA DIRECTA				
Horas-Hombre obreros	H-H	0.079	S/ 6.000	S/ 0.477
Total mano de obra directa				S/ 0.477
COSTO TOTAL - DIRECTO				S/ 5.435
COSTOS INDIRECTOS T-Shirt/mes 6,000				
Planilla de obra indirecta				S/ 0.303
Essalud (9% de total planilla)				S/ 0.088
Vacaciones (1/12 de total planilla)				S/ 0.136
Gratificaciones (2 gratificaciones anuales)				S/ 0.272
Depreciación (Total S/ 50,000 en 5 años)				S/ 0.139
Alquiler (S/ 1,000)				S/ 0.068
Electricidad (factura mensual S/ 800/prod)				S/ 0.133
Otros varios				S/ 0.010
COSTO TOTAL - INDIRECTO				S/ 1.150
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN				S/ 6.586
Precio de 01 T-Shirt M				
Costo de Hacer y Vender				S/ 6.59
Margen de utilidad del Fabricante			22.52%	S/ 1.91
PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO				S/ 8.50
PLANILLA MENSUAL DE MANO DE OBRA DIRECTA				
		Cantidad	Remuneración	Costo/mes
Operarios		6.000	S/ 1,200.00	S/ 7,200.00
PLANILLA MENSUAL DE MANO DE OBRA INDIRECTA				
		Cantidad	Remuneración	Costo/mes
Administradora		1.000	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00
TOTAL PLANILLA				S/ 9,800.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Costeo T-shirt talla S

COSTOS DIRECTOS		Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo/polo	
MATERIA PRIMA						
Tela Polycotton 30/1	Kilos	0.132	S/	30.000	S/	3.973
Merma de corte polycotton	8.50%	0.011	S/	30.000	S/	0.338
Hilo para coser 40/1	5000 Yd	0.007	S/	4.500	S/	0.030
Hilo de remalle 150/1	Kilos	0.020	S/	4.500	S/	0.090
Etiqueta de marca	Etiqueta	1.000	S/	0.050	S/	0.050
Total materia prima					S/	4.480
EMPAQUES						
Bolsa polietileno	Bolsa	0.083	S/	0.100	S/	0.008
Total empaques					S/	0.008
MANO DE OBRA DIRECTA						
Horas-Hombre obreros	H-H	0.079	S/	6.000	S/	0.477
Total mano de obra directa					S/	0.477
COSTO TOTAL - DIRECTO					S/	4.965
COSTOS INDIRECTOS		T-Shirt/mes	6,000			
Planilla de obra indirecta						S/ 0.303
Essalud (9% de total planilla)						S/ 0.088
Vacaciones (1/12 de total planilla)						S/ 0.136
Gratificaciones (2 gratificaciones anuales)						S/ 0.272
Depreciación (Total S/ 50,000 en 5 años)						S/ 0.139
Alquiler (S/ 1,000)						S/ 0.068
Electricidad (factura mensual S/ 800/prod)						S/ 0.133
Otros varios						S/ 0.010
COSTO TOTAL - INDIRECTO					S/	1.150
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN					S/	6.115
Precio de 01 T-Shirt S						
Costo de Hacer y Vender						S/ 6.12
Margen de utilidad del Fabricante						18.46% S/ 1.38
PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO					S/	7.50
PLANILLA MENSUAL DE MANO DE OBRA DIRECTA						
		Cantidad	Remuneración	Costo/mes		
Operarios		6.000	S/ 1,200.00	S/ 7,200.00		
PLANILLA MENSUAL DE MANO DE OBRA INDIRECTA						
		Cantidad	Remuneración	Costo/mes		
Administradora		1.000	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00		
TOTAL PLANILLA					S/	9,800.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. MRP

TELA POLYCOTTON 30/1	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Requerimiento bruto	223.1	223.1	0.0	0.0	258.5	258.5	0.0	0.0	438.0	438.0	0.0	0.0	417.5	417.5	0.0	0.0	379.6	379.6	0.0	0.0	246.6	246.6	0.0	0.0
Recepciones programadas																								
Proyección de disponibilidad 810	586.9	1363.9	1363.9	1363.9	1105.4	846.9	1846.9	1846.9	1409.0	971.0	971.0	971.0	553.5	1136.0	1136.0	1136.0	756.4	1376.8	1376.8	1376.8	1130.2	883.5	883.5	883.5
Requerimientos netos	0.0	136.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	364.0	0.0	0.0	0.0	123.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Liberación planificada de pedido	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
324.0	324.0	0.0	0.0	328.1	328.1	0.0	0.0	282.1	282.1	0.0	0.0	250.6	250.6	0.0	0.0	293.9	293.9	0.0	0.0	357.6	357.6	0.0	0.0
559.6	1235.6	1235.6	1235.6	907.4	579.3	1579.3	1579.3	1297.2	1015.2	1015.2	1015.2	764.6	514.1	1514.1	1514.1	1220.1	926.2	926.2	926.2	568.6	1211.1	1211.1	1211.1
0.0	264.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	288.9	0.0	0.0
1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0

HILO PARA COSER 40/1	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Requerimiento bruto	10.2	10.2	0.0	0.0	11.9	11.9	0.0	0.0	20.3	20.3	0.0	0.0	19.4	19.4	0.0	0.0	17.5	17.5	0.0	0.0	11.4	11.4	0.0	0.0
Recepciones programadas																								
Proyección de disponibilidad 73	62.8	52.5	52.5	52.5	40.6	28.6	28.6	28.6	5008.4	4988.1	4988.1	4988.1	4968.7	4949.3	4949.3	4949.3	4931.8	4914.2	4914.2	4914.2	4902.9	4891.5	4891.5	4891.5
Requerimientos netos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Liberación planificada de pedido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
15.0	15.0	0.0	0.0	15.2	15.2	0.0	0.0	13.1	13.1	0.0	0.0	11.7	11.7	0.0	0.0	13.5	13.5	0.0	0.0	16.5	16.5	0.0	0.0
4876.5	4861.5	4861.5	4861.5	4846.3	4831.1	4831.1	4831.1	4818.0	4804.9	4804.9	4804.9	4793.3	4781.6	4781.6	4781.6	4768.1	4754.6	4754.6	4754.6	4738.1	4721.6	4721.6	4721.6
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

HILO DE REMALLE 150/1	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Requerimiento bruto	31.1	31.1	0.0	0.0	36.2	36.2	0.0	0.0	61.5	61.5	0.0	0.0	58.8	58.8	0.0	0.0	53.2	53.2	0.0	0.0	34.5	34.5	0.0	0.0
Recepciones programadas																								
Proyección de disponibilidad 136	104.9	73.8	73.8	73.8	181.6	145.4	145.4	145.4	83.9	166.4	166.4	166.4	107.6	192.8	192.8	192.8	139.6	86.4	86.4	86.4	51.9	161.5	161.5	161.5
Requerimientos netos	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	27.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.5	0.0	0.0
Liberación planificada de pedido	0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0

JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
45.5	45.5	0.0	0.0	46.1	46.1	0.0	0.0	39.7	39.7	0.0	0.0	35.4	35.4	0.0	0.0	41.0	41.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0
115.9	70.4	70.4	70.4	168.3	122.2	122.2	122.2	82.6	186.9	186.9	186.9	151.5	116.1	116.1	116.1	75.1	178.2	178.2	178.2	128.2	78.2	78.2	78.2
0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ETIQUETA DE MARCA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Requerimiento bruto	1555.0	1555.0	0.0	0.0	1811.0	1811.0	0.0	0.0	3076.0	3076.0	0.0	0.0	2939.0	2939.0	0.0	0.0	2661.0	2661.0	0.0	0.0	1725.0	1725.0	0.0	0.0
Recepciones programadas																								
Proyección de disponibilidad 6412	4857.0	3302.0	8302.0	8302.0	6491.0	4680.0	9680.0	9680.0	6604.0	3528.0	8528.0	8528.0	5589.0	7650.0	7650.0	7650.0	4989.0	7328.0	7328.0	7328.0	5603.0	3878.0	8878.0	8878.0
Requerimientos netos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	350.0	0.0	0.0	0.0	672.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Liberación planificada de pedido	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0
JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
2276.0	2276.0	0.0	0.0	2305.0	2305.0	0.0	0.0	1984.0	1984.0	0.0	0.0	1771.0	1771.0	0.0	0.0	2049.0	2049.0	0.0	0.0	2499.0	2499.0	0.0	0.0	
6602.0	4326.0	9326.0	9326.0	7021.0	4716.0	9716.0	9716.0	7732.0	5748.0	5748.0	5748.0	3977.0	7206.0	7206.0	7206.0	5157.0	3108.0	8108.0	8108.0	5609.0	3110.0	3110.0	3110.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	794.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

BOLSA DE POLIETILENO	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Requerimiento bruto	130.0	130.0	0.0	0.0	151.0	151.0	0.0	0.0	257.0	257.0	0.0	0.0	245.0	245.0	0.0	0.0	222.0	222.0	0.0	0.0	144.0	144.0	0.0	0.0
Recepciones programadas																			1000.0					
Proyección de disponibilidad 720	590.0	460.0	1460.0	1460.0	1309.0	1158.0	1158.0	1158.0	901.0	644.0	644.0	644.0	399.0	1154.0	1154.0	1154.0	932.0	710.0	1710.0	1710.0	1566.0	1422.0	1422.0	1422.0
Requerimientos netos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Liberación planificada de pedido	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
190.0	190.0	0.0	0.0	193.0	193.0	0.0	0.0	166.0	166.0	0.0	0.0	148.0	148.0	0.0	0.0	171.0	171.0	0.0	0.0	209.0	209.0	0.0	0.0
1232.0	1042.0	1042.0	1042.0	849.0	656.0	656.0	656.0	490.0	324.0	1324.0	1324.0	1176.0	1028.0	1028.0	1028.0	857.0	686.0	686.0	686.0	477.0	268.0	268.0	268.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Costo de Software Corte7

Licencia Para uso ilimitado de por vida. Sin pagos mensuales o anuales.	Corte 7 Pro	Corte 7 Lite	Corte 5
<p>Licencia Primera</p> <p>Para clientes por primera vez. ¿Cuál versión de Corte es la adecuada para usted? Compare</p> <p>Nota: Al valor de la licencia se sumará el costo por cargos de procesamiento de pagos con Paypal. El valor a cancelar es de \$842.99 para Corte 7 Pro, \$632.99 Para Corte 7 Lite y \$524.99 para Corte 5.</p>	<p>\$799.99</p> <p></p>	<p>\$599.99</p> <p></p>	<p>\$499.99</p> <p></p>
<p>Licencia Adicional</p> <p>Para clientes que poseen al menos una licencia de Corte. Puede indicar la cantidad de licencias adicionales a adquirir. Para más de 9, contáctenos para obtener un precio especial.</p> <p>Nota: Al valor de cada licencia se sumará el costo por cargos de procesamiento de pagos con Paypal. El valor a cancelar es de \$505.99 para Corte 7 Pro, \$379.99 para Corte 7 Lite y \$314.99 para Corte 5.</p>	<p>\$479.99</p> <p></p>	<p>\$359.99</p> <p></p>	<p>\$299.99</p> <p></p>

Si posee una o más licencias de versiones anteriores de Corte y desea actualizar a las últimas versiones, le ofrecemos un gran descuento.

Fuente: <https://www.corteoptimo.com/>