

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA, PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS DE UNA FABRICA DE CONFECCIONES, TRUJILLO 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero (a) Industrial

Autores:

Karina Mirelly Viches Arana

Arturo Alexander Cruz Perez

Asesor:

Mg. Ing. Mario Alfaro Cabello

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por la fuerza y perseverancia que puso en mí, por darme la vida y la oportunidad de lograr mis metas.

A mis padres Christian y Roxana, quienes son mis pilares fundamentales en cada paso que doy, a mi abuelo Antero a quien le hubiera gustado verme culminar mi carrera profesional y por último a mi tío Carlos por su motivación constante para no rendirme ante las adversidades.

Karina Mirelly Viches Arana

Este trabajo de grado se lo quiero dedicar especialmente a mis padres, por ser el motivo principal para poder superarme cada día más, por el apoyo incondicional que me han brindado, por sus valores inculcados a lo largo de la vida, la responsabilidad y el deseo de triunfar en la vida, por depositar toda su confianza y apoyarme en toda mi carrera profesional.

A mis familiares cercanos por brindarme sus consejos, enseñanzas, cariño y los recursos necesarios para realizarme profesionalmente.

A mis hermanos que estuvieron apoyándome en cada momento, por estar siempre presentes y por su confianza puesta en mí.

Arturo Alexander Cruz Pérez

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por darme la vida y la fuerza para superar los obstáculos, por colocar en mí camino a grandes y maravillosas personas las cuales estuvieron conmigo en todo momento. A mis padres por apoyarme y por sus consejos tanto en lo personal como en lo profesional y su paciencia con el propósito de lograr culminar mi carrera universitaria.

Por último, quiero agradecer a cada docente que hizo parte de este proceso integral de formación ya que me brindaron los conocimientos y herramientas necesarias las cuales se ven reflejados en esta tesis.

Karina Mirelly Viches Arana

Esta tesis de Ingeniería pudo ser realizada gracias al apoyo de mis familiares, ya que sin su apoyo no hubiera podido llevar a cabo esta tesis.

Expreso mi gratitud a mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería por impartirme todos los conocimientos y herramientas necesarias que hicieron posible desarrollar la presente tesis.

A nuestro asesor por su permanente orientación y apoyo.

Arturo Alexander Cruz Pérez

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO | ii |
| ÍNDICE DE TABLAS | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | v |
| INDICE DE ANEXOS | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 2 |
| 1.2. Formulación del problema | 33 |
| 1.3. Objetivos..... | 33 |
| 1.4. Hipótesis | 34 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 36 |
| 2.1. Tipo de investigación..... | 36 |
| 2.2. Población y Muestra | 36 |
| 2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos | 36 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos..... | 39 |
| 2.5. Procedimiento..... | 40 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 99 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 103 |
| REFERENCIAS..... | 106 |
| ANEXOS | 110 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ejemplo de análisis de defectos en un calzado | 15 |
| Tabla 2. Operacionalización de variables | 35 |
| Tabla 3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos | 36 |
| Tabla 4. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos | 39 |
| Tabla 5. Priorización por impacto económico | 47 |
| Tabla 6. Matriz de indicadores | 48 |
| Tabla 7. Distribución actual del personal | 49 |
| Tabla 8. Aprovechamiento de la tela en el corte..... | 52 |
| Tabla 9. Recorrido con el layout actual | 55 |
| Tabla 10. Resumen del recorrido y tiempo empleado con layout actual | 56 |
| Tabla 11. Remuneraciones de operarios | 57 |
| Tabla 12. Monetización del costo actual de la tela por uniforme | 58 |
| Tabla 13. Monetización del tiempo de doblado para embolsar, sin dispositivos | 58 |
| Tabla 14. Monetización del desplazamiento con layout actual..... | 59 |
| Tabla 15. Monetización de las compras reactivas | 59 |
| Tabla 16. Balance de línea..... | 61 |
| Tabla 17. Precedencia y peso posicional de las operaciones | 62 |
| Tabla 18. Determinación de estaciones de trabajo..... | 63 |
| Tabla 19. Matriz de distancias y frecuencias | 82 |
| Tabla 20. Beneficio del layout propuesto | 83 |
| Tabla 21. Lista de materiales para confeccionar un uniforme de faena | 84 |
| Tabla 22. Planeamiento grueso..... | 85 |
| Tabla 23. Plan agregado de producción..... | 86 |
| Tabla 24. Diseño de lista de materiales | 86 |
| Tabla 25. Requerimiento del SKU: uniformes de faena | 87 |
| Tabla 26. Planeamiento de requerimiento de tela drill cedro..... | 88 |
| Tabla 27. Planeamiento del requerimiento de hilo de coser | 89 |
| Tabla 28. Planeamiento de requerimiento de hilo de bordar | 90 |
| Tabla 29. Planeamiento de requerimiento de elástico para pretina..... | 91 |
| Tabla 30. Planeamiento de requerimiento de cinta reflectante | 92 |
| Tabla 31. Planeamiento del requerimiento de bolsas de polietileno de 30x60 | 93 |
| Tabla 32. Planeamiento del requerimiento de bolsas de polietileno de 60x80 | 94 |
| Tabla 33. Lanzamiento de órdenes de compra..... | 95 |
| Tabla 34. Flujo de caja | 98 |
| Tabla 35. Estado de resultados de la propuesta de mejora..... | 99 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Evolución del mercado peruano de confecciones en miles de unidades | 4 |
| Figura 2. Empresas textiles en Perú..... | 5 |
| Figura 3. Diagrama de Pareto | 13 |
| Figura 4. Selección de causas más relevantes..... | 15 |
| Figura 5. Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa..... | 17 |
| Figura 6. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa | 17 |
| Figura 7. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto..... | 18 |
| Figura 8. Procedimiento de investigación..... | 40 |
| Figura 9. Organigrama..... | 41 |
| Figura 10. Layout actual..... | 41 |
| Figura 11. Mapa de procesos | 44 |
| Figura 12. Cadena de valor..... | 44 |
| Figura 13. Diagrama de actividades actual | 45 |
| Figura 14. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa | 46 |
| Figura 15. Pareto de causas raíz de la problemática | 47 |
| Figura 16. Diagrama de precedencia de actividades..... | 50 |
| Figura 17. Uniforme de faena | 50 |
| Figura 18. Distribución actual de los patrones..... | 51 |
| Figura 19. Doblado sin uso de dispositivo..... | 53 |
| Figura 20. Layout actual..... | 54 |
| Figura 21. Materiales requeridos por uniforme | 56 |
| Figura 22. Esquema general de la propuesta | 60 |
| Figura 23. Representación gráfica de las estaciones de trabajo | 63 |
| Figura 24. Informe de data de las dimensiones de piezas..... | 66 |
| Figura 25. Primera propuesta de corte | 67 |
| Figura 26. Ingreso de data recalculada | 68 |
| Figura 27. Introducción de data del área de la tela | 69 |
| Figura 28. Nuevo corte optimizado | 69 |
| Figura 29. Optimización..... | 70 |
| Figura 30. Sobrantes de tela luego del corte optimizado | 71 |
| Figura 31. Prototipo de dispositivo doblador..... | 72 |
| Figura 32. Ubicación de la prenda en el dispositivo | 73 |
| Figura 33. Primer dobléz | 73 |
| Figura 34. Segundo dobléz | 74 |
| Figura 35. Tercer dobléz..... | 74 |
| Figura 36. Uniforme doblado | 75 |
| Figura 37. Uniforme embolsado | 75 |
| Figura 38. Dispositivo doblador propuesto..... | 76 |
| Figura 39. Matriz de Muther..... | 77 |
| Figura 40. Matriz de hexágonos de Muther..... | 77 |
| Figura 41. Ingreso de prioridades a Corelap 01 | 78 |
| Figura 42. Priorización de las áreas por importancia..... | 79 |
| Figura 43. Layout propuesto por Corelap 01 | 80 |
| Figura 44. Layout propuesto..... | 81 |
| Figura 45. Cotización Corte Certo..... | 96 |
| Figura 46. Dispositivo doblador de ropa | 97 |
| Figura 47. Costo de producción de uniformes | 100 |
| Figura 48. Costo de mano de obra por uniforme | 100 |
| Figura 49. Costo de tela por uniforme | 100 |
| Figura 50. Costo de doblado por uniforme | 101 |
| Figura 51. Costo de desplazamiento por uniforme | 101 |
| Figura 52. Sobrecosto por compras reactivas por uniforme | 102 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--------------------|-----|
| Anexo 1. MRP | 110 |
|--------------------|-----|

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general aplicar la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística de una fábrica confeccionista, en la ciudad de Trujillo mediante el uso de herramientas de ingeniería industrial para reducir sus costos operativos, ya sean por: falta balance de línea, corte empírico, falta dispositivos, deficiente layout y deficiente gestión de stocks. Planteado el problema, objetivos, hipótesis y variables, se hizo uso de peso posicional, Software Corte Certo 2D, gestión ajustada, método de Muther, Corelap y MRP, dichas propuestas de mejora se aplicaron a cada una de las causas raíz que presentaba la empresa mediante el diagrama Ishikawa, enfocándose en las que tienen mayor impacto en los costos operativos de la empresa con un total de cinco. Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de herramientas de ingeniería industrial, implementando dichas mejoras, se obtendría una ganancia total de S/36,700, de las cuales, al aplicar balance de línea se obtuvo un beneficio de S/17,712, al emplear Optimización, un beneficio de S/17,184, al aplicar Producción esbelta, un beneficio de S/1,476, al emplear Estudio del trabajo, un beneficio de S/50 y al aplicar Gestión Táctica, un beneficio de S/370. Implementando dichas mejoras, se redujo el costo operativo de S/553,013 a S/509,960. El VAN fue S/6,680. El TIR, 82.07%; El Beneficio-Costo 1.75 y el Periodo de Retorno de Inversión (PRI), 4 meses. Estos indicadores demuestran la conveniencia de la propuesta.

Palabras clave: producción, logística, costos operativos, confeccionista, Corte Certo 2D

ABSTRACT

The present work has the general objective of applying the proposal for improvement in the production and logistics management of a garment factory in the city of Trujillo through the use of industrial engineering tools to reduce its operating costs, either due to: lack of balance of line, empirical cut, lack of devices, deficient layout and deficient inventory management. Once the problem, objectives, hypotheses and variables were raised, positional weight, Corte Certo 2D Software, adjusted management, Muther method, Corelap and MRP were used, these improvement proposals were applied to each of the root causes presented by the company using the Ishikawa diagram, focusing on those that have the greatest impact on the company's operating costs with a total of five. The improvement proposals were based on the implementation of industrial engineering tools, implementing said improvements, a total profit of S / 36,700 would be obtained, of which, when applying line balance, a benefit of S / 17,712 was obtained, when using Optimization , a benefit of S / 17,184, when applying Lean Production, a benefit of S / 1,476, when using Work Study, a benefit of S / 50 and when applying Tactical Management, a benefit of S / 278. By implementing these improvements, the operating cost was reduced from S / 553,013 to S / 509,960. The NPV was S / 6,680. The IRR, 82.07%; The Benefit-Cost 1.75 and the Period of Return on Investment (PRI), 4 months. These indicators demonstrate the suitability of the proposal.

Keywords: production, logistics, operating costs, clothing manufacturer, 2D Certo Cut

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los tejidos surgen por la necesidad humana de protegerse del frío, de la lluvia, y de otros efectos climáticos. En el neolítico se comenzó a hilar el lino para el verano, y la lana para el invierno, —el huso y el telar son inventos del neolítico—.23 En la antigua China, se fabricaban tejidos de seda ya alrededor del año 3000 a. C. Los egipcios lograron también obtener finas telas de lino y de algodón. En México, los indígenas fabricaban sus telas del algodón y de fibras sacadas y tratadas del maguey.

La expresión del sentido del hilo se refiere al sentido en que el hilo de la urdimbre corre en la tela. La línea de dirección del hilo indica la posición en que se deberán alinear los patrones en relación al orillo de la tela.

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. Y más tarde fabricó hilos con fibras animales y vegetales (lana, lino, 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.

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)

A nivel mundial, los problemas sanitarios de la pandemia del Covid 19 viene afectando fuertemente a la economía de las empresas. Según datos del BCRP, la tasa de utilización de la capacidad instalada del sector confecciones ha caído dramáticamente a -44,5% al cierre de 2020.

La paulatina autorización del gobierno peruano para el reinicio de actividades comerciales, está generando una aparente reactivación del sector manufacturero.

Según el diario Gestión, del 8 de julio pasado, las exportaciones peruanas de confecciones alcanzaron ventas por US\$ 421 millones en los cinco primeros meses de este año, lo que significó un incremento de 3.1% en relación al mismo periodo del 2019 (US\$ 409 millones), informó el Instituto de Estudios Económicos y Sociales de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI).

El Instituto indicó que el año pasado los envíos se vieron gravemente afectados por las medidas de restricción a causa de la pandemia a nivel global, en donde totalizaron US\$ 240 millones. En ese sentido, crecieron 75.1% de enero a marzo de este año respecto a la misma temporada del 2020. (Sunat, 2020)

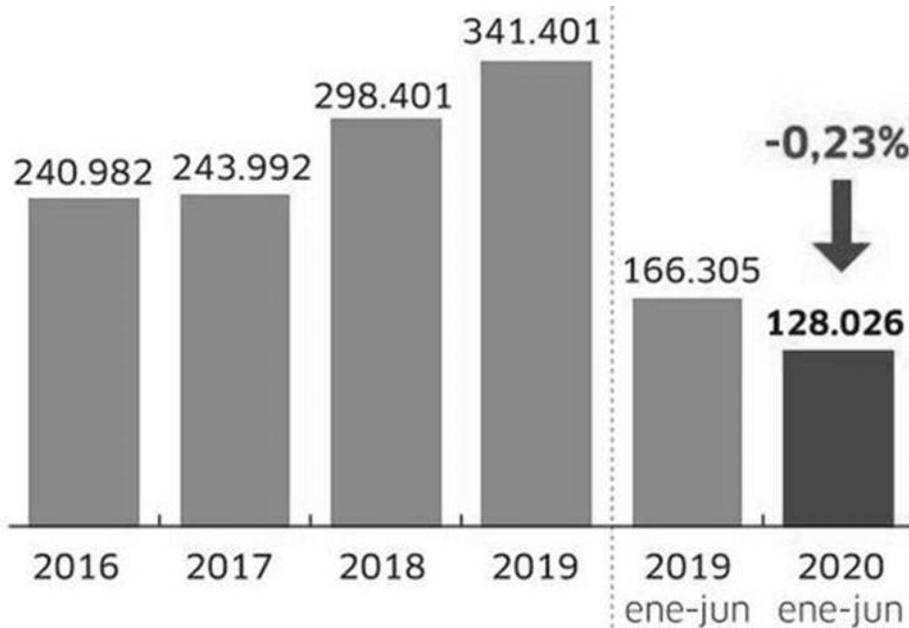


Figura 1. Evolución del mercado peruano de confecciones en miles de unidades

Fuente. CDB/Indecopi/SIN/Produce

El mismo reporte, indica que, que el alto valor exportado en mayo de este año responde al crecimiento de las ventas hacia sus principales países destino, donde las exportaciones de dicho mes versus su nivel pre pandemia crecieron para Estados Unidos (15.3%), Brasil (25%) y Canadá (77%).

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.

Mención especial merece, Gran centro Comercial e Industrial del rubro textil, ubicado geográficamente en el distrito de La Victoria en Lima capital de Perú,

donde encontramos más de 30,000 empresas entre tiendas de moda y textiles del hogar, fabricantes y contratistas, servicios de subcontratación y proveedores de la industria textil.

Se caracteriza por su gran extensión y la diversidad de opciones, pues es posible encontrar desde fabricantes con perfil emprendedor-microempresario hasta grandes corporaciones, dando la flexibilidad para que encuentre lo que busca ya sea Ud. consumidor final, o empresario de negocios. Siempre encontrará una tienda o proveedor a la medida de sus requerimientos, costos competitivos y alto ratio calidad: precio.



Figura 2. Empresas textiles en Perú

Fuente. CDB/Indecopi/SIN/Produce

En el centro histórico de Trujillo, se encuentra la empresa de confecciones, en la que se desarrollará la presente tesis.. Esta representativa empresa liberteña, se dedica a la confección de toallas y ropa de cama, orientada principalmente al abastecimiento de hoteles.

También produce polos de algodón, de vestir y para fines publicitarios; ropa para dormir y uniformes de faena. Precisamente de esta última se trata la siguiente tesis.

El reglamento de seguridad y salud ocupacional de empresas mineras, agrarias, de salud, etc., sostiene la prohibición de ingreso de personal a sus instalaciones., sin estar debidamente vestidos con uniforme de faena.

Este es componente fundamental y representativo de cada organización que lo requiriese y debe cumplir con la calidad adecuada para el trabajo,

La empresa confeccionista, motivo del presente estudio, abastece regularmente a agroindustrias del norte del país, como Cartavio y Casa Grande.

También a algunas minas de la región; aunque en los últimos meses el abastecimiento se ha reducido, por la presión que las comunidades están ejerciendo, para que estas compras se hagan a empresas de la región.

Mensualmente la empresa entrega aproximadamente 800 uniformes a estas empresas. Es una parte importante del negocio y está muy interesada en reducir los costos operativos, que es lo que motiva la presente tesis.

El corte de la tela drill de 100% algodón, materia prima de los uniformes de faena, se realiza empíricamente. 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.

Se ha determinado que el aprovechamiento de la tela es del 92.89%. El resto, son recortes entre las piezas, que se desechan. Esto determina que el costo de la tela por cada uniforme sea S/21.75.

Al no estar balanceada su línea de producción, incurre en exceso de mano de obra injustificada. De esta manera, se emplean 1.2 horas-hombre por cada uniforme y su costo de mano de obra de cada uno de estos, compuesto por camisa y pantalón, es S/6.36

Luego de confeccionado el uniforme, es doblado ordenadamente e introducido dentro de una bolsa plástica transparente. Esta operación manual es tediosa, por las características de rigidez de las prendas. Muchas veces queda mal presentada, desmereciendo la calidad y, adicionalmente, consumiendo 0.031 horas-hombre, que tienen un costo es S/0.20, por cada uniforme confeccionado.

Las maquinarias fueron ubicadas en el taller, según su secuencia de compra. Se observa que existen muchos cruces del personal, durante los recorridos y que estos son más largos de lo deseado.

Aproximadamente 10 veces durante el turno, un operario se desplaza entre el almacén de materiales; la mesa de corte; las máquinas de coser recto; las remalladoras; la bordadora; la mesa de empaque y finalmente, el almacén de producto terminado.

Habiéndose hecho la medición de estas rutas y, estimándose que la caminata se realiza muy lenta, a 1 Km/hora, se calcula que se recorren 0.795 Kilómetros diariamente. El costo de esta actividad improductiva es S/0.040, por cada uniforme confeccionado.

Se pretendería ubicar las máquinas de mejor manera, pues un entorno de trabajo cómodo y adecuado ayuda a aumentar la productividad a la vez que disminuye la rotación y el absentismo, no obstante, se entienda que el beneficio económico no sería significativo,

Afortunadamente, las máquinas están ubicadas sobre ruedas y su reubicación, es fácil.

Aunque no son recurrentes las compras reactivas, a pesar de que su sistema de planeamiento de las compras es ciertamente empírico, es pertinente mejorarlo, para evitar se agrave en el futuro. El año pasado se tuvieron que adquirir con urgencia, en dos oportunidades, rollos de drill, a un proveedor alternativo más costoso, por haber sufrido rotura de stock. El sobre costo fue de únicamente S/370.

Por último, por política, la empresa no está de acuerdo en incurrir en horas de sobretiempo. El promedio mensual de éstas, con las que se busca subsanar las inasistencias es realmente insignificante y no requiere mayor tratamiento.

1.1.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

Barón, Danny y Zapata (2012) mencionan que, siendo la redistribución de planta un tema relativamente nuevo, se debe tener en consideración que todas las empresas son distintas y las propuestas de redistribución pueden estar basadas en mejoramiento de sus necesidades específicas, propósitos y/o razones, generando clasificaciones diferentes a las establecidas hoy día en la literatura.

La detección de oportunidades de mejoramiento es un proceso que debe considerar a las personas involucradas en la planta, ya que éstas son quienes evidencian las dificultades y las posibles mejoras que se puedan realizar.

Los softwares de distribución de planta son una herramienta funcional, permiten generar propuestas basadas en los diferentes elementos que cada uno maneja. Por lo tanto, aunque pueden servir de guía, se debe tener en cuenta qué aspectos no se evalúan y que las propuestas arrojadas deben ser evaluadas y no siempre son las mejores.

Las reorganizaciones internas de los departamentos deben considerarse y llevarse a

cabo sobre la propuesta de redistribución y no sobre la distribución actual

Cruz (2016). Los datos recolectados de causas de tiempos perdidos no dan 100% de confiabilidad dado que algunos operarios no tienen claridad a la hora de llenar los formatos de tiempo perdidos en su puesto de trabajo.

- La tasa de producción de cada puesto de trabajo no concuerda con la mayoría de los estándares establecidos en SAP estando la mayoría de ellos por debajo y con desviaciones altas, así que se debe evaluar si el estándar debe ser cambiado o se debe mejorar las condiciones de trabajo en cada estación.
- La desviación de los estándares establecidos por SAP y la tasa de producción real es muy alta en algunos puestos de trabajo como empaque de especialidades, lo que lleva a que existan costos irregulares en SAP.
- El involucrar al operario no solo en la ejecución de mejoras sino también en el seguimiento y control servirá para que la empresa incremente la productividad de todos sus puestos de trabajo basados en una competencia sana. La implementación de TPM también ayudará en este punto.

Antecedentes nacionales

Sedano (2021). “Se concluye que el aplicar la herramienta de balance de línea en el área de confección de la empresa Los Altos Andes Peruanos SAC se logra mejorar la productividad de 55.97% (pre-test) a 92.01% (post-test) lográndose de esta forma confeccionar 862 prendas adicionales en 24 días.

Se logra determinar que la aplicación del balance de línea mejora la eficiencia en el área de confección de la empresa textil, lográndose hacer uso de 1108.37 horas de un total de

1152 horas disponibles. De esta forma incrementándose la eficiencia en 22.26% después de las mejoras.

Soto (2016). La estandarización de las actividades, la redistribución de planta mejoró los tiempos de recorrido en 31,35 segundos, además se ordenó el ambiente de trabajo para facilitar el trabajo de los operarios. Todo esto se complementó con la elaboración de un instructivo para el trazado de tela con el fin de reducir las mermas de materia prima y capacitaciones dadas a los operarios.

Con esto se logró un incremento de la productividad de materia prima en un 5%, la productividad de mano de obra en un 32 % y la productividad total en un 7,69%.

Antecedentes locales

Boy (2020) 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.

Chipana (2020). Un factor primordial para nuestro estudio era medir los tiempos actuales de operación para poder compararlo contra los tiempos óptimos de la Empresa y los

tiempos mejorados. Siguiendo los lineamientos del estudio de tiempos, herramienta de la ingeniería de métodos, se pudo determinar con precisión el tiempo actual de 33.32 minutos, lo cual motivó la presente investigación para buscar una mejora.

- Con las herramientas de análisis de la ingeniería de métodos, tales como los diagramas de operación, diagramas analíticos, entre otros; se pudo observar que todas las actividades del proceso son necesarias, pero se identificó que había actividades no dependientes de otras, las cuales se podían realizar en paralelo.
- Usando diagramas de causa efecto y la técnica de interrogatorio, herramientas usadas en la ingeniería de métodos, además de lo analizado en el punto anterior, se propone un nuevo procedimiento de trabajo, agrupando operaciones que pueden ser realizadas al mismo tiempo. De esta manera, se redujo el tiempo de costura de polera a 24.24 minutos, y, consecuentemente, aumentó la producción de 17 a 23 poleras por operario por turno.

1.1.2. Bases Teóricas

Metodología de Pareto

Richard (2008) en su libro “Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies”, menciona que la metodología de Pareto está basada en un método gráfico que ayuda a definir las causas más importantes de una situación en particular y por tanto las prioridades de acción a seguir. El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en

el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
9. Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.

Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores, su interpretación se lleva de la siguiente manera: "existen (número de categorías) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número de pocos vitales) corresponden al (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas (número) categorías pocos vitales, ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos. La figura 6, representa un Diagrama de Pareto en el que se observa que el 20 % de la línea de productos ofrecidos son los que generan la facturación del 80% de las ventas.

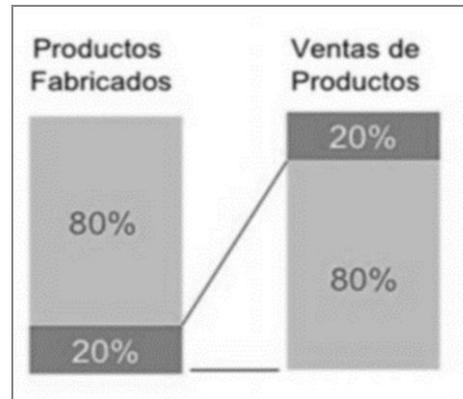


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

El análisis de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o elementos. Básicamente es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías:

1. Las “Pocas Vitales”: Elementos muy importantes en su contribución
2. Los Muchos Triviales: Elementos de contribución poco importante

- Características de la Metodología de Pareto

Entre las características de la Metodología de Pareto podemos mencionar:

1. Priorización: Identifica los procesos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo
2. Unificación de Criterios: Enfoca o dirige el esfuerzo del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común
3. Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

Construcción del Diagrama de Pareto

Para la construcción del Diagrama de Pareto son necesarios los siguientes elementos:

1. Un efecto cuantificado y medible: Sobre el que se quiere priorizar (Costos, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.)
2. Una lista completa de elementos o factores que contribuyan a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas productivos, servicios, etc.)
3. La Magnitud de la contribución de cada elemento factor al efecto total.

Todos estos datos bien existan o bien haya que recolectarlos deberán ser:

- **Objetivos:** Es decir basados en hechos, no en opiniones
- **Consistentes:** Debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyente y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
- **Representativos:** Deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad.
- **Verosímiles:** Evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca un soporte para toma de decisiones, si no se crean los datos, no apoyarán las decisiones.

Como ejemplos de la metodología de análisis se muestra una Tabla de Conteo para el caso de análisis de defectos en una empresa de fabricación de calzado. La Tabla nos muestra los tipos de defectos más comunes y ordenados por su porcentaje de contribución.

Tabla 1.
Ejemplo de análisis de defectos en un calzado

| Tipo de defecto | Número de defectos | Porcentaje Total de Defectos | Total acumulado de defectos | Porcentaje acumulado |
|---------------------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Costuras torcidas | 110 | 40.74% | 110 | 40.74% |
| Corte descentrado | 82 | 30.37% | 192 | 71.11% |
| Talones desiguales | 48 | 17.78% | 240 | 88.89% |
| Tonalidad desigual | 12 | 4.44% | 252 | 93.33% |
| Plantillas manchadas | 8 | 2.96% | 260 | 96.30% |
| Forros manchados | 6 | 2.22% | 266 | 98.52% |
| Piquetes o cicatrices en la capellada | 4 | 1.48% | 270 | 100.00% |
| TOTAL | 270 | | | |

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

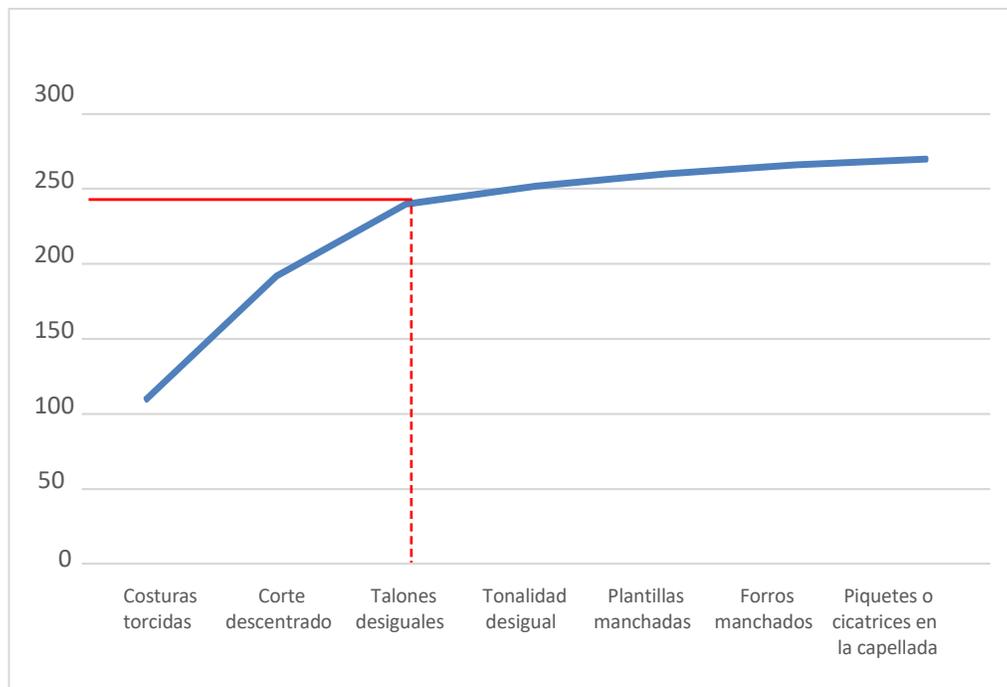


Figura 4. Selección de causas más relevantes

Fuente. Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

En la figura 4, se presenta el gráfico de selección de causas más relevantes para el ejemplo presentado. Se puede apreciar que los tres tipos de defecto que se pueden considerar como “Pocas Vitales”, generan el 89% de defectos en la fabricación de un calzado.

Metodología Ishikawa

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos.

- Elementos del diagrama de Ishikawa

Los elementos que estructuran un Diagrama de Causa – Efecto son:

1. El Problema
2. Causas Mayores: Considerados como Variables Críticas
3. Causas Menores: Causas que inciden sobre las variables críticas
4. Sub Causas: Las que inciden sobre las causas menores

- Construcción del Diagrama de Ishikawa

Los errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante. El diagrama se elabora de la siguiente manera:

1. Ponerse de acuerdo en la definición del efecto o problema.
2. Trazar una flecha y escribir el "efecto" del lado derecho.

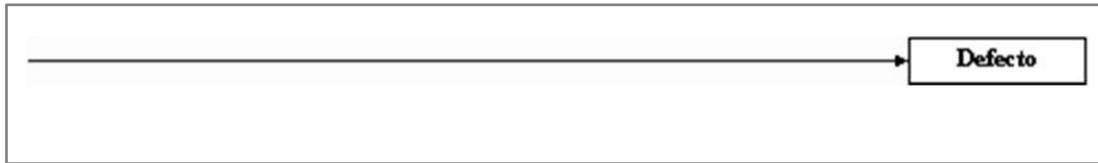


Figura 5. Inicio del diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

3. Identificar las causas principales a través de flechas secundarias que terminan en la flecha principal.

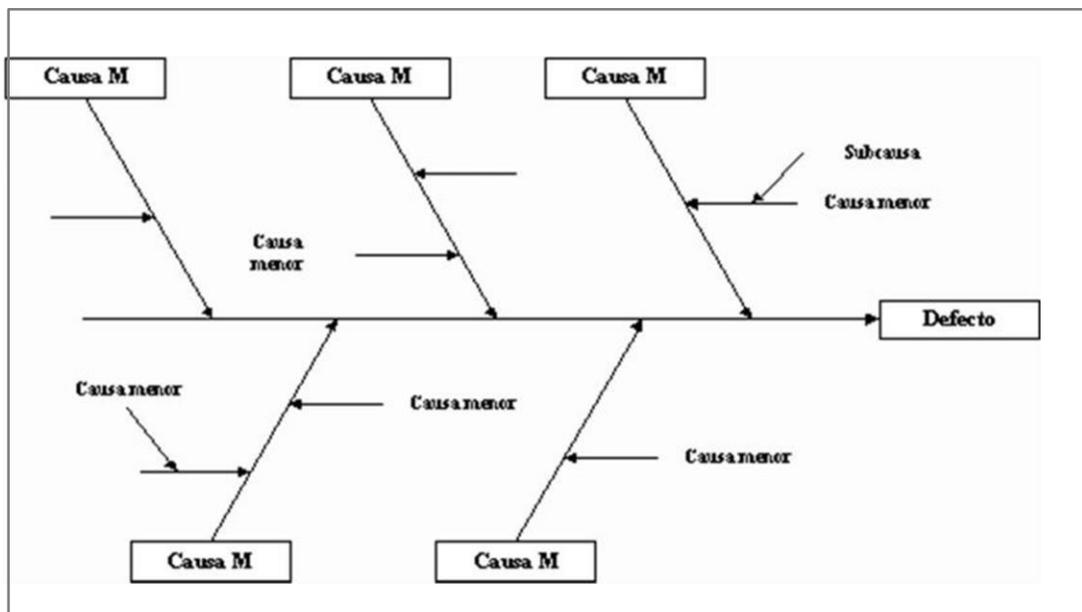


Figura 6. Causas secundarias diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

Fuente. Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

4. Identificar las causas secundarias a través de flechas que terminan en las flechas secundarias, así como las causas terciarias que afectan a las secundarias.

5. Asignar la importancia de cada factor.

6. Definir los principales conjuntos de probables causas: materiales, equipos,

métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5 M’s).

7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.

8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad.

La Figura 7 nos muestra un ejemplo de Diagrama Causa – Efecto para el caso de análisis del problema de deficiencias en la gestión de mantenimiento de equipos críticos de una Planta Piloto de Concentración de Mineral.

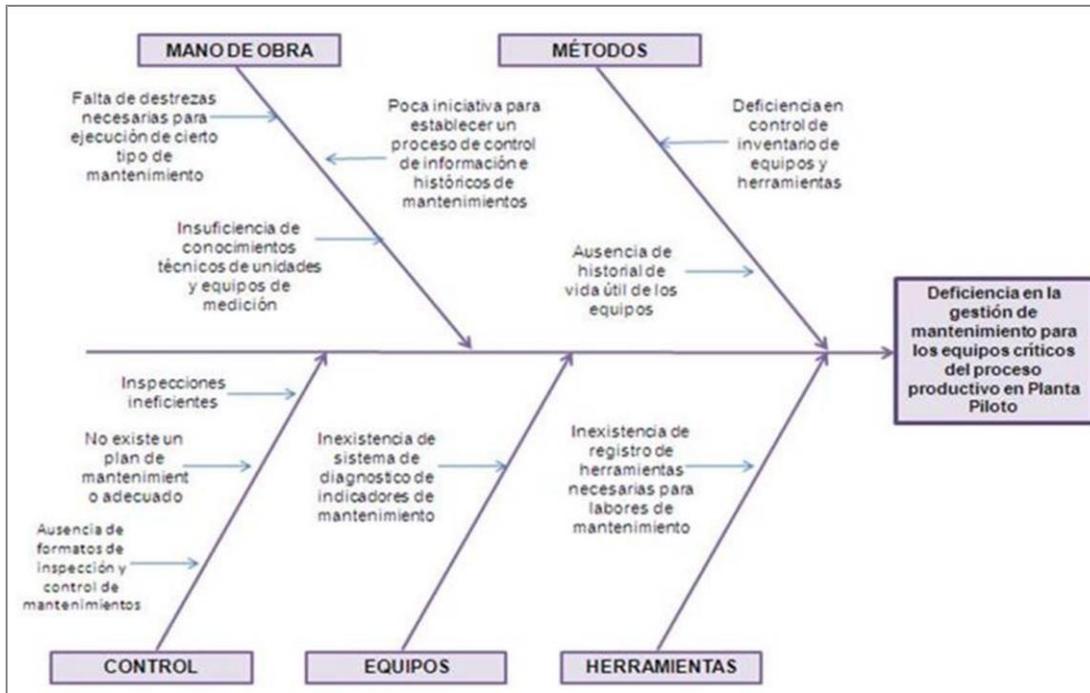


Figura 7. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto

Fuente. Diseño modelo de gestión de mantenimiento equipos críticos, Ing. Iván Turmero Astros (2013)

Relación entre los Métodos de Pareto e Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa en primer lugar permite clasificar los defectos y priorizarlos.

Una vez priorizados los defectos se procede a realizar un Diagrama de Pareto de

causas, el cual nos ayuda a procesar la causa o causas que representan u originan el 80% de los problemas o incidencias.

- **Técnica de estudio de tiempo**

Según Niebel (2010), en su libro Ingeniería industrial, estudio de tiempos y movimientos, manifiesta que el estudio de tiempos es un arte y una ciencia. A fin de asegurarse el éxito en este terreno, el analista debe desarrollar el arte de inspirar confianza, ejercitar su juicio y crear un trato caballeroso hacia todos los que se ponen en contacto con él. Además, es esencial que su experiencia y entrenamiento hayan sido tales, que pueda comprender en todo su alcance y llevar a cabo diversas funciones relacionadas con cada etapa del estudio. Estos elementos incluyen la selección del operario, el análisis del trabajo y la división del mismo, en elementos, anotación de los Valores de los elementos transcurridos, calificación de la actuación del operario, asignación de las tolerancias que se ponen en contacto con él. Según Caso (2006) “es una técnica de medida del trabajo empleada para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, realizada en condiciones determinadas, para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida”. Su objetivo es registrar los tiempos empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronometro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas (Baca, 2013).

El estudio de tiempo con cronómetro suele constar de los siguientes pasos:

- Obtener y registrar toda la información que se disponga acerca de la tarea a medir, del operario y de las condiciones de trabajo que puedan influir en el desempeño de la misma.

- Dividir la operación en elementos, describiendo y registrando el método de ejecución.
- Determinar el tamaño de la muestra, asegurándose que se está utilizando el mejor posible para su ejecución por el operario.
- Medir el tiempo que tarda el trabajador en completar cada elemento
Al mismo tiempo que lo anterior, valorar el ritmo o la actividad con que el operario realiza la operación.
- Calcular el tiempo básico
- Determinar los suplementos que hay que aplicar
- Calcular el tiempo tipo de la operación

Balance de línea

Según Niebel (2010), el problema de determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a una producción en línea es análogo al problema del número de trabajadores que deben asignarse a una máquina, en donde se recomendó el uso del diagrama de proceso en grupo. Tal vez, la situación más elemental de balanceamiento de línea, la que se encuentra por todas partes, es en donde varios operarios, cada uno llevando operaciones consecutivas, trabajan como una sola unidad. En tal situación es obvio que la velocidad de producción, a través de la línea, depende del operador más lento.

Según Rau (2012) el balance de línea es un método que se asienta en la sincronización de un grupo de puestos y estaciones de trabajo con el fin de nivelar sus cargas. Este método consiste en disminuir tiempos de esperas e inventarios en procesos, recortar las esperas por recibir trabajo de un puesto precedente, reducir los inventarios en el proceso (acumulación entre puestos) y eliminar cuellos de botella.

Objetivos del Balanceo de líneas:

- El principal objetivo es asignar una carga de trabajo entre diferentes estaciones o centros de trabajo que busca una línea de producción balanceada (carga de trabajo similar para cada estación de trabajo, satisfaciendo requerimientos de producción).
- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Sistema de pago por productividad.
- Para poder llevar a cabo la aplicación de balance de línea en primer lugar se debe de conocer los siguientes indicadores:

Software para optimizar corte de tela Corte Certo 2

- *Corte Certo* es una aplicación que permite el corte recto (formando ángulos de 90°) de chapas de los más variados materiales. Después de incluir las informaciones sobre el material (dimensiones de la chapa, el tipo de materia prima, etc.) y sobre los proyectos (dimensiones de las piezas a ser cortadas, etc.), el programa:
 - Calcula automáticamente la ubicación de las piezas con líneas de corte
 - Visualiza a través del monitor e imprime los mapas de corte
 - Presenta el editor gráfico de mapas de corte integrado (CAD)
 - Imprime etiquetas para identificar piezas y retazos
 - Registra y reutiliza retazos
 - Elabora e imprime informes estadísticos

- Aplicable tanto al corte manual como al realizado por medio de máquinas (seccionadora, guillotina o mesa de corte)
- Permite la integración con otros sistemas
- La contribución de Corte Certo puede estar en cada vidrio de determinado edificio. O en los muebles que ahí se encuentren. En las escalinatas de mármol. En el avión que se avista por la ventana o en el ómnibus que pasa por la calle. Es casi imposible enumerar todas las aplicaciones que tiene el sistema Corte Certo. Los programas de la línea Corte Certo 2D (Mini, Standard, Plus) son útiles siempre que se quiera planificar el corte de rectángulos (chapas y bobinas) en rectángulos menores. No importa cuál es el material utilizado. Ya el Corte Certo 1D (Linear) se especializa en el planeamiento de corte de materiales unidimensionales, como barras, aluminio, barras corrugadas, tubos, cables, etc. Sin duda, el mayor número de usuarios de los sistemas Corte Certo se encuentra entre los que se dedican a actividades de los sectores de la vidriería y mueblería.

Distribución de planta

Núñez (2014) plantea que “la distribución en planta (o layout) consiste en determinar la mejor disposición de los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad de una empresa (ubicación de máquinas, puestos de trabajo, almacenes, pasillos, zonas de descanso del personal, oficinas, áreas de servicio, etc.) dentro de la instalación productiva, de manera que se alcancen los objetivos establecidos de la forma más adecuada y eficiente posible. Una buena distribución en planta debe tener en cuenta el espacio requerido para cada proceso productivo y el espacio necesario para las distintas operaciones de apoyo, así como permitir una buena circulación de materiales, personas e información.”

Domínguez (1995) define a la distribución de planta como “el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible”. El mismo autor plantea cuatro objetivos básicos que debe conseguir una buena distribución de planta, los cuales son:

- Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una comunidad de objetivos.
- Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio, etc.
- Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.
- Adaptar la distribución de planta a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, lo que aconsejable la adopción de distribuciones flexibles. Las decisiones sobre distribución de planta son una de las decisiones clave para determinar la eficiencia de las operaciones a largo plazo.

Heizer (2007), manifiesta que el layout de las operaciones tiene muchas implicaciones estratégicas, ya que “establece las prioridades competitivas de una empresa desde el punto de vista de la capacidad, procesos, flexibilidad y costos, así como también respecto de la calidad de vida en el trabajo, del contacto con el cliente y de la imagen”. Además, el autor dice que el objetivo principal de la estrategia de la distribución de planta es

“desarrollar un layout económico que satisfaga los requisitos competitivos de la empresa”.

Chase (2009), plantea que “las decisiones relativas a la distribución entrañan determinar dónde se colocarán los departamentos, los grupos de trabajo de los departamentos, las estaciones de trabajo y los puntos donde se guardan las existencias dentro de una instalación productiva”. Además, plantea que el objetivo principal “es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo del trabajo (en una fábrica) o un patrón de tránsito dado (en una organización de servicios)”. “El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere ya bajo costo.”

Niebel (2010) plantea que la distribución física constituye un elemento importante de todo sistema de producción que incluye tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, enrutamiento y despacho. Todos estos elementos deben estar cuidadosamente integrados para cumplir con el objetivo establecido. “El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquiera otra decisión corporativa importante. La calidad y el costo del producto y, por tanto, la proporción de suministro/demanda se ve afectada directamente por el diseño de la instalación.”

Meyers (2006). plantea que el diseño de instalaciones de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. El diseño de instalaciones incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución

de la planta y el manejo de materiales. Los autores anteriormente expuestos llegan a las mismas conclusiones sobre la distribución de planta, la cual se debe realizar de una forma que: disminuya la circulación del material o del producto o de las personas según sea enfoque, utilizar de forma óptima el espacio de las instalaciones y se pueda cambiar ante cualquier eventualidad. Además, mencionan que una correcta distribución de la planta se traduce en un lugar seguro y grato para el trabajador, y, además, una reducción de costos operacionales.

Factores que influyen en la selección de la distribución de planta

Domínguez (1995). Al realizar una buena distribución de planta es necesario conocer todos los factores implicados y además las relaciones entre ellos, la influencia e importancia de éstos pueden variar con cada organización y situación en específico.

En cualquier caso, la distribución de planta debe equilibrar las características y consideraciones de cada factor, obteniendo la máxima ventaja de cada uno de ellos.

(agrupan estos factores en ocho grupos:

- Los materiales “Los elementos fundamentales a considerar que influyen decisivamente en los métodos de producción son, el almacenamiento y manipulación son tamaño, la forma, el volumen, el peso y características físicas y químicas
- La maquinaria “Para una distribución de planta es necesario conocer la maquinaria, las herramientas y equipos indispensables para la producción del producto, como también los requerimientos y su utilización. Habrá que tener en cuenta para la maquinaria su tipología y el número de máquinas correspondiente a cada tipo, el espacio requerido, la forma, la altura y peso, la cantidad y clase de operarios requeridos, el riesgo para el

personal, la necesidad de servicios auxiliares, entre otros. Además, se debe considerar el tipo y clase de los equipos y herramientas utilizados en la producción del producto.”

- La mano de obra. El factor hombre, como factor de producción, es considerado mucho más flexible que cualquier material o maquinaria; ya que se puede trasladar, capacitar en actividades diversas y adaptar a distintas tareas. Además, es factible dividir o repartir su trabajo.

- El movimiento de materiales es un factor muy importante en la reducción de costos de producción, pues permite que los trabajadores se especialicen en las operaciones y no en el traslado de materiales, para ello recomienda tener en cuenta la siguiente: o Reducir el retroceso y cruce en la circulación, además de establecer una dirección única de los materiales. o Cuidar que los pasillos sean rectos con espacio para el movimiento. o Reducir el manejo innecesario, a fin de establecer la distancia más corta. o Analizar la secuencia o ruta de operaciones para mejorar los movimientos del material. o Vigilar que los operarios calificados no realicen operaciones de manejo. o Reducir el tiempo invertido en recoger y dejar material o piezas fuera del área asignada. o Reducir los acarrees, levantamientos a mano y traslados que impliquen esfuerzos. o Disminuir los traslados de larga distancia y demasiado frecuentes. o Descongestionar los pasillos, evitar manejos excesivos y transferencias.

El movimiento de materiales no es una actividad productiva, ya que no brinda valor al producto, por lo que hay que intentar que sean mínimas y que su relación se combine con otras operaciones. Para el proceso de distribución se debe considerar la entrada de materiales o accesos a la planta, la salida de estos o lugares de desembarque, así como también el movimiento de materiales auxiliares, maquinaria, equipos y personal.

- Las esperas. La distribución de planta busca minimizar los costos ligados a las esperas del material que ocurren dentro de un proceso productivo, pero hay veces que una espera puede acrecentar la economía, (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entrega programa, etc.), por lo cual se hace necesario designar espacios para los materiales en espera.
- Los servicios auxiliares que permiten y facilitan las actividades principales dentro de una organización. Entre ellos, están los relacionados al personal (por ejemplo, vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), relativos al material (como por ejemplo inspección y control de calidad), y los relacionados a la maquinaria (ejemplo mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares).
- El edificio. Las empresas pueden operar en edificios que cuenten con la infraestructura y las instalaciones adecuadas, o adaptar un inmueble a las necesidades de los productos y servicios, ya que el edificio es el caparazón que resguarda a empleados, operarios, materiales, maquinaria, equipo y actividades auxiliares, por lo que constituye una parte importante de la distribución de planta. Por lo que respecta a este factor el autor recomienda tener en cuenta lo siguiente:
 - o Delimitar las áreas de productos, proceso, equipos o similares, con pared y divisiones.
 - o Evitar la sobrecarga de los montacargas o la excesiva espera de los mismos.
 - o Contar con pasillos principales, pasos y calles, rectos y amplios
 - o Evitar edificios distribuidos sin ningún orden
 - o Evitar edificios repletos, interferencia de tránsito entre trabajadores, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo sobrecargadas.

· Los cambios. Plantea que la distribución debe ser flexible, por lo que se debe tener en cuenta posibles variaciones futuras, identificando posibles cambios y su magnitud, por lo cual se debe buscar una distribución capaz de adaptarse dentro de límites razonables y realistas. Para alcanzar la flexibilidad se debe mantener la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación ante cualquier emergencia y variaciones inesperadas de las actividades productivas normales sin tener que realizar un reordenamiento de los departamentos o zonas de trabajo.

Núñez (2014) plantea que para alcanzar los objetivos de la distribución de planta hay que considerar los siguientes aspectos:

- a) La manera en que los materiales circulan por la instalación
- b) La cantidad de equipos que se utilizarán, así como sus dimensiones, utillajes y espacios auxiliares necesarios a su alrededor.
- c) La mano de obra, no sólo en cuestiones relativas a la calidad de vida en el trabajo o condiciones ambientales (seguridad, iluminación, ventilación, etc.), sino también en aspectos vinculados a las relaciones personales.
- d) Las necesidades de espacio para servicios auxiliares (sistemas de seguridad, mecanismos de prevención de incendios, sistemas de refrigeración, etc.).
- e) Las limitaciones que impone el edificio en cuanto a estructura de la planta, localización de columnas, escaleras, ventanas, desniveles del suelo, etc., y los costes de construcción o modificación de las instalaciones.

Tipos de distribución de planta

Como se mencionó anteriormente las decisiones de layout buscan la mejor ubicación de la maquinaria, de despachos y mesas de trabajo y demás mobiliario, o de centros de servicio dentro de la organización, con el fin de un flujo de materiales, personas e información eficaz.

Heizer (2007) expone que un diseño de distribución de planta debe tener en cuenta cómo conseguir lo siguiente:

- Mayor utilización del espacio, equipo y personas.
- Mejora del flujo de información, materiales y personas.
- Mejora de la moral y la seguridad de las condiciones de trabajo de los empleados.
- Mejora de la interacción con el cliente.
- Flexibilidad (sea como sea actualmente el layout, tendrá que cambiar en algún momento).

Este autor plantea que al desarrollar un layout eficaz, éste puede ayudar a una organización a obtener estrategias en diferenciación, bajos costos o rapidez de respuesta, logrando así una ventaja competitiva por sobre otras empresas del mismo rubro, o sea sus competidores.

Costos operativos

Los costes operativos, también conocidos como costes de operación o costes operacionales, son el tipo de costes en los que incurre una empresa en el desarrollo de la propia actividad del negocio. Algunos de los ejemplos de costes operativos son los salarios, alquiler de locales, compra de suministros, etc.

Para garantizar la marcha de una empresa, es necesario incurrir en una serie de costes para que el desarrollo de la actividad se realice adecuadamente. Dentro de estos costes, encontramos dos tipos de costes operativos:

- Costes operativos fijos. Se trata de un coste operacional que no varía. Es decir, al margen del nivel de producción que abarque la empresa, este coste será siempre igual. Sería el caso, por ejemplo, del alquiler del local, cuya cuantía mes a mes no varía.
- Costes operativos variables. Este coste operativo, por el contrario, sí que variará en función del nivel de producción de la empresa. En el caso, por ejemplo, de que haya un nivel de producción mayor, posiblemente se necesiten horas extra de trabajo, lo que provoca que el sueldo a pagar a estos empleados sea mayor.

Los costes operativos de una empresa, por tanto, son aquellos en los que incurre una empresa una vez se realiza la inversión inicial y, por regla general, engloban los gastos operativos y de mantenimiento. Es decir, los que se dan en el desarrollo de la actividad del negocio.

Software Corte Certo

Software que calcula el mejor lote para la producción industrial, genera planilla para control de los pedidos, pero comienza a diferenciarse con sus sofisticadas herramientas de post edición manual, el más completo conjunto en todo el mundo.

El producto viene acompañado de un programa específico para el cálculo de corte materiales lineales, siendo sus principales funciones:

- Etiquetas con códigos de barras
- Exportación de datos
- Piezas extras, de relleno de espacios libres

- Optimización de planos de cortes rectangulares
- Opción para respetar el sentido de las fibras o ranuras del material.
- Funciones de digitación rápida (Fast Typing)
- Registro (manual) y reutilización de retazos
- Los proyectos pueden tener materiales diferentes
- Etc

Software Corelap 01

CORELAP, es una técnica tradicional utilizada en la construcción de distribuciones. Es la sigla de “*Computerized Relationship Layout Planning*” *CORELAP*, el cual fue desarrollado en 1967, siendo uno de los pioneros en el campo de la distribución asistida por computador.

En ésta metodología se ubican los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en trayectoria rectilínea, siendo el de mayor relación de cercanía situado en el centro de la disposición y como regla de desempate siempre se selecciona el departamento de área más grande.

1.1.3. Definición de Términos

- Balance de líneas. consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

- Capacitación. Proceso que posibilita al capacitando la apropiación de ciertos conocimientos, capaces de modificar los comportamientos propios de las personas y de la organización a la que pertenecen.
- Costos operativos. El costo operativo de una empresa incluye todos los gastos relacionados con el funcionamiento de una organización, tales como materiales, salarios de los empleados, impuestos comerciales, logística, entre otras necesidades diversas.
- Distribución de planta. es la ordenación de los equipos industriales y de espacios necesarios para que un sistema productivo alcance sus objetivos con la eficiencia adecuada. Los equipos industriales es cualquier elemento que necesite un espacio y que intervenga en un proceso productivo.
- Eficiente. Con poco o nada de desperdicios. En forma alternativa, un término conciso que se refiere al enfoque hacia la eliminación de desperdicios de la producción y distribución a través de la participación activa y la motivación a los trabajadores y el enfoque hacia el valor para el cliente. Ser eficiente significa sacarles el jugo a los recursos escasos.
- Jidoka. Jidoka es uno de los pilares del Sistema de Producción Toyota junto con Just In Time. El término Jidoka utilizado en el TPS (Toyota Production System) se puede definir como «automatización con un toque humano».
- Optimización. Optimización hace referencia a la acción y efecto de optimizar. En términos generales, se refiere a la capacidad de hacer o resolver alguna cosa de la manera más eficiente posible y, en el mejor de los casos, utilizando la menor cantidad de recursos.

- Producción esbelta. también denominada “Lean Manufacturing” (producción sin desperdicios) nació en los años 60 en la búsqueda de mejorar los sistemas de producción de la fábrica Toyota. Mediante diferentes herramientas, la manufactura esbelta busca: Eliminar todo tipo de desperdicio, la mejora constante, donde se aplica la filosofía KAIZEN y una mejora estable y sostenible en el tiempo de la producción y la calidad.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística, en los costos operativos de una fábrica confeccionista, Trujillo 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística, en los costos operativos de una empresa de confecciones en la ciudad de Trujillo, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de producción y logística, de una empresa de confecciones.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de producción y logística, de la empresa de confecciones.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora y su impacto en los costos operativos de la empresa de confecciones.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística, influye en la reducción de costos operativos de la empresa de confecciones, Trujillo, 2021.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

Propuesta de mejora en la gestión de producción y logística

1.6.2. Variable dependiente

Costos operativos.

1.7. Aspectos éticos

La información para esta tesis fue proporcionada por la gerencia de la empresa de confecciones y se utilizó con su consentimiento expreso.

Los tesisas se comprometen a dar uso apropiado a esta información y a guardar absoluta reserva de los temas financieros y estratégicos que el directivo compartió con ellos.

El personal operativo en todo momento estuvo al tanto de la naturaleza de la presencia de los tesisas en la planta. Su colaboración fue solicitada personalmente por los directivos.

1.8. Operacionalización de variables

Tabla 2.
Operacionalización de variables

| Variables | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicador | Fórmula |
|---|--|--|----------------------------|---|---|
| Variable independiente: Gestión de producción | Procedimiento que aplica el ingeniero de métodos, para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación, con la idea de mejorarla. (Niebel, B) | La propuesta permite mejorar la gestión de producción y con ello, reducir los costos operativos. | Eficiencia | Mano de obra requerida para producir un uniforme | Horas-hombre empleadas x Costo M.O. |
| | | | | Aprovechamiento en el corte de la tela | % Aprovechamiento de tela x Costo M ² |
| | | | | Tiempo para embolsar un uniforme | Horas de embolsado x Costo M.O. |
| | | | | Tiempo gastado en desplazamientos para confeccionar un uniforme | Horas de desplazamiento x Costo M.O. |
| Variable independiente Gestión logística | La gestión logística se ocupa de integrar el flujo de información y sus herramientas de gestión, manipulación de materiales, producción de embalaje, inventario, transporte, almacenamiento y, a veces, seguridad. | La propuesta permite mejorar la gestión logística y con ello, reducir los costos operativos | Eficiencia | Sobrecosto en compras reactivas o de último minuto | $\frac{\text{Costo reactivo} - \text{costo std}}{\text{Costo std}}$ |
| Variable dependiente: Costo de producción | Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. (http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm) | Son los materiales, la mano de obra y los costos indirectos de fabricación, son los componentes que suministran la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del precio del producto. | Costo de producción | | $\frac{\text{Costos directos} + \text{costos indirectos}}{\text{Uniforme}}$ |

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente tesis es una investigación propositiva, ya que, como afirma Gallego (2017), utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos.

2.2. Población y Muestra

Población: Todos los procesos de la fábrica de confecciones.

Muestra: Los procesos de producción y logística, de ropa de faena.

2.3. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 3.
Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

| TÉCNICA | JUSTIFICACIÓN | INSTRUMENTOS | APLICADO EN |
|-------------------------------|---|--|---|
| Observación de campo | Permitió observar las gestiones de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos. | -Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro | En el área de producción y logística de la fábrica de confecciones. |
| Entrevista | Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa en cuanto a producción. | -Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica | En el gerente de la empresa. |
| Análisis de documentos | Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción. | -Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes | Base de datos de la empresa en estudio. |
| Encuesta | Permitió analizar los factores que intervienen en la producción. | -Cámara fotográfica -Guía de encuesta -Lapiceros | Personas que labora en el área de producción. |

Fuente. Elaboración propia

Observación directa

Objetivo:

Identificar la problemática en las áreas de producción y logística, de la fábrica de confecciones y las consecuencias que esta genera con respecto a sus costos operativos.

Procedimiento:

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de producción y logística de la empresa.

Instrumentos:

Breviario de apuntes y lápices.

Entrevista

La entrevista se realizará al jefe de producción.

Objetivo:

Determinar la situación actual de la empresa confeccionista y conocer con mayor detalle su funcionamiento y gestión de producción. para puntualizar los problemas fundamentales en el área de fabricación y logística, que están directamente relacionados con los altos costos operativos.

Parámetros:

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina del jefe de producción

Procedimiento:

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

Instrumentos:

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

Análisis de documentos

Objetivo:

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.

Procedimiento:

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

Instrumentos:

USB, laptop, breviario de apuntes, lapicero.

Encuesta

Objetivo:

Obtener información de todos los procesos del área de producción y logística, para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces.

Parámetros:

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa de confecciones.

Procedimiento:

Realizar una serie de preguntas a los trabajadores del área de producción y al gerente, fin de conocer los puntos resaltantes del área.

Instrumentos:

- Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.
- Estadísticas de producción y ventas oficiales.
- Estadística aplicada.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 4.
Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

| Herramienta | Descripción |
|----------------------------------|--|
| Diagrama de Ishikawa | Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces. |
| Matriz de priorización | Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2021. |
| Pareto | Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de elevados costos operativos. |
| Matriz de indicadores | Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz. |
| Diagrama de análisis de procesos | Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción. |

Fuente. Elaboración propia

Procesamiento de información

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

2.5. Procedimiento

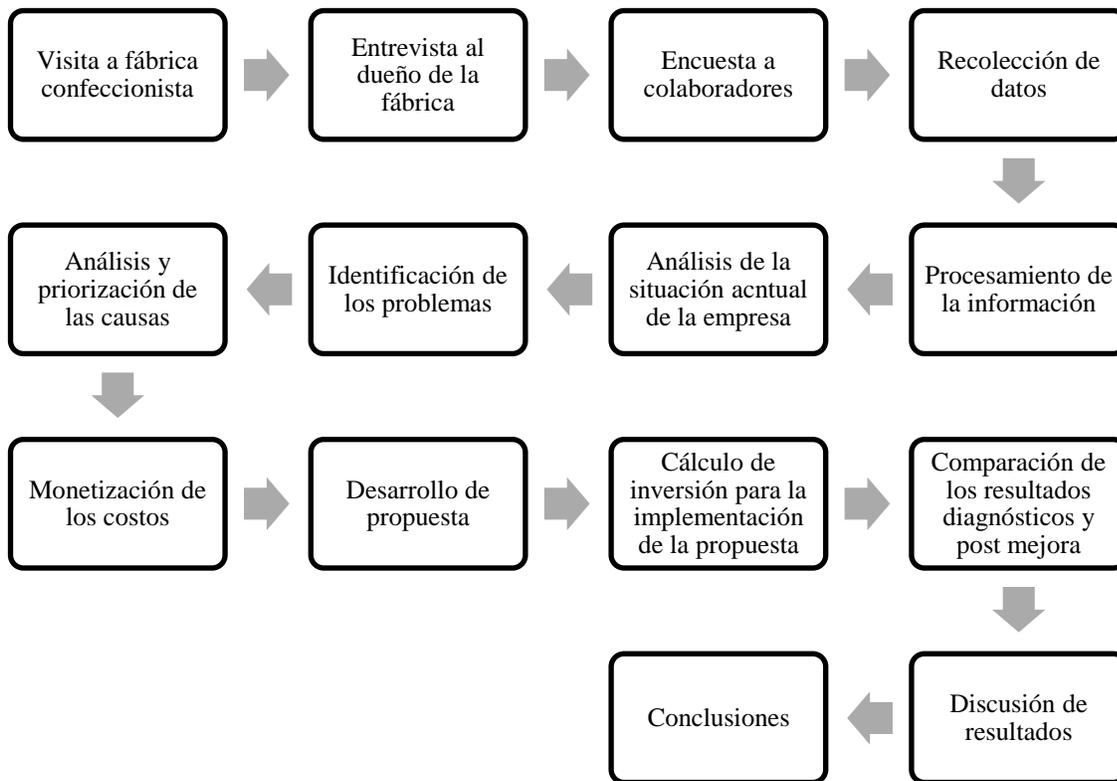


Figura 8. Procedimiento de investigación

2.5.1. Misión y Visión

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.

2.5.2. Organigrama

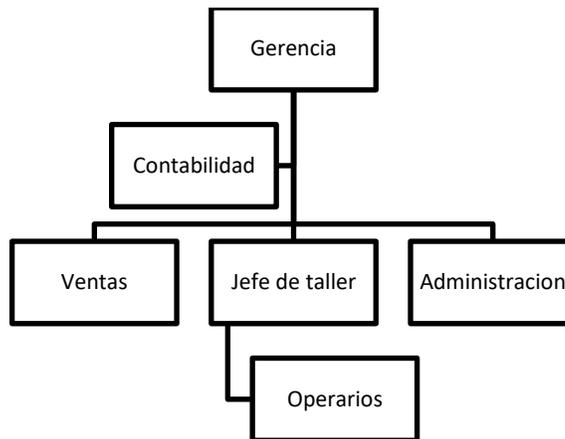


Figura 9. Organigrama

2.5.3. Distribución de la empresa

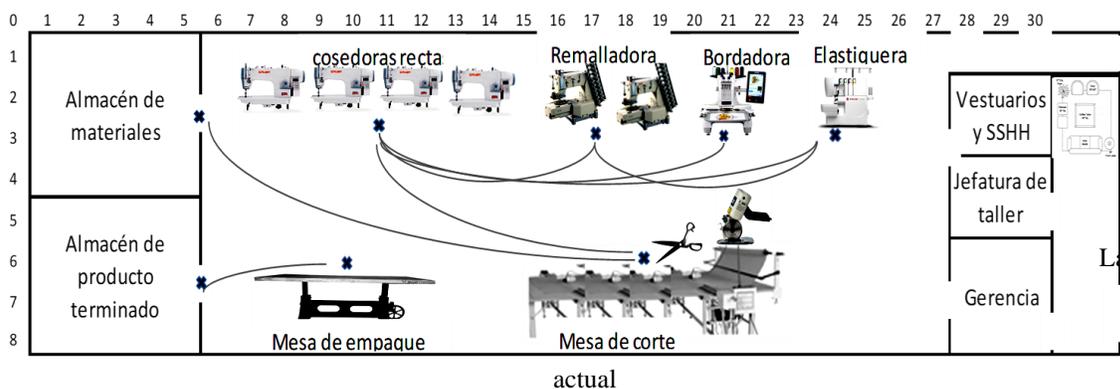


Figura 10. Layout

2.5.4. Principales Competidores

- Boston
- Alvatex

- Confecciones Santa Teresita
- Confecciones Jared.

2.5.5. Principales Proveedores

- Berr Textil Perú S.A.C.
- Creditex S.A.A.
- Fashion Textil Cotton S.A.C.
- Grupo Textil Diaz.
- Precotex S.A.C.

2.5.6. Principales Productos

- Ropa de faena para agroindustria
- Ropa de faena minera
- Ropa de faena personal de limpieza
- Polos de algodón
- Sábanas
- Toallas
- Batas de felpa
- Secadores de cocina
- Telas variadas

2.5.6. Principales Clientes

- Agroindustria Cartavio
- Agroindustria Casa Grande

- Empresas mineras
- Municipalidad Provincial de Trujillo
- Clientes particulares

2.5.6. Foda

Tabla 4.
FODA de la empresa

| | |
|--|--|
| <p>Fortalezas</p> <p>Cumplimiento Seriedad Variedad de productos Calidad Precios competitivos Clientes fidelizados Capacidad instalada disponible</p> | <p>Oportunidades</p> <p>Nuevos mercados Nuevos clientes Exportación Nuevos productos Aprovechamiento de residuos Reducción de costos Mejor layout Mayor valor agregado Nueva tecnología</p> |
| <p>Debilidades</p> <p>Maquinaria obsoleta Estándares deficientes Layout inapropiado Mermas por falta de capacitación Difícil manejo de residuos</p> | <p>Amenazas</p> <p>Subida de la paridad de la moneda Nuevos competidores Contrabando Obsolescencia de la tecnología Reducción de la demanda</p> |

2.5.7. Mapa de procesos

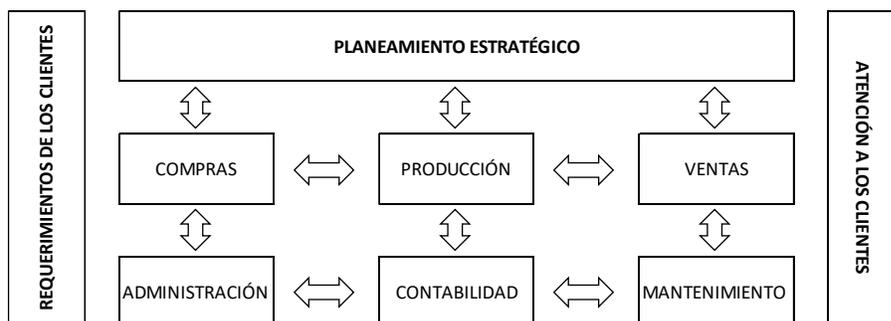


Figura 11. Mapa de procesos

2.5.8. Cadena de valor



Figura 12. Cadena de valor

2.5.7. Diagrama de actividades del proceso

| N° | Actividad | Operación | Operación & Inspección | Inspección | Demora | Transporte | Almacenar | Distancia | Minutos por uniforme | |
|----|---|-----------|------------------------|------------|--------|------------|-----------|-----------|----------------------|--|
| 1 | Trasladar tela a mesa de corte | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | Rollo de Drill 100% algodón de 1.8 x 50 metros x 3 uniformes/5 metro |
| 2 | Trazar patrones de piezas sobre paño de tela | ○ | ① | □ | D | → | △ | | 0.47 | |
| 3 | Cortar ruma de 10 paños de tela de drill | ○ | ② | □ | D | → | △ | | 0.91 | 32.65 minutos/03 uniformes por paño x 12 paños por ruma) |
| 4 | Llevar piezas de camisa para bordar logo | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | |
| 5 | Bordar logo en pecho | ① | ⊗ | □ | D | → | △ | | 2.80 | |
| 6 | Bordar logo en espalda en bordadora | ② | ⊗ | □ | D | → | △ | | 2.80 | |
| 7 | Llevar a máquina de cosedora recta | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | |
| 8 | Armar camisa : pecho+espalda+mangas | ③ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 6.20 | |
| 9 | Inspección de medidas | ○ | ⊗ | ① | D | → | △ | | | |
| 10 | Armar cuello | ④ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 2.10 | |
| 11 | Llevar a remalladora | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | |
| 12 | Remallar camisa en remalladora | ⑤ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 3.50 | |
| 13 | Llevar camisas a mesa de empaque | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | |
| 14 | Llevar pantalones de mesa de corte a cosedora | ⑥ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | |
| 15 | Armar pantalón : unir ambas piernas | ⑦ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 2.90 | |
| 16 | Armar pretina elastizada pantalón en multiaguja | ⑧ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 2.69 | |
| 17 | Coser 02 bolsillos laterales | ⑨ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 3.80 | |
| 18 | Remallar pantalón | ⑩ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 3.90 | |
| 19 | Inspección de medidas | ○ | ⊗ | ② | D | → | △ | | | |
| 20 | Coser reflectivo amarillo 3M | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 6.25 | |
| 21 | Llevar pantalones a mesa de empaque | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | |
| 22 | Embolsar camisa y pantalón | ○ | ③ | □ | D | → | △ | | 1.85 | 66.6 minutos por batch de 36 uniformes |
| 23 | Codificar bolsa | ○ | ④ | □ | D | → | △ | | 0.80 | 28.8 minutos por batch de 36 uniformes |
| 24 | Enfardelar x 12 | ○ | ⑤ | □ | D | → | △ | | 1.00 | 3 Minutos para hacer 3 fardos/12 |
| 25 | Transportar a almacén de producto terminado | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | 51.99 | |
| 26 | Almacenar | ○ | ⊗ | □ | D | → | △ | | | |

Figura 13. Diagrama de actividades actual

Nota. Elaboración propia

2.5.2.2. Diagnóstico de problemáticas principales

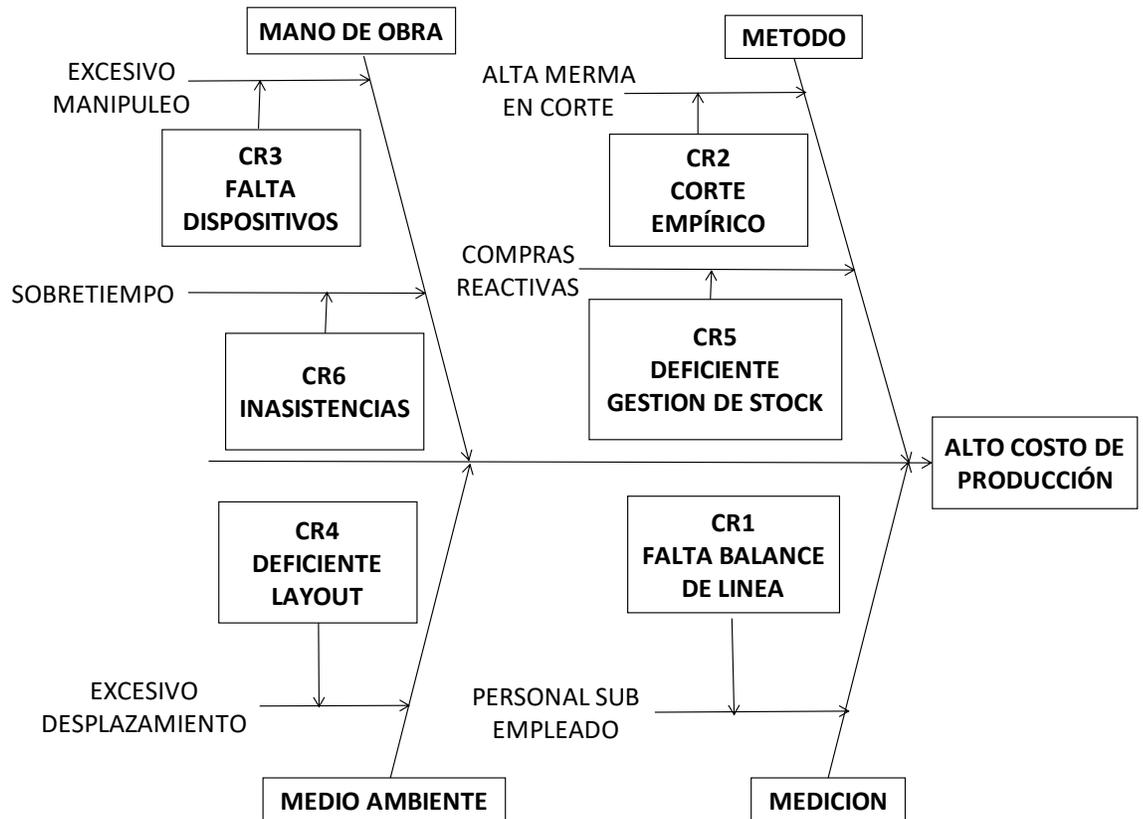


Figura 14. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa

Priorización de las Causas Raíz

La priorización de las causas raíz se hizo según el impacto económico en el periodo anterior, como se muestra a continuación:

Tabla 5.
Priorización por impacto económico

| | | Costo | % | % acum |
|-----|------------------------|-----------------|----------|---------------|
| CR2 | Corte empírico | 27.957 | 80.81% | 80.81% |
| CR1 | Falta balance de linea | 6.360 | 18.38% | 99.20% |
| CR3 | Falta dispositivos | 0.196 | 0.57% | 99.77% |
| CR4 | Deficiente layout | 0.040 | 0.11% | 99.88% |
| CR5 | Compras reactivas | 0.039 | 0.11% | 99.99% |
| CR6 | Inasistencias | 0.003 | 0.01% | 100.00% |
| | | S/ 34.59 | | |

Nota. Fuente: Empresa maderera. Elaboración propia

Diagrama de Pareto de las causas raíz

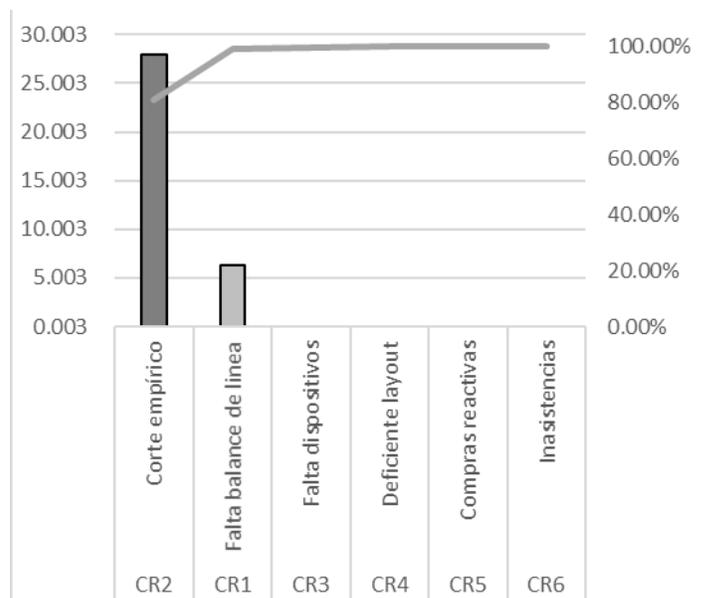


Figura 15. Pareto de causas raíz de la problemática

2.5.2.3. Identificación de indicadores.

Tabla 6.
Matriz de indicadores

| N° Causa | Causa Raíz | Indicador | Fórmula | Valor Actual | Pérdida | Valor Meta | Pérdida | Beneficio | Herramienta | Métodos | Inversión |
|----------|------------------------------|---|---|--------------|---------|------------|---------|-----------|---------------------|---|---|
| CR1 | Falta balance de línea | Costo de mano de obra por uniforme confeccionado | Horas-hombre empleadas x Costo M.O. | 1.200 | 6.360 | 0.840 | 5.520 | S/ 0.840 | Balance de línea | Peso posicional | Software S/5,461 Capacitación S/2,000 |
| CR2 | Corte empírico | Costo de tela drill por uniforme confeccionado | % Aprovechamiento de tela x Costo M ² | 90.56% | 40.081 | 94.79% | 38.291 | S/ 1.790 | Optimización | Software Corte Certo 2D | |
| CR3 | Falta dispositivos | Costo de mano de obra en embolsado de cada uniforme confeccionado | Horas de embolsado x Costo M.O. | 0.031 | 0.196 | 0.007 | 0.042 | S/ 0.154 | Producción esbelta | Gestión ajustada | Dispositivo para estandarizar el embolsado (10) S/122 |
| CR4 | Deficiente layout | Costo del tiempo en desplazamientos por cada uniforme | Horas de desplazamiento x Costo M.O. | 0.795 | 0.059 | 0.725 | 0.054 | S/ 0.005 | Estudio del trabajo | Método de Muther Software Corelap 01 | Capacitación S/2,000 |
| CR5 | Deficiente gestión de stocks | Sobrecosto en compras reactivas | $\frac{\text{Costo reactivo} - \text{costo std}}{\text{Costo std}}$ | 0.68% | 0.039 | 0.17% | 0.010 | S/ 0.029 | Gestión Táctica | MRP | |

Nota. Elaboración propia

2.6. Solución propuesta

2.6.1. Descripción de causas raíces

Descripción de la causa raíz 1: Falta balance de línea

De acuerdo al diagrama de actividades del proceso, se trabaja con 8 operarios, que deben confeccionar 800 uniformes de faena, en 12 días, de 8 horas de jornal.

No se ha realizado un balanceo de línea, que permita saber, en función de los tiempos estándar de las operaciones; la cantidad de uniformes que se deben confeccionar y el tiempo disponible para ello.

Tabla 7.
Distribución actual del personal

| | Tiempo Std min/uniforme | Operarios Actuales |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1 Mesa de corte | 1.38 | 1 |
| 2 Cosedora | 21.25 | 4 |
| 3 Remalladora | 7.40 | 2 |
| 4 Elastiquera | 2.69 | 1 |
| 5 Bordadora | 2.80 | 1 |
| 6 Doblado con accesorio | 2.20 | 1 |
| | | 10 |

La secuencia gráfica de operaciones es la siguiente

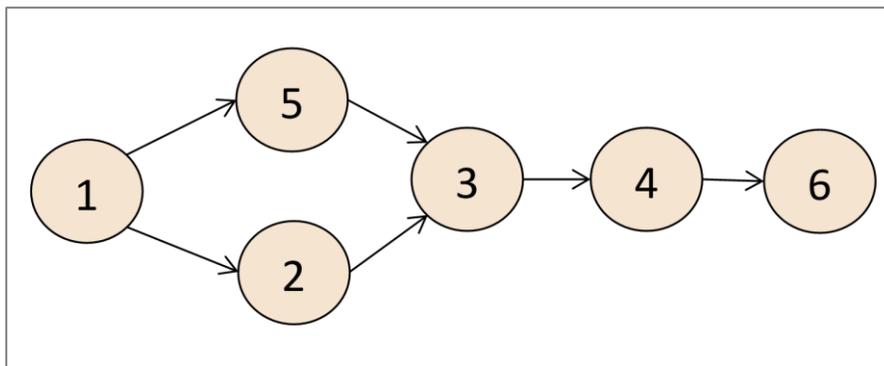


Figura 16. Diagrama de precedencia de actividades

Descripción de la causa raíz 2: Corte empírico

La tela de dril se compra en rollos de 1800 mm x 50 metros. La tela se despliega sobre la mesa de corte, que tiene el ancho del rollo y una longitud de 5 metros.

Sobre la tela extendida, se disponen los patrones hechos en cartulina, con los perfiles de las diferentes piezas, que al unirse, darán por resultado, un uniforme de faena.

Esta prenda de trabajo, es de dos piezas: camisa y pantalón.

El pantalón tiene la cintura elastizada, cuello y dos bolsillos.

La camisa es sin botones ni bolsillos.



Figura 17. Uniforme de faena

La distribución de los patrones sobre la tela, se hace, basándose en la experiencia de muchos años, del maestro del taller.

Al ser una actividad empírica, se presupone que podría haber un desperdicio mayor a lo esperado.

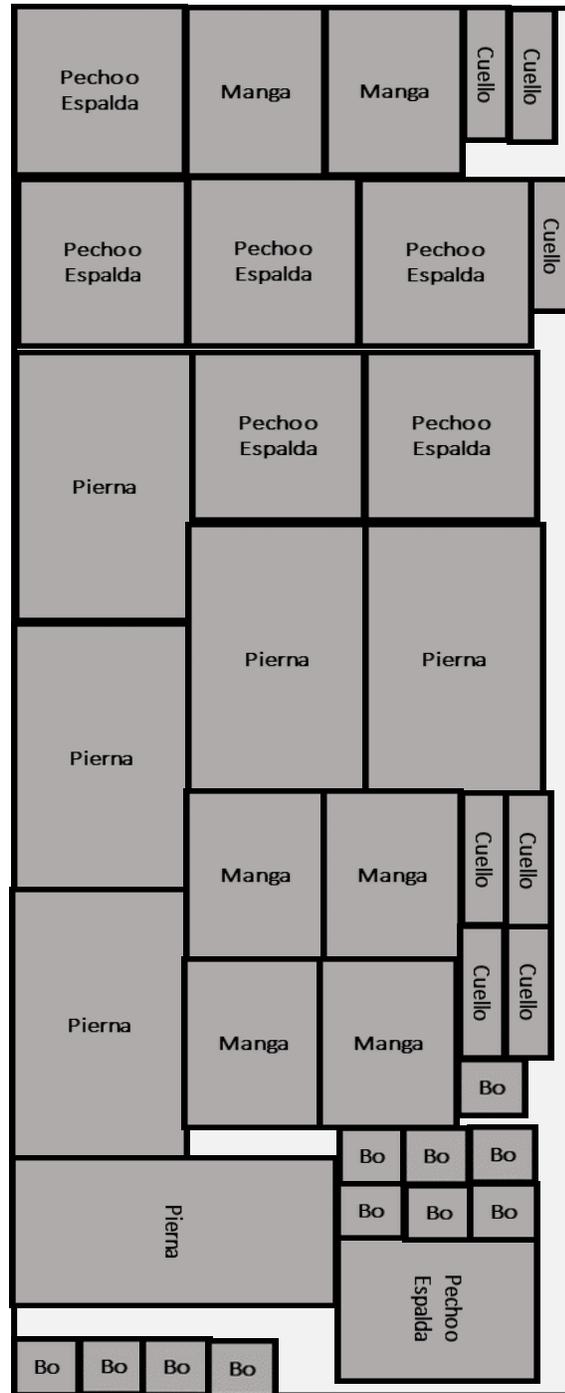


Figura 18. Distribución actual de los patrones

El aprovechamiento actual de la tela, es 90.6%, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8.
Aprovechamiento de la tela en el corte

| | Piezas | Ancho | Largo | M² |
|-----------------------|---------------|--------------|----------------|----------------------|
| Pechos/Espalda | 7 | 500 | 600 | 2.100 |
| Mangas | 6 | 450 | 600 | 1.620 |
| Piernas | 6 | 570 | 1000 | 3.420 |
| Bolsillo | 11 | 210 | 210 | 0.485 |
| Cuello | 7 | 150 | 500 | 0.525 |
| | | | | 8.150 |
| Área total disponible | | 9.000 | M ² | |
| Uso efectivo | | 8.150 | M ² | |
| % uso actual | | 90.6% | | |

Causa raíz 3: Falta dispositivos

Una vez terminada la confección del uniforme de faena, este es doblado manualmente y finalmente, embolsado.

La tela para uso industrial, del proveedor Fábrica de Tejidos La Unión, es rígida. Usualmente en la textilera, recibe un baño de silicona para suavizarla, pero, en el caso de la tela para ropa de faena, se obvia, pues es incompatible con los agentes anti bacteriales y anti repelentes de polvo y líquidos, con los que requiere impregnarse.

El resultado es una tela rígida, que hace que el proceso de doblado y embolsado manual de la prenda confeccionada, sea lento. Doblar el uniforme de faena y meterlo dentro de su bolsa plástica, codificarla y enfardelarla, demora 3.65 minutos.



Figura 19. Doblado sin uso de dispositivo

Causa raíz 4: Deficiente *layout*

Las máquinas del taller de confección han sido colocadas empíricamente, sin guardar un ordenamiento que evite cruces del personal y reduzca el tiempo de desplazamiento entre máquina, que realizan con frecuencia los operarios.

La distribución actual, con el detalle de los recorridos usuales, es la siguiente.

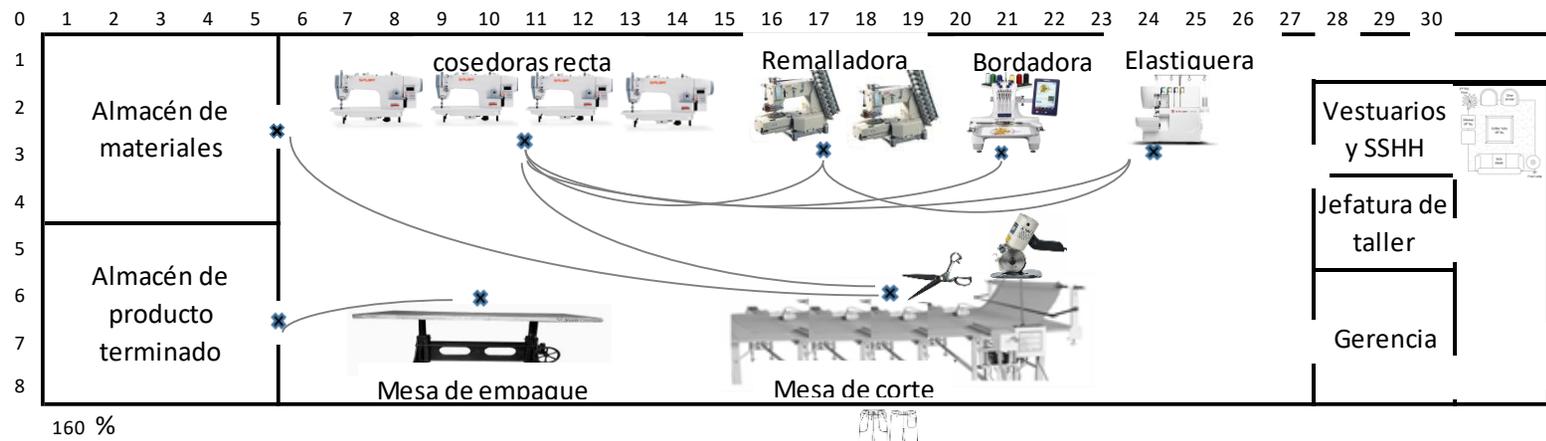


Figura 20. Layout actual

Las distancias recorridas se detallan en la siguiente tabla, donde se muestra el número de desplazamientos entre máquinas o áreas y la distancia en metros.

Tabla 9.
Recorrido con el layout actual

| Recorridos de/a | Almacén de materiales | Almacén prod. Terminados | Cosedoras rectas | Remalladora | Bordadora | Elastiquera | Mesa de corte | Mesa de empaque |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|-------------|------------|-------------|---------------|-----------------|
| Almacén de materiales | 0 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 14 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| Almacén prod.terminados | 0 | 0 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cosedoras rectas | 0 | 0 | 0 0 | 1 6.5 | 0 | 1 13 | 0 | 1 4 |
| | 0 | 0 | 0 | 6.5 | 0 | 13 | 0 | 4 |
| Remalladora | 0 | 0 | 0 0 | 0 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bordadora | 0 | 0 | 1 9.5 | 0 | 0 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elastiquera | 0 | 0 | 1 13 | 1 7 | 0 | 0 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mesa de corte | 0 | 0 | 1 9 | 0 | 1 3.5 | 0 | 0 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 9 | 0 | 3.5 | 0 | 0 | 0 |
| Mesa de empaque | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

La distancia recorrida cada día de labor es 79.5metros, por cada lote de 100 uniformes.

El tiempo gastado en este desplazamiento improductivo, se resume a continuación.

Tabla 10.
Resumen del recorrido y tiempo empleado con layout actual

| | | |
|----------------------------------|-------|--------|
| Uniformes/ <i>batch</i> | | 67.0 |
| Recorrido actual | metro | 79.5 |
| Recorridos/Lote | | 10 |
| Velocidad | Km/h | 1 |
| Tiempo en recorrer/ <i>batch</i> | horas | 0.795 |
| Tiempo en recorrer/unif | | 0.0119 |

Causa raíz 5 : Deficiente gestión de stock

El planeamiento de las necesidades de insumos, es basado en experiencia de muchos años en el rubro y funciona correctamente, aunque se podría tecnificar, para evitar incurrir en compras reactivas, que incrementan sus costos.

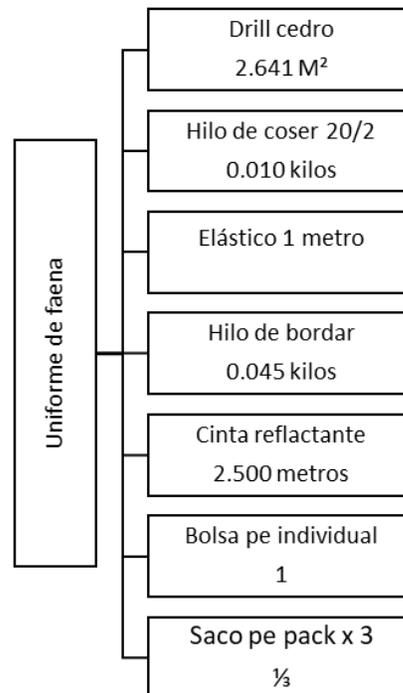


Figura 21. Materiales requeridos por uniforme

El año de estudio, la empresa compró a otro proveedor, que no fue Fábrica de tejidos La Unión, su proveedor estándar, dos rollos de drill cedro, con sobrecosto.

2.6.2. Monetización de pérdidas

Monetización de la causa raíz 1 : Falta balance de línea

Las remuneraciones de los operarios se detallan seguidamente:

Tabla 11.
Remuneraciones de operarios

| Planilla | Cantidad | Costo/hora | Cost mes |
|-----------|----------|------------|-----------|
| Operarios | 9 | S/ 5 | S/ 9,000 |
| Maestro | 1 | S/ 8 | S/ 1,600 |
| | | | S/ 10,600 |

El costo de mano de obra por uniforme es el siguiente

| | |
|--------------------------|---------|
| Días laborados/mes | 12 |
| Uniformes/12 días | 800 |
| H-H por uniforme | 1.20 |
| Costo promedio H-H | S/ 5.30 |
| Costo mano obra/uniforme | S/ 6.36 |

Monetización de la causa raíz 2 : corte empírico

El cálculo del impacto del corte empírico de la tela, se calculó de la siguiente manera:

Tabla 12.
Monetización del costo actual de la tela por uniforme

| | Actual |
|---------------------------------|---------------|
| Aprovechamiento actual | 90.56% |
| M ² netos/ Uniforme: | |
| Pecho | 0.330 |
| Espalda | 0.330 |
| Mangas | 0.540 |
| Cuello | 0.075 |
| Bolsillo | 0.088 |
| Pantalón | 1.140 |
| M ² netos/ Uniforme | 2.503 |
| M ² reales/ Uniforme | 2.764 |
| Costo/M ² (S/) | 14.500 |
| Costo tela/uniforme | S/ 40.081 |

Se observa que se está desaprovechando 0.261 M² ó S/3.784, por cada uniforme que se confecciona.

Monetización de la causa raíz 3: falta dispositivos

El costo del lento embolsado actual de los uniformes de faena, se resume de la siguiente manera:

Tabla 13.
Monetización del tiempo de doblado para embolsar, sin dispositivos

| | Actual |
|---------------------------------|----------------|
| Min/uniforme embolsado | 1.85 |
| H-H | 0.031 |
| Costo H-H | S/ 6.36 |
| Costo embolsado/uniforme | S/ 0.20 |

Monetización de la causa raíz 4: deficiente layout

El desplazamiento de las piezas que conforman el uniforme de faena, son transportados por un operario volante, que comparte sus servicios en otras áreas de la empresa. Su costo por hora es S/5.

El costo del desplazamiento, por uniforme, se calcula de la siguiente manera.

Tabla 14.
Monetización del desplazamiento con layout actual

| | Actual |
|--------------------------------------|------------------|
| Desplazamiento rutinario (M) | 79.5 |
| Recorridos promedio | 10 |
| Operario que recorre | 1 |
| Total recorrido (Km/día) | 0.795 |
| Velocidad estimada (Km/Hora) | 1 |
| Horas diarias en desplazarse | 0.795 |
| Costo/H-H operario volante | S/ 5.00 |
| Costo de desplazamiento | S/ 3.98 |
| Uniforme/día | 67 |
| Costo desplazamiento/uniforme | S/ 0.0593 |

Monetización de la causa raíz 5: deficiente gestión de stocks

El año pasado, se compró de manera reactiva, dos rollos de tela drill. El sobre costo de esta deficiencia se detalla seguidamente.

Tabla 15.
Monetización de las compras reactivas

| Material | Rollo x 50 M | | Compra reactiva | Costo reactivo | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|--------|
| | Costo std/rollo | Costo reactivo | | | |
| Drill cedro de algodón 100% | S/ 1,305 | S/ 1,490 | 2 | S/ 370 | 0.058% |
| Costo total anual de materiales | | | | S/ 636,314 | |

Se incurrió en un sobrecosto de 0.058%

Solución propuesta

Estructura de la propuesta

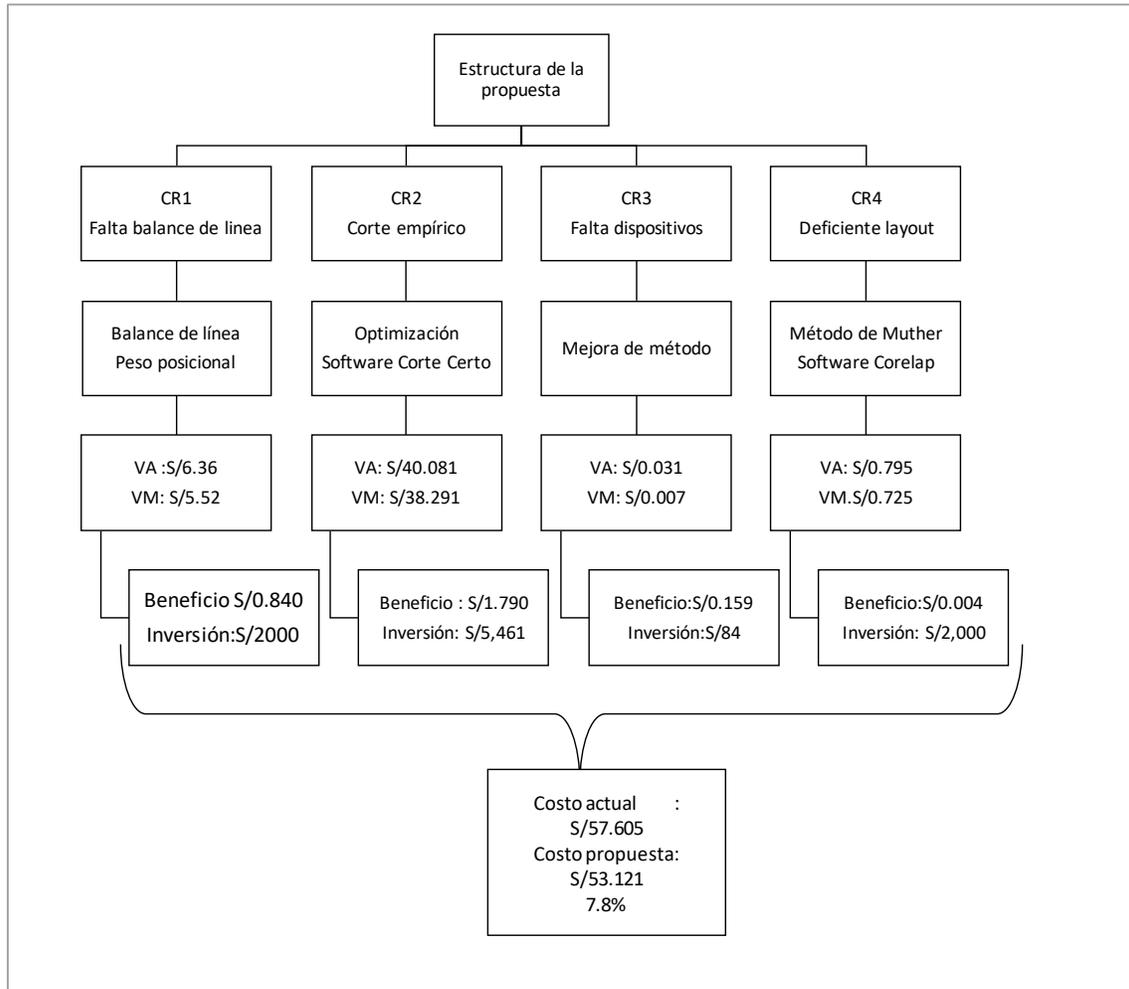


Figura 22. Esquema general de la propuesta

Propuesta de mejora de la CR1: Falta balance de línea

El cálculo realizado para esta propuesta es el siguiente.

- Se requieren producir 800 uniformes en 12 días útiles. Es decir, hay 5,760 minutos disponibles.
- La jornada es de 8 horas. Es decir, hay 5,760 minutos disponibles.

- c) El índice de producción, es la recíproca del *Takt Time de Lean Manufacturing* y es la velocidad a la que se debe producir para cumplir con la tarea encomendada, en el tiempo previsto, o sea, $\frac{800}{5760_i} = 0.139$ uniformes/minuto. Vale decir que, produciendo 0.139 uniformes/minuto, la empresa podrá cumplir con la meta de 800 uniformes en 12 días, trabajando jornadas de 8 horas diarias.
- d) Con estas premisas se procede a realizar el balance de línea. Para ello, se multiplica el tiempo estándar de cada operación, por el índice de producción y da la cantidad requerida de operarios.

Tabla 16.
Balance de línea

| | Actividad | Tiempo Std min/uniforme | Índice de producción | Operarios requeridos | Redondeo |
|---|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| 1 | Mesa de corte | 1.38 | 0.139 | 0.19 | 1 |
| 2 | Cosedora | 21.25 | 0.139 | 2.95 | 3 |
| 3 | Remalladora | 7.40 | 0.139 | 1.03 | 1 |
| 4 | Elastiquera | 2.69 | 0.139 | 0.37 | 1 |
| 5 | Bordadora | 2.80 | 0.139 | 0.39 | 1 |
| 6 | Doblado con accesorio | 2.20 | 0.139 | 0.31 | 1 |
| | | | | 5.24 | 8 |

Se considera que la operación 2, remallado, la puede realizar un solo operario, a pesar que el número de operarios requeridos es 1.3. Se entiende que, ajustando los tiempos de esta operación, no habrá problema.

Se observa que únicamente se requieren 8 operarios. Es decir, resultan excedentes una máquina cosedora y una máquina remalladora.

La reducción respecto a la situación actual es de un cosedor y un remallador, por 12 días de 8 horas, de trabajo mensual y con un jornal promedio de S/5.375, sería S/17,712 anuales.

Para facilitar el proceso y balancear la tarea, de manera más equitativa, pues se puede ver que algunos tienen poca carga de trabajo y otros están en el límite, se propone determinar estaciones de trabajo. Con este principio, los miembros de cada estación, pueden colaborar entre sí, sin afectar el tiempo de ciclo de la producción.

Se decidió emplear el método del peso posicional, como se observa seguidamente:

Tabla 17.
Precedencia y peso posicional de las operaciones

| | Actividades | Tiempo Std | Actividad Precedentes | Peso posicional |
|---|-----------------------|------------|-----------------------|-----------------|
| 1 | Mesa de corte | 1.38 | 0 | 37.72 |
| 2 | Cosedora | 21.25 | 1 | 33.54 |
| 3 | Remalladora | 7.40 | 5,2 | 12.29 |
| 4 | Elastiquera | 2.69 | 1 | 4.89 |
| 5 | Bordadora | 2.80 | 3 | 15.09 |
| 6 | Doblado con accesorio | 2.20 | 4 | 2.20 |

Seguidamente se reordenan las actividades, en función de su peso posicional y se determinan las estaciones de trabajo, considerando que la suma de los tiempos estándar de las actividades secuenciales, no deben exceder del tiempo más largo, que determina el tiempo de ciclo y que en este caso es 21.25 minutos.

Tabla 18.
Determinación de estaciones de trabajo

| | Actividades | Tiempo Std | Actividad Precedentes | Peso posicional | Tiempo Std acum | Estaciones |
|---|-----------------------|------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Mesa de corte | 1.38 | 0 | 37.72 | 1.38 | Estación 1 |
| 2 | Cosedora | 21.25 | 1 | 33.54 | 21.25 | Estación 2 |
| 5 | Bordadora | 2.80 | 3 | 15.09 | 2.80 | |
| 3 | Remalladora | 7.40 | 5,2 | 12.29 | 10.20 | Estación 3 |
| 4 | Elastiquera | 2.69 | 1 | 4.89 | 12.89 | |
| 6 | Doblado con accesorio | 2.20 | 4 | 2.20 | 15.09 | |

De esta manera, se determinó que habrá tres estaciones de trabajo. La estación 1, la desempeña el jefe de taller, quien tiene aparente baja carga de trabajo, como se vio en el balance de línea, pero su labor es la de supervisión y coordinación con otras áreas.

La actividad 2. Está trabajando al límite y sus tres operarios, no deben tratar realizar otras tareas colaborativas, pues atentaría contra el cumplimiento del balance de la línea.

La tercera estación, la conforma la bordadora, remalladora, elastiquera y doblado con accesorio. Las tres últimas de esta estación, deber colaborar con la operación de la remalladora, que estará trabajando ajustadamente.

Seguidamente, se muestra la representación gráfica de las estaciones de trabajo.

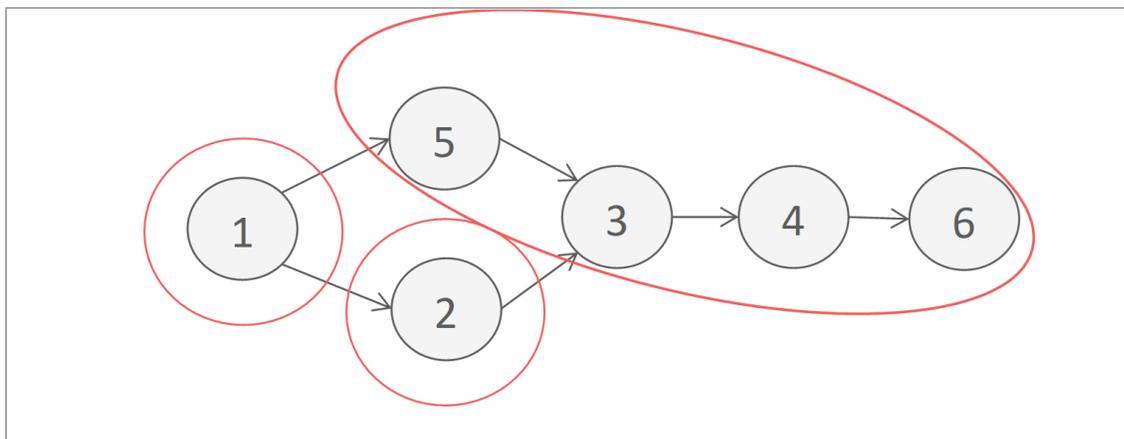


Figura 23. Representación gráfica de las estaciones de trabajo

Propuesta de mejora de la CR2: Corte empírico

Se propone el uso del software CORTE CERTO, que permite optimizar el diseño de piezas rectangulares de hojas, paneles, rollos, etc.

Genera corte eficiente. Planea cualquier material diseñado para automatizar el proceso de creación de listas de corte que las empresas utilizan para la fabricación de muebles, ventanas, telas y otros productos compuestos por piezas de forma rectangular.

Proporciona como resultado, un mapa de corte editor gráfico integrado, imprime etiquetas para las secciones y los fragmentos sobrantes, genera informes, y mucho más "

Opera con Windows 95/98 / Me / 2000 / XP, 32 MB de RAM

3K



.BEBETO

Identificación del proyecto

Tipo del proyecto : *

| Descripción | Creado / modificó por |
|---------------------------|-----------------------|
| Karina Viches&Arturo Cruz | KVIAC |

Observación:
Corte uniformes de faena

Fecha de alta
04/08/21 19:04:12

Última modificación
19/08/21 10:03:41

Status
 Abierto
 Cortando
 Concluído
 Cancelado

Nota: Es posible alterar el título de cada campo (con color del fondo amarillo). Para esto, dé un doble pulse el botón en el título del campo.

italla (3).png

+ Agregar a...

Fecha:08/10/21 Hora:12:21:05

Materiales registrados:

| Código | Descripción | Familia | CHP | CHP tot | Área m2 |
|--------|----------------------|---------|-----|---------|---------|
| 12 | TELA 1800 x 5000(12) | | 1 | 1 | 9.0000 |

Planchas de material 12: TELA 1800 x 5000(12)

| H Cod | Cantidad | Ancho | Largo | Área m2 | Área m2 total |
|-------|----------|--------|--------|---------|---------------|
| + 1 | 1 | 1800.0 | 5000.0 | 9.0000 | 9.0000 |

Áreas de las chapas: 9.0000 m2

Retales de material código 12: TELA 1800 x 5000(12)

| H Cod | Cantidad | Ancho | Largo | Área m2 | Área m2 total |
|-------|----------|-------|--------|---------|---------------|
| - 1 | 7 | 550.0 | 600.0 | 0.3300 | 2.3100 |
| - 2 | 6 | 450.0 | 600.0 | 0.2700 | 1.6200 |
| - 3 | 6 | 570.0 | 1000.0 | 0.5700 | 3.4200 |
| - 4 | 6 | 210.0 | 210.0 | 0.0441 | 0.2646 |
| - 5 | 7 | 150.0 | 500.0 | 0.0750 | 0.5250 |

Áreas de los retazos: 8.1396 m2

Características de los materiales:

Material : 12
 Descripción : TELA 1800 x 5000(12)
 Ancho de la sierra : 0.0 mm
 Ancho mínimo de destaque : 0.0 mm
 cima de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 botton de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 izquierda de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 derecho de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 Rotación permitida : SI
 Precio m2 : 0.00
 Peso por m2 : 0.00

Escribe aquí para buscar

Figura 24. Informe de data de las dimensiones de piezas

Se ingresó la información inicial, que presuponía que el paño de tela a cortar, será de 1800 x 5000 mm. Con esta data, se obtiene la siguiente distribución de corte.

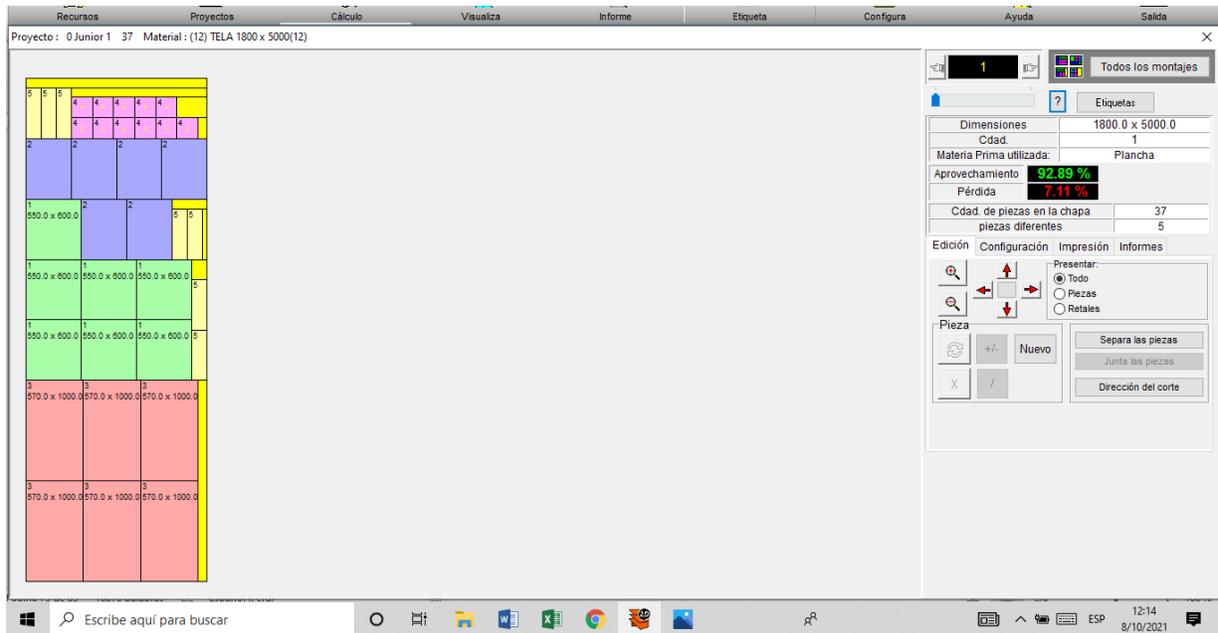


Figura 25. Primera propuesta de corte

El aprovechamiento obtenido es 92.89%, pero puede mejorar, pues se observa que se puede reducir el largo, de 5000 a 4900 mm.

Con este criterio, se recalculó el área de corte. Ahora será 1800 x 4900 mm.

Fecha:08/10/21 Hora:12:39:33

Materiales registrados:

| Código | Descripción | Familia | CHP | CHP tot | Área m2 |
|--------|----------------------|---------|-----|---------|---------|
| 12 | TELA 1800 x 4900(12) | | 1 | 1 | 8.8200 |

Planchas de material 12: TELA 1800 x 4900(12)

| H Cod | Cantidad | Ancho | Largo | Área m2 | Área m2 total |
|-------|----------|--------|--------|---------|---------------|
| + 1 | 1 | 1800.0 | 4900.0 | 8.8200 | 8.8200 |

Áreas de las chapas: 8.8200 m2

Retales de material código 12: TELA 1800 x 4900(12)

| H Cod | Cantidad | Ancho | Largo | Área m2 | Área m2 total |
|-------|----------|-------|--------|---------|---------------|
| - 1 | 7 | 550.0 | 600.0 | 0.3300 | 2.3100 |
| - 2 | 6 | 450.0 | 600.0 | 0.2700 | 1.6200 |
| - 3 | 6 | 570.0 | 1000.0 | 0.5700 | 3.4200 |
| - 4 | 6 | 210.0 | 210.0 | 0.0441 | 0.2646 |
| - 5 | 7 | 150.0 | 500.0 | 0.0750 | 0.5250 |

Áreas de los retazos: 8.1396 m2

Características de los materiales:

Material : 12
 Descripción : TELA 1800 x 4900(12)
 Ancho de la sierra : 0.0 mm
 Ancho mínimo de destaque : 0.0 mm
 cima de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 botton de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 izquierda de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 derecho de la tira (Planchas) : 0.0 mm
 Rotación permitida : SI
 Precio m2 : 0.00
 Peso por m2 : 0.00

Figura 26. Ingreso de data recalculada

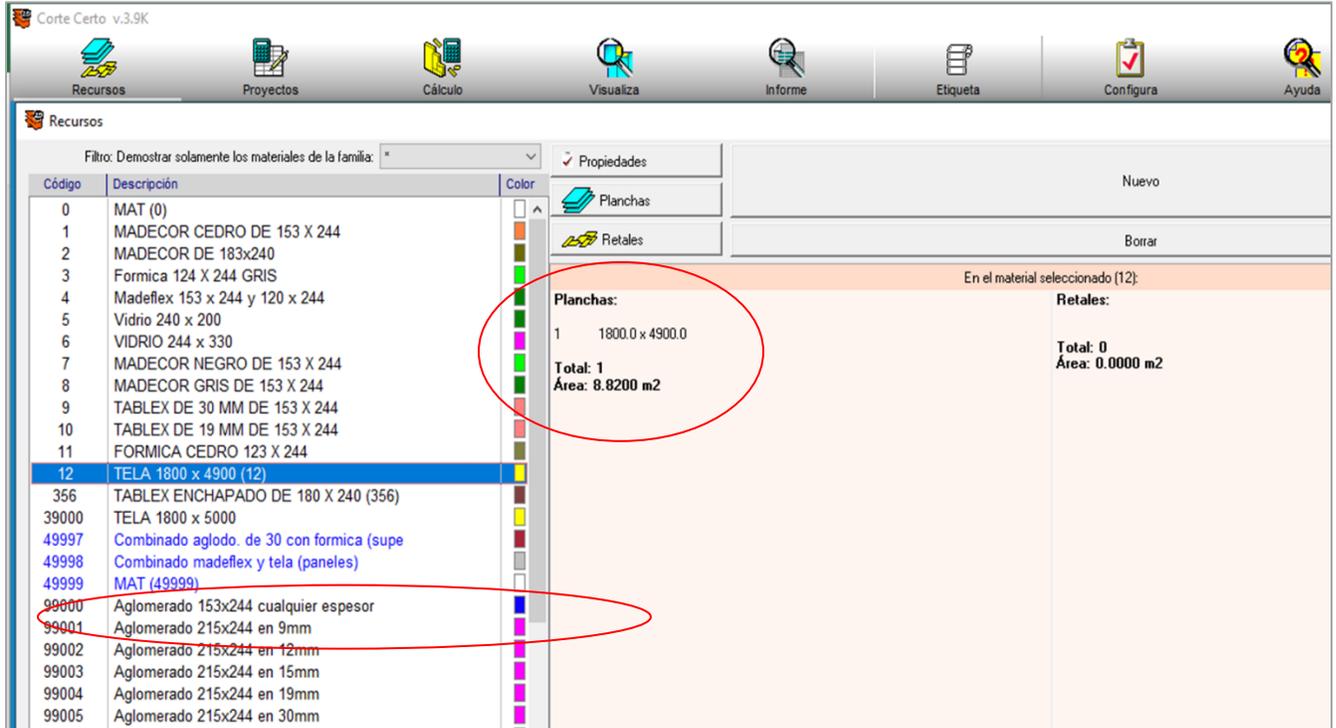


Figura 27. Introducción de data del área de la tela

A continuación, se optimiza el corte con el reajuste en el largo del paño.

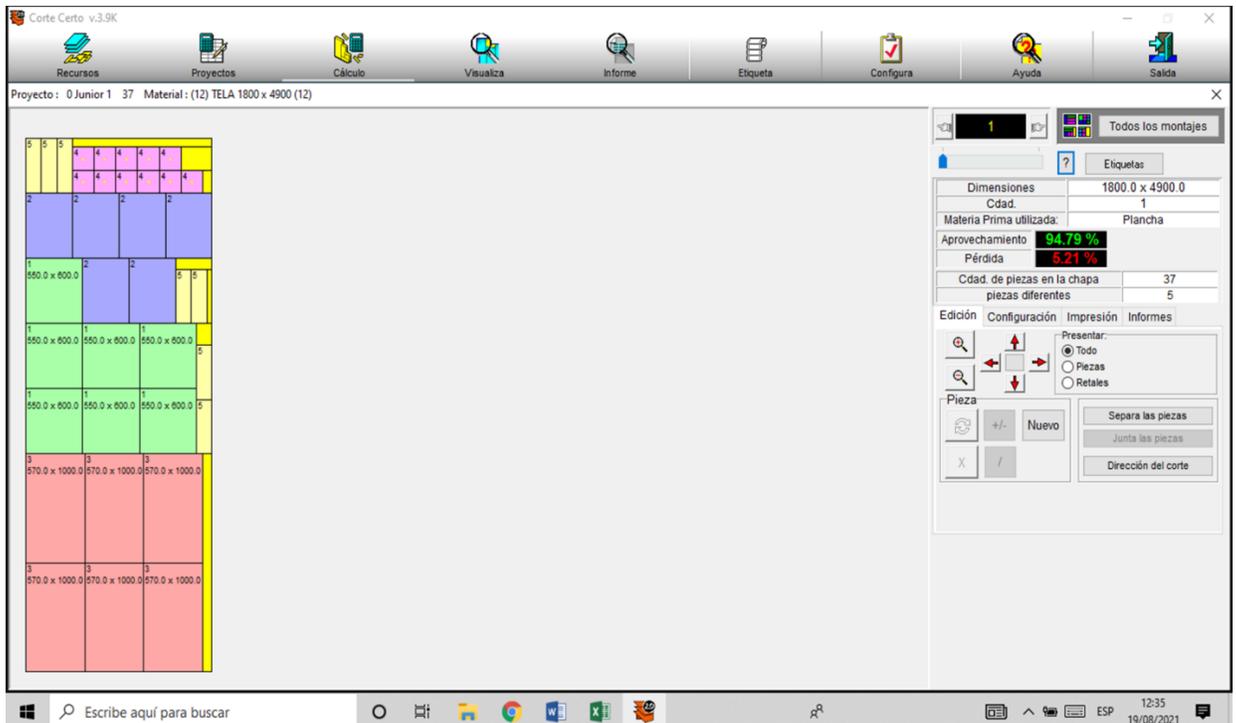


Figura 28. Nuevo corte optimizado

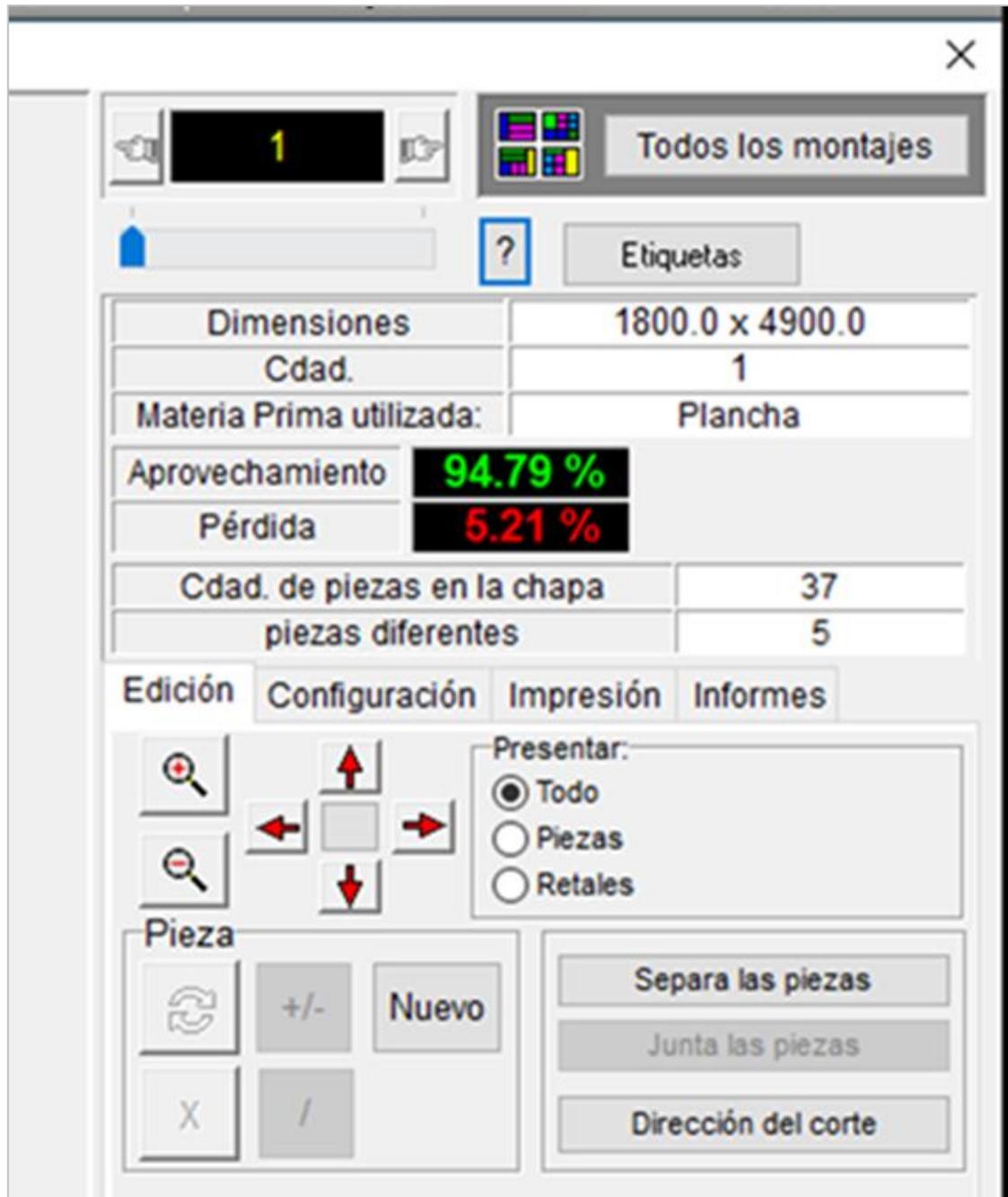


Figura 29. Optimización

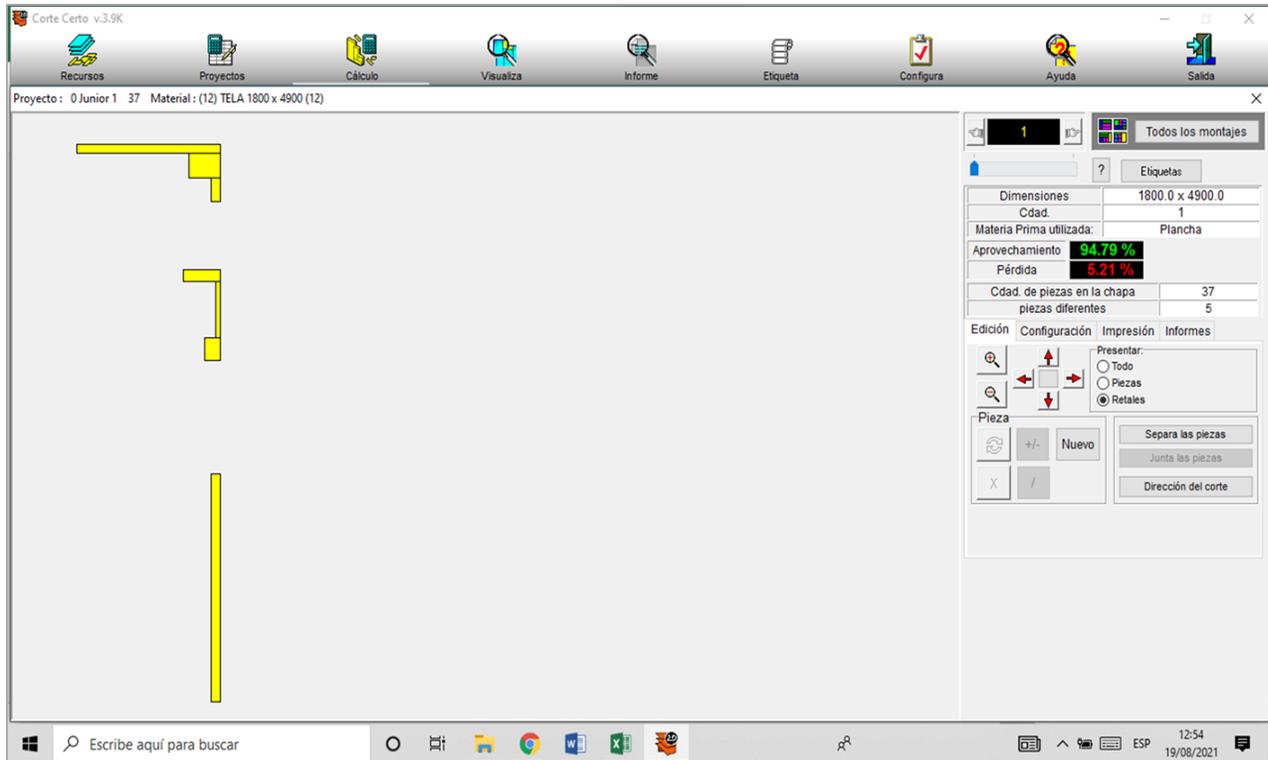


Figura 30. Sobrantes de tela luego del corte optimizado

El desperdicio sería 5.21% y se observa que la forma y dimensiones de estos recortes, no tienen utilidad práctica.

El nuevo rendimiento, optimizado con el *software Corte Certo*, subió a 94.79%, requiriéndose 0.123 M² de tela menos. El beneficio anual, sería S/17,184.

Propuesta de mejora de la CR3: Falta dispositivos

Se explicó que el proceso de doblado manual de los uniformes de faena, para embolsarlo, por la rigidez de la tela, toma mucho tiempo, 1.85 minutos.

Se propone, rediseñar esta operación, usando un dispositivo, que permita doblar el uniforme, de manera estandarizada y en menos tiempo, como se muestra en las siguientes fotos.

- **Dispositivo doblador**

Compuesto de 4 piezas batientes. Las piezas A y B, son de 30 x 30 cm. Las piezas C y D, son de 27 x 60 cm.

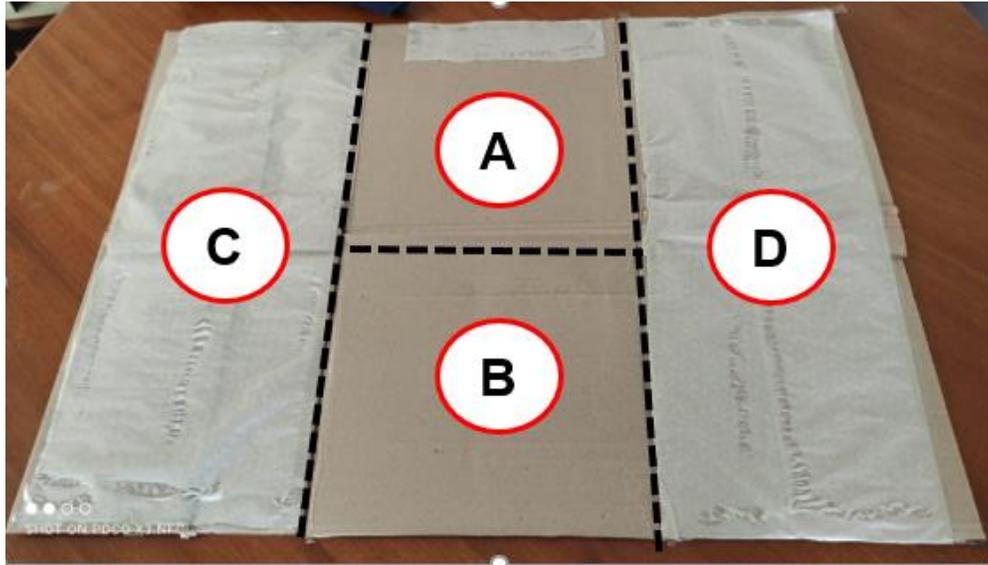


Figura 31. Prototipo de dispositivo doblador

- **Ubicación de la prenda a doblar**

Se ubica en el centro del cuadrado A. El cuello debe coincidir con el borde superior.



Figura 32. Ubicación de la prenda en el dispositivo

- **Primer doblez izquierdo**



Figura 33. Primer doblez

- **Segundo dobléz**



Figura 34. Segundo dobléz

- **Tercer dobléz**



Figura 35. Tercer dobléz

- **Uniforme doblado**



Figura 36. Uniforme doblado

- **Uniforme embolsado**



Figura 37. Uniforme embolsado

Con este dispositivo se hizo un estudio de tiempos, con el que se determinó que el tiempo de doblado del uniforme, se reducía a 0.40 minutos.

El dispositivo propuesto, se adquirirá en alibaba.com

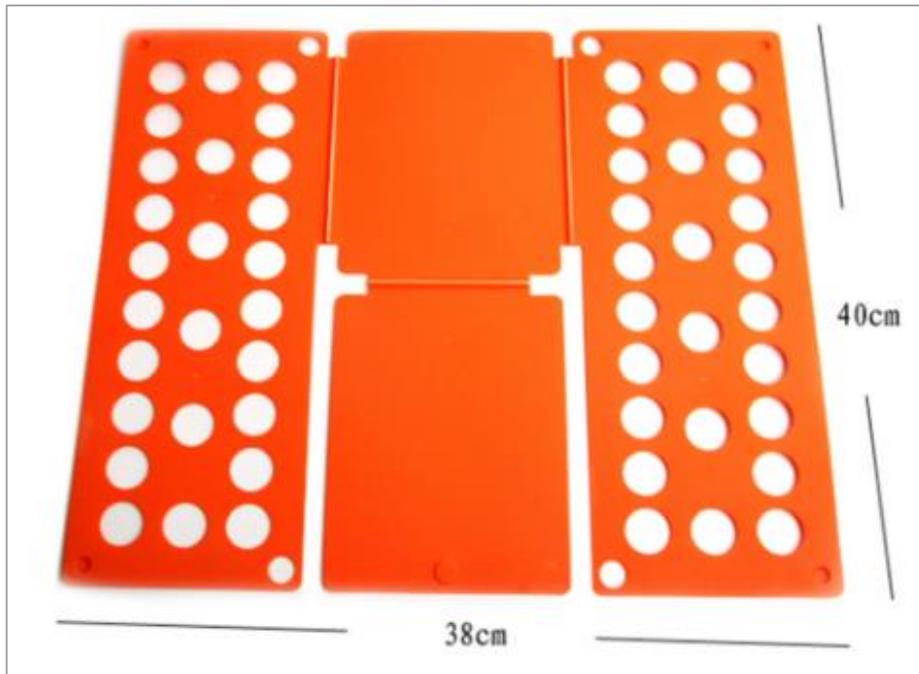


Figura 38. Dispositivo doblador propuesto

Fuente : alibaba.com

Propuesta de mejora de la CR4: Deficiente layout

Se propone el empleo del método de *Muther*, para analizar la disposición de las máquinas, en función de su nivel de interacción. Es decir, las máquinas que tienen mayor tránsito de los operarios, entre sí, deberían estar más cerca.

En primer lugar, se confecciona la matriz de Muther

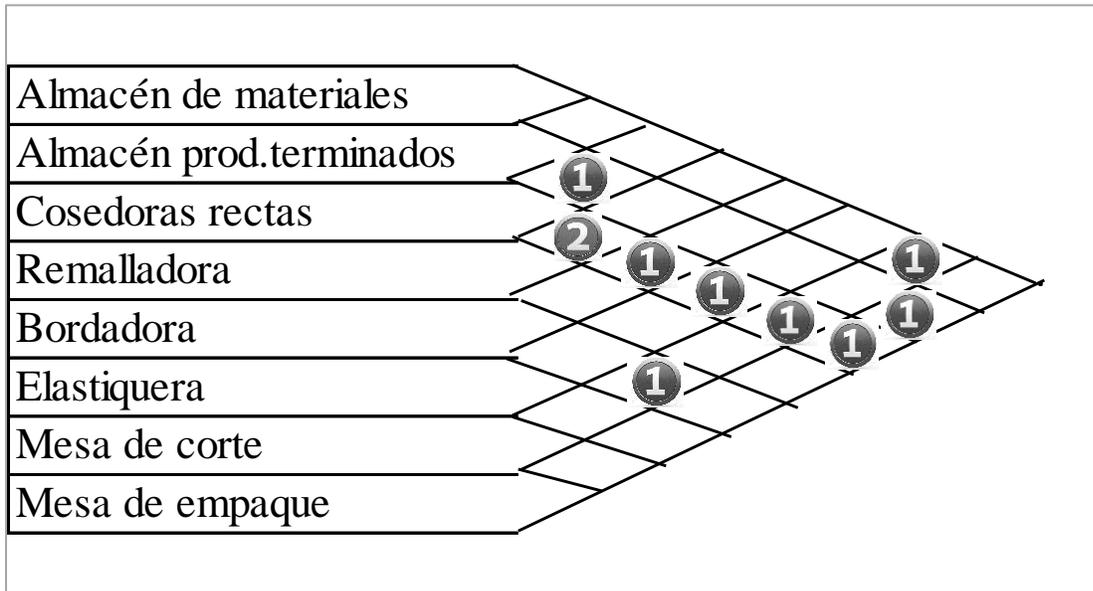


Figura 39. Matriz de Muther

En esta matriz, se observa las coseadoras rectas tiene más interacción que las otras máquinas.

También se puede ver que varias máquinas no tienen vínculos entre sí.

Seguidamente, con en la matriz de hexágonos, se busca ubicar lo más cerca posible, a aquellas máquinas de mayor interacción entre sí.

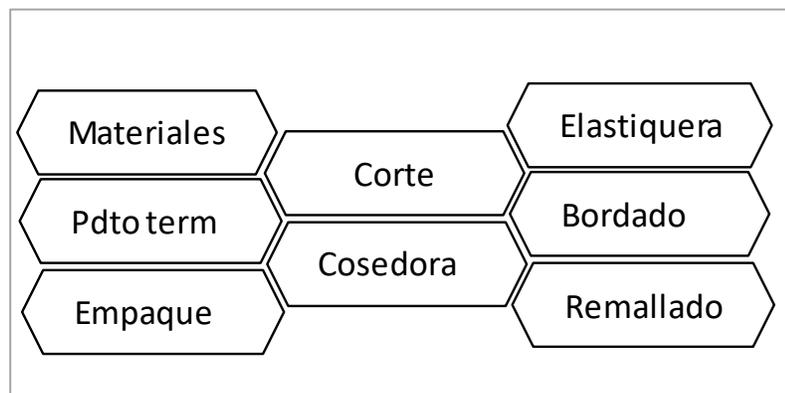


Figura 40. Matriz de hexágonos de Muther

Esta distribución en los hexágonos, es la referencia para llevarla al terreno y ubicarla de la manera más adecuada.

Adicionalmente, se buscó apoyar esta decisión, con el software Corelap 01, donde, con el mismo criterio de la matriz triangular, se prioriza la cercanía de las máquinas, no solo por su nivel de interacción, sino también por otras conveniencias, con puntajes que van desde 1 hasta 10, colocados a criterio personal. Por ejemplo, ambos almacenes, el de materiales y el de producto terminado, deben estar juntos, porque su construcción es de esa manera.



Figura 41. Ingreso de prioridades a Corelap 01

Seguidamente el software, ordena las áreas por importancia, como se ve en la siguiente gráfica.



Figura 42. Priorización de las áreas por importancia

Luego de esta priorización, se solicita al programa, que calcule y proponga una distribución de planta.

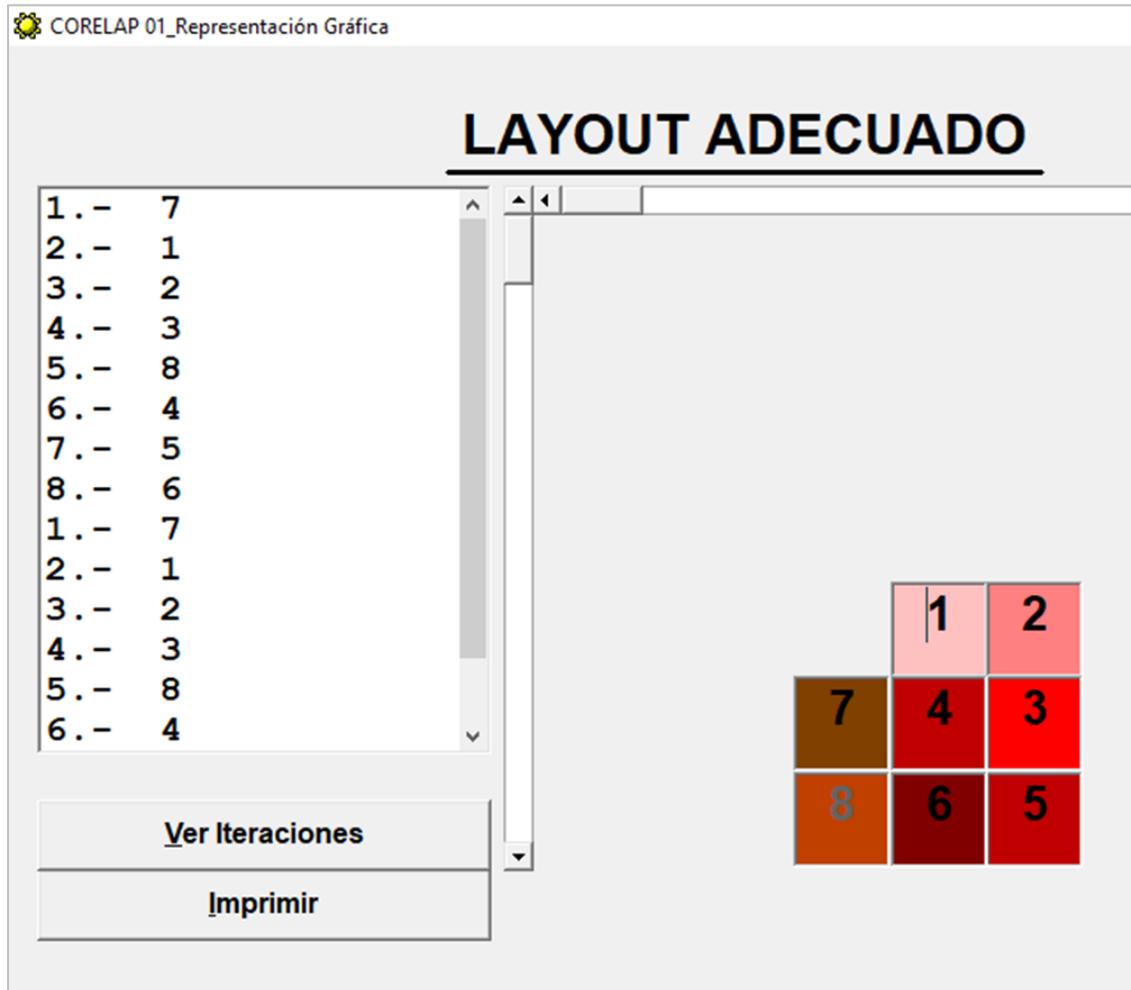


Figura 43. Layout propuesto por Corelap 01

Seguidamente, se aplicará las prioridades dadas por *Muther* y los criterios extraídos de *Corelap 01*, para diseñar el nuevo *layout* propuesto, para la fábrica de confecciones.

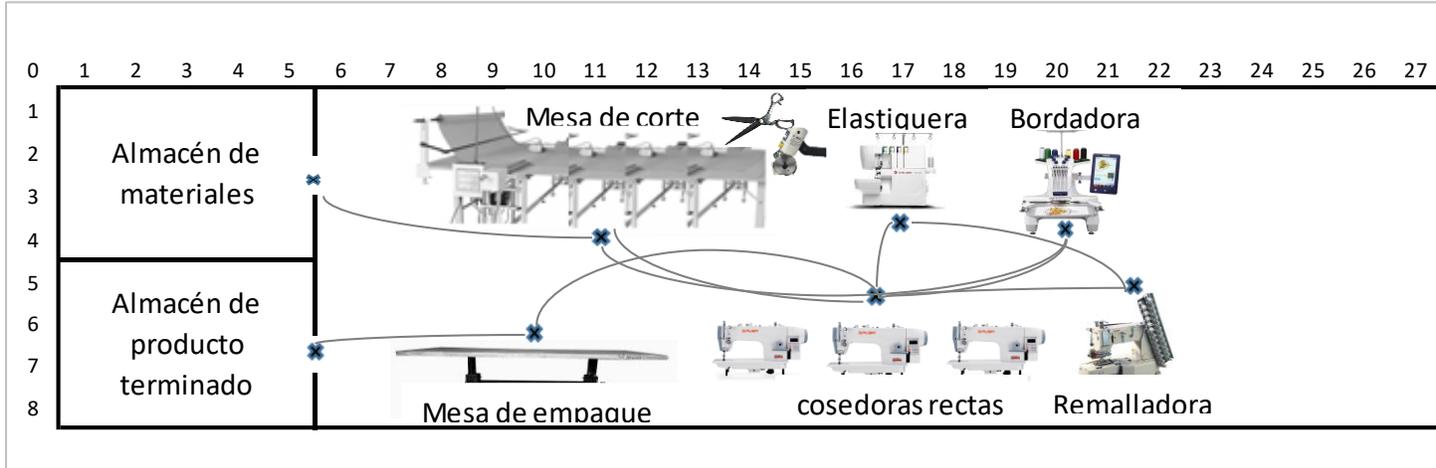


Figura 44. Layout propuesto

En principio, se puede ver que los cruces del personal al desplazarse, se reducirían significativamente.

Las nuevas distancias y frecuencias, se consignan en la siguiente matriz.

Tabla 19.
Matriz de distancias y frecuencias

| Recorridos de/a | Almacén de materiales | Almacén prod. Terminados | Cosedoras rectas | Remallador ^a | Bordadora | Elastiquera | Mesa de corte | Mesa de empaque |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|-------------------------|------------|-------------|---------------|-----------------|
| Almacén de materiales | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 6 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| Almacén prod. terminados | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cosedoras rectas | 0 | 0 | 0 0 | 1 6.5 | 0 | 1 13 | 0 | 1 4 |
| | 0 | 0 | 0 | 6.5 | 0 | 13 | 0 | 4 |
| Remalladora | 0 | 0 | 0 0 | 0 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bordadora | 0 | 0 | 1 9.5 | 0 | 0 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 9.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elastiquera | 0 | 0 | 1 13 | 1 5 | 0 | 0 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 13 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mesa de corte | 0 | 0 | 1 6 | 0 | 1 9.5 | 0 | 0 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 6 | 0 | 9.5 | 0 | 0 | 0 |
| Mesa de empaque | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

El producto de las frecuencias por las distancias recorridas con este nuevo layout es 72.5 metros. La reducción respecto al layout actual, que es 79.5 metros, es del 8.8%.

El resumen del beneficio se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 20.
Beneficio del layout propuesto

| | Actual | Propuesto |
|--------------------------------------|------------------|------------------|
| Desplazamiento rutinario (M) | 79.5 | 72.5 |
| Recorridos promedio | 10 | 10 |
| Operario que recorre | 1 | 1 |
| Total recorrido (Km/día) | 0.795 | 0.725 |
| Velocidad estimada (Km/Hora) | 1 | 1 |
| Horas diarias en desplazarse | 0.795 | 0.725 |
| Costo/H-H operario volante | S/ 5.00 | S/ 5.00 |
| Costo de desplazamiento | S/ 3.98 | S/ 3.63 |
| Uniforme/día | 67 | 67 |
| Costo desplazamiento/uniforme | S/ 0.0593 | S/ 0.0541 |

El beneficio económico es poco significativo, pero el beneficio en la comodidad y clima laboral, es de mayor importancia.

Propuesta de mejora de la CR5: Deficiente gestión de stocks

Se propone el uso del MRP, como herramienta de planeamiento, programación y control de la producción y del abastecimiento, con la que se minimizará las compras reactivas.

En esta sección, se mostrará el planeamiento para las ocho primeras semanas del año. El planeamiento completo, se podrá encontrar en la sección de anexos.

Se procedió de la siguiente manera:

- **Lista de materiales**

Tabla 21.

Lista de materiales para confeccionar un uniforme de faena

| SKU 1 | Uniforme de faena | Cantidad Base: | Lote |
|---------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|
| | | lote | 1 |
| | | | |
| COMP 1 | Uniforme de faena | Cantidad Base: | 1 Uniforme |
| | | | |
| | | Und | Mat/und |
| | Drill cedro | Rollo X 50 M (90m ²) | 0.029 |
| | Hilo de coser | Rollo/100 m | 0.030 |
| | Elástico | Metro | 1.000 |
| | Hilo de bordar | Rollo/100 m | 0.045 |
| | Cinta reflectante | Metro | 2.500 |
| | Bolsa pe 30 x 60 | Paquete/100 | 1.000 |
| | Saco pe 60 x 80 | Paquete/100 | 0.333 |

- **Plan maestro de producción**

Tabla 22.

Planeamiento grueso

| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Uniformes de faena | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |

| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Horas-Hombre | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Horas-Hombre disponible | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 | 1,280 |
| Horas reasignables | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 | 1,184 |

Cálculo de horas hombre requeridas

| | | Unidad |
|-------------------|-------|----------------|
| N° trabajadores | 8 | operarios |
| Horas de Trabajo | 8 | hr / día |
| Total (H-h / día) | 64 | H-h / día |
| Capacidad prod | 8.333 | Uniformes/Hora |
| % Disponibilidad | 100% | |
| Tiempo std | 0.120 | HH/Uniforme |

- **Plan agregado de producción**

Tabla 23.

Plan agregado de producción

| Programa | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | TOTAL |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Uniformes de faena | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 9,600 |

- **Diseño de lista de materiales**

Tabla 24.

Diseño de lista de materiales

| Tipo | Descripción | Unidad | Stock disponible | Lead Time (semana) | Tamaño de lote | Stock Seguridad | Mat/Und |
|------|-------------------|------------------------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|---------|
| Skul | Uniforme de faena | Uniforme | 25.000 | 1 | 1.000 | 10.000 | 1.000 |
| Mat | Drill cedro | Rollo/90m ² | 4.000 | 2 | 2.000 | 4.000 | 0.029 |
| Mat | Hilo de coser | Rollo/100 m | 10.000 | 2 | 12.000 | 6.000 | 0.030 |
| Mat | Elástico | Metro | 350.000 | 2 | 100.000 | 200.000 | 1.000 |
| Mat | Hilo de bordar | Rollo/100 m | 12.000 | 2 | 12.000 | 4.000 | 0.045 |
| Mat | Cinta reflectante | Metro | 220.000 | 2 | 100.000 | 200.000 | 2.500 |
| Mat | Bolsa pe 30 x 60 | Fardo/100 | 10.000 | 2 | 1.000 | 2.000 | 1.000 |
| Mat | Saco pe 60 x 80 | Fardo/100 | 2.000 | 2 | 1.000 | 2.000 | 0.333 |

- **MRP**

Tabla 25.

Requerimiento del SKU: uniformes de faena

| SKU | lote | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|-----|-------------------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| 1 | Uniforme de faena | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | - | - |

Uniforme de faena SKU

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 14 | 1 | 50 | 400 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|------------------------|---------|------------|----------|----------|------------|------------|----------|----------|------------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | |
| Stock Final | 14 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 |
| Necesidades Netas | | 786 | 386 | 0 | 0 | 386 | 386 | 0 | 0 |
| Pedidos Planeados | | 800 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| Lanzamiento de órdenes | | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 |

Tabla 26.

Planeamiento de requerimiento de tela drill cedro

| | | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|---------------------|--------------------------------------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| ¿Quién lo requiere? | Rollos 1800 x 50 = 90 M ² | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Drill | 0.02934 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | - | - | 12 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 3 | 1 | 2 | 4 |

| | | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|------------------------|---------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Periodo | Inicial | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | |
| Stock Final | 3 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| Necesidades Netas | | 13 | 0 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 | 10 |
| Pedidos Planeados | | 14 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 10 |
| Lanzamiento de órdenes | | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 10 | 12 |

Tabla 27.

Planeamiento del requerimiento de hilo de coser

| ¿Quién lo requiere? | Rollos/uniforme | Ene-19 | | | | Febrero | | | |
|---------------------|-----------------|--------|------|------|--------|---------|------|------|--------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Hilo de coser | 0.030 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 6 | 2 | 12 | 6 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|------------------------|---------|--------|---------------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|--------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 |
| Entradas Previstas | 7.508 | | | | | | | | |
| Stock Final | 6 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 |
| Necesidades Netas | | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 |
| Pedidos Planeados | | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - |

Tabla 28.

Planeamiento de requerimiento de hilo de bordar

| ¿Quién lo requiere? | Rollos/uniforme | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|---------------------|-----------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Hilo de bordar | 0.045 | 18.000 | 0.000 | 0.540 | 0.540 | 18.000 | 0.000 | 0.450 | 0.540 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 6 | 2 | 12 | 4 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|-------------------------------|---------|--------|--------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|--------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 18.000 | - | 0.540 | 0.540 | 18.000 | - | 0.450 | 0.540 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | |
| Stock Final | 6 | 12.000 | 12.000 | 11.460 | 10.920 | 4.920 | 4.920 | 4.470 | 15.930 |
| Necesidades Netas | | 16.000 | - | - | - | 11.080 | - | - | 0.070 |
| Pedidos Planeados | | 24.000 | - | - | - | 12.000 | - | - | 12.000 |
| Lanzamiento de órdenes | | - | - | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - |

Tabla 29.
Planeamiento de requerimiento de elástico para pretina

| ¿Quién lo requiere? | Metros/uniforme | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|---------------------|-----------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Elástico | 0.01142548 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 4.570 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 4.570 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 120 | 2 | 100 | 200 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 4.570 | - | - | 4.570 | 4.570 | - | - | 4.570 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | |
| Stock Final | 120 | 215.430 | 215.430 | 215.430 | 210.860 | 206.289 | 206.289 | 206.289 | 201.719 |
| Necesidades Netas | | 84.570 | - | - | - | - | - | - | - |
| Pedidos Planeados | | 100.000 | - | - | - | - | - | - | - |
| Lanzamiento de órdenes | | - | - | - | - | - | - | 100.000 | - |

Tabla 30.

Planeamiento de requerimiento de cinta reflectante

| | | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|---------------------|-----------------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|----------|
| ¿Quién lo requiere? | Metros/uniforme | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Cinta reflectante | 2.500 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 220 | 2 | 100 | 200 |

| | | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | |
|------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Periodo | Inicial | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | |
| Stock Final | 220 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 |
| Necesidades Netas | | 980.000 | - | - | 980.000 | 980.000 | - | - | 980.000 |
| Pedidos Planeados | | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - |

Tabla 31.

Planeamiento del requerimiento de bolsas de polietileno de 30x60

| ¿Quién lo requiere? | Fardo/uniforme | Ene-19 | | | | Febrero | | | |
|----------------------|----------------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Bolsa de polietileno | 0.010 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 3 | 2 | 1 | 2 |

| Periodo | Inicial | Ene-19 | | | | Febrero | | | |
|-------------------------------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 4.000 | - | - | 4.000 | 4.000 | - | - | 4.000 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | |
| Stock Final | 1 | - | 200.000 | 200.000 | 296.000 | 292.000 | 292.000 | 292.000 | 288.000 |
| Necesidades Netas | | 203.000 | 200.000 | - | 4.000 | - | - | - | - |
| Pedidos Planeados | | - | 200.000 | - | 100.000 | - | - | - | - |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 100.000 | - | - | - | - | - | - |

Tabla 32.

Planeamiento del requerimiento de bolsas de polietileno de 60x80

| ¿Quién lo requiere? | Sacos/uniforme | Ene-19 | | | | Febrero | | | |
|---------------------|----------------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Saco pe | 0.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 3 | 2 | 1 | 2 |

| Periodo | Inicial | Ene-19 | | | | Febrero | | | |
|------------------------|---------|---------|----------------|----------------|---------|---------|----------------|----------------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 133.333 | - | - | 133.333 | 133.333 | - | - | 133.333 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | |
| Stock Final | 3 | - | 200.000 | 200.000 | 266.667 | 233.333 | 233.333 | 233.333 | 200.000 |
| Necesidades Netas | | 330.333 | 200.000 | - | 133.333 | 66.667 | - | - | 100.000 |
| Pedidos Planeados | | 20.000 | 200.000 | - | 200.000 | 100.000 | - | - | 100.000 |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 200.000 | 100.000 | - | - | 100.000 | 200.000 | - |

Tabla 33.
Lanzamiento de órdenes de compra

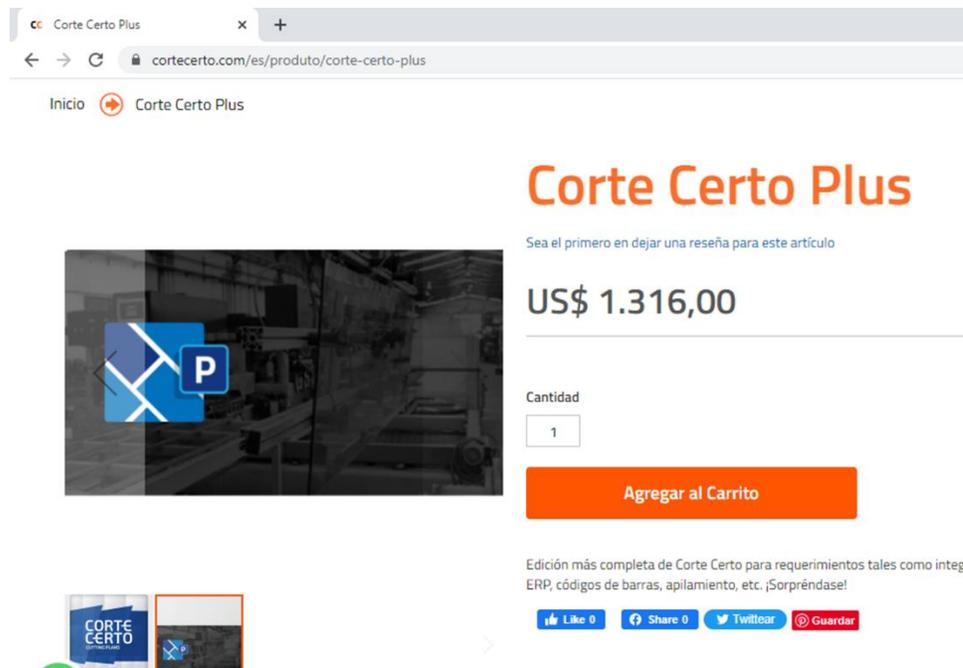
| Material | Unid | Ene-19 | | | | Febrero | | | |
|---------------------------|----------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| <u>Sku</u> | | | | | | | | | |
| Uniforme de faena | M ² | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 400.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 400.000 |
| <u>Componentes</u> | | | | | | | | | |
| Drill cedro | Rollo | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 10.000 | 12.000 |
| Hilo de coser | Rollo | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 |
| Elástico | Metro | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 |
| Hilo de bordar | Rollo | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 |
| Cinta reflectante | Metro | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 |
| Bolsa pe 30 x 60 | Fardo100 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Saco pe 60 x 80 | Fardo/100 | 0.000 | 200.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 200.000 | 0.000 |

Evaluación económico-financiera

Inversión propuesta

1. Software Corte Certo :

Cotización: US\$1,316. Al cambio en soles, S/5,461



The screenshot shows a web browser window with the URL cortecerto.com/es/producto/corte-certo-plus. The page features the product name 'Corte Certo Plus' in large orange text. Below the name, there is a price tag 'US\$ 1.316,00'. A quantity selector is set to '1', and an orange 'Agregar al Carrito' button is visible. The page also includes social media sharing buttons for Like, Share, Twitter, and Guardar. A description below the price states: 'Edición más completa de Corte Certo para requerimientos tales como integr ERP, códigos de barras, apilamiento, etc. ¡Sorpréndase!'.

Figura 45. Cotización Corte Certo

Fuente : Mercado libre,.com

2. Dispositivo para doblado estandarizado de ropa

Cotización: S/122 por 10 unidades

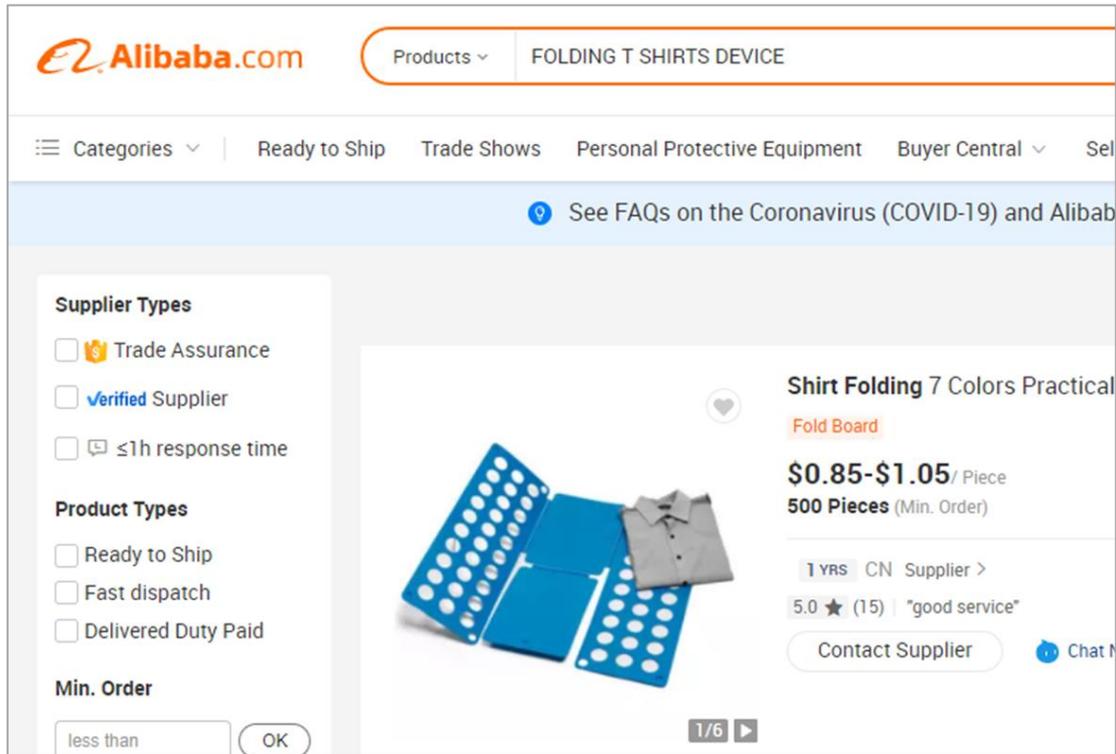


Figura 46. Dispositivo doblador de ropa

Fuente : alibaba.com

Flujo de caja proyectado

Tabla 34.

Flujo de caja

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Annual | | | | |
|---|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-----------|---------------|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Annual | | | | |
| Inversión | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Software Corte Certo | - | 5,461 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dispositivos para doblado estandarizado | - | 122 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementos de dibujo | - | 1,000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Impresora | - | 1,000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Computadora | - | 3,500 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total inversión | -S/ | 11,083 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingresos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mejoramiento del balance de línea | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 1,476 | 17,712 | | | | |
| Mejor aprovechamiento en el corte de tela | 1,432 | 1,432 | 1,432 | 1,432 | | 1,432 | 1,432 | 1,432 | 1,432 | 1,432 | 1,432 | 1,432 | 17,184 | | | | |
| Mejor productividad en el doblado | 123 | 123 | 123 | 123 | | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 1,476 | | | | |
| Mejoramiento del layout | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 50 | | | | |
| Mejor gestión de stocks | 31 | 31 | 31 | 31 | | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 370 | | | | |
| Total ingresos | 3,066 | 3,066 | 3,066 | 3,066 | | 3,066 | 36,792 | | | | |
| Total ingresos actualizados | 3,041 | 3,016 | 2,991 | 2,966 | | 2,941 | 2,917 | 2,893 | 2,869 | 2,845 | 2,822 | 2,799 | 34,875 | | | | |
| Egresos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Capacitación en Software Corte Certo | | -4,500 | | | | | | | | | | | -4,500 | | | | |
| Capacitación en Software Corelap 01 | - | 4,500 | | | | | | | | | | | 4,500 | | | | |
| Total egresos | - | 4,500 | - | - | | - | 9,000 | | | | |
| Total egresos actualizados | - | 4,463 | -4,426 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8,889 | | | | |
| Saldo antes de impuestos | - | 1,434 | -1,434 | 3,066 | 3,066 | | 3,066 | 3,066 | 3,066 | 3,066 | 3,066 | 3,066 | 27,792 | | | | |
| Impuesto a la renta | | - | 430 | -920 | -920 | | 920 | -920 | -920 | -920 | -920 | -920 | -8,338 | | | | |
| Flujo | - | 1,434 | -1,004 | 2,146 | 2,146 | | 2,146 | 2,146 | 2,146 | 2,146 | 2,146 | 2,146 | 19,454 | | | | |
| Flujo actualizado | -S/ | 11,083 | -1,422 | -987 | 2,093 | 2,076 | | 2,059 | 2,042 | 2,025 | 2,008 | 1,992 | 1,975 | 1,959 | 1,943 | S/ | 17,764 |

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| TMAR | 10.00% anual |
| | 0.83% mensual |
| VAN | S/ 6,681 |
| TIR | 82.07% |
| B/C | 1.75 |
| Tiempo de retorno (años) | 0.3 |
| Tiempo de retorno (meses) | 4 |

| Estimación del TMAR | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Media geometrica |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| Tasa inflación (BCRP) | 3.55% | 3.59% | 2.80% | 1.32% | 2.14% | 2.52% |
| Riesgo país (BCRP) | 2.40% | 1.70% | 1.35% | 1.68% | 1.07% | 1.58% |
| Premio al riesgo esperado por la empresa | | | | | | 5.90% |
| TMAR | | | | | | 10.00% |

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Estado de resultados

Tabla 35.
Estado de resultados de la propuesta de mejora

| | Actual | | Mejorado | |
|---|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| Ventas de uniformes | S/ | 959,999 | S/ | 960,001 |
| Costo de uniformes | -S/ | 553,013 | -S/ | 509,960 |
| Utilidad bruta | S/ | 406,987 | S/ | 450,040 |
| Depreciación | -S/ | 3,000 | -S/ | 3,000 |
| Utilidad operativa | S/ | 403,987 | S/ | 447,040 |
| Gastos financieros | S/ | - | S/ | 9,096 |
| Utilidad antes de participación e impuestos | S/ | 403,987 | S/ | 456,136 |
| Impuesto a la renta | S/ | 105,037 | -S/ | 118,595 |
| Utilidad neta | S/ | 298,950 | S/ | 337,541 |
| Reserva (10%) | S/ | - | S/ | - |
| Resultado del ejercicio | S/ | 298,950 | S/ | 337,541 |
| Rentabilidad sobre ventas | | 31.1% | | 35.2% |
| | | 12.91% | | |

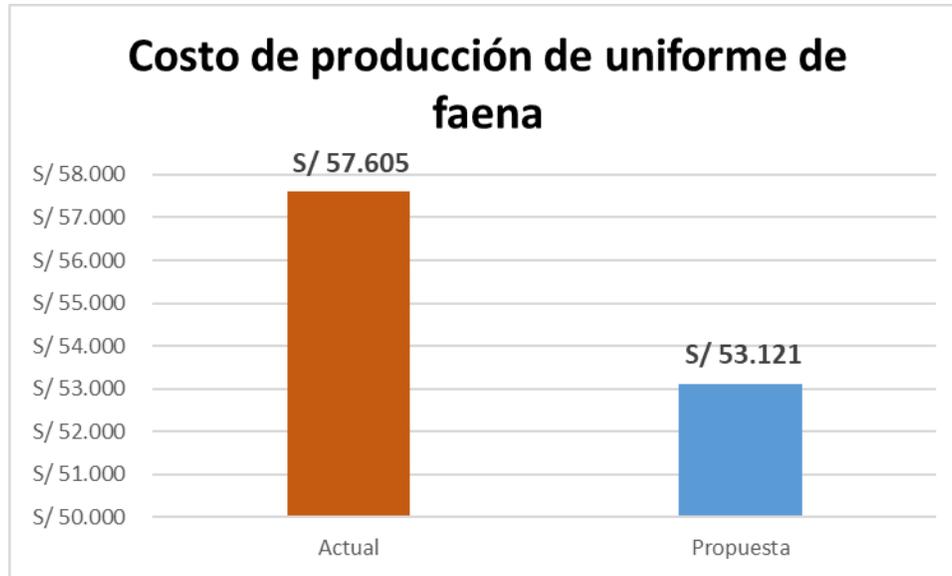


Figura 47. Costo de producción de uniformes



Figura 48. Costo de mano de obra por uniforme

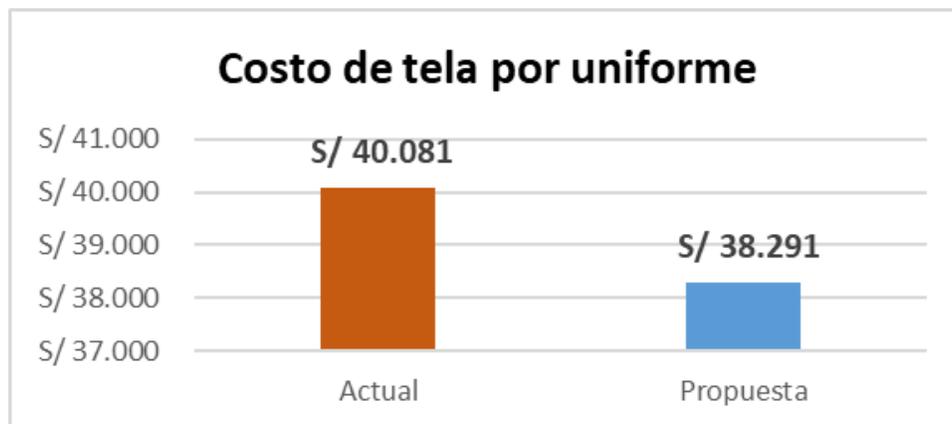


Figura 49. Costo de tela por uniforme

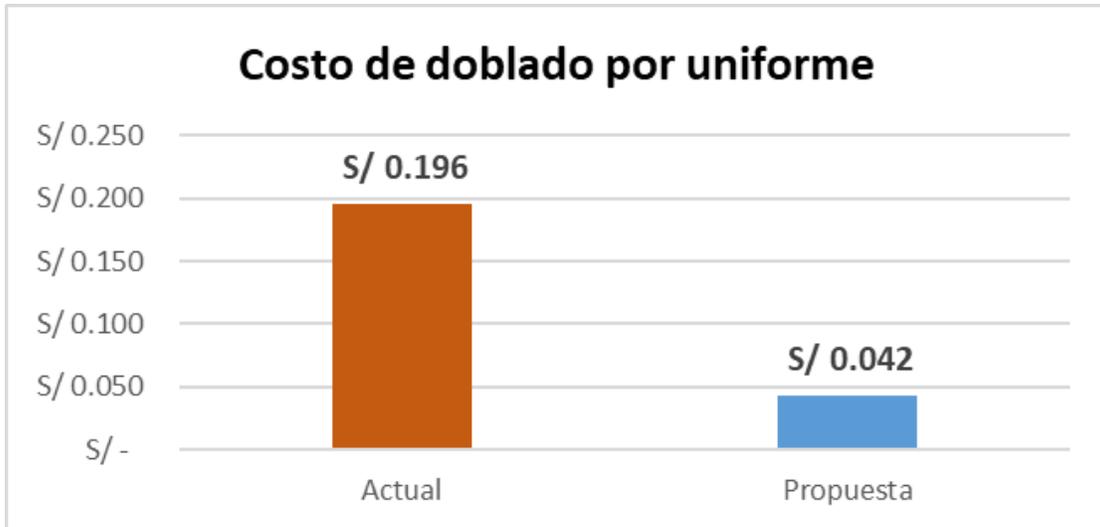


Figura 50. Costo de doblado por uniforme

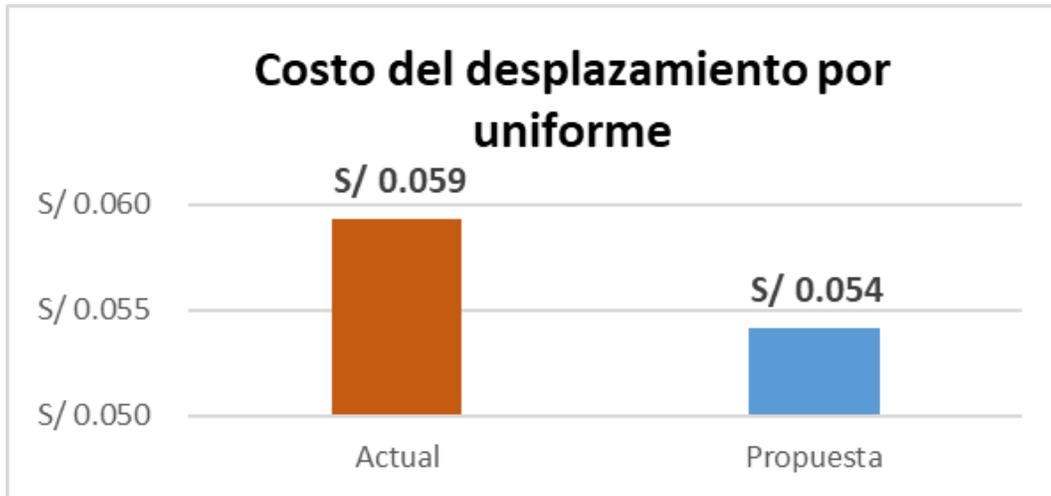


Figura 51. Costo de desplazamiento por uniforme

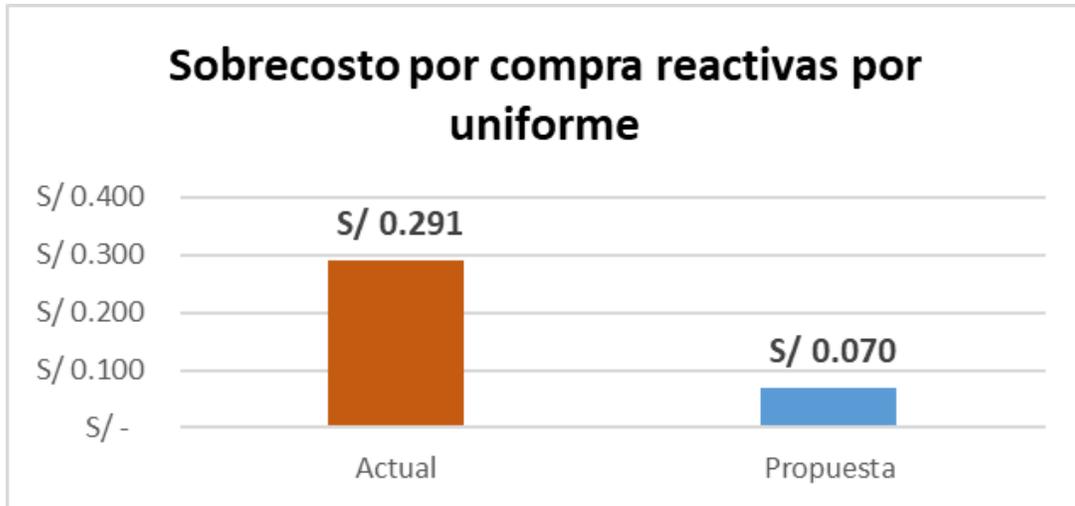


Figura 52. Sobrecosto por compras reactivas por uniforme

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Se encuentran coincidencias con Barón, Danny y Zapata (2012), cuando comentan que todas las empresas son distintas y las propuestas de redistribución pueden estar basadas en mejoramiento de sus necesidades específicas, propósitos y/o razones, generando clasificaciones diferentes a las establecidas hoy día en la literatura.

También, cuando se refieren a que los softwares de distribución de planta son una herramienta funcional y que, aunque pueden servir de guía, se debe tener en cuenta qué aspectos no se evalúan y que las propuestas arrojadas deben ser evaluadas y no siempre son las mejores.

En la presente tesis, se toma como guía, la solución dada por el Corelap 01, pues para obtenerla, se basa no solo en las interacciones que directamente existen entre máquinas, sino también, aquellas que son propias de cada empresa. Por ejemplo, en la empresa de confecciones, los almacenes de materiales y productos terminados son vecinos y, aunque el flujo natural, propondría que el segundo de ellos, esté al final del proceso, no se podrá tener en cuenta la sugerencia.

Se está en la misma línea que Cruz (2016), cuando sostienen que los datos recolectados de causas de tiempos perdidos no dan 100% de confiabilidad dado que algunos operarios no tienen claridad a la hora de llenar los formatos de tiempo perdidos en su puesto de trabajo.

En el caso de esta tesis, se realizó un estudio de tiempos, validado por el maestro del taller, quien fue el que determinó el factor de actuación de los operarios evaluados. De esta manera, se pretendió ser más objetivos.

Se encuentra coincidencias con Sedano Ubaldo (2021), cuando concluye que el aplicar la herramienta de balance de línea en el área de confección de la empresa Los Altos Andes

Peruanos SAC se logra mejorar la productividad de 55.97% (pre-test) a 92.01% (post-test) lográndose de esta forma confeccionar 862 prendas adicionales en 24 días.

En la empresa textil, se logró reducir la cantidad de operarios de 10 a ocho, con lo que se incrementó la productividad de 6.66 a 8.33 uniformes por hora-hombre.

Se tiene coincidencias con Soto (2016), quien señala que con la redistribución de planta, se pueden obtener mejoras en los tiempos de desplazamiento, además de ordenar el ambiente de trabajo.

Para la fábrica de confecciones, se propone un nuevo *layout*, con el que se reducen significativamente los cruces, que incomodan y se logra reducir los traslados en 70 metros.

Boy (2020) sostiene 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.

En la empresa de confecciones, de la misma manera, se encontró que las principales deficiencias, se atribuye al desperdicio de tela en el corte; a desplazamientos improductivos; a la baja productividad debido a línea mal balanceada y a lenta operación de doblado en el embolsado.

Además, se encontró deficiente gestión de inventarios, que devino en compras reactivas.

Se coincide de la misma manera con Chipana (2020) , respecto a que, con el uso de herramientas de la ingeniería de métodos, es posible hacer un análisis objetivo del procedimiento y determinar, aquellos que son importantes y aquellos que pueden ser mejorados o eliminados.

Ese autor, señala que, con mejores métodos, consiguió aumentar la productividad de 17 a 23 poleras por operario por turno.

En la presente tesis, la propuesta de mejora permite reducir el tiempo de ciclo, de 1.20 a 0.84 horas-hombre por uniforme de faena.

4.2. Conclusiones

- Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística reduce los costos operativos de una fábrica confeccionista, en la ciudad de Trujillo en 7.8 %, equivalente a S/43,053 anuales.
- Se diagnosticaron problemas en la gestión actual de producción y logística que afectan negativamente a los costos operativos de una fábrica confeccionista en la ciudad de Trujillo. Estas son: Falta balance de línea, corte empírico, falta dispositivos, deficiente layout y deficiente gestión de stocks.
- Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para reducir los costos operativos de una fábrica confeccionista, en la ciudad de Trujillo, como peso posicional, Software Corte Certo 2D, gestión ajustada, método de Muther, Corelap y MRP, obteniendo un beneficio total de S/36,792 al aplicar la propuesta de mejora.
- La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística para reducir los costos operativos de una fábrica confeccionista es viable económica y financieramente. Esto se demuestra con un VAN de S/6,680. Además, la Tasa Interna de Retorno es 82.07% y el Beneficio/Costo de 1.75, que indica que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendrá una ganancia de S/0.75. El retorno de la inversión será en 4 meses.

- El flujo se calculó con un TMAR de 10%, estimado por la empresa, sobre la base del promedio geométrico del Riesgo País del BCR, 1.58%; la inflación anual de 2.52% y una expectativa mínima de ganancia del empresario de 5.90%.

REFERENCIAS

Barón, D. y Zapata, L. (2012). *Propuesta de redistribución de planta en una empresa del sector textil* (Tesis de Grado). Universidad ICESI Facultad de Ingeniería departamento de Ingeniería Industrial Santiago de Cali.

Boy, R. (2020). *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 de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Bravo, V. (2011). *Metodología Lean en las Pymes agroalimentarias ecuatorianas. Tesis para optar el grado de Máster en Gestión de la Calidad Alimentaria* (Tesis de Grado). Universidad Politécnica de Madrid: Escuela de Ingeniería Técnico Agrícola, Madrid, España.

Caruajulca, B. (2017). *Balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa Industries Fashion E.I.R.L.- Lima, 2017.* (Tesis de Grado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12397/Caruajulca_BB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chipana, N. y Ruiz, J. (2020) *Aplicación de la ingeniería de métodos para aumentar la producción de poleras en el área de costura en una empresa textil* (Tesis de Grado). Universidad privada del Norte, Trujillo, Perú.

Cruz, E. (2016). *Estudio para la mejora de estándares del proceso productivo en la empresa Materiales Industriales S.A de la organización Corona* (Tesis de Grado). Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, Facultad seccional Sogamoso.

Domenech, J. (2010). Diagrama de Pareto.

García, R. (2005). *Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.

Manual de usuario del corelap (2020). *Manueal Corelap*. Recuperado de [01http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30082/fichero/DOCUMENTOS%252FMANUAL+PROGRAMA%252FManual+Corelap+01.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30082/fichero/DOCUMENTOS%252FMANUAL+PROGRAMA%252FManual+Corelap+01.pdf)

Medina, C. y Meregildo, K. (2017). *Diseño y distribución de planta en la empresa Textil Wilmer Sport S.R.L. de la ciudad de Trujillo* (Tesis de Grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4209/1/REP_ING.IND_%20CLAUDIA.MEDINA_KAROL.MEREGILDO_DISE%C3%91O.DISTRIBUCI%C3%93N.PLANTA.EMPRESA.TEXTIL.WILMER.SPORT.TRUJILLO.pdf

Melgar, C. (2016). *Propuesta para el mejoramiento de los procesos de producción en una empresa de corte y confección* (Tesis de Grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/302599/melg?sequence=1>

- Muñoz, J. (2018). *Balance de línea para mejorar el flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/68619/1112767055.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peinado, J. y Reis, A. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)* Centro universitario positivo. Curitiba- Brazil 2007.
- Rodríguez, J. (2016). *Diseño de un plan de mejoras para optimizar los procesos de tintorería, acabado y corte de tela en el grupo Ovejita* (Tesis de maestría). Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela. Recuperado de <http://repositorios.unimet.edu.ve/docs/74/P.GIG2005R6D5.pd>
- Sedano, L. (2021) Balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de una empresa textil. Tesis para optar el título de ingeniero industrial. Universidad Peruana de los Andes Huancayo, Perú.
- Shigeo, S. (1987). *The Poka – Yoke System I: Theory*”, Japan. Cambridge: Massachusset and Norwalk.
- Soto, M. (2018). *Propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa confecciones Eka S.A.C.. para incrementar la productividad.* (Tesis de Grado) Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Universidad Privada Telesup (2017). *Balaneo de Línea y Control de Producción.* Recuperado de <https://utelesup.edu.pe/blog-ingenieria-industrial-y-comercial/balaneo-de-linea-y-control-de->

ANEXOS

Anexo I. MRP

PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)

PROGRAMA MAESTRO
DE PRODUCCIÓN (PMP)

| SKU | lote | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|-----|-------------------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| 1 | Uniforme de faena | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | - | - | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 |

Uniforme de faena SKU

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 14 | 1 | 50 | 400 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|------------------------|---------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 14 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 | 414 |
| Necesidades Netas | | 786 | 386 | 0 | 0 | 386 | 386 | 0 | 0 | 386 | 386 | 0 | 0 | 386 | 386 | 0 | 0 | 386 | 386 | 0 | 0 | 386 | 386 | 0 | 0 |
| Pedidos Planeados | | 800 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 |
| Lanzamiento de órdenes | | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 400 | 400 | 0 | 0 | 0 |

PLAN DE NECESIDADES DE MATERIALES (MRP)

Drill cedro

| ¿Quién lo requiere? | Rollos 1800 x 50 = 90 M ² | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|----|---|---|----|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | | | | |
| Drill | 0.02934 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | - | - | 12 | 12 | - | - | 12 | 12 | - | - | 12 | 12 | - | - | 12 | 12 | - | - | 12 | 12 | - | - | 12 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 3 | 1 | 2 | 4 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | | | | | |
|------------------------|---------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|----|---|---|----|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | | | | |
| Necesidades Brutas | | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 3 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Necesidades Netas | | 13 | 0 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 | 10 | 12 | 0 | 0 | 11 | 11 | 0 | 0 | 11 | 11 | 0 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pedidos Planeados | | 14 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 10 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lanzamiento de órdenes | | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 10 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Hilo de coser

| ¿Quién lo requiere? | Rollos/uniforme | Ene-19 | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|--------|------|------|--------|---------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|---|---|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | | | | |
| Hilo de coser | 0.030 | 12.000 | - | - | 12.000 | ##### | - | - | ##### | ##### | - | - | ##### | ##### | - | - | ##### | ##### | - | - | ##### | ##### | - | - | ##### | ##### | - | - | ##### |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 6 | 2 | 12 | 6 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | | | | | |
|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | | | | |
| Necesidades Brutas | | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 |
| Entradas Previstas | 7.508 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 6 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 |
| Necesidades Netas | | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 |
| Pedidos Planeados | | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - |

Hilo de bordar

| ¿Quién lo requiere? | Rollos/uniforme | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|---------------------|-----------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Hilo de bordar | 0.045 | 18.000 | 0.000 | 0.540 | 0.540 | 18.000 | 0.000 | 0.450 | 0.540 | 18.000 | 0.000 | 0.540 | 0.540 | 18.000 | 0.000 | 0.540 | 0.540 | 18.000 | 0.000 | 0.540 | 0.540 | 18.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 6 | 2 | 12 | 4 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 18.000 | - | 0.540 | 0.540 | 18.000 | - | 0.450 | 0.540 | 18.000 | - | 0.540 | 0.540 | 18.000 | - | 0.540 | 0.540 | 18.000 | - | 0.540 | 0.540 | 18.000 | - | - | - |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 6 | 12.000 | 12.000 | 11.460 | 10.920 | 4.920 | 4.920 | 4.470 | 15.930 | 9.930 | 9.930 | 9.390 | 8.850 | 14.850 | 14.850 | 14.310 | 13.770 | 7.770 | 7.770 | 7.230 | 6.690 | 12.690 | 12.690 | 12.690 | 12.690 |
| Necesidades Netas | | 16.000 | - | - | - | 11.080 | 0.000 | - | 0.070 | 6.070 | - | - | - | 13.150 | - | - | - | 8.230 | - | - | - | 15.310 | - | - | - |
| Pedidos Planeados | | 24.000 | - | - | - | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | - | 24.000 | - | - | - | 12.000 | - | - | - | 24.000 | - | - | - |
| Lanzamiento de órdenes | | - | - | 12.000 | - | - | 12.000 | 12.000 | - | - | - | 24.000 | - | - | - | 12.000 | - | - | - | 24.000 | - | - | - | - | - |

Elástico

| ¿Quién lo requiere? | Metros/uniforme | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|---------------------|-----------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Elástico | 0.01142548 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 4.570 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 4.570 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 4.570 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 4.570 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 4.570 | 4.570 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 120 | 2 | 100 | 200 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 4.570 | - | - | 4.570 | 4.570 | - | - | 4.570 | 4.570 | - | - | 4.570 | 4.570 | - | - | 4.570 | 4.570 | - | - | 4.570 | 4.570 | - | - | - |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 120 | 215.430 | 215.430 | 215.430 | 210.860 | 206.289 | 206.289 | 206.289 | 201.719 | 297.149 | 297.149 | 297.149 | 292.579 | 288.009 | 288.009 | 288.009 | 283.438 | 278.868 | 278.868 | 278.868 | 274.298 | 269.728 | 269.728 | 269.728 | 269.728 |
| Necesidades Netas | | 84.570 | - | - | - | - | - | - | - | 2.851 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pedidos Planeados | | 100.000 | - | - | - | - | - | - | - | 100.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Lanzamiento de órdenes | | - | - | - | - | - | - | 100.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Cinta reflectante

| ¿Quién lo requiere? | Metros/uniforme | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|---------------------|-----------------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|----------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Cinta reflectante | 2.500 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 220 | 2 | 100 | 200 |

| Periodo | Inicial | Ene-22 | | | | Feb-22 | | | | Mar-22 | | | | Abr-22 | | | | May-22 | | | | Jun-22 | | | |
|------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 220 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 | 220.000 |
| Necesidades Netas | | 980.000 | - | - | 980.000 | 980.000 | - | - | 980.000 | 980.000 | - | - | 980.000 | 980.000 | - | - | 980.000 | 980.000 | - | - | 980.000 | 980.000 | - | - | 980.000 |
| Pedidos Planeados | | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | 1,000.000 | 1,000.000 | - | - | - | - | - |

Bolsa de polietileno 30 x 60

| ¿Quién lo requiere? | Fardo/uniforme | Ene-19 | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
|----------------------|----------------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Bolsa de polietileno | 0.010 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 3 | 2 | 1 | 2 |

| Periodo | Inicial | Ene-19 | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 4.000 | - | - | 4.000 | 4.000 | - | - | 4.000 | 4.000 | - | - | 4.000 | 4.000 | - | - | 4.000 | 4.000 | - | - | 4.000 | 4.000 | - | - | 4.000 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 1 | - | 200.000 | 200.000 | 296.000 | 292.000 | 292.000 | 292.000 | 288.000 | 284.000 | 284.000 | 284.000 | 280.000 | 276.000 | 276.000 | 276.000 | 272.000 | 268.000 | 268.000 | 268.000 | 264.000 | 260.000 | 260.000 | 260.000 | 260.000 |
| Necesidades Netas | | 203.000 | 200.000 | - | 4.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pedidos Planeados | | - | 200.000 | - | 100.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 100.000 | - | - | - | - | - | - | - | 100.000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Saco de polietileno 60 x 80

| ¿Quién lo requiere? | Sacos/uniforme | Ene-19 | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
|---------------------|----------------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Saco pe | 0.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 | 133.333 | 0.000 | 0.000 | 133.333 |

| Stock inicial | Lead Time | Tamaño de lote | Stock de seguridad |
|---------------|-----------|----------------|--------------------|
| 3 | 2 | 1 | 2 |

| Periodo | Inicial | Ene-19 | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Necesidades Brutas | | 133.333 | - | - | 133.333 | 133.333 | - | - | 133.333 | 133.333 | - | - | 133.333 | 133.333 | - | - | 133.333 | 133.333 | - | - | 133.333 | 133.333 | - | - | 133.333 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 3 | - | 200.000 | 200.000 | 266.667 | 233.333 | 233.333 | 233.333 | 200.000 | 266.667 | 266.667 | 266.667 | 233.333 | 200.000 | 200.000 | 200.000 | 266.667 | 233.333 | 233.333 | 233.333 | 200.000 | 266.667 | 266.667 | 266.667 | 266.667 |
| Necesidades Netas | | 330.333 | 200.000 | - | 133.333 | 66.667 | - | - | 100.000 | 133.333 | - | - | 66.667 | 100.000 | - | - | 133.333 | 66.667 | - | - | 100.000 | 133.333 | - | - | - |
| Pedidos Plancados | | 20.000 | 200.000 | - | 200.000 | 100.000 | - | - | 100.000 | 200.000 | - | - | 100.000 | 100.000 | - | - | 200.000 | 100.000 | - | - | 100.000 | 200.000 | - | - | - |
| Lanzamiento de órdenes | | - | 200.000 | 100.000 | - | - | 100.000 | 200.000 | - | - | 100.000 | 100.000 | - | - | 200.000 | 100.000 | - | - | 100.000 | 200.000 | - | - | - | - | - |

| Material | Unid | Ene-19 | | | | Febrero | | | | Marzo | | | |
|--------------------|----------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| Skus | | | | | | | | | | | | | |
| Uniforme de faena | M ² | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 400.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 400.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 400.000 |
| Componentes | | | | | | | | | | | | | |
| Drill cedro | Rollo | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 10.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 |
| Hilo de coser | Rollo | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 |
| Elástico | Metro | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hilo de bordar | Rollo | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 24.000 | 0.000 |
| Cinta reflectante | Metro | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 |
| Bolsa pe 30 x 60 | Fardo/100 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Saco pe 60 x 80 | Fardo/100 | 0.000 | 200.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 200.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 100.000 | 0.000 |

| Material | Unid | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
|---------------------------|----------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|-------|-------|-------|
| | | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 | SEM1 | SEM2 | SEM3 | SEM4 |
| <u>Sku</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Uniforme de faena | M ² | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 400.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 400.000 | 400.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| <u>Componentes</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Drill cedro | Rollo | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hilo de coser | Rollo | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Elástico | Metro | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hilo de bordar | Rollo | 0.000 | 0.000 | 12.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 24.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cinta reflectante | Metro | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 1000.000 | 1000.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Bolsa pe 30 x 60 | Fardo100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Saco pe 60 x 80 | Fardo/100 | 0.000 | 200.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 200.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |