

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ
Escuela de Posgrado**



**MEJORA Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA
EN UNA LINEA DE CONFECCIÓN DE UNA EMPRESA TEXTIL**

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería
Industrial con mención en Gerencia de Operaciones
que presenta:

Diego Alonso Carranza Córdova

Asesor:

Ing. Jonatan Edward Rojas Polo

Lima, 2023

Informe de Similitud

Yo, **Jonatan Edward Rojas Polo**, Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulado **MEJORA Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN UNA LINEA DE CONFECCIÓN DE UNA EMPRESA TEXTIL**, del autor **Diego Alonso Carranza Córdova** dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de **13 %**. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 26/10/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y en la Tesis no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 27 de noviembre de 2023

Apellidos y nombres del asesor:	
Rojas Polo, Jonatan Edward	
DNI: 42529429	Firma:
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5498-4090	



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. Su apoyo, orientación y contribuciones fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

En primer lugar, quiero agradecer a mi asesor Ing. Jonatan Rojas Polo por su paciencia, sabiduría y dedicación. Su orientación constante y valiosos comentarios fueron una fuente inagotable de inspiración.

Agradezco a mi familia por su inquebrantable apoyo y comprensión a lo largo de este desafiante viaje. Su amor y aliento me dieron la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis amigos y compañeros de estudio, les agradezco por su compañía y motivación. Sus debates y conversaciones enriquecieron mi perspectiva y me ayudaron a crecer académicamente.



RESUMEN

La presente tesis considera como su principal objetivo, mejorar la línea de producción en la confección de ropaje, el cual se va aplicar al área de producción en la que se va usar los instrumentos de la teoría de Lean Manufacturing, con ello se va determinar el origen de los problemas.

El caso de estudio para esta investigación fue el área de costura de toda el área de producción, esto fue elegido a través de los gerentes de la empresa, utilizando el juicio de experto; siendo el estas áreas las más importantes de todo el flujo de producción.

Empezamos describiendo el concepto de manufactura esbelta y sus herramientas con lo cual nos va a permitir selección y destinar cual es la causa raíz encontrado en el área de costura.

Posteriormente se informa sobre la empresa y sus operaciones, con ello se podrá seleccionar el caso y el área a estudiar, la línea de productos y, de esta manera encontrar oportunidades de mejora aplicando los instrumentos de Lean Manufacturing (balance de líneas, 5´s, distribución de planta).

Finalmente se presenta el impacto económico donde se detalla los costos y gastos de la implementación de los instrumentos mencionados en el área seleccionada, aquí se analizar el VAR TIR que determina la mejora del proceso de producción.

Palabras Claves: Manufactura Esbelta, Desperdicios, 5S, Balanceo de Líneas, Distribución en planta, estudio de tiempos (minutos) y movimientos.

ABSTRACT

The main objective of the following investigation is to improve the production process of garment manufacturing applied to the production area, where through lean manufacturing tools it helps us to identify the root cause of the problems.

In this case, the sewing area of the entire production area was chosen, this was chosen through the managers of the company, using expert judgment; This area being the most important of the entire production flow.

We begin by describing the theoretical framework, as well as the lean manufacturing tools, which will allow us to select and allocate the root cause found in the sewing area.

Subsequently, the description of the company and its operations is made, in order to define the study area, the product line and in this way find opportunities for improvement by applying the lean manufacturing tools (line balance, 5's, plant distribution).

Finally, the economic impact is presented where the costs and expenses of the implementation of the Lean Manufacturing tools in the selected area are detailed, here the VAR TIR that determines the improvement of the production process is analyzed.

Keywords: Lean Manufacturing, Waste, 5S, Line Balance, Plant layout, study of times and movements.

ÍNDICE

RESUMEN	ii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	4
1.1 PROCESOS	4
1.1.1 Tipo de procesos	4
1.1.2 Indicadores de procesos.....	5
1.1.3 Herramienta para el análisis de procesos	6
1.1.4 Mejora de Procesos.....	11
1.1.5 Distribución de Planta	12
1.2 MANUFACTURA ESBELTA.....	13
1.3 HISTORIA DE LA MANUFACTURA ESBELTA	14
1.3.1 Objetivos y principios de la Manufactura Esbelta	15
1.3.2 Desperdicios según Manufactura Esbelta	16
1.4 HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA	19
1.4.1 Mapa de Flujo de Valor (VSM).....	20
1.4.2 Balance de Líneas	21
1.4.3 Las 5'S.....	24
1.4.4 Mantenimiento productivo total (TPM).....	27
1.4.5 Jidoka.....	30
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y ESTUDIOS DE CASOS	33
2.1 Caso 1:.....	33
2.2 Estudio de caso II: Implementación de Lean Six Sigma (LSSS)en una compañía de manufactura de ejes de automóviles:	35
2.3 Estudio de caso III: “Lean manufacturing aplicado a un proceso de producción de cableado”	37
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	39
3.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	39
3.2 PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO.....	39

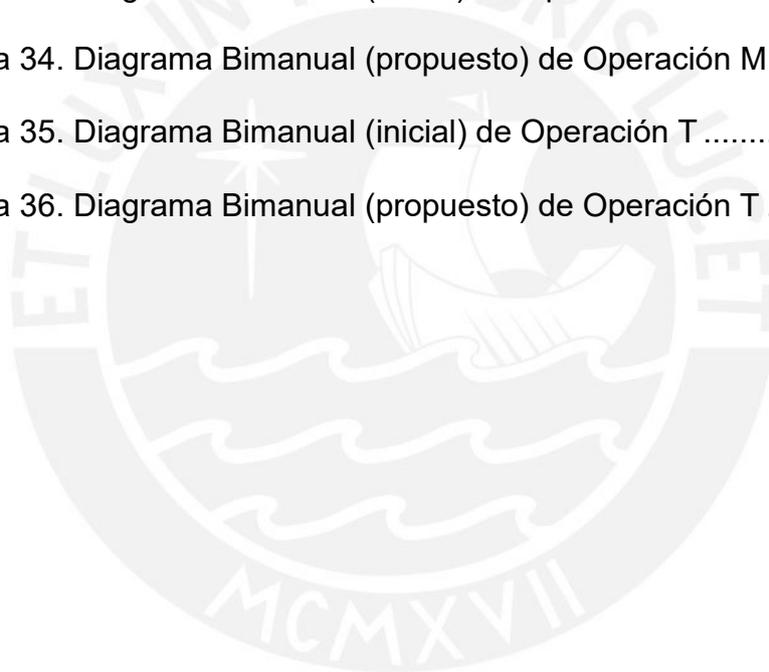
3.2.1	Misión.....	39
3.2.2	Visión.....	40
3.2.3	Recursos Humano	40
3.3	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	40
3.4	PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA EMPRESA.....	44
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA		45
4.1	MAPEO DE PROCESOS.....	45
4.2	PROCESO PRODUCTIVO	48
4.2.1	Diseño de prendas.....	49
4.2.2	Desarrollo de Prendas (DDP).....	49
4.2.3	Corte.....	49
4.2.4	Costura	49
4.2.5	Estampado.....	49
4.2.6	Bordado.....	50
4.2.7	Acabados	50
4.2.8	Almacén.....	50
4.3	DEFINICIÓN DE OBJETO DE ESTUDIO	53
4.3.1	Definición del Área en estudio	53
4.3.2	Definición del Producto en estudio.....	54
4.3.3	Mapa de Flujo de Valor Actual	57
4.4	GESTIÓN DE INDICADORES	59
4.4.1	Identificación de problemas.....	64
4.4.2	Priorización de problemas.....	65
4.4.3	Análisis de las causas de los problemas	66
4.4.4	Planteamiento de mejoras	68
CAPÍTULO 5. PROPUESTAS DE MEJORA		69
5.1	BALANCEO DE LINEAS DE PRODUCCIÓN.....	69
5.1.1	Takt Time.....	70
5.1.2	Tiempo Pitch.....	71

5.1.3	Balance de Líneas	71
5.2	SIMULACIÓN INICIAL DEL BALANCE	79
5.2.1	Resultados iniciales	79
5.3	IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5`S	80
5.4	ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	96
5.4.1	Estudio de movimientos	96
5.5	BALANCE DE LINEA MEJORADO	112
5.6	SIMULACIÓN DEL NUEVO BALANCE DE LINEA	113
5.8	RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	115
CAPÍTULO 6: EVALUACION ECONÓMICA.....		118
6.1	COSTO POR HORA DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO Y OBRERO	119
6.2	COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S	119
6.3	COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BALANCE DE LINEA – ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	122
6.4	AHORRO POR LA IMPLEMENTACION DE LAS 5`S	123
6.5	AHORRO POR LA IMPLEMENTACION DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS – BALANCE DE LINEAS.....	123
6.6	FLUJO DE CAJA DE LA IMPLEMENTACION.....	124
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		127

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Causa-Efecto	8
Figura 2. Diagrama de Pareto	9
Figura 3. Histograma	10
Figura 4. La Casa Toyota	20
Figura 5. Mapa de Flujo de Valor	22
Figura 6. Balanceo de operadores, estado actual y futuro	24
Figura 7. Las 5'S	25
Figura 8. Organigrama de La Empresa	43
Figura 9. Mapa de Procesos de La Empresa	46
Figura 10. Fases de una Orden de Producción (OP)	48
Figura 11. Proceso de confección	50
Figura 12. Flujograma de Producción de prendas	52
Figura 13. Mapa de Flujo de Valor Actual de La Empresa	58
Figura 14. Eficiencias de la Líneas de Costura	63
Figura 15. Principales defectos en las Líneas de Costura	64
Figura 16. Diagrama de Ishikawa del problema de la Empresa	67
Figura 17. Diagrama de flujo de producción de prenda (polo Box)	72
Figura 18. Tiempo estándar de una prenda	73
Figura 19. Cadencia por Operación	78
Figura 20. Proceso secuencial de clasificación	84
Figura 21. Tarjeta Roja	85
Figura 22. Agrupación según prioridades	88
Figura 23. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación V	98
Figura 24. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación V	99

Figura 25. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación O.....	100
Figura 26. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación O.....	101
Figura 27. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación X.....	102
Figura 28. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación X.....	103
Figura 29. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación K.....	104
Figura 30. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación K.....	105
Figura 31. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación H.....	106
Figura 32. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación H.....	107
Figura 33. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación M	108
Figura 34. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación M	109
Figura 35. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación T	110
Figura 36. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación T	111



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas de las 5`S	26
Tabla 2. Pilares de TPM	29
Tabla 3. Etapas del JIDOKA.....	31
Tabla 4. Productos principales de la empresa.....	44
Tabla 5. Macroprocesos de La Empresa	47
Tabla 6. Juicio de experto para el área interés.....	53
Tabla 7. Producción mensual de prendas por tipo de marca.....	55
Tabla 8. Producción mensual de prendas por tipo de prenda	56
Tabla 9. Proyección de demanda mensual por tipo de prenda.....	60
Tabla 10. Cumplimiento mensual (%) de producción vs comercial	61
Tabla 11. Lead Time (días) por proceso.....	62
Tabla 12. Jornada laboral de la Empresa	63
Tabla 13. Identificación de problemas de la Empresa	64
Tabla 14. Factores de priorización de problemas	65
Tabla 15. Priorización de problemas de la Empresa	66
Tabla 16. Los 5 Por Que´s.....	67
Tabla 17. Planteamiento de mejoras en la Empresa	68
Tabla 18. Cronograma de Implementación de Balance de Líneas y Estandarización de operaciones	69
Tabla 19. Secuencia de Operaciones de Polo Box	74
Tabla 20. Balance de Línea de Polo Box.....	77
Tabla 21. Utilización (%) máximos y mínimos	80
Tabla 22. Cronograma de Implementación de las 5`S	82
Tabla 23. Resumen de Tarjetas Rojas	86

Tabla 24. Resumen de Tarjeta Rojas	87
Tabla 25. Horario de limpieza	90
Tabla 26. Actividades en la limpieza de maquinaria	91
Tabla 27. Puestos de trabajo a mejorar	97
Tabla 28. Comparativo en operación: cerrar costados	99
Tabla 29. Comparativo en operación: recubrir hombro	101
Tabla 30. Comparativo en operación: formar pinzas	103
Tabla 31. Comparativo en operación: basta faldón delantero	105
Tabla 32. Comparativo en operación: basta faldón espalda	107
Tabla 33. Comparativo en operación: pegar bolsillo	109
Tabla 34. Comparativo en operación: pegar mangas	112
Tabla 35. Tiempo estándar y puestos optimizados	112
Tabla 36. Número de máquinas y operarios necesarios	113
Tabla 37. Nueva utilización (%) de recursos	114
Tabla 38. Resultados finales de la propuesta	115
Tabla 39. Comparativo de tiempos estándares antes y después de la Implementación	116
Tabla 40. Costo Hora – Hombre del personal obrero	119
Tabla 41. Costo Hora – Hombre del personal administrativo	119
Tabla 42. Costo de Implementación de la herramienta 5S - recurso humano	121
Tabla 43. Costo de Implementación de la herramienta 5S - Materiales	122
Tabla 44. Costo de Implementación de la herramienta Balance de línea - recurso humano	122

Tabla 45. Ahorro por la disminución de búsqueda de herramientas....	123
Tabla 46. Ahorro por la optimización de tiempo y recursos	124
Tabla 47. Flujo de caja de la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta	125



INTRODUCCIÓN

En esta época de fácil internacionalización y en la que las empresas pasan de la competencia a la competitividad, estas se orientan tenazmente a estandarizar y perfeccionar sus procesos de producción para maximizar la eficiencia y reducir costos. En este contexto, la manufactura esbelta se ha consolidado como una metodología eficaz para optimizar los sistemas de producción, eliminando desperdicios y generando valor agregado. En la presente investigación, se abordará la mejora del procedimiento de manufactura de prendas destinado a la vestimenta utilizando instrumentos de Lean Manufacturing.

La elaboración de prendas de vestir, en estos tiempos, enfrenta desafíos significativos en cuanto a la calidad del producto, el plazo para la entrega y los costos incurridos. El cumplimiento del plan de calidad, la optimización del tiempo para realizar de producción y la eliminación de todas las actividades innecesarias son aspectos clave para mantener la competitividad en este mercado. En este sentido, la buena usanza de los instrumentos del Lean Manufacturing ayuda a dar un enfoque sistemático y estructurado para analizar los procesos de producción de polos, identificar oportunidades de mejora y lograr una eficiencia operativa óptima.

En el primer capítulo se detalla de manera conceptual la Lean Manufacturing (manufactura esbelta), junto con unos principios fundamentales, componentes y categorías de ineficiencia. A continuación, se procede a describir en detalle los instrumentos de Lean Manufacturing que se usará para mejorar el ciclo de producción del presente caso de estudio. Asimismo, se hacen alusiones a una serie de herramientas de calidad, cuyo propósito radica en la evaluación minuciosa del estado actual de la organización.

En el segundo capítulo, se presentan tres casos en las que se aplicaron con éxito algunos instrumentos de Lean Manufacturing (manufactura esbelta) pues se puede apreciar que se lograron las metas planteadas en estas organizaciones, demostrando de esta manera la eficacia del uso de los instrumentos mencionados.

En el tercer capítulo, se muestra a la organización que es el caso de estudio de esta investigación de ella se muestra la política organizacional, la potencial clientela y las confecciones que la empresa ofrece, también se presenta el ciclo de producción para una prenda de vestir, en este caso un polo, finalmente en este acápite se presenta el procedimiento de fabricación planteados en un esquema cíclico tipo mapa, en ella se puede identificar los procedimientos que se necesitan optimizar.

En el cuarto capítulo, se procede a llevar a cabo la evaluación en la empresa que el caso de estudio, en la que se precisa al grupo que requieren mejoras y se elabora un detallado mapeo del flujo de valor aplicado a esta familia. A continuación, se detectan los desperdicios que afectan actualmente al proceso productivo. Por último, se recurre a las herramientas de calidad con el fin de discernir las causas primordiales de dichos desperdicios en el procedimiento de elaboración.

En el quinto capítulo, se hace la implementación del plan de mejora usando las herramientas LM, con ello se da solución a las desviaciones identificadas. Se hace la implementación en el siguiente orden, primero se inicia con las 5S, luego se usa TPM y finalmente se desarrolla el balanceo de líneas en el departamento de costura con el objetivo de optimizar este proceso.

En el sexto capítulo, se hace la valoración del impacto económico al usar el plan de mejora usando los parámetros económicos VAN y TIR.

Finalmente, en el capítulo final, se siguieren las conclusiones y los logros a los que se llegan al usar los instrumentos de Lean Manufacturing (manufactura esbelta)



CAPÍTULO 1. MARCO TEORICO

En este acápite se muestra los instrumentos de Lean Manufacturing (manufactura esbelta) de estas se seleccionará para ser usadas e implementadas en la presente investigación.

1.1 PROCESOS

De acuerdo a Pardo (2012): Para llegar a cumplir con los objetivos de entregar bienes y servicios las organizaciones emplean procesos, estos procesos se suelen llamar procesos productivos si las organizaciones entregan un bien o un producto y se las empresas entregan servicios se suele llamar procesos de prestación de servicios, en los dos casos estos procesos son métodos de trabajo. (p. 14).

Galloway (1994) define que el procedimiento de trabajo permite realizar las tareas y actividades vinculadas de manera secuencial para que el resultado sea un bien tangible o intangible este proceso tiene inicio, desarrollo y final (p. 23). En ese sentido se entiende que en el procedimiento se generan salidas y en cada etapa se agrega valor para llegar al producto final.

1.1.1 Tipo de procesos

De acuerdo a Pardo (2012), las clasificaciones de los procesos son variadas. Es decir, se pueden tener una variedad de procedimientos en las organizaciones, dependiendo del producto y al tipo de necesidad que atienda cada organización.

En cuanto a la clasificación según su naturaleza, se puede dividir los procesos tomando en cuenta la estrategia, la dirección, la meta global; los servicios y productos que se ofrece y la operación del proceso, en ese sentido se pueden nombrar tres procesos y estas son:

- Procesos estratégicos.
- Procesos operativos.
- Procesos auxiliares y de soporte. (Pardo, 2012, p. 40).

Según la clasificación por tamaño de los procesos, se separan en una progresiva escalada de detalles, desde lo general hasta lo específico. Los procesos se agrupan en los siguientes niveles:

- Nivel 1: Aquí se muestra una representación global y genérica la totalidad de procedimientos con las que cuenta la organización.
- Nivel 2: Este nivel se descomponen los procesos mostrados en el nivel anterior en procesos más detallados.
- Nivel 3: En este nivel se profundiza aún más en los procesos del nivel 2, pues los subprocessos siguen siendo generales y requieren una descomposición adicional.

Según Pardo (2012) para la clasificación de procesos basadas en su desempeño, hay dos categorías que se describe a continuación:

Primero, los Procesos funcionales, Estos son los que se ejecutan en una sola área o departamento desde el inicio hasta el final. Segundo, los procesos interfuncionales, estos no son desarrollados en una misma área o departamento, se entiende que este proceso se desarrolla en más de un departamento. (pp. 42-43)

1.1.2 Indicadores de procesos

Los indicadores de procesos son herramientas valiosas a fin de controlar y evaluar el desempeño de los procesos de una organización. Entre los indicadores más comúnmente utilizados se encuentran:

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), existen dos indicadores de procesos relevantes que son la Productividad y la Efectividad.

Frecuentemente se comprende que una división de lo que se produce y lo que se requiere para producir (insumos) es llamado productividad, esta relación puede expresarse en unidades de productos fabricados, número de clientes atendidos, número de servicios ofrecidos etc. Y los recursos usados se pueden medir en número de empleados, tiempo para la elaboración del producto (minutos, horas, días), horas máquina, etc. (p. 7)

Luego de presentar el concepto de productividad que es una relación entre producto y recursos, que pasaría si usamos mejor los recursos y optimizamos el uso de estos, para entender mejor ello se puede introducir la noción de eficiencia y eficacia para ello se puede citar a los siguientes autores, Gutiérrez y De la Vara (2009) que indica que la eficiencia es la división entre producto obtenido y los recursos pero optimizados es decir se produce lo mismo con menos insumos, menos mano de obra, menos equipos etc. (p. 7)

En cuanto a la Efectividad, se puede mencionar que es el cociente del objetivo alcanzado entre el objetivo establecido. Es importante destacar que una organización logra establecer sus objetivos y alcanzarlos entonces ahí es efectiva, pero no se toma en cuenta los desperdicios en el proceso. Los objetivos deben ser relevantes y alcanzables para ser adecuadamente evaluados en términos de efectividad.

1.1.3 Herramienta para el análisis de procesos

Existen diferentes herramientas que son útiles para el análisis de procesos, entre ellas mencionaremos algunas:

a) Diagrama de Causa-Efecto

Es un esquema usado para identificar el origen de los problemas, este esquema tiene la forma de las espinas de pescado en la línea principal se ubica el problema y las ramificaciones son las posibles causas (Bonilla et al., 2010, como se cita en Román Torres, 2022, p. 8)

Se pueden identificar que las causas de esenciales que tienen las organizaciones cuando ejecutan el proceso y la operación se pueden dividir en 6 grupos y estos son:

- Entorno
- Control
- Equipos
- Recurso humano
- Insumos
- Procedimiento de trabajo

La elaboración del esquema implica la realización de una reunión en la que se aplica preguntas sobre las posibles causas de los problemas, estas ideas se registran con el fin de identificar los posibles problemas y de estos identificar el problema primordial o esencial en un proceso o en una empresa. A continuación, se buscan los motivos que generan dicho problema.

Con ello se logra detectar los motivos que originan los problemas (causa-raíz), es común utilizar el instrumento los cinco por qué. Ello permite llegar sucesivamente al motivo que origina el problema identificado, este esquema se muestra en la siguiente figura.

Figura N°1 esquema de causa-efecto.

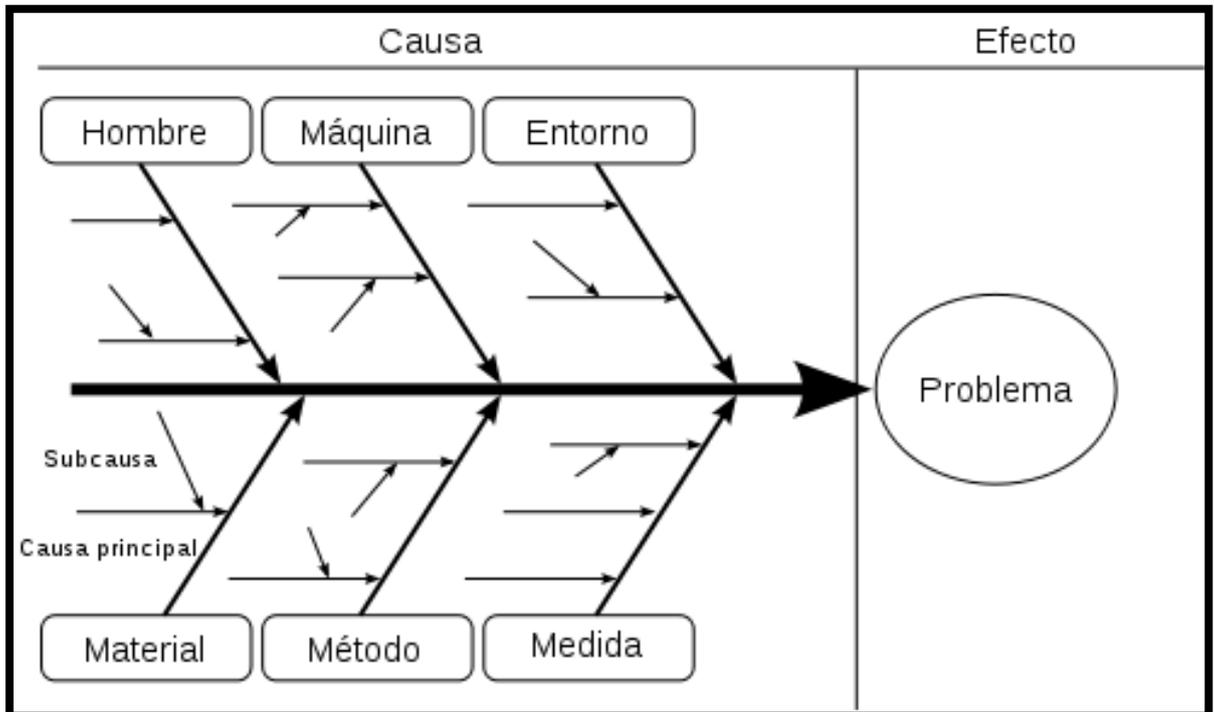


Figura 1. Esquema de Causa-Efecto

b) Diagrama de Pareto

En Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega (2010), se destaca que el Diagrama de Pareto es una herramienta eficaz para evaluar la importancia y el impacto de diferentes factores en un aspecto específico. De esta manera, permite clasificar y priorizar las desviaciones que dependen de la forma que repercute en las organizaciones. La aplicación del Diagrama de Pareto permite dirigir los esfuerzos hacia aquellas las tareas críticas y evaluar el resultado de las mejoras implementadas.

Es notable destacar que el enfoque principal del Diagrama de Pareto significa que el 80% de las desviaciones podrían ser resueltas eliminando el 20% de las causas subyacentes.

La implementación del Diagrama de Pareto requiere los siguientes pasos:

- Mapear los orígenes de las desviaciones.
- Valorar cada problema y vincular con su causa.
- Ordenar las causas identificadas de mayor a menor frecuencia
- Sumar las desviaciones.
- Valorar el % de cada causa respecto del total
- Crear una tabla con entradas en X e Y, las causas se ubican en X y la cantidad de problemas en Y, mostrando tanto las frecuencias porcentuales absolutas y acumuladas.
- Unir con una línea las frecuencia acumulativa.
- Resaltar el 20% de las causas que generan el 80% de los problemas o desviaciones acumulados.

Figura N° 2, Estructura del Diagrama de Pareto.

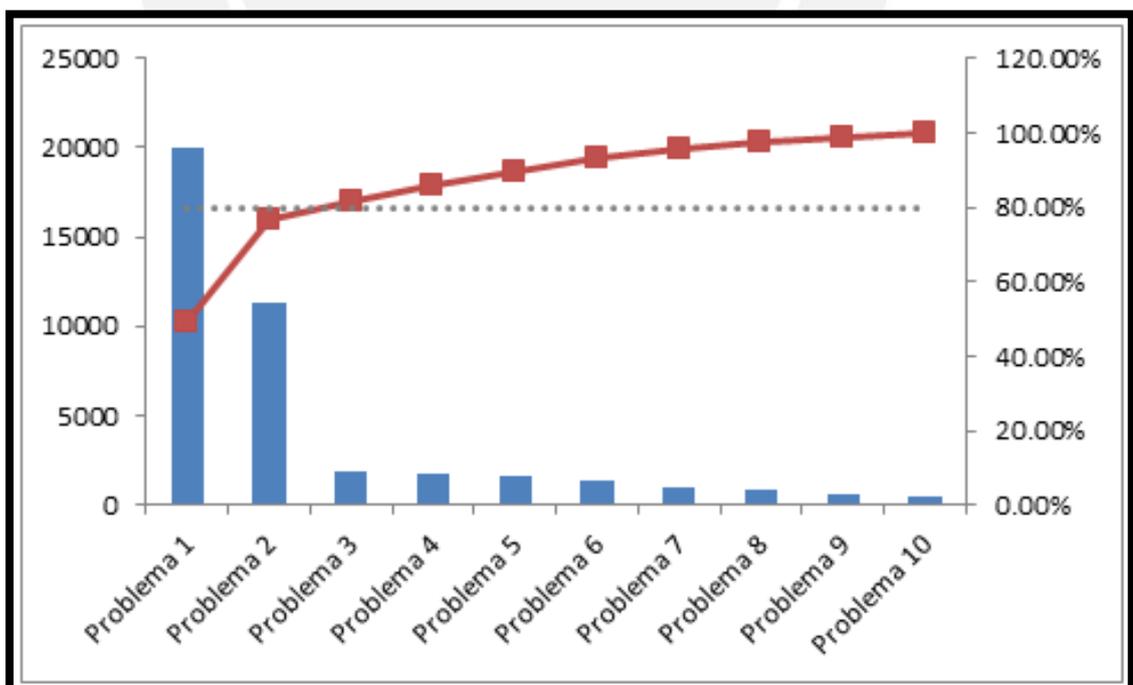


Figura 2. Diagrama de Pareto

Elaboración propia

c) Histograma

De acuerdo con Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega (2010), se entiende por histograma a la materialización en gráfica de barras de un conjunto de datos, variables continuas, etc. Este histograma ayuda a ver con mayor claridad estos datos con el fin de realizar un análisis estadístico para observar la tendencia, forma y dispersión de la variable en estudio.

Este tipo de herramienta resulta de gran utilidad para:

- Evaluar si se cumple con el estándar de calidad.
- Conocer la desviación respecto del estándar de calidad, cuando se desarrolla un proceso.

Figura 3, Representación de un Histograma.

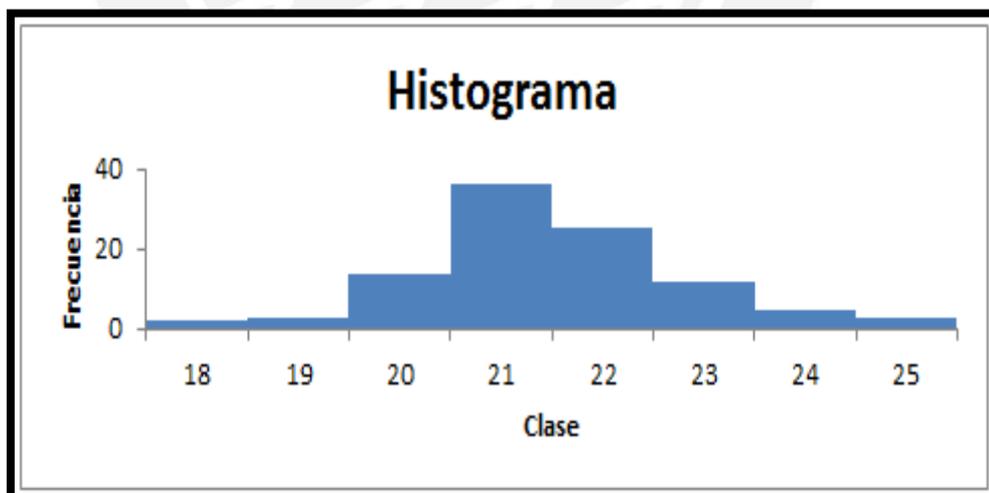


Figura 3. Histograma

Elaboración propia

1.1.4 Mejora de Procesos

De acuerdo con Bonilla, Díaz, Kleeberg & Noriega (2010), el ciclo de mejora en los procesos consiste en desarrollar métodos organizados para optimizar el ciclo, ello conduce a un aumento en resultado del producto, la productividad y el confort en el cliente final.

La base fundamental de esta filosofía es la interiorización en la organización de un fuerte compromiso con el correcto comportamiento y buena ética, direccionando esto en un enfoque en el cliente, esto se debe dar con un director que conozca profundamente a su personal

Los procesos de mejora pueden ser:

- **Kaizen**, que implica optimizaciones continuas y progresivas
- **Innovación**, que es lograr una mejora con un cambio radical con el uso de nuevas fuentes tecnológicas.

a) **Kaizen:**

Según Bonilla, Díaz, Kleeberg, y Noriega (2010), Kaizen tiene varias definiciones. En esencia, Kaizen significa "cambiar algo para buscar la mejora", su origen esta en los vocablos japoneses "KAI" para cambio y "ZEN" para bueno. Además, Kaizen es una actitud positiva hacia la mejora por parte de las personas, con el objetivo de impulsar el éxito de la organización. También se considera como la fuente que impulsa a las organizaciones a buscar erudición acerca del crecimiento constante de la organización mejorando los procesos y las destrezas en la producción.

Según Hernández & Vizán (2013), la mejora continua nace con la contribución de Deming y Juran en cuanto a calidad y observación estadística de los procesos, y más adelante ha sido potenciada por la importancia que Ishikawa, Imai y Ohno han dado

a la participación del equipo de trabajo para resolver problemas y mejorar la responsabilidad individual.

Además, el valor de la mejora continua se enfoca en que "todo se puede mejorar", y ello se hace realizando algunas mejoras involucrando a todos los colaboradores, lo que a su vez garantiza la calidad, reduce los costos y entrega a los clientes lo acordado en el momento establecido.

En el proceso de mejora continua, si surge una desviación, la producción se detiene con el fin de ver las causas y aplicar medidas correctivas, esta aplicación conduce a una mayor eficiencia del proceso. En conclusión, el uso de la mejora continua es esencial para aprovechar mejor la implementación de algún instrumento de producción eficiente y mantenerlos a largo plazo.

1.1.5 Distribución de Planta

Según De la Fuente y Fernández (2005) que hablan de la distribución en planta, se entiende que es la representación de procedimiento constructivo en el área destinada a la producción(zona de trabajo) calculando para este fin el área y ubicando en ella cada departamento, usando distintas formas y figuras. (p. 8).

La finalidad de hacer este ordenamiento en planta, según Muther (1970), es establecer una organización óptima, económica y eficiente, además de ello se tiene un área en condición estándar para los trabajadores y se mantiene el confort de los colaboradores.

Lo más importante que la distribución en planta debe incluir, según Muther (1970), son:

- Integrar la totalidad de factores vinculados a la distribución.

- Trasladar el material por distancias optimas.
- Condición estándar y confort de los trabajadores.
- Facilidad para plantear el reajuste de la ubicación.

Algunos de los problemas más importantes en la distribución en planta pueden surgir debido a implementación de otra planta, crecimiento o traslado, reordenamiento o ajustes menores.

Para Muther (1970) existen tres formas de realizar la distribución en planta:

Primero, distribución por posición fija, acá se considera que el material no se mueve. Segundo, distribución por función o proceso, acá están organizadas y agrupados por operación y tipo de proceso. Tercero, producción secuencial, esta puede ser en línea o por cada producto. Acá los productos son elaborados en una zona, sin embargo, a diferencia de la distribución fija el insumo se mueve durante el proceso. (p. 25)

1.2 MANUFACTURA ESBELTA

De acuerdo con Hernández & Vizán (2013), la fabricación esbelta es un enfoque de producción que se enfoca en el desarrollo y perfeccionamiento de sistemas de fabricación con un enfoque en las personas.

Esta filosofía se basa en distinguir y excluir cualquier tipo de desperdicio, definiendo desperdicio como cualquier proceso o actividad que requiere una cantidad excesiva de recursos en comparación con lo que es estrictamente necesario

1.3 HISTORIA DE LA MANUFACTURA ESBELTA

según Hernández y Vizán (2013), los orígenes de la optimización de la producción se remontan a principios del siglo XX. Por ejemplo, Taylor organizó los primeros principios para realizar una producción usando para ello el método científico; mientras que Ford implementó las primeras cadenas de producción en serie para la fabricación de automóviles, con un fuerte enfoque en la creación de estándares, de los productos, la automatización de trabajos básicos y la especialización del trabajo.

En Japón, la evolución de estas técnicas dio lugar al pensamiento Lean. La invención de un equipo para ayudar al operario a tener el control de varias máquinas por parte de Sakichi Toyoda en 1902, mejoró significativamente los indicadores de productividad, generando una preocupación constante por parte de las organizaciones por mejorar sus métodos de trabajo.

Posterior a la guerra desarrollada entre 1939 y 1945 en la que Japón resultó muy perjudicado, trabajó arduamente para mejorar y llevar a la competitividad a las empresas japonesas, obviamente reduciendo las pérdidas y optimizando el proceso de producción, para ello empresas como Toyota empezaron a estudiar los métodos para la producción de Ford; los principios para la calidad de Deming, Juran y Ishikawa.

En 1949, al encontrarse con una baja en las ventas, Toyota decidió visitar las empresas automotrices estadounidenses, pero rápidamente descubrió que el sistema rígido de producción en masa de Estados Unidos no era aplicable en Japón, donde la demanda futura incluía vehículos económicos, con variabilidad y pequeños. Por lo tanto, Taiicho Ohno, considerado el padre de la manufactura esbelta, fundamentó el Justo a Tiempo (JIT) o Toyota Production System (TPS), que significa producir el bien o el tener los insumos en el momento indicado es decir justo a tiempo. Posteriormente

las contribuciones de Ohno fueron integradas con S. Shingo, en ese entonces ingeniero industrial de Toyota, quien cambió las operaciones de producción, a operaciones secuenciales ininterrumpidas dando de esta manera al cliente exactamente lo que necesitaba, en el momento indicado.

1.3.1 Objetivos y principios de la Manufactura Esbelta

De acuerdo con Womack & Jones (2005), la meta central de la fabricación esbelta es crear un pensamiento de mejora fundamentada en la comunicación y el trabajo colaborativo, con el objetivo de minimizar los procesos, acelerar el estado actual y aumentar el tiempo de las tareas que agregan valor, así como también lograr procesos más eficientes y de bajo costo para el mercado.

Entre los resultados esperados se incluyen:

- Un aumento del 100% en la productividad laboral
- Una reducción del 90% en los inventarios
- Una reducción del 50% en las fallas
- Una reducción del 50% en los accidentes laborales
- Una reducción del 50% en la presentación del producto
- Un aumento de la variabilidad, con costos reducidos.

De acuerdo a Villaseñor (2007), existen cinco principios que desarrollaron Womack & Jones que ayudan a implementar la manufactura esbelta y estos son:

1. Identificar qué da más valor al cliente.
2. Establecer la cadena de valor para eliminar perdidas.
3. Establecer un flujo continuo de tareas que sí agreguen valor y mitiguen las que no agregan.

4. Establecer el plan de producción enfocándose en el requerimiento de la siguiente fase.
5. Buscar la exquisitez y la excelencia.

En el mismo sentido, es decir para implementar la manufactura esbelta Villaseñor menciona tres etapas más y, estas son:

- Comprensión de la demanda: Se entiende por completo la demanda del cliente (cantidad, calidad, tiempo de espera, costo, etc).
- Flujo continuo: Se brinda al cliente lo requerido, a través de un proceso de producción sin interrupciones.
- Nivelación: La producción se distribuye uniformemente en cuanto a volumen y variedad, lo que reduce los inventarios y permite producir en pequeñas cantidades.

1.3.2 Desperdicios según Manufactura Esbelta

Según los estudios de Hernández & Vizán en 2013, el desperdicio para la producción es producir más de lo necesario, que en la fase de producción haya espera de material o pre producto, traslado innecesario, hacer más de lo debido, tener productos en almacén, y desviación respecto al estándar.

Los autores Womack & Jones en 2005, definen el desperdicio como cualquier labor que no da valor al producto final y que implica un gasto que el cliente no debería pagar. Estas tareas que no agregan valor se conocen como "muda". Aunque no es posible eliminar todos los desperdicios completamente, siempre se pueden implementar mejoras en la situación actual.

Taiichi Ohno en 1991, en el sistema productivo de Toyota logra identificar las primeras 7 variedades de desperdicio, y más tarde Jones & Womack en 2005, agregaron un octavo tipo de desperdicio a esta filosofía.

a) Sobreproducción

Se trata de la fabricación de artículos sin tener previamente una orden de producción, es decir, no se tiene cliente a quien entregar el producto. Esto conduce a un aumento en el almacenamiento y el inventario, y por lo tanto en los costos de mantenimiento. Los motivos principales que generan esto, es que hay incluyen incongruencias en las proyecciones de ventas, una planificación inadecuada y usar la capacidad máxima que tiene la empresa.

b) Espera

Se refiere a los períodos inactivos entre tareas u operaciones. Estos tiempos contribuyen para la disminución en los índices de productividad. Podríamos citar como ejemplo las esperas antes del funcionamiento de los equipos, esperas por el requerimiento de herramientas o piezas necesarias para dar continuidad al proceso, tiempos perdidos por tareas de reparación o mantenimiento, entre otros.

c) Transporte innecesario

Se refiere a los movimientos no requeridos de insumos, es decir traslados de materiales de un lugar a otro sin que sea necesario o transportar el material de una estación a otra sin que se agregue valor. Es importante tener en cuenta que los traslados no necesarios pueden causar accidente laboral, daño al producto y/o piezas, con la consecuencia de costos adicionales.

d) Sobre procesamiento

Se refiere a la realización de más acciones de las que se requieren. Esto pasa cuando no se comprenden las necesidades del usuario final, se llevan a cabo actividades o tareas innecesarias en la producción, lo que resulta en un aumento de costos, que nadie está dispuesto a aceptar.

e) Inventarios

Los inventarios se refieren a la acumulación de cuantiosas cantidades de materias primas, pre-productos en procesamiento y producto finalizado. La existencia excesiva recursos en almacén puede resultar en retrasos en las entregas, obsolescencia de productos y daños en los mismos, lo que a su vez genera costos adicionales relacionados con el almacenamiento, el mantenimiento y el transporte.

f) Movimiento innecesario

Se refiere a los movimientos excesivos realizados por un trabajador para llevar a cabo su tarea. Estos desplazamientos no son necesarios e incluyen acciones tratar de encontrar piezas, recolectar piezas que no están en su lugar, elegir piezas, etc.

g) Productos defectuosos

Son las acciones para dar solución al defecto, debido a problemas de calidad en el producto. Estos requieren un mayor esfuerzo, tiempo y recursos adicionales a los planificados originalmente

h) Talento mal empleado

Se pierde valiosos recursos humanos al tratar al trabajador solo como una herramienta para llevar a cabo órdenes previstas. Esta situación no solo se debe a la carencia de formación y estimulación del colaborador, sino también a la negación o desconsideración de las propuestas y sugerencias de los trabajadores, lo que resulta

en el desperdicio de sus habilidades y en la imposibilidad de mejorar y innovar los procesos. En lugar de crear conflictos entre la alta gerencia, la dirección intermedia y los trabajadores, es importante mejorar la sinergia en beneficio común de la empresa

1.4 HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

La Manufactura Esbelta se caracteriza por utilizar herramientas cuyo objetivo es mejorar de forma continuada los procesos productivos, reduciendo los desperdicios y generando valor, todo ello cumpliendo las normas laborales y las necesidades del cliente.

Según Hernández & Vizán (2013), Lean es una filosofía enfocada en la reducir o anular los desperdicios por medio de la aplicación de instrumentos y técnicas de Manufactura Esbelta, las cuales representan el camino a seguir para que la organización llegue a la competitividad y alcance una perfección en el ámbito que opera. La implementación de Lean necesita un cambio cultural en todos los niveles de la organización, y el compromiso de los directores de la empresa.

La filosofía Lean y herramientas para su aplicación se representan en un gráfico conocido como la "Casa del Sistema de Producción Toyota". La imagen de una casa simboliza que si las columnas son fuertes la casa se mantiene en pie más por el contrario si las columnas son débiles la casa se verá afectado y sufrirá un colapso.

Esta "Casa" se visualiza en una representación gráfica que permite comprender de manera clara su filosofía y sus técnicas de aplicación. **(Figura N°4)**



Figura 4. La Casa Toyota

Fuente: Hernández & Vizán (2013)

1.4.1 Mapa de Flujo de Valor (VSM)

Según Hernández & Vizán (2013), el mapeo del flujo de valor (VSM) es una esquematización de la cadena de valor que ilustra la data de los flujos de materiales y la data desde el suministrador hasta el usuario final. El fin principal del VSM es presentar de modo comprensible la totalidad de tareas relacionado con la producción de esta forma se identifica la cadena valor, con ellos se identifican que tareas no apoyan en la generación de valor. La finalidad de esta eliminación es aumentar la eficiencia. Por ende se dice que la (VSM) es efectiva para evaluar y controlar los procesos y debe ser planteado en cada grupo de producto.

Según Rajadell & García (2010), el VSM es mostrar en el negocio el flujo de recursos, y la información desde el dotador de recursos hasta el usuario final (p. 34)

Según Rother y Shook (1998), aplicar VSM en manufactura incluye los siguientes aspectos.

- La capacidad de observar de forma simple el actual proceso que incluye la información numérica
- Destacar la interacción que existe flujos de información e insumos del proceso.
- Proporcionar de manera clara para su comprensión la visión del proceso.
- Permitir identificar las actividades que agregan o no valor al proceso, para plantear mejoras
- Facilitar el inicio de un plan de mejora debido a su gran entendimiento del proceso.

Un ejemplo de VSM se muestra en la **Figura N°5**.

1.4.2 Balance de Líneas

De acuerdo con Rother y Shook (1999), la finalidad de poner en marcha la filosofía de producción esbelta es lograr un procedimiento eficiente que pueda producir lo que se requiere en el momento adecuado. Se espera vincular la totalidad de procesos de la organización, visualizando las urgencias del cliente, la obtención de materias primas y ejecución de productos para mejorar la entrega, reducir costos y aumentar el estándar del producto final

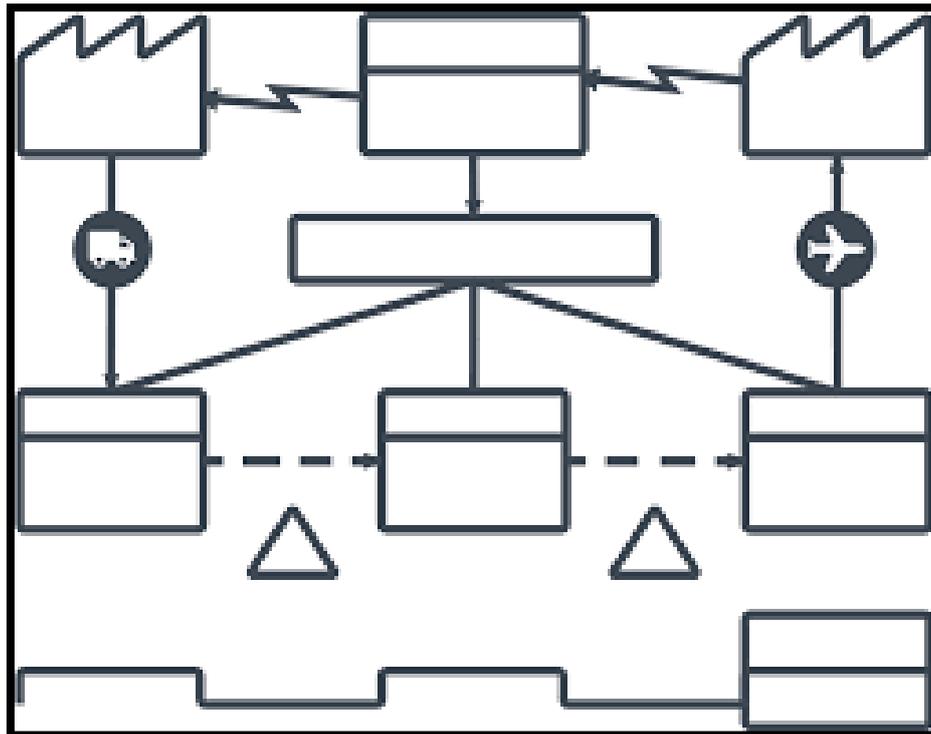


Figura 5. Mapa de Flujo de Valor

Fuente: (Hernández & Vizán, 2013)

Una de las técnicas que contribuye a alcanzar un flujo eficiente es el equilibrio de la línea basado en el tiempo takt. La finalidad del equilibrio es determinar un tiempo promedio de para lograr la producción en cada zona de trabajo, con base en la ubicación de la planta. Esto permite uniformar el tiempo para lograr la entrega entre cada puesto o estación.

El objetivo es minimizar los inventarios en proceso y vincular los procesos a través de un flujo excelente para reducir los desperdicios de la manera más efectiva.

Seguidamente, se profundizará en las ideas claves discutidas en este acápite.

- a) Tiempo takt: Se basa en la cantidad requerida por el usuario para determinar la producción óptima. Se sincroniza el tiempo de la organización con lo requerido por el mercado. Se obtiene al dividir el tiempo de producción disponible por la cantidad demandada para lograr un ritmo de

producción adecuado que satisfaga la demanda sin causar un exceso de inventario.

$$T.takt = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}}$$

b) Tiempo pitch: llamado también control de lotes es el tiempo intermedio si se controla una producción en lotes y una sola pieza. Con es enfoque podemos agrupar un conjunto de específico de productos para lograr un tiempo de producción para el conjunto, con esto se logra tener un mejor control de las unidades producidas, lo que brinda un mayor control y medición de las unidades producidas. A menudo, el tiempo para producir una sola unidad es demasiado corto para ser controlado y medido con eficacia, por lo que agrupar productos en lotes aumenta la eficacia de control y medición del movimiento de productos a través de las estaciones de producción.

c) Operator Balance Chart (OBC):

La herramienta (OBC) se utiliza cuando se requiere visualizar la el momento real (el ahora) de manera gráfica (Galindo y Villaseñor , 2007). Para calcular el número óptimo de colaboradores en un proceso, se toma el tiempo total que dura unciclo por el tiempo takt. Luego, se trata de hacer lo mismo en tiempos menores al tiempo takt con la misma cantidad de colaboradores calculado anteriormente.

Se aplican diversas técnicas de manufactura esbelta mostradas líneas arriba para cumplir este objetivo.

En la **Figura N°6**, se puede observar la comparación entre el balance de operadores antes y después de la optimización.

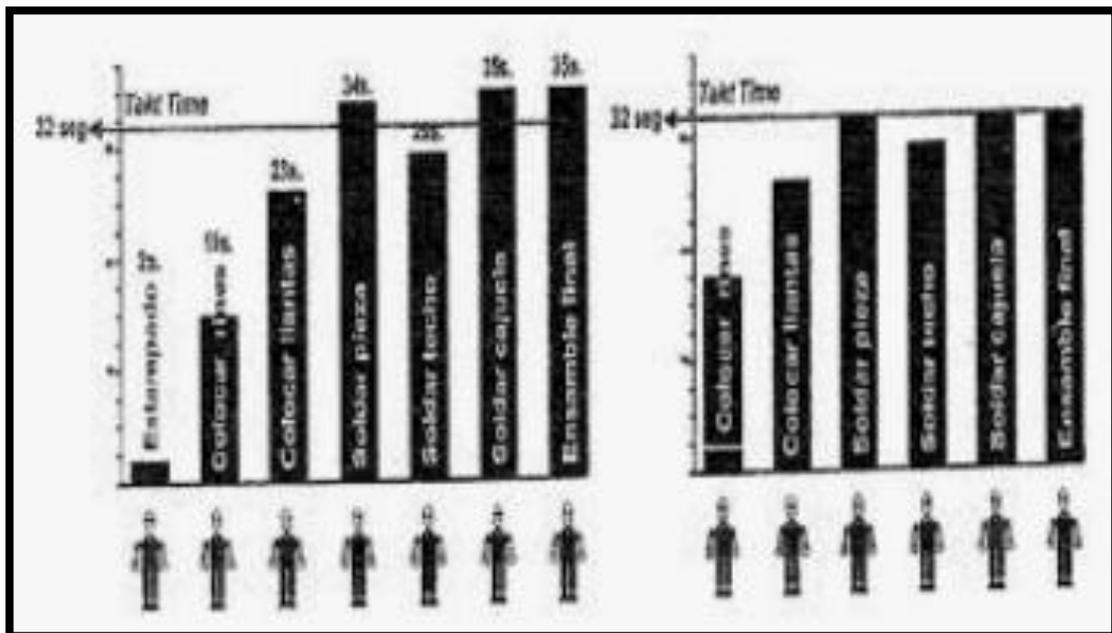


Figura 6. Balanceo de operadores, estado actual y futuro

Fuente: Villaseñor y Galindo (2007)

1.4.3 Las 5S

De acuerdo a Hernández & Vizán en el año 2013, la herramienta 5S se basa en el principio de tener todo en orden y mantener la limpieza en la zona de trabajo. La denominación "5S" proviene de las siglas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke que son palabra en japones (consulte la **Figura N°7**).

La herramienta 5S es una técnica sencilla y ampliamente utilizada para aumentar la eficiencia con un efecto significativo en un pequeño período de tiempo, y a menudo

es la primera herramienta implementada en la implementación de un enfoque de producción ágil.



Figura 7. Las 5'S
Elaboración propia

Según Cobeñas (2018), la aplicación de las 5S alberga como meta aumentar el crecimiento de la cultura de la mejora continua entre el personal. Además, busca incentivar el trabajo en equipo y que el personal se mantenga comprometido con los objetivos de la organización. Asimismo, la puesta en marcha de las 5S aspira fomentar el liderazgo en cargos de alta y media gerencia, y brindar una base sólida para la mejorar el estándar de la calidad en la empresa.

En la siguiente **Tabla N° 1**, se muestra los pasos para aplicar esta metodología.

Tabla 1. Etapas de las 5`S

5 S	DESCRIPCION
Seleccionar	En esta fase se lleva a cabo la clasificación y eliminación de todos los elementos que resultan innecesarios o inútiles en el espacio de trabajo con el objetivo de optimizar la realización de tareas. Con frecuencia, se utiliza la técnica de las tarjetas rojas para identificar los elementos que podrían ser descartados y determinar si deben ser eliminados o no.
Ordenar	En esta fase se busca ordenar los elementos (materiales, herramientas) clasificados como necesarios, para que estén fácilmente accesibles y se les identifique claramente su ubicación. Esto tiene como objetivo facilitar la localización y el retorno a su posición original.
Limpiar	En esta fase se lleva a cabo la limpieza e inspección del ambiente laboral con el objetivo de identificar cualquier defecto y eliminarlo. El objetivo es crear un espacio de trabajo óptimo para un rendimiento eficiente. Para su implementación, es necesario realizar una campaña o jornada de limpieza, planificar y controlar el mantenimiento de la limpieza, y preparar un manual de limpieza.
Estandarizar	En esta etapa se busca consolidar los objetivos alcanzados a través de la aplicación de las tres primeras "S", ya que la sistematización garantizará los resultados de manera sostenible. Es esencial implementar controles visuales que permitan guiar sobre cómo deben llevarse a cabo las tareas. De esta manera, las actividades se normalizan, siguiendo un método establecido (estándar) para su realización
Disciplina	Esta fase tiene como objetivo convertir las cuatro primeras "S" en una práctica habitual y se considera como el punto de partida para la mejora continua. Su éxito depende del desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer que las 5S sean duraderas en el tiempo. Para ello, es necesario establecer procedimientos de trabajo estandarizados, asegurar que se comprendan y apliquen estos estándares, aprender a través de la práctica y promover el

	ejemplo. Por lo tanto, aunque esta última etapa es esencial, también es la más difícil de lograr e implementar debido a la resistencia al cambio que puede haber por parte del personal.
--	--

Fuente: Shingo (1993)

Elaboración Propia

1.4.4 Mantenimiento productivo total (TPM)

De acuerdo con Vizán & Hernández (2013), el (TPM) comprende una serie de recursos dirigidos a erradicar los fallos por medio de la colaboración y motivación de la totalidad de miembros de la organización, partiendo de los gerentes llegando a los asistentes de los operarios. En otras palabras, el TPM se basa en la concepción fundamental de que la preservación y mejora de los activos para la producción es una responsabilidad compartida de todos.

De acuerdo con Rey (2003), el Mantenimiento Productivo total (TPM) tiene como finalidad implementar un sistema integral que maximice la eficiencia del proceso productivo. Su objetivo primordial es alcanzar un estado en el que no haya accidentes, fallos o defectos en ninguna parte del sistema productivo. Es importante destacar que, al lograr la eliminación de fallos y defectos, se mejoran las ratios de producción, se reducen los costes y se minimiza el inventario, lo que resulta en un aumento en la productividad y eficacia del personal.

Los rasgos más importante de este sistema japonés son:

- Plan de mantenimiento durante la vida útil del equipo.
- Todos los colaboradores de la empresa tienen que estar involucrados.
- Planteamiento global de las estrategias.
- Esta dirigido a mejorar de manera global las estrategias.

- Involucra a los operarios en el cuidado y mantenimiento de los equipos que usan.
- Buen procedimiento para realizar el mantenimiento basado en la el juicio de los expertos, como le es el operario.

De acuerdo con la clasificación establecida por Borris (2006), el TPM se concentra en la supresión de seis tipos de pérdidas, que incluyen la pérdida en puesta en marcha, velocidad del proceso, fallos en el equipo, el tiempo de acondicionamiento, la parada por producto defectuoso y las nimias paradas.

Según Nakajima (1991), la instauración del TPM se lleva a cabo mediante una metodología compuesta por doce pasos. Sin embargo, antes de iniciar la aplicación de esta metodología, es fundamental una etapa de preparación que incluye ciertas actividades cruciales.

Es necesario transmitir a toda la organización el compromiso de la gerencia superior en relación a la implementación del TPM.

- Llevar a cabo una iniciativa de entrenamiento introductorio en torno al TPM.
- Establecer una estructura organizacional dedicada a la promoción del TPM
- Establecer directrices y metas amplias para el TPM.
- Elaboración de un plan integral para la introducción del TPM.
- Llevar a cabo la iniciación oficial del TPM para todo el personal.
- Supresión de las 6 magnas pérdidas para optimizar la efectividad en el marco del TPM
- Implementar un sistema de mantenimiento independiente

- Disponer un plan de mantenimiento que incluya fechas claras, para mejorar las capacidades de conservación, previsión, prevención, rectificación y mejoramiento tecnológico.
- Guiar y formar al equipo con el fin de elevar la eficiencia en las operaciones y las capacidades en mantenimiento
- disponer un sistema de gestión para la gestión de los equipos.
- Implementar plenamente el TPM y brindar apoyo para alcanzar las metas establecidas.

Según Susuki (1995), existen ocho columnas fundamentales en el TPM, estas se muestran en la **Tabla N° 2**.

Tabla 2. Pilares de TPM

PILARES	EXPLICACIÓN
PRIMER PILAR: Mejoras - Kaizen	Las mejoras se centran en aumentar la eficiencia general de los equipos, procesos y plantas a través de la eliminación continua de pérdidas mediante una metodología específica y equipos multidisciplinarios organizados de manera adecuada.
SEGUNDO PILAR Mantenimiento Autónomo - Jishu Hozen	En este aspecto se considera una serie de tareas que deben ser llevadas a cabo a diario por todos los trabajadores, tales como inspección, lubricación, limpieza, reparaciones pequeñas, cambios de herramientas y piezas. Se investigan posibles mejoras a través del análisis y solución de problemas con acciones encaminadas a preservar y mejorar la eficiencia de los equipos de trabajo.
TERCER PILAR Mantenimiento Planificado - Keikaku Hozen	Este pilar se enfoca en mantener el equipo y proceso en las mejores condiciones para lograr un rendimiento óptimo.

	Se busca alcanzar cero fallas, lo que lo convierte en un aspecto esencial en la consecución de objetivos en la organización.
CUARTO PILAR: Capacitación y Entrenamiento	Este pilar se enfoca en mantener el equipo y proceso en las mejores condiciones para lograr un rendimiento óptimo. Se busca alcanzar cero fallas, lo que lo convierte en un aspecto esencial en la consecución de objetivos en la organización.
QUINTO PILAR Gestión Temprana	En este pilar se busca optimizar los equipos de producción a través de la incorporación de nuevas tecnologías y mejoras en su diseño. El objetivo es mantener una evolución constante en la capacidad y fiabilidad de los equipos, con un enfoque en la eliminación de errores y una mayor flexibilidad en su funcionamiento
SEXTO PILAR Mantenimiento de la Calidad- Hinshitsu Hozen	En este pilar se enfocan en la prevención de errores y fallos en los equipos y procesos. Se llevan a cabo medidas preventivas para lograr una producción sin defectos y sin interrupciones, y se revisan y evalúan las condiciones para alcanzar un rendimiento sin fallos.

Fuente: Susuki (1995)

Elaboración Propia

1.4.5 Jidoka

De acuerdo con Quezada & Salamea (2016), dentro del pensamiento de producción eficiente se tiene el concepto de Jidoka, el cual se define como "la capacidad de detener un equipo o proceso en caso de detectarse una situación anómala o defectuosa". Este enfoque es utilizado por el sistema productivo de Toyota y consiste

en detener el equipo o la producción en el momento en que se identifica un problema, con el objetivo de reducir desviaciones y reducir la cantidad de tiempo necesario para revisar cada una de las piezas. Jidoka escudriña que todo procedimiento posea su adecuado control de calidad para poder subsanar las desviaciones, registrar y suprimir las causas subyacentes, y prevenir su reaparición en el futuro.

Según Carvajal Arias (2015), Controlar a las personas es crucial en la implementación del instrumento Jidoka en un proceso productivo. Se destaca la importancia de tener personal capacitado y formado para desempeñar un papel fundamental en el auge de la práctica de este instrumento.

De acuerdo a Hernández & Vizán (2013), Jidoka significa combinar la automatización con la intervención humana, es decir, la autonomación (no debe ser confundida con la simple automatización). La finalidad de Jidoka es evitar que los productos con defectos avancen a las siguientes etapas del proceso, con el objetivo de alcanzar cero defectos y prevenir que productos terminados defectuosos lleguen a manos del cliente. La **Tabla N° 3** presenta técnicas que pueden ser implementadas de manera gradual para lograr una independización total en los equipos del proceso.



Tabla 3. Etapas del JIDOKA

ETAPAS DE AUTONOMACION	DETALLE
1. Del proceso	La dedicación del trabajador se transmite a la herramienta de producción
2. De sujetar	El trabajo manual se reemplaza por sistemas mecánicos
3. De alimentación	El proceso de alimentación es controlado por un sistema automatizado y el trabajador solo interviene en situaciones de fallos.

4. De paradas	La máquina se detiene de manera apropiada al final del proceso gracias al sistema de alimentación.
5. De retornos	El regreso al estado inicial se realiza de manera autónoma sin la necesidad de la participación del trabajador
6. De retirada de piezas	La retirada de la pieza se realiza de manera automática y la siguiente pieza es alimentada sin requerir la intervención manual con la anterior.
7. Mecanismos anti error (poka-yoke)	El equipo está equipado con dispositivos que identifican los errores, interrumpen la fabricación y avisan al trabajador.
8. De carga	El procesamiento es realizado de manera automática y la detección de problemas hace que la operación se detenga
9. De inicio	El funcionamiento de la máquina es independiente y se requiere evitar cualquier incidencia relacionada con la calidad y la seguridad de las piezas procesadas.
10. De transferencia	El proceso se realiza sin la necesidad de la participación del trabajador.

Fuente: Hernández & Vizán (2013)

Elaboración Propia

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES Y ESTUDIOS DE CASOS

2.1 Caso 1:

Se tiene como primer caso al artículo de Mohammad Ahsan Habib, Ratul Rivzan, Shamsuddin Ahmed (2023); el cual se desarrolló en una compañía ubicada en Bangladesh que se encuentra dentro de la lista Fortune 500, esta empresa es un proveedor que produce una variedad de empaques y accesorios para la industria de prendas de vestir orientada a la exportación, se enfocaron el departamento digital que se encarga de la creación de etiquetas gráficas y varios artículos de embalaje en papel. Dicho departamento se divide en tres áreas principales: impresión (encargada de imprimir los productos en una hoja de papel a través de máquinas), troquelado (corte de las hojas impresas en diferentes formas según los requisitos del cliente) y acabado (donde los productos son inspeccionados y se les da el formato final para su entrega al cliente).

En el estudio muestra que, en el departamento digital, los procesos internos no estaban sincronizados adecuadamente, lo que generó un exceso de inventario en el área de producción. Además, durante la investigación se descubrió que se estaba perdiendo una cantidad significativa de tiempo debido a la espera de recursos necesarios para llevar a cabo el procesamiento. Este tiempo muerto de espera no aportaba ningún valor tanto para la empresa como para el cliente. Se consideró que estos pasos debían ser eliminados o reducidos. Sin embargo, se identificaron algunos procesos que no añadían valor, pero que tenían un impacto importante en los productos finales y, hasta cierto punto, eran inevitables. Estos procesos debían resolverse para eliminar el movimiento sin valor agregado en la etapa de acabado.

A través de las herramientas de los 5 porqués y el estudio de tiempo se pudo realizar un VSM al proceso de producción, determinado los tiempos por cada operación;

asimismo, con el diagrama de Ishikawa se determinaron el problema raíz. Con ello pudieron determinar que una de las etapas más problemáticas era el troquelado, ya que se perdía una cantidad considerable de tiempo, cada pedido debía ser procesado individualmente en la máquina utilizando el troquel correspondiente a los requerimientos del cliente. Se determinó que la configuración de una nueva troqueladora, retirando la matriz anterior, consumía mucho tiempo. Después de un análisis más detallado, se descubrió que el tiempo de configuración aumentaba considerablemente debido a la falta de disponibilidad del troquel adecuado en el lugar correcto. También se pudo detectar que en el lugar de terminaciones era la combinación de tres pasos secundarios, que eran el corte polar, la adición de caucho y la clasificación, todo esto hacía que un operador esté de pie junto a la máquina polar para agregar el caucho, lo que requirió mano de obra adicional, movimiento adicional, tiempo adicional y mesa de clasificación que no estaban aerodinámico con una máquina polar

Identificando los problemas de la empresa, a través de las herramientas, el caso nos detalla soluciones prácticas: modificación de la cremallera de la troqueladora (con ello el operario sabría donde se colocaba el troquel del siguiente trabajo y reducir el tiempo de configuración de la matriz); nueva línea de mesa de acabado (mejorando el flujo de mercaderías desde la maquina hasta la mesa); implementación de la etiqueta de color (a través de verde y rojo identificaba la calidad y evitaba doble revisión) y parámetros de decisión (indicadores que nos ayuden a medir en el futuro como "reducción del tiempo de espera", "eficacia del equipo utilizado", "tasa de quejas del cliente", "cantidad de despacho diario").

Por último, como conclusión que se detectó, en el área de troquelado, que se perdía una cantidad significativa de tiempo en la planta bajo estudio debido a la interrupción

del flujo de material. Tras la implementación conjunta de LMS y VSM, se logró mejorar en un 9,6% el tiempo necesario para el mantenimiento y la configuración del inventario en la etapa de troquelado.

Otro proceso destacado en el mapeo fue el proceso de clasificación en el área de acabado, que requiere en ampliamente de la calidad en los productos. Esto acontece agregando una etiqueta de color diferente a los productos. Esta etiqueta de color lleva información sobre la calidad del producto y también del paso que ha generado un producto. Como consecuencia, los operadores se vuelven más responsables y, por lo tanto, el ICR se ha reducido en un 55 %, lo que ayudó al fabricante a atender a los clientes con productos de mejor calidad. Entonces, en última instancia, el CCR, que es el KPI organizacional, se mejoró significativamente, es decir, en un 83%.

2.2 Estudio de caso II: Implementación de Lean Six Sigma (LSS) en una compañía de manufactura de ejes de automóviles:

Se tiene como segundo caso en el artículo de Prateek Guleria et al. (2022), el cual se centra en el caso de una industria de renombre que produce componentes de transmisión para automóviles. La empresa fabrica aproximadamente 33 tipos de ejes para distintos vehículos, pero se encontraba con un problema de rechazo en uno de sus componentes de eje trasero. Como resultado, la industria perdía Rs. 7,33,000/- cada mes debido a este rechazo.

Se utilizó la herramienta (LSS) en esta industria de fabricación de piezas de transmisión de vehículos bien reconocida, la cual se estableció en 1978 y los actores mundiales de la fabricación de ejes del eje trasero, ejes hidráulicos, ejes de la columna de dirección, ejes de toma de fuerza, ejes cortos, etc. La industria funciona en tres turnos y tiene una mano de obra de más de 400 personas. Mahindra, Sonalika

International, Tafe, Eicher, Escorts son los principales clientes de esta industria. Al igual que las pymes, esta empresa también se enfrentaba al problema del retrabajo y rechazo en los ejes.

La metodología LSS es una combinación de manufactura esbelta y six sigma, y como aporte se usaron las herramientas VSM, DAMIC y 5S. Para la herramienta VSM se siguieron los siguientes pasos: selección de productos, VSM actual, analizar, VSM futuro; y para la herramienta DAMIC se siguieron los siguientes pasos propios de esta herramienta.

Después de analizar el mapa perteneciente al estado actual, se identificaron tres principales fuentes de desperdicio: el transporte, el inventario adicional y los defectos. Para abordar el problema del transporte, se optó por rediseñar el diseño de la planta con el objeto de aminorar la cuantía de insumos transportados. El rechazo fue otro desperdicio de este producto. Por lo tanto, se seleccionó el instrumento DMAIC para encontrar y eliminar la causa de los rechazos, para ello recurre a las 5 etapas: Definir (se elaboró un Project Charter para establecer las metas), Medida (se detalla la cantidad de defectos con la frecuencia de ocurrencia por mes), Analizar (se realizó un diagrama de Ishikawa con una lluvia de ideas para validar las causas), Mejora (se instaló un sistema de calibre para el diámetro del eje) y Controlar (mantener los parámetros permitidos).

Se utilizó el (VSM) con el fin de mejorar la producción y se recopilaron datos de rechazo de la industria, siendo el eje trasero el componente con el mayor porcentaje de rechazo, con un 9,19 %. Se decidió enfocarse en mejorar este eje trasero y se realizó un mapa del estado actual utilizando datos históricos. Se identificaron tres principales desperdicios: transporte, inventario y defectos. Además, se descubrió que

la empresa no estaba utilizando el sistema 5S y el almacenamiento y manejo de los ejes no era el adecuado, lo que provocaba abolladuras. Como resultado, se rediseñó la distribución de la planta y se redujo el transporte de material, creando espacio libre en el piso de la tienda. También se implementó el sistema 5S y se introdujo Six Sigma para reducir los defectos. Se utilizaron herramientas como la carta del proyecto, el diagrama SIPOC, el gráfico de Pareto, el esquema tipo espina de pescado y el índice de capacidad para identificar y eliminar el problema; por lo que la tasa de rechazo se redujo del 10.4% al 3.20% tras la implementación.

2.3 Estudio de caso III: “*Lean manufacturing aplicado a un proceso de producción de cableado*”

El siguiente caso es del artículo de Pena et al. (2020) el cual su objetivo fue perfeccionar los procedimientos de producción en la sección de cableado de una empresa fabricante de cargadores para vehículos eléctricos. Debido al auge de la compañía y el crecimiento de la demanda, se hizo necesario abordar los procesos obsoletos que habían obstaculizado el crecimiento de la empresa.

Este proyecto se realizó en una compañía dedicada a la movilidad eléctrica, exactamente esta compañía se dedica al cableado dentro del entorno de fabricación de cargadores para carros eléctricos. El estudio desarrollado tuvo como principal objetivo optimizar los procedimientos de producción para concretar en el sector de cableado. El flujo de producción es el siguiente: la selección de cableado (áreas como corte y prensado, donde los operarios pelan el cable y cortan a la longitud deseada), la sección de crimpado (donde los operarios revisan la lista de conexiones de cargadores), la sección de operación de prensado (a través de máquinas semiautomáticas) y la sección de cableado (donde se planifica la distribución de las próximas semanas).

Se identificaron los siguientes problemas en el área de cableado: desorganización del supermercado de materia prima (provoca retraso en el tiempo de cambio de proceso de corte), paradas por falta de material (ocurren limitaciones de producción por falta de material) y sin control de producción (no existe una visualización que contribuya a la administración de la producción).

Para esos problemas el caso de estudio presenta propuestas de mejora, las cuales son las siguientes: organización e identificación de materias primas, cálculo del consumo y establecimientos de procedimientos del sector cableado y por último la implementación de un tablero de control que contiene las ordenes de producción.

Este proyecto contribuyó significativamente a la empresa al lograr una organización y clasificación adecuada de la materia prima en el supermercado, lo que llevó a una reducción del 14,9% en el tiempo de cambio. Además, se desarrolló una herramienta para calcular el consumo de cable y se establecieron procedimientos para el abastecimiento y la generación de pedidos, lo que eliminó la falta de suministros en el área. También se implementó un tablero de control de producción en el sector de prensado de alambre, reduciendo los tiempos muertos de producción. Por último, se redujo la variabilidad de las referencias de cableado para permitir la instalación de una máquina automática de corte y prensado. A pesar de estos logros, se recomienda a la empresa seguir implementando la filosofía Lean en todos los departamentos y perfeccionar la difusión y la colaboración entre todas las partes interesadas para alcanzar todo su potencial esperado.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Durante este acápite se dará a conocer los datos principales de la compañía en investigación, también se presenta el método completo del procedimiento de producción con el que se confeccionan las prendas requeridas por el área comercial.

3.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Para completar de la tesis se nombrará en adelante la Compañía a la organización en dónde se ha hecho efectivo el estudio, esta organización tiene como unidad de negocio la confección y distribución de ropaje durante más de 35 años en todas las tiendas a nivel nacional.

La compañía comenzó su trayectoria alrededor de los años 80 en Lima, siendo un emprendimiento familiar. Gracias a su compromiso con la calidad de sus productos, logró consolidarse como una empresa sólida y exitosa, dedicada a la confección y venta de ropaje.

El éxito de la empresa se refleja en su reconocimiento a nivel nacional, gracias a la calidad superior de sus prendas, las cuales se destacan por su mayor durabilidad.

3.2 PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO

La Compañía establece sus convicciones fundamentales (publicadas en su portal WEB) y estas son:

3.2.1 Misión

La visión de la Compañía es: "Expandir la presencia de nuestros productos a nivel global, ofreciendo soluciones innovadoras de alta calidad y comprometiéndose con la responsabilidad social y el medio ambiente. Además, establecernos como líderes en Perú y ser reconocidos a nivel internacional como una empresa pionera y que dicta tendencias en la moda".

3.2.2 Visión

La misión de la compañía: "Asistir a la mayor cantidad de personas a gozar de productos de excelencia, y al mismo tiempo ser reconocidos como líderes en Perú y a nivel internacional como una empresa innovadora y pionera en cuanto a tendencias de moda."

3.2.3 Recursos Humano

La empresa tiene aproximadamente 500 trabajadores dentro de sus instalaciones, considerando la planta de producción y todas sus tiendas a nivel de nacional (tanto en lima y provincias).

El área administrativa labora de lunes a viernes en un solo horario mientras que el área de producción labora de lunes a sábados en dos horarios.

3.3 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La Empresa se centra en mantener una relación duradera y sólida con cada uno de sus clientes, garantizando la satisfacción de sus necesidades. Para lograr esto, cuenta con un equipo diverso y experimentado, comprometido con la excelencia en sus productos y con la responsabilidad ambiental.

La Empresa actualmente cuenta con una plantilla de 500 empleados, que se separan en operarios (350 colaboradores) y administrativos (150 colaboradores) organizados en diferentes departamentos. El diagrama organizacional de la empresa se presenta en la siguiente **Figura N° 8**:

A continuación, se describe ciertas áreas fundamentales de la Empresa:

- a) **Gerencia general:** Departamento encargado de la aprobación ante alguna petición asociado a la Compañía. Asimismo, es encargada de

todas las decisiones de las diferentes áreas como producción, comercial, administración, finanzas e ingeniería, entre otras.

- b) Gerencia de Calidad:** es el área encargada evitar posibles errores o desviaciones dentro del procedimiento de fabricación a través de un conjunto de acciones y mecanismos de control, de esta manera garantizar que el producto cumpla los requisitos exigidos por los clientes interno y externos.
- c) Planeamiento y control de la producción (PCP):** es la oficina encargada de pronosticar lo que hay que producir en el momento oportuno para satisfacer las necesidades del mercado, y con ello calcular los recursos necesarios para la viabilidad del plan.
- d) Ingeniería:** se trata del departamento encargado de proponer nuevas estrategias a través de técnicas, herramientas y equipos con el objetivo de elevar el estándar del producto y/o disminuir los costes de manufactura.
- e) Administración:** oficina encargada de dar funcionamiento correcto de la totalidad de departamentos de La Compañía, también le corresponde las actividades documentarias. Aquí se encuentran diferentes áreas como, legal (donde se ve los acuerdos legales de la Empresa), finanzas (donde se ve el correcto balance financiero de la Empresa), contabilidad (donde se visualiza el pago correcto de impuestos y tributos), logística (donde se realiza la gestión de compras de materiales directos e indirectos con la producción), sistemas (donde proporciona soporte en lo que respecta al sistema de la Empresa), almacenes (donde se almacenan las prendas en proceso), entre otras.

- f) Producción:** es el área encargada de producir el producto y transmite información de producción diaria. Existe varias líneas de producto (polo, polera, jogger, bividi, entre otras) los cuales pasan por diferentes áreas desde el desarrollo de prenda (donde se desarrolla el molde para cortar, corte (donde se corta la tela en piezas, costura (donde se unen las piezas a través de costuras), estampado (donde se impregna un arte en base de tinta a la prenda) y acabados (donde se realiza el embolsado de prendas).
- g) Comercial:** Se trata del departamento encargado de planificar y gestionar las cantidades de venta de los productos de La Compañía a fin de satisfacer la meta establecida.



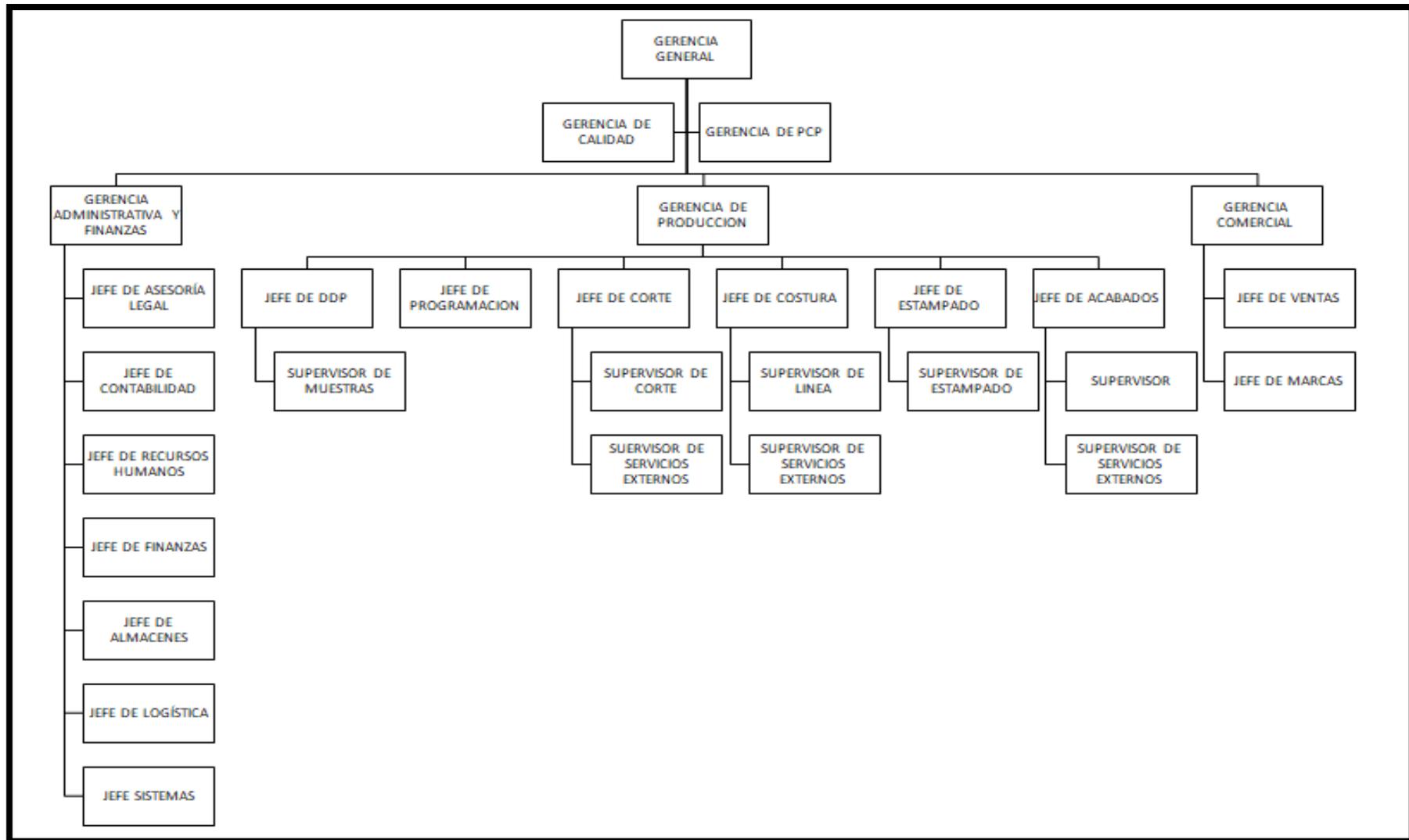


Figura 8. Organigrama de La Empresa

Elaboración propia

3.4 PRODUCTOS Y SERVICIOS DE LA EMPRESA

Las confecciones más importantes de La Empresa de detallan en la siguiente **Tabla N° 4.**

Tabla 4. Productos principales de la empresa

<p>Polo Box</p> 	<p>Polera abierta</p> 
<p>Polera cerrada</p> 	<p>Polos</p> 
<p>Jogger</p> 	<p>Top</p> 

Elaboración propia

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

Durante el desarrollo de este acápite se realizará la investigación y el diagnóstico del estado real de la Compañía para poder seleccionar la línea de producto y proceso para esta investigación, de esta manera se podrá definir las acciones para perfeccionar su proceso de producción.

4.1 MAPEO DE PROCESOS

Esta herramienta se usa para visualizar de manera esquemática la interconexión entre los procesos dentro de la Compañía en cuestión. De esta forma, se puede tener una comprensión más minuciosa y precisa del manejo de los procesos y tareas en las que la Compañía se encuentra implicada.

A continuación, en la **Figura N° 9** se muestra el mapa de procesos de la Compañía en que es al caso de análisis.

El mapa de procesos nos facilita observar toda la configuración de los procesos en la Compañía. Estos están divididos en tres categorías: procesos estratégicos, que incluyen las responsabilidades de la alta dirección y gerencia que mejoran la operatividad del negocio para satisfacer las expectativas del cliente; procesos operativos, que incluyen la planificación, diseño y supervisión de la estrategia comercial, el suministro y la logística; y procesos de soporte, que complementan y fortalecen los procesos operativos.

Con respecto a la **Figura N° 9**, se detalla que en los procesos estratégicos existen gestión de la dirección, gestión de calidad, planeamiento estratégico; por otro lado en los procesos operativos se encuentran gestión comercial, planeamiento de producción, compras, producción textil, producción manufactura, distribución; y

finalmente en los procesos de soporte se encuentran la gerencia del recurso humano, gerencia legal, tecnología e información, administración financiera, seguridad y salud ocupacional, mantenimiento y marketing. En la siguiente **Tabla N° 5** se detalla los macroprocesos identificados previamente.

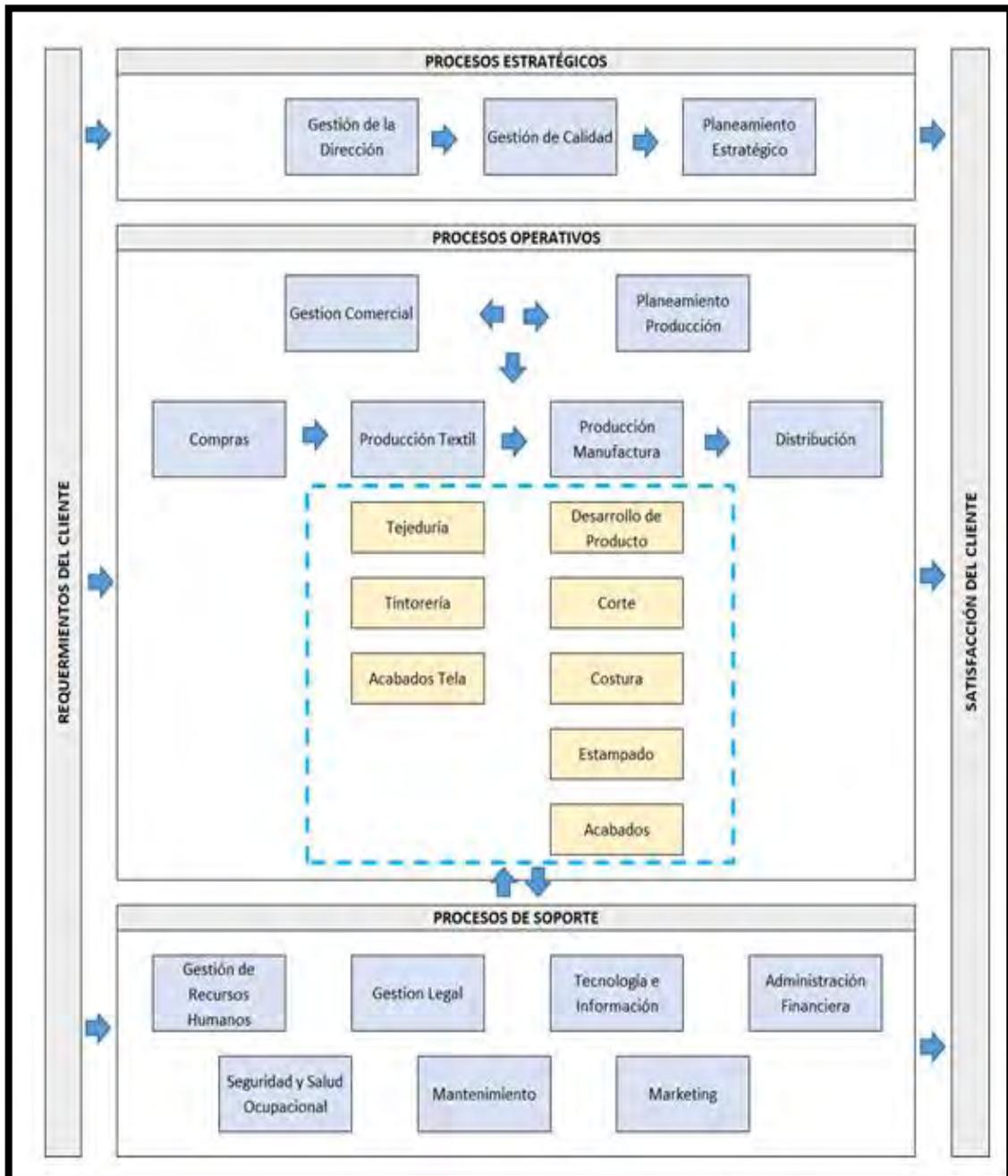


Figura 9. Mapa de Procesos de La Empresa

Elaboración propia

Tabla 5. Macroprocesos de La Empresa

MACROPROCESO	DESCRIPCIÓN
Gestión de la Dirección	Se encarga de los objetivos a mediano y largo plazo.
Gestión de Calidad	Se encarga de actividades de calidad, control y aseguramiento de calidad.
Planeamiento Estratégico	Se encarga del planeamiento estratégico de la empresa.
Gestión Comercial	Se encarga de las relaciones con los clientes potenciales
Planeamiento Producción	Se encarga de la planificación de toda la parte productiva.
Compras	Se encarga de la adquisición de materia prima
Producción Textil	Se encarga de la producción de telas
Producción Manufactura	Se encarga de la producción de prendas.
Distribución	Se encarga del envío a todos los almacenes
Gestión Recursos Humanos	Se encarga de la atracción, evaluación, reclutamiento y desarrollo del factor humano
Gestión Legal	Se encarga de velar por la empresa en temas legales (normas y políticas)
Tecnología e Información	Se encarga de gestionar los recursos informáticos
Administración Financiera	Se encarga de controlar la situación económica de la empresa.
Seguridad y Salud Ocupacional	Se encarga de la identificación, control y aseguramiento riesgos en cualquier proceso.
Mantenimiento	Se encarga de preservar las máquinas y equipos de la compañía
Marketing	Se encarga de la difusión de los productos y de identificar nuevas oportunidades

Elaboración propia.

4.2 PROCESO PRODUCTIVO

Toda Orden de Producción (OP) pasa por varias fases, dicho proceso empieza con el diseño de la prenda (depende de la moda y tendencia), luego por el área de desarrollo de moldes, luego a la etapa de la producción misma (corte, costura, estampado, bordado, acabados) y, por último, al almacén de productos terminados para su distribución. La siguiente **Figura N° 10** muestra el flujo por el cual pasa una Orden de Producción (OP), seguidamente serán descritas cada una.

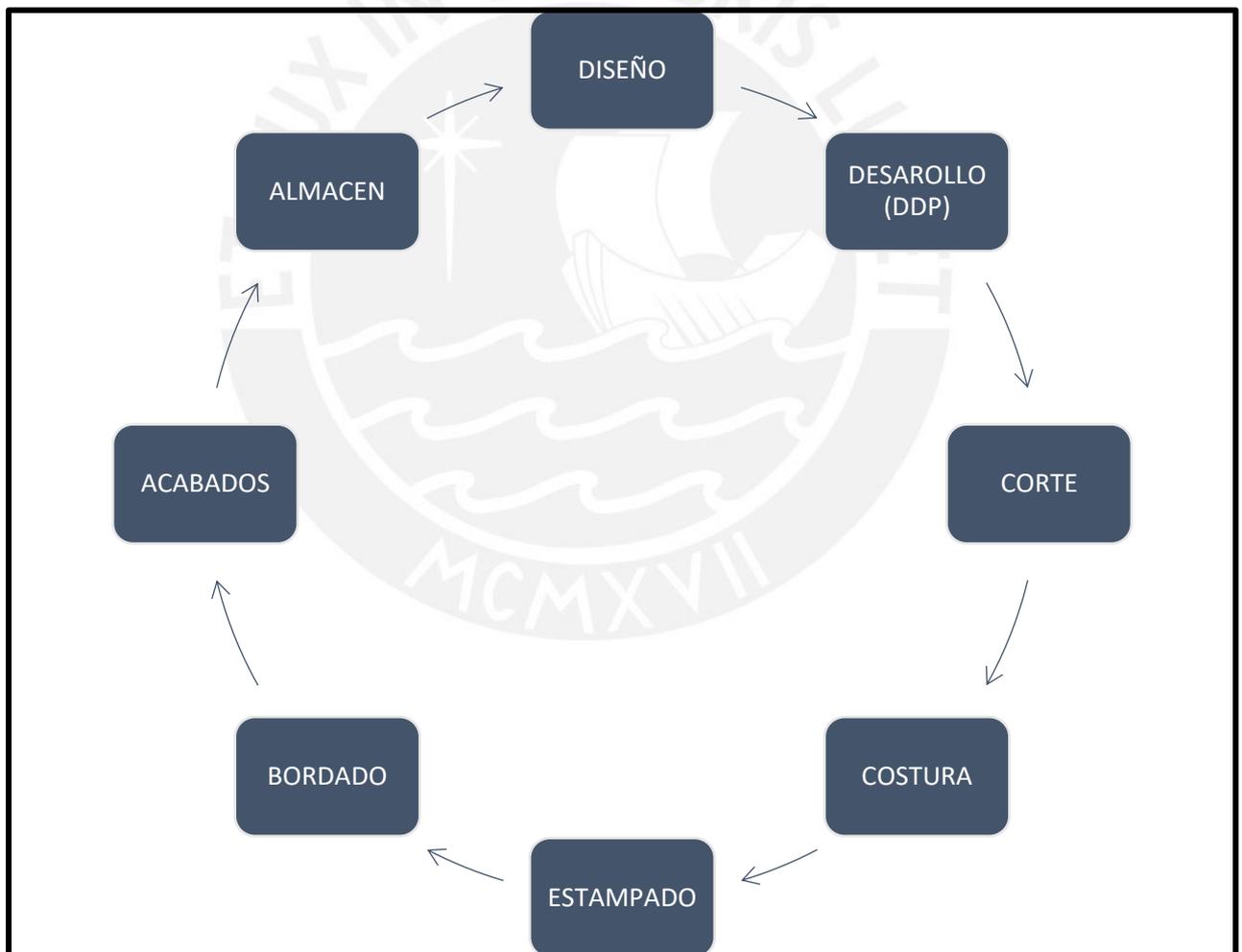


Figura 10. Fases de una Orden de Producción (OP)

Elaboración propia

4.2.1 Diseño de prendas

En este proceso se realizan aquellos desarrollos que van de la mano con la moda y la tendencia a nivel nacional y/o global. De esta manera se obtendrá las especificaciones que tendrá la prenda en base a los procesos adicionales (estampado, bordado).

4.2.2 Desarrollo de Prendas (DDP)

En este proceso se realiza las especificaciones técnicas que debe tener la prenda para cumplir con los parámetros establecidos durante los procesos de manufactura, todo descrito en la Ficha Técnica. Asimismo, también se evalúan los tiempos estándares por operación para determinar una secuencia de operaciones para producción.

4.2.3 Corte

Proceso por el cual a través de un tendido de telas y un tizado de producción se realiza a corte en piezas la tela, esto de acuerdo a la cantidad que se solicitó en la OP, una vez cortado se procede a embolsar y destinar a costura (puede ser interna o externa).

4.2.4 Costura

Proceso, más importante de todo el flujo de una OP, donde se ejecuta el encaje de las piezas cortadas, según las especificaciones de la Ficha Técnica, tal como se muestran en la **Figura N° 11**.

4.2.5 Estampado

Proceso donde se le impregna tinta a la prenda a través de un proceso mecánico o automatizado, previamente diseñado.



Figura 11. Proceso de confección

Elaboración propia

4.2.6 Bordado

Proceso donde se aplica una decoración en la prenda, mediante el hilo y la aguja, previamente diseñado.

4.2.7 Acabados

Proceso donde se realiza mejorar la apariencia de la prenda para ser distribuido, aquí se realiza el planchado, el doblado, en hangteado, el embolsado para posteriormente enviarlas al almacén de prendas terminadas y poder realizar la distribución a las tiendas a nivel nacional.

4.2.8 Almacén

Es la última fase de todo el proceso, aquí se almacena todas las prendas, y se distribuyen de acuerdo al stock de cada tienda.

La **Figura N° 12** muestra de manera general el diagrama de flujo desde que se solicita un pedido nuevo de prendas. Se inicia desde el área de Marketing, quien analiza la tendencia de moda en las diferentes regiones y solicita al área de Comercial hacer muestras de ventas, estas muestras son confeccionadas por el área de Diseño de Prendas, una vez listas es cotizada por el área de Ingeniería para poder determinar el margen de utilidad de la prenda (en caso no sea rentable se pide modificar el diseño de prenda a Comercial). Una vez aprobada las muestras, el área de Comercial determina el lote de producción y el destino de cada una; esta información es transmitida a la oficina de (PCP) que se responsabiliza de crear los Pedidos Textiles (telas) y OP (orden de producción) para cumplir con todo el proceso productivo; asimismo en coordinación con Logística, logra abastecer los insumos necesarios para la elaboración de prendas.

Una vez teniendo la tela (insumo principal), se procede al proceso de manufactura; corte, costura y acabados, durante todos estos procesos se lleva a cabo una verificación de la calidad y una vez aprobada de manera definitiva, se procede a distribuir a los diferentes almacenes.

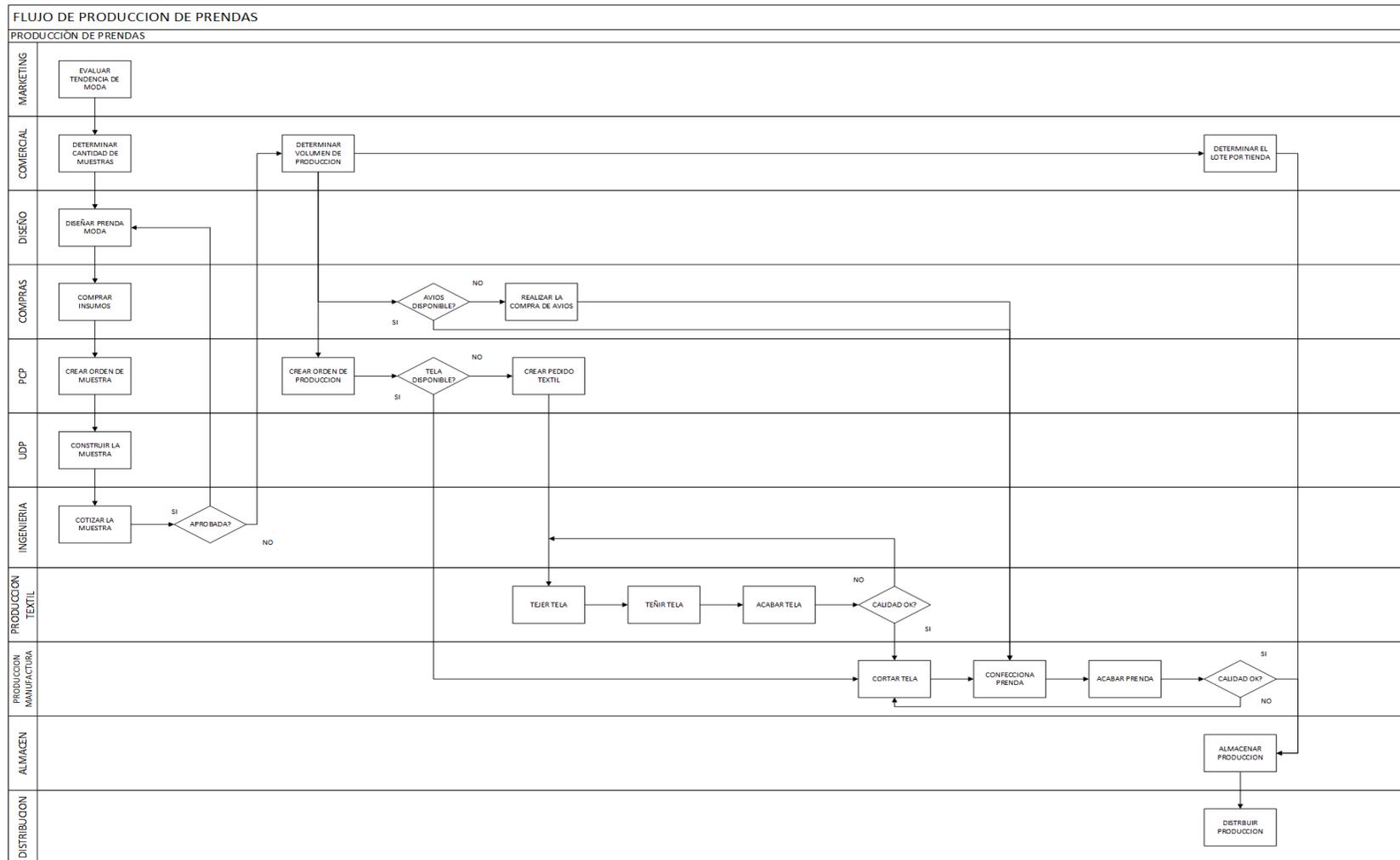


Figura 12. Flujograma de Producción de prendas

Elaboración propia

4.3 DEFINICIÓN DE OBJETO DE ESTUDIO

Es muy importante definir la línea de estudio para poder centrar toda nuestra atención y esfuerzo con implementación de mejoras en los procesos más crítico de la Empresa.

4.3.1 Definición del Área en estudio

La Empresa sostiene 5 áreas gerenciales fundamentales Administración y Finanzas, Calidad, Comercial, Producción y PCP tal cual lo muestra el organigrama general. Se ha realizado un juicio de experto por cada gerente de área para la evaluación y determinar el área de interés. El criterio se basa en calificación de 1 al 5, siendo 1 el más bajo, 3 es medio y 5 es alto, con ello se adquirió los desenlaces descritos en la **Tabla N° 6.**

El criterio del experto determina lo notable que es identificar la zona de producción como un factor clave. así, este proyecto se centra en hacer las optimizaciones necesarias en el procedimiento de producción de la Compañía.

Tabla 6. Juicio de experto para el área interés

ÁREA	GERENTE GENERAL	GERENTE DE PCP	GERENTE DE CALIDAD	GERENTE DE PRODUCCION	GERENTE DE ADMINISTRACION	GERENTE COMERCIAL	TOTAL, DE VALORACIÓN
Administración	1	3	1	3	3	3	14
Comercial	3	1	3	3	3	5	18
PCP	1	1	1	3	1	1	8
Calidad	3	3	5	3	1	3	18
Producción	5	5	5	5	5	5	30

Elaboración propia

4.3.2 Definición del Producto en estudio

Ya teniendo como punto de referencia el área de producción, luego se procede a definir que producto es el que nos vamos a enfocar durante el estudio.

A pesar que la pandemia golpeó fuertemente el año 2020, la empresa durante el 2021 ha podido mantenerse y más aún, volver al nivel de producción de años anteriores. Con la finalidad de identificar qué línea de producto presenta mayor volumen de producción, se ha recopilado información en base a un año en condiciones normales

En la **Tabla N° 7**, se presenta el pronóstico de ventas por cada marca y por cada mes durante un año calendario. Dicha información nos muestra que las marcas con mayor participación en el mercado nacional son A, B, C y D.

La manufactura de los productos se da con la confirmación del orden de pedido del área de Comercial. Se tiene en cuenta que la fabricación de prendas puede ser canalizada también por servicios externos. Posteriormente el área de PCP se pone a realizar el plan maestro de producción para determinar tiempos dentro de cada proceso para poder cumplir la fecha requerida por el área comercial.

La **Tabla N° 8**, presenta el pronóstico de ventas durante cada mes a lo largo de un año en condiciones normales, por lo cual podemos visualizar el mayor volumen de la siguiente manera: Polo box, poleras, ropa interior, pantalón, polo, chompas, top, accesorios, Short, jogger, chalecos y vestidos. Siendo de todos ellos el Polo Box con mayor impacto en el flujo de producción.

Tabla 7. Producción mensual de prendas por tipo de marca

MARCA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
A	38.747	35.683	85.248	78.632	65.515	91.709	77.665	25.449	70.719	38.835	77.667	15.992	701.861
B	26.225	70.449	86.659	126.975	54.361	54.213	59.324	39.123	53.279	8.425	81.140	13.270	673.443
C	15.971	39.784	54.630	67.042	53.438	35.580	31.455	47.625	84.528	36.820	18.480	10.610	495.963
D	19.470	31.093	68.676	68.910	45.677	49.558	52.986	34.923	39.140	24.463	46.505	11.092	492.493
E	23.550	32.236	31.746	32.617	42.001	47.703	32.195	29.257	19.641	13.609	12.474	3.346	320.375
F	2.297	10.648	14.496	14.501	10.950	16.873	12.478	4.470	8.849	5.353	5.510	0	106.425
G	428	9.186	8.483	21.026	9.983	7.409	12.561	4.590	8.285	6.775	1.567	0	90.293
H	3.275	4.301	7.566	11.421	7.493	6.701	2.520	3.610	8.616	1.308	1.623	0	58.434
I	5.200	7.230	9.990	6.865	7.000	8.884	4.113	4.703	1.778	0	0	0	55.763
J	342	667	3.500	300	300	6.078	0	2.454	1.948	612	1.012	384	17.597
K	1.500	1.200	2.540	1.740	1.640	700	1.150	1.250	1.350	750	1.550	750	16.120
L	0	0	3.720	4.548	0	0	0	0	0	0	0	0	8.268
M	0	1.594	0	0	900	0	0	0	0	0	1.950	0	4.444
N	0	0	0	1.242	0	488	0	0	0	0	0	0	1.730
	137.005	244.071	377.254	435.819	299.258	325.896	286.447	197.454	298.133	136.950	249.478	55.444	3.043.209

Elaboración propia

Tabla 8. Producción mensual de prendas por tipo de prenda

LINEA COMERCIAL	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
POLO BOX	95.343	144.860	215.741	240.213	156.903	190.045	185.846	148.216	211.560	110.795	203.502	49.890	1.952.914
POLERAS	6.624	58.932	82.568	88.993	58.898	41.884	12.240	11.527	8.850	6.000	1.641	1.688	379.845
ROPA INTERIOR	23.759	22.626	26.050	37.950	36.962	54.342	54.718	19.090	35.382	8.480	11.602	0	330.961
PANTALON	640	5.104	19.360	29.459	21.859	17.076	12.934	3.186	4.724	1.100	220	0	115.662
POLO	3.091	2.052	3.448	11.944	10.570	14.969	9.458	12.559	9.339	8.287	25.691	3.866	115.274
CHOMPAS	4.896	8.261	20.185	18.095	9.466	6.380	1.951	980	640	908	0	0	71.762
TOPS	136	0	5.700	1.200	600	0	8.600	0	25.000	1.380	5.966	0	48.582
ACCESORIOS	1.900	600	3.502	5.715	3.200	0	0	0	600	0	0	0	15.517
SHORTS	616	0	0	0	0	500	0	1.896	1.816	0	856	0	5.684
JOGGER	0	800	700	1.650	800	700	700	0	222	0	0	0	5.572
CHALECO	0	836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	836
VESTIDOS	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	600
	137.005	244.071	377.254	435.819	299.258	325.896	286.447	197.454	298.133	136.950	249.478	55.444	3.043.209

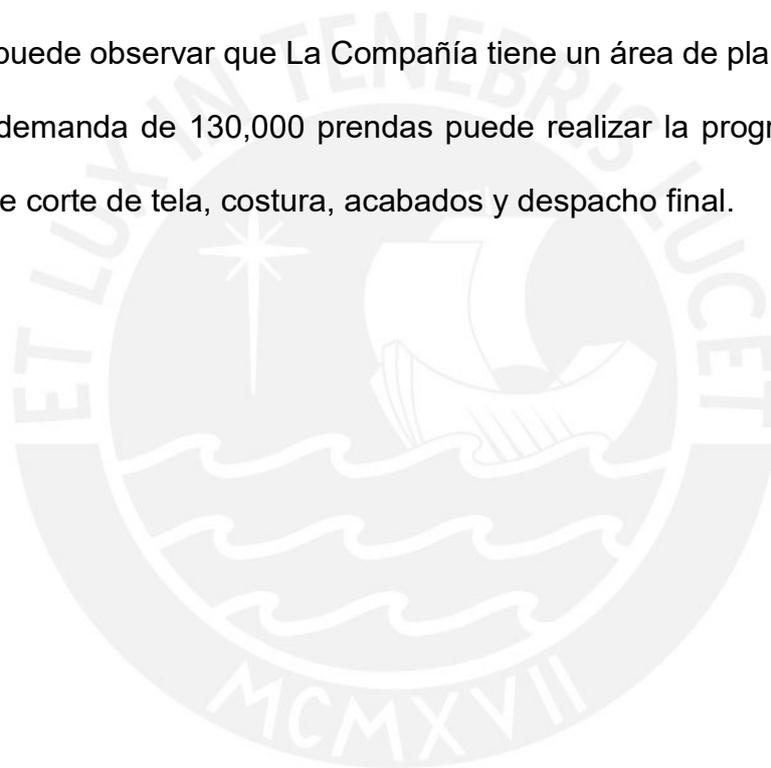
Elaboración propia

4.3.3 Mapa de Flujo de Valor Actual

Como punto de partida para realizar el VSM actual fue identificar la producción por marca con mayor demanda, que para nuestro caso fue la marca A, posterior a ello, se asociaron las diferentes prendas por familias.

Así, se logró llevar a cabo el VSM actual (**Figura N° 13**) con la familia de productos cuya demanda es superior a los demás, obteniendo así para La Empresas las prendas tipo Polos Box.

En el VSM se puede observar que La Compañía tiene un área de planeamiento, que, analizando la demanda de 130,000 prendas puede realizar la programación de los procesos desde corte de tela, costura, acabados y despacho final.



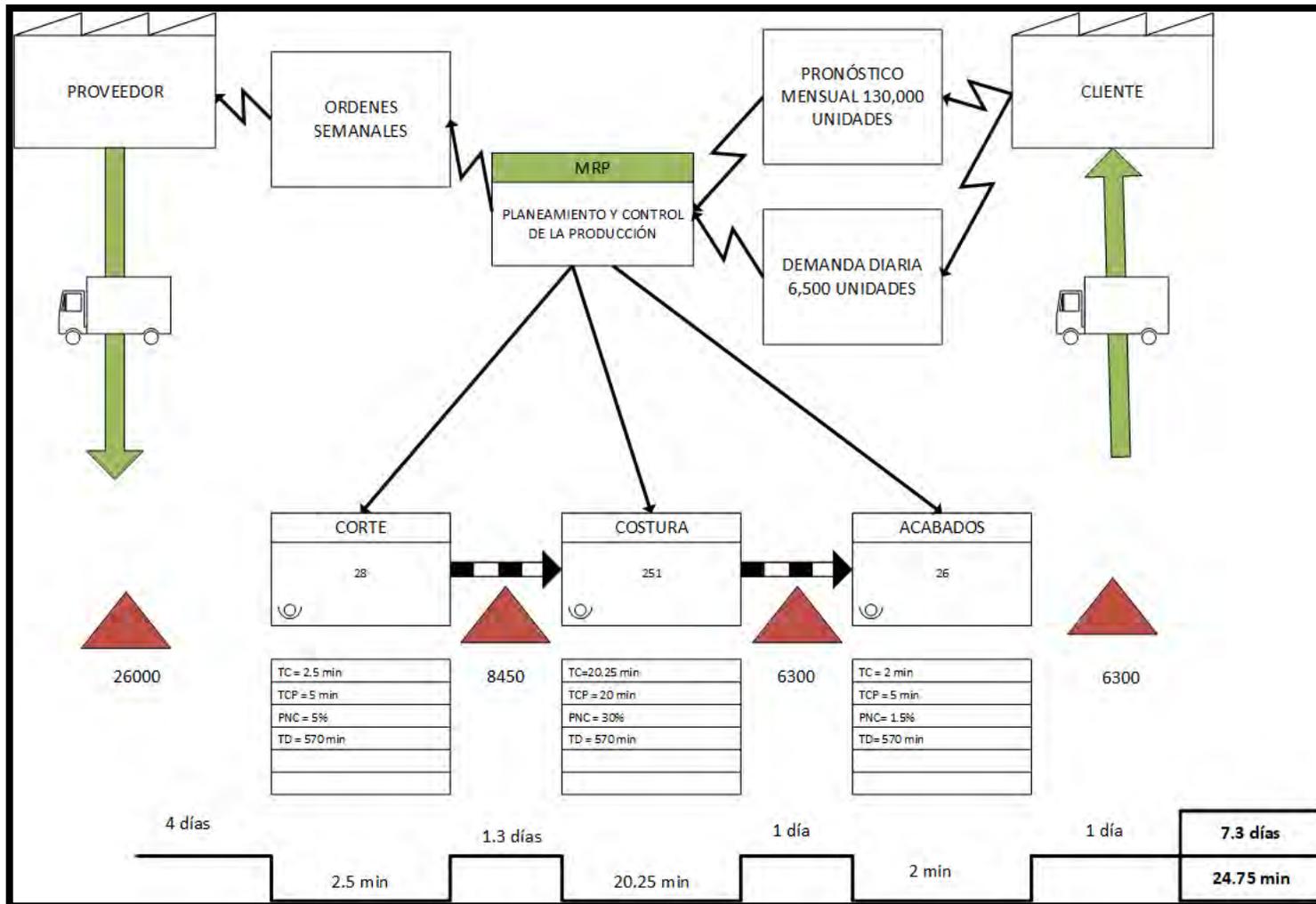


Figura 13. Mapa de Flujo de Valor Actual de La Empresa

Elaboración propia

4.4 GESTIÓN DE INDICADORES

En este punto se describirá los indicadores que forman parte del proceso de Producción Manufactura. Cabe mencionar que no había indicadores definidos e implementados como parte de su control, por lo que los siguientes indicadores se ha propuesta en conjunto con todas las áreas.

Tener en cuenta que la oficina de planeamiento y control de la producción es quien recibe la proyección de ventas (analizadas según data historia de producciones anteriores) que el área de comercial nos plantea. La demanda es muy variada en los meses del año, esto porque existe meses que los clientes tienden a comprar en cantidades mayores (algunas fechas son: el segundo domingo de mayo, el tercer domingo de junio, día del niño, gratificación de fiestas patrias, gratificación de diciembre, año nuevo, etc.)

Como no se puede responder a la variabilidad de la demanda durante los meses del año, el departamento de PCP se ocupa de homogeneizar la carga durante el año, es decir producir una demanda promedio mes a mes, de esta manera tener un flujo continua en producción y poder planificar los recursos necesarios para el cumplimiento.

En la siguiente **Tabla N° 9** se muestra el volumen promedio por mes, es decir muestra la totalidad de unidades de prendas que se deben fabricar a fin de cumplir con la demanda planteada por el área comercial.

Tabla 9. Proyección de demanda mensual por tipo de prenda

LINEA COMERCIAL	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
POLO BOX	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	162.743	1.952.916
POLERAS	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	31.654	379.848
ROPA INTERIOR	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	27.580	330.960
PANTALON	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	9.639	115.668
POLO	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	9.606	115.272
CHOMPAS	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	5.980	71.760
TOPS	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	4.049	48.588
ACCESORIOS	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	1.293	15.516
SHORTS	616	0	0	0	0	500	0	1.896	1.816	0	856	0	5.684
JOGGER	0	800	700	1.650	800	700	700	0	222	0	0	0	5.572
CHALECO	0	836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	836
VESTIDOS	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	600
	253.160	254.180	253.244	254.794	253.344	253.744	253.244	254.440	254.582	252.544	253.400	252.544	3.043.220

Elaboración propia

I. Cumplimiento de entrega.

El área de comercial es aquella que nos coloca pedidos en determinar fechas, planeamiento es quien recibe estos pedidos y determina los tiempos necesarios en cada proceso para poder cumplir las fechas. En la Empresa se ha decidido manejar 4 rangos para evaluar el cumplimiento a la fecha comercial (los cuáles son “en fecha”, de “1 a 5 días”, de “6 a 10 días” y de “11 días a más”). En la siguiente **Tabla N° 10** se detalla el porcentaje de cumplimiento de la entrega de producción con respecto al pedido solicitado por el área comercial.

Tabla 10. Cumplimiento mensual (%) de producción vs comercial

MES	EN FECHA	1 a 5 días	6 a 10 días	11 días a +
ENE	8%	17%	32%	43%
FEB	9%	19%	45%	27%
MAR	4%	19%	33%	44%
ABR	4%	23%	34%	39%
MAY	7%	16%	31%	46%
JUN	12%	12%	37%	39%
JUL	13%	20%	30%	37%
AGO	8%	16%	45%	31%
SET	8%	22%	39%	31%
OCT	12%	16%	33%	39%
NOV	11%	17%	33%	39%
DIC	9%	18%	32%	41%
%	9%	18%	35%	38%

Elaboración propia

II. Lead Time por proceso

El principal impedimento de la Compañía en estudio es el Lead Time por proceso, el excesivo tiempo que pasa de un área a otra, es decir mucho mayor tiempo del

planificado. En la **Tabla N° 11** se muestra el Lead Time por cada proceso en la fabricación de prendas. Como se puede visualizar el sub proceso más crítico es Confección Interno, ya que esto se realiza al interior de la Compañía.

Tabla 11. Lead Time (días) por proceso

FASES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
DESARROLLO PRENDA	3	3	2	4	3	4	2	3	1	2	4	3
CORTE INTERNO	8	8	8	10	6	6	6	10	6	8	10	6
CORTE EXTERNO	8	8	7	10	7	9	10	8	9	7	10	7
ESTAMPADO PIEZA	5	4	2	3	4	4	6	5	3	2	3	4
BRD/LAS/REPUJ PIEZA	8	5	7	5	8	7	13	13	14	7	5	8
BORDADO PRENDA	1	7	4	5	6	4	7	6	8	4	5	6
CONFECCION INTERNO	17	16	20	21	22	23	24	23	22	20	21	22
CONFECCION EXTERNO	15	15	18	20	18	22	20	21	19	18	19	18
ESTAMPADO PRENDA	5	3	2	3	4	4	6	6	4	2	3	4
ACABADO INTERNO	3	3	3	4	5	3	4	4	4	3	4	5
ACABADO EXTERNO	5	4	4	4	5	6	6	6	6	4	4	5

Elaboración propia

III. Eficiencia de costura

La **Figura N° 14** muestra la eficiencia en las líneas de costura, el cual se calcula con los minutos producidos (la producción avanzada por operación) y los minutos asistidos (los minutos trabajados). Como se puede observar solo se tiene dos líneas de costura en la empresa para todo el nivel de producción, así que una eficiencia optima es considerada mayor o igual al 80%.

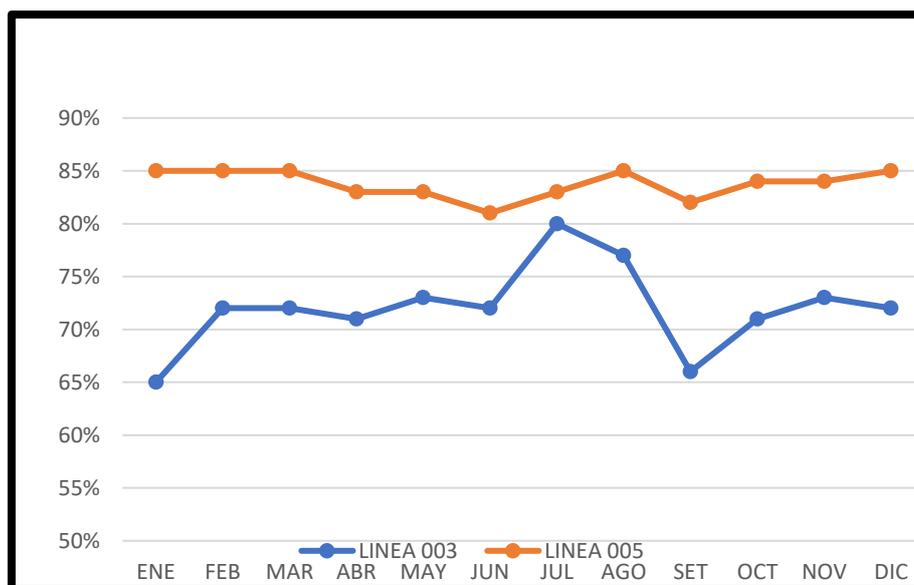


Figura 14. Eficiencias de la Líneas de Costura

Elaboración propia

Para el cálculo de las eficiencias se ha considerado la cantidad de operarios y el horario de la jornada laboral, tal cual se señala en la **Tabla N° 12**.

Tabla 12. Jornada laboral de la Empresa

LINEA DE PRODUCCIÓN	# PERSONAS	Horas	Minutos
LINEA 003	251	9.5	570
LINEA 005	120		

Elaboración propia

IV. Auditoría final en costura

Nuestro mayor inconveniente se encuentra en las líneas de costura interna, la cual en cada salida de este proceso se realizar una auditoría para poder pasar a la siguiente fase. Es por eso que en la **Figura N° 15** se muestra a manera de porcentaje los defectos en todo el año.

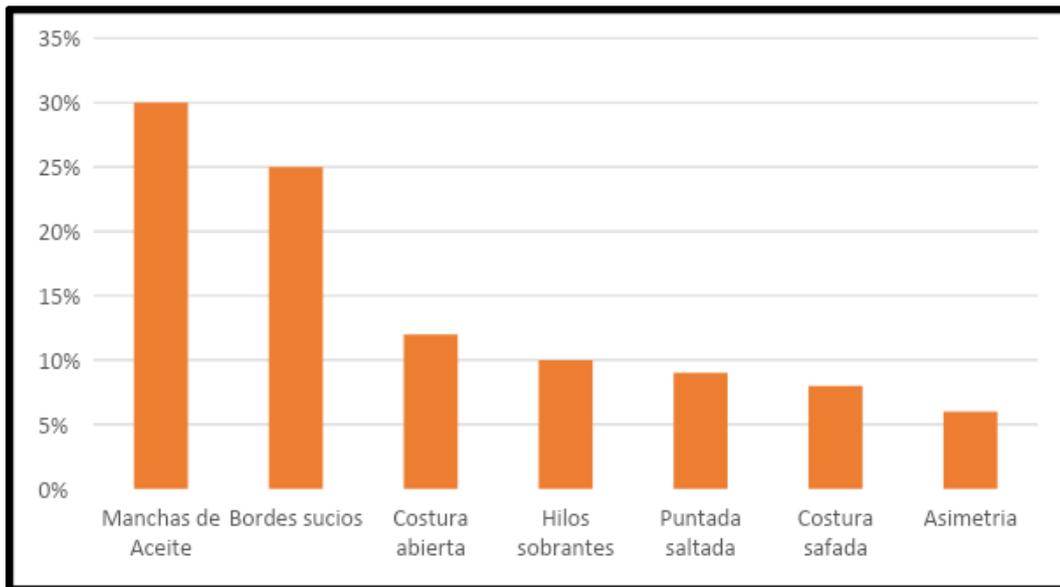


Figura 15. Principales defectos en las Líneas de Costura

Elaboración propia

4.4.1 Identificación de problemas

Para poder identificar los problemas más recurrentes se utilizará la data de los indicadores. Con ello se realizará el estudio de la circunstancia actual de cada indicador. En la **Tabla N° 13**, se muestra los impactos que nos pueden traer un resultado desfavorable de cada indicador visto anteriormente.

Tabla 13. Identificación de problemas de la Empresa

N.º	Indicador	Problema
1	Cumplimiento de entrega de producción	Disminución de ventas
		Menor producción interna
2	Lead time por proceso	Sobrecosto en horas extras
		Mayor mano de Obra
3	Eficiencias de Costura Interna	Rotación de personal
		Desbalance de producción
4	Auditoria final en Costura Interna	Rechazos de prendas
		Generación de sobrecostos en el reproceso

Elaboración propia

4.4.2 Priorización de problemas

El objetivo es clasificar los problemas previamente identificados en orden de importancia, basándose en el impacto más significativo que tengan. Por lo tanto, los problemas se organizarán desde el de mayor impacto hasta el de menor impacto.

Para poder identificarlos se recurre a una matriz de priorización de problemas, la cual se puede visualizar en la **Tabla N° 14**, siendo los factores a considerar los siguientes:

- Magnitud: ¿Cuántos colaboradores se ven perjudicado por el problema?
- Importancia: ¿Cuánto agravio se ocasiona?
- Capacidad: ¿Qué medios de soluciones se tiene?
- Beneficio: ¿Cuánto favorece la solución?

Tabla 14. Factores de priorización de problemas

MAGNITUD		IMPORTANCIA		CAPACIDAD		BENEFICIO	
Nivel	Criterio	Nivel	Criterio	Nivel	Criterio	Nivel	Criterio
>75%	3	Grave	3	Muy alta	3	Beneficio alto	3
36% - 75%	2	Medianamente grave	2	Mediana	2	Beneficio medio	2
<35 %	1	Nada Grave	1	Baja	1	Beneficio bajo	1

Elaboración propia

Seguidamente, en la **Tabla N° 15** se muestran los problemas clasificados por su impacto de acuerdo a los factores de priorización de problemas.

Tabla 15. Priorización de problemas de la Empresa

PROBLEMAS	MAGNITUD	IMPORTANCIA	CAPACIDAD	BENEFICIO	TOTAL
Sobrecosto en horas extras	5	5	5	5	20
Mayor mano de Obra	2	2	3	3	10
Disminución de ventas	2	3	3	3	11
Menor producción interna	4	5	4	5	18
Rechazos de prendas	2	3	2	3	10
Generación de sobrecostos en el reproceso	3	2	2	3	10
Rotación de personal	5	5	4	5	19
Desbalance de producción	4	4	4	5	17

Elaboración propia

4.4.3 Análisis de las causas de los problemas

Luego de encontrar los problemas más recurrentes y a su vez priorizados se tiene que determinar cuáles son la causa raíz de la aparición de dichos problemas. De esta manera, la herramienta de calidad que ha utilizado es el esquema de Análisis de Causa y Efecto o más conocido como Diagrama Ishikawa, esta herramienta nos sirve de estructura para determinar posibles causas de un problema, usando 4 características (método, medición, mano de obra, materiales).

Seguidamente, en la **Figura N° 16** se presenta el diagrama de Ishikawa que corresponde al problema de excesivo lead time en el procedimiento de costura interna.

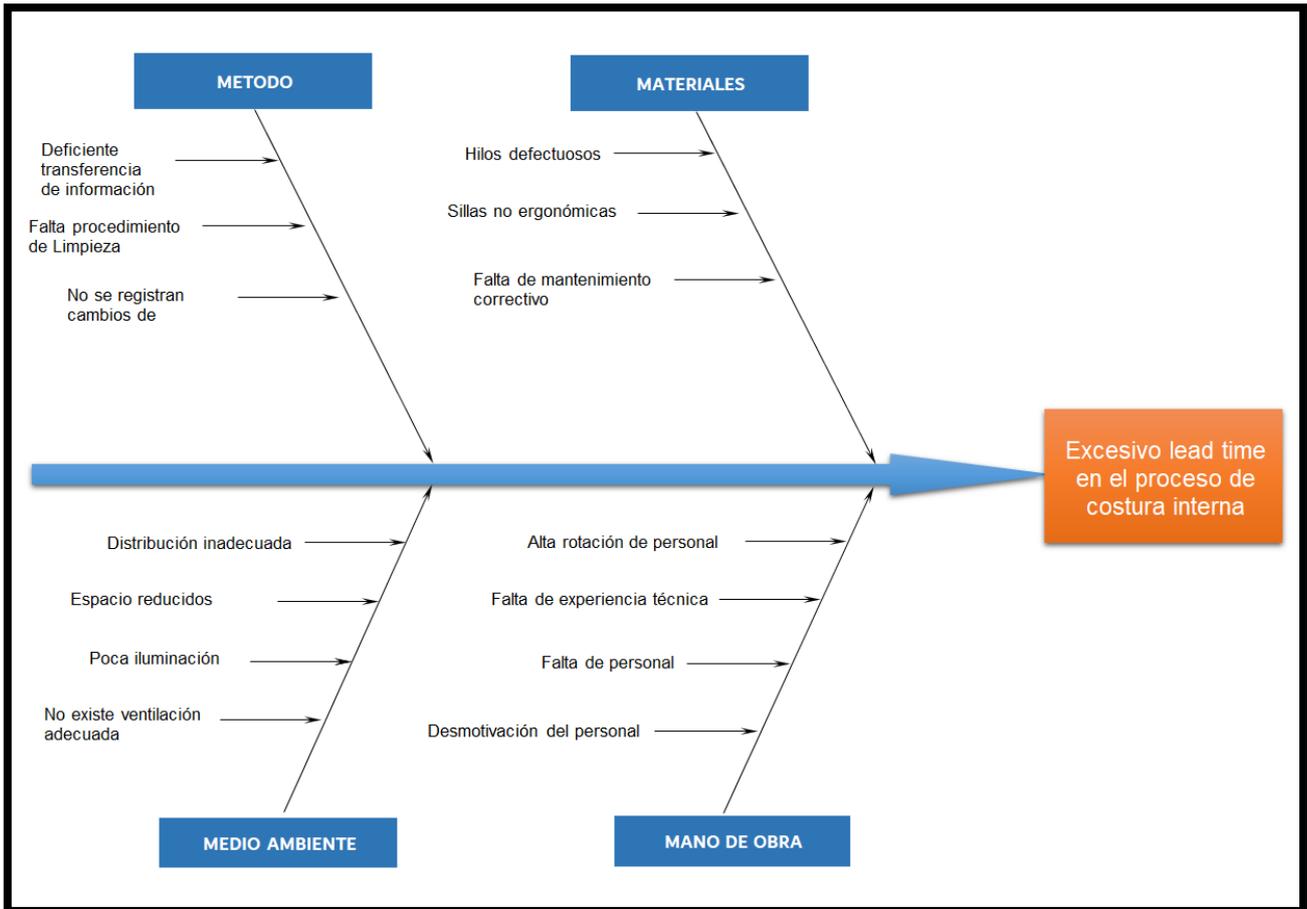


Figura 16. Diagrama de Ishikawa del problema de la Empresa
Elaboración propia

Se utiliza el Diagrama de Ishikawa para obtener una visión general de las causas de los problemas identificados, pero para profundizar en el análisis de estas causas, se recurrirá a la herramienta de los 5 porqués. A continuación, se presentará cómo se aplicará esta herramienta en la **Tabla N° 16**.

Tabla 16. Los 5 Por Qué's

Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Alta rotación del personal.	Descontento con el nivel de incentivo monetario.	Tarifas por minuto muy bajas	No existe tiempos estándares al 100% de las operaciones.
Distribución no adecuada en las operaciones.	Desmotivación del personal.	Tiempos improductivos en horarios laboral.	Movimientos innecesarios de los operarios y prendas

Falta de aseguramiento de defectos de costura	No hay control de limpieza de máquinas de costura.	Desconocimiento en la forma de limpiar y calibrar máquina.	No existe un procedimiento de limpieza de máquinas de costura
Deficiente transferencia de información.	Reunión extendida pero no concisa.	Durante la reunión de producción no se revisan todos los puntos a tratar.	No utilizan un checklist para verificar que se transfiera toda la información a costura

Elaboración propia

4.4.4 Planteamiento de mejoras

Teniendo las causas raíces determinadas anteriormente se propone una contramedida para cada una, tal cual se indica en la **Tabla N° 17**.

Tabla 17. Planteamiento de mejoras en la Empresa

CAUSA RAIZ	CONTRAMEDIDA	HERRAMIENTA
No existe tiempos estándares al 100%	Estudio de tiempos y movimientos para optimizar las operaciones y los movimientos del personal.	Balanceo de Líneas
Movimientos innecesarios de los operarios y prendas		
No existe un procedimiento de limpieza de máquinas de costura	Capacitar al personal operativo para asegurar prendas limpias	Plan de Capacitación
No utilizan un checklist para verificar que se transfiera toda la información a costura	Elaborar el checklist con el que se verificará que toda la información	Procedimientos
	necesaria para el proceso de costura	

Elaboración propia

CAPÍTULO 5. PROPUESTAS DE MEJORA

5.1 BALANCEO DE LINEAS DE PRODUCCIÓN

El balanceo de líneas de producción nos representa un flujo continuo de operaciones, en donde un grupo de tareas se reparten en algunas estaciones de trabajo. La Tabla N° 18 se exhibe el cronograma de propuestas de mejora.

Tabla 18. Cronograma de Implementación de Balance de Líneas y Estandarización de operaciones

ACTIVIDADES		TIEMPO (SEMANAS)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Realizar Diagnóstico		1								
Determinación de la propuesta		1								
Reunión sobre las herramientas		1								
1.	Comunicar las herramientas									
2.	Formar equipo de trabajo									
Realizar actividades preliminares de las herramientas		1								
1.	Capacitación a todo el personal involucrado									
Ejecución de las herramientas		4								
1.	Estudios de tiempo									
2.	Estudio de movimientos									
3.	Estandarización de operaciones									

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Takt Time

Se sabe que el *Takt Time* es el tiempo promedio entre el inicio de una determinada tarea o actividad y el inicio de la tarea siguiente; donde ambos inicios son determinados para poder cumplir con la demanda del área comercial. Por ello se hace el computo tomando de referencia la demanda del tipo de prenda con mayor tamaño de producción.

En esta situación de estudio, se tiene al departamento de confecciones con una mayor demora en la entrega de la producción, según los indicadores ya analizados anteriormente.

Vamos a tomar una proyección estimada para el siguiente mes, lo cual es equivalente a 130 000 prendas (Polo Box) cuya información es proporcionada por el área de comercial. Con este volumen se podrá analizar y determinar el *Takt Time* teniendo como base la jornada laboral diaria (aquí no incluiremos las horas extras); es decir, un total de 9.5 horas diarias equivalentes a 570 min diarios o 34 200 segundos al día.

$$T. takt = \frac{34200 \text{ segundos}}{6500 \text{ prendas}} = 5.26 \frac{\text{segundos}}{\text{prendas}}$$

Para cumplir con la demanda planificada por la oficina comercial y PCP, el *Takt Time* nos brinda la información de cuánto es el tiempo permitido en el que puede pasar una prenda del área de costura a la siguiente área.

Sabemos que en muchas actividades puede acontecer imprevistos y en muchos casos es recomendable planear toda producción en base a un tiempo límite, debido a ello se hará un ajuste necesario para poder trabajar con una holgura. Tuvimos un resultado de 5.26 segundos/prenda, pero haremos un ajuste donde el tiempo límite

permitido para salir del departamento de costura es de 5 segundos/prenda, este valor puede ser ajustado según los resultados determinados, dicho ajuste hace referencia a un 5% de holgura.

5.1.2 Tiempo Pitch

Se calculó el Takt Time anteriormente, el cual es la medición del tiempo por cada prenda que va a salir del departamento de costura. Pero, al ser un tiempo reducido (5 s por prenda) es preferible obtener el *Pitch Time* referente a un paquete significativo de prendas lo cual nos deja tener una mayor vigilancia de las prendas que van saliendo del departamento de costura.

Para el caso de estudio hemos obtenido un *Pitch Time* como referencia de un paquete de 20 prendas; este será el paquete a movilizarse entre lugares de trabajo para poder observarse de manera eficiente. Este tamaño de paquete ha sido considerado ya que es la forma más apropiada para un traslado entre puestos de trabajo sin la necesidad de incurrir en mucho desgaste físico.

$$T_{pitch} = 5 \times 20 = 100 \text{ segundos}$$

5.1.3 Balance de Líneas

Una vez obtenido el *Pitch Time* se podrá hacer el balanceo respectivo sobre el total de maquinarias y/o lugares de laburo por sendas tareas dentro del proceso. Teniendo como referencia al Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) se elaboró un diagrama de flujo resaltando la totalidad de operaciones de la cadena esencial y las que pueden desarrollarse de forma simultánea; tal cual se muestra en la **Figura N° 17**.

Como salida de la cadena productiva, del área de costura, se tiene una demanda proyectada igual a 130 000 prendas mensuales y un Pitch Time de 100 segundos por

cada lote 20 unidades. Con todos estos parámetros se realiza el balance de línea inicial.

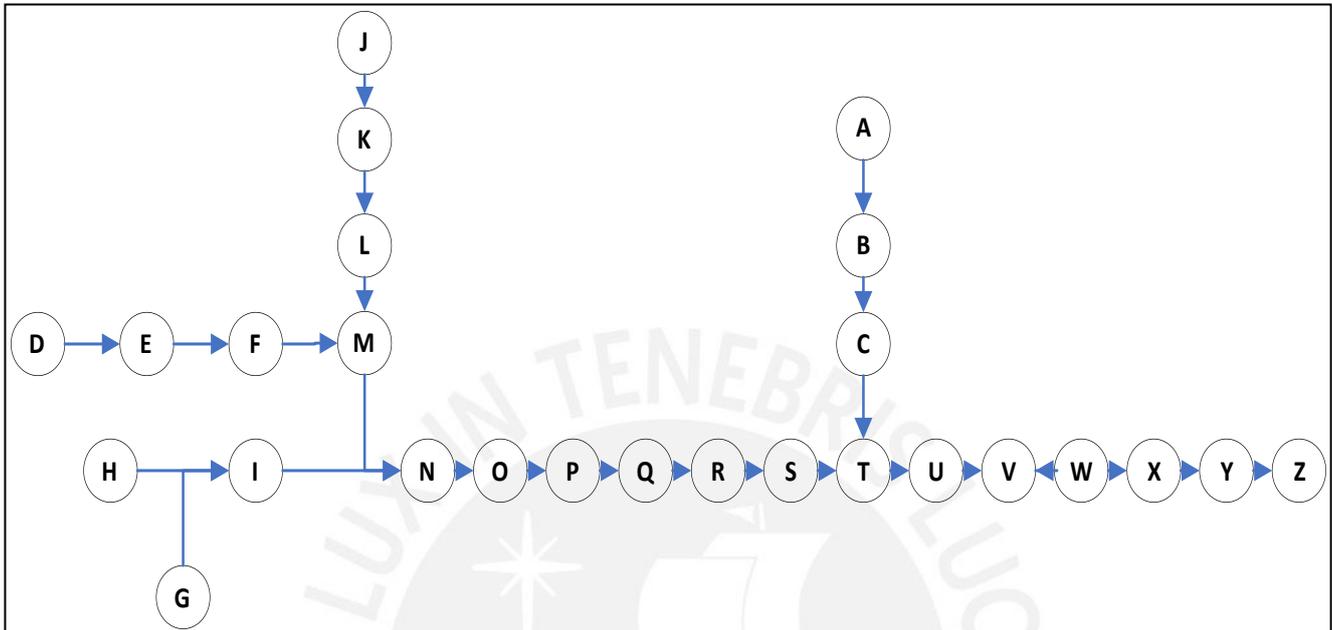


Figura 17. Diagrama de flujo de producción de prenda (polo Box)

Elaboración propia

Al realizar el balance de líneas respectivo nos dará a conocer la cantidad necesaria de maquinarias y/o puestos de trabajos que se solicitan para mantener controlado el ritmo de producción establecido. Asimismo, en la **Figura N° 18** se detallan los tiempos estándares de todas las operaciones del proceso en la confección de una prenda (polo box), asimismo, se observa una alta variabilidad entre cada uno de los tiempos estándares de cada operación. Debido a esta variabilidad, los tiempos más elevados necesitarán mayor número de puestos de trabajo, como también utilizar un correcto estudio de tiempos y métodos para poder reducirlos.

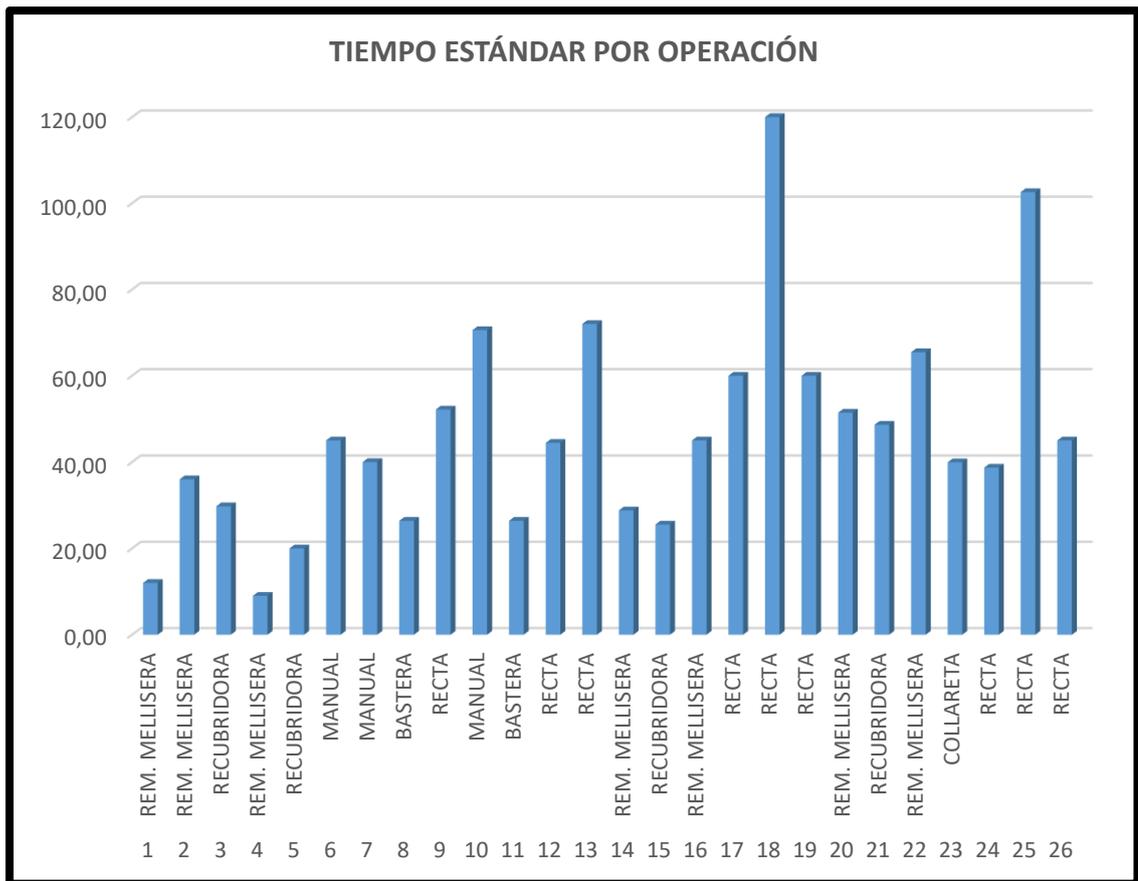


Figura 18. Tiempo estándar de una prenda

Elaboración propia

El objetivo fundamental del balance de líneas que se va a realizar es obtener que las cadencias de cada una de las operaciones de la prenda (Polo Box) no sean mayores que las cadencias que necesitamos para nuestro proceso (5 segundos por prenda; asimismo, también optimizar la cantidad de puestos de trabajo mediante el aumento del porcentaje de utilización.

En la siguiente **Tabla N° 19** se muestra los tiempos estándares por operación (expresada en segundos) los cuales fueron elaborados teniendo como referencia al Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) de la prenda en estudio (Polo Box). También se observa el tiempo de ciclo, que es obtenido mediante la suma de los

tiempos por cada operación, el cual para nuestro caso de estudio es de 1,214.87 segundos. Luego se procede a calcular el número de puestos de trabajo (teórico) que en su inicio debemos tener dentro del proceso.

Tabla 19. Secuencia de Operaciones de Polo Box

TAREA	N°	OPERACIÓN	MÁQUINA	T STD
A	1	CERRAR CUELLO	RECTA	16,36
B	2	UNIR HOMBRO	REMALLE	28,80
C	3	PEGAR CUELLO	REMALLE	45,60
D	4	PASAR TAPETE	TAPETERA	38,70
E	5	RECUBIERTO DE CUELLO	RECUBRIDORA	42,35
F	6	PEGAR MANGA	REMALLE	79,80
G	7	CERRAR COSTADO	REMALLE	52,98
H	8	BASTA MANGA	RECUBRIDORA	60,00
I	9	BASTA FALDON	RECUBRIDORA	84,60
J	10	PEGAR ETIQUETA	RECTA	30,00
K	11	VOLTEAR PRENDA	MANUAL	19,92
TOTAL				499,12

Elaboración propia

Para determinar el número de puestos de trabajo se realiza una relación entre el tiempo total de trabajo y el *Takt Time*, dicha fórmula corresponde de la siguiente manera:

$$N^{\circ} \text{ puestos de trabajo} = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{Takt Time}} = \frac{1214.87 \text{ segundos}}{5 \text{ segundos}} = 242.97 \text{ puestos}$$

Mediante este cálculo la cantidad de puestos que obtenemos sería de 243 puestos en el proceso; sin embargo, al tener este valor tan elevados nos permite analizar que las operaciones con los tiempos por encima del *Takt Time* pueden ser agrupadas o desagrupadas, dependiendo del caso, para obtener el objetivo planteado.

El balance próximo a calcular se enfocará en aumentar la cantidad de puestos de trabajo por cada operación con el propósito de poder abastecer a la próxima operación con un lote de 20 prendas en el tiempo máximo de 100 segundos, establecido en el *Pitch Time* ya calculado anteriormente.

Para determinar el número de puestos de trabajo por cada de operación se debe una relación entre el producto del tiempo estándar de la operación misma con el lote (20 unidades para nuestro estudio), y el *Pitch Time*; tal cual se expresa en la siguiente fórmula.

$$N^{\circ} \text{ puestos de trabajo} = \frac{\text{Tiempo estándar} \times \text{Lote}}{\text{Pitch Time}}$$

Para nuestro estudio de la empresa se ha realizado agrupación solo si son de manera consecutiva, además que utilizan la misma maquinaria y que pertenezcan a la misma pieza de la prenda (Polo Box).

Con la formula explicada anteriormente, la cantidad de puestos de trabajo necesarias para la operación A sería la siguiente:

$$N^{\circ} \text{ puestos } A_B = \frac{(12 + 36) \times 20}{100} = 9.6 \text{ puestos}$$

Como se puede observar aquí se ha tomado una agrupación de dos operaciones ya que en ambas se utiliza la misma maquinaria (Remalle Mellisera).

Ahora se calculará el número de puestos de trabajo para la operación C:

$$N^{\circ} \text{ puestos } C = \frac{29.75 \times 20}{100} = 5.95 \text{ puestos}$$

Ahora se calculará el número de puestos de trabajo para la operación D:

$$N^{\circ} \text{ puestos } D = \frac{9 \times 20}{100} = 1.80 \text{ puestos}$$

Y así sucesivamente se realiza el cálculo de la cantidad de puestos de trabajo con todas las tareas restantes (A hasta Z).

A continuación, se muestra en la **Tabla N° 20** el número de puestos de trabajo determinadas en cada operación de una prenda (Polo Box).

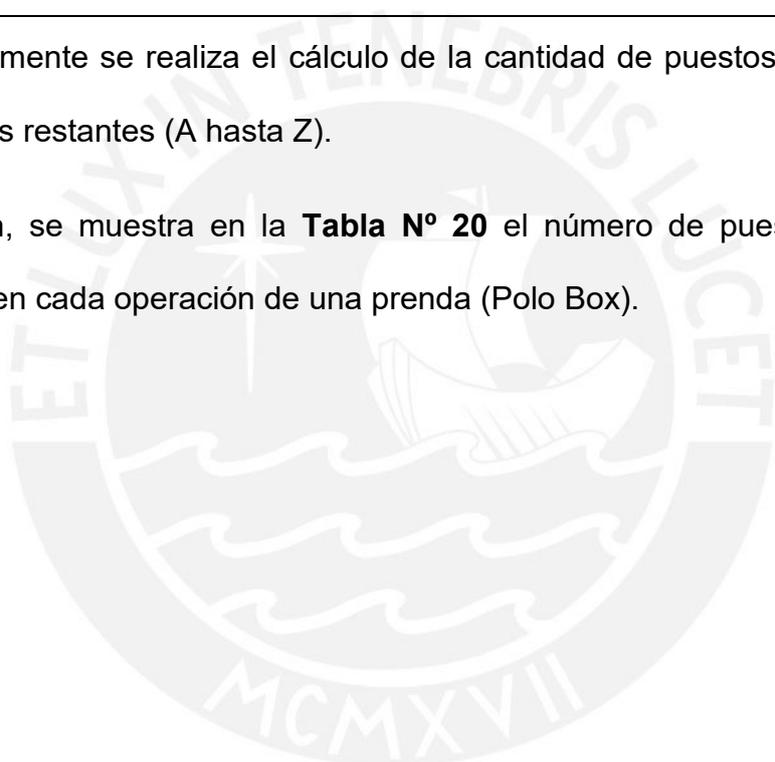


Tabla 20. Balance de Línea de Polo Box

EST	TAREA	MÁQUINA	T Stand (seg.)	Nº puestos teóricos	Nº puestos reales	Cadencia
1	A	REM. MELLISERA	12.00	9.60	10.00	4.80
	B	REM. MELLISERA	36.00			
	C	RECUBRIDORA	29.75	5.95	6.00	4.96
2	D	REM. MELLISERA	9.00	1.80	2.00	4.50
	E	RECUBRIDORA	19.98	4.00	4.00	5.00
	F	MANUAL	45.00	9.00	9.00	5.00
3	G	MANUAL	40.00	8.00	8.00	5.00
4	H	BASTERA	26.40	5.28	6.00	4.40
	I	RECTA	52.18	10.44	11.00	4.74
5	J	MANUAL	70.59	14.12	15.00	4.71
	K	BASTERA	26.40	5.28	6.00	4.40
	L	RECTA	44.45	23.29	24.00	4.85
	M	RECTA	72.00			
6	N	REM. MELLISERA	28.80	5.76	6.00	4.80
	O	RECUBRIDORA	25.53	5.11	6.00	4.26
	P	REM. MELLISERA	45.00	9.00	9.00	5.00
	Q	RECTA	60.00	48.00	48.00	5.00
	R	RECTA	120.00			
	S	RECTA	60.00			
	T	REM. MELLISERA	51.43	10.29	11.00	4.68
	U	RECUBRIDORA	48.65	9.73	10.00	4.86
	V	REM. MELLISERA	65.45	13.09	14.00	4.68
	W	COLLARETA	39.96	7.99	8.00	5.00
	X	RECTA	38.70	37.26	38.00	4.90
	Y	RECTA	102.60			
	Z	RECTA	45.00			
			1214.87	242.97	251.00	

Elaboración propia

Teniendo el balance de línea se obtiene la cadencia de cada una de las operaciones por debajo de nuestro objetivo planteado, así lo muestra la **Figura N° 19**.

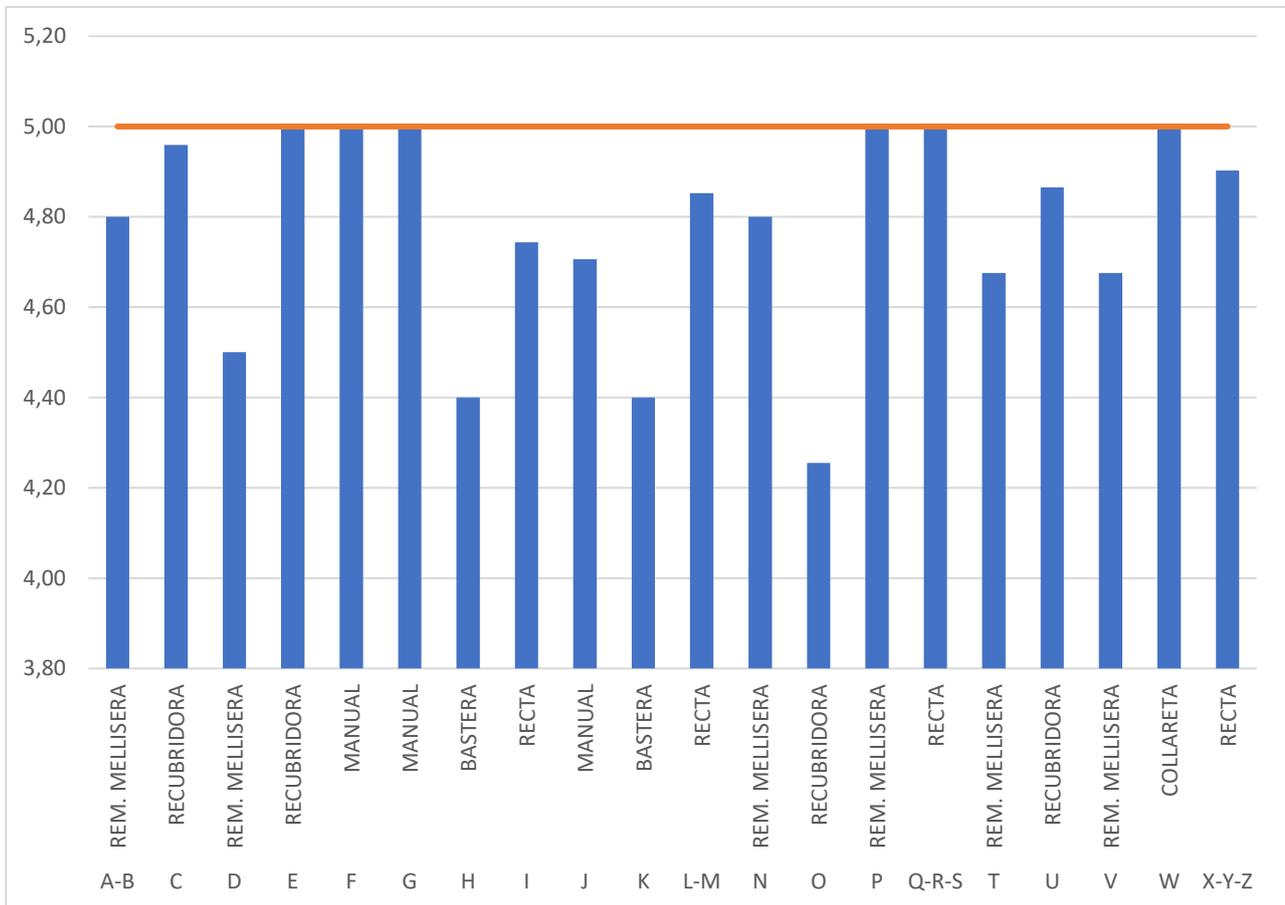


Figura 19. Cadencia por Operación

Elaboración propia

5.2 SIMULACIÓN INICIAL DEL BALANCE

5.2.1 Resultados iniciales

Se ha presentado una corrida inicial del balance de línea por un lapso de tiempo de 34 200 segundos lo que equivale a unos 570 minutos de jornada laboral diaria. Con esta información se ha obtenido algunos resultados favorables, los cuales se detallan a continuación:

Producción mensual

Luego de la corrida inicial del balance de línea, teniendo en cuenta la cantidad de puestos de trabajo ajustados, se ha obtenido un volumen de producción de 136 800 prendas (Polos Box). Este resultado se encuentra por encima de las expectativas puesto que el balance de línea fue realizado para un volumen de 130 000 prendas (Polos Box) y además se inclinó hacia arriba el ajuste de cantidad de puestos de trabajo.

Uso de Recursos

Un punto importante del balance de línea es el porcentaje de utilización de recursos (de manera real). Con este indicador permite validar la relación que existe entre número de puestos teóricos con el número de puestos asignadas (a criterio propio).

En la siguiente **Tabla N° 21** se muestra un breve resumen del porcentaje de utilización de los puestos de trabajo, con dicha información nos permitirá analizar los que tienen valores bajos para aplicar herramientas que nos permitan reducir el número de puestos trabajo, uno de ellos es el estudio de tiempos y movimientos.

Tabla 21. Utilización (%) máximos y mínimos

TAREA	MÁQUINA	% Utilización
E	RECUBRIDORA	100%
F	MANUAL	100%
G	MANUAL	100%
P	REM. MELLISERA	100%
Q-R-S	RECTA	100%
W	COLLARETA	100%
T	REM. MELLISERA	94%
V	REM. MELLISERA	94%
D	REM. MELLISERA	90%
H	BASTERA	88%
K	BASTERA	88%
O	RECUBRIDORA	85%

Elaboración propia

5.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5`S

La herramienta en cuestión tiene como objetivo mejorar la eficiencia organizacional a través de la optimización del tiempo de búsqueda de insumos y materiales necesarios para la realización de las tareas laborales. Además, se busca fomentar un ambiente de trabajo ordenado y limpio, que contribuya a aumentar la motivación de los trabajadores y a mejorar la seguridad en el lugar de trabajo. Estos objetivos se lograrán a través de la reducción de los desperdicios.

Para llevar a cabo una implementación exitosa de las 5S, es necesario seguir un proceso de planificación y preparación previa, que incluya:

- ✚ Una difusión por parte de la gerencia, que incluya un compromiso sólido en la implementación, la identificación de los cambios necesarios y la asignación de los recursos requeridos.
- ✚ Capacitación para todo el personal operativo en la metodología 5S y las técnicas asociadas.
- ✚ Formación de equipos de trabajo que incluyan a la alta gerencia y a algunos participantes directos en el proceso. Estos equipos deben estar liderados por una persona con competencias en liderazgo y otras habilidades relevantes. El equipo encargado del proyecto debe estar consciente del objetivo detrás del desarrollo de la metodología 5S en el sistema productivo.

Para ello, se sugiere convocar una reunión con todos los operarios involucrados en el proceso productivo y sensibilizarlos sobre la importancia de cumplir con esta herramienta en su día a día laboral. Además, se deben fomentar los esfuerzos colaborativos para definir las directrices de implementación, coordinar acciones para mantener, mejorar y difundir el progreso de las Cinco Eses.

Se recomienda realizar una evaluación previa del estado actual a través de una herramienta que permita validar la aplicación de cada una de las 5S, y considerar la grabación por medio de video o fotografías del estado actual de los equipos y el proceso.

Por último, se debe comunicar de manera efectiva el proyecto 5S a través de diferentes medios como crear un lema, un boletín interno, carteles, y actualizar los planos de distribución para identificar las áreas clave y establecer puntos de control.

Se propone elaborar un cronograma general de actividades, con una estimación del tiempo de desarrollo y la identificación de los responsables encargados de la ejecución del proyecto 5S.

Este cronograma, como se muestra en la **Tabla N° 22**, debe ser objeto de revisiones periódicas para hacer los ajustes necesarios en caso de ser requeridos.

Tabla 22. Cronograma de Implementación de las 5`S

ACTIVIDADES		TIEMPO (SEMANAS)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Realizar Diagnóstico		2								
Determinación de la propuesta		1								
Reunión para comunicar los resultados y propuesta 5`S										
1.	Sensibilidad y presentación de 5`S									
2.	Formar equipo 5`S									
Realizar actividades preliminares de las 5`S		1								
1.	Capacitación a todo el personal involucrado									
2.	Elaborar responsabilidades									
Ejecución de la metodología 5`S		6								
1.	Clasificar									
2.	Ordenar									
3.	Limpiar									
4.	Estandarizar									
5.	Autodisciplina									

Fuente: Elaboración propia

FASE I: SEIRI – Clasificación

En la primera fase, denominada SEIRI (Clasificación), se trata de optimizar el lugar de trabajo a través de la clasificación de los materiales y herramientas que están presentes en las líneas de costura, separándolos en aquellos que son útiles y aquellos que no lo son. La colaboración de los operarios es esencial para precisar la importancia de cada herramienta en la zona de laburo.

La clasificación se llevará a cabo a través de un esfuerzo conjunto entre supervisores y operarios, los cuales decidirán que herramientas o materiales son necesarios y darán las indicaciones para que estén a la mano en el lugar requerido, mientras que los no son útiles se almacenen en una ubicación adecuada. Entre los materiales clasificados como innecesarios:

Durante esta fase de clasificación, se busca identificar y separar los recursos que ya no agregan valor en el lugar de la tarea, dividiéndolos en tres categorías: **elementos dañados, obsoletos y de más o innecesarios**. La colaboración del personal operativo es fundamental para determinar qué elementos son necesarios y cuáles no lo son.

Los **elementos dañados** serán evaluados para determinar su utilidad y aquellos que ya no tienen un uso práctico serán destinados a un espacio determinado para su reparación o descarte. Los **elementos obsoletos** serán descartados y los **elementos innecesarios** serán retirados.

Seguirá un desarrollo secuencial, tal como se indica en la **Figura N° 20** para clasificar los recursos necesarios según la cantidad de usos y asignar su destino en almacenes de producción o de planta.

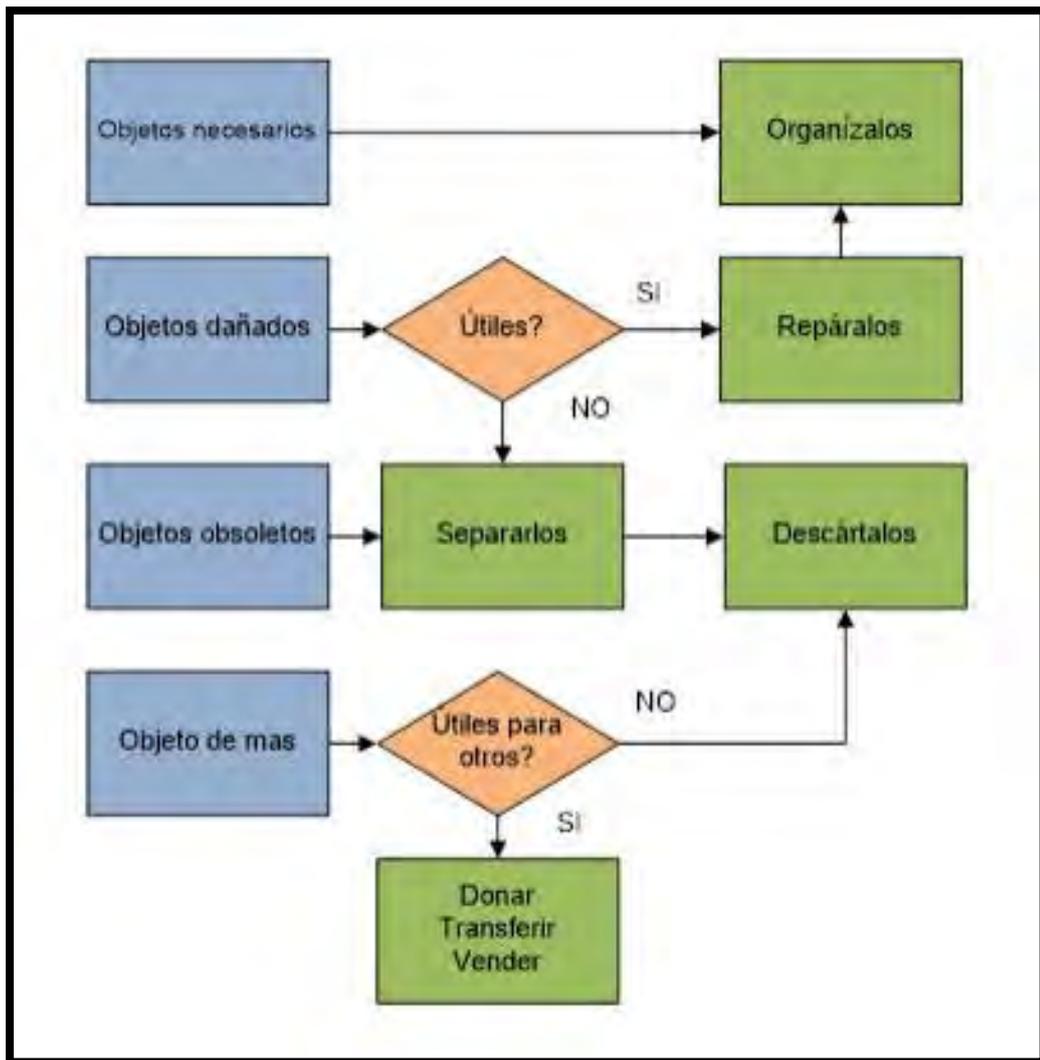


Figura 20. Proceso secuencial de clasificación

Elaboración propia.

Se proporcionará un formato "Tarjeta Roja" para registrar la información sobre cada objeto, incluyendo fecha, numeración, línea, cantidad, nombre, y una lista de acciones a realizar, así como un espacio para comentarios y la toma de acción, como se puede ver en la **Figura N° 21**.

METODOLOGIA 5S		Nº	
TARJETA ROJA			
Fecha		Línea	
NOMBRE DEL OBJETO		CANTIDAD	UND MEDIDA
No se utiliza		Dañado	
No se necesita		Maltratado	
Uso desconocido		Duplicado	
No sirve/descompuesto		Otros	
Defectuoso			
Acción			
Observaciones			
LA EMPRESA			

Figura 21. Tarjeta Roja

Elaboración propia

La implementación eficiente del programa de tarjetas rojas requiere una realización oportuna en el área, con el fin de evitar la pérdida de voluntad de los colaboradores del área. Tras una consulta con el Líder de Proyecto y el Líder de Recursos Humanos, se acordó un tiempo de 30 minutos cada día con un límite máximo de 3 días para completar la colocación de dichas tarjetas. Previamente, se llevó a cabo un adiestramiento acerca del uso y propósito de las tarjetas mencionadas en esta etapa.

El proceso comenzó con la separación de los materiales y herramientas útiles e improductivos y la colocación simultánea de las tarjetas. La implementación de este mecanismo contó con la cooperación de los directores (gerencia, proyecto y recursos humanos), también se involucraron los jefes de área operativa y los supervisores

Posteriormente, los recursos que se consideraron innecesarios fueron transportados a un almacén específico. Se llevó a cabo un registro enumerado de las tarjetas

impuestas a estos recursos para su posterior evaluación y determinación. Según se indica en la **Tabla N° 23**, se colocaron veinte tarjetas rojas en materiales no útiles, estos en total corresponden a 85 objetos. Además, se coloca como observación los comentarios registrados.

Tabla 23. Resumen de Tarjetas Rojas

N°	Material	Cantidad	Observación
1	Dispensador de agua	2	Eliminar
2	Cajón de madera	4	Eliminar
3	Cajón de plástico	4	Eliminar
4	Cajón de pernos	2	Transferir
5	Armario de metal	2	Transferir
6	Tachos de basura	3	Dañados
7	Bolsas de plástico	12	Eliminar
8	Mascarillas	15	Dañados
9	Ventilador	1	Eliminar
10	Máquina remalladora	4	Inspeccionar
11	Teclado	1	Transferir
12	Escobas	1	Transferir
13	Sillas	6	Eliminar
14	Tijeras	2	Dañados
15	Mesas	2	Eliminar
16	Botellas	6	Eliminar
17	Tapos	10	Eliminar
18	Piqueteras	5	Eliminar
19	Armario de madera	1	Transferir
20	Conos de hilos	2	Eliminar

Elaboración propia

Finalmente, se realizó una reunión con los involucrados para evaluar y precisar que se va hacer con los materiales registrados con tarjetas rojas, las acciones pueden ser su eliminación, transferencia o reordenamiento. La evaluación de la puesta en marcha de las tarjetas rojas es positiva debido a que se involucraron todos los colaboradores del área. Se identificaron recursos que ocupaban un espacio innecesario y por ello algunos fueron trasladados o eliminados.

Se puede visualizar una representación de los resultados finales con relación a la disposición de los recursos marcados con las Tarjetas Rojas en la **Tabla N° 24**.

Tabla 24. Resumen de Tarjeta Rojas

Ítem	Número de Tarjetas
Elementos eliminados	12
Elementos transferidos	6
Elementos ordenados	2
Total	20

Elaboración propia

El total de tarjetas aplicadas es de 20, de las cuales 12 se eliminaron, representando el 60% de las tarjetas colocadas. El 30% restante, correspondiente a 6 tarjetas, fue transferido a mantenimiento, mientras que un 10% (2 tarjetas) fue ordenado.

FASE II: SEITON – Ordenar

En esta fase se busca perfeccionar la eficiencia y eficacia en la gestión de materiales y herramientas, a través del establecimiento de un orden eficiente. Para lograrlo, se identificarán zonas o espacios específicos para la clasificación de los elementos.

La identificación de los elementos en sus respectivos lugares de trabajo o almacenamiento permitirá una ubicación más rápida y eficiente de los materiales, herramientas y documentos. Además, esto contribuirá a aumentar el buen concepto de la organización frente a los clientes, mejorar el monitoreo de los stocks de materiales y repuestos y mejorar la concertación en la realización de trabajos.

Finalmente, recursos se ubicarán de acuerdo a su frecuencia de uso, siguiendo como guía la **Figura N° 22**.



Figura 22. Agrupación según prioridades

Fuente: Manual de Calidad 5S

Luego de aplicar el uso de tarjetas rojas, se espera observar una modesta transformación en la zona de costura, ello impulsará la posterior fase de la aplicación de las 5S. En esta fase, se requiere enfocarse en: precisar las subáreas dentro del área de costura, mapear el flujo de procesos en costura, generar una relación de las subsecciones y las plataformas de trabajo necesarias, y localizar las máquinas de costura no pertenecientes a la línea de producción.

Se requiere determinar los recursos para una mayor claridad visual en la selección de subáreas, los cuales son 3 gal. de pintura, letreros y etiquetas concedidos por el área de mantenimiento de la organización.

Todo el personal de costura estará involucrado en colocar los letreros en las subáreas, las cuales serán:

- Mesas de inspección
- Plataforma de control de calidad
- Zona de avíos
- Zona de producto terminado
- Mesa del supervisor
- Mesa de mecánica.

Después de ubicar los rótulos, también se deben colocar la identificación que será el código de serie en cada máquina. Además, se debe tener en cuenta que existe una diferencia entre área de trabajo y área de tránsito, delimitando las líneas de producción, mesas de inspección, control de calidad, supervisor, mecánica y estante de avíos. Finalmente, se colorea la zona de confecciones para motivar a los trabajadores y mejorar la apariencia del área.

La ejecución de la limpieza tiene como objetivo fomentar una cultura de mantenimiento y orden en el lugar de trabajo. Para lograr esto, se requiere una planificación cuidadosa, que incluya capacitación para el personal, provisionamiento de los insumos necesarios y un horario adecuado para su ejecución.

Una vez establecido el lugar para cada elemento en base a sus características y las necesidades del puesto de trabajo, se procede a la eliminación de la suciedad y la realización de inspecciones para prevenir futuros problemas. La implementación de esta fase requiere la definición de un horario de limpieza, la creación de un mapa 5S y una lista de chequeo.

Sin embargo, en la EMPRESA., los horarios de limpieza no se encuentran establecidos de manera adecuada. La **Tabla N° 25** presenta los horarios en los cuales la limpieza se llevará a cabo eficazmente.

Tabla 25. Horario de limpieza

Item	Horario
Limpieza inicial	07:55 am - 8:05 am
Limpieza intermedia	12:20 pm - 12:30 pm
Limpieza final	06:15 pm - 06:25 pm

Elaboración propia

El propósito de la limpieza es identificar los problemas que causan detenciones en las máquinas en la línea de producción. Los trabajadores y los mecánicos han contribuido con ideas y han analizado las causas de las detenciones ineficientes. Las ideas de todo el personal se han agrupado y resumido en las siguientes.

Puntada saltada: puede ser causada por un hilo mal enrollado en la bobina o una aguja mal colocada. También puede ocurrir en telas sintéticas, para solucionarlo se deben poner papel tipo seda en la parte inferior de la costura antes de realizar la actividad de costura.

Puntadas irregulares: pueden ser causadas por una mala entrelazación de los hilos entre en la unión de dos telas. La solución en este caso es, se ajusta dando la tensión adecuada al hilo superior.

El hilo superior se rompe: la causa es que no se usa un hilo acorde con las dimensiones de la aguja. La solución en este caso es que, es remplazar la aguja acorde al grosor que requiere el hilo.

La aguja se rompe: su causa generalmente es por un manejo brusco de la tela. Para prevenirlo, se orienta levemente la tela y luego esperar que el equipo haga el trabajo de transportar la tela.

La máquina se siente pesada: esto puede ocurrir porque no se hace mantenimiento adecuado en lubricación y limpieza. Para resolverlo, se deba plantear el mantenimiento rutinario, que será aplicado en la tercera fase de la implementación.

Este plan incluirá limpieza, lubricación y check list de verificación de cada máquina asignada a cada operario (consultar **Tabla N° 23**) con el objetivo de mejorar la constancia y buen funcionamiento, con ello alargar la vida útil del equipo. **Ver Anexo**

Se requiere asignar tareas a los departamentos correspondientes para realizar las labores de mantenimiento en los equipos de coser.

Responsabilidad del Departamento de Limpieza:

- Elaborar dos paquetes de tela para realizar la limpieza de equipos cada dos semanas para el área de costura, señalando que son para realizar la limpieza de equipos, estos recursos serán orientados a los encargados de mecánica. El día viernes a más tardar a las 3:00 p.m. será el plazo máximo para realizar esta entrega al encargado de mecánica.

Tabla 26. Actividades en la limpieza de maquinaria

N.º PASOS	ACTIVIDADES
PASO 1	Apagar la máquina de Costura antes de comenzar con el proceso de Limpieza.
	Retirar las prendas de la mesa de trabajo de manera ordenada.
PASO 2	Tapar las prendas de las mesas auxiliares.
	Retirar mesas auxiliares del área de trabajado y prendas empaquetadas.
PASO 3	Limpiar cuidadosamente el cabezal, parte Superior.

	Limpiar cuidadosamente Cabezal, parte Posterior.
	Limpiar el portaconos.
PASO 4	Subir el protector visual.
	Retirar cuidadosamente la prensatela.
	Abrir la tapa Móvil Lateral.
PASO 5	Bajar la barra de aguja.
	Humedecer un retazo de Tela con Bencina sin desperdiciar.
	Limpiar la Barra de Aguja con mucho cuidado.
	Limpiar el Mecanismo del Prensatela.
PASO 6	Subir la barra de aguja.
	Colocar el Prensatela.
PASO 7	Abrir la Tapa Móvil Frontal.
	Limpiar solamente con Brocha, los mecanismos de impelente y alrededores.
	Limpiar solamente con Brocha, los conjuntos guía hilo de tapa frontal.
PASO 8	Humedecer otro retazo de tela con Bencina.
	Limpiar todas las zonas afectadas con pelusas.
PASO 9	Cerrar la tapa móvil lateral.
	Cerrar la tapa móvil frontal.
PASO 10	Bajar el protector visual de la máquina.
PASO 11	Encender la Máquina de Costura.
	Probar la máquina, en un retazo de tela, hasta sacar el hilo contaminado, por la suciedad.
PASO 12	Dejar un papel testigo debajo del pie prensatela.

Elaboración propia

Responsabilidad del Departamento de Mantenimiento:

- Ejecutar las actividades en conjunto con el supervisor de costura para suministrar recursos para la realización de limpieza de máquinas a cada línea de producción.

- Validar que se haya realizado la limpieza por el maquinista en el inicio, descanso y en el fin de turno, con la finalidad de generar el reporte para luego informar con estas sobre la situación encontrada a la dirección de producción, para usamos el “papel testigo”
- Examinar la información proporcionada por el control de calidad sobre los resultados del estado de cada una de las maquinas, esto se hará en conjunto con el responsable del área de costura.
- Evaluar y aplicar recomendaciones planteadas por el departamento de control de calidad
- Capacitar repetidas veces a los operarios de las maquinas, sobre la limpieza de estos y uso del “papel testigo”.
- Analizar los consumos de recursos (bencina) y mandar un informe mensual a los involucrados (Jefatura Inmediata, Jefatura de Costura y Gerencia de Operaciones).

Responsabilidad del Supervisor de Costura:

- Estar en constante comunicación con el encargado de mantenimiento para asegurar el suministro adecuado de recursos (bencina, retazos de tela) para garantizar que cada operario de las líneas de costura, cuenten con estos recursos.
- Verificar que cada operario cumpla con el procedimiento de limpieza, con el fin de informar a la jefatura y corregir las incidencias.
- Comunicar y evaluar en conjunto con las jefaturas involucradas sobre el desempeño de las máquinas y con estas evidencias aplicar las medidas preventivas y correctivas necesarias para el proceso.

Responsabilidades del Jefe de Proyecto:

- Brindar la capacitación al personal en cargo de la operación sobre los procedimientos de limpieza adecuados para los equipos de coser.
- Supervisar el progreso de la implementación y preparar reportes relevantes.

Responsabilidades del Jefe de Calidad:

- Evaluar el procedimiento con el cual se realizará la limpieza de los equipos de coser (BPM).
- Producir un reporte para presentarlo al supervisor de la línea de costura y al responsable mecánico de la línea para tomar acciones correctivas.
- Dar un reporte de evaluación de la limpieza de las máquinas de coser a la jefatura de producción.
- Estar con constante comunicación con las jefaturas correspondientes de la implementación de acciones correctivas.

FASE 4: SEIKETSU – Estandarizas

En la presente fase, se busca preservar el logro obtenido, gestionando normas para la práctica de las tres primeras "S". La cuarta "S" está estrechamente vinculada con la formación de estándares para mantener el ambiente de trabajo en excelentes condiciones.

Para garantizar la continuidad de los conocimientos adquiridos por el personal operativo hasta este momento, es necesario establecer una costumbre. Para lograr ello, se asignarán responsabilidades en cada área, así como horarios para realización de la limpieza en la zona de trabajo y baños.

Además, se debe indicar que el colaborador debe estar antes de 8:00 a.m. para colocarse la indumentaria adecuada y trasladarse a su lugar de trabajo para realizar la limpieza de inicio.

Con el objetivo de generar motivación del colaborador, se debe tener espacio para sus sugerencias para mejorar y darles la oportunidad de exponer sus ideas, generando así mayor familiarización e interiorización con la metodología.

también, es esencial estandarizar lo relacionado con la seguridad salud e higiene industrial, basándose en: uso EPP, correcta señalización de ambientes y zonas de tránsito en las estaciones de trabajo, también se debe señalar lugares como baños, ambientes para aseo, los tachos de basura en cada lugar y las condiciones eléctricas; y la iluminación, ubicando una buena fuente de luz en zona apropiada y sobre todo beneficiarse al máximo de la luz natural.

FASE 5: SHITSUKE – Disciplina

La finalidad de la aplicación de la disciplina es desarrollar la buena usanza de cumplir y practicar adecuadamente los procesos, las normas y las inspecciones establecidas. En relación a la implementación de las cinco "S", la disciplina es fundamental, ya que, la aplicación de las anteriores "S" se desmorona con rapidez.

Este principio no es un elemento tangible por ello medirlo se hace difícil, por el contrario, la clasificación, orden, limpieza y estandarización tienen alguna forma de ser valoradas. De este principio también se puede decir que reside en el interior de cada persona, en su voluntad y solo se puede percibir a través de su conducta. empero, se pueden emplear mecanismos que fomenten su aplicación.

Para fomentar ello, se empleará un mural que expondrá diversos elementos, como, por ejemplo:

- Exhibir fotos que muestren el inicio, el proceso y el después del área de confección, de esta forma, se ilustrará de manera visual los cambios obtenidos.
- Destacar los puntos primordiales de las 5 S para que esté presente en el pensamiento del personal operativo.
- Realizar competencias de lemas, frases y logos.
- Distribuir afiches y pegar posters

Además, se incluirá en las inducciones para el personal nuevo, un tiempo destinado a explicar la filosofía de las 5 "S", con el fin de mantener los avances logrados en el sistema productivo. Finalmente, se presentarán los puntos destacados en el panel de gestión visual de la implementación de las 5 "S".

5.4 ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Con los datos obtenidos en el balance inicial, se puede establecer aquellos puestos de trabajos que pueden ser mejorados teniendo como criterio principal el porcentaje de utilización de los mismos.

5.4.1 Estudio de movimientos

Identificar los puestos de trabajo con exceso de ajuste.

Para iniciar el reconocimiento de los lugares de trabajo a mejorar usaremos el porcentaje de utilización de los recursos luego del balance de líneas inicial.

Como parte del estudio nos concentraremos en los puestos de trabajo con un exceso mayor al 70%; lo cual quiere decir que el número de lugares de trabajo real no sea

mayor en un 30%. Con lo indicado anteriormente se ha identificado los siguientes puestos de trabajo que muestra la **Tabla N° 27**:

Tabla 27. Puestos de trabajo a mejorar

EST	TAREA	MÁQUINA	N° puestos	N° puestos'	% Utilización	% Exceso
6	V	REM. MELLISERA	13.09	14	94%	91%
6	O	RECUBRIDORA	5.11	6	85%	89%
6	X-Y-Z	RECTA	37.26	38	98%	74%
4	H	BASTERA	5.28	6	88%	72%
5	K	BASTERA	5.28	6	88%	72%
5	L-M	RECTA	23.29	24	97%	71%
6	T	REM. MELLISERA	10.29	11	94%	71%

Elaboración propia

Estudio de movimientos y tiempos en puestos de trabajo

Al precisar cuáles son los lugares de trabajo, asignado a cada colaborador, se hará el estudio necesario a cada una de las operaciones, utilizando el diagrama bimanual. Dicha herramienta nos permitirá conocer las operaciones repetitivas observadas en ambas manos del operario, de esta manera podemos optimizar algunas tareas.

a) Operación V: CERRAR COSTADO

Para la operación CERRAR COSTADO se realiza el diagrama bimanual actual, con la finalidad de observar todos los movimientos actuales para dicha operación, dicho diagrama se puede visualizar en la siguiente **Figura N° 23**.

Posterior a ello, podemos determinar acciones repetitivas y mejoras en los movimientos de ambas manos, utilizando un correcto estudio de tiempos (Ver Anexo) logramos obtener una reducción de tareas, las cuales se evidencian en la **Figura N° 24**.

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: CERRAR COSTADO						
METODO	actual		propuesto								
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇨	□	●	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge piezas
Espera	○	⇨	□	●	▽	○	➡	□	D	▽	Mueve al centro
Fija delantero y espalda	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Fija delantero y espalda
Posiciona	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Posiciona
Mueve a máquina	○	➡	□	D	▽	○	➡	□	D	▽	Mueve a máquina
Remallar costado	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Remallar costado
Voltea pieza	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Voltea pieza
Fija delantero y espalda	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Fija delantero y espalda
Posiciona	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Posiciona
Mueve a máquina	○	➡	□	D	▽	○	➡	□	D	▽	Mueve a máquina
Remallar costado	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Remallar costado
Suelta pieza	●	⇨	□	D	▽	○	➡	□	D	▽	Mueve a zona de recojo
Espera	○	⇨	□	●	▽	●	⇨	□	D	▽	Suelta pieza
Espera	○	⇨	□	●	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge nueva pieza
RESUMEN	8	2		4		10	4				CANTIDAD

Figura 23. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación V

Elaboración propia

Luego del diagrama bimanual se realiza el comparativo entre el método actual y el método propuesto luego del estudio de tiempos, el cual se ve reflejado en la **Tabla N° 28**.

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: CERRAR COSTADO						
METODO		actual		propuesto							
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇒	□	●	▽	●	⇒	□	○	▽	Coge piezas
Espera	○	⇒	□	●	▽	○	⇒	□	○	▽	Mueve al centro
Fija delantero y espalda	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Fija delantero y espalda
Mueve a máquina	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	Mueve a máquina
Remallar costado	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Remallar costado
Voltea pieza	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Voltea pieza
Fija delantero y espalda	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Fija delantero y espalda
Mueve a máquina	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	Mueve a máquina
Remallar costado	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Remallar costado
Mueve zona de recojo	○	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Suelta pieza
Espera	○	⇒	□	●	▽	●	⇒	□	○	▽	Coge nueva pieza
	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	
	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	
	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	
RESUMEN	5	3		3		8	3				CANTIDAD

Figura 24. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación V

Elaboración propia

Tabla 28. Comparativo en operación: cerrar costados

CERRAR COSTADO	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽
ANTES	8	2	0	4	0	10	4	0	0	0
AHORA	5	3	0	3	0	8	3	0	0	0
	-3	1	0	-1	0	-2	-1	0	0	0

Elaboración propia

b) Operación O: RECUBRIR HOMBRO

Para la operación RECUBRIR HOMBRO se realiza el diagrama bimanual actual, con la finalidad de observar todos los movimientos actuales para dicha operación, dicho diagrama se puede visualizar en la siguiente **Figura N° 25**.

DIAGRAMA BIMANUAL						PROCESO: RECUBRIR HOMBRO					
METODO	actual		propuesto								
MANO IZQUIERDA						MANO DERECHA					
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge piezas
Espera	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	D	▽	Mueve al centro
Posiciona	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Posiciona
Mueve a máquina	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Mueve a máquina
Recubrir hombro	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Recubrir hombro
Espera	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	D	▽	Mueve al centro
Espera	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	D	▽	Mueve a zona de recojo
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	D	▽	Suelta pieza
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge nueva pieza
RESUMEN	2	1		6		5	4				CANTIDAD

Figura 25. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación O

Elaboración propia

Posterior a ello, podemos determinar acciones repetitivas y mejoras en los movimientos de ambas manos, utilizando un correcto estudio de tiempos (Ver Anexo) logramos obtener una reducción de tareas, las cuales se evidencian en la **Figura N° 26**.

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: RECUBRIR HOMBRO						
METODO		actual		propuesto							
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge piezas
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Mueve al centro
Posiciona	●	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Posiciona
Recubrir hombro	●	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Recubrir hombro
Mueve al centro	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Mueve al centro
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Suelta pieza
Mueve a zona de recojo	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge nueva pieza
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	
RESUMEN	2	2		3		5	2				CANTIDAD

Figura 26. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación O

Elaboración propia

Luego del diagrama bimanual se realiza el comparativo entre el método actual y el método propuesto luego del estudio de tiempos, el cual se ve reflejado en la **Tabla N° 29**.

Tabla 29. Comparativo en operación: recubrir hombro

	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
RECUBRIR HOMBRO	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽
ANTES	2	1	0	6	0	5	4	0	0	0
AHORA	2	2	0	3	0	5	2	0	0	0
	0	1	0	-3	0	0	-2	0	0	0

Elaboración propia

c) Operación X: FORMAR PINZA

Para la operación FORMAR PINZA se realiza el diagrama bimanual actual, con la finalidad de observar todos los movimientos actuales para dicha operación, dicho diagrama se puede visualizar en la siguiente **Figura N° 27**.

Posterior a ello, podemos determinar acciones repetitivas y mejoras en los movimientos de ambas manos, utilizando un correcto estudio de tiempos (Ver Anexo) logramos obtener una reducción de tareas, las cuales se evidencian en la **Figura N°**

28

DIAGRAMA BIMANUAL						PROCESO: FORMAR PINZAS						
METODO	actual			propuesto								
MANO IZQUIERDA						MANO DERECHA						
Espera	○	⇨	□	●	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge pieza	
Espera	○	⇨	□	●	▽	○	➡	□	D	▽	Hacia el centro	
Posiciona piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Posiciona piezas	
Hacia máquina	○	➡	□	D	▽	○	➡	□	D	▽	Hacia máquina	
Sostiene piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Fijar pinza 1	
Espera	○	⇨	□	●	▽	●	⇨	□	D	▽	Voltea pieza	
Espera	○	⇨	□	●	▽	●	⇨	□	D	▽	Posiciona piezas	
Hacia máquina	○	➡	□	D	▽	○	➡	□	D	▽	Hacia máquina	
Sostiene piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Fijar pinza 2	
Hacia el centro	○	➡	□	D	▽	○	➡	□	D	▽	Hacia el centro	
Espera	○	⇨	□	●	▽	○	➡	□	D	▽	Mueve a zona de recojo	
Espera	○	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Suelta pieza	
Espera	○	⇨	□	●	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge nueva pieza	
RESUMEN	3	3		6		8	5				CANTIDAD	

Figura 27. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación X

Elaboración propia

DIAGRAMA BIMANUAL						PROCESO: FORMAR PINZAS						
METODO	actual			propuesto								
MANO IZQUIERDA						MANO DERECHA						
Espera	○	⇒	□	●	▽	●	⇒	□	○	▽	Coge pieza	
Espera	○	⇒	□	●	▽	○	⇒	□	○	▽	Hacia el centro	
Hacia máquina	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	Hacia máquina	
Sostiene piezas	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Fijar pinza 1	
Posiciona piezas	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Voltea pieza	
Hacia máquina	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	Hacia máquina	
Sostiene piezas	●	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Fijar pinza 2	
Hacia el centro	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽	Hacia el centro	
Mueve a zona de recojo	○	⇒	□	○	▽	●	⇒	□	○	▽	Suelta pieza	
Espera	○	⇒	□	●	▽	●	⇒	□	○	▽	Coge nueva pieza	
RESUMEN	3	4		3		6	4			▽	CANTIDAD	

Figura 28. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación X

Elaboración propia

Luego del diagrama bimanual se realiza el comparativo entre el método actual y el método propuesto luego del estudio de tiempos, el cual se ve reflejado en la **Tabla N° 30**.

Tabla 30. Comparativo en operación: formar pinzas

FORMAR PINZAS	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
	○	⇒	□	○	▽	○	⇒	□	○	▽
ANTES	3	3	0	6	0	8	5	0	0	0
AHORA	3	4	0	3	0	6	4	0	0	0
	0	1	0	-3	0	-2	-1	0	0	0

Elaboración propia

d) Operación K: BASTA FALDON DELANTERO

Para la operación FALDON DELANTERO se realiza el diagrama bimanual actual, con la finalidad de observar todos los movimientos actuales para dicha operación, dicho diagrama se puede visualizar en la siguiente **Figura N° 29**.

DIAGRAMA BIMANUAL						PROCESO: BASTA DE FALDON DELANTERO						
METODO	actual			propuesto								
MANO IZQUIERDA						MANO DERECHA						
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge pieza	
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Hacia el centro	
Posiciona pieza	●	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Posiciona pieza	
Sostiene pieza	●	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Bastear pieza	
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Hacia el centro	
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Mueve a zona de recojo	
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Suelta pieza	
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge nueva pieza	
RESUMEN	2			6		5	3				CANTIDAD	

Figura 29. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación K

Elaboración propia

Posterior a ello, podemos determinar acciones repetitivas y mejoras en los movimientos de ambas manos, utilizando un correcto estudio de tiempos (Ver Anexo) logramos obtener una reducción de tareas, las cuales se evidencian en la **Figura 30**.

Luego del diagrama bimanual se realiza el comparativo entre el método actual y el método propuesto luego del estudio de tiempos, el cual se ve reflejado en la **Tabla N° 31**.

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: BASTA DE FALDON DELANTERO						
METODO		actual		propuesto							
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◑	▽	Coge pieza
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◑	▽	Hacia el centro
Sostiene pieza	●	⇒	□	◑	▽	●	⇒	□	◑	▽	Bastear pieza
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◑	▽	Hacia el centro
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◑	▽	Suelta pieza
Mueve a zona de trabajo	○	⇒	□	◑	▽	●	⇒	□	◑	▽	Coge nueva pieza
RESUMEN	1	2		4		4	2				CANTIDAD

Figura 30. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación K

Elaboración propia

Tabla 31. Comparativo en operación: basta faldón delantero

FALDON DELANTERO	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
	○	⇒	□	◑	▽	○	⇒	□	◑	▽
ANTES	2	0	0	6	0	5	3	0	0	0
AHORA	1	2	0	4	0	4	2	0	0	0
	-1	2	0	-2	0	-1	-1	0	0	0

Elaboración propia

e) Operación H: BASTA FALDON ESPALDA

Para la operación FALDON DELANTERO se realiza el diagrama bimanual actual, con la finalidad de observar todos los movimientos actuales para dicha operación, dicho diagrama se puede visualizar en la siguiente **Figura N° 31**.

DIAGRAMA BIMANUAL						PROCESO: BASTA DE FALDON ESPALDA					
METODO	actual		propuesto								
MANO IZQUIERDA						MANO DERECHA					
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◑	▽	Coge pieza
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◑	▽	Hacia el centro
Posiciona pieza	●	⇒	□	◑	▽	●	⇒	□	◑	▽	Posiciona pieza
Sostiene pieza	●	⇒	□	◑	▽	●	⇒	□	◑	▽	Bastear pieza
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◑	▽	Hacia el centro
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◑	▽	Mueve a zona de recojo
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◑	▽	Suelta pieza
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◑	▽	Coge nueva pieza
RESUMEN	2			6		5	3				CANTIDAD

Figura 31. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación H

Elaboración propia

Posterior a ello, podemos determinar acciones repetitivas y mejoras en los movimientos de ambas manos, utilizando un correcto estudio de tiempos (Ver Anexo) logramos obtener una reducción de tareas, las cuales se evidencian en la **Figura N° 32**.

Luego del diagrama bimanual se realiza el comparativo entre el método actual y el método propuesto luego del estudio de tiempos, el cual se ve reflejado en la **Tabla N°**

32

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: BASTA DE FALDON ESPALDA						
METODO		actual		propuesto							
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge pieza
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Hacia el centro
Sostiene pieza	●	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Bastear pieza
Espera	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Hacia el centro
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Suelta pieza
Mueve a zona de trabajo	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge nueva pieza
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	
RESUMEN	1	2		4		4	2				CANTIDAD

Figura 32. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación H

Elaboración propia

Tabla 32. Comparativo en operación: basta faldón espalda

FALDON ESPALDA	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽
ANTES	2	0	0	6	0	5	3	0	0	0
AHORA	1	2	0	4	0	4	2	0	0	0
	-1	2	0	-2	0	-1	-1	0	0	0

Elaboración propia

f) Operación M: PEGAR BOLSILLO

Para la operación PEGAR BOLSILLO se realiza el diagrama bimanual actual, con la finalidad de observar todos los movimientos actuales para dicha operación, dicho diagrama se puede visualizar en la siguiente **Figura N° 33**.

Posterior a ello, podemos determinar acciones repetitivas y mejoras en los movimientos de ambas manos, utilizando un correcto estudio de tiempos (Ver Anexo) logramos obtener una reducción de tareas, las cuales se evidencian en la **Figura N° 34**.

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: PEGAR BOLSILLO						
METODO	actual		propuesto								
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	◐	▽	Coge bolsillo
Coge bolsillo	●	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	◐	▽	Hacia el centro
Hacia maquina	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	◐	▽	Hacia maquina
Coge bolsillo	●	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	◐	▽	Posiciona maquina
Coge pieza	●	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	◐	▽	Pegar bolsillo
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	◐	▽	Rompe hilo
Espera	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	◐	▽	Hacia el centro
Espera	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	◐	▽	Mueve a zona de recojo
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	◐	▽	Suelta pieza
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	◐	▽	Coge nueva pieza
RESUMEN	3	1		6		6	4				CANTIDAD

Figura 33. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación M

Elaboración propia

Luego del diagrama bimanual se realiza el comparativo entre el método actual y el método propuesto luego del estudio de tiempos, el cual se ve reflejado en la **Tabla N°33**.

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: PEGAR BOLSILLO						
METODO		actual		propuesto							
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge bolsillo
Coge bolsillo	●	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Hacia el centro
Hacia maquina	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Hacia maquina
Coge pieza	●	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Pegar bolsillo
Espera	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Rompe hilo
Hacia el centro	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	Espera
Mueve a la zona de trabajo	○	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Suelta pieza
Suelta pieza	●	⇒	□	◐	▽	●	⇒	□	◐	▽	Coge nueva pieza
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽	
RESUMEN	3	3		2		5	2		1		CANTIDAD

Figura 34. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación M
Elaboración propia

Tabla 33. Comparativo en operación: pegar bolsillo

PEGAR BOLSILLO	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
	○	⇒	□	◐	▽	○	⇒	□	◐	▽
ANTES	3	1	0	6	0	6	4	0	0	0
AHORA	3	3	0	2	0	5	2	0	1	0
	0	2	0	-4	0	-1	-2	0	1	0

Elaboración propia

g) Operación T: PEGAR MANGA

Para la operación PEGAR MANGA se realiza el diagrama bimanual actual, con la finalidad de observar todos los movimientos actuales para dicha operación, dicho diagrama se puede visualizar en la siguiente **Figura N° 35**

Posterior a ello, podemos determinar acciones repetitivas y mejoras en los movimientos de ambas manos, utilizando un correcto estudio de tiempos (Ver Anexo) logramos obtener una reducción de tareas, las cuales se evidencian en la **Figura N° 36**.

DIAGRAMA BIMANUAL					PROCESO: PEGAR MANGA						
METODO	actual		propuesto								
MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA						
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge pieza
Coge manga	●	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia el centro
Hacia el centro	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	◐	▽	Espera
Posiciona piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Posiciona piezas
Hacia maquina	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia máquina
Sostiene piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Pegar manga derecha
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge pieza
Coge manga	●	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia el centro
Hacia el centro	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	◐	▽	Espera
Posiciona piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Posiciona piezas
Hacia maquina	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia máquina
Sostiene piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Pegar manga izquierda
Espera	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia el centro
Espera	○	⇨	□	◐	▽	○	⇨	□	D	▽	Mueve a zona de recojo
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	D	▽	Suelta pieza
Espera	○	⇨	□	◐	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge nueva pieza
RESUMEN	6	4		6		8	6		2		CANTIDAD

Figura 35. Diagrama Bimanual (inicial) de Operación T

Elaboración propia

Luego del diagrama bimanual se realiza el comparativo entre el método actual y el método propuesto luego del estudio de tiempos, el cual se ve reflejado en la **Tabla N° 34**.

DIAGRAMA BIMANUAL						PROCESO: PEGAR MANGA					
METODO	actua		propuesto								
MANO IZQUIERDA						MANO DERECHA					
Coge manga	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge pieza
Hacia el centro	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia el centro
Hacia maquina	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia máquina
Sostiene piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Pegar manga derecha
Coge manga	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge pieza
Hacia el centro	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia el centro
Hacia maquina	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	Hacia máquina
Sostiene piezas	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Pegar manga izquierda
Hacia el centro	○	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Suelta pieza
Mueve a zona de recojo	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	●	▽	Espera
Suelta pieza	●	⇨	□	D	▽	●	⇨	□	D	▽	Coge nueva pieza
	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	
	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	
	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	
	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	
	○	⇨	□	D	▽	○	⇨	□	D	▽	
RESUMEN	5	5				6	4		1		CANTIDAD

Figura 36. Diagrama Bimanual (propuesto) de Operación T

Elaboración propia

Tabla 34. Comparativo en operación: pegar mangas

	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA				
PEGAR MANGAS	○	⇒	□	⊖	▽	○	⇒	□	⊖	▽
ANTES	6	4	0	6	0	8	6	0	2	0
AHORA	5	5	0	0	0	6	4	0	1	0
	-1	1	0	-6	0	-2	-2	0	-1	0

Elaboración propia

5.5 BALANCE DE LINEA MEJORADO

Después de la aplicación de las herramientas en algunos puestos de trabajo se ha logrado reducir el tiempo estándar disminuyendo tareas que no agregan valor a la operación misma. Al tener un grupo de operarios polivalentes hace posible la estandarización de los procesos; por ello, realizaremos el balance mejorado considerando el nuevo tiempo estándar de las operaciones, tal cual se muestra en la **Tabla N° 35**.

Tabla 35. Tiempo estándar y puestos optimizados

EST	TAREA	OPERACIÓN	T. Stand (seg)	N° puestos	N° puestos'
4	H	BASTA DE FALDON	23.76	4.75	5.00
	K	BASTA DE FALDON	23.76	4.75	5.00
5	L	PEGAR PECHERA	44.45	21.85	22.00
	M	PEGAR BOLSILLO	64.80		
6	O	RECUBRIR HOMBRO	22.98	4.60	5.00
	T	PEGAR MANGAS	46.29	9.26	10.00

	V	CERRAR COSTADO	58.91	11.78	12.00
	X	FORMAR PINZAS	34.83	36.49	37.00
	Y	ASENTAR PINZA	102.60		
	Z	ATRACAR PUÑO	45.00		

Elaboración propia

Finalmente, se obtenido el número de puestos de trabajo (maquinaria y operarios) necesarios para la confección de la prenda en estudio (Polo Box) con el nuevo balance de líneas optimizado, todo ello se muestra en la siguiente **Tabla N° 36**.

Tabla 36. Número de máquinas y operarios necesarios

MAQUINARIA	#
REM. MELLISERA	49.00
RECUBRIDORA	25.00
BASTERA	10.00
RECTA	118.00
COLLARETA	8.00
	210.00

Elaboración propia

5.6 SIMULACIÓN DEL NUEVO BALANCE DE LINEA

Seguidamente de haber obtenido una mejora en los tiempos estándares, se plasmará una nueva corrida del balance de línea considerando dichas mejoras. Se detalla las mejoras encontradas:

Producción Mensual

Tal como se imaginaba, el volumen de producción mensual se ha mantenido constante con el nuevo balance de línea, debido a que la mejora tiene una orientación hacia el mayor aprovechamiento de los recursos optimizando la cantidad de puestos

de trabajo por cada operación. Seguimos produciendo un volumen de 136,800 prendas (Polos Box) mensualmente al igual que el primer balance.

Utilización de Recursos

Después de la corrida del nuevo balance de línea, teniendo en cuenta las mejoras realizadas, se puede apreciar un significativo incremento en la cantidad de puestos de trabajo de las operaciones que han sido evaluadas anteriormente. Ver **Tabla N° 37**.

Tabla 37. Nueva utilización (%) de recursos

EST	TAREA	MÁQUINA	T. Stand (seg)	N° puestos	N° puestos'	% Utilización
4	H	BASTERA	23.76	4.75	5.00	95%
5	K	BASTERA	23.76	4.75	5.00	95%
	L	RECTA	44.45	21.85	22.00	99%
	M	RECTA	64.80			
6	O	RECUBRIDORA	22.98	4.60	5.00	92%
	T	REM. MELLISERA	46.29	9.26	10.00	93%
	V	REM. MELLISERA	58.91	11.78	12.00	98%
	X	RECTA	34.83	36.49	37.00	99%
	Y	RECTA	102.60			
	Z	RECTA	45.00			
			1184.29	236.86	242.00	

Elaboración propia

5.8 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Finalmente, después del desarrollo de las mejoras al área de confecciones, se muestra un resumen y un comparativo que nos brindara información sobre los resultados obtenidos, ver **Tabla N° 38**.

Tabla 38. Resultados finales de la propuesta.

PROCESO ACTUAL		PROCESO NUEVO	
Cantidad de operarios	251	Cantidad de operarios	242
Cantidad de maquinarias	219	Cantidad de maquinarias	210
Salarios mensuales (S/)	S/ 367,112.60	Salarios mensuales (S/)	S/ 353,949.20
Capacidad producción (und/mes)	130,000	Capacidad producción (und/mes)	136,800
Productividad Laboral (S/ / prendas)	2.82	Productividad Laboral (S/ / prendas)	2.59
Pago de horas extras	SI	Pago de horas extras	NO

Elaboración propia

En la **Tabla N° 39** se puede apreciar las diferencias que existen en los tiempos estándares del proceso de costura del Polo Box, antes y después de la Implementación de las herramientas descritas anteriormente (Balance de líneas, 5`S, Estudio de tiempos y movimientos, Estandarización de procesos).

Tabla 39. Comparativo de tiempos estándares antes y después de la Implementación

SECUENCIA	OPERACIÓN	MÁQUINA	ANTES	DESPUES
			T. Stand (min)	T. Stand (min)
PUÑO	ALINEAR PUÑO	REM. MELLISERA	0,20	0,20
PUÑO	PEGAR PUÑO RECTILINEO	REM. MELLISERA	0,60	0,60
PUÑO	RECUBRIR PUÑO RECTILINEO	RECUBRIDORA	0,50	0,50
BOLSILLO DELANTERO X 1	ORILLAR BOLSILLO	REM. MELLISERA	0,15	0,15
BOLSILLO DELANTERO X 1	BASTILAR BOLSILLO	RECUBRIDORA	0,33	0,33
BOLSILLO DELANTERO X 1	PLANCHAR BOLSILLO	MANUAL	0,75	0,75
COGOTERA	PREFORMAR COGOTERA	MANUAL	0,67	0,67
ESPALDA	BASTA DE FALDON	BASTERA	0,44	0,39
ESPALDA	PEGAR COGOTERA	RECTA	0,87	0,87
DELANTERO	MARCAR PARA BOLSILLO	MANUAL	1,18	1,18
DELANTERO	BASTA DE FALDON	BASTERA	0,44	0,39
DELANTERO	PEGAR PECHERA	RECTA	0,74	0,74
DELANTERO	PEGAR BOLSILLO	RECTA	1,20	1,08
ENSAMBLE	UNIR HOMBRO	REM. MELLISERA	0,48	0,48
ENSAMBLE	RECUBRIR HOMBRO	RECUBRIDORA	0,43	0,38
ENSAMBLE	PEGAR CUELLO	REM. MELLISERA	0,75	0,75
ENSAMBLE	ASENTAR TAPETE	RECTA	1,00	1,00
ENSAMBLE	ASENTAR PECHERA	RECTA	2,00	2,00
ENSAMBLE	ATRACAR PECHERA	RECTA	1,00	1,00
ENSAMBLE	PEGAR MANGAS	REM. MELLISERA	0,86	0,77
ENSAMBLE	RECUBRIR SISAS	RECUBRIDORA	0,81	0,81
ENSAMBLE	CERRAR COSTADO	REM. MELLISERA	1,09	0,98
ENSAMBLE	PEGAR COLLARETA VENS	COLLARETA	0,67	0,67
ENSAMBLE	FORMAR PINZAS	RECTA	0,65	0,58
ENSAMBLE	ASENTAR PINZA	RECTA	1,71	1,71
ENSAMBLE	ATRACAR PUÑO	RECTA	0,75	0,75
TOTAL DE MINUTOS			20,25	19,72

Elaboración propia

El enfoque de 5S se basa en la mejora de la organización y limpieza en el lugar de trabajo, lo que conduce a una mayor eficiencia y productividad. Si bien es cierto que en algunos casos el ahorro en la búsqueda puede no parecer evidente en términos monetarios directos, hay varios aspectos clave que justifican los ahorros generados por la implementación de 5S:

- **Ahorro de tiempo:** La reducción del tiempo dedicado a buscar herramientas, materiales o documentos permite que los trabajadores realicen sus tareas más rápido y eficientemente. Esto libera tiempo para que puedan enfocarse en actividades más productivas, esto repercute en el incremento de la producción y la posible merma en la cantidad de horas extras pagadas.
- **Reducción de errores:** Un lugar de trabajo organizado y limpio minimiza la posibilidad de cometer errores debido a la confusión o al uso de materiales o herramientas equivocadas. La disminución de errores evita costos adicionales asociados con reparaciones o retrabajos, y también previene la pérdida de materiales.
- **Mejora de la calidad:** Con un ambiente de trabajo más ordenado y limpio, es más fácil identificar problemas y defectos en los productos o procesos. El incremento del estándar de calidad reduce el desperdicio y los costos asociados con no conformidades.
- **Aumento de la moral y la satisfacción del trabajador:** Un espacio de trabajo limpio y ordenado puede tener influencia en el ánimo y la complacencia en los empleados. Esto puede llevar a una mayor retención de empleados y a una disminución en los costos de reclutamiento y entrenamiento de nuevos trabajadores.

- **Optimización del espacio:** La organización adecuada puede permitir un uso más eficiente del espacio, lo que podría evitar la necesidad de invertir en una expansión física del lugar de trabajo.
- **Reducción de accidentes laborales:** Una instalación ordenada y limpia disminuye potencialmente que se generen accidentes. Esto reduce los costos asociados con indemnizaciones por accidentes y pérdida de productividad debido a ausencias por lesiones.
- **Cumplimiento normativo:** En algunos sectores, la falta de organización y limpieza puede dar lugar a multas y sanciones regulatorias. La implementación de 5S puede ayudar a cumplir con los estándares y regulaciones vigentes, evitando así posibles costos legales y de cumplimiento.

Si bien el ahorro directo en el pago de salarios puede no ser la principal razón detrás de los ahorros generados por la implementación de 5S, los beneficios mencionados anteriormente contribuyen en conjunto a una mejora significativa en la eficiencia y la merma de costos en el lugar de trabajo. Es importante tener en cuenta que 5S es una herramienta de mejora continua, y sus efectos se van acumulando con el tiempo, lo que puede traducirse en un impacto financiero positivo para la organización.

CAPÍTULO 6: EVALUACION ECONOMICA

Finalizada la implementación de las propuestas de mejora utilizando la metodología Manufactura Esbelta, en el siguiente capítulo se realizará la evaluación económica por la aplicación de 5S, Balance de Líneas y Estudios de duración de la actividad y traslado en el procedimiento de confección de la organización, previo a ello se detallarán los gastos incurridos la aplicación de dichas herramientas.

6.1 COSTO POR HORA DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO Y OBRERO

Un operario de la línea de costura dentro de la empresa trabaja 240 horas mensual (en condiciones normales) por lo cual percibe una remuneración mensual de S/ 1025, con esta información se detalla la **Tabla N° 40** donde se obtiene el costo de H-H normal de los operarios:

Tabla 40. Costo Hora – Hombre del personal obrero

DESCRIPCIÓN	OPERARIOS	SUPERVISOR
Sueldo	S/ 1,025	S/ 1,800
Semana	5	5
Horas/semana	48	48
Horas/mes	240	240
Costo x hora	S/ 4.3	S/ 7.5

De la misma manera, se realiza la **Tabla N° 41** para conseguir el costo de H-H de las personas encargadas de la administración dentro de la empresa:

Tabla 41. Costo Hora – Hombre del personal administrativo

Descripción	Jefe Ingeniería	Jefe de Producción	Analista de Ingeniería
Sueldo	S/ 5,000	S/ 7,000	S/ 2,500
Semana	5	5	5
Horas/semana	48	48	48
Horas/mes	240	240	240
Costo x hora	S/ 20.8	S/ 29.2	S/ 10.4

6.2 COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

De acuerdo a lo descrito en el acápite previo, es imprescindible brindar entrenamientos al personal para que se interiorice en ellos los conceptos de la metodología 5S, como parte del proceso de aplicación de dicha herramienta.

Para lograr ello, se llevará a cabo una reunión inicial que involucrará al integro de los grupos de trabajo, partiendo desde la cabeza (el gerente general) y llegando hasta la parte operativa (operarios). Con el fin de destacar la relevancia de la implementación.

Después de esta etapa, se organizarán reuniones adicionales con los participantes directamente involucrados, avanzando así hacia la aplicación efectiva de la metodología 5S.

En la **Tabla N° 42** se visualiza los costos incurridos en la capacitación y en la implementación de esta herramienta 5S, asimismo, en la **Tabla N° 43** se puede observar los materiales que se usaron para dicha implementación.

Con la información descrita anteriormente se tiene un gasto total que asciende a S/ 16,779.2 para realizar la implementación de la mencionada herramienta, en recurso humano y materiales.



Tabla 42. Costo de Implementación de la herramienta 5S - recurso humano

Capacitaciones	# Personas	Hr. Capacitación	# Capacitaciones	Costo x Hora	Costo Total
Capacitación "Importancia de la Metodología 5S"					
Jefe de Ingeniería	1	1	4	S/ 20.8	S/ 83.3
Jefe de Producción	1	1	4	S/ 29.2	S/ 116.7
Analista de Ingeniería	1	1	4	S/ 10.4	S/ 41.7
Operarios	251	1	4	S/ 4.3	S/ 4,287.9
Supervisor	2	1	4	S/ 7.5	S/ 60.0
					S/ 4,589.6
Capacitación "Implementación de a Metodología 5S"					
Jefe de Ingeniería	1	1	4	S/ 20.8	S/ 83.3
Jefe de Producción	1	1	4	S/ 29.2	S/ 116.7
Analista de Ingeniería	1	5	20	S/ 10.4	S/ 1,041.7
Operarios	251	1	4	S/ 4.3	S/ 4,287.9
Supervisor	2	1	4	S/ 7.5	S/ 60.0
					S/ 5,589.6
TOTAL DE IMPLEMENTACION DE 5'S – RECURSO HUMANO					S/ 10,179.2

Tabla 43. Costo de Implementación de la herramienta 5S - Materiales

Cantidad	Materiales	Costo Unitario	Costo Total
8	Utensilios de limpieza	300	S/ 2,400
8	Accesorios para clasificación	500	S/ 4,000
1	Difusión	200	S/ 200
TOTAL			S/ 6,600

6.3 COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BALANCE DE LINEA – ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Los costos del desarrollo de la implementación de la herramienta de estudios de tiempos y movimientos se detallan en la siguiente **Tabla N° 44**.

Tabla 44. Costo de Implementación de la herramienta Balance de línea - recurso humano

Personal	# Personas	Hr Capacitación	# Capacitaciones	Costo x Hora	Costo Total
Jefe de Ingeniería	1	1	4	S/ 20.8	S/ 83.3
Jefe de Producción	1	1	4	S/ 29.2	S/ 116.7
Analista de Ingeniería	1	8	20	S/ 10.4	S/ 1,666.7
Operarios	251	1	4	S/ 4.3	S/ 4,287.9
Supervisor	2	1	4	S/ 7.5	S/ 60.0
TOTAL					S/ 6,214.6

6.4 AHORRO POR LA IMPLEMENTACION DE LAS 5`S

Cuando se hace la implementación de las 5s se verifica que esta implementación tiene una mejora cuantificable en el procedimiento de fabricación de prendas, los parámetros medibles de esta mejora son: el ahorro de tiempo en ubicar herramientas y equipos de producción el cual fue de 35minutos diarios, con ello se tiene que para esta actividad existe un ahorro significativo y, para materializar este ahorro se multiplica por el costo por minuto (0.075 \$/min) del área de confecciones tal como se muestra en la **Tabla N° 45**.

Tabla 45. Ahorro por la disminución de búsqueda de herramientas

Ítem	# Personal	Tiempo en búsqueda (min)	Total tiempo en búsqueda (min)	Tiempo x mes (min)
Antes 5 S	8	45	360	7,200
Después de 5S	8	15	120	2,400
Ahorro mensual (min)				4,800
Valor minuto (\$/min)				0.07
Ahorro (\$/)				1,277

6.5 AHORRO POR LA IMPLEMENTACION DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS – BALANCE DE LINEAS

Con esta aplicación, como era obvio, la producción se mantiene constante, esto quiere decir que el nuevo balance de línea no impacta en la producción pues esta orientada al uso eficiente de recursos, pues como resultado de esta aplicación se ha optimizado el número de puestos de trabajo para cada operación, pero no se ha

optimizado la capacidad de producción del taller de confecciones, la tabla **Tabla N° 46**. Muestra el detalle del ahorro.

Tabla 46. Ahorro por la optimización de tiempo y recursos

DETALLE	PROCESO ACTUAL	PROCESO NUEVO	AHORRO
Cantidad de operarios	251	242	9
Cantidad de maquinarias	219	210	9
Salarios mensuales (S/)	S/ 365,330.50	S/ 352,231.00	S/ 13,099.50

6.6 FLUJO DE CAJA DE LA IMPLEMENTACION

Finalmente, se presenta el análisis económico cuando se hace la implementación de las tres metodologías de Manufactura Esbelta, para ello usamos los indicadores económicos TIR y VAN que finalmente respaldarían la realización de la implementación de las 3 metodologías de Manufactura Esbelta. La **Tabla N° 47** muestra el desarrollo del flujo de caja en un año, ahí se observa que se realiza el desembolso según el progreso de la implementación.

Tabla 47. Flujo de caja de la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta

Herramientas	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Implementación de 5`S	-S/ 16.779,17	S/ 1.277,00	S/ 1.277,00	S/ 1.277,00	S/ 1.277,00
Implementación Balance de Líneas	-S/ 6.214,60	S/ 13.099,50	S/ 13.099,50	S/ 13.099,50	S/ 13.099,50
Flujo de Efectivo Neto	-S/ 22.993,77	S/ 14.376,50	S/ 14.376,50	S/ 14.376,50	S/ 14.376,50

JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
S/ 1.277,00						
S/ 13.099,50						
S/ 14.376,50						

Según la tabla anterior, el flujo de caja de la implementación nos deja un VAN = S/ 39,214.21 con una tasa interna de retorno del 20%, asimismo un TIR de 62%, lo que significa que nuestra implementación es rentable.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Efectuando una apreciación cuantitativa de la situación actual del taller de confecciones, es decir sin la implementación de las herramientas versus la situación cuando se desarrolla la implementación, se puede contrastar que la implementación de las herramientas tratadas en la presente tesis impactan positivamente la capacidad productiva del taller de confecciones evidenciándose la reducción de costos por cada prenda elaborada de 2.81 S/. a 2.57 S/.

Después de comparar los resultados financieros con los beneficios logrados mediante la aplicación de los instrumentos de Manufactura Esbelta, evidencia que dichas herramientas han sido viables. Pues se tiene una TIR del 89% y un VAN de S/ 18,994.81.

La demanda productiva del área de confección es de 160 mil prendas de polo Box por mes, de acuerdo a las necesidades del área comercial de la organización, luego de realizar un balance de líneas con los nuevos tiempos por operación después de un estudio de tiempos y movimientos nos ayudaron a incrementar la producción que se tenía de 137 000 prendas por cada mes, empero, a la fecha esta capacidad lograda no resulta útil ya que el área de ventas no podría vender el excedente de producción, también se tendría que lograr que área siguiente pueda atender este incremento.

Se plantea que la organización en sus áreas adopte estas filosofías, para lograr un cambio de mejora continua, pues estas filosofías interiorizadas en los colaboradores de cada área va lograr que cada individuo de la organización se preocupe por la producción e identifique desperdicios y por ende implementación y optimización de procesos en las operaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borris, S. (2006). *Total productive maintenance: Proven strategies and techniques to keep equipment running at peak efficiency*. McGraw-Hill Professional.
- Carvajal Arias, H. (2015). *Una visión humanizada y eficiente en el ciclo de la automatización automotriz basada en la metodología Jidoka. Lean Manufacturing*. Tecnológico de Costa Rica.
- Cobeñas Campos, A. H. (2018). *Implementación de herramientas Lean para mejorar la gestión de inventarios de existencias de una empresa minera* [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1576>
- De la Fuente García, D., & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución en Planta*. Ediciones de la Universidad Oviedo.
- Galloway, D. (1994). *Mejora continua de procesos: como rediseñar los procesos con diagramas de flujos y análisis de tareas*. Ediciones Gestión 2000.
- Guleria, P., Pathania, A., Sharma, S., & Sá, J. C. (2022). Lean six-sigma implementation in an automobile axle manufacturing industry: A case study. *Materials Today: Proceedings*, 50, 1739-1746.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.177>
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma (2a ed.)*. McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Habib, M. A., Rizvan, R., & Ahmed, S. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A

case study in Bangladesh. *Engineering*, 17, (1-14).

<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>

Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI.

Muther, R. (1970). *Distribución de planta* (2a ed.). Editorial Hispano Europea.

Nakajima, S. (1991). *Introducción al TPM: Mantenimiento productivo total*. Tecnología de Gerencias y Producción.

Pardo Álvarez, J. M. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. Asociación Española de Normalización y Certificación.

Pena, R., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Sá, J. C., Fernandes, N. O., & Pereira, T. (2020). Lean manufacturing applied to a wiring production process. *Procedia Manufacturing*, 51, 1387–1394. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.193>

Quezada, C., & Salamea, G. (2016). *El Jidoka y Kanban dentro de las pymes*. Universidad del Azuay.

Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). *Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.

Rey Sacristán, F. (2003). *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implementación y desarrollo*. Fundación Confemetal.

Román Torres, Y. A. (2022). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de fabricación de postes de concreto armado, usando herramientas de manufactura esbelta* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP.

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

Susuki, T. (1995). TPM en industrias en proceso. TGP Hoshin.

Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, É. (2007). *Manual de lean manufacturing: Guía Básica*. Editorial Limusa.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2005). Lean consumption. *Harvard Business Review*.

<https://hbr.org/2005/03/lean-consumption>



ANEXO. FICHA TÉCNICA DE LA PRENDA (POLO BOX)

COD:1021001730
 *BOLSA POLIPROPILENO 11*18*1.5
 COD:1020700013
 *ETIQ. AUTODHESIVA BLANCA
 COD:1021101254
 *BALAS PLASTICO COD:1030900016

ESPECIFICACIONES DE COSTURA

1 Cogotera:
 -Preformado y pegado c/pespunte de 1/16"
 c/maq. recta + fijado en b/superior
 *usar preformador para cogotera
 obs. estampado en pieza cogotera*

4 Basta Faldon (abierto):
 -c/recubierta de 2 ags. sep. 1/4".
 *alto de basta ver med. finales

10 Abertura de Vents c/twill de 1 cm
 * TWILL COD.1010200563 TENIDO A TONO DE TAPETE *
 -Pegar twill en abertura c/prensatela
 con guidor maq. recta
 asentar a 1/16" pestaña c/maq. recta
 *acabado casita por interno

5 Bolsillo:
 -Borde superior fusionado c/pelon 0084
 *Guiarse de plantilla para ubicacion de bolsillo
 -Orillar borde sup. c/mellisera 3/16"
 -Hacer basta c/maq. recta
 *alto de basta ver medidas finales
 -Preformar bolsillo *utilizar plantillas
 -Pegar c/ maq. recta a 1/16" en bordes +
 atraque triangular de 1/4" en esquina sup.

6 Tapete (contraste)+ cuello rectilineo:
 cortado al traves entrada 3 cm salida 3/8"
 pegado juntamente con el cuello
 c/mellisera de 3/16"/c/embudo
 -Fijar Twill de 1/8" c/maq. recta para colgar
 Han tag. (ver grafico)
 -Asentar tapete c/maq. recta a 1/16" pestaña

11 Atraque en puño:
 c/pespunte a 1/8" maq. recta
 *atraque es a lo alto de puño

3 Pechera (SETON) c/vivo Contraste:
 -Pechera fusionado c/pelon cod.0084
 -Preparar pechera superior externa e interna
 insertando vivo contraste de 1/8" expuesto
 en pechera superior *Usar embudo
 -Pegar pechera superior a delantero c/maq. recta
 -Pegar pechera inferior a delantero c/maq. recta
 -Embolsar puntas de cuello en centro de pechera
 -Asentar pecheras (despues de pegar tapete) +
 hacer resp. a 1/16" en contorno de pechera sup.
 -Largo y ancho de pechera ver hoja de medidas finales
 -Hacer cruce de pechera izq. sobre derecha
 y fijar por interno c/maq. recta
 -Atraque rectangular de 3/8" c/maq. recta
 -Orillar pechera por interno c/mellisera de 3/16"
 -Atracar colita de remalle c/maq. recta

7 Puño rectilineo:
 -Unir c/mellisera de 5/16"+
 -Recub. de 1 ag. a 1/4" del borde

12 Ojal:
 lleva 2 ojales (uno horizontal desfasado y uno vertical)
 en pechera izq. pda. puesta alto de ojal 5/8"
 (guiarse de marcador para ubic.)

8 Sisa/manga:
 -Unir c/mellisera de 5/16"+
 -Recub. de Tag. a 1/4" del borde
 obs: guiarse de piquete para manga delant.

9 Costado Lateral:
 -cerrar c/mellisera de 3/16"
 hasta piquete de vents
 *insertar etq. composicion
 en lado izq. pda. pta.(ver ubic. en grafico)

13 Boton cod.1020102775:
 *lleva 2 botones en pechera derecha pda. pta.
 tejido a tono de cuerpo
 (boton tiene sentido) guiarse de ojal para ubic.
 *lleva 1 boton adicional en etq. de composicion

OBSERVACION:

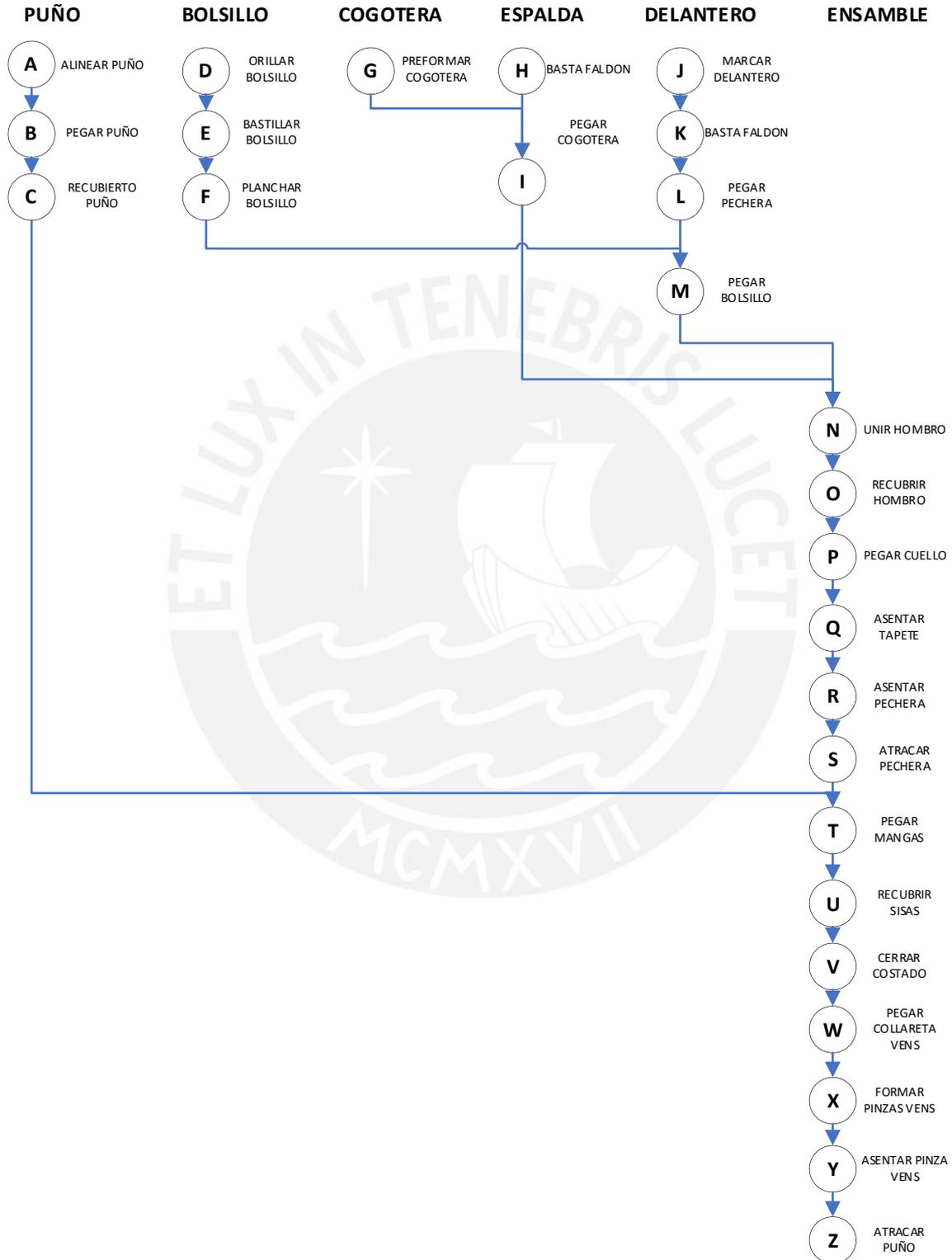
Pegar boton de 18L
 cod.1020102775
 tejido a tono cuerpo
 boton tiene sentido

-Regular tensiones de hilo P.P.P.

MAQUINA	Punt. o pulgada
COSTURA RECTA	12
REMALLE	13
RECUBIERTO	13

130

ANEXO. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (DOP)



ANEXO. SECUENCIA DE OPERACIONES DE LA PRENDA (POLO BOX)

TAREA	SECUENCIA	OPERACIÓN	MÁQUINA	T. Stand (min)
A	PUÑO	ALINEAR PUÑO	REM. MELLISERA	0.20
B	PUÑO	PEGAR PUÑO RECTILINEO	REM. MELLISERA	0.60
C	PUÑO	RECUBRIR PUÑO RECTILINEO	RECUBRIDORA	0.50
D	BOLSILLO DELANTERO X 1	ORILLAR BOLSILLO	REM. MELLISERA	0.15
E	BOLSILLO DELANTERO X 1	BASTILAR BOLSILLO	RECUBRIDORA	0.33
F	BOLSILLO DELANTERO X 1	PLANCHAR BOLSILLO	MANUAL	0.75
G	COGOTERA	PREFORMAR COGOTERA	MANUAL	0.67
H	ESPALDA	BASTA DE FALDON	BASTERA	0.44
I	ESPALDA	PEGAR COGOTERA	RECTA	0.87
J	DELANTERO	MARCAR PARA BOLSILLO	MANUAL	1.18
K	DELANTERO	BASTA DE FALDON	BASTERA	0.44
L	DELANTERO	PEGAR PECHERA	RECTA	0.74
M	DELANTERO	PEGAR BOLSILLO	RECTA	1.20
N	ENSAMBLE	UNIR HOMBRO	REM. MELLISERA	0.48
O	ENSAMBLE	RECUBRIR HOMBRO	RECUBRIDORA	0.43
P	ENSAMBLE	PEGAR CUELLO	REM. MELLISERA	0.75
Q	ENSAMBLE	ASENTAR TAPETE	RECTA	1.00
R	ENSAMBLE	ASENTAR PECHERA	RECTA	2.00
S	ENSAMBLE	ATRACAR PECHERA	RECTA	1.00
T	ENSAMBLE	PEGAR MANGAS	REM. MELLISERA	0.86
U	ENSAMBLE	RECUBRIR SISAS	RECUBRIDORA	0.81
V	ENSAMBLE	CERRAR COSTADO	REM. MELLISERA	1.09
W	ENSAMBLE	PEGAR COLLARETA VENS	COLLARETA	0.67
X	ENSAMBLE	FORMAR PINZAS	RECTA	0.65
Y	ENSAMBLE	ASENTAR PINZA	RECTA	1.71
Z	ENSAMBLE	ATRACAR PUÑO	RECTA	0.75
				20.25

ANEXO. UTILIZACIÓN (%) DE LOS RECURSOS

EST	TAREA	MÁQUINA	N° puestos	N° puestos'	% Utilización
1	A	REM. MELLISERA	9.60	10.00	96%
	B	REM. MELLISERA			
	C	RECUBRIDORA	5.95	6.00	99%
2	D	REM. MELLISERA	1.80	2.00	90%
	E	RECUBRIDORA	4.00	4.00	100%
	F	MANUAL	9.00	9.00	100%
3	G	MANUAL	8.00	8.00	100%
4	H	BASTERA	5.28	6.00	88%
	I	RECTA	10.44	11.00	95%
5	J	MANUAL	14.12	15.00	94%
	K	BASTERA	5.28	6.00	88%
	L	RECTA	23.29	24.00	97%
	M	RECTA			
6	N	REM. MELLISERA	5.76	6.00	96%
	O	RECUBRIDORA	5.11	6.00	85%
	P	REM. MELLISERA	9.00	9.00	100%
	Q	RECTA	48.00	48.00	100%
	R	RECTA			
	S	RECTA			
	T	REM. MELLISERA	10.29	11.00	94%
	U	RECUBRIDORA	9.73	10.00	97%
	V	REM. MELLISERA	13.09	14.00	94%
	W	COLLARETA	7.99	8.00	100%
	X	RECTA	37.26	38.00	98%
	Y	RECTA			
	Z	RECTA			
			242.97	251.00	