

Pontificia Universidad Católica del Perú

Escuela de Posgrado

Maestría en Ingeniería Industrial



**ANÁLISIS Y MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
POLOS EN UNA EMPRESA TEXTIL DEDICADA A LA
EXPORTACIÓN UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE
MANUFACTURA ESBELTA**

Tesis para optar el Grado de Magíster en Ingeniería Industrial con
Mención en Gestión de Operaciones

AUTOR

José Ignacio Vásquez Médico

ASESOR

Jonatán Edward Rojas Polo

San Miguel, 03 de diciembre del 2018

RESUMEN

En los últimos 8 años, las ventas de las empresas textiles exportadoras peruanas han estado disminuyendo debido a problemas de calidad, precios altos y entregas tardías. Por lo tanto, surge la necesidad, por parte de las empresas textiles peruanas, de ser más competitivo en cuanto a estos indicadores.

En el capítulo 1 se realiza la descripción del concepto de manufactura esbelta, los tipos de desperdicio y las principales herramientas utilizadas.

Luego, en el siguiente capítulo, se realiza un breve análisis de tres casos de éxito de la utilización de las herramientas de manufactura esbelta.

Posteriormente, en el capítulo 3, se describe la empresa en la que se realizó el estudio, los principales productos que fabrica, su perfil organizacional y principios empresariales, y sus procesos productivos.

A continuación, en el capítulo 4, se diagnostica la situación actual del sector textil en el Perú y, luego, de la empresa. Para esto último, se utiliza la herramienta Mapa de Flujo de Valor e indicadores de desempeño. Finalmente, se identifican los tipos de desperdicio que ocasionan el bajo desempeño en la planta.

En el capítulo 5, se utilizan diversas herramientas de manufactura esbelta para mejorar el desempeño de la empresa, las cuales fueron el enfoque sociotécnico, 5 S, TPM, sistemas kanban y poka yoke, y eliminación de procesos innecesarios.

Más adelante, se evalúan económicamente las propuestas de mejora, validando sus beneficios con la obtención de un VAN de S/. 138,893.73 y un TIR del 33%.

Finalmente, en el capítulo 7, se concluye que la utilización de las herramientas de manufactura esbelta resultan ventajosas para lograr una mayor competitividad.



DEDICATORIA

A Dios, en primer lugar, por guiarme y bendecirme siempre por el buen camino.

A mis padres y hermanas por acompañarme en todo momento siempre su amor incondicional.

A los profesores de la maestría por los conocimientos que me enseñaron a lo largo de la carrera.

A mi asesor, el Ingeniero Jonatán Rojas Polo, por su tiempo e interés en todo momento para el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos de la maestría, con quienes he compartido maravillosos momentos, los cuales siempre recordaré.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Manufactura Esbelta	3
1.1.1. Los principios de la manufactura esbelta	3
1.1.2. Tipos de desperdicio	5
1.2. Herramientas de Manufactura Esbelta	7
1.2.1. Mapa de flujo de valor	7
1.2.2. La metodología de las 5 S's	9
1.2.3. Sistemas Justo a tiempo	12
1.2.4. Poka Yoke	14
1.3. Herramientas de Calidad	14
1.3.1. Lluvia de Ideas	14
1.3.2. Hojas de Verificación	14
1.3.3. Diagramas de Pareto	15
1.3.3.1. Clasificación ABC Tradicional	16
1.3.3.2. Clasificación ABC Multicriterio	17
1.3.4. Diagramas Causa-Efecto	19
1.4. Enfoque Sociotécnico	20
1.4.1. Compatibilidad	20
1.4.2. Especificación Crítica Mínima	21
1.4.3. Criterio Socio-técnico	21
1.4.4. Criterio Multifunción	21
1.4.5. Especificación de Límites	22
1.4.6. Flujo de Información	22
1.4.7. Congruencia de Apoyo	22

1.4.8.	Diseño y Valores Humanos	22
1.4.9.	Diseño Incompleto	22
CAPÍTULO 2: CASOS DE ÉXITO DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA		23
2.1.	Caso 1: Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study	23
2.2.	Caso 2: Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles	26
2.3.	Caso 3: A socio-technical systems approach to cell design: case study and analysis	27
CAPÍTULO 3: ESTUDIO DEL CASO		31
3.1.	Descripción de la empresa	31
3.2.	Productos de la empresa	31
3.3.	Perfil organizacional y principios empresariales	31
3.3.1.	Visión.....	32
3.3.2.	Misión	32
3.3.3.	Políticas.....	32
3.3.4.	Objetivos	32
3.3.5.	Organigrama	33
3.4.	Descripción del proceso productivo	33
CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....		35
4.1.	Situación actual del sector textil en el Perú	35
4.2.	Situación actual de la empresa	37
4.2.1.	Mapa de Flujo de Valor Actual	37
4.2.2.	Tipos de desperdicio.....	42
4.2.2.1.	Sobreproducción.....	42
4.2.2.2.	Exceso de inventario	44
4.2.2.3.	Transporte.....	44
4.2.2.4.	Movimientos innecesarios	45
4.2.2.5.	Espera.....	46

4.2.2.6. Procesos innecesarios.....	46
4.2.2.7. Defectos	47
4.2.2.8. Creatividad de los empleados no utilizada.....	47
4.2.3. Herramientas de Calidad	47
4.2.3.1. Tormenta de ideas	47
4.2.3.2. Diagrama Causa-Efecto	48
4.2.3.3. Hoja de Verificación	49
4.2.3.4. Diagrama de Pareto.....	49
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA	52
5.1. Selección de las herramientas de manufactura esbelta	52
5.2. Enfoque socio-técnico	53
5.2.1. Compatibilidad	54
5.2.2. Especificación crítica mínima	56
5.2.3. Criterio socio-técnico	57
5.2.4. Criterio multifunción	59
5.2.5. Especificación de límites	61
5.2.6. Flujo de información.....	62
5.2.7. Congruencia de apoyo.....	64
5.2.8. Diseño y valores humanos	66
5.2.9. Diseño incompleto	67
5.3. Implementación de las 5 S	68
5.3.1. Clasificar	71
5.3.2. Ordenar	73
5.3.3. Limpieza	74
5.3.4. Estandarizar	75
5.3.5. Disciplina	77
5.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	78
5.4.1. Auditoría de Gestión del Mantenimiento	78

5.4.2.	Comparación de la Gestión del Mantenimiento con empresas de clase mundial	80
5.4.3.	Definición de Equipos TPM	81
5.4.4.	Determinación de la Efectividad Global de los Equipos	84
5.4.5.	Programa de Mantenimiento Preventivo	85
5.4.6.	Mantenimiento autónomo	85
5.5.	Sistemas Kanban y Poka Yoke	87
5.5.1.	Sistemas Kanban	87
5.5.2.	Poka Yoke	89
CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA		91
6.1.	Costos de implementación	91
6.2.	Ahorros por la reducción del tiempo de operación	93
6.3.	Ahorros por la reducción del exceso de inventario	93
6.4.	Ahorros por la disminución del personal que renuncia	94
6.5.	Flujo de caja del proyecto	94
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		96
7.1.	Conclusiones	96
7.2.	Recomendaciones	97
CAPÍTULO 7: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		98
RESUMEN		ii

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Criterios para la clasificación ABC.	18
Tabla 2: Demanda, precio y tiempo de producción de 4 familias de baldes.	19
Tabla 3: Puntuación total para cada familia de productos.	19
Tabla 4: Talk time por operación – Caso 1.	25
Tabla 5: Talk time por operación luego de implementadas las mejoras.	25
Tabla 6: Resultados de la implementación del enfoque sociotécnico.	30
Tabla 7: TOP 10 de las empresas exportadoras de prendas de vestir entre Enero-Abril 2014/2015 (Miles US\$ FOB).	36
Tabla 8: % del volumen de producción ocupado por cada cliente.	38
Tabla 9: Demanda trimestral del cliente Bari.	40
Tabla 10: Clasificación ABC Multicriterio de las familias.	40
Tabla 11: Cálculo del tiempo talk de la familia de productos seleccionada.	41
Tabla 12: Resumen de los indicadores planteados.	42
Tabla 13: Comparación entre los tiempos de ciclo y el talk time.	43
Tabla 14: Hoja de Verificación de las causas encontradas.	50
Tabla 15: Matriz de Impacto-Frecuencia de las causas encontradas.	51
Tabla 16: % del personal que renuncia a la empresa por área productiva.	54
Tabla 17: Tiempo mínimo de cada costurero en cada una de las máquinas.	61
Tabla 18: Promedio de horas que trabajaron las líneas por mes en el año 2015.	65
Tabla 19: Reducción del Tiempo Estándar de los procesos de Corte y Costura.	77
Tabla 20: Formato de control de paradas de máquina.	86
Tabla 21: Mejora Estimada del OEE de los equipos.	86
Tabla 22: Reducción del Tiempo Estándar del proceso de Costura.	86
Tabla 23: Análisis del abastecimiento de las líneas de costura.	88
Tabla 24: Reducción del inventario a la entrada al costura.	90
Tabla 25: Costos de implementación de las propuestas de mejora.	92
Tabla 26: Inversión anual en Capacitación para Lean Manufacturing.	93
Tabla 27: Ahorros por la disminución del tiempo de operación.	93
Tabla 28: Ahorros por la disminución del exceso de inventario.	94
Tabla 29: Ahorros generados por la disminución del personal.	94
Tabla 30: Flujo de Caja del Proyecto.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Los principios de la manufactura esbelta.....	4
Figura 2: Tipos de desperdicio.	5
Figura 3: Pasos para la elaboración de un mapa de flujo de valor.....	7
Figura 4: El significado de las 5 S.	9
Figura 5: Formato de tarjetas rojas.	10
Figura 6: Checklist de inspección de la limpieza.	11
Figura 7: Identificación de materiales innecesarios en una planta.	12
Figura 8: Hoja de verificación para la recopilación de datos.	15
Figura 9: Hoja de Verificación de artículos defectuosos.....	15
Figura 10: Diagrama de Pareto.	16
Figura 11: Diagrama Causa-Efecto.	20
Figura 12: Principios del Enfoque socio-técnico.	21
Figura 13: Flujograma de la lógica de la situación del caso 1.....	23
Figura 14: Flujograma de la lógica de la solución del caso 2.....	26
Figura 15: Organigrama general de la empresa.	33
Figura 16: Diagrama de Operaciones de la prenda.....	34
Figura 17: Exportaciones en el periodo Enero – Noviembre (Miles US\$ FOB).	35
Figura 18: Porcentaje de participación del mercado exportador de prendas de vestir del país.....	37
Figura 19: Mapa de flujo de valor actual.	39
Figura 20: Comparación entre el Tiempo de Ciclo y el Talk Time.....	43
Figura 21: Tiempo promedio de espera de la hilandería, tejeduría y tintorería.....	46
Figura 22: Diagrama Causa-Efecto del Alto tiempo de No Valor Agregado del polo.	49
Figura 23: Diagrama de Pareto de las causas encontradas.....	50
Figura 24: Selección de las herramientas de manufactura esbelta.....	52
Figura 25: Diagrama Causa-Efecto de la insatisfacción del personal.	53
Figura 26: Flujograma de la aplicación del principio de compatibilidad.	55
Figura 27: Organigrama del equipo representativo.....	56
Figura 28: Flujograma de la aplicación del principio de especificación crítica mínima.	57
Figura 29: Flujograma de la aplicación del criterio socio-técnico.	58
Figura 30: Ubicación y posicionamiento del banderín rojo planteado.....	59

Figura 31: Flujograma de la aplicación del criterio multifunción.	60
Figura 32: Flujograma de la aplicación del principio de especificación de límites. ...	62
Figura 33: Flujograma de la aplicación del principio de flujo de información.	63
Figura 34: Diagrama de Flujo de la alerta de errores en la línea de costura.	64
Figura 35: Diagrama de Flujo de la alerta de errores propuesto.	64
Figura 36: Flujograma del principio de congruencia de apoyo.	66
Figura 37: Flujograma de la lógica del criterio de diseño y valores humanos.	67
Figura 38: Desorden en el área de corte.	68
Figura 39: Layout del área de corte y habilitado.	69
Figura 40: Desorden en el área de costura.	69
Figura 41: Diagrama de recorrido del área de costura.	70
Figura 42: Flujograma de la aplicación de las 5 S.	71
Figura 43: Propuesta de formato de tarjeta roja.	72
Figura 44: Distribución de las tarjetas rojas en los puestos de corte y costura.	72
Figura 45: Layout mejorado del área de corte y habilitado.	74
Figura 46: Posicionamiento y ubicación del procedimiento de limpieza.	75
Figura 47: Organigrama de Orden y Limpieza del área de corte.	76
Figura 48: Organigrama de Orden y Limpieza del área de habilitado.	76
Figura 49: Organigrama de Orden y Limpieza del área de costura.	76
Figura 50: Resultados de la auditoría de gestión del mantenimiento.	80
Figura 51: Comparación de la gestión del mantenimiento de la empresa con empresas de clase mundial.	81
Figura 52: Flujograma de la aplicación del TPM.	82
Figura 53: Formato de Auditoría TPM.	83
Figura 54: Flujograma de la aplicación del sistema Kanban y Poka Yoke.	87
Figura 55: Kanban de costura.	89
Figura 56: Balanza Industrial.	89
Figura 57: Alarma propuesta.	90
Figura 58: Ubicación de la alarma para el abastecimiento de las líneas de costura.	90

INTRODUCCIÓN

Actualmente, hay una mayor competitividad en todos los sectores industriales debido principalmente a que existe mayor poder de negociación por parte de los clientes. Esto genera que las empresas realicen sus productos buscando satisfacer requerimientos de los mismos, entre los cuales está la calidad. Evans & Lindsay (2008) mencionan que en el año 2005 la ASQ identificó seis fuerzas clave que influirán en el futuro de la calidad. La primera es la Globalización, en la que se menciona que las diversas compañías estarán interconectadas por medio de internet, lo cual implicará nuevas clases de colaboración, competencia y mayor preocupación por las ganancias. La segunda es la Innovación, en la cual se pondrá mayor énfasis en la calidad e innovación de diseño, incluyendo tasas de cambio más rápidas, ciclos de vida más cortos y clientes más sofisticados. La tercera es la Subcontratación, en la que se menciona que el trabajo ya no dependerá del lugar y espacio, sino también que se extenderá hacia los proveedores de todo el mundo. La cuarta es la Sofisticación del Consumidor, es decir, que las expectativas de los consumidores respecto a la calidad del producto se incrementarán. La quinta es la Creación de Valor, en la que también incluirá la sostenibilidad, resultados sociales, ambientales, financieros y la eliminación de desechos. Por último, la sexta son los Cambios en la Calidad, en la que el enfoque pasará a ser hacia los sistemas y ya no tanto a los procesos. Por lo tanto, se puede inferir de esto último que si la organización logra comprender y adquirir estas fuerzas clave será más competitiva y obtendrá mayores beneficios en el largo plazo.

De esta manera, las empresas textiles y de confecciones deben ser capaces de poder atender los requerimientos de sus clientes con la calidad que estos exigen, así como también en el tiempo que solicitan. Por lo tanto, una forma de que estas puedan lograr satisfacer a sus clientes es por medio de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, las cuales ayudarán a eliminar las actividades que no agregan valor al producto, de tal manera que sus tiempos de entrega sean menores.

En el capítulo 1 se realiza una breve descripción del concepto de manufactura esbelta así como también de sus principios, elementos y tipos de desperdicio. Posteriormente, se describen las herramientas de manufactura esbelta a utilizar en la propuesta de mejora. Luego, se mencionan algunas herramientas de calidad, las cuales servirán para analizar la situación actual de la empresa. Finalmente, se desarrollan los principios del enfoque sociotécnico.

En el capítulo 2, se analizan dos casos de éxito de la aplicación de algunas herramientas de manufactura esbelta y uno de los principios del enfoque sociotécnico, en los que se puede apreciar su eficacia en el logro de los objetivos de las compañías en donde se aplicaron.

En el capítulo 3, se realiza una breve descripción de la visión, misión, principios, objetivos, clientes y productos de la empresa. Asimismo, se describe el proceso productivo general de un polo, desde la fabricación del hilado hasta el embalaje de la prenda. Finalmente, se elabora el mapa de procesos de la empresa, en el que se pueden distinguir los procesos en los que se debe enfocar la mejora.

En el capítulo 4, se realiza el diagnóstico de la situación actual, en el que se define la familia de productos a mejorar y se elabora el mapa de flujo de valor actual de ésta. Posteriormente, se identifican los desperdicios que actualmente tiene el proceso productivo. Finalmente, se utilizan las herramientas de calidad para determinar las principales causas de los desperdicios del proceso.

En el capítulo 5, se realizan las propuestas de mejora utilizando las herramientas de manufactura esbelta para solucionar las causas identificadas en el punto anterior. De esta manera, en primer lugar se utilizan las 5 S para ordenar y limpiar el área productiva. Posteriormente, se utiliza la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) para analizar la gestión del mantenimiento de la empresa y compararla con las mejores en este aspecto, y finalmente establecer un programa de mantenimiento preventivo. Finalmente, se utilizan las herramientas Kanban y Poka Yoke para establecer un control de los inventarios antes del recurso cuello de botella.

En el capítulo 6, se evalúa económicamente las propuestas de mejora utilizando indicadores económicos tales como el VAN, TIR y B/C.

Finalmente, en el capítulo 7, se concluyen los beneficios que generan el uso de las herramientas de manufactura esbelta.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se realizará una breve descripción de los conceptos de manufactura esbelta, así mismo los tipos de desperdicio por manufactura, y sus principios. Posteriormente se describen algunas de sus herramientas, las cuales serán utilizadas posteriormente para el desarrollo de las propuestas de mejora. Luego, se describirán las herramientas de calidad, las cuales servirán para analizar los problemas de la empresa. Finalmente, se desarrollarán los principios del enfoque sociotécnico, los cuales servirán para analizar y establecer propuestas de mejora a la satisfacción del personal.

1.1. Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta es un proceso de mejora continua cuya función principal es la eliminación del desperdicio. Según Womack & Jones (2012), la manufactura esbelta es un proceso de cinco pasos: (i) definir el valor del cliente, (ii) definir el flujo de valor, (iii) hacerlo “fluir”, (iv) jalarlo (pull) desde el final (cliente) y (v) perseguir la excelencia.

1.1.1. Los principios de la manufactura esbelta

Según Womack, Jones, & Ross (1992), se entiende como valor a un producto (bien o servicio) que satisface las necesidades del cliente a un precio determinado y a un tiempo determinado. De esta manera, los principios de la manufactura esbelta se basan en identificar lo que realmente le interesa al cliente así como también definir el cómo llegar a lograrlo. En la Figura 1 se muestran dichos principios.

Valor

El valor es definido por el cliente y debe ser expresado en base a sus necesidades, las cuales son expresadas como un producto específico, que tiene un precio y se ofrece en un momento determinado.

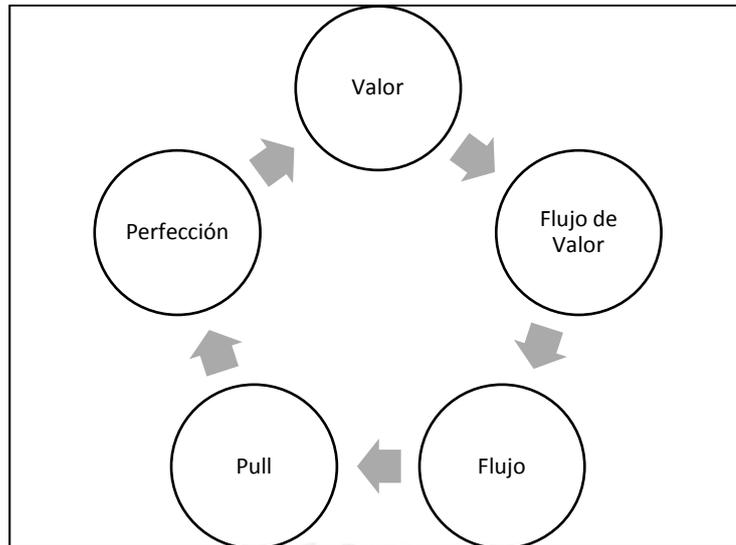


Figura 1: Los principios de la manufactura esbelta.

Elaboración propia.

Flujo de valor

Es el conjunto de actividades o tareas necesarias que tiene que realizar la empresa para que el producto llegue al cliente. Estas se dividen en tres: (i) la tarea de solución de problemas, la cual se encarga de definir el diseño e ingeniería del producto; (ii) la tarea de gestión de la información, la cual se encarga de establecer y gestionar la secuencia de pasos a realizar desde la recepción del pedido del cliente hasta que se despacha, incluyendo la programación; (iii) y la tarea de transformación física, la cual se refiere al proceso productivo desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado.

Flujo

Una vez identificadas las actividades que generan valor, el siguiente paso es hacer que fluyan, lo cual implica eliminar o minimizar las actividades que no agregan valor. Por lo tanto, este principio consiste en realizar el proceso de creación del producto mediante solo las actividades que agregan valor al resultado final, es decir al producto.

Pull

Consiste en permitir que el cliente sea quien decida los productos que producirá la compañía que lo hará así como también el momento.

Perfección

Consiste en mejorar continuamente mediante la reducción de esfuerzo, tiempo, espacio, costos y defectos, con el objetivo de ofrecer un producto cada vez más alineado a los requerimientos del cliente.

1.1.2. Tipos de desperdicio

Según Liker (2011), existen 8 tipos de desperdicio. En la Figura 2 se puede apreciar un resumen de estos.

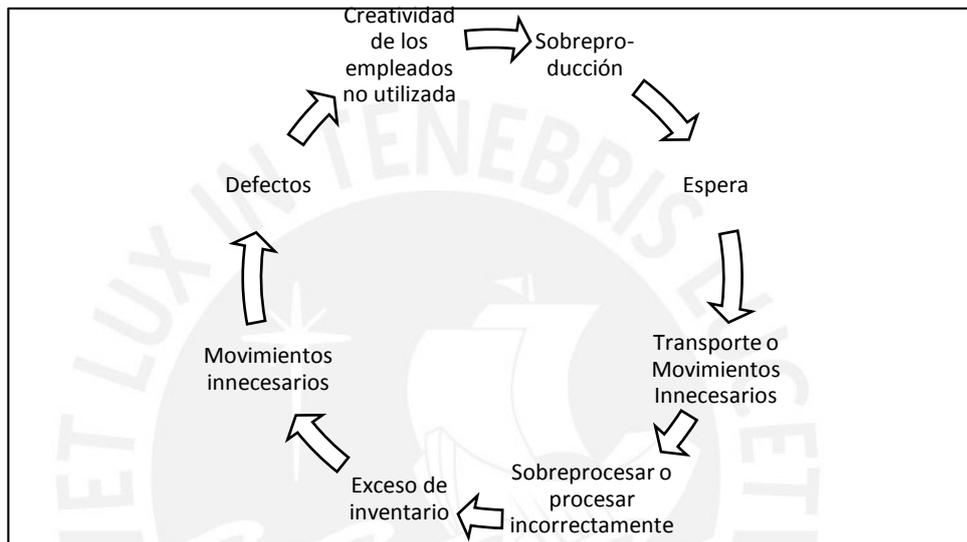


Figura 2: Tipos de desperdicio.

Elaboración propia.

De la figura, se puede ver que los tipos de desperdicio son sobreproducción, espera, transporte o movimientos innecesarios, sobreprocesar o procesar incorrectamente, exceso de inventario, movimientos innecesarios, defectos y creatividad de los empleados no utilizada. A continuación se realizará una breve descripción de cada uno de estos.

Sobreproducción

Se refiere a la fabricación de productos que el cliente no ha solicitado. Por lo tanto, esto genera que se sobre utilicen los recursos; se almacenen el exceso de materias primas, productos en proceso y productos terminados; se generen costos de manipulación y transporte debido al almacenamiento excesivo; y, a su vez, se generen gastos administrativos.

Esperas

Referido al tiempo de inactividad de los recursos. Por ejemplo, se puede apreciar este desperdicio cuando un trabajador se encuentra esperando un determinado material, o debido a que no cuenta con la herramienta necesaria, o también debido a que su máquina se encuentra deshabilitada.

Transportes o movimientos innecesarios

Referido al desplazamiento del producto en proceso en largas distancias, lo cual genera ineficiencias en el transporte. Asimismo, esto ocurre también cuando se realiza el traslado de materias primas y productos terminados, entre los almacenes de materia prima y producción, y entre producción y productos terminados, por parte de los operarios.

Sobrepesamiento o procesamiento incorrecto

Se genera a partir de la ejecución de pasos innecesarios, es decir, que no agregan valor al producto. Asimismo, se genera cuando se fabrica el producto utilizando herramientas defectuosas o utilizando un diseño inadecuado, lo cual genera movimientos innecesarios y defectos. Además, el fabricar un producto con mayor calidad que lo exigido por el cliente se considera un desperdicio.

Exceso de inventario

Generado por el exceso de materia prima, productos en proceso, productos semielaborados y productos terminados. De esta manera, cada tipo de inventario causa un determinado tiempo de proceso y, por ende, costo de producción.

Movimientos innecesarios

Referido a cualquier movimiento que no agregue valor al producto. Por ejemplo, buscar, alcanzar o apilar piezas, realizar coordinaciones con el supervisor, reparar constantemente la maquinaria, etc.

Defectos

Generado por la producción de piezas defectuosas. Debido a ello, por ejemplo se generan las siguientes actividades: reinspección, reparación de máquinas, mermas, reprocesamiento, movimientos innecesarios, tiempo y esfuerzo del trabajador, etc.

Creatividad de los empleados no utilizada

El no utilizar las ideas de los empleados también es considerado un desperdicio debido a que estas pueden ser utilizadas para realizar futuras mejoras.

1.2. Herramientas de Manufactura Esbelta

El objetivo de la manufactura esbelta es eliminar todo aquello que no agrega valor al producto. Para ello, Toyota, quien fue la empresa creadora de la manufactura esbelta, creó y utilizó un conjunto de herramientas, las cuales se describirán a continuación.

1.2.1. Mapa de flujo de valor

El mapa de flujo de valor es una herramienta que sirve para visualizar un proceso e identificar sus desperdicios. Esto, a su vez, ayuda a que todos los usuarios del proceso puedan entender el mismo, así como también establecer propuestas de mejora. Asimismo, según Venkataraman, Vijaya Ramnathb, Muthu Kumarc & Elanchezhian (2014), el mapa de flujo de valor es un método de manufactura esbelta que utiliza símbolos, métricas y permite mostrar y optimizar el flujo del inventario e información requerida para obtener un producto o servicio que es posteriormente entregado al cliente. Los pasos para la elaboración de un mapa de flujo de valor se muestran en la Figura 3. A continuación se describirá cada uno.

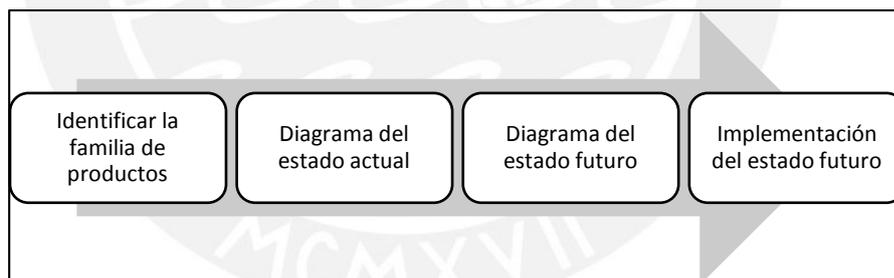


Figura 3: Pasos para la elaboración de un mapa de flujo de valor.

Elaboración propia.

1. Identificar la familia de productos

Lo primero que se debe hacer para elaborar un mapa de flujo de valor es seleccionar la familia de productos a mejorar. Según Rother & John (1999), una familia es un grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante la transformación y pasan por equipos comunes en diversos procesos más adelante. Por otro lado, esta selección debe realizarse por medio de un grupo de personas que conozca a detalle el proceso con el objetivo de que se puedan identificar todas las fuentes de desperdicio.

2. Diagrama del estado actual

Una vez identificada la familia de productos, se procede a elaborar el mapa de flujo de valor actual, el cual debe mostrar el proceso productivo de la familia identificada, desde que se recibe el pedido del cliente hasta la entrega del mismo al solicitante. Asimismo, en aquel se deben identificar al cliente final y al proveedor de los insumos de la familia identificada, la programación de la producción, el flujo de información, los requerimientos del cliente por mes y por día, la producción diaria, la frecuencia de entrega, los tiempos de las operaciones, el inventario de materias primas, productos semielaborados y productos terminados, así como también los datos de los procesos.

3. Diagrama del estado futuro

Este mapa de flujo de valor futuro muestra la situación del proceso productivo luego de implementadas las mejoras. Para llevar a cabo su elaboración se deben cumplir los siguientes puntos, los cuales hacen hincapié a las características de una cadena de valor esbelta.

- a) Producir de acuerdo al “Talk time”. Este se define como el tiempo por producto (en minutos) que debe tener el proceso productivo para cumplir con los requerimientos del cliente. El Talk time se calcula de la siguiente manera: $\text{Talk Time} = \text{Tiempo disponible por día} / \text{Demanda por día}$.
- b) Utilizar “supermercados” para que el proceso productivo continúe trabajando. Los supermercados son el equivalente a un inventario de seguridad, el cual es utilizado para que el proceso no sea interrumpido ante un cambio repentino de la demanda.
- c) Negociar con el cliente para establecer el programa de producción de una serie de ítems que tengan el mismo proceso de producción. De llegarse a un acuerdo, el proceso sería continuo y no habrían paradas por tiempos de preparación.
- d) Nivelar la mezcla de la producción. Es decir, distribuir la producción de los diferentes ítems en cantidades iguales sobre el tiempo total del marcapasos, el cual vendría a ser la última estación del mapa de flujo de valor (el más cercano al cliente). De esta manera, se tendrá una producción equilibrada, en la que se pueda garantizar el flujo de producción con el mínimo de interrupciones.
- e) Desarrollar un *pull* inicial (Nivelar el volumen de producción). Es decir, establecer un nivel de producción creando un flujo predecible, el cual pondrá a la luz los problemas y obligará a tomar acciones correctivas.

f) Determinar cada cuánto tiempo se debe dar la producción de una pieza. De esta manera, se podría saber el tiempo en el que la producción es continua y cuánto demora preparar la maquinaria para fabricar un producto distinto.

4. Implementación del estado futuro

La implementación de las mejoras mostradas en el estado futuro debe ser gestionada por un grupo de personas, quienes deben tener conocimiento profundo del proceso productivo. Asimismo, inicialmente se debe establecer un plan de implementación, en el cual se detallen los pasos a realizar para llevar a cabo el estado futuro.

1.2.2. La metodología de las 5 S's

Según Hirano (2009), para desarrollar un buen área de trabajo se necesita comenzar con la aplicación de las 5 S. George (2002) menciona que esta metodología se enfoca en el establecimiento y posterior mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras. En la Figura 4, se muestra el significado de las 5 S así como también los objetivos a cumplir con esta metodología.

Como se puede apreciar en ésta, el objetivo de esta metodología es obtener alta calidad, bajos costos, calendarios estrictos, mayor seguridad, alto ratio de utilización y diversificación de productos. Asimismo, se puede ver que las 5 S consta de 5 pasos: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina.

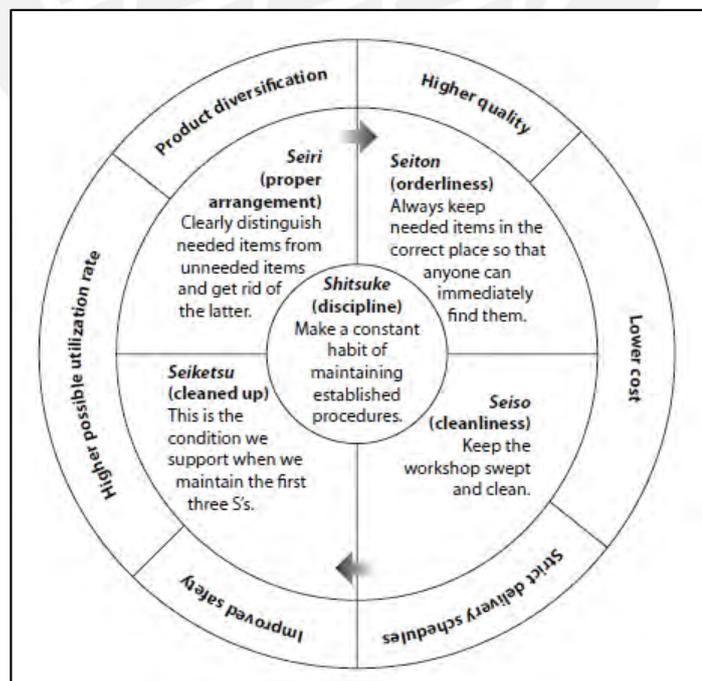


Figura 4: El significado de las 5 S.

Fuente: Hirano (2009).

Seiri (Clasificar)

La metodología de las 5 S comienza con la clasificación de las cosas que sirven y no sirven en la empresa, es decir, separar aquellas que no agregan valor al producto de las que sí agregan. El objetivo de este primer paso es mantener en el área de trabajo solo aquellas herramientas y elementos que permitan realizar las tareas diarias de una forma productiva y con calidad. Asimismo, el solo tener las herramientas necesarias se optimizan los espacios y se trabaja con mayor productividad. Para lograr ello, se utilizan unas tarjetas rojas que facilitan la visualización por parte de los trabajadores. En la Figura 5 se puede ver un formato de tarjeta roja.

Seiton (Ordenar)

Luego de clasificar las cosas, se procede a ordenarlas. Este paso consiste en ordenar las herramientas u objetos según su forma de uso. De esta manera, las de mayor uso, se podrían colocar más cerca al área de trabajo y, a su vez, resulta necesario definir claramente sus ubicaciones de tal manera que no quede duda alguna de en qué lugar se encuentren.

The image shows three variations of a 'RED TAG' form used for 5S classification. The central form is the most detailed and includes the following sections:

- Category:** A list of 11 categories: 1. Equipment, 2. Jigs and tools, 3. Measuring instruments, 4. Materials, 5. Parts, 6. In-process inventory, 7. Quasi products, 8. Finished products, 9. Quasi materials, 10. Office products, 11. Papers, pens, etc.
- Item name:** A field for the name of the item.
- Manufacturing No.:** A field for the manufacturing number.
- Quantity:** A field for the quantity of items.
- Units:** A field for the units.
- Value:** A field for the value, with a '\$' symbol.
- Reason:** A list of reasons: 1. Not needed, 2. Defective, 3. Not needed soon, 4. Scrap material, 5. Use known, 6. Other.
- Disposal by:** A field for the Department/Division/Section.
- Disposal method:** A list of methods: 1. Discard, 2. Return, 3. Move to red tag storage site, 4. Move to separate storage site, 5. Other.
- Disposal completed (signature):** A field for the signature of the person who completed the disposal.
- Today's date:** A field for the date.
- Posting date:** A field for the date when the tag was posted.
- Disposal date:** A field for the date when the item was disposed of.
- Redtag file number:** A field for the file number of the tag.

The other two forms are simplified versions of the same structure, with some fields omitted or combined.

Figura 5: Formato de tarjetas rojas.

Fuente: Hirano (2009).

Seiso (Limpieza)

Una vez ordenadas las herramientas u objetos, se procede a realizar la limpieza. Este paso consiste en mantener un lugar de trabajo limpio y agradable, fuera de cualquier tipo de suciedad y polvo en todos los elementos que lo conforman, de tal manera que genere motivación en el trabajador. Para llegar a aquel objetivo, resulta necesario

identificar las principales causas de la suciedad y establecer un plan de acción que las elimine o minimice. De esta manera, al tener un lugar de trabajo más limpio, se tendrá un mayor tiempo de vida de la maquinaria y un mejor funcionamiento. Asimismo esto último influirá en la motivación del personal de la compañía.

Seiketsu (Estandarizar)

Luego de realizar la limpieza de los puestos de trabajo, se procede a definir un nivel estándar que sirva como referencia para que el personal lo tenga en cuenta a la hora de realizar los tres pasos anteriores. Asimismo, el nivel estándar definido servirá para que los trabajadores estén motivados y tengan una idea de la meta a la que deben llegar. En la Figura 6, se puede apreciar el formato utilizado por los japoneses para realizar la inspección de la limpieza de sus máquinas.

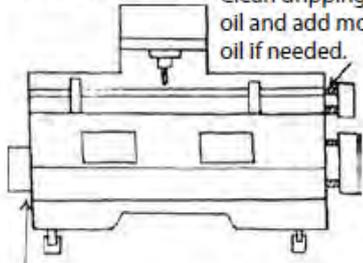
CLEANLINESS INSPECTION CHECKLIST	Workshop name								
	Mfg. Dept. 2, Shop No. 1								
Cleanliness Inspection Points	Machine name		Month						
	Drilling line		November						
	Date	Inspect	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
<p>MB01</p> <p>(1) Daily cleaning</p> <p>(2) Drill section: Clean dripping oil and add more oil if needed.</p>  <p>(3) Check pneumatic cylinder section: If needed, pour one half cup of turbine oil (ISOVG 32) into the oiler section. Check daily, oil once a month.</p>	1(T)	Maka							
	2(W)	Maka							
	3(Th)	Maka							
	4(F)								
	5(Sa)								
	6(Su)								
	7(M)	Maka							
	8(T)								
	9(W)								
	10(Th)								
	11(F)								
MB02									

Figura 6: Checklist de inspección de la limpieza.

Fuente: Hirano (2009).

Finalmente, en la Figura 7, se muestra el layout de una planta, en la cual se puede apreciar la identificación de los materiales innecesarios, los cuales en este caso vendrían a ser los rombos negros. Cabe resaltar que el layout actual es el de una planta que fabrica carretes de madera para cables eléctricos. Los rombos de color

negro (ver Figura 7) significan los materiales innecesarios de ésta, los cuales fueron identificados con la primera S (Clasificar). De esta manera, al retirar estos materiales de la planta, junto con una limpieza y redistribución adecuada de ésta, se podría obtener un flujo más rápido y continuo.

1.2.3. Sistemas Justo a tiempo

El sistema justo a tiempo es una filosofía de trabajo implementada por el Director de Producción de Toyota, Taiichi Ohno, cuyo objetivo principal es eliminar del proceso productivo todo aquello que no agregue valor. La filosofía JIT consiste en servir a los clientes, ya sea interno o externo, justo en el momento preciso, exactamente en la cantidad requerida, con productos de máxima calidad y mediante un proceso de producción que utilice el mínimo inventario posible y que se encuentre libre de cualquier tipo de desperdicio o costo innecesario.

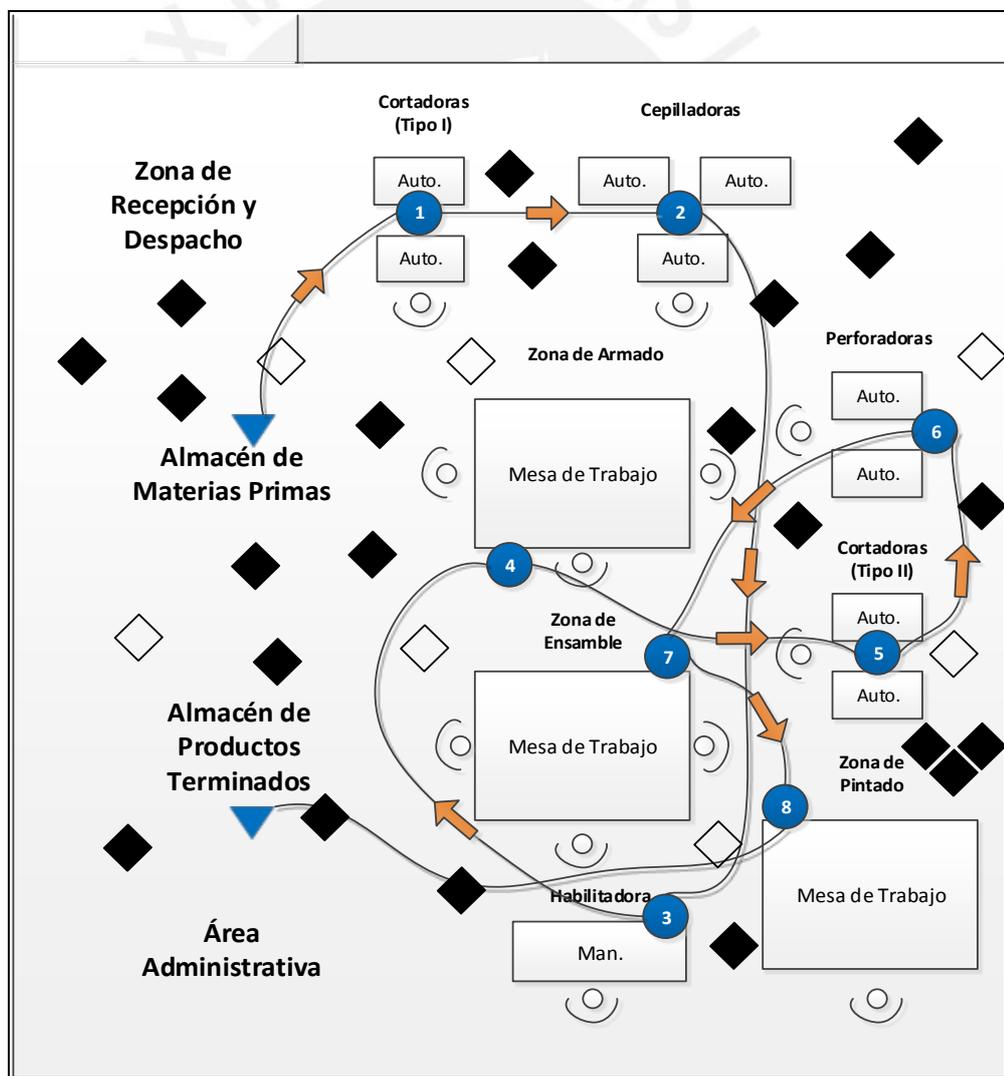


Figura 7: Identificación de materiales innecesarios en una planta.

Elaboración propia.

Según Domínguez (1995) los elementos fundamentales en los que se basa el JIT son los siguientes:

- Ideas y sugerencias de los trabajadores: Este elemento consiste en establecer un plan de recopilación y desarrollo de las sugerencias a realizar por parte del personal de planta. Asimismo, dentro de éste también se crean y forman los círculos de calidad, los cuales son conformados por entre 3 y 5 personas.
- Control Autónomo de defectos: Este elemento consiste en la motivación del trabajador para que se haga responsable de los defectos encontrados en su puesto de trabajo.
- Mantenimiento productivo total: El cual se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa, es decir, “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo.
- Relaciones con los proveedores: El cual consiste en establecer relaciones a largo plazo con los proveedores. De esta manera, es posible generar economías de escala para reducir los costos de compras.
- Reducción de tiempos de preparación y fabricación: Este elemento consiste en reducir los tiempos de espera, transporte y ejecución del lote, a partir de la reducción de los tamaños de lote. De esta manera, para lograr esta reducción, será necesario identificar aquellas preparaciones que son externas e internas.
- Estandarización de operaciones: El cual consiste en determinar el orden secuencial de las operaciones que debería ejecutar un trabajador polivalente al manipular diversas máquinas.
- Flexibilidad: El cual consiste en adaptar rápido la planta de producción a las necesidades de los clientes. De esta manera, será necesario que la compañía tenga trabajadores polivalentes, quienes finalmente se encargarán de trabajar en todas las posiciones,
- Planificación y programación de la producción: Este elemento consiste en establecer un programa de producción nivelado, de tal manera que, a pesar de la inestabilidad que pueda haber en la demanda, se pueda atender ésta sin sobresaltos.
- Ejecución y control: Este elemento consiste en utilizar sistemas Kanban, el cual es un sistema de arrastre que utiliza una serie de tarjetas que dirigen y controlan la producción entre los distintos centros de trabajo.

1.2.4. Poka Yoke

Esta herramienta fue desarrollada por Shigeo Shingo luego de la segunda guerra mundial y fue diseñado para enfocarse en la búsqueda de la calidad en la fuente y en la recolección de los defectos desde su frente (Shigeo, 1987).

Asimismo, ésta permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad debido a que será el operador el principal responsable de que el proceso produzca con calidad.

Por otro lado, el Poka Yoke emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. De esta manera, entre los Poka Yokes más comúnmente utilizados se encuentran los siguientes: pines de guía, sistema de alarmas y detección de errores, switches de límites, contadores y listas de chequeo.

1.3. Herramientas de Calidad

Bonilla (2010) menciona que el propósito de las herramientas para la solución de problemas, u herramientas de calidad, es identificar y seleccionar un problema, el cual debe solucionarse, así como también de identificar alternativas de solución que se puedan implementar. Algunas de estas herramientas son las hojas de verificación, los diagramas de Pareto y los diagramas causa-efecto, los cuales se describirán a continuación debido a que se utilizarán más adelante en la presente tesis.

1.3.1. Lluvia de Ideas

Según Summers (2006), la lluvia de ideas es una herramienta que se utiliza para determinar posibles causas a un determinado problema. El propósito de esta herramienta es que un grupo de personas genere una lista de causas, sin analizar ni debatir estas. Asimismo, ésta se realiza en una sesión de aproximadamente entre 10 y 45 minutos, y finaliza cuando se agotan las ideas.

1.3.2. Hojas de Verificación

Evans & Lindsay (2008), mencionan que las hojas de verificación son herramientas para la recopilación de datos. El objetivo de esta herramienta es la búsqueda de información para posteriormente analizarla y establecer mejoras a los problemas encontrados. Un tipo de hoja de verificación es la que se suele utilizar en la manufactura. En la Figura 8, se puede apreciar un modelo de hoja de verificación que permite un rápido entendimiento. Por otro lado, otro tipo de hoja de verificación es la utilizada para recopilar datos de artículos o productos defectuosos. En la Figura 9, se muestra un ejemplo de ésta.

1.3.3. Diagramas de Pareto

Evans & Lindsay (2008) mencionan que los diagramas de Pareto se utilizan para los datos recopilados de las hojas de verificación. De esta manera, el análisis consiste en ordenar las características observadas de mayor a menor frecuencia, de tal manera que se observe que el 80% de los defectos encontrados correspondan al 20% de las causas determinadas (ver Figura 10).

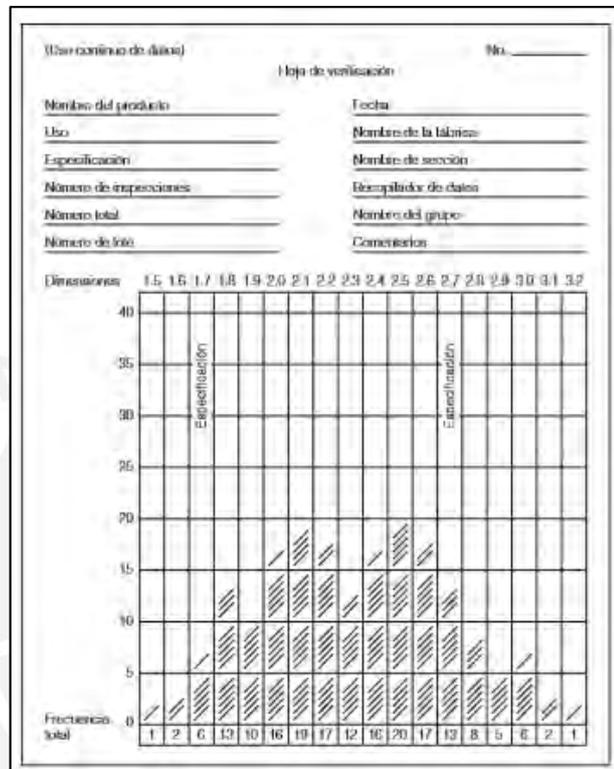


Figura 8: Hoja de verificación para la recopilación de datos.

Fuente: Evans & Lindsay (2008).

Hoja de verificación

Producto: _____ Fecha: _____
 Etapa de manufactura: inspección final _____ Fábrica: _____
 Tipo de defecto: está rotado, incompleto, dañado _____ Sección: _____
 Nombre del inspector: _____
 Número de foto: _____
 Número de orden: _____

Comentarios: todos los artículos inspeccionados _____

Tipo	Verificación	Subtotal
Falladuras en la superficie:	### ### ### ### ### //	30
Cristales	### ### ### ### //	25
Incompleto	### ### ### ### ### ### ### //	40
Dañado	### //	4
Otros	### //	8
Total general		107
Total de rechazos:	### //	80

Figura 9: Hoja de Verificación de artículos defectuosos.

Fuente: Evans & Lindsay (2008).

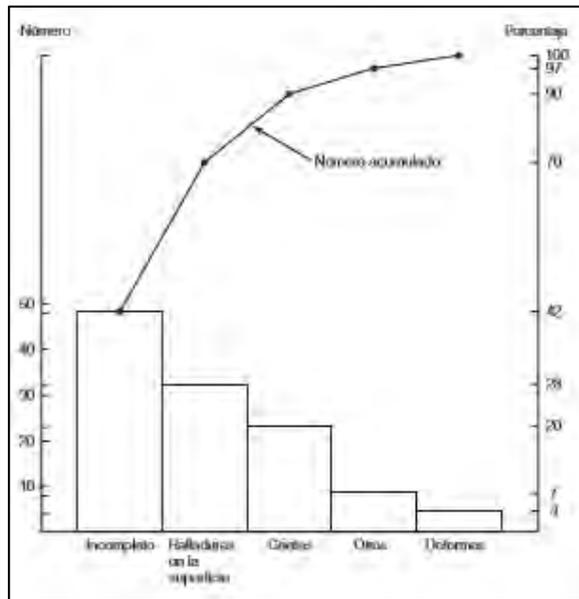


Figura 10: Diagrama de Pareto.

Fuente: Evans & Lindsay (2008).

1.3.3.1. Clasificación ABC Tradicional

Ballou (2004) menciona que el Diagrama de Pareto sirve como base para la clasificación ABC de los artículos. De esta manera, la diferencia entre ambos es que el primero no categoriza los artículos, mientras que el segundo sí.

Asimismo, Castro, Vélez, & Castro (2011) mencionan que el enfoque tradicional de la clasificación ABC consiste en organizar todos los ítems de manera descendente según el criterio de consumo o utilización anual (para materias primas o repuestos) o de demanda o ventas anuales (para productos terminados), ambas medidas en pesos al año. Posteriormente, estos se clasifican en las categorías “A”, “B” y “C”, en la que a los primeros la gerencia debe darles mayor atención; mientras que a los segundos mediana y a los terceros poca atención.

Por otro lado, los mismos autores mencionan los criterios más usados para la clasificación ABC, los cuales se muestran como una matriz en la Tabla 1.

De esta manera, se puede observar que existen varios criterios para categorizar ítems; no obstante, las empresas generalmente categorizan en base a la experiencia y con uno u dos criterios. Sin embargo, una manera más precisa de categorizar artículos es mediante la clasificación ABC Multicriterio.

1.3.3.2. Clasificación ABC Multicriterio

Castro, Vélez, & Castro (2011) mencionan que este tipo de clasificación utiliza pesos o ponderaciones a los diferentes criterios, con el fin de identificar mediante algún método o modelo, qué artículos son más importantes que otros, pero medidos con más de un criterio. Asimismo, es necesario realizar, en primer lugar, la normalización de la información para cada uno de los valores presentados, ya que los diferentes criterios utilizan unidades de medida que no son comparables ni operables entre ellas.

Hadi-Vencheh (2010) menciona que la normalización de la información se realiza mediante la siguiente ecuación.

$$yn_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}$$

De esta manera, los valores mayores (es decir, 1 ó cercanos a 1) son de gran importancia, mientras que los valores menores (cero, o cercanos a cero) son de menor importancia).

Luego, los valores obtenidos para cada uno de los ítems en los diversos criterios se multiplican por el peso de cada criterio y posteriormente se suman para obtener un puntaje total. Esto último se refleja en la siguiente ecuación.

$$Puntaje\ Total = \sum_{i=1}^I w_j yn_{ij}$$

Donde yn_{ij} es el valor normalizado del ítem i -ésimo con respecto al criterio j -ésimo y w_j es el peso asignado al criterio j . Finalmente, es necesario verificar que la suma de los pesos para cada criterio es 1, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\sum_{j=1}^J w_j = 1$$

Luego de realizado esto, se categorizan los ítems en base al puntaje total obtenido para cada ítem, el cual finalmente es considerando todos los criterios seleccionados.

A continuación se presentará un ejemplo simple de la aplicación de la herramienta en mención. En la Tabla 2, se muestra información correspondiente a 4 familias de baldes.

Tabla 1: Matriz de Criterios para la clasificación ABC.

Criterios	Unidad de Medida	Entrada		Salida	
		Materias Primas	Repuestos	Fabricante	Comercializadora
Demanda/Ventas Anual	unidades/año			X	X
Consumo/Utilización Anual	unidades/año	X	X		
Inventario Promedio	unidades/año	X	X	X	X
Costo Unitario	\$/unidad	X	X	X	X
Volumen	m3/unidad	X	X	X	X
Criticidad	0, 1, 2, 3, 4, 5	X	X		
Costo Anual del Inventario	\$/año	X	X	X	X
Costo Anual Demanda/Ventas	\$/año			X	X
Costo Anual Consumo/Utilización	\$/año	X	X		
Tiempo de Entrega	unidades de tiempo	X	X		X
Tiempo de Producción por lote	unidades de tiempo			X	
Escasez	1, 2, 3, 4, 5	X	X		
Durabilidad	1, 2, 3, 4, 5	X	X	X	X
Sustituibilidad	1, 2, 3, 4, 5	X	X		
Reparabilidad	1, 2, 3, 4, 5		X	X	X
Número de Proveedores	Cantidad	X	X		X
Almacenabilidad	1, 2, 3, 4, 5	X	X	X	X
Tamaño de Lote	Unidades	X		X	X

Fuente: Castro, Vélez, & Castro (2011).

Con el fin de evaluar cada familia considerando los 3 indicadores, se realiza la normalización de los datos, mediante la siguiente fórmula:

$$y_{n_{ij}} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}$$

De esta manera, por ejemplo, para normalizar la demanda de la familia Balde 10, se aplica la fórmula mencionada de la siguiente manera:

$$y_{n_{11}} = \frac{30,000 - 10,000}{50,000 - 10,000} = 0.5$$

Tabla 2: Demanda, precio y tiempo de producción de 4 familias de baldes.

Familia	Demanda (unid.)	Precio (\$)	Tiempo de producción (min)
Balde U	50,000	12	2
Balde 10	30,000	15	2.5
Balde 19	10,000	20	3.2
Balde 18	15,000	18	3

Elaboración propia.

Cabe resaltar que el presente cálculo se realiza de la misma manera para los demás valores mostrados.

Posteriormente, se realiza un promedio ponderado de los indicadores normalizados, considerando un 60% al primero, 20% al segundo y 20% al tercero.

Finalmente, se clasifica cada familia en base al puntaje total ponderado, logrando el siguiente resultado (ver Tabla 3).

Tabla 3: Puntuación total para cada familia de productos.

Familia	Demanda	Precio	Tiempo de producción	Puntaje Total	Clasificación
Balde U	1.000	0.000	0.000	0.600	A
Balde 10	0.500	0.375	0.417	0.458	B
Balde 19	0.000	1.000	1.000	0.400	B
Balde 18	0.125	0.750	0.833	0.392	C

Elaboración propia.

De esta manera, la familia de baldes que la empresa debe priorizar fabricar en este caso es la de Baldes U.

1.3.4. Diagramas Causa-Efecto

El diagrama de causa-efecto es una herramienta gráfica que muestra un conjunto de causas y efectos, las cuales clasifica generalmente en 6 secciones: máquina, material, mano de obra, método, medición y medio ambiente. Finalmente, el problema central se puede encontrar en la parte central derecha (ver Figura 11). Una de las ventajas de utilizar esta herramienta es que permite estudiar procesos y situaciones, de tal manera que se establezca un plan de recolección de datos.

Asimismo, esta herramienta sirve para identificar las causas que originan problemas de calidad en un determinado producto.

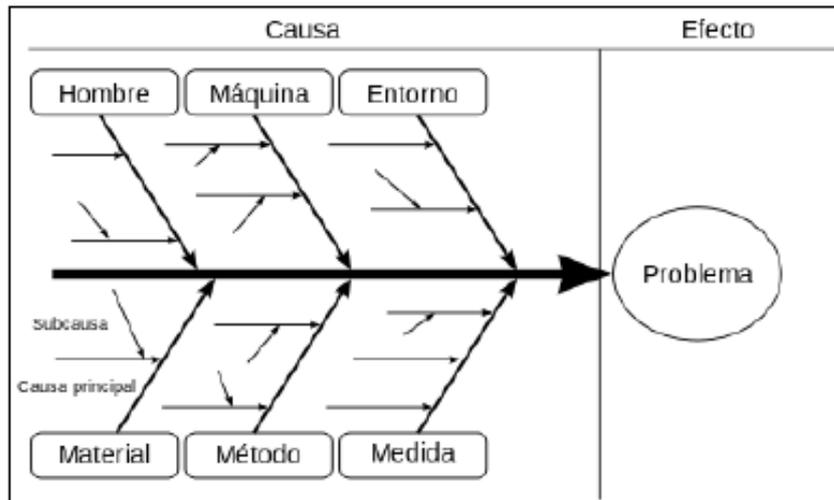


Figura 11: Diagrama Causa-Efecto.

Fuente: Evans & Lindsay (2008).

1.4. Enfoque Sociotécnico

Según Trist (1981), los objetivos de la organización se desarrollan mejor no cuando cumplen con la optimización del sistema técnico y la adaptación del sistema social al mismo, sino por la optimización conjunta de ambos sistemas. De esta manera, el sistema social consta de personas, relaciones de trabajo y sociales, y habilidades y capacidades; y el sistema técnico consta de materiales, herramientas, equipamientos, instalaciones y tecnología.

Por otro lado, Hyer, Brown, & Zimmerman (1999) mencionan que el enfoque socio-técnico se basa en un conjunto de principios, los cuales servirán para analizar el grado de interacción entre el sistema social y técnico. Estos son Compatibilidad, Especificación Crítica Mínima, Criterio socio-técnico, Multifunción, Especificación de Límites, Flujo de Información, Congruencia de Apoyo, Diseño y Valores Humanos y Diseño Incompleto. En la Figura 12 se muestran los principios del enfoque socio-técnico.

1.4.1. Compatibilidad

Cherns (1976) menciona que el proceso de diseñar la organización debería ser consistente con las metas del diseño. En el caso de las células de fabricación, la viabilidad a largo plazo de ésta dependerá de su capacidad para adaptarse a los cambios en los niveles de demanda y la mezcla de productos, lo cual a su vez

requiere un alto grado de implicación e innovación de sus empleados, tanto en el proceso de diseño como más allá de éste.



Figura 12: Principios del Enfoque socio-técnico.

Elaboración Propia.

1.4.2. Especificación Crítica Mínima

El diseño del trabajo solo debe especificar lo esencial. Esto debido a que cuando hay demasiada especificación deshabilita la creatividad o adaptación a las circunstancias por parte de los trabajadores. Asimismo, las decisiones operacionales y estructurales deberían ser tomadas en el piso de producción que en las oficinas de ingeniería debido a que es aquí en donde se pueden apreciar mejor los problemas.

1.4.3. Criterio Socio-técnico

El trabajo debe ser diseñado para controlar las varianzas rápidamente en la fuente del error antes de que afecte a los demás procesos. En el caso de las células de fabricación, este principio es compatible con las herramientas Kanban y Jidoka, las cuales sirven de alerta cuando hay un problema en el proceso de producción.

1.4.4. Criterio Multifunción

El diseño del trabajo debería evitar la alta especialización, los individuos deben ser entrenados para desempeñar un rango de tareas. De esta manera, la optimización conjunta entre el sistema social y técnico es más amigable cuando los trabajadores son polifuncionales ya que esto permitiría que el conjunto sea más flexible y responda mejor a las condiciones cambiantes del mercado.

1.4.5. Especificación de Límites

Los límites departamentales deberían definirse para incluir tareas que son relacionadas secuencialmente y no por similitud técnica. De esta manera, los diseñadores de células seleccionan equipos para incluir todos los pasos necesarios para realizar una familia de piezas o productos, y posteriormente disponerlo para cumplir con el proceso de producción predominante. Es decir pasar de un enfoque job shop a uno de distribución celular.

1.4.6. Flujo de Información

La información relacionada al trabajo debería fluir oportunamente para el lugar donde ella es necesaria. De esta manera, el sistema de información debería advertir a los trabajadores con la retroalimentación necesaria para tener un mayor control sobre las varianzas y mejorar posteriormente los procesos.

1.4.7. Congruencia de Apoyo

Las estructuras de apoyo social tales como sistemas de recompensa, procesos de selección, políticas de entrenamiento, mecanismos de resolución de conflictos, entre otros, deben ser consistentes con los objetivos que gobiernan el diseño del sistema de trabajo. De esta manera, una forma de crear una estructura de apoyo social es mediante sistemas de recompensa basados en grupos para motivar al personal a cooperar entre sí.

1.4.8. Diseño y Valores Humanos

El objetivo clave del diseño organizacional es la alta calidad de vida en el trabajo. De esta manera, para lograr el compromiso de los trabajadores, es necesario que la empresa les brinde algún beneficio por los logros que vayan a realizar. Solo así se logrará que los trabajadores no se resistan al cambio.

1.4.9. Diseño Incompleto

El proceso de diseñar la organización nunca termina, es un proceso continuo. De esta manera, la empresa debe lograr que los trabajadores estén convencidos de que siempre se puede mejorar.

CAPÍTULO 2: CASOS DE ÉXITO DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

En el presente capítulo se describirán tres casos de éxito de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta.

2.1. Caso 1: Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study

El presente caso basa su análisis en el artículo de AR* & al-Ashraf (2012), el cual consiste en la aplicación de la herramienta mapa de flujo de valor en una fábrica de automóviles. En la Figura 13 se puede apreciar el flujograma de la lógica de la solución del caso en mención.

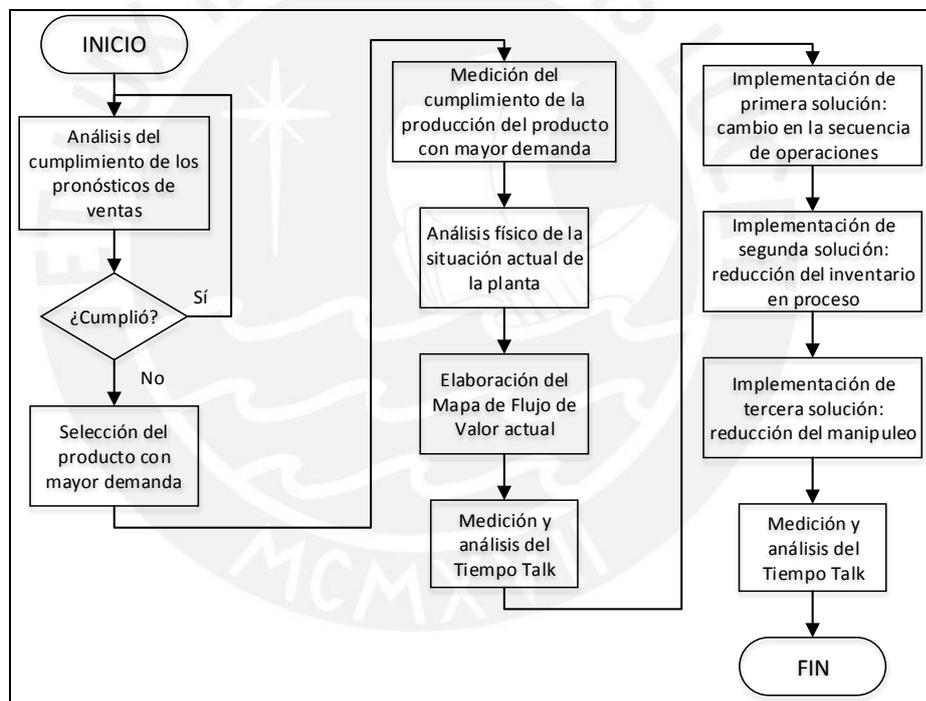


Figura 13: Flujograma de la lógica de la situación del caso 1.

Elaboración propia.

Problema

El problema del caso en mención fue el incumplimiento de los pronósticos de ventas por parte del área de producción.

Objetivo

El objetivo del presente caso es mejorar el cumplimiento de los pronósticos de ventas.

Hipótesis

Utilización de la herramienta Mapa de Flujo de Valor para identificar y eliminar desperdicios, realizar un mejor control del inventario, mejorar la calidad del producto y aumentar la capacidad de producción, de tal manera que se aumente el cumplimiento de los pedidos.

Herramienta

Para lograr ello, la empresa seleccionó al producto con mayor demanda, el cual en este caso fue el D54T. De esta manera, se realizó una medición de los indicadores de producción en el primer mes del estudio: enero del 2011. Se pudo apreciar que la producción fue de 18,210 unidades del D54T, el cual representaba un logro del 87.4% de lo planificado. Asimismo, el equipo encargado de la implementación lean recorrió la planta visualizando el flujo de producción y preguntando a los trabajadores, identificando desperdicios, determinando las causas de estos y pensando en solucionarlos.

Luego de recorrida la planta, el equipo procedió a realizar el mapa de flujo de valor del D54T, logrando identificar tres operaciones que no agregaban valor al producto. De esta manera, una primera mejora realizada fue cambiar la secuencia de estas operaciones, lo cual permitió que el flujo sea continuo.

Por otro lado, la empresa inicialmente realizó una medición del talk time, asumiendo un tiempo disponible por día de 16.5 horas, para cada operación. En la Tabla 4, se muestran los resultados de esta primera medición, en la cual se puede apreciar que el tiempo total requerido de mano de obra y máquina es de 94.4 y 349.35 segundos por producto respectivamente.

Luego de esta medición inicial y de visualizar los desperdicios generados en la planta, el equipo lean identificó las siguientes oportunidades de mejora: reducir el inventario en proceso, mejorar el talk time y reducir el manipuleo, y por ende el tiempo de preparación.

Resultado

Es así que logró los resultados mostrados en la Tabla 5. Se puede apreciar analizando los resultados de las tablas 4 y 5, que se logra una reducción del tiempo de mano de obra de 15.99 segundos (16.9% menos respecto al tiempo original) y de máquina de 49.52 segundos (14.17% menos respecto al tiempo original).

Tabla 4: Talk time por operación – Caso 1.

Máquina		OP 10	OP 20	OP 30	OP 40/1	OP 40/2	OP 50	OP 60	OP 70	OP 80	Tiempo total
Inicio	Tiempo de Mano de Obra (en segundos)	0	0	0	18.75	20.46	15.28	22.12	8.01	9.78	94.4
	Tiempo de Máquina (en segundos)	33.11	46.55	34.99	48.58	59.46	34	49.02	15	28.64	349.35

Fuente: AR* & al-Ashraf (2012).

Tabla 5: Talk time por operación luego de implementadas las mejoras.

Máquina		OP 10	OP 20	OP 30	OP 40/1	OP 40/2	OP 50	OP 60	OP 70	OP 80	Tiempo total
Inicio	Tiempo de Mano de Obra (en segundos)	0	0	0	7.09	16.13	15.28	22.12	8.01	9.78	78.41
	Tiempo de Máquina (en segundos)	33.11	46.55	34.99	33.69	24.83	34	49.02	15	28.64	299.83

Fuente: AR* & al-Ashraf (2012).

2.2. Caso 2: Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of lean manufacturing principles

El presente caso basa su análisis en el artículo de Choomlucksana, Ongsaranakorn, & Suksabai (2015), el cual consiste en la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing a una empresa dedicada a la estampación de hojas de metal. En la Figura 14, se puede apreciar el flujograma de la lógica de la solución del caso.

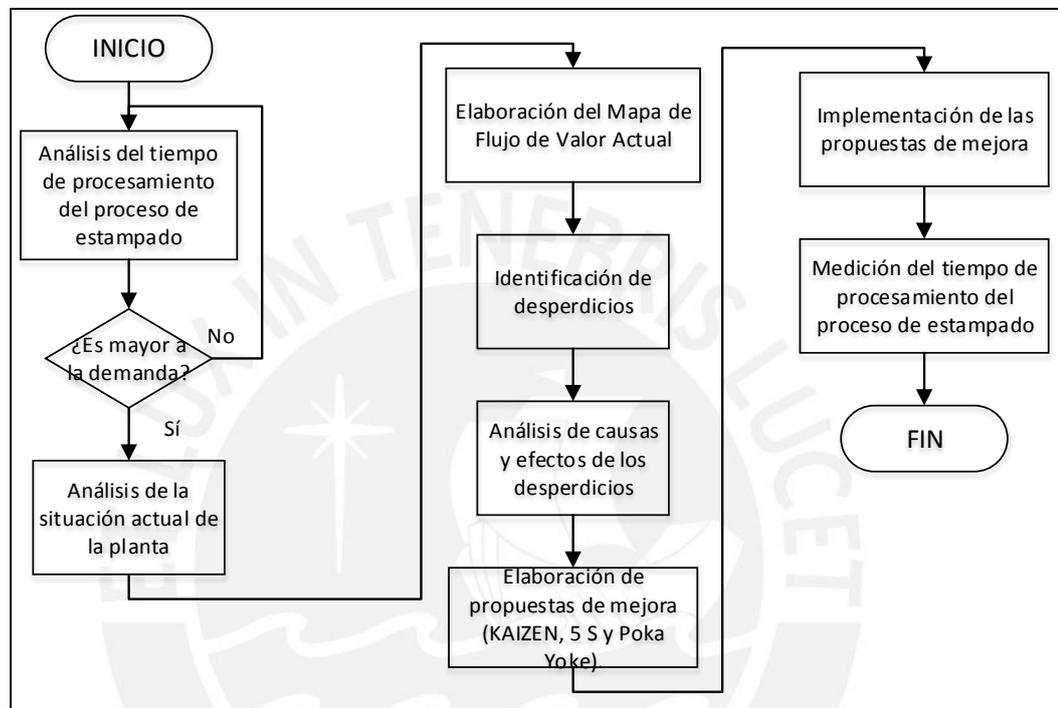


Figura 14: Flujograma de la lógica de la solución del caso 2.

Elaboración propia.

Problema

El problema fue el alto tiempo de procesamiento del proceso de estampado.

Objetivo

El objetivo fue reducir el tiempo de procesamiento del proceso de estampado.

Hipótesis

Utilización de la herramientas Mapa de Flujo de Valor, Diagrama de Causas y Efectos, KAIZEN, 5S y Poka Yoke para identificar y eliminar desperdicios y por ende mejorar el tiempo de procesamiento del proceso de estampado.

Herramienta

En primer lugar, se dividió el proceso en pequeños subprocesos para facilitar el análisis de la situación actual de la planta, y posteriormente se enfocó éste en cada actividad individual con el objetivo de identificar desperdicios.

Posteriormente, luego de conocida la situación actual, se elaboró el Mapa de Flujo de Valor Actual para identificar aquellas actividades que no agregan valor al producto, así como también desperdicios. De esta manera, se encontró que los procesos de desbarbado y pulido tendían a crear la mayor cantidad de residuos por lo que su tiempo de procesamiento era de 6.582 seg. del total del proceso que era de 7.860 seg. (83.74% aproximadamente).

Una vez identificado esto, se procedió a realizar el diagrama de causas y efectos para los procesos mencionados. A partir de las causas identificadas en este diagrama se procedió a formular soluciones para cada una de estas, en las cuales se utilizaron algunas herramientas de manufactura esbelta tales como 5S, Control Visual y Poka Yoke.

Resultado

Los resultados de este estudio se obtuvieron a partir de una medición comparativa de los movimientos innecesarios, rendimientos por trabajador y tiempo total de procesamiento en el proceso de estampado de la hoja de metal, antes y después de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta. De esta manera, el tiempo total de procesamiento fue de 2.468 seg. lo cual significó un 62.5% de reducción respecto al tiempo inicial.

2.3. Caso 3: A socio-technical systems approach to cell design: case study and analysis

El presente caso basa su análisis en el artículo de Hyer, Brown, & Zimmerman (1999), el cual consiste en la aplicación de los principios del enfoque socio-técnico en el diseño de un sistema celular en un centro de ensamblados y pruebas de productos electrónicos.

Problema

El problema del presente caso fue la falta de integración entre los sistemas social y técnico del sistema celular implementado por la empresa.

Objetivo

El objetivo de la empresa fue aumentar el volumen de producción de la fábrica.

Hipótesis

Analizar el sistema celular de la empresa mediante los principios del enfoque socio-técnico, y establecer mejoras en aquellos en los que haga falta.

Herramienta

Para ello, lo primero que se hizo fue identificar los elementos importantes en el diseño de un sistema celular, los cuales fueron los siguientes:

- El nivel de integración entre las actividades de prueba y ensamble.
- El principal enfoque de la empresa (proceso/funcional o por producto/celular).
- La organización del soporte crítico a la ingeniería eléctrica y mecánica.
- Los mecanismos para solucionar los problemas comunes a través de los sistemas celulares.

A partir de la identificación de estos elementos, se procedió a analizar cada principio del enfoque socio-técnico y, a su vez, establecer mejoras por cada uno, los cuales se describirán a continuación.

- **Compatibilidad:** La alta dirección de la empresa estableció un comité organizativo capaz realizar el seguimiento de la adaptación y lo empoderó para que realice los cambios en el diseño celular.
- **Especificación de límites:** Los límites celulares fueron diseñados para incluir los procesos de prueba y ensamble, así como también relacionar sus actividades, lo cual trajo consigo grandes beneficios a la organización.
- **Flujo de información:** Al relacionar los procesos de prueba y ensamble, se facilitó también la retroalimentación sobre las variaciones entre ambos. Asimismo, el rol de los supervisores cambió a facilitar la información de los encargados del diseño de nuevos productos hacia aquellos de fabricarlo.
- **Criterio socio-técnico:** Por otro lado, la vinculación de los procesos de prueba y ensamble generó que los trabajadores se hagan responsables de la calidad y la productividad, logrando posteriormente que los errores sean corregidos antes de que estos sucedan.
- **Criterio multifunción:** Empoderar a los trabajadores permitió que estos realicen actividades distintas a las que comúnmente realizaban, como por ejemplo recibir materiales, cambiar puntos de reorden, recolectar datos en el momento,

interactuar con los proveedores cuando hayan retrasos, etc. El principal beneficio de ello fue que estos pudieron desarrollar otras habilidades.

- **Criterio de especificación mínima:** La empresa solo definió el macronivel, mas no el detalle de actividades de la célula. Esto último debido a que el detalle fue designado a cada equipo de trabajo involucrado en la célula.
- **Congruencia de apoyo:** Como parte del desarrollo de las mejoras, la empresa decidió brindar ejercicios de formación para su personal, de tal manera que con el tiempo se formen códigos de conductas. Estos entrenamientos fueron orientados a fomentar el trabajo colaborativo, así como también trabajo multifuncional.
- **Diseño y valores humanos:** La empresa priorizó además la formación ergonómica en toda la planta y estableció una política de revisión de todos los puestos de trabajo y eliminó aquellos que causaban daño a las personas.
- **Diseño incompleto:** Finalmente, con el objetivo de hacer que la organización se adapte fácilmente a los cambios en la demanda de las familias de productos, la empresa decidió empoderar a su personal para que lideren estos cambios y, de esta manera, estos puedan realizarse rápidamente.

Resultado

Los resultados de la implementación de estas mejoras se muestran en la Tabla 6. Se puede apreciar que la principal mejora es el incremento del volumen de producción mensual de \$ 11,000,000 a \$ 20,000,000.

Asimismo, se puede apreciar un ligero incremento en el número de trabajadores de 101 a 118. Esto debido a que la empresa comenzó a necesitar mayor cantidad de trabajadores para el control de las operaciones, el cual anteriormente estaba a cargo de supervisores y jefes. Finalmente, los desperdicios mensuales se redujeron de \$ 40,000 a \$ 14,000, y el lead time de producción se redujo aproximadamente entre 5 y 8 días.

Tabla 6: Resultados de la implementación del enfoque sociotécnico.

Métrica	Agosto, Año 1 (Antes de la implementación)	Noviembre, Año 3 (2 años después de la implementación)
Volumen de producción mensual	US\$ 11,000,000	US\$ 20,000,000
Número de trabajadores	101	118
Volumen mensual en dólares de la producción por empleado	US\$ 87,000,000	US\$ 154,000,000
Desperdicios	US\$ 40,000 por mes	US\$ 14,000 por mes
Lead time de producción	10 - 15 días	5 - 7 días
Variabilidad del Lead time	± 4 días	± 1/2 días
Número de gerentes y altos directivos	5	4
Número de supervisores	10	8
Tiempo promedio de control	6.7	9.8
Habilidades y responsabilidades de los trabajadores	Ensamblar	Ensamblar, recepción de material, ingreso de datos, gestión de inventarios, recolección de información, interacción con el cliente, reportes financieros, etc.
Conformidad de la descarga electrostática (basado en auditorías mensuales)	90%	97%

Fuente: Hyer, Brown, & Zimmerman (1999).

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DEL CASO

En el presente capítulo se realizará la descripción de la empresa en la que se realizó el estudio, así como también de los productos que ésta elabora. Asimismo, se mencionará la misión, visión, políticas y objetivos de la organización. Finalmente, se describirá el proceso productivo general que siguen los productos de la empresa así como también el mapa de procesos de ésta.

3.1. Descripción de la empresa

El nombre de la empresa en la que se realizó el estudio es GARNIC S.A., la cual se dedica a la fabricación y exportación de prendas de moda a empresas de Estados Unidos. Hoy en día, la empresa cuenta con más de 30 años exportando y es reconocida principalmente por la calidad de las prendas que ofrece ya que estas pasan por un riguroso proceso de control de calidad a lo largo de toda la cadena de suministro.

3.2. Productos de la empresa

GARNIC S.A., debido a la experiencia de su personal de costura, tiene la capacidad de producir cualquier tipo de prenda. No obstante, los productos que generalmente produce son los siguientes:

- Polo básico cuello redondo.
- Polo básico cuello en V.
- Polo manga larga con cuello ancho.
- Polo piezado manga corta con cuello ancho.
- Polo tank.
- Vestidos.
- Capuchas.
- Camisas.

Asimismo, las prendas mencionadas anteriormente corresponden solo a un cliente, el cual representa aproximadamente el 85% de la producción de la empresa. El 15% restante corresponde a los otros 7 clientes que ésta tiene.

3.3. Perfil organizacional y principios empresariales

A continuación se procederá a describir la visión, misión, políticas y objetivos, así como también del organigrama, de la empresa en la que se realizó el estudio.

3.3.1. Visión

La visión de la empresa está definida como ser la principal exportadora de prendas de moda de calidad del país hacia los Estados Unidos.

3.3.2. Misión

La misión de la empresa es satisfacer a sus clientes con prendas de calidad y despachadas a tiempo.

3.3.3. Políticas

Actualmente, la empresa cuenta con una diversidad de políticas, las cuales se resaltan principalmente las siguientes.

- 1) Prohibición de la discriminación en cualquiera de sus formas: Por ejemplo: raza, sexo, edad, condición social, embarazo y religión.
- 2) Puntualidad a la hora de llegada: Si algún trabajador u empleado llega tarde a la empresa, el personal de seguridad no lo deja ingresar y el trabajador se regresa a su hogar.
- 3) Prohibición del uso del celular: La empresa prohíbe a su personal de traer celular. En caso el personal de seguridad encuentre alguno en algún trabajador, lo retienen por 15 días y suspenden al portador del celular por 2 días.

3.3.4. Objetivos

Los objetivos de la empresa se plantean a continuación:

- Despachos 100% a tiempo: Los clientes tienen muy en cuenta este objetivo cuando realizan sus pedidos ya que un retraso en la entrega de algunas de sus prendas puede generar que pierda mercado debido a la no atención de sus clientes.
- Calidad al 100%: Al igual que el objetivo anterior, los clientes son muy exigentes en cuanto a la calidad de las prendas. Debido a ello, a la salida de cada proceso productivo existe un proceso de control de calidad, de tal manera que la prenda salga con la mayor calidad posible.
- Flexibilidad: Debido a que el cliente realiza pedidos de varios modelos de prendas, la empresa debe ser muy flexible para atender estos, sobre todo en el proceso de costura en donde el costurero debe tener la capacidad de producir cualquier estilo de prenda.

3.3.5. Organigrama

Actualmente, la empresa se divide en cuatro gerencias: Operaciones, Comercial, Técnica y Administración y Finanzas. En la Figura 15 se muestra el organigrama.

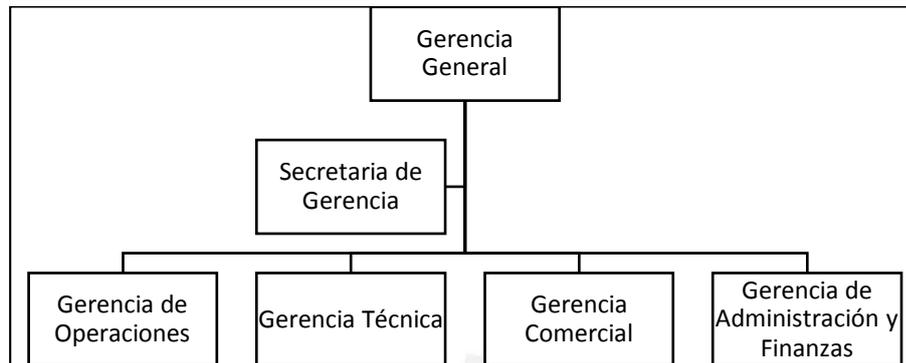


Figura 15: Organigrama general de la empresa.

Fuente: Garnic S.A.

En los anexos 1, 2, 3, 4 y 5 se puede apreciar el organigrama de cada gerencia.

3.4. Descripción del proceso productivo

El diagrama de operaciones (DOP) se muestra en la Figura 16. A continuación se procederá a describir brevemente el proceso productivo de la prenda. El detalle de cada proceso se encuentra en los anexos 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15.

El proceso productivo inicia con la fabricación de los conos de hilo, el cual se realiza mediante el proceso de hilandería procesando el algodón. Luego se tiene el proceso de tejeduría, el cual se encarga de fabricar la tela utilizando los conos de hilo del proceso anterior. Posteriormente se tiene el proceso de tintorería en el que se tiñe la tela acorde al color solicitado por el cliente. Cabe resaltar que a la salida de este proceso, así como también de los de hilandería y tejeduría, se cuenta con uno de Control de Calidad.

A continuación tenemos los procesos de lavandería y corte, en el que se lava la tela para que posteriormente se corte con mayor facilidad. Cabe resaltar que estos 2 últimos procesos se repiten para la elaboración de las mangas y collaretas. Después, una vez fabricadas las piezas cortadas, se procede a la costura de la prenda. Cabe resaltar que a la salida de este proceso, así como también el de corte, se cuenta con uno de Control de Calidad. A continuación se procede a realizar el acabado de la prenda, en la que se inspecciona y plancha ésta. Cabe resaltar que a la salida de este proceso se cuenta con uno de Control de Calidad. Finalmente, se realiza el embolsado y posterior embalaje de la prenda para que pueda ser enviada al cliente.

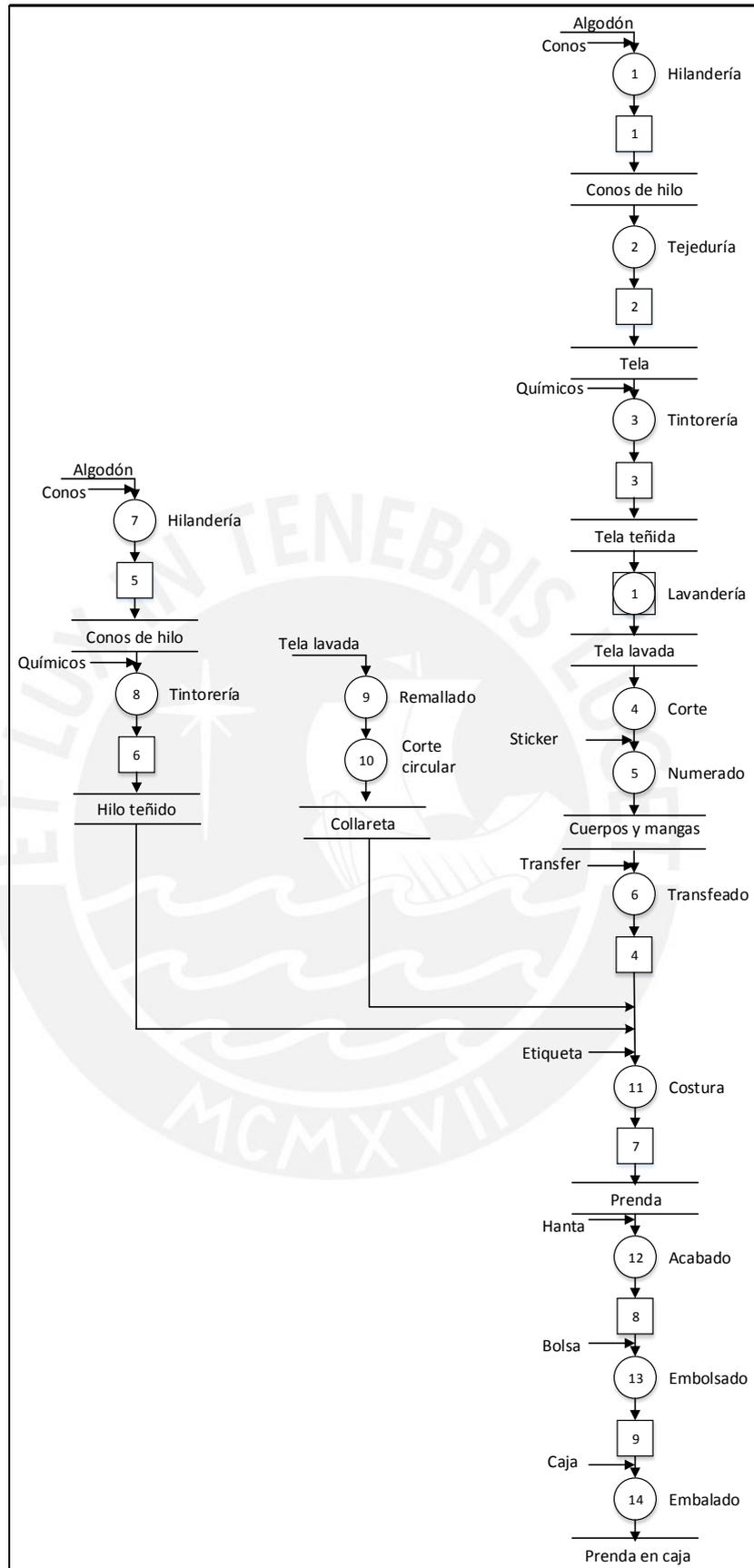


Figura 16: Diagrama de Operaciones de la prenda.

Elaboración propia.

CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se realiza el diagnóstico de la situación actual de la empresa. Debido a que ésta exporta el 100% de su producción, se analizará la situación actual de las exportaciones del sector textil en el Perú, y posteriormente la situación actual de la empresa.

4.1. Situación actual del sector textil en el Perú

Según ADEX (2015), las exportaciones peruanas de prendas de vestir han tenido un importante crecimiento de casi 15% en promedio anual hasta el año 2008; no obstante, estas se vieron fuertemente afectadas desde el año 2009 por la turbulencia económica que afectó a casi todas las exportaciones. En la Figura 17, se puede apreciar que las exportaciones de prendas de vestir, entre los meses de enero y noviembre, desde el año 2012 hasta el 2015, han disminuido en 27%.

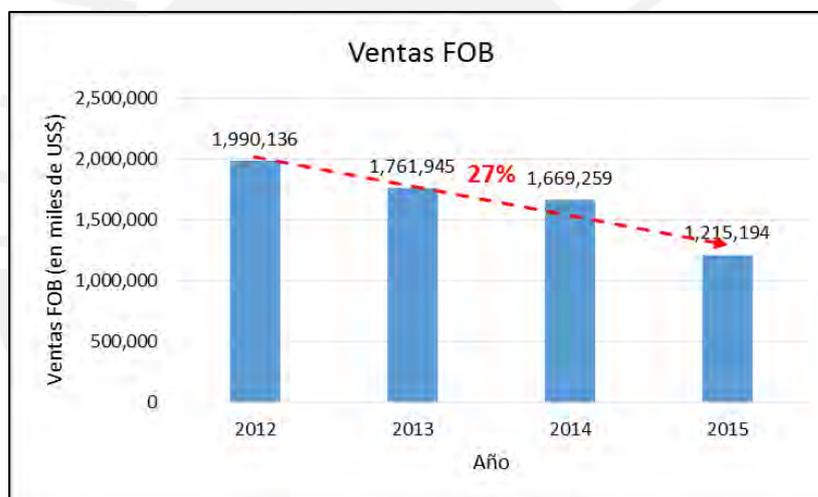


Figura 17: Exportaciones en el periodo Enero – Noviembre (Miles US\$ FOB).

Fuente: ADEX (2015).

Una de las razones por las que sucede esto, según ADEX, es por los altos costos laborales no salariales, así como también la rigidez laboral, el cual depende principalmente de la mano de obra. Asimismo, países de Asia y Centroamérica, quienes son considerados como nuestros principales competidores, se han fortalecido debido a que tienen costos más bajos de mano de obra. Esto último debido a que existen subsidios, implantación de mecanismos promotores, regímenes laborales menos rígidos y creación de zonas francas.

Asimismo, esta disminución de las exportaciones se puede apreciar en la Tabla 7, en la que se puede ver que las principales empresas exportadoras de prendas de vestir del país han disminuido sus exportaciones respecto al año 2014.

Tabla 7: TOP 10 de las empresas exportadoras de prendas de vestir entre Enero-Abril 2014/2015 (Miles US\$ FOB).

TOP 10 DE LAS EMPRESAS EXPORTADORES DE PRENDAS DE VESTIR ENTRE ENERO - NOVIEMBRE 2014/2015 (MILES US\$ FOB)					
N°	EMPRESA	2015	2014	VAR %	PART % 2015
	TOTAL	817,819	1,092,781	-25%	100%
1	DEVANLAY PERU S.A.C.	64,169	89,003	-28%	8%
2	INDUSTRIAS NETTALCO S.A.	53,879	53,137	1%	7%
3	TOPY TOP S.A.	42,178	53,257	-21%	5%
4	CONFECCIONES TEXTIMAX S.A.	40,365	59,205	-32%	5%
5	TEXTILES CAMONES S.A.	32,778	39,900	-18%	4%
6	HILANDERÍA DE ALGODÓN PERUANO S.A.	32,410	32,674	-1%	4%
7	SOUTHERN TEXTILE NETWORK S.A.C.	30,911	35,944	-14%	4%
8	TEXTIL DEL VALLE S.A.	29,250	31,798	-8%	4%
9	GARMENT INDUSTRIES S.A.C.	22,083	14,214	55%	3%
10	PERU FASHIONS S.A.C.	21,401	22,117	-3%	3%
	LAS PRIMERAS DIEZ	369,424	431,249	-14%	45%
	LAS DEMAS	448,396	661,533	-32%	55%

Fuente: ADEX (2015).

De esta manera, se puede concluir que las empresas de confecciones peruanas deben tomar acciones para superar la disminución de sus exportaciones ya que ello afectaría a su situación económica.

Por otro lado, el principal destino de las prendas de vestir de las exportaciones del país es Estados Unidos, el cual representa actualmente el 64% de participación del mercado. En la Figura 18, se puede apreciar el porcentaje de participación del mercado exportador del país.

Actualmente, la empresa en la que se realizó el presente estudio exporta el 100% de sus prendas de vestir a los Estados Unidos y debe tener en cuenta sus costos laborales para poder mantenerse como proveedor hacia este país, el cual se ha vuelto más estricto en cuanto a la calidad de sus productos.

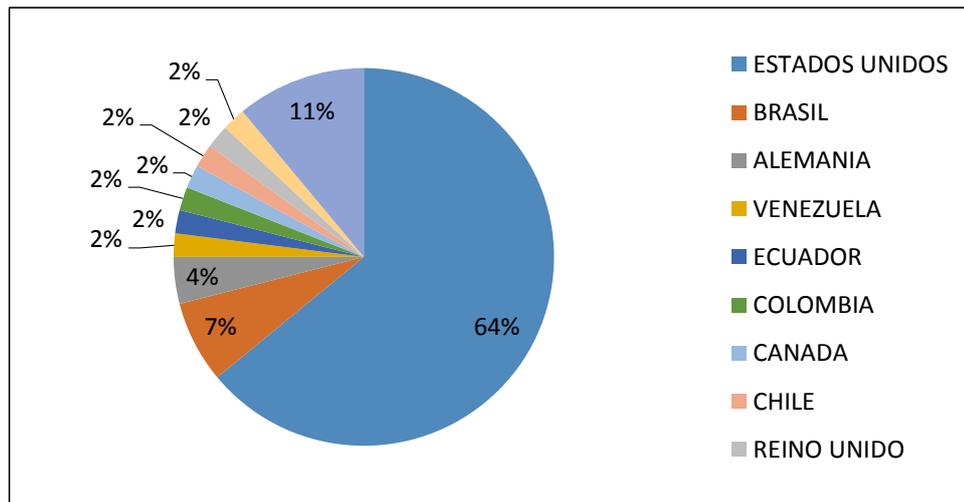


Figura 18: Porcentaje de participación del mercado exportador de prendas de vestir del país.

Fuente: ADEX (2015).

4.2. Situación actual de la empresa

Luego de analizada la situación actual del sector textil en el Perú, a continuación se procederá a analizar la situación actual de la empresa en estudio mediante la herramienta Mapa de Flujo de Valor y las herramientas de calidad, Tormenta de Ideas, Diagrama de Pareto, Diagrama Causa-Efecto y Hojas de Verificación.

4.2.1. Mapa de Flujo de Valor Actual

Problema

Incumplimiento de los pedidos por parte del área de producción.

Objetivo

Identificar el tiempo de producción al que debe producir la fábrica para atender los pedidos de los clientes. Identificar los desperdicios encontrados en la planta.

Hipótesis

Utilización del Mapa de Flujo de Valor Actual para calcular el tiempo de producción meta e identificar los desperdicios generados en la planta.

Herramienta

Como parte de realizar el mapa de flujo de valor actual, lo primero que se hizo fue identificar a los clientes con mayor demanda. Para ello, el área de planeamiento proporcionó para el siguiente análisis el % del volumen de producción ocupado para

cada cliente dentro de la empresa en mención. De esta manera, se puede ver en la Tabla 8 que el cliente con mayor demanda es Bari.

Posteriormente, se agruparon los distintos tipos de prenda del cliente Bari por familias (ver Tabla 9). El criterio utilizado para esta agrupación fue la similitud en la confección de la prenda.

Tabla 8: % del volumen de producción ocupado por cada cliente.

Cliente	% del volumen de producción
Bari	85%
Leonard	6%
Sashan	4%
Rocky's	2%
Perlsh	2%
Otros	1%
Total	100%

Fuente: GARNIC S.A.

Posteriormente, se realizó una clasificación ABC Multicriterio de las familias halladas, en el cual se identificaron aquellas cuya puntuación total es mayor (ver Tabla 10). El procedimiento para la elaboración de la clasificación ABC Multicriterio se muestra en el anexo 16.

De esta manera, se procedió a realizar el mapa de flujo de valor actual de la familia de productos con mayor demanda (ver Figura 19). En este caso, esta familia corresponde a la de los Polo Básico.

Por otro lado, se puede apreciar del Mapa de Flujo de Valor que la empresa cuenta con dos áreas de planeamiento: textil y confecciones. El primero realiza la planificación de la producción de los hilos, telas y teñidos; mientras que el segundo realiza la planificación de la confección de las prendas, desde el corte de la tela, así como también la costura de la prenda, hasta el despacho final.

Por otra parte, el cliente, en este caso Bari, realiza sus pedidos mediante reservas trimestrales, es decir realiza una cierta cantidad de pedidos de diversos estilos de prenda con diferentes cantidades y fechas de entrega para cada una de ellas. Asimismo, la empresa se suministra quincenalmente de algodón (aproximadamente 70 toneladas). Finalmente, el resto de insumos, tales como etiquetas, hantas, stickers, etc., son suministrados mensualmente por un distribuidor local, el cual importa todos sus productos desde el extranjero.

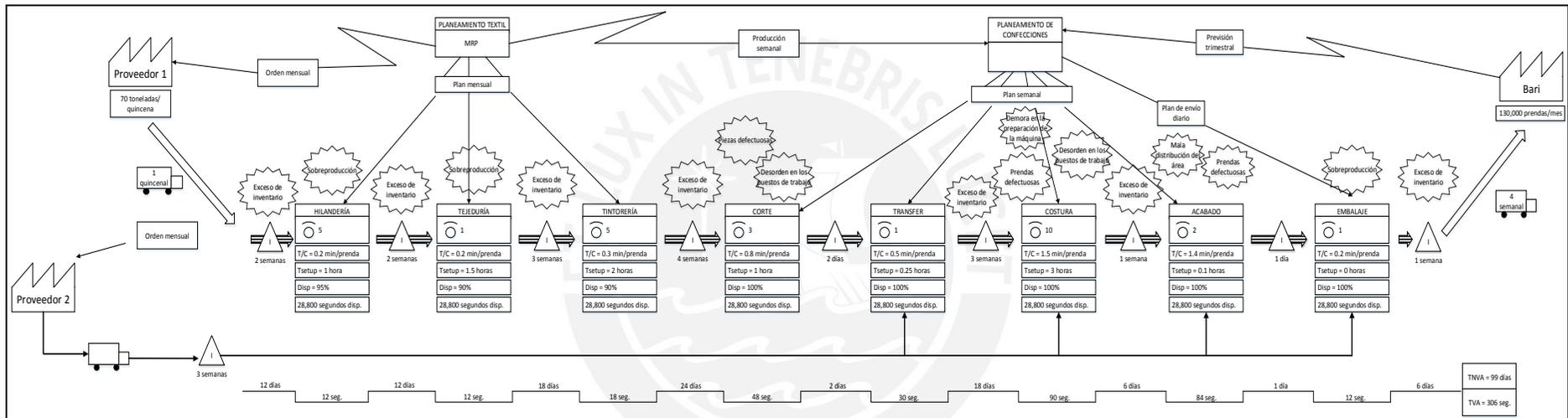


Figura 19: Mapa de flujo de valor actual.

Elaboración propia.

Tabla 9: Demanda trimestral del cliente Bari.

Familia	Producto	Demanda por producto	% de la demanda total	Demanda por familia	% de la demanda total
Anabelleza	Anabelleza LS Tee	9,264	2.31%	52,567	13.13%
	Anabelleza SS Tee	40,516	10.12%		
	Anabelleza Love LS	2,787	0.70%		
Camisa	Camissina Down	10,094	2.52%	10,094	2.52%
Capucha	Capucha LS	5,261	1.31%	5,261	1.31%
Top	Top Tee	2,096	0.52%	2,096	0.52%
Concordian	Concordian Energy LS tee	5,832	1.46%	97,749	24.42%
	Concordian LS V Neck Tee	38,576	9.64%		
	Concordian SS Tee	39,641	9.90%		
	Dream Concordian SS Tee	3,082	0.77%		
	Rise Concordian SS Tee	10,618	2.65%		
Polo Básico	Polo Básico Cuello Redondo	63,076	15.76%	137,875	34.45%
	Polo Básico Cuello V	74,799	18.69%		
Camiseta	Camiseta Fourteen	1,484	0.37%	3,417	0.85%
	Camiseta Lake	1,933	0.48%		
Qant	All Tied Qant	10,342	2.58%	90,091	22.51%
	Circular Qant	69,210	17.29%		
	Dreams Qant	6,133	1.53%		
	Balance Qant	4,406	1.10%		
Vestido	Beach Dress	1,124	0.28%	1,124	0.28%
Total		400274			

Fuente: GARNIC S.A.

Tabla 10: Clasificación ABC Multicriterio de las familias.

Familia	Demanda	Precio FOB	Lead Time	Puntaje Total	Clasificación
Polo Básico	1.000	0.000	0.000	0.500	A
Concordian	0.707	0.262	0.272	0.487	A
Qant	0.651	0.459	0.231	0.486	A
Camisa	0.066	0.605	1.000	0.454	A
Camiseta	0.017	1.000	0.573	0.380	B
Capucha	0.030	0.779	0.647	0.365	B
Vestido	0.000	0.878	0.366	0.285	C
Anabelleza	0.376	0.145	0.154	0.263	C
Top	0.007	0.483	0.187	0.156	C

Elaboración propia.

Por otra parte, se puede apreciar que el tiempo de no valor agregado (TNVA) es de 99 días, mientras que el de valor agregado es de tan solo 306 segundos. De esta manera, se puede concluir que hay demasiado tiempo que no agrega valor, el cual se buscará reducir posteriormente con herramientas de manufactura esbelta.

Resultado

Una vez realizado el Mapa de Flujo de Valor actual se procede a realizar el cálculo del tiempo talk, el cual representa el ritmo de producción que marca el cliente, el cual en este caso será calculado en segundos por prenda. De esta manera, se tiene que la planta trabaja un turno de 9.5 horas diarias, con un descanso de 30 minutos por día, por 6 días semanales. Multiplicando estos datos y transformándolos a segundos se tiene que la planta tiene un tiempo disponible de 194,400 segundos por semana. Asimismo, como se desea calcular el tiempo talk de la familia de polos básicos se multiplica éste por el % del volumen de producción que éste representa, el cual es del 34.45% y que a su vez representa 137,875 prendas por trimestre. Asumiendo que en un trimestre hay 13 semanas, se tiene que la demanda semanal de esta familia es de 10,606 prendas. Por lo tanto, una vez calculados el tiempo de producción disponible y la cantidad total requerida, se tiene que el tiempo talk de esta familia es de 18.32 segundos por prenda. En la Tabla 11 se puede apreciar el cálculo del tiempo talk de la familia seleccionada.

Tabla 11: Cálculo del tiempo talk de la familia de productos seleccionada.

Familia de productos	Polo Básico
Tiempo de producción por semana	6 días
Tiempo disponible por turno	9.5 horas
Tiempo de descanso por turno	0.5 horas
Tiempo disponible por semana	194,400 segundos
Demanda trimestral	137,875 prendas
Semanas por trimestre	13 semanas
Demanda semanal	10,606 prendas
Talk time	18.32 segundos por prenda

Elaboración propia.

Por lo tanto, de lo mostrado en la tabla, resulta necesario que la empresa tome medidas para reducir sus actividades de no valor agregado.

Adicionalmente, en la Tabla 12, se muestran los indicadores que actualmente utiliza la empresa para medir la gestión de la producción. Cabe resaltar que los valores meta fueron brindados por la Gerencia de Operaciones de la empresa.

Tabla 12: Resumen de los indicadores planteados.

Indicadores	Actual	Meta
Eficacia	55%	80%
% de pedidos atrasados	82%	30%
Días promedio de atraso	30	5
% de aprobación de auditorías de BV	67%	90%
Número de personas que renuncian al mes	58	20

Fuente: GARNIC S.A.

En el anexo 17, se puede ver la fórmula del cálculo de cada indicador. En el caso de la eficacia, éste es referido al proceso de costura, y la empresa lo considera como el más crítico debido a que es el proceso Cuello de Botella (ver anexo 18).

Asimismo, respecto al % de pedidos despachados a tiempo, se puede apreciar que más del 80% se encuentra atrasado (ver anexo 19), razón principal por la cual el cliente en los últimos meses ha disminuido sus pedidos. Por otra parte, en promedio, los pedidos tienen 30 días de retraso; no obstante, existen pedidos con incluso 81 días de retraso (ver anexo 20). Asimismo, el % promedio de aprobaciones finales es de aproximadamente 67% (ver anexo 21), el cual es considerado por la empresa como “muy preocupante”. Cabe resaltar que las aprobaciones finales son realizadas por parte de auditores expertos de Bureau Veritas, quienes son contratados por el cliente. Finalmente, en promedio renuncian 58 personas, quienes la gran mayoría pertenecen a las áreas de costura y acabado (ver anexo 22).

Ahora, el objetivo del presente proyecto se enfocará en mejorar el talk time y, por ende, los indicadores medidos por la empresa.

4.2.2. Tipos de desperdicio

A partir del mapa de flujo de valor actual se procedió a identificar los tipos de desperdicio que hay en la planta.

4.2.2.1. Sobreproducción

En base al talk time, se pudo apreciar que algunas operaciones producen más de lo que pide el cliente. En la Tabla 13, se puede apreciar que las operaciones de hilandería, tejeduría, tintorería y embalaje producen a un ritmo mayor que el talk time.

Tabla 13: Comparación entre los tiempos de ciclo y el talk time.

Proceso	Tiempo de Ciclo (seg.)	Talk Time (seg.)
Hilandería	12	18.32
Tejeduría	12	18.32
Tintorería	18	18.32
Corte	48	18.32
Transfer	30	18.32
Costura	90	18.32
Acabado	84	18.32
Embalaje	12	18.32

Elaboración propia.

Asimismo, en la Figura 20, se puede apreciar la comparación entre el tiempo de ciclo y el talk time. Se puede apreciar nuevamente que los procesos de hilandería, tejeduría, tintorería y embalaje producen a un ritmo mayor al talk time.

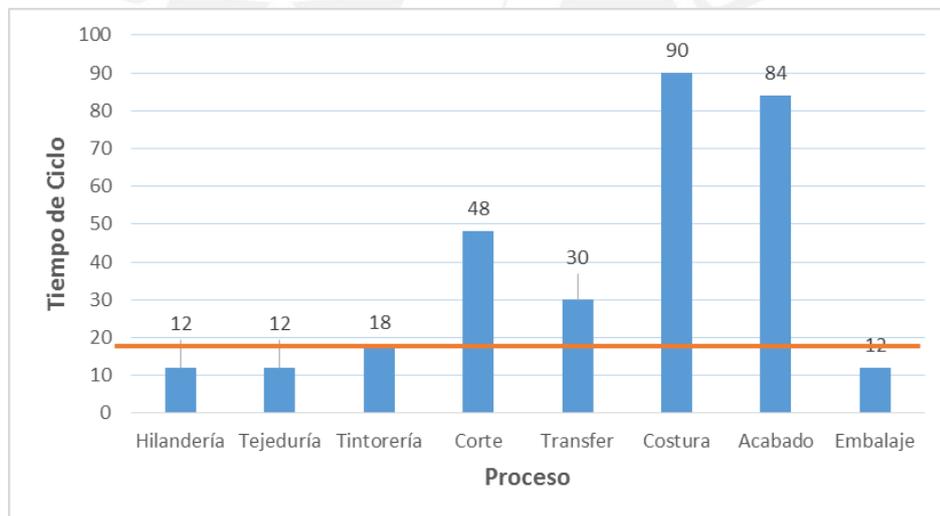


Figura 20: Comparación entre el Tiempo de Ciclo y el Talk Time.

Elaboración propia.

Por otro lado, la programación de la producción de cada orden de trabajo se realiza con un 5% adicional a la cantidad solicitada por el cliente, quedando al final del proceso productivo, de no haber defectos, saldos de prendas que finalmente se almacenan por un periodo de un año o hasta que haya algún pedido similar, lo cual es poco probable debido a que los clientes varían constantemente sus pedidos. No obstante, muchas veces, a pesar de que se produce un 5% adicional al pedido, han faltado prendas para completar estos, quedando la orden finalmente incompleta. De

esta manera, se puede apreciar que debido a los problemas que pueden ocurrir en el proceso productivo, la empresa produce más que lo solicitado.

4.2.2.2. Exceso de inventario

En cuanto al inventario, se puede apreciar del mapa de flujo de valor que la empresa almacena inventario para varias semanas entre cada uno de sus procesos. La razón por la que la empresa realiza ello es por la gran variedad de pedidos que recibe, así como también las fechas de entrega que solicita el cliente para estos. Por ejemplo, dentro de una misma reserva puede haber dos órdenes de pedido del mismo estilo y color, pero con fechas de entrega distintas, las cuales pueden diferenciarse por entre 3 y 9 semanas. De esta manera, para no volver a producir la tela para dicha orden y no perder tiempo en preparar la receta de teñido para las máquinas textiles, la empresa opta por fabricar ambas órdenes de pedido, generando de esta manera inventario entre cada uno de sus procesos.

Por otro lado, en cuanto al inventario de productos terminados, se puede ver que estos esperan en el almacén una semana antes de despacharse. La razón de ello es porque el cliente le exige a la empresa que audite sus órdenes una semana antes de la fecha de despacho con una entidad externa, especialista en auditoría de prendas. De esta manera, el cliente comprueba la calidad de estas y confirma su posterior recepción. Cabe resaltar también que de no realizarse esta auditoría final, el cliente no recibe sus pedidos.

4.2.2.3. Transporte

Los procesos de tejeduría, tintorería, corte, transfer, costura, acabado y embalaje se realizan en un local, en el cual se encuentran también las oficinas administrativas y de producción. Sin embargo, el proceso de hilandería se realiza en otro, el cual es encuentra a media cuadra del primero. Esto debido a que anteriormente entre ambos locales se encontraba un almacén de hilos que posteriormente, debido a reducciones en la demanda, fue comprado por una universidad para ampliar sus instalaciones. De esta manera, el transporte de hilos del área de hilandería hacia el de tejeduría se realiza por medio de montacargas, generando demoras en el transporte de hilo.

Por otro lado, el transporte entre los demás procesos es rápido debido a que estos se encuentran cerca, lo cual implica un tiempo poco significativo. No obstante, en el área de confecciones, el transporte entre los procesos se dificulta por el exceso de

inventario y por la mala distribución de las máquinas. A pesar de ello, el tiempo que demora transportar la prenda entre un proceso y otro sigue siendo insignificante.

Finalmente, los productos terminados se transportan en cajas por medio de un montacargas manual porta pallet hacia un furgón, el cual posteriormente las lleva al puerto para que estas sean trasladadas a su destino por barco. La distancia entre el almacén de productos terminados y la zona de despacho no es significativa por lo que no se consideraría como una actividad de valor no agregado.

4.2.2.4. Movimientos innecesarios

Se puede apreciar este tipo de desperdicio en los procesos de corte, costura, acabado y embalaje. En el proceso de corte, se observa esto cuando el operario recibe la orden de corte pero no cuenta con la tela ni con el tizado respectivo. La tela lavada se almacena cerca al área de corte en unos estantes; no obstante, el operario suele demorarse en ubicar la tela a cortar debido a que existen otras del mismo color pero con diverso tono, es decir que pertenecen a otra partida o lote de producción, realizando finalmente movimientos innecesarios. Por otro lado, el tizado muchas veces es extraviado por el supervisor del área, así como también es olvidado de realizarse por el área de moldaje. Por lo tanto, el operario deja de producir para buscar estos insumos, lo cual hace que pierda tiempo. De la misma manera, en el proceso de habilitado algunas veces no se encuentran las piezas y/o avíos que ingresarán a una determinada línea de costura debido a que el área no cuenta con un orden definido. En el caso de los avíos, su almacén se encuentra lejos de las líneas de costura, provocando que el habilitador tenga que moverse innecesariamente.

Por otro lado, en el proceso de costura se pueden apreciar movimientos innecesarios cuando el costurero realiza la confección de la prenda en las máquinas de costura, los cuales en este caso son corregidos por los ingenieros de métodos. No obstante, cuando una máquina se avería, el mecánico encargado de la línea suele perder tiempo buscando las herramientas y los repuestos necesarios para repararla debido a que estas se encuentran en otra zona del área.

Por otro parte, en el proceso de acabado se puede ver este desperdicio cuando el operario no cuenta con los hanta suficientes para completar la orden de pedido. Esto genera que el operario tenga que dirigirse al almacén de avíos a solicitar nuevos hanta, lo cual genera que el almacenero tenga que dirigirse hacia las oficinas de producción a solicitar nuevas impresiones de sticker, provocando más pérdida de tiempo.

Finalmente, en el proceso de embalaje estos movimientos suelen suceder cuando el embalador no encuentra las prendas que tiene programado embalar. Esto debido a que el espacio del almacén es pequeño, lo cual no permite que el embalador pueda ordenar las prendas que recibe adecuadamente, apilando estas finalmente conforme van llegando.

4.2.2.5. Espera

Debido a que los procesos del área de confecciones son más lentos que los del área textil, la principal espera se genera en los procesos de hilandería, tejeduría y tintorería, los cuales muchas veces han tenido que detener su producción para no llenar de inventarios a los recursos del área de confecciones. En la Figura 21, se puede apreciar el tiempo promedio de espera de los procesos en mención.

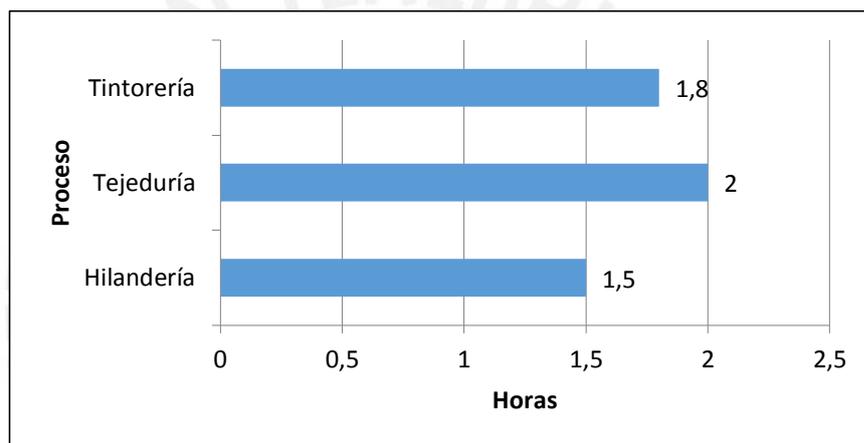


Figura 21: Tiempo promedio de espera de la hilandería, tejeduría y tintorería.

Elaboración propia.

Se puede apreciar de la figura, que el tiempo promedio de espera de los procesos de hilandería, tejeduría y tintorería son de 1.5, 2 y 1.8 horas. Esto último debido a la demora de los procesos en el área de confecciones (corte, costura y acabado).

4.2.2.6. Procesos innecesarios

A la salida de cada proceso productivo hay otro de control de calidad en el que se auditan las prendas, ya sea en piezas o prendas, mediante un muestreo. Esto significa que los procesos no están funcionando adecuadamente, provocando que la empresa implemente más procesos de control de calidad que quizá podrían ser innecesarios debido a que constantemente revisan lo mismo que el proceso previo. Particularmente, este problema se ve reflejado mayormente en el caso de los controles de calidad de los procesos de costura y acabado, los cuales realizan casi las mismas actividades.

4.2.2.7. Defectos

Debido a la exigencia del cliente, a la salida de cada proceso productivo se suelen encontrar defectos en las prendas, los cuales en la mayoría de los casos no se pueden reparar. Generalmente, estos aparecen en el proceso de costura, en donde el operario encuentra defectos de todo tipo tales como tonos de prenda y huecos.

En el caso de los insumos, generalmente no se encuentran defectos; no obstante, en algunas ocasiones se han rechazado debido a que no coincidía con lo solicitado por el cliente, o que este último decidió cambiarlo a último momento, provocando que la fecha de entrega se postergue.

4.2.2.8. Creatividad de los empleados no utilizada

La empresa no brinda facilidades para que los trabajadores establezcan mejoras, a pesar de que estos tengan buenas ideas. Asimismo, los mismos jefes y supervisores no permiten que los trabajadores hagan sugerencias de mejora debido a que inmediatamente niegan aquella y vuelven a trabajar como siempre.

Asimismo, la empresa no cuenta con buzones de sugerencias, ni mucho menos con formatos de recomendaciones, para que los trabajadores propongan mejoras en el proceso de producción. A pesar de que semanalmente los supervisores programan constantes reuniones, estas son solo para reprochar al personal a su cargo y para pedirle a estos que no vuelvan a cometer errores.

Por otro lado, la empresa, mediante su sistema de incentivos, provoca que el personal trabaje más de 10 horas por día, restringiendo de esta manera a que solo se concentren en producir. Esto último sucede debido a que el incentivo depende principalmente de las metas diarias de producción, las cuales son calculadas por el Jefe de Ingeniería, quien considera que al determinarlas altas genera presión en el personal para que trabaje más rápido.

4.2.3. Herramientas de Calidad

A continuación, se utilizarán las herramientas de calidad, Tormenta de Ideas, Diagrama Causa-Efecto, Hoja de Verificación y Diagrama de Pareto, para identificar la causa principal del alto tiempo de valor no agregado.

4.2.3.1. Tormenta de ideas

La presente herramienta se utiliza para buscar posibles razones del porqué el alto tiempo de valor no agregado. A continuación, se menciona una lista de posibles causas del porqué del problema en mención.

- Exceso de mermas en el ambiente de trabajo.
- Presión por parte de los supervisores.
- Temperatura elevada del área de trabajo.
- Exceso de inventario.
- Material de baja calidad.
- Proveedores impuntuales.
- Mala distribución del área.
- Secuencia de operaciones mal definida.
- Procesos innecesarios.
- Métodos inadecuados.
- Desmotivación.
- Sistema de incentivos demasiado exigente.
- Horario de trabajo.
- Alta rotación.
- Falta de entrenamiento.
- Falta de conciencia de los problemas.
- Exceso de errores.
- Programación demasiado ajustada.
- Altos tiempos de preparación.
- Graduación incorrecta.
- Falta de mantenimiento.
- Falta de alertas de fallas.
- Máquinas de baja calidad.
- Exceso de fallas mecánicas.

4.2.3.2. Diagrama Causa-Efecto

Luego de mencionadas las posibles causas del porqué del alto tiempo de valor no agregado, a continuación estas serán clasificadas con la herramienta de calidad “Diagrama Causa-Efecto”. Para realizar ello, se utilizó el software Minitab 17, el cual facilitó la construcción del diagrama en mención (ver Figura 22).

Se puede ver de la figura que las posibles causas se han agrupado en 6 grupos, los cuales son Medición, Material, Mano de Obra, Medio Ambiente, Método y Máquina. Asimismo, dentro de este diagrama se están incluyendo los desperdicios identificados anteriormente. Esto último facilitará el análisis de las principales causas a solucionar.

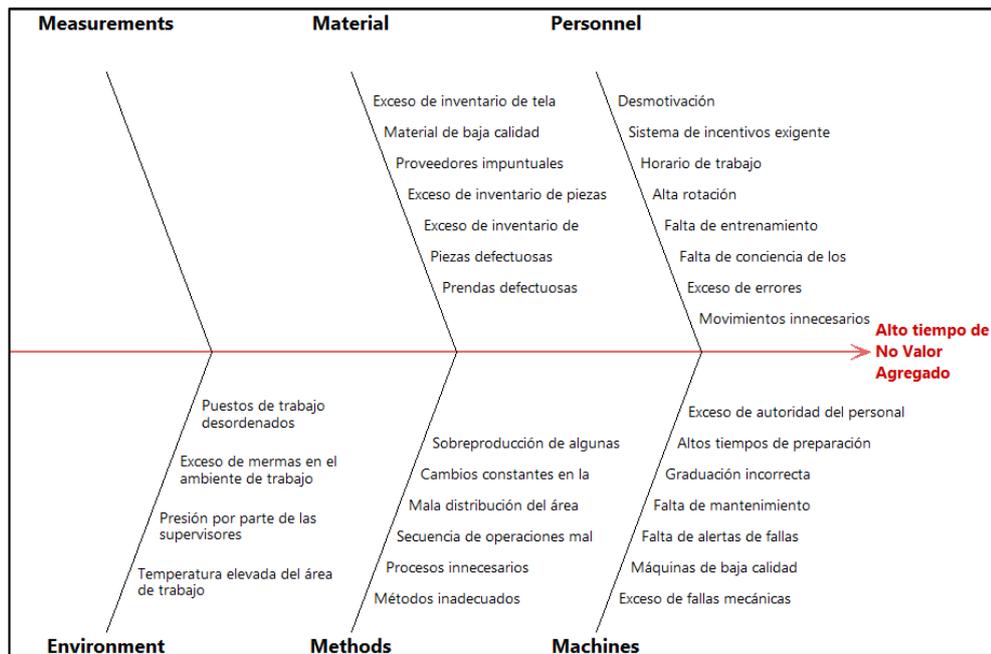


Figura 22: Diagrama Causa-Efecto del Alto tiempo de No Valor Agregado del polo.

Elaboración propia.

4.2.3.3. Hoja de Verificación

Luego, se utilizará la Hoja de Verificación para identificar aproximadamente la frecuencia con la que sucede cada causa mencionada en la herramienta anterior. En la Tabla 14 se muestra la utilización de esta herramienta sobre las causas encontradas anteriormente. Se puede apreciar de la figura que las 32 causas encontradas presentan cierta cantidad de frecuencias, algunas más que otras, por lo que a continuación con el Diagrama de Pareto se determinarán las más importantes.

4.2.3.4. Diagrama de Pareto

Luego de registrar las frecuencias de ocurrencia de las causas seleccionadas, se procede en primer lugar a realizar la matriz de impacto y frecuencia, de tal manera que se puedan identificar las causas cuya solución debe ser prioridad (ver Tabla 15).

Luego de realizada la matriz impacto y frecuencia, a continuación se procede a utilizar el Diagrama de Pareto. En la Figura 23, se muestra el diagrama en mención, el cual se realizó con el software Minitab 17. Se puede apreciar que las causas en las que se deben priorizar las mejoras son: alta rotación del personal, cambios constantes en la programación, exceso de inventario de piezas, exceso de inventario de tela, horario de trabajo, puestos de trabajo desordenados, sobreproducción de algunas áreas y falta de mantenimiento preventivo.

Tabla 14: Hoja de Verificación de las causas encontradas.

Nº	Tipo de Causa	Causas	Frecuencia
1	Material	Exceso de inventario de tela	20
2	Material	Exceso de inventario de piezas	22
3	Material	Exceso de inventario de prendas	10
4	Material	Prendas defectuosas	5
5	Material	Piezas defectuosas	8
6	Material	Material de baja calidad	5
7	Material	Proveedores impuntuales	5
8	Mano de Obra	Horario de trabajo	20
9	Mano de Obra	Alta rotación del personal	25
10	Mano de Obra	Falta de conciencia de los problemas	15
11	Mano de Obra	Sistema de incentivos exigente	10
12	Mano de Obra	Desmotivación	10
13	Mano de Obra	Exceso de errores	5
14	Mano de Obra	Falta de entrenamiento del personal	8
15	Mano de Obra	Movimientos innecesarios	5
16	Máquina	Falta de alertas de fallas	15
17	Máquina	Falta de mantenimiento preventivo	15
18	Máquina	Graduación incorrecta	10
19	Máquina	Altos tiempos de preparación	10
20	Máquina	Exceso de fallas mecánicas	5
21	Máquina	Máquinas de baja calidad	5
23	Método	Procesos innecesarios	20
24	Método	Mala distribución del área	15
25	Método	Cambios constantes en la programación	22
26	Método	Sobreproducción de algunas áreas	20
27	Método	Secuencia de operaciones mal definida	5
28	Método	Métodos inadecuados	5

Fuente: Garnic S.A.

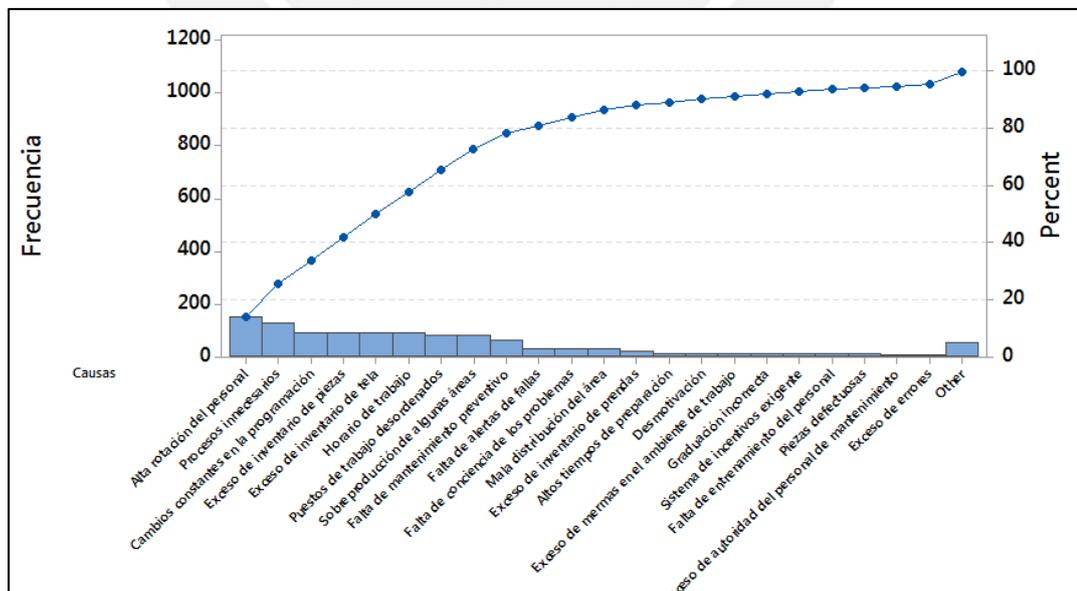


Figura 23: Diagrama de Pareto de las causas encontradas.

Elaboración propia.

Tabla 15: Matriz de Impacto-Frecuencia de las causas encontradas.

Nº	Causas	Impacto	Frecuencia	Impacto* Frecuencia	%	% Acumulado
9	Alta rotación del personal	5	30	150	13.85%	13.85%
23	Procesos innecesarios	5	25	125	11.54%	25.39%
2	Exceso de inventario de piezas	4	22	88	8.13%	33.52%
25	Cambios constantes en la programación	4	22	88	8.13%	41.64%
1	Exceso de inventario de tela	4	22	88	8.13%	49.77%
8	Horario de trabajo	4	22	88	8.13%	57.89%
26	Sobreproducción de algunas áreas	4	20	80	7.39%	65.28%
30	Puestos de trabajo desordenados	4	20	80	7.39%	72.67%
17	Falta de mantenimiento preventivo	4	15	60	5.54%	78.21%
10	Falta de conciencia de los problemas	2	15	30	2.77%	80.98%
16	Falta de alertas de fallas	2	15	30	2.77%	83.75%
24	Mala distribución del área	2	15	30	2.77%	86.52%
3	Exceso de inventario de prendas	2	10	20	1.85%	88.37%
11	Sistema de incentivos exigente	1	10	10	0.92%	89.29%
12	Desmotivación	1	10	10	0.92%	90.21%
18	Graduación incorrecta	1	10	10	0.92%	91.14%
19	Altos tiempos de preparación	1	10	10	0.92%	92.06%
29	Exceso de mermas en el ambiente de trabajo	1	10	10	0.92%	92.98%
5	Piezas defectuosas	1	8	8	0.74%	93.72%
14	Falta de entrenamiento del personal	1	8	8	0.74%	94.46%
4	Prendas defectuosas	1	5	5	0.46%	94.92%
6	Material de baja calidad	1	5	5	0.46%	95.38%
7	Proveedores impuntuales	1	5	5	0.46%	95.84%
13	Exceso de errores	1	5	5	0.46%	96.31%
15	Movimientos innecesarios	1	5	5	0.46%	96.77%
20	Exceso de fallas mecánicas	1	5	5	0.46%	97.23%
21	Máquinas de baja calidad	1	5	5	0.46%	97.69%
22	Exceso de autoridad del personal de mantenimiento	1	5	5	0.46%	98.15%
27	Secuencia de operaciones mal definida	1	5	5	0.46%	98.61%
28	Métodos inadecuados	1	5	5	0.46%	99.08%
31	Presión por parte de los supervisores	1	5	5	0.46%	99.54%
32	Temperatura elevada del área de trabajo	1	5	5	0.46%	100.00%

Elaboración propia.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE MEJORA

En el presente capítulo se desarrollarán las propuestas de mejora a utilizar para solucionar las principales causas halladas en el Diagrama de Pareto. De esta manera, en primer lugar se realizará la selección de las herramientas de manufactura esbelta a utilizar para solucionar estas. Posteriormente, se desarrollará cada herramienta, según la selección establecida, comenzando con el enfoque sociotécnico como base de la mejora. Posteriormente, se utilizarán las herramientas 5 S, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Sistemas Justo a Tiempo, Kanban y Poka Yoke para complementar la mejora del alto tiempo de valor no agregado.

5.1. Selección de las herramientas de manufactura esbelta

Según lo mostrado en el Mapa de Flujo de Valor, se puede apreciar que la empresa padece de diversos tipos de desperdicio a lo largo de su proceso productivo. De esta manera, se realizó en primer lugar una selección de las herramientas de manufactura esbelta para cada problema encontrado. En la Figura 24 se puede apreciar la selección de estas.

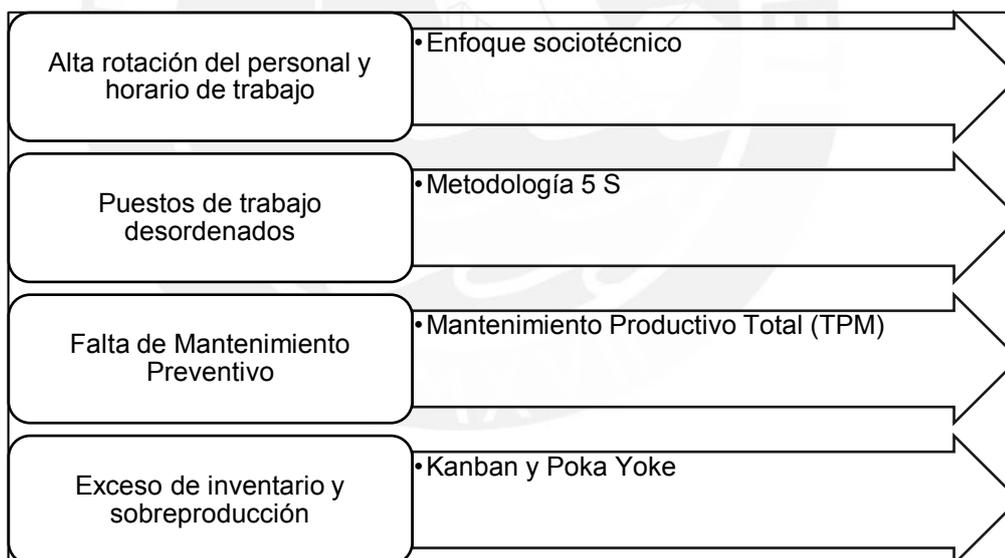


Figura 24: Selección de las herramientas de manufactura esbelta.

Elaboración propia.

En primer lugar, se utilizará el enfoque sociotécnico como base de la mejora, el cual servirá para analizar y posteriormente reducir la alta rotación del personal. Asimismo, con la aplicación de los principios de este enfoque se buscará mejorar el horario de trabajo, el cual también es uno de los principales problemas de la planta.

Las herramientas Kanban y Poka Yoke se utilizarán para nivelar el exceso de inventario a la entrada del proceso de costura, el cual tiene poco más de 10 días de inventario en el caso de algunas líneas.

Por otro lado, se utilizará la metodología 5 S para ordenar y limpiar los puestos de trabajo desordenados, los cuales principalmente son las áreas de corte y acabado, las cuales presentan este problema.

Finalmente, se utilizará la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) para en primer lugar diagnosticar la situación del mantenimiento de la planta y posteriormente lograr que el mantenimiento sea autónomo a cada costurero.

5.2. Enfoque socio-técnico

Como se mostró en el capítulo anterior, aproximadamente 58 personas renuncian por mes en la empresa, lo cual deduce que el personal no se siente cómodo en ésta. En la Tabla 16, se puede apreciar el porcentaje del personal que renuncia a la empresa por cada área de producción. Aproximadamente, el 78% del personal que renuncia pertenece a las áreas de costura y acabados, lo cual implica que el análisis a llevar a cabo se centraría en las áreas en mención.

Por otro lado, en la Figura 25, se pueden ver algunas causas de la insatisfacción del personal. Se puede apreciar que existen varias causas del porqué la alta rotación del personal.

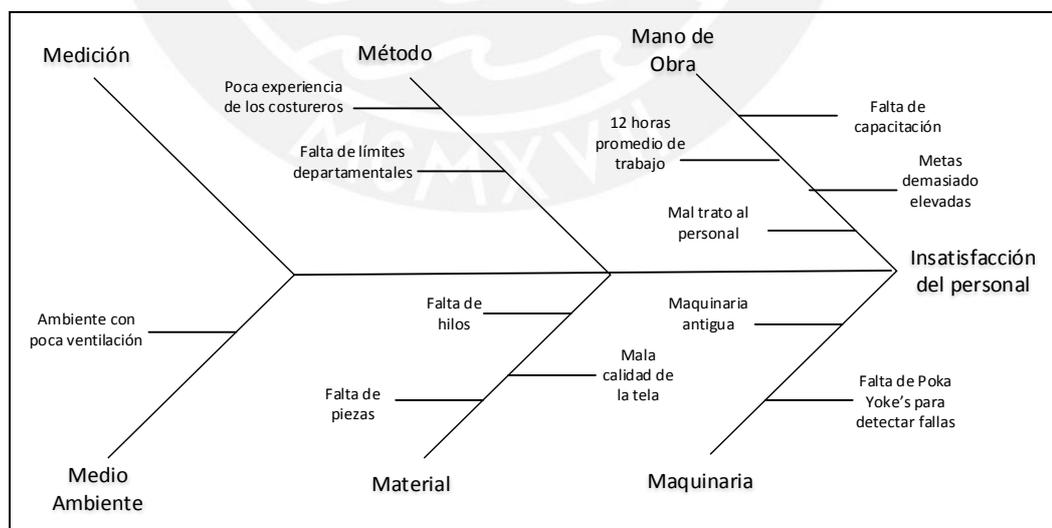


Figura 25: Diagrama Causa-Efecto de la insatisfacción del personal.

Elaboración propia.

Tabla 16: % del personal que renuncia a la empresa por área productiva.

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio
Hilandería	3.61%	2.22%	0%	3.39%	0%	0%	1.54%
Tejeduría	4.82%	2.22%	0%	3.39%	1.96%	1.89%	2.38%
Tintorería	3.61%	0%	3.70%	3.39%	1.96%	1.89%	2.43%
Lavandería	2.41%	0%	0%	1.69%	0%	0%	0.68%
Corte y Habilitado	7.23%	8.89%	5.56%	8.47%	5.88%	5.66%	6.95%
Costura	40.96%	46.67%	55.56%	45.76%	45.10%	56.60%	48.44%
Acabados	30.12%	31.11%	27.78%	25.42%	39.22%	24.53%	29.70%
Embalaje	7.23%	8.89%	7.41%	8.47%	5.88%	9.43%	7.89%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Garnic S.A.

Por lo tanto, resulta conveniente analizar su situación actual con los principios del enfoque sociotécnico, los cuales permitirán ampliar la visión sobre el porqué de la renuncia del personal y, de esta manera, proponer mejoras para solucionarlo.

5.2.1. Compatibilidad

Descripción

Según el enfoque sociotécnico, el diseño de la célula de trabajo debe ser consistente con las metas del personal que trabajará en aquella.

Actualmente, el área de confecciones cuenta con 16 líneas de costura en la mañana y 3 en la noche, las cuales trabajan en promedio 12 horas por día. Cada línea cuenta con un supervisor, el cual se encarga de distribuir al personal en sus respectivas máquinas de costura según sus habilidades y el modelo de prenda a confeccionar.

Asimismo, cada costurero recibe un sueldo promedio al mercado y adicionalmente recibe un bono de productividad si es que la línea a la que pertenece logra por lo menos un 70% de eficacia. De esta manera, una vez que a la línea le ingresa un determinado modelo, el personal del área de ingeniería realiza un estudio de tiempos para determinar las metas de producción de la línea, las cuales deberían ser posibles de cumplir en el horario normal de trabajo del costurero, es decir en 9 horas aproximadamente.

No obstante, las metas de producción planteadas por los ingenieros resultan demasiado altas para los costureros debido a que diariamente estos trabajan por lo menos 12 horas para poder llegar a la eficacia mínima requerida (70%), lo cual posteriormente genera insatisfacción y desmotivación en el personal del área, ocasionando posteriormente su renuncia.

Asimismo, esto genera que el personal solo se enfoque en producir y cumplir con las metas de producción, mas no en la calidad del producto, lo cual genera en ocasiones que las prendas sean rechazadas en la auditoría final.

De esta manera, se puede concluir que el diseño de la célula de trabajo en las áreas de costura y acabado no es compatible con las aspiraciones del personal que trabaja en estas, lo cual implica su posterior renuncia.

Objetivo

El objetivo del principio de Compatibilidad será aumentar la satisfacción del personal de su propio esfuerzo.

Método

El método del principio será establecer un equipo representativo que constantemente alinee la metas del personal con las de la empresa. En la Figura 26, se puede apreciar la lógica de la aplicación del principio desarrollado.



Figura 26: Flujograma de la aplicación del principio de compatibilidad.

Elaboración propia.

Herramienta

Por lo tanto, para hacer más compatible el diseño se propone establecer un equipo representativo, el cual tendrá la función de definir las metas de producción con el objetivo de que estas estén alineadas a las metas de los trabajadores y de la empresa. Asimismo, este equipo tendrá la autorización del Gerente de Operaciones de constantemente realizar el diseño de la célula de trabajo. En la Figura 27 se muestra un organigrama del equipo representativo del diseño de la célula de trabajo.

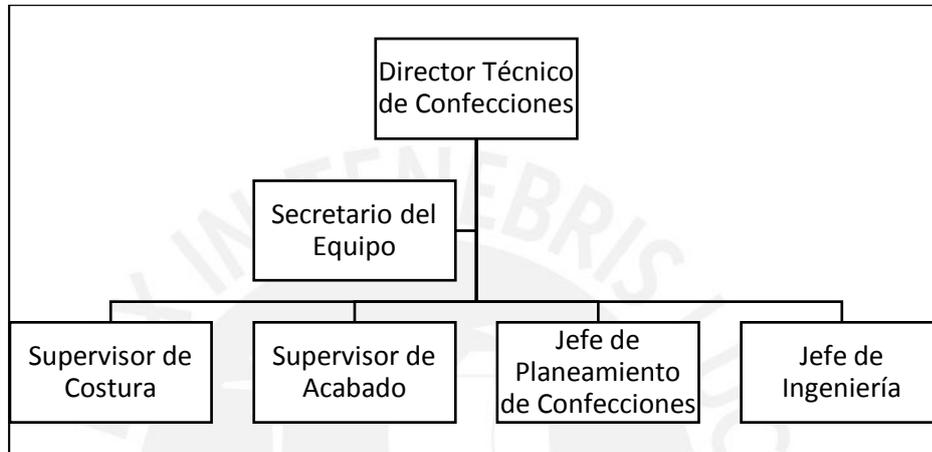


Figura 27: Organigrama del equipo representativo.

Elaboración propia.

De la figura, se puede apreciar que el líder del equipo sería el Director Técnico de Confecciones debido a que éste es el que tiene mayor conocimiento del diseño de las células de trabajo. Asimismo, éste tendría a su cargo a un secretario, quien se encargaría de elaborar las actas de las reuniones que el equipo tenga así como también de organizarlas. Por otro lado, el resto del equipo estaría conformado por los supervisores de costura y acabados, quienes tendrían la función de validar las metas de producción propuestas, y de los jefes de planeamiento e ingeniería, quienes se encargarían de proponer las metas de producción para que posteriormente sean validadas.

Resultado esperado

De esta manera, mediante la determinación de nuevas metas para el personal, se espera aumentar la satisfacción del personal.

5.2.2. Especificación crítica mínima

El presente principio consiste en permitir que el personal de la compañía realice su trabajo con autonomía, es decir que lo hagan conforme consideren más apropiado

sin la necesidad de seguir instrucciones. En la Figura 28, se muestra la lógica de este principio.

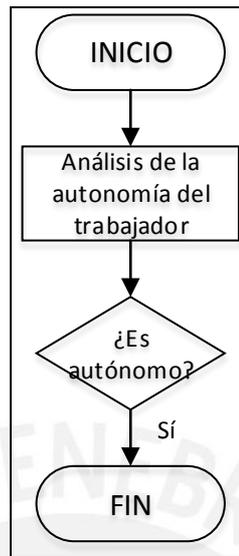


Figura 28: Flujograma de la aplicación del principio de especificación crítica mínima.
Elaboración propia.

En el caso de la presente empresa, cuando la línea comienza a confeccionar un determinado modelo, el supervisor de ésta recibe un documento por parte del ingeniero de métodos con la distribución que deberían seguir las máquinas para una mayor productividad. No obstante, éste tiene libertad de distribuir las máquinas y a su personal como mejor lo considere.

Por otro lado, los costureros tienen libertad de establecer su propio método para coser, es decir que ellos definen su propia ruta y velocidad así como también su propia calibración de la máquina; no obstante, si el personal de ingeniería encuentra uno mejor, coordina con el costurero para establecer el nuevo método a utilizar.

Por lo tanto, se puede deducir que el personal de cada línea tiene la libertad de trabajar en base a su propio criterio; es decir, define el cómo hará el diseño para lograr las cuotas de producción determinadas. De esta manera, el diseño del proceso productivo actual cumpliría con este principio.

5.2.3. Criterio socio-técnico

Descripción

Este principio consiste en que la célula de trabajo debe poder identificar y corregir los errores inmediatamente después de que estos sucedan.

Generalmente, los defectos se detectan en la auditoría final del proceso de costura. En caso el lote a revisar se encuentre rechazado, éste es devuelto a la línea para su posterior corrección, lo cual significa que el personal de la línea no revisa lo que produce. Asimismo, esto último genera que el personal de costura deje de producir hasta corregir los defectos encontrados por la auditora, lo cual a su vez implica que éste se quede más tiempo en la empresa para lograr la eficacia mínima requerida, ocasionando insatisfacción en el personal. Esto sucede debido a que los costureros están más enfocados en producir que en entregar un producto de calidad.

De esta manera, se puede ver que los defectos no son identificados inmediatamente una vez que suceden y que, cuando estos se identifican, son corregidos luego de que la prenda esté completamente confeccionada.

Objetivo

El objetivo del principio es aumentar la velocidad de respuesta a los defectos encontrados en las prendas.

Método

En la Figura 29, se muestra la lógica de la aplicación del criterio socio-técnico para la detección inmediata de las prendas defectuosas.

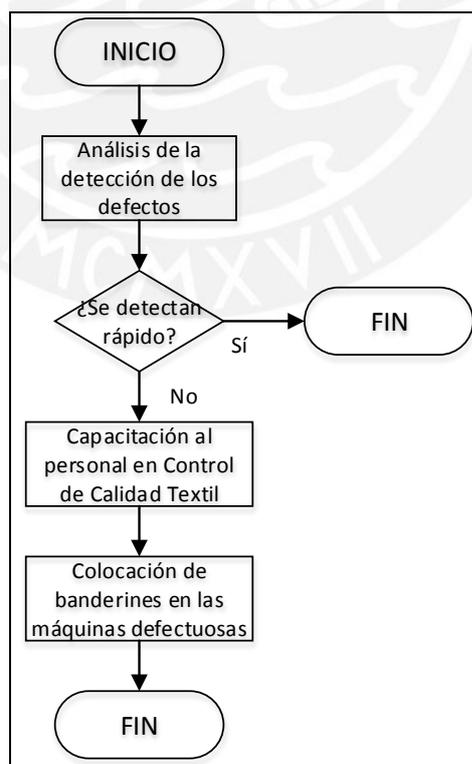


Figura 29: Flujograma de la aplicación del criterio socio-técnico.

Elaboración propia.

Herramienta

Para solucionar este problema, se propone en primer lugar capacitar al personal de costura y acabados en el tema de Control de Calidad Textil, de tal manera que aprendan a detectar los errores en el mismo proceso.

Asimismo, se repartirán banderines rojos a cada coordinador de línea para que los coloque encima de los puestos o máquinas que arrojen defectos, de tal manera que cuando haya constantes fallas en la máquina, el coordinador pueda organizar reuniones alrededor de ésta con el objetivo de identificar causas y posteriormente establecer mejoras entre todos los miembros de la línea. En la Figura 30, se muestra la ubicación y el posicionamiento del banderín rojo en el puesto de costura.

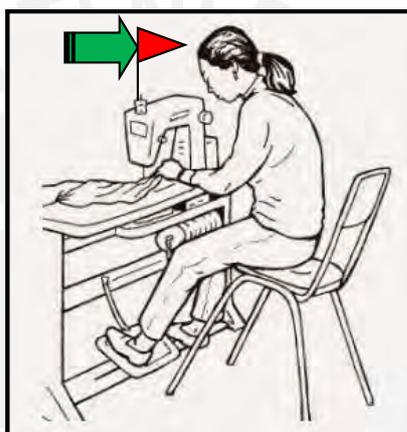


Figura 30: Ubicación y posicionamiento del banderín rojo planteado.

Elaboración propia.

Finalmente, se propone considerar el % de prendas defectuosas en la calificación de cada línea para la obtención del incentivo mensual, logrando de esta manera que el personal no solo se preocupe por cumplir con la cuota diaria de producción sino también con la de calidad.

Resultado esperado

Con la implementación de las mejoras planteadas, se espera aumentar la velocidad de detección de los defectos y, así, reducir la rotación del personal.

5.2.4. Criterio multifunción

Descripción

Según este principio, la flexibilidad de la célula de trabajo dependerá principalmente de la polivalencia de los operarios, la cual debe ser congruente con el layout y el diseño de la célula.

En el caso del área de costura, los costureros se especializan en realizar una sola operación. Por ejemplo, se pueden especializar en la operación pegado de cuello, pegado de etiqueta, cierre de costado, etc. En caso la persona que realiza dicha operación falte, otra de la misma línea la reemplaza pero con una productividad menor debido a que recién está aprendiendo a realizar la operación, lo cual posteriormente conlleva a que la eficacia de la línea disminuya.

De esta manera, se puede apreciar que la empresa no cuenta con trabajadores polivalentes, lo cual implica que ante un cambio repentino en alguna operación, la línea no podría adaptarse rápidamente.

Objetivo

El objetivo del principio es aumentar la flexibilidad de la línea mediante el aumento del número de trabajadores polivalentes.

Método

En la Figura 31, se muestra la lógica de la aplicación del criterio multifunción para aumentar la flexibilidad de la línea.

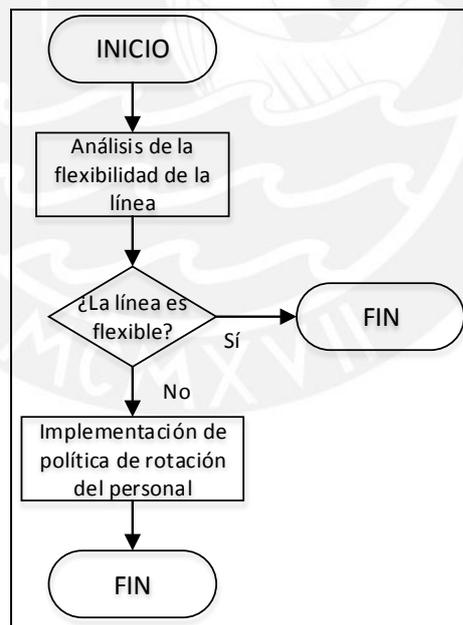


Figura 31: Flujograma de la aplicación del criterio multifunción.

Elaboración propia.

Herramienta

Para solucionar este problema, se propone implementar una política en la que se rote al personal de cada línea, estableciendo un tiempo mínimo para cada operador en

cada una de las máquinas por cada mes. De esta manera, según el Director Técnico del área, este tiempo mínimo debería ser de 30 horas mensuales. En la Tabla 17, se muestra un cuadro de control del tiempo mínimo de cada costurero en cada máquina de la línea. Se puede apreciar en este caso que ninguno de los costureros cumplió con el tiempo mínimo establecido.

Asimismo, para garantizar el cumplimiento de esta política, se propone incluir en el cálculo del ponderado para el incentivo, este tiempo mínimo. De esta manera, si alguna línea no cumple con esta medida, se le restaría puntaje.

Tabla 17: Tiempo mínimo de cada costurero en cada una de las máquinas.

Operario	Máquina							Status
	Recta	Remalladora	Recubridora	Collaretera	Bastera	Atracadora	Flatseamer	
1	X	34	37	37	25	35	21	Falta
2	31	X	27	33	24	34	39	Falta
3	31	X	22	33	24	22	21	Falta
4	25	39	X	39	39	28	34	Falta
5	24	36	31	25	X	29	24	Falta
6	22	38	33	38	25	37	X	Falta
7	30	30	33	22	23	X	31	Falta
8	23	34	24	26	X	40	30	Falta
9	29	33	X	33	39	27	22	Falta
10	X	36	23	40	20	37	27	Falta

Elaboración propia.

Resultado esperado

Con la implementación de la política propuesta, se espera aumentar la flexibilidad de la línea, así como también la satisfacción del personal.

5.2.5. Especificación de límites

De acuerdo a este principio, la compañía debe definir límites departamentales para incluir tareas que son relacionadas secuencialmente y no por similitud técnica. En la Figura 32, se muestra la lógica de la aplicación de este principio.

En este caso, los límites departamentales se encuentran definidos, incluso dentro de las líneas de costura, lo cual genera que el personal tome sus propias decisiones en cada operación. Asimismo, la dirección técnica del área organiza sus departamentos por proceso, lo cual genera mayor autonomía al personal del área.



Figura 32: Flujograma de la aplicación del principio de especificación de límites.

Elaboración propia.

De esta manera, se puede deducir que el enfoque de la empresa es por proceso y que los límites departamentales se encuentran definidos por lo que el diseño del proceso cumpliría con el presente principio.

5.2.6. Flujo de información

Descripción

Este principio consiste en la facilidad de la obtención de la información de los procesos de la compañía con el objetivo de tomar acción rápidamente, en caso sea necesaria.

Respecto a este punto, en el caso de la detección de los defectos, el cual es realizado generalmente por el auditor, una vez que éste encuentra algún defecto en el lote inspeccionado se acerca al coordinador de la línea, el cual se encuentra cerca, y le avisa del problema encontrado, y posteriormente éste último se acerca al costurero para indicarle el error cometido. En caso el coordinador no se encuentre, el auditor se dirige al supervisor del área, el cual posteriormente se dirige al costurero que cometió el error; no obstante, esto último a veces no suele suceder debido a que el supervisor se encuentra realizando otras actividades y participando de reuniones con la Dirección Técnica del Área. En la Figura 34, se puede ver el diagrama de flujo de la alerta de errores en la línea de costura por parte del auditor.

Objetivo

El objetivo de la aplicación de este principio es aumentar la velocidad del flujo de información mediante la reducción de procesos.

Método

En la Figura 33, se puede apreciar la lógica de la aplicación del presente principio.

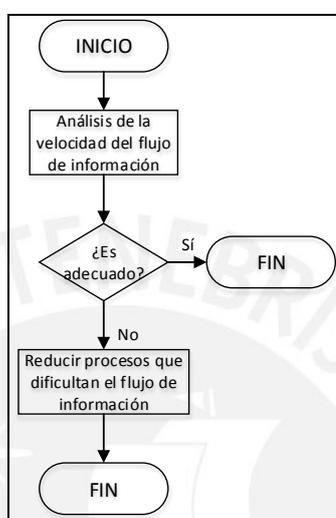


Figura 33: Flujograma de la aplicación del principio de flujo de información.

Elaboración propia.

Herramienta

En la Figura 34, se puede ver el diagrama de flujo de la alerta de errores en la línea de costura. Se puede concluir que el flujo de información es complejo por lo que no permite tomar acciones inmediatamente ante un eventual problema.

Para solucionar el primer caso, se propone crear e implementar un procedimiento que facilite la comunicación entre el auditor y el costurero que cometió el error. De esta manera, esto último consistiría en eliminar la comunicación entre el coordinador, y también el supervisor, con el auditor, para que la comunicación sea directamente entre el operario y éste último. En la Figura 35, se puede apreciar el diagrama de flujo de la propuesta en mención. Se puede apreciar que el flujo de información es más directo y rápido.

Resultado esperado

Se espera mejorar el flujo de información y, de esta manera, lograr que la velocidad de respuesta a los problemas encontrados sea más rápida.

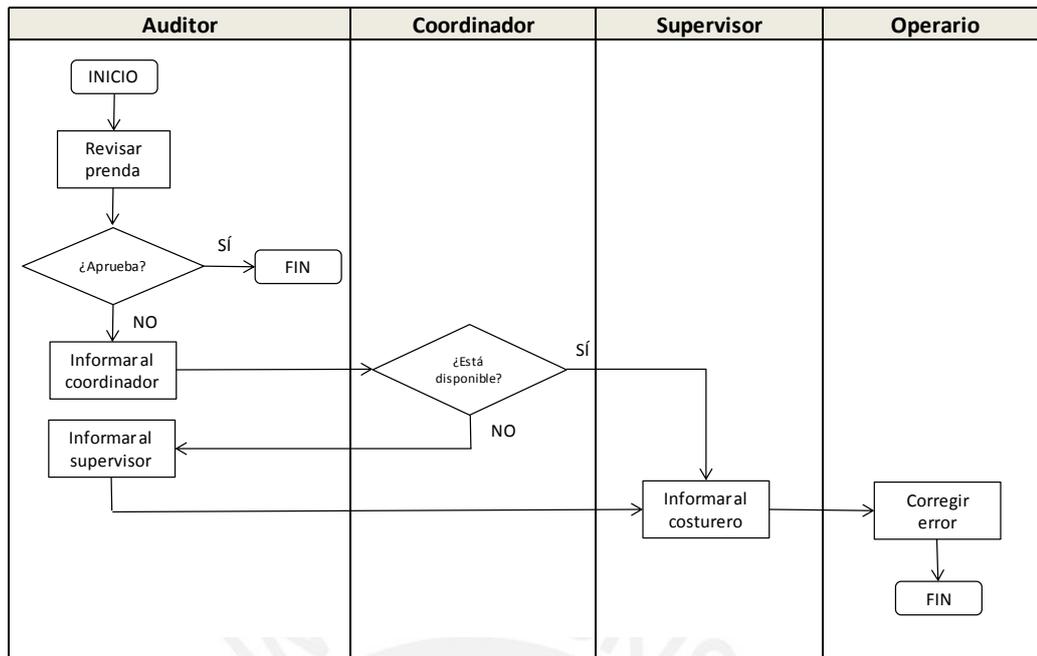


Figura 34: Diagrama de Flujo de la alerta de errores en la línea de costura.

Elaboración propia.

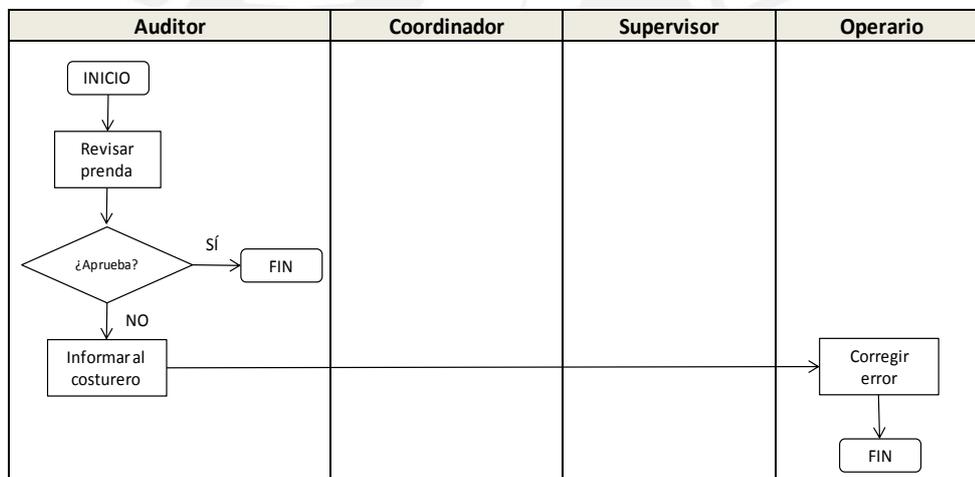


Figura 35: Diagrama de Flujo de la alerta de errores propuesto.

Elaboración propia.

5.2.7. Congruencia de apoyo

Descripción

El presente principio consiste en establecer sistemas de recompensa basados en grupos para motivar al personal a cooperar entre sí.

Actualmente, la empresa cuenta con un sistema de recompensa, el cual consiste en pagar un incentivo a todo el personal de una línea si es que ésta llega a por lo menos el 70% de eficacia. Asimismo, para aquella con mayor promedio diario de eficacia, la

empresa invita a todo el personal de ésta un almuerzo especial y, adicionalmente, sortea entre el mismo diversos regalos.

Sin embargo, el incentivo, junto al almuerzo y los premios, es obtenido solo por lograr un alto % de eficacia, mas no considera el tiempo que utiliza la línea para llegar a la eficacia lograda, lo cual genera que, a pesar de que estos obtienen beneficios por lograr el objetivo, el personal de cada línea renuncie. En la Tabla 18, se puede apreciar el promedio de horas que trabajaron las líneas de costura en el primer semestre del año 2015.

De esta manera, se puede ver que, si bien el sistema de recompensa de la empresa brinda muchos beneficios al personal de la línea, estos suelen retirarse debido a que no motivan en su totalidad al personal debido a que genera que estos se queden más tiempo de lo normal. En la tabla, se pudo apreciar que en promedio el personal de cada línea trabaja por lo menos 9 horas.

Tabla 18: Promedio de horas que trabajaron las líneas por mes en el año 2015.

Línea	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio
1	10.64	9.79	11.03	11.67	9.51	12.46	10.85
2	13.27	10.73	8.71	9.25	9.89	13.4	10.88
3	10.18	9.86	11.68	12.91	10.8	12.15	11.26
4	12.84	8.3	9.84	8.17	13.48	9.15	10.3
5	8.82	11.76	8.25	8.35	8.02	13.44	9.77
6	11.81	9.08	9.05	9.49	8.81	9.35	9.6
7	11.88	11.91	13.27	12.35	13.99	11.94	12.56
8	12.96	12.34	11.28	13.81	12.6	10.93	12.32
9	8.31	11.83	13.58	8.21	9.37	10.54	10.31
10	10.54	9.87	9.42	8.35	10.34	13.25	10.3
11	11.22	8.93	9.27	12.06	8.12	10.24	9.97
12	10.79	10.36	12.84	8.68	9.39	12.46	10.75
13	13.51	10.62	11.76	13.04	8.71	8.31	10.99
14	9.75	12.44	11.82	9.98	13.92	9.36	11.21
15	8.06	13.07	8.35	8.09	10.65	10.41	9.77
16	12.17	11.54	9.65	13.49	10.77	9.39	11.17

Fuente: Garnic S.A.

Objetivo

El objetivo de la aplicación de este principio es aumentar la satisfacción del personal mediante la reducción de horas de trabajo.

Método

En la Figura 36, se puede apreciar la lógica de la aplicación de este principio.



Figura 36: Flujograma del principio de congruencia de apoyo.

Elaboración propia.

Herramienta

Para solucionar este problema, se propone establecer un horario límite para todo el personal tanto de costura como de acabado, de tal manera que éste se esfuerce por cumplir su meta en un tiempo limitado, y por ende pueda descansar adecuadamente. De esta manera, se lograrán disminuir las renunciaciones en el personal del área y, por ende, la alta rotación de personal.

Resultado esperado

De esta manera, se espera aumentar la satisfacción del personal y por tanto reducir su alta rotación.

5.2.8. Diseño y valores humanos

Una alta calidad de vida en el trabajo garantizará que los trabajadores se comprometan con la organización; por lo tanto, ésta debe brindarles algún beneficio. En la Figura 37, se muestra la lógica de la aplicación de este principio.

Como se mencionó anteriormente, la empresa cuenta con un sistema de recompensa, el cual consiste en pagar un incentivo a todo el personal de una línea si es que ésta llega a por lo menos el 70% de eficacia; y también, para aquella línea con mayor promedio diario de eficacia, la empresa invita a todo el personal de ésta un almuerzo especial y, adicionalmente, sortea entre el mismo diversos regalos.



Figura 37: Flujograma de la lógica del criterio de diseño y valores humanos.

Elaboración propia.

Respecto a este principio, se puede apreciar que la empresa brinda beneficios a sus trabajadores, manteniéndolos satisfechos. El diseño del proceso cumpliría con este principio.

5.2.9. Diseño incompleto

Finalmente, el proceso de diseñar la organización es continuo; es decir, que ésta constantemente tiene que adaptarse a los cambios.

Respecto a este principio, la empresa motiva a su personal mediante slogans de compromiso con la mejora continua. No obstante, la adaptación a los cambios aún dependen de los Directores Técnicos y del Gerente de Operaciones, por lo que las mejoras propuestas por el personal aún toman un tiempo implementarlas.

De esta manera, se propone brindar mayor empoderamiento al personal para que lideren los cambios que puedan haber en las diversas operaciones existentes.

Con la implementación de las propuestas planteadas, las cuales fueron resultado del análisis de cada principio, se espera reducir en 60% la rotación del personal.

Finalmente, se puede ver que el proceso productivo actualmente no cumple con los principios de compatibilidad, criterio sociotécnico, criterio multifunción, flujo de información y congruencia de apoyo (ver anexo 23).

5.3. Implementación de las 5 S

Descripción

La primera herramienta a utilizar será la metodología 5 S, la cual servirá para reducir el desorden en los puestos de trabajo a lo largo del proceso productivo. Como se puede apreciar en el Mapa de Flujo de Valor actual, los puestos de trabajo que principalmente presentan este problema son las áreas de corte y costura. En la Figura 38, se puede apreciar el desorden en el área de corte.

Se puede ver de la figura que existe inventario de tela y piezas debajo, encima y fuera de las mesas de trabajo, lo cual genera desorden en el área. Asimismo, este desorden genera, a su vez, desmotivación del personal debido a que no le permite tener una adecuada movilidad en su puesto de trabajo, generándole de esta manera mayor fatiga.



Figura 38: Desorden en el área de corte.

Fuente: Garnic S.A.

En la Figura 39, se puede apreciar el layout del área de corte, en el cual todos los puestos de trabajo se encuentran como en la figura 38.

Se puede ver de la figura que los avíos del proceso de costura se encuentran lejos de éste. Por otro lado, las prendas semiconfeccionadas que se van produciendo se colocan al costado de los puestos de costura; no obstante, esto genera incomodidad en el costurero debido a que no le permite moverse con libertad.

En la Figura 41, se puede ver al layout del área de costura, en el cual todos los puestos de trabajo se encuentran como en la Figura 40.

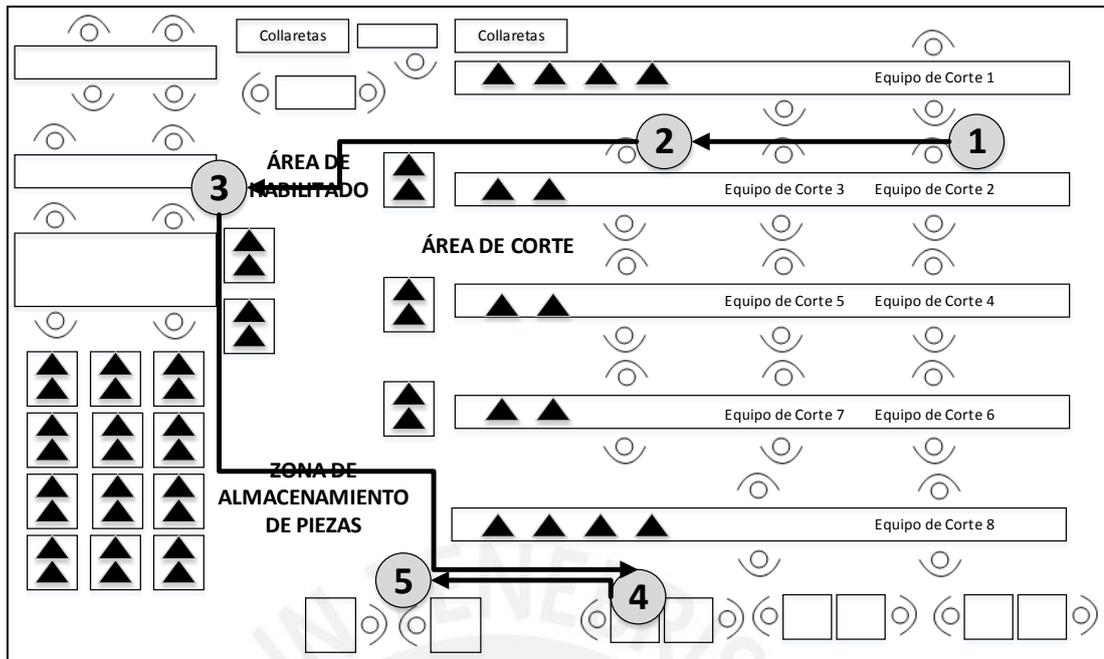


Figura 39: Layout del área de corte y habilitado.

Elaboración propia.

Por otro lado, en la figura 40, se puede apreciar el desorden en el área de costura.



Figura 40: Desorden en el área de costura.

Fuente: Garnic S.A.

Objetivo

Aumentar el espacio del área de costura mediante la eliminación de aquello que no agrega valor al producto, de tal manera que los trabajadores puedan moverse con mayor facilidad.

Método

En la Figura 42, se puede apreciar la lógica de la aplicación de esta herramienta.

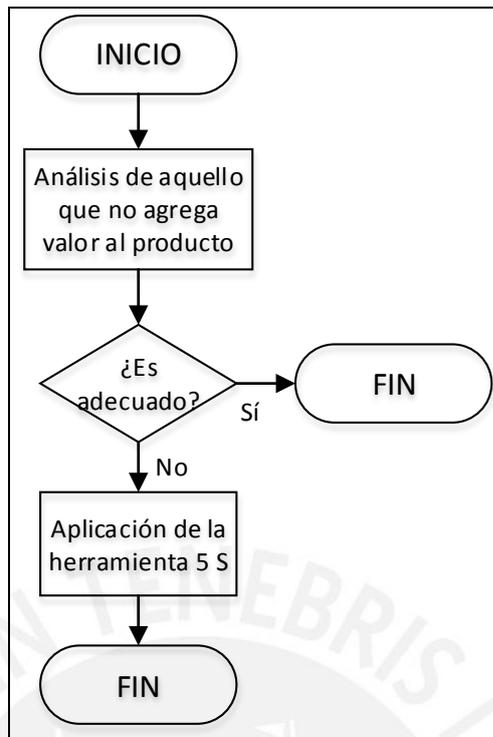


Figura 42: Flujograma de la aplicación de las 5 S.

Elaboración propia.

Herramienta

A continuación, se presenta la metodología de las 5 S: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina.

5.3.1. Clasificar

Antes de proceder a ordenar y limpiar, lo primero que se tiene que hacer es la selección de las cosas que no son necesarias, y las que son inútiles. Para ello, se propone utilizar tarjetas rojas, las cuales servirán para hacer visibles las cosas que están desordenadas. En la Figura 43, se puede ver una propuesta de formato de tarjeta roja a utilizar.

De esta manera, estas se colocarían sobre aquellas cosas que no agregan valor al producto. A continuación, en la Figura 44, se puede ver la distribución de las tarjetas rojas en los puestos de trabajo de corte y costura.

TARJETA ROJA		
Fecha: _____		
Categoría	1. Equipo 2. Utillaje y herramientas 3. Instrumentos de medida 4. Materiales 5. Partes. 6. Inventario en proceso	7. Productos semielaborados 8. Productos terminados 9. Materiales preparados 10. Productos de oficina 11. Papeles, lapiceros, etc.
Nombre del Item: _____		
Número	Cantidad	Unidad de Medida
Razón	1. No es necesario 2. Defecto 3. No se necesita en el momento 4. Chatarra 5. Uso conocido	6. Otros
Dispuesto por:	Departamento/División/Sección	
Método de Disposición:	1. Descarte 2. Venta 3. Transferir al almacén de tarjetas rojas 4. Transferir hacia otro almacén 5. Otros	

Figura 43: Propuesta de formato de tarjeta roja.

Elaboración propia.



Figura 44: Distribución de las tarjetas rojas en los puestos de corte y costura.

Elaboración propia.

5.3.2. Ordenar

Luego de seleccionar las cosas que serán retiradas, a continuación se procede a ordenarlas con el objetivo de que el operario no pierda el tiempo en búsquedas ni movimientos innecesarios. Para ello, se establecerán espacios para que estas puedan ser colocadas, de tal manera que de ser requeridas puedan ser fácilmente ubicadas.

En el caso del área de corte, debajo de las mesas de corte se puede apreciar que hay restos de tela, las cuales algunas están embolsadas y otras no. Generalmente, estas se guardan en dicho lugar debido a que en algún momento pueden ser utilizadas o debido a que el operario no tiene tiempo para ordenarlas. Por lo tanto, se propone eliminar estas y dejar libre este espacio, de tal manera que el operario, a su vez, pueda colocar uno de sus pies encima de éste.

Por otro lado, para el caso de las piezas que están a la salida del proceso de corte, se propone en primer lugar redistribuir el área de corte y habilitado, de tal manera que las piezas producidas por el cortador sean inmediatamente depuradas y numeradas por los operarios de depurado y numerado. Una vez numeradas las piezas estas automáticamente pueden ser agrupadas y almacenadas en los coches. De esta manera, se evitaría tener inventario de piezas sobre las mesas de corte. Asimismo, se propone trasladar el almacén de piezas, el cual estaba en una esquina del área, hacia el centro de ésta. En la Figura 45 se puede apreciar el layout del área de corte redistribuída.

Además, se puede apreciar de la figura que cada puesto de trabajo estará remarcado con líneas amarillas, de tal manera que se evite colocar material o piezas sobre estos. Por otra parte, de implementarse el layout propuesto, se agregarían algunas actividades a las auditoras de calidad y a los operarios de transfer. En el caso de las auditoras, estas tendrían que dirigirse al almacén de piezas, retirar una muestra del lote a trasladar y auditarla. El lote que será trasladado tendrá que ser aquel con fecha de entrega más cercana. Asimismo, en el caso de los operarios de transfer, estos también tendrían que buscar sus propias piezas y, además, transferirlas y revisarlas.

En el caso del área de costura, se puede ver que los avíos se encuentran desordenados a la espalda de las máquinas de costura. Una vez que la auditora de corte revisa las piezas, el habilitador paralelamente recoge las collaretas de estas así como también sus avíos del almacén, como por ejemplo hilos para coser, etiquetas, hantas, etc.

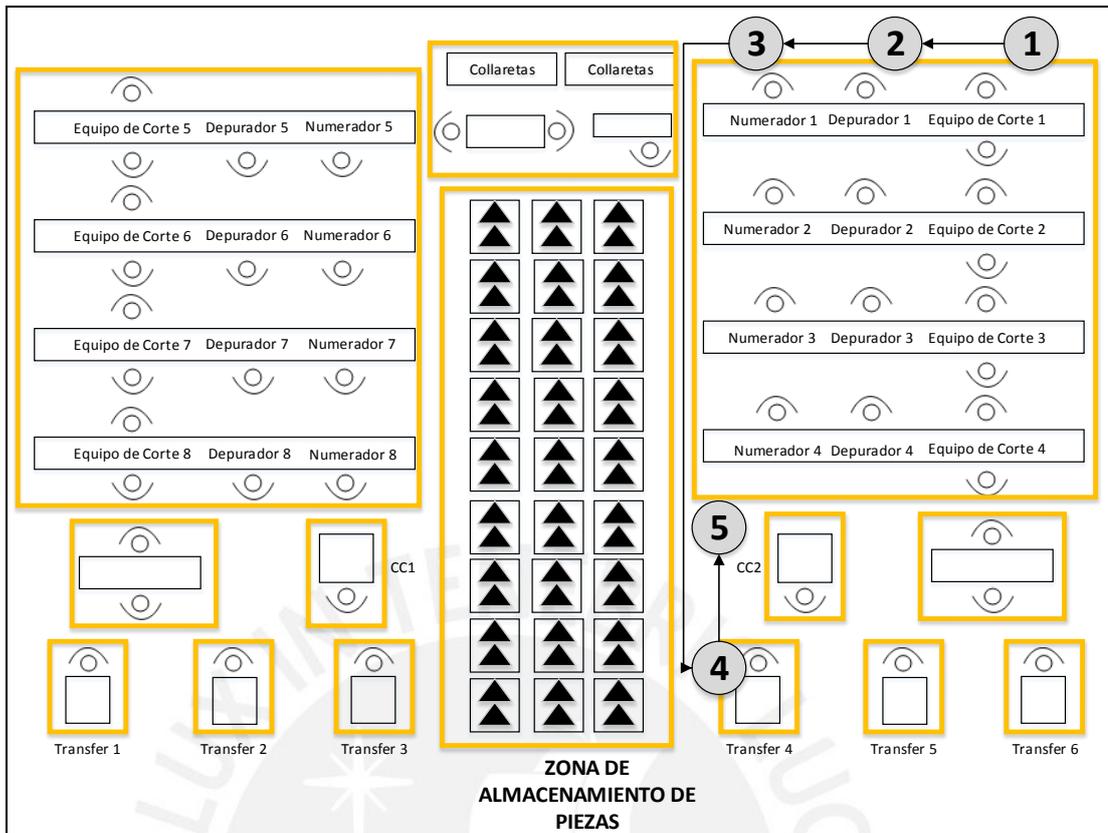


Figura 45: Layout mejorado del área de corte y habilitado.

Elaboración propia.

Generalmente, los operarios del almacén de avíos les entregan, en promedio, hasta un 20% adicional a los supervisores de costura, quienes finalmente distribuyen estos entre todas sus máquinas, esto último debido a que suelen haber fallas de todo tipo. Por lo tanto, se propone inducir a los almaceneros y supervisores de producción en solo entregar y recibir lo necesario. En caso la línea de producción requiera más avíos, estos deberán solicitarse mediante una solicitud manual, la cual tendrá que estar firmada por la Dirección Técnica de Confecciones. De esta manera, se reduciría la cantidad de avíos sobre las mesas de trabajo, haciendo que el proceso sea aún más fluido.

5.3.3. Limpieza

Una vez establecida la ubicación de los inventarios, máquinas y herramientas, a continuación se procederá con la limpieza. Para realizar ello, resulta necesario establecer un procedimiento de limpieza de las máquinas tanto de corte como de costura. En los anexos 24, 25, 26 y 27 se muestran los procedimientos de limpieza de las partes de la máquina de costura.

Actualmente, las áreas de corte y costura cuentan con procedimientos de limpieza; no obstante, ambos procedimientos se encuentran archivados en el área de mantenimiento debido a que la empresa tiene como política que solo el personal de esta área puede realizar la limpieza de las máquinas. De esta manera, se propone difundir el procedimiento de limpieza mediante afiches, los cuales serán entregados al personal del área y, a su vez, colocados al costado de cada máquina. En la Figura 46 se muestra el posicionamiento y la ubicación del procedimiento de limpieza.



Figura 46: Posicionamiento y ubicación del procedimiento de limpieza.

Elaboración propia.

Una vez difundido este procedimiento, se propone realizar una jornada de orden y limpieza, en la que todo el personal de la empresa se dedique solo a ordenar y limpiar sus respectivas áreas de trabajo. Asimismo, durante esta primera jornada, se propone motivar a los trabajadores con presentación de programas de capacitación e incentivos en orden y limpieza.

5.3.4. Estandarizar

Posteriormente, para que lo realizado en la jornada inicial se mantenga a lo largo del tiempo, se propone establecer un organigrama de orden y limpieza para cada área, con el objetivo de establecer responsables que garanticen que se esté cumpliendo con estas actividades. En el caso del área de corte, el organigrama sería como se muestra en la Figura 47.

El responsable del orden y limpieza del área de corte sería el Supervisor de Corte con el apoyo del Coordinador de Corte, quienes estarán al tanto de que cada equipo de corte mantenga impecable su mesa de corte. Asimismo, el mismo supervisor, con el apoyo del Coordinador de Habilitado, serán los responsables de que el área de habilitado se mantenga limpia y segura (ver Figura 48).

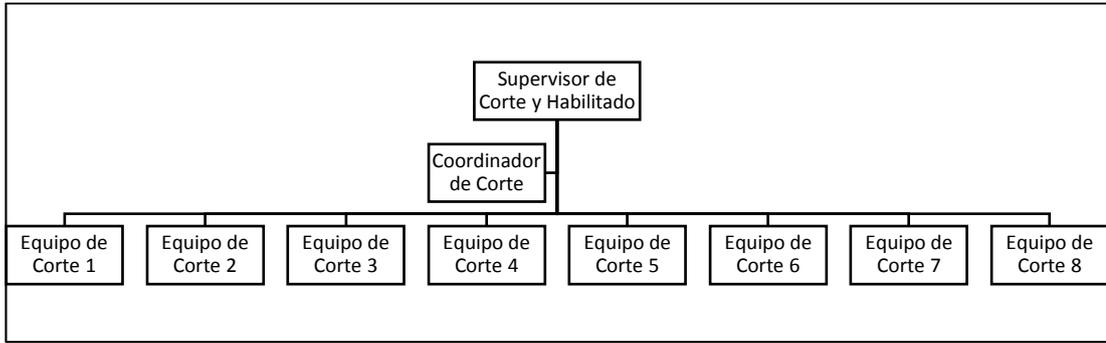


Figura 47: Organigrama de Orden y Limpieza del área de corte.

Elaboración propia.

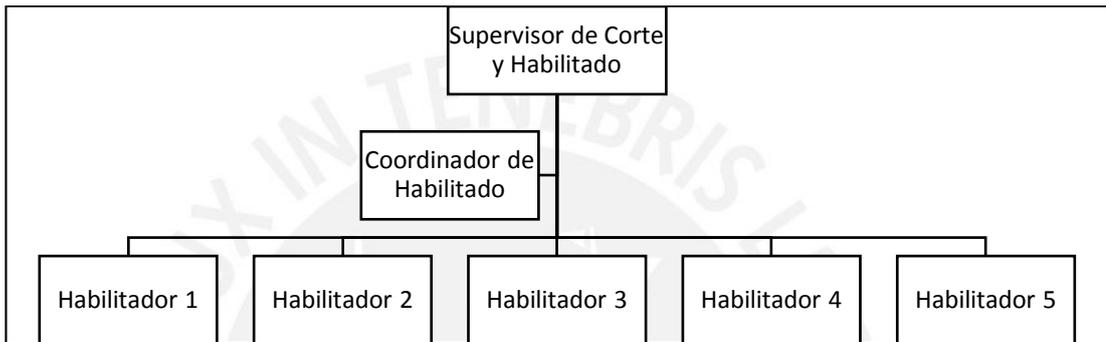


Figura 48: Organigrama de Orden y Limpieza del área de habilitado.

Elaboración propia.

Finalmente, el responsable del orden y limpieza del área de costura serán los supervisores de costura. Debido a que esta área tiene 16 líneas de costura, cada una a cargo de un coordinador, estos últimos serán los encargados del orden y limpieza de cada línea (ver Figura 49).

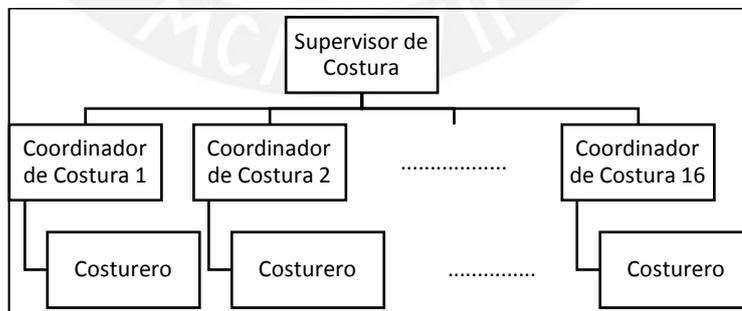


Figura 49: Organigrama de Orden y Limpieza del área de costura.

Elaboración propia.

Por último, para realizar el control del cumplimiento de las 3 S's anteriores, se propone establecer un comité de 5 S's, el cual se encargará de realizar semanalmente, junto con el encargado del orden y limpieza de cada área, inspecciones a todas las áreas. Para ello, se utilizará el formato mostrado en los anexos 28 y 29.

5.3.5. Disciplina

Para garantizar el cumplimiento de las 4 S's anteriores, se propone establecer, en primer lugar, un programa de capacitación intensiva a los trabajadores de la empresa sobre seguridad, orden y limpieza, con el objetivo de que sepan el esfuerzo adicional que van a realizar.

Asimismo, se colocarán eslóganes; se entregarán boletines informativos; se exhibirán fotografías del antes y después de la implementación colocándolos en paneles; se colocarán letreros; y se repartirán manuales de bolsillo con el objetivo de informar al personal los resultados de su esfuerzo y, de esta manera, motivarlos.

Resultado esperado

Se espera aumentar el espacio disponible en la planta y así reducir poco más de 6% el Tiempo Estándar de los procesos de Corte y Costura debido a la eliminación de aquello que no agrega valor al producto (ver Tabla 19).

Tabla 19: Reducción del Tiempo Estándar de los procesos de Corte y Costura.

Procesos	Tiempo Estándar (en min.)		
	Antes	Después	% Reducción
Corte	0.8	0.75	6.25%
Costura	1.5	1.2	20.00%
Acabado	1.4	1.00	28.57%

Elaboración propia.

En el caso del proceso de Corte, la reducción se debe principalmente por el aumento de la velocidad del operario al momento de realizar el tendido de la tela ya que esta vez al encontrar el área de trabajo sin obstrucciones se evitaría realizar el retendido.

Asimismo, en el caso del proceso de Costura, la reducción se debe principalmente a la disminución de la frecuencia de limpieza que realiza el operario a su máquina para iniciar nuevamente la operación inmediatamente después que termina de confeccionar una prenda.

5.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Descripción

En el presente punto, se realizará en primer lugar una auditoría de gestión del mantenimiento al área de confecciones y posteriormente se comparará cada una de sus características con empresas de clase mundial. Posteriormente, según los resultados mostrados, se realizará un programa de mantenimiento preventivo y se definirán las bases para la implementación del mantenimiento autónomo.

5.4.1. Auditoría de Gestión del Mantenimiento

Antes de establecer las propuestas de mejora, primero se realizará una auditoría de gestión del mantenimiento al área de confecciones, en la que se comprobará si es que la falta de mantenimiento preventivo es una de las principales causas del alto tiempo de valor no agregado. A continuación se presentará la definición de cada punto de esta auditoría.

- **Gestión de la calidad en el mantenimiento:** Se refiere a si es que el área de mantenimiento cuenta con políticas, metas y objetivos, así como también un plan estratégico. Asimismo, en este punto se evalúa si el área cuenta con un manual de gestión y el grado de involucramiento de la gerencia general con los recursos y procesos de mantenimiento.
- **Organización, personal y relaciones del área de mantenimiento:** En este punto se califican todos aquellos aspectos relacionados con el organigrama, distribución y organización funcional, el personal y su formación y motivación, así como el nivel y bondad de las relaciones dentro del área y con las otras áreas funcionales de la empresa.
- **Ingeniería, inspección y mantenimiento preventivo:** Esta área cubre los aspectos más técnicos que habitualmente deben existir en un departamento de mantenimiento para poder desarrollar sus cometidos principales. Por ejemplo: documentaciones, fichas técnicas, registros y procedimientos.
- **Preparación de la planificación del trabajo:** Se refiere al tratamiento organizado desde el momento en que se detecta la necesidad de cada trabajo solicitado hasta su finalización en condiciones adecuadas. Por ejemplo: planificación y programación del trabajo, eficiencia del plan de mantenimiento, evaluación de

cada orden de trabajo, seguimiento y control de la ejecución de cada orden de trabajo, etc.

- Investigación sistemática de averías, emergencias y fallas: Se refiere a los procedimientos que cuenta el área para la atención de emergencias, fallas y averías. Asimismo, en este punto se evalúa si es que la empresa cuenta con un análisis sistemático de estas; es decir, si es que la atención es automática cuando sucede alguna de estas fallas.
- Mantenimiento autónomo: En este punto, se evalúa el nivel del mantenimiento por parte del personal del área en evaluación, así como también el grado de independencia por parte del operador para realizar actividades de mantenimiento.
- Garantía de funcionamiento del mantenimiento: Se refiere a la calificación de la confiabilidad de las actividades de mantenimiento, es decir el grado de eficacia de estas, las cuales deben permitir reducir o eliminar los imprevistos.
- Almacenaje y compras en mantenimiento: En este punto se evalúan aspectos relacionados con la gestión de aprovisionamiento de materiales y recambio para la realización de los trabajos de mantenimiento.
- Contratación: En la presente categoría se evalúa las características de contratación de trabajos en el área de mantenimiento en caso de que en un momento dado sea necesario incrementar el personal del área, el cual será para realizar trabajos de determinadas especialidades.
- Presupuesto de mantenimiento y control de costos: Dentro de esta categoría, se evalúan todos los aspectos económicos que afectan a la gestión de mantenimiento. Por ejemplo: preparación del presupuesto anual del área de mantenimiento, seguimiento y control de costos, indicadores de costos en el área de mantenimiento y planes de inversiones del área.
- Eficiencia de mantenimiento: En el presente punto, se evaluará si el área de mantenimiento mide de manera adecuada su eficiencia mediante indicadores acordes a su área, así como también si es que sus recursos están involucrados en estas.

- Sistema de gestión de mantenimiento computarizado: En el presente punto se evalúa si el área de mantenimiento dispone de algún software para administrar su información.
- Seguridad y medio ambiente: Finalmente, en la presente categoría se evalúa si es que el área de mantenimiento participa en las políticas, estrategias y prácticas para establecer un entorno de cuidado al medio ambiente así como de seguridad.

De esta manera, se evaluó cada punto de la auditoría mediante un cuestionario, el cual se muestra en los anexos 28, 29 y 30, cuyo resultado (ver mayor detalle en el anexo 31) se visualiza en la Figura 50.

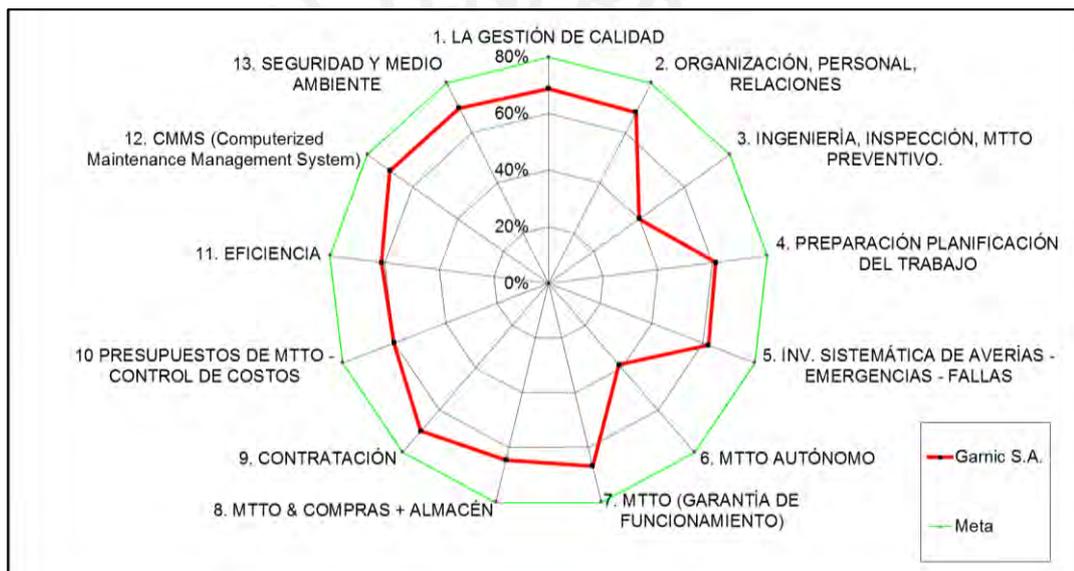


Figura 50: Resultados de la auditoría de gestión del mantenimiento.

Elaboración propia.

De la figura, se puede apreciar que el área de confecciones no realiza adecuadamente el mantenimiento preventivo ni tampoco promueve el mantenimiento autónomo por parte del personal operativo debido a que presentan menor puntuación que el resto de criterios.

5.4.2. Comparación de la Gestión del Mantenimiento con empresas de clase mundial

Por otro lado, se realizó una comparación de la gestión del mantenimiento del área con la de empresas de clase mundial con el objetivo de analizar la puntuación obtenida por la empresa y determinar si es que ésta es apropiada. En la Figura 51 se puede apreciar la comparación en mención.

De la figura, se puede apreciar que la empresa está por encima del promedio en diversos puntos de la auditoría, lo cual indica que su área de mantenimiento en líneas generales realiza adecuadamente sus actividades; no obstante, los criterios de Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Autónomo se encuentran muy por debajo del promedio, lo cual significa que la empresa debe tomar medidas para mejorarlos.

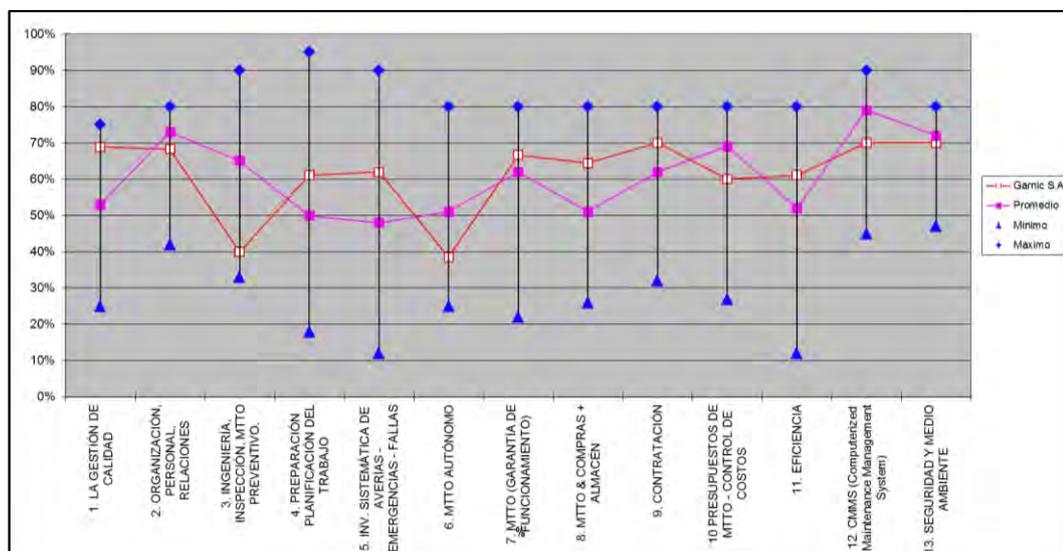


Figura 51: Comparación de la gestión del mantenimiento de la empresa con empresas de clase mundial.

Elaboración propia.

Objetivo

Mejorar la Efectividad Global de los Equipos mediante la ejecución de programas de mantenimiento preventivo y ejecución de las bases del mantenimiento autónomo.

Método

En la Figura 52, se puede apreciar la lógica de la aplicación de la herramienta TPM.

Herramienta

5.4.3. Definición de Equipos TPM

En primer lugar se deberán formar equipos trabajo, los cuales tendrán como objetivo identificar oportunidades de mejora relacionadas al mantenimiento.

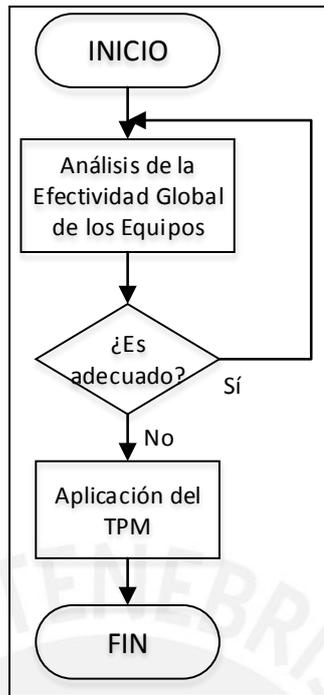


Figura 52: Flujograma de la aplicación del TPM.

Elaboración propia.

Coordinador del Comité TPM

- Su función principal será la de capacitar al personal del área en mención, así como también a los ingenieros de métodos, sobre la implementación del TPM.
- Establecerá, en coordinación con la Dirección Técnica del área, los reconocimientos respectivos al personal para garantizar posteriormente su compromiso.
- Se encargará de definir y medir el indicador de Efectividad Global de los Equipos (OEE) para verificar el avance de la implementación del TPM.
- Coordinará constantemente con la Gerencia de Operaciones de la empresa la gestión de los recursos necesarios, así como también de presentar el avance de la implementación, para garantizar el cumplimiento de los objetivos del TPM.

Encargado del Programa TPM

- El encargado del programa deberá ser una persona con los conocimientos suficientes sobre la metodología, quien se encargará principalmente de realizar el seguimiento de las actividades de mejora de los equipos formados. Para ello se propone la contratación de un Ingeniero Lean.
- Asimismo, éste se encargará de evaluar al personal acerca de los conocimientos del TPM.

- Por otro lado, dirigirá y ejecutará las auditorías respectivas para verificar la implementación del TPM. Para ello usará el formato mostrado en la Figura 53.
- Finalmente, se encargará de orientar a los operarios cuando tengan dudas sobre la aplicación de la herramienta TPM.

Líderes de los Equipos

- Los Líderes de Equipo serán los técnicos de mantenimiento, quienes son los que más conocen la estructura de las máquinas de costura.
- Asimismo, los líderes se encargarán de verificar que se lleven a cabo las actividades programadas en las reuniones de equipo.
- Por otro lado, se encargarán de archivar la documentación generada por los equipos formados.
- Finalmente, como parte de su función será el correcto almacenamiento, mantenimiento y control de las herramientas correspondientes al mantenimiento de las máquinas.

Operadores de los Equipos

- Se encargarán de ejecutar las actividades programadas.
- Realizarán el llenado de los formatos de registro, los cuales posteriormente serán analizados en las reuniones de equipo.
- Deberán comunicar en todo momento los principales problemas detectados a sus equipos de trabajo.

FORMATO DE AUDITORIA TPM					
EMPRESA		REPORTE DE AUDITORIA		CÓDIGO: VERSIÓN: FECHA:	
AREA AUDITADA:					
EQUIPO AUDITADO:					
LIDER AUDITADO:					
AUDITOR:					
1) Conformidades					
2) No conformidades					
3) Observaciones					
4) Recomendaciones					
AUDITOR DE TURNO		SUPERVISOR DE TURNO		LIDER DE EQUIPO	

Figura 53: Formato de Auditoría TPM.

Elaboración propia.

5.4.4. Determinación de la Efectividad Global de los Equipos

Actualmente, la empresa no tiene conocimiento de la medición del indicador Efectividad Global de los Equipos (OEE). Por ello, se determinará en primer lugar el cálculo de este indicador para cada recurso del área de costura.

Para el cálculo del OEE, es necesario identificar que este indicador está compuesto de la Tasa de Disponibilidad (A), Rendimiento o Eficiencia (N) y Calidad (Q).

- Tasa de Disponibilidad (A): Se refiere al tiempo utilizado por un determinado recurso sobre el tiempo disponible que tiene éste para operar. Es decir que se calcula dividiendo el Tiempo Neto de Operación sobre el Tiempo de Funcionamiento (en %).

$$A = \frac{\text{Tiempo Neto de Operación}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}}$$

- Rendimiento o Eficiencia de Equipos (N): Se refiere al tiempo estándar de la operación sobre el tiempo que realmente se demoró ésta. Es decir que se calcula dividiendo el Tiempo Utilizable de Operación sobre el Tiempo Neto de Operación (en %).

$$N = \frac{\text{Tiempo Utilizable de Operación}}{\text{Tiempo Neto de Operación}}$$

- Tasa de Calidad (Q): Se refiere a la producción conforme sobre la producción total. Es decir que se calcula dividiendo el Tiempo Productivo Neto sobre el Tiempo Utilizable de Operación (en %).

$$Q = \frac{\text{Tiempo Productivo Neto}}{\text{Tiempo de Operación Utilizable}}$$

- Eficiencia Global de los Equipos (OEE): Se refiere al producto de las tasas de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad (en %).

$$OEE = \text{Disponibilidad (A)} \times \text{Rendimiento (N)} \times \text{Calidad (Q)}$$

De esta manera, con los datos brindados por la empresa del primer semestre del año 2016, se calculó el OEE de los recursos que se encuentran en el área de costura, los cuales se pueden ver en los anexos 32 y 33.

De las tablas en mención, se puede apreciar que el OEE de los equipos flatximer, bastera, atracadora tipo 1 y atracadora tipo 2 son más bajas que el resto de recursos, por lo que resulta necesario realizar programas de mantenimiento a estos para que mejore su OEE.

5.4.5. Programa de Mantenimiento Preventivo

Según la jefatura de mantenimiento de la empresa, las máquinas de costura deben recibir mantenimiento semanal o quincenalmente. Esto último para evitar problemas de acumulación de pelusas, desgaste de piezas, entre otros.

De esta manera, se propone establecer un programa de mantenimiento preventivo, en el que se le dé principal prioridad a los recursos en mención. Por lo tanto, para los recursos que presenten bajo OEE se propone realizar mantenimientos semanales, mientras que a los que presenten disponibilidad alta o moderada, quincenales. En los anexos 34, 35 y 36 se muestra el detalle del programa propuesto.

5.4.6. Mantenimiento autónomo

En el caso del mantenimiento autónomo, se puede apreciar que actualmente las actividades relacionadas al mantenimiento de la máquina son realizadas solo por el área de mantenimiento. Esto último debido a que es la única autorizada para realizar este tipo de trabajos. Sin embargo, como se puede apreciar en los anexos 32 y 33, la disponibilidad de algunos equipos es baja, en parte debido a la falta de disponibilidad de personal de mantenimiento.

De esta manera, se propone capacitar e inducir al personal del área de costura en ciertas actividades de mantenimiento, sobre todo las de menor dificultad, para que sean los principales responsables de la disponibilidad de sus máquinas.

Asimismo, para facilitar sus nuevas funciones, se estandarizarán los componentes de las máquinas de costura y se creará un código para cada tipo de no conformidad, esto último con el objetivo de que el personal se familiarice con los problemas que pudiesen encontrar al realizar el mantenimiento de sus equipos. De esta manera, para garantizar el correcto mantenimiento de estas, se utilizarán formatos de control para que el responsable pueda registrar sus actividades. En la Tabla 20 se puede apreciar una propuesta de formato para el control en mención.

5.5. Sistemas Kanban y Poka Yoke

Descripción

En el presente punto, se desarrollará la propuesta de implementación del sistema Kanban en el área de confecciones y posteriormente la herramienta Poka Yoke como complemento de la puesta en marcha del primero.

Objetivo

Reducir el inventario de piezas a la entrada del proceso de costura.

Método

En la Figura 54, se muestra la lógica de la aplicación del Kanban y Poka Yoke.

Herramienta

5.5.1. Sistemas Kanban

Con el objetivo reducir el exceso de inventario en los procesos hilandería, tejeduría, tintorería y transfer, se propone en primer lugar cambiar el tipo de sistema de suministro, el cual actualmente es el push, al sistema pull. En este caso, el proceso que marcará el ritmo de suministro de estos procesos será el de costura debido principalmente a que se encuentra delante de todos estos.

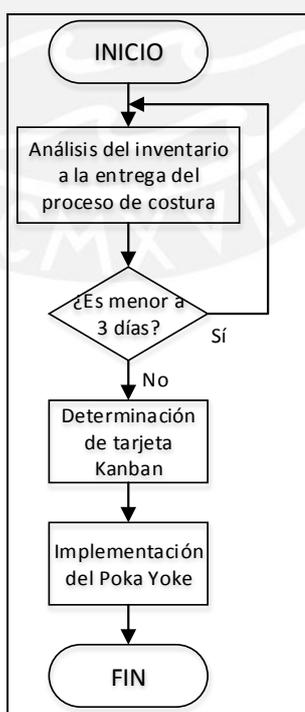


Figura 54: Flujograma de la aplicación del sistema Kanban y Poka Yoke.

Elaboración propia.

De esta manera, en primer lugar se propone capacitar a todo el personal en esta herramienta mediante talleres especializados, los cuales serán dictados y/o expuestos por un consultor especializado.

Posteriormente, se analizará el funcionamiento del sistema Kanban. Para ello, en primer lugar se analizaron los inventarios finales promedio de las líneas de costura, así como también sus productividades diarias, con el objetivo de calcular los días promedio de producción promedio que cada una tiene. En la Tabla 23, se puede apreciar el presente análisis.

De la tabla, se puede ver que las líneas 7, 10, 12, 3 y 14 cuentan con menos de un día de inventario para producir, lo cual significa que si es que no se les abastece de piezas para estas trabajen en menos de dicho tiempo, quedarán paradas. De esta manera, algo que suele suceder en el área es que no se toma en cuenta este indicador, por lo que algunas veces se abastece otra línea con otro modelo, mientras que otras se encuentran en proceso de quedar desabastecidas, lo cual finalmente trae consecuencia menor productividad.

Por otro lado, se puede apreciar que el resto de líneas tiene por lo menos aproximadamente 4 días de producción, por lo que pueden esperar poco menos de este tiempo para ser nuevamente abastecidas. Según la Dirección Técnica del área, cada línea de costura debe tener por lo menos 2 días de stock de producción.

Tabla 23: Análisis del abastecimiento de las líneas de costura.

Líneas	Modelo	Stock actual (piezas)	Salidas de Línea (piezas)	Stock Final (piezas)	Días de Producción	Prioridad
7	Polo Básico	481	377	104	0.3	1
10	Polo Básico	358	256	102	0.4	1
12	Polo Básico	308	220	88	0.4	1
3	Circadian	531	329	202	0.6	1
14	Camisa	357	200	157	0.8	1
2	Tank	1348	275	1073	3.9	2
1	Polo Básico	2052	371	1681	4.5	2
13	Tank	1599	223	1376	6.2	3
8	Anahatasana	2224	303	1921	6.3	3
9	Anahatasana	2400	312	2088	6.7	3
16	Tank	1770	228	1542	6.8	3
6	Chaturanga	2072	238	1834	7.7	3
5	Polo Básico	2218	229	1989	8.7	3
11	Vestido	2700	279	2421	8.7	3
4	Polo Básico	2371	238	2133	9	3
15	Shrug	2648	226	2422	10.7	3

Elaboración propia.

Por lo tanto, es necesario que se establezca un kanban de retiro al inicio de cada línea de costura, en el cual se indique la cantidad a reponer por parte del proceso previo, en este caso el proceso de corte, para que la línea de costura tenga por lo menos 2 días de producción. En la Figura 55, se puede apreciar el kanban de retiro en mención.

KANBAN - COSTURA	
De: Corte	
Para: Línea 7	Fechas:
OP: 24700	16/01/2016
DESCRIPCIÓN: Polo Básico	
TARJETA: 3	
CANTIDAD A PRODUCIR: 754	

Figura 55: Kanban de costura.

Elaboración propia.

De la figura, se puede apreciar que en este caso la línea 1 será abastecida con la cantidad necesaria para que trabaje por lo menos 2 días de producción.

Por otro lado, la ubicación de las tarjetas será al inicio de cada línea de costura debido a que se tiene una mejor visualización de su stock actual.

5.5.2. Poka Yoke

Asimismo, para garantizar la correcta de implementación del sistema kanban, se propone implementar un sistema de alarmas, para cada línea de costura, para que la visualización de algún requerimiento de piezas sea más rápida. Asimismo, el aviso para la activación de la alarma se realizará mediante el peso de las piezas al inicio de la línea de costura, el cual se propone que sea realizado mediante una balanza industrial. En la Figura 56, se puede apreciar un ejemplo de este equipo.



Figura 56: Balanza Industrial.

Elaboración propia.

Posteriormente, una vez que el stock inicial de una determinada línea llegue a un peso mínimo, automáticamente se activará la alarma de dicha línea para que el programador y jefe de corte sepan que deben abastecer ésta. En la Figura 57 se puede apreciar el tipo de alarma propuesta. Se puede apreciar que ésta al encenderse puede captar la atención de cualquier persona involucrada de alguna manera con el proceso.

Finalmente, en la Figura 58 se puede apreciar la ubicación de la alarma propuesta en la línea de costura.



Figura 57: Alarma propuesta.

Elaboración propia.

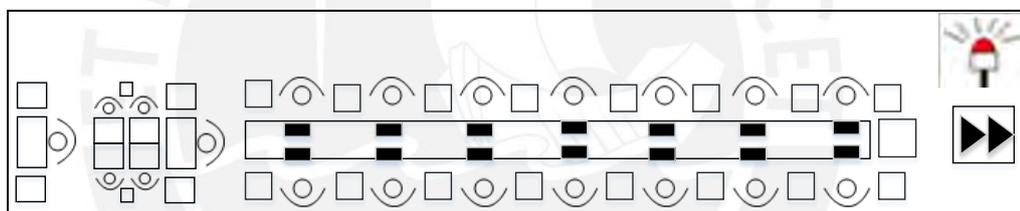


Figura 58: Ubicación de la alarma para el abastecimiento de las líneas de costura.

Elaboración propia.

Resultado esperado

De esta manera, con la implementación de las mejoras mencionadas, se espera reducir el inventario en aproximadamente 30% debido a que ahora se tendría un mejor control de éste a la entrada al proceso de costura (ver Tabla 24).

Tabla 24: Reducción del inventario a la entrada al costura.

Procesos	Inventario (en días promedio)		
	Antes	Después	% Reducción
Costura	5	3.5	30%

Elaboración propia.

CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el presente capítulo, se detallarán los costos de implementación, así como también los ahorros generados por las propuestas de mejora.

6.1. Costos de implementación

A continuación se detallarán los costos de implementación de cada propuesta de mejora, los cuales se muestran en la Tabla 25.

Como se puede ver en la tabla, la inversión inicial en el primer año sería de S/. 555,700.00.

En cuanto al enfoque sociotécnico, se puede apreciar que más del 85% de los costos corresponde a capacitar al personal operario en cuanto al control de calidad textil, esto último debido a que se desea empoderar al personal para que tenga absoluta autoridad sobre el proceso productivo. Por otro lado, se puede apreciar que se incurrirá en gastos para la implementación de los banderines rojos.

En cuando a la implementación de las 5 S, se puede apreciar que más del 90% de los costos corresponden a los gastos de capacitación e inducción al personal operativo. Asimismo se inducirá a los supervisores y almaceneros para que constantemente interioricen el orden y limpieza en sus respectivas áreas. Asimismo, se comprarán tarjetas de plástico y pintura amarilla para la fase de clasificación de las cosas innecesarias en la planta.

En cuanto al TPM, la auditoría de gestión del mantenimiento será validada con un consultor externo, quien es especialista en el tema y a su vez capacitará al personal de la empresa en la metodología, para que el personal tenga en cuenta que esta auditoría se ha realizado imparcialmente. Asimismo, se incurrirán en gastos referentes a la elaboración de los planes de mantenimiento preventivo, los cuales se publicarán en paneles informativos

Finalmente, en cuanto a las herramientas Kanban y Poka Yoke, al igual que las herramientas anteriores, se puede apreciar que su principal gasto sería en la capacitación al personal. Asimismo, la puesta en marcha de estas tarjetas así como del sistema de alarmas también serían parte de la inversión inicial.

Tabla 25: Costos de implementación de las propuestas de mejora.

Propuesta de mejora	Descripción	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo Total (S/.)
Enfoque Sociotécnico	Consultores especialistas en Lean Manufacturing	6,000 mensual	2	12,000 mensual
	Costo de Capacitación en Control de Calidad Textil	250	160	40,000
	Banderines Rojos	200	32	6,400
Implementación de las 5 S	Costo de Capacitación en 5 S	6,000	30	180,000
	Costo de Inducción al personal operativo en 5 S	150	1,000	150,000
	Jornada de Orden y Limpieza	1,000	1	1,000
	Tarjetas Rojas	100	200	20,000
	Pintura amarilla	120	5	600
	Papel (afiches, avisos de motivación)	80	20	1,600
	Boletines informativos	80	20	1,600
TPM	Costo de Capacitación en TPM	5,500	12	66,000
	Costo de Inducción al personal operativo en TPM	300	20	6,000
	Auditoría Gestión del Mantenimiento	3,000	1	3,000
	Pizarra (paneles informativos)	150	10	1,500
Kanban y Poka Yoke	Costo de Capacitación en Kanban	5,000	10	50,000
	Costo de Inducción al personal operativo en Kanban	200	30	6,000
	Tarjetas Kanban	30	200	6,000
	Sistema de Alarmas	200	20	4,000
TOTAL inicial (S/.)				555,700

Elaboración propia.

Por otro lado, se estima que en los primeros años se incurran en gastos de capacitación al personal, los cuales tendrán como objetivo consolidar los conocimientos en Lean Manufacturing y, de esta manera, que el personal tenga nuevas ideas para su aplicación (ver Tabla 26).

Tabla 26: Inversión anual en Capacitación para Lean Manufacturing.

Descripción	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo Total (S/.)
Capacitación en Lean Manufacturing	7,000	12	84,000

Elaboración propia.

6.2. Ahorros por la reducción del tiempo de operación

Los ahorros por la implementación de las mejoras propuestas (tanto de 5 S's como de TPM) se muestran en la Tabla 27. Se puede apreciar que el ahorro principalmente se obtendría debido al incremento de la productividad de los procesos de costura y acabado, generando ahorros de 171,000 y 97,714 soles mensuales respectivamente. En total, mensualmente se tendría un ahorro de 268,714 soles.

Tabla 27: Ahorros por la disminución del tiempo de operación.

Días x mes = 30 Horas x día = 9.5 Tiempo Disponible = 17,100 min.	Tiempo de Operación Costura (min)	Producción por mes (unid.)	Tiempo de Operación Acabado (min)	Producción por mes (unid.)
Antes	1.5	11,400	1.4	12,214
Después	1.2	14,250	1	17,100
Incremento x mes (unid.)		2,850		4,886
Nº de Recursos	10		10	
Incremento Total x mes (unid.)	28,500		48,857	
Margen Unitario (en S/.)	6		2	
Ahorro Total (en S/.)	171,000		97,714	

Elaboración propia.

6.3. Ahorros por la reducción del exceso de inventario

Los ahorros generados por la disminución del exceso de inventario se muestran en la Tabla 28. Se puede apreciar que el ahorro mensual sería de S/. 22,800 debido a la reducción de 5 a 3 días de inventario de piezas para costura.

6.4. Ahorros por la disminución del personal que renuncia

En la Tabla 29, se puede apreciar los ahorros generados por la disminución del personal que renuncia al mes. Básicamente, esta disminución se debe al empoderamiento del personal mediante la implementación del enfoque sociotécnico. Esta disminución generaría aproximadamente 60,800 soles mensuales.

Tabla 28: Ahorros por la disminución del exceso de inventario.

Horas x día = 9.5 Tiempo Operación (min/unid) = 1.5 Número de Líneas = 10 Costo por pieza (en S/.) = 3	Días de Inventario	Inventario de Piezas
Antes	5	19,000
Después	3	11,400
Ahorro en días mensual	2	7,600
Ahorro mensual (en S/.)		22,800

Elaboración propia.

Tabla 29: Ahorros generados por la disminución del personal.

	Cantidad de personas que renuncian al mes
Antes	58
Después	20
Ahorro en personas	38
Costo de Renuncia (en S/.)	1600
Ahorro Total Mensual (en S/.)	60,800

Elaboración propia.

6.5. Flujo de caja del proyecto

En la Tabla 30, se muestra el flujo de caja de la implementación de las propuestas de mejora mencionadas anteriormente. La suma de los ahorros mensual asciende a 352,314 soles, mientras que los egresos mensuales a 84,000 soles. Asimismo, en el mes 0 se iniciarán con capacitaciones, consultorías y jornadas, las cuales implicarían un mayor costo inicial.

De esta manera, se obtiene un VAN de S/. 138,893.73, asumiendo una tasa interna de retorno del 20% anual, un TIR de 33% y finalmente un B/C de 1.2. Finalmente, se puede apreciar que la inversión se puede recuperar en aproximadamente 4 años.

Tabla 30: Flujo de Caja del Proyecto.

Año	0	1	2	3	4
Ingreso por la reducción del Tiempo de Operación	0	268,714	268,714	268,714	268,714
Ingreso por la reducción del Exceso de Inventario	0	22,800	22,800	22,800	22,800
Ingreso por la reducción del personal que renuncia	0	60,800	60,800	60,800	60,800
Total Ingresos	0	352,314	352,314	352,314	352,314
Costo de Inversión	555,700	84,000	84,000	84,000	84,000
Total Egresos	555,700	84,000	84,000	84,000	84,000
Flujo Neto Económico	-555,700	268,314	268,314	268,314	268,314
VAN	138,893.73	VAN > 0			
TIR	33%	TIR > 20%			
B/C	1.2	B/C > 1			

Elaboración propia.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentarán las conclusiones y recomendaciones sobre el presente trabajo.

7.1. Conclusiones

Se puede apreciar que las exportaciones de prendas de vestir han disminuido aproximadamente en 27% en los últimos 5 años, principalmente debido a la presencia de nuevos competidores, cuyos costos laborales son menores que las empresas de confecciones peruanas. De esta manera, es necesario que estas tomen conciencia sobre la presente situación para que emprendan mejoras.

Por otro lado, mediante la combinación de herramientas de manufactura esbelta y de calidad se pudo determinar las principales causas al problema del alto tiempo de valor no agregado. Las herramientas Mapa de Flujo de Valor, Tormenta de Ideas, Diagrama Causa-Efecto, Hoja de Verificación y Diagrama de Pareto fueron las que se utilizaron para lograr este propósito. De esta manera, se encontró que las principales causas son: alta rotación del personal, cambios constantes en la programación, exceso de inventario de piezas, exceso de inventario de tela, horario de trabajo, puestos de trabajo desordenados, sobreproducción de algunas áreas y falta de mantenimiento preventivo.

Por otra parte, mediante la implementación de los principios del enfoque sociotécnico, se pudo determinar que el diseño del área de confecciones no cumplía con algunos de estos. Para los principios que la empresa no cumplía, se realizaron propuestas de mejora, cuyos beneficios se vieron reflejados principalmente en la reducción del personal que renuncia a la empresa, así como en la reducción del tiempo de operación.

A continuación, con la implementación conjunta de las herramientas 5 S's y TPM, se puede lograr una disminución del tiempo de operación de los procesos de costura y acabado de aproximadamente 20% en ambos casos.

Asimismo, la implementación conjunta de las herramientas Kanban y Poka Yoke, se puede reducir el inventario de productos en proceso en 30%.

Finalmente, el VAN del proyecto asciende a 138,893.73 soles y el TIR a 33%, lo cual significa que es mayor a la tasa interna de retorno, por lo que significa que éste es viable. Aproximadamente, la inversión inicial se estaría recuperando en 4 años.

7.2.Recomendaciones

Para que las propuestas de mejora se lleven a cabo de la mejor manera, es necesario que exista compromiso de la gerencia general de la empresa. Esto último debido a que se requerirán inversiones para inducir, capacitar y hasta premiar a los trabajadores por los beneficios económicos que se obtendrán.

Por otro lado, es necesario que la empresa tenga en cuenta algunos puntos adicionales para la calificación del incentivo que se le paga a los trabajadores. De esta manera, debería considerar por ejemplo el % de defectos, el grado de integración de cada área para con la empresa, horario de trabajo, etc.

Por otra parte, debido a que la implementación de este proyecto tomaría aproximadamente 4 años se recomienda mantener una comunicación constante entre las áreas de Planeamiento, Ventas y los Consultores Lean para que las actividades que se realicen no afecten la programación de la producción.

Finalmente, se recomienda que la empresa implemente cronogramas de trabajo para cada área, de tal manera que el personal esté consciente de en qué parte del proceso de cambio se encuentra y cuánto tiempo más le falta para terminar dicho proceso cambio. De no tener este cronograma, se podría generar desmotivación en el personal.

CAPÍTULO 7: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdul Halim*, N. H., Jaffar, A., Yusoff, N., & Naufal Adnan, A. (2012). Gravity Flow Rack's Material Handling System for Just-In-Time (JIT) Production. *ScienceDirect*, 1714-1720.

AR*, R., & al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *ScienceDirect*, 1727-1734.

Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. Naucalpán de Juárez, México: Person Education.

Bonilla Pastor, E. (2010). *Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas* (Primera ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial Universidad de Lima.

Castro, C., Vélez, M., & Castro, J. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. *ITECKNE*, VIII(2), 163-170.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y cadenas de suministro* (Duodécima ed.). Punta Santa Fe, México: Mc Graw Hill.

Cherns, A. (1976). The Principles of Sociotechnical Design. *Human Relations*, 29(8), 783-792.

Domínguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios* (Primera ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.

Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2008). *Administración y Control de la Calidad* (Séptima ed.). Santa Fe, México: CENGAGE Learning.

Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, techniques, and How To Use Them*. Florida, United States of America: The St. Lucie Press/APICS Series on Resource Management.

George, M. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. Nueva York: McGraw Hill.

Hadi-Vencheh, A. (2010). An improvement to multiple criteria ABC inventory classification. *European Journal of Operational Research*, 201(3), 962-965.

Hirano, H. (2009). *JIT IMPLEMENTATION MANUAL: The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing* (Segunda ed., Vol. 2). Tokyo, Estados Unidos: Taylor & Francis Group.

- Hyer, N. L., Brown, K. A., & Zimmerman, S. (1999). A socio-technical systems approach to cell design: case study and analysis. *Journal of Operations Management* 17, 179-203.
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2012). *LEAN THINKING: Cómo utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa* (Primera ed.). Barcelona, España: Huertas Industrias Gráficas S.A.
- Kemal Karasu, M., Cakmakci, M., Cakiroglu, M. B., Ayva, E., & Demirel-Ortabas, N. (2014). Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production. *ScienceDirect*, 741-748.
- Krajewski, L., Malhotra, M., & Ritzman, L. (2013). *Administración de Operaciones: Procesos y cadena de suministro* (Décima ed.). Naucalpan de Juárez, México: PEARSON EDUCATION.
- Liker, J. K. (2011). *Toyota: Cómo el fabricante más grande del mundo alcanzó el éxito* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Norma S.A.
- Mora Gutiérrez, A. (2011). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. D.F. México, México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Rother, M., & John, S. (1999). *Observar para crear valor*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Summers, D. C. (2006). *Administración de la Calidad* (Primera ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
- Trist, E. (1981). The evolution of socio-technical systems. *Perspectives on Organizational Design and Behaviour*, 1-67.
- Venkataraman, K., Vijaya Ramnathb, B., Muthu Kumarc, V., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *ScienceDirect*, 1187-1196.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2012). *Lean Thinking* (Primera ed.). Barcelona, España: Grupo Planeta.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1992). *La máquina que cambió el mundo* (Primera ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.