



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Implementación de células de manufactura para mejorar la  
productividad en la empresa de confección textil Coco  
Company, Lima 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Aguilar Gonzales, Jair Octavio (ORCID: 0000-0002-9382-0213)

Berrospi Garay, Jennifer (ORCID: 0000-0003-3399-688X)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Bazán Robles, Romel Darío (ORCID: 0000-0002-9529-9310)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productividad

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A nuestros padres, por su amor, apoyo y comprensión en el transcurso de nuestra carrera universitaria.

## **Agradecimiento**

A Dios, por permitirnos vivir y disfrutar de nuestros logros obtenidos, siendo una pieza fundamental de cada cosa que hemos conseguido en nuestra vida, por ponernos a prueba en este largo camino, aprendiendo de nuestros errores y mejorando cada día como ser humano.

A nuestra alma mater, la Universidad Alas Peruanas que nos permitió crecer, a nuestros profesores por tener paciencia de enseñar y compartir sus conocimientos.

A la Universidad Cesar Vallejo que ahora nos acoge para culminar la realización de nuestra tesis.

## Índice de contenidos

<b>Carátula</b> .....	<b>i</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de gráficos y figuras</b> .....	<b>vii</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>65</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	66
3.2 Variables y operacionalización.....	69
3.3 Población, muestra y muestreo.....	74
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	75
3.5 Procedimientos .....	77
3.6 Métodos de análisis de datos.....	131
3.7 Aspectos éticos.....	133
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>135</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>148</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>153</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>156</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>158</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>164</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 Resultados de encuestas realizadas a los colaboradores de la empresa Coco Company .....	16
Tabla 2 Frecuencias y porcentajes analizados en base al principio de Pareto	18
Tabla 3 Tabla de expertos para la validación de instrumentos .....	77
Tabla 4 Agrupación de operaciones del proceso de confección .....	87
Tabla 5 Resumen de tiempos ciclos y lead time o tiempo de permanencia de cada proceso .....	93
Tabla 6 Resumen de tiempos ciclos y lead tome o tiempo de permanencia de cada proceso .....	95
Tabla 7 Calificación de los expertos basados en la adyacencia de las máquinas .....	99
Tabla 8 Producción real obtenida del análisis de tres órdenes de producción	108
Tabla 9 Cantidad de pijamas producidas a la primera y cantidad de defectos encontrados .....	109
Tabla 10 Producción real obtenida del análisis de tres órdenes de producción .....	111
Tabla 11 Cantidad de shorts producidos a la primera y cantidad de defectos encontrados .....	111
Tabla 12 Producción real obtenida del análisis de tres órdenes de producción post implementación .....	123
Tabla 13 Producción real del análisis de cuatro órdenes de producción post implementación .....	123
Tabla 14 Cantidad de shorts producidos a la primera y cantidad de defectos encontrados .....	123
Tabla 15 Cantidad de pijamas producidos a la primera y cantidad de defectos encontrados .....	124

Tabla 16 Tabla comparativa de los indicadores tanto de la variable dependiente e independiente pre y post a la implementación de células de manufactura ..	126
Tabla 17 Datos de la variable dependiente por cada dimensión-Pre y Post implementación .....	136
Tabla 18 Promedio de demandas de enero-agosto 2020 .....	167
Tabla 19 Estratificación de muestra por segmento .....	168

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Mayores exportadores de prendas de vestir del 2019 (Billones de dólares y cambio porcentual anual en base al 2018).....	2
Figura 2 Cantidad de unidades de confecciones importadas, jul 2016- ago 2020 (miles) .....	3
Figura 3 Empleo en las Mype en el Perú.....	4
Figura 4 Mapa de ubicación de la empresa Coco Company .....	5
Figura 5 Organigrama de la empresa Coco Company .....	6
Figura 6 Layout de la empresa Coco Company .....	7
Figura 7 SIPOC de la empresa Coco Company .....	9
Figura 8 Prendas confeccionadas por la empresa Coco Company .....	10
Figura 9 Porcentajes de cantidad de pedidos entregados, periodo enero 2020 - enero 2021 .....	11
Figura 10 Cantidad de prendas procesadas por mes en el periodo enero 2020 – enero 2021 de la empresa Coco Company .....	12
Figura 11 Cantidad de prendas por modelo procesadas, periodo de enero a diciembre 2020 de la empresa Coco Company.....	12
Figura 12 Matriz de los 5 ¿Por Qué? para el análisis de las causas raíces .....	15
Figura 13 Diagrama de Pareto de las causas raíces más relevantes (80/20) ..	19
Figura 14. Los 5 principios de Lean Manufacturing .....	33
Figura 15 Las 3M: Mura, Muri y Muda.....	34
Figura 16 Casa Lean Manufacturing .....	36
Figura 17 Características de una organización tradicional y de flujo continuo .	37
Figura 18 Sistema tradicional de producción (lotes) .....	38
Figura 19 Sistema de producción nivelado Lean Manufacturing .....	39
.....	39

Figura 20 Cuadro comparativo entre sistemas de manufactura Tradicional versus Lean.....	39
Figura 21 Casos de células de trabajo en forma de U.....	43
Figura 22 Transformación de los islotes en una línea de producción en U con diversas operaciones y tres puestos de trabajo.....	44
Figura 23 Tipos de distribución de planta o layout .....	47
Figura 24 Símbolos del Value Stream Mapping .....	49
Figura 25 Etapas del ciclo de Deming o ciclo de PDCA .....	51
Figura 26 Pasos para la implementación del Ciclo de Deming.....	53
Figura 27 Diagrama de causa – efecto .....	53
Figura 28 Grafico 5 ¿Por qué?.....	54
Figura 29 Símbolos del diagrama de flujo .....	55
Figura 30 Diagrama de Pareto (80/20).....	56
Figura 31 Procedimiento para calcular el IDL (Índice de Desempeño de Layout) .....	57
Figura 32 Matriz t formado de las intensidades de transportes entre par de centro de actividad.....	58
Figura33 Matriz T formado de la sumatoria en ambas direcciones de los pares de centros .....	59
.....	60
Figura 34 Escala ordinal con su respectiva cuantificación mediante el coeficiente $R_{ij}$ .....	60
Figura 35 Matriz R formado por los cuantificados de la relación cualitativa de adyacencias ideales.....	60
Figura 36 Matriz X formado por los coeficientes binarios posterior a la evaluación de colindancia entre centros de actividad.....	61
Figura 37 Línea de tiempo del plan de acción .....	80
Figura 38 Cantidad de muestra según fecha de producción.....	83



Figura 39 Flujo de la demanda del cliente con el takt time respectivo .....	84
Figura 40 Flujo de información entre cliente-empresa-proveedor.....	85
Figura 41 Flujo de materia prima (rollos) hacia la empresa .....	86
Figura 42 Proceso de corte de pijamas hipoalergénicas .....	86
Figura 43 Proceso de confección detallado por operaciones de pijamas hipoalergénicas.....	89
Figura 44 Proceso de acabado de pijamas hipoalergénicas.....	90
Figura 45 Cantidad de inventarios entre procesos y entre operaciones del proceso productivo.....	91
Figura 46 Hoja de registro de tiempo de permanencia de inventario del proceso de pijamas hipoalergénicas.....	92
Figura 47 Mapa de Flujo de Valor de la pijama hipoalergénica .....	94
Figura 48 Mapa de Flujo de Valor del short deportivo con tapa.....	96
Figura 49 Identificación de máquinas del proceso de confección de pijamas ..	97
Figura 50 Matriz t – identificación de intensidades de transporte entre máquinas o centros de actividad .....	98
Figura 51 Matriz T-Matriz triangular no orientada de las intensidades de transportes .....	98
Figura 52 Matriz R – Calificación cualitativa de la relación de adyacencia de las intensidades de transportes .....	99
Figura 53 Matriz X – Relaciones de adyacencia entre máquinas .....	100
Figura 54 Cálculos del Índice de Flujo Operativo (IFO) .....	101
Figura 55 Cálculos del Índice de Relaciones Subjetivas (IFS).....	102
Figura 56 Cálculo del Índice de Desempeño de Layout de la distribución espacial del proceso de confección de pijamas .....	102
Figura 57 Cálculo del Índice de Desempeño de Layout de la distribución espacial del proceso de confección de shorts .....	103

Figura 58 Matriz de polivalencia del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas.....	104
Figura 59 Cálculo del promedio ponderado de polivalencia en el proceso de confección de pijamas hipoalergénicas.....	105
Figura 60 Matriz de polivalencia del proceso de confección de short deportivos con tapa.....	106
Figura 61 Cálculo del promedio ponderado de polivalencia en el proceso de confección de shorts deportivos con tapa.....	106
Figura 62 Resumen de información y cálculos realizados de la variable independiente.....	107
Figura 63 Hoja de registro de eficiencia, eficacia y productividad de las pijamas hipoalergénicas.....	110
Figura 64 Análisis de la producción esperada por orden de producción de los shorts deportivos con tapa.....	111
Figura 65 Hoja de Registro de la eficiencia, eficacia y productividad de los shorts deportivos con tapa.....	112
Figura 66 Balance de línea actual de shorts deportivo con tapa.....	113
Figura 67 Balance de línea futuro de shorts deportivos con tapa.....	114
Figura 68 Balanceo de línea actual para las pijamas hipoalergénicas.....	115
Figura 69 Balance de línea futura de las pijamas hipoalergénicas.....	116
Figura 70 Redistribución de máquinas en el área de confección (Células en L y U).....	117
Figura 71 Mapa de Flujo de Valor Futuro de la confección de pijamas hipoalergénicas.....	118
Figura 72 Mapa de Flujo de Valor Futuro de la confección de shorts deportivos.....	118
Figura 73 Órdenes de producción por fecha y cantidad de muestra.....	119
Figura 74 Matriz de polivalencia post implementación de células de manufactura en el proceso de confección de pijamas hipoalergénicas.....	120

Figura 75 Matriz de polivalencia post implementación de células de manufactura en el proceso de confección de shorts deportivos con tapa .....	121
Figura 76 Tiempo de permanencia de inventarios del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas posterior a la implementación.....	121
Figura 77 Tiempo de permanencia de inventarios del proceso de confección de shorts deportivos con tapa posterior a la implementación .....	121
Figura 78 Índice de Desempeño del Layout del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas .....	122
Figura 79 Índice de Desempeño del Layout del proceso de confección de shorts deportivos con tapa.....	122
Figura 80 Productividad del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas .....	124
Figura 81 Productividad del proceso de confección de shorts deportivos con tapa .....	125
Figura 82 Resumen de valores obtenidos por cada indicador post implementación.....	125
Figura 83 Costo unitario en función a los minutos laborados de los trabajadores .....	129
Figura 84 Cuadro de reducción de costos unitarios por prenda analizada .....	129
Figura 85 Costos e ingresos promedio mensual en soles .....	130
Figura 86 Gastos realizados para la implementación del proyecto.....	130
Figura 87 Flujo de caja de la empresa Coco Company con proyección a 5 semestres. ....	131
Figura 88 Valores del análisis descriptivo de la productividad (Pijamas y shorts) .....	136
Figura 89 Valores del análisis descriptivo de la eficiencia (Pijamas y shorts) .	137
Figura 90 Valor del análisis descriptivo de la eficacia (Pijamas y Shorts).....	138
Figura 91 Prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro-Wilk de la productividad para la pijama hipoalergénica y short deportivos con tapa .....	140

Figura 92 Comparación de medias de la productividad antes y después con T-Student (Pijamas y Shorts).....	141
Figura 93 Prueba de muestras emparejadas de la productividad antes y después (Pijamas y shorts) .....	142
Figura 94 Prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro-Wilk de la eficiencia para la pijama hipoalérgica y short deportivo con tapa .....	143
Figura 95 Comparación de medias de la eficiencia antes y después con T-Student (Pijamas y Shorts).....	144
Figura 96 Prueba de muestras emparejadas de la eficiencia antes y después (Pijamas y shorts) .....	144
Figura 97 Prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro-Wilk de la eficacia para la pijama hipoalérgica y short deportivo con tapa .....	145
Figura 98 Comparación de medias de la eficacia antes y después con T-Student (Pijamas y Shorts).....	146
Figura 99 Prueba de muestras emparejadas de la eficacia antes y después (Pijamas y shorts) .....	147

## Resumen

La presente investigación se elaboró para la obtención del Título Profesional de Ingeniería Industrial en la Universidad Cesar Vallejo (UCV), Lima-Perú.

El objetivo general propuso la implementación de células de manufactura en el proceso de confección con el fin de reducir los altos inventarios, redistribuir las máquinas, así como mejorar la eficiencia y eficacia mediante el análisis de la toma de tiempos y otros factores que participaron en la confección de pijamas de felpa y shorts deportivos con tapa.

Para cumplir con los objetivos propuestos, se desarrolló el balance de las líneas, se mejoró la tasa de polivalencia de los trabajadores, por ende, nos permitió reducir el tiempo ciclo y lead time del proceso de confección. Respecto a la distribución de las máquinas se analizó por medio del Índice de Desempeño del Layout.

La investigación pudo concluir que la productividad de la confección de short deportivos con tapa paso de 66.14% a 81.76%, la eficiencia aumentó de 77.00% a 88.95% y la eficacia incrementó de 85.90% a 91.91%.

Con respecto a la productividad obtenida de las pijamas de felpa hipoalergénicas pasó de 78.05% a 90.74%, la eficiencia aumentó de 84.74% a 92.91% y la eficacia pasó de 92.06% a 97.66%.

**Palabras claves:** Lean, Célula, Manufactura, Productividad, IDL.

## Abstract

This research was developed to obtain the Profesional Degree in Industrial Engineering at the Cesar Vallejo University (UCV), Lima-Peru.

The general objective proposed the implementation of manufacturing cells in the manufacturing process in order to reduce high inventories, redistribute machines, as well as improve efficiency and effectiveness by analyzing the timing and other factors that participated in the making of fleece pajamas and sports with a cover.

To meet the proposed objectives, the balance of the lines was developed, the polyvalence rate of the workers was improved, therefore, it allowed us to reduce the cycle and lead time of the manufacturing process. Regarding the distribution of the machines, it was analyzed by means of the Layout Performance Index.

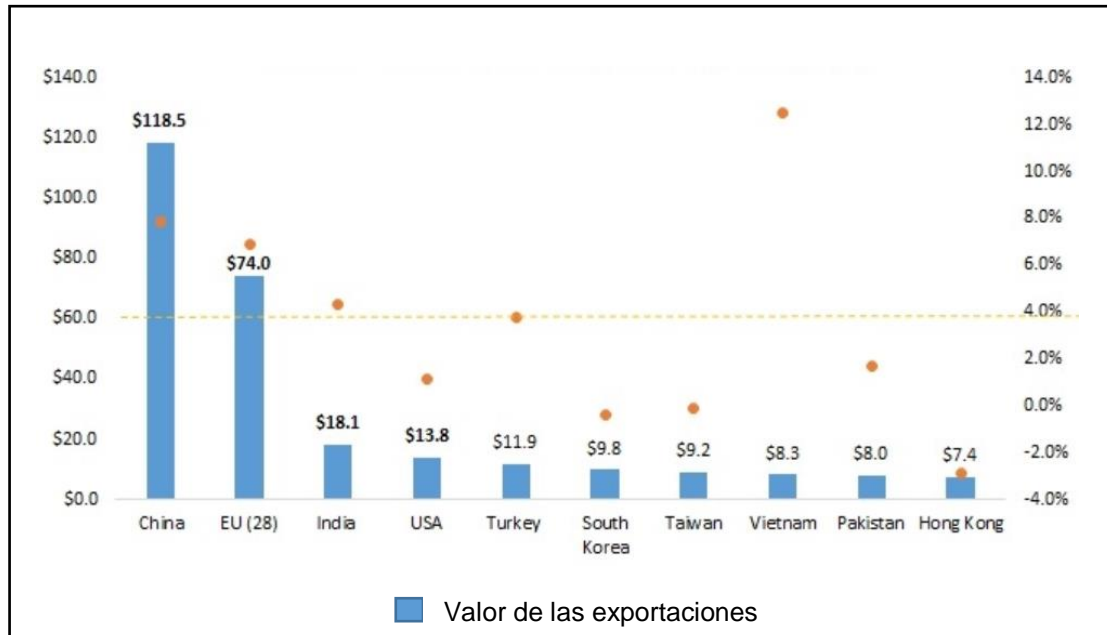
The research was able to conclude that the productivity of the manufacture of sports with cap went from 66.14% to 81.76%, the efficiency increased from 77.00% to 88.95% and the effectiveness increased from 85.90% to 91.91%.

Regarding the productivity obtained from the hypoallergenic plush pajamas it went from 78.05% to 90.74%, the efficiency increased from 84.74% to 92.91% and the effectiveness went from 92.06% to 97.66%.

**Keywords:** Lean, Cellular, Manufacturing, Productivity, IDL.

## **1. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial, la industria textil se considera uno de los pilares más importantes de ingresos económicos y empleo, aún más para los países en desarrollo. El país considerado como el principal líder de fabricación y exportador de ropa sigue siendo China (Figura 1), subseguido de otros países con una evolución positiva en ventas de prendas como Unión Europea, Bangladesh, Vietnam, India, entre otros (Lu, 2019, párr. 3).



**Figura 1** Mayores exportadores de prendas de vestir del 2019 (Billones de dólares y cambio porcentual anual en base al 2018).

Fuente: Asociación Latinoamericana de Estudios de Asia y África (ALADAA)

El sector textil dominada por países asiáticos poseen una cadena de valor enfocada en el trabajo de materia prima, hilos y textiles, tratando de especializarse en la marca, diseño y acabado, donde se agrega mayor valor a los productos. En efecto, estos países buscan tener estándares de calidad, estableciendo claramente los procesos y procedimientos para convertirse en grandes centros especializados en la industria textil y confección (Sandi, 2019, párr. 6).

Por otra parte, la confección con bajo valor agregado permite producir a bajo costo y el exceso de mano de obra en estos países faculta a que trabajen más horas pagando salarios muy bajos, es de esta manera que el sector textil y



confección generan dinamismo en la economía mundial que, con la llegada de la COVID-19 fue afectada duramente, siendo perjudicadas regiones de América Latina como Perú.

Durante el 2020 la paralización de las empresas peruanas y el alto ingreso de importaciones de productos a bajo costo puso en desventaja a los empresarios en la reapertura gradual de la economía. Según la Secretaría Técnica de Indecopi fueron registrados volúmenes más altos de importación de confecciones que en los últimos cinco años (30,888 mil unidades en promedio) en los meses de julio y agosto de 2020 (Figura 2), como consecuencia del libre ingreso desmedido de las prendas de vestir al país (Importaciones, 2021, párr. 4).

Periodo	Jul -ago 2016	Jul -ago 2017	Jul -ago 2018	Jul -ago 2019	Jul -ago prom. 16/19	Jul -ago 2020
Promedio mensual (en miles de unidades)	16 668	20 844	26 697	24 823	22 258	30 888

**Figura 2** Cantidad de unidades de confecciones importadas, jul 2016- ago 2020 (miles)

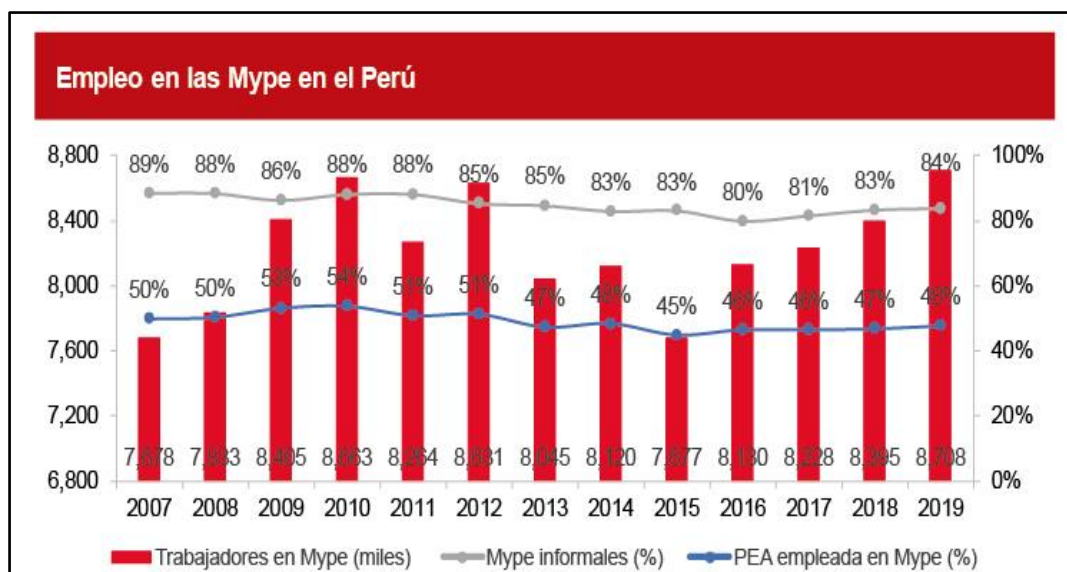
Fuente: Sociedad Nacional de Industrial

En el Perú los emprendedores evolucionan y buscan expandirse constantemente, ampliar sus ofertas de productos o servicios, así como acceder a otros mercados. El Covid-19 no ha sido la excepción para reinventarse y aprovechar el canal de venta mediante redes sociales y los nuevos modos de cash out gracias a los bancos.

Las Mipymes abarcan un 95.9% de las empresas formales en el país y según el tamaño empresarial existen alrededor de 2, 211, 981 empresas consideradas como el motor dinamizador de la economía peruana, fuente generadora de puestos de trabajo que da oportunidad a peruanos de bajos recursos económicos y les permite crear su propio empleo y sustento (Ministerio de la Producción del Perú, 2020, pág. 1).

Según los datos analizados del Instituto de Estadística e Informática-INEI (como se citó en ComexPerú, 2020, párr. 2) en el año 2019, se observó que solamente

la Mypes emplearon un 47.7% (Figura 3) de la población económicamente activa (PEA) y registraron ventas anuales equivalente al 19.3% del PBI



**Figura 3** Empleo en las Mypes en el Perú

Fuente: Asociación de Comercio Exterior del Perú (COMEXPERÚ)

Cabe resaltar que una gran parte de las Mypes en el Perú son afectadas por la informalidad y el difícil acceso al crédito formal. Por consiguiente, el impacto en el rubro textil de confección se ve restringido por el acceso a nuevos mercados internos y externos debido a su baja competitividad. Y la baja competitividad se debe a la poca inversión tecnológica, la calidad y precio de sus productos.

Las Mypes dedicadas a la confección textil no son conscientes del cómo gestionar la calidad de los procesos productivos ni las consecuencias de no hacerlo (desperdicios, desechos, pérdidas económicas, etc.). Sumado a ello, la falta de registros como tiempos de operación, cantidad de desperdicios, productos defectuosos, capacidad de cada proceso, etc., impide a la empresa conocer las causas de los problemas (situación actual) y como poder gestionarlo para mejorarlo (situación futura).

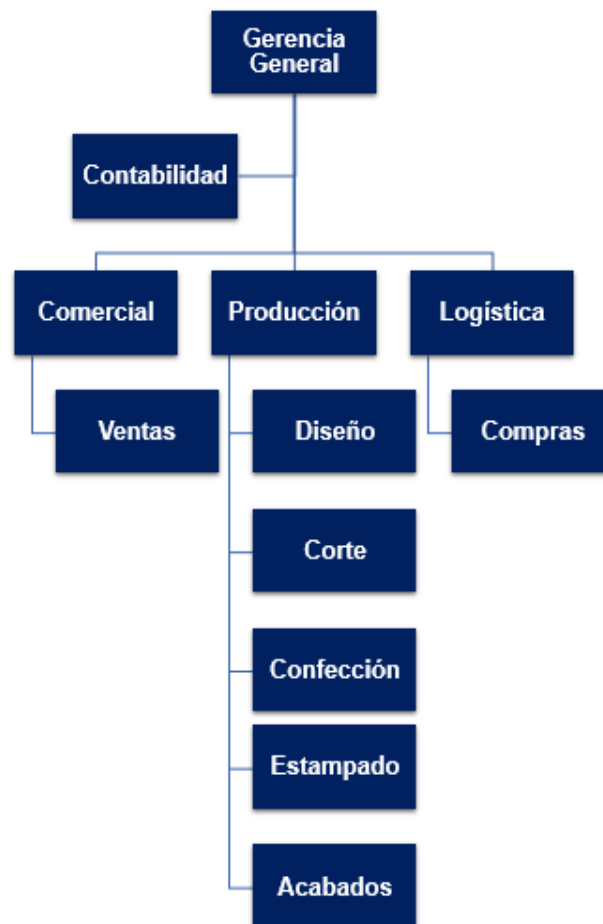
Bajo este contexto se realizó la investigación en la empresa con nombre comercial Coco Company que inició sus actividades como un proyecto familiar



En el 2020 el impacto del Covid-19 en el Perú generó una caída considerable en las ventas durante los primeros meses del año, es así que el gerente general decidió sumar una línea nueva de pijamas unisex para hombres, mujeres y niños.

La acogida fue exitosa en Lima y sus provincias permitiendo a la empresa tener un crecimiento económico. La empresa tiene como convicción ser líderes en su rubro, así como confeccionar prendas de calidad, entregarlas a tiempo, dar valor agregado constantemente y tener precios competitivos al mercado.

La empresa está conformada a la cabeza por la Gerencia General, seguida de las áreas de Comercial, Producción y Logística. El área de Producción cuenta con nueve (9) trabajadores en los procesos de corte, confección, estampado y acabados (Figura 5).



**Figura 5** Organigrama de la empresa Coco Company

*Fuente: Elaboración propia*

Además, se elaboró el layout de la empresa en base a la recopilación y organización de la información actual de sus actividades y funciones. La empresa cuenta con un inmueble en el primer nivel con espacio para el proceso de corte, proceso de confección, proceso de estampado, proceso de acabado, y un espacio para el área de Comercial y Logística (Figura 6).



**Figura 6** Layout de la empresa Coco Company

Fuente: Elaboración propia

También se elaboró el diagrama SIPOC de la empresa Coco Company (Figura 7), donde podemos observar de manera general el proceso identificando a los proveedores, entradas, procesos, salidas y usuarios.

El proceso empieza con la cotización del modelo a confeccionar, según el requerimiento del cliente, el modelo podría ser de la línea deportiva, pijamas u otro modelo del cliente. Luego de llegar a un acuerdo se firma el contrato con todos los requerimientos. El encargado de logística envía a servicios de un tercero la elaboración del patrón.

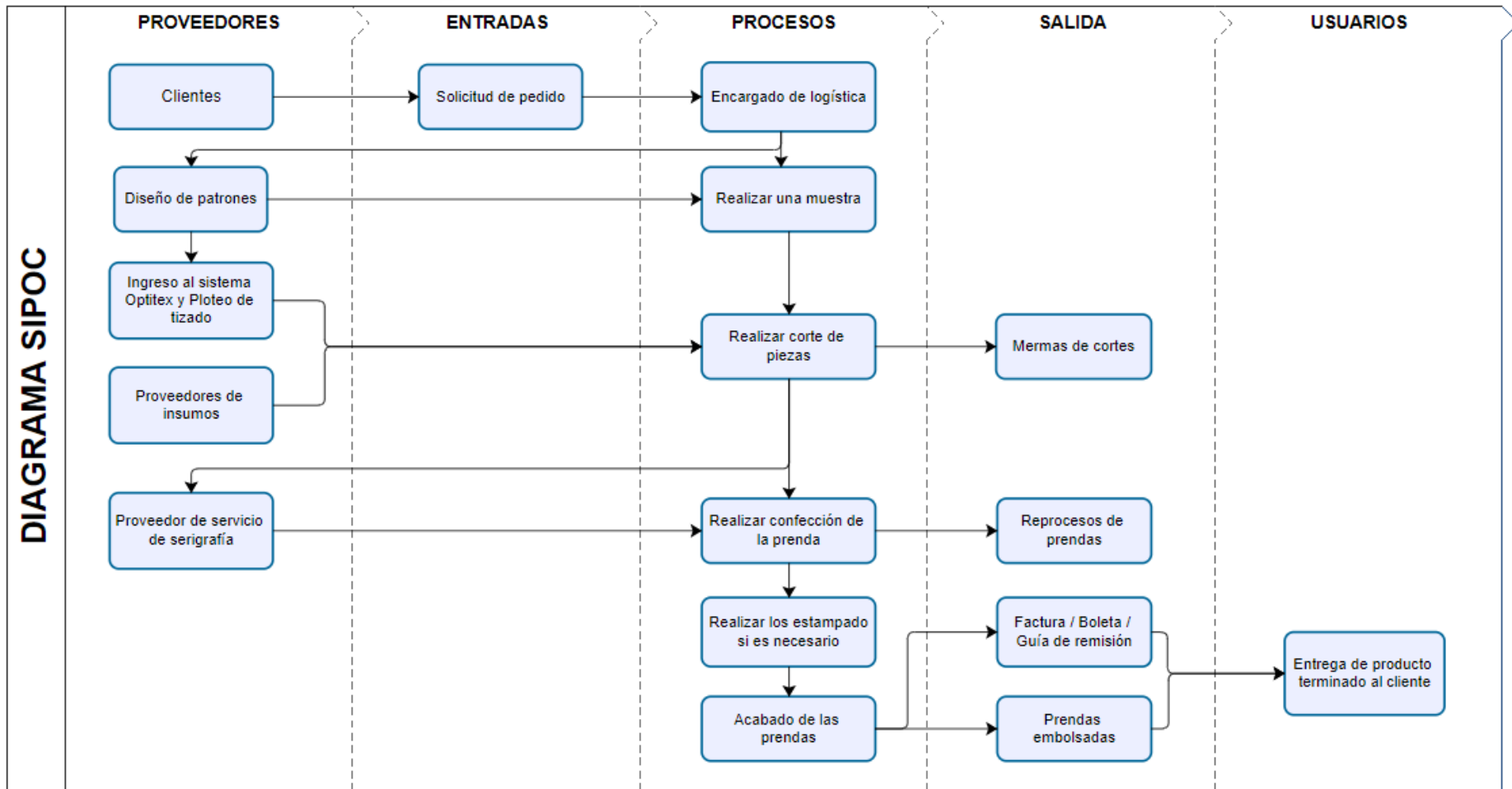
Una vez obtenido el patrón se realiza la muestra en el área de Producción para ser verificado por el cliente y contrastar lo realizado con lo requerido, en este punto se realizan las correcciones pertinentes de ser necesario. Validado el patrón y muestra se genera la orden de trabajo para el área de Producción, así poder realizar el pedido de las cantidades de materia prima (tela, hilos, etc.) e insumos (tizas, agujas etc.) a solicitar. Una vez aprobada y adquirida la materia prima e insumos se almacenan hasta el inicio del proceso. Producción inicia con el corte de las piezas.

Dependiendo del requerimiento los joggers o shorts, el cliente puede solicitar un estampado discharge (mejor acabado en la imagen impresa en la tela), las piezas cortadas se separan y se envían al servicio. Otra opción es la realizada por el proceso de estampado ya sea en vinil o transfer, estas son aplicadas con la prenda terminada. Luego se envía al proceso de acabados para poner pasadores, realizar una limpieza e inspección final para ser empaquetado.

La línea de pijama no requiere estampado a diferencia de la línea deportiva, por lo cual con el término de la confección es enviada al proceso de acabados para su inspección, limpieza y embolsado.

Por último, se realiza la entrega por medio de la movilidad de la empresa al cliente con su respectiva boleta o factura y guía de remisión.

Asimismo, para mayor detalle se elaboró el diagrama de flujo del área de Producción Anexo 12.



**Figura 7** SIPOC de la empresa Coco Company

Fuente: Elaboración propia

La empresa emplea diversas máquinas en los diferentes procesos como remalladora, recta, recubridora, tapetera, multiaguja, estampadoras. (Anexo 13).

A continuación, presentaremos los modelos (Figura 8) propios de la marca Coco Company con alta calidad. En la actualidad conformadas por joggers y shorts de material fresh terry procesado, también pijamas de material jersey algodón y felpa hipo alergénica, las tallas que se ofrecen son de adultos ambos sexos S, M, L, XL y niños tallas 2, 4, 6, 8, 10, 12.

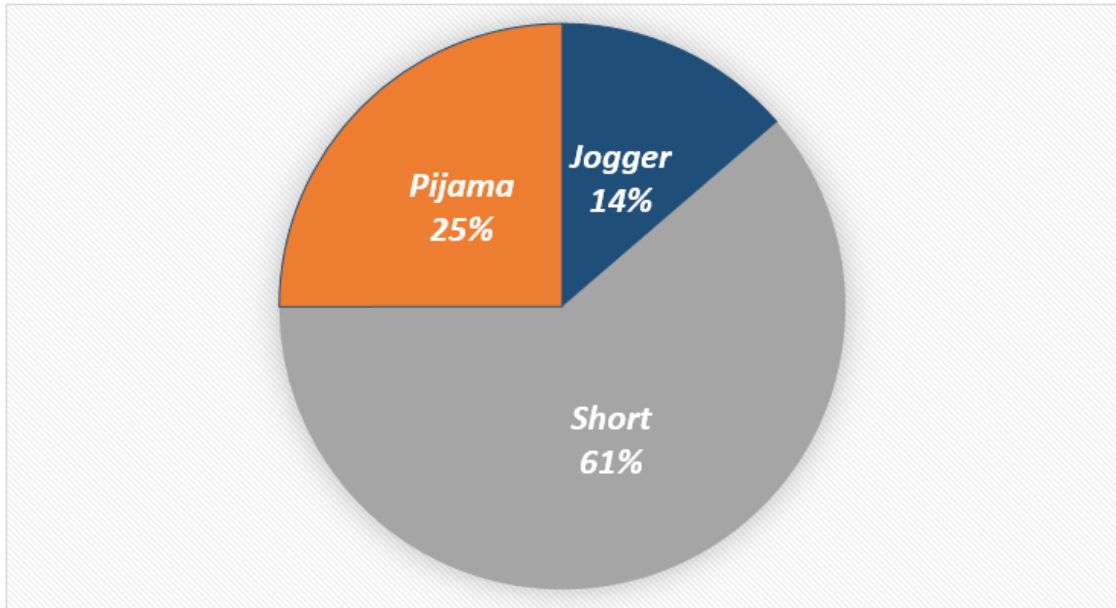


**Figura 8** Prendas confeccionadas por la empresa Coco Company

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se realizó un análisis respecto a los pedidos entregados en base al periodo enero 2020 a enero 2021, según la información proporcionada por la empresa en el Anexo 14 podemos observar que los shorts deportivos con un 61% representan la mayor cantidad de pedidos entregados y en segundo lugar aparecen las pijamas representando el 25% del total.

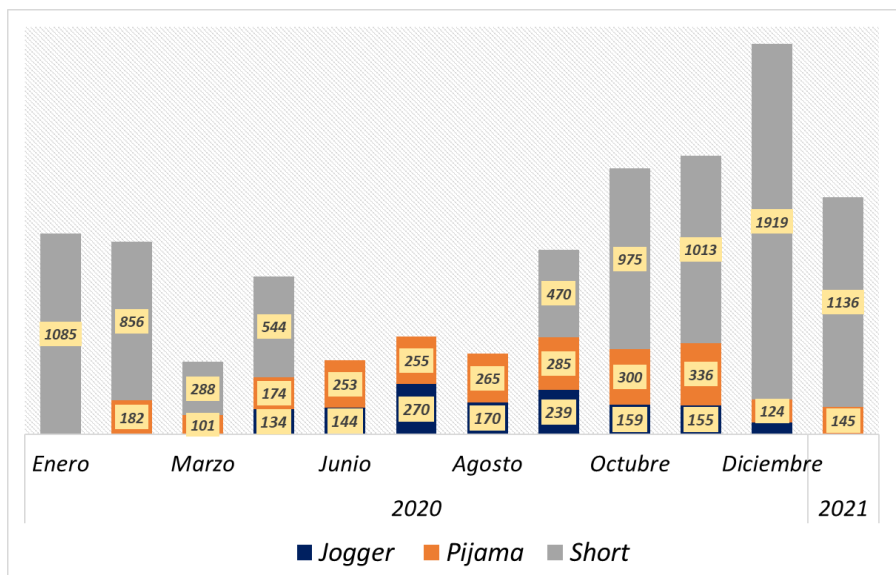




**Figura 9** Porcentajes de cantidad de pedidos entregados, periodo enero 2020 - enero 2021

*Fuente: Elaboración propia*

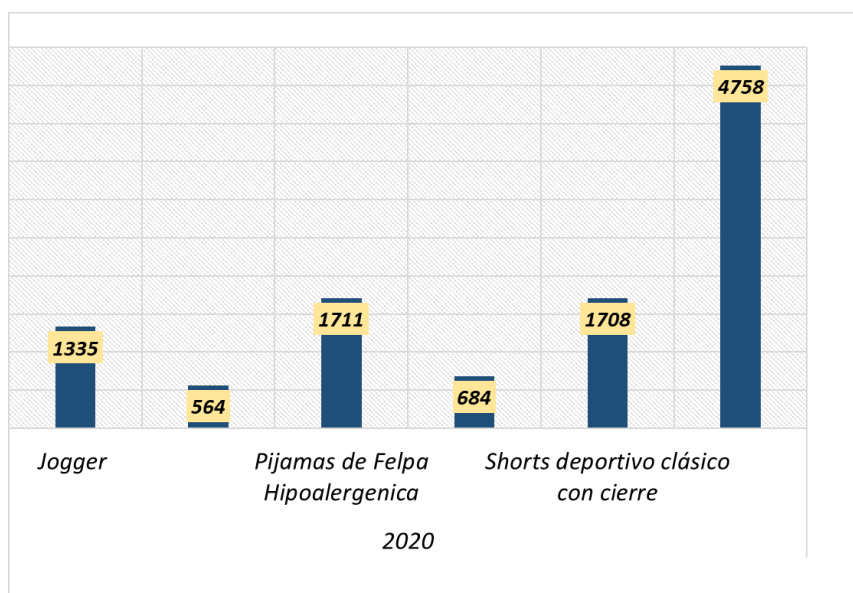
De la siguiente Figura 10, se observó que los shorts deportivos alcanzan sus mayores cantidades procesadas durante la temporada de verano de enero a marzo del 2020 y en los meses de campaña navideña de septiembre a diciembre del 2020, también podemos resaltar que las pijamas representan grandes cantidades de prendas procesadas durante la temporada de invierno de mayo a octubre del 2020.



**Figura 10** Cantidad de prendas procesadas por mes en el periodo enero 2020 – enero 2021 de la empresa Coco Company

Fuente: Elaboración propia

Observamos en la Figura 11 que el mayor modelo de prenda procesada son shorts deportivos con tapa y pijamas de felpa hipoalérgica. Estos dos productos son los más importantes para la empresa Coco Company.



**Figura 11** Cantidad de prendas por modelo procesadas, periodo de enero a diciembre 2020 de la empresa Coco Company.

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de shorts y joggers, las piezas cortadas se agrupan por colores para ingresar a la confección, estos pasan de una operación a otra, teniendo en cuenta que se debe concluir con una operación para pasar a la siguiente, frecuentemente el grupo de color comprende un aproximado de 60 prendas, para que este grupo pueda ser trasladado hacia otra máquina, hasta obtener un grupo de color terminado.

Para la elaboración de pijamas, los cortes de piezas se realizan en pequeñas cantidades, estas ingresan a la confección, pasan de operación a operación en grupos, frecuentemente comprende un aproximado de 7 prendas, debido a la complejidad en las características de la tela. Estas se tienen que transportar en grupos hacia la máquina que corresponda, hasta obtener la fabricación de las prendas en grupo.

La empresa siempre trabajó bajo un sistema tradicional de grandes volúmenes de producción para su línea deportiva de shorts y joggers desde años anteriores, con el nuevo ingreso de línea de pijamas en el 2020, la empresa empezó a presentar problemas debido a que la demanda de pijamas se realiza bajo pedidos en pequeñas cantidades, confecciones personalizadas, mayor exigencia en mejor acabado y calidad, así como tener trabajadores más minuciosos en la confección de pijamas de felpa hipoalergénica.

Esto trajo como consecuencia; altos inventarios, errores en prenda, prendas contaminadas, despilfarros, dificultad en los nuevos estándares de calidad y retrasos en las entregas.

Los retrasos en las entregas de los pedidos generaban incomodidades en los clientes, según la información recogida por el área de ventas. El gerente fue consciente de las consecuencias que puede ocasionar la demora en entregas los pedidos, ya sea pérdidas económicas o peor aún, el perder un cliente potencial.

Es por ello que el análisis se basó en el proceso productivo de estas prendas y se realizó mediante el método de observación, como lo indicó Sampieri que la observación es un instrumento de recolección de datos (2014, p.12).

También se utilizó la herramienta lluvia de ideas (brainstorming) para describir lo observado en el área de producción con apoyo de los trabajadores y gerencia.

En busca de identificar las causas raíces, se procedió a utilizar la herramienta de los 5 ¿Por Qué? (Figura 12) para definir los principales desperdicios que perjudicaba la productividad como lo describió Taiichi Ohno: “Lo que todos controlamos es la cronología desde el momento del pedido del cliente hasta que cobramos. Durante el proceso todos estamos reduciendo ese tiempo y eliminando desperdicios que no añaden valor” (se citó en Jeffrey, 2006, p.35).

¿Por qué existe baja productividad en la confección de shorts deportivos?	5 Ms	1° ¿Por qué?	2° ¿Por qué?	3° ¿Por qué?	4° ¿Por qué?	5° ¿Por qué?	N°	Causa Raíz
	Medición	Espera en el proceso de confección	Demora en la entrega de piezas cortadas por el proceso de corte	Demora en la búsqueda de piezas faltantes del molde	Falta orden, control de salida y entrada de moldes	Falta de clasificación y orden	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden
			No hay continuidad en las operaciones	La prisa genera confusión en los trabajadores	No se han establecidos diagramas dentro del proceso de confección		CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones
	Metodo	Reprocesos en el proceso de confección	Prendas con defectos en el proceso de confección	Existen errores del operario al coser	Confección en grandes lotes y no hay inspección entre operaciones	Sistema de producción inadecuado	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección
				Prendas terminadas y semiterminadas mezcladas en el proceso de confección	Confusión del habilitador	Altos inventarios	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección
				Se encontraron prendas manchadas	Residuos de alimentos	Falta de limpieza en las zonas de trabajo	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo
		Inventarios en el proceso de confección	Armado de prendas en el proceso paralizados	Falta de flujo continuo en la producción	Cada operación se trabaja por grandes lotes de	El área de corte separa y talla las piezas por cada color	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por grandes lotes según lo proporcionados por el proceso de corte
					Falta de líneas de confección equilibradas	Falta realizar un balance de líneas en el proceso de confección	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confección por falta de un balance de líneas
	Transportes innecesarios en el proceso de confección	Se encuentran actividades consecutivas con máquinas separadas	Falta de flujo continuo en la producción	Hay una distribución deficiente de máquinas		CR8	Transportes innecesarios por deficiencia en la distribución de máquinas.	
	Mano de obra	Desaprovechamiento del talento	El trabajador se limita a realizar ciertas operaciones	No se entrena al trabajador para dominar distintas operaciones	No se aplica la polifuncionalidad y no se tienen procedimientos		CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos
Materiales	Demora en la búsqueda de materiales, herramientas, utensilios	Los operarios y el habilitador no los encuentran ubicados en su lugar	Los lugares no están definidos.	No hay un estándar de orden en el área de producción		CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	
Medio ambiente	Espacios reducidos	Existen obstáculos en pasillos, suelo, paredes, así como estantes.	Los trabajadores acumulan artículos innecesarios, apilan materiales e inventarios.	Falta de limitación de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos	No hay orden y limpieza en el área de producción	CR11	Falta de limitación de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	
	Limitación en el horario de corte de piezas	Falta de iluminación en el área de corte	Solo trabajan con luz natural	Falta de atención para instalar luz artificial		CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	

Figura 12 Matriz de los 5 ¿Por Qué? para el análisis de las causas raíces

Fuente: Elaboración propia

Posterior a la identificación de las trece causas raíces con la Matriz de los 5 ¿Por Qué? se procedió a realizar una encuesta al equipo de trabajo desde la parte operativa hasta administrativa siendo un total de siete personas. Como bien definió Casas, Repullo, Dorado (2003) “la técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz” (p. 527). Por lo tanto, en la encuesta se mencionaron las causas raíces identificadas posterior al análisis de la situación actual de la empresa, las cuales fueron evaluadas por la experiencia de los colaboradores mediante una escala valorativa de frecuencia del 1 al 5 como se puede visualizar en el formato (Anexo 15) y las encuestas llenas (Anexo 16) obteniendo como resultado la siguiente tabla de datos (Tabla 1).

Causas Raíces	Colaboradores							Frecuencia
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
CR1	2	2	3	2	3	3	4	<b>19</b>
CR2	5	5	5	5	5	5	5	<b>35</b>
CR3	5	5	3	5	5	5	5	<b>33</b>
CR4	4	5	5	5	5	4	3	<b>31</b>
CR5	5	5	5	5	5	5	4	<b>34</b>
CR6	4	5	5	5	5	5	5	<b>34</b>
CR7	4	4	5	4	5	5	4	<b>31</b>
CR8	5	4	5	5	2	4	5	<b>30</b>
CR9	3	3	2	3	2	3	2	<b>18</b>
CR10	5	3	5	5	5	5	5	<b>33</b>
CR11	3	5	3	5	4	4	5	<b>29</b>
CR12	2	2	3	2	2	3	3	<b>17</b>

**Tabla 1** Resultados de encuestas realizadas a los colaboradores de la empresa Coco Company

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente a los resultados de puntuación obtenida de las siete encuestas realizadas se procedió a la selección de las causas raíces más relevantes o de mayor prioridad bajo el diagrama y principio de Pareto conocido como los pocos vitales y muchos triviales, como bien indicó Santiago (2018) “dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un 20% para los “pocos vitales” y de un 80% para los “muchos triviales” (p. 64) o como bien mencionó Hanzen y Gharé :

El diagrama de Pareto es una forma de presentar información y hace resaltar lo que es importante y lo que es menos importante. Al analizar las causas de un problema se ve que unas cuantas causas son las que producen la mayor parte del problema (1990, p. 399)

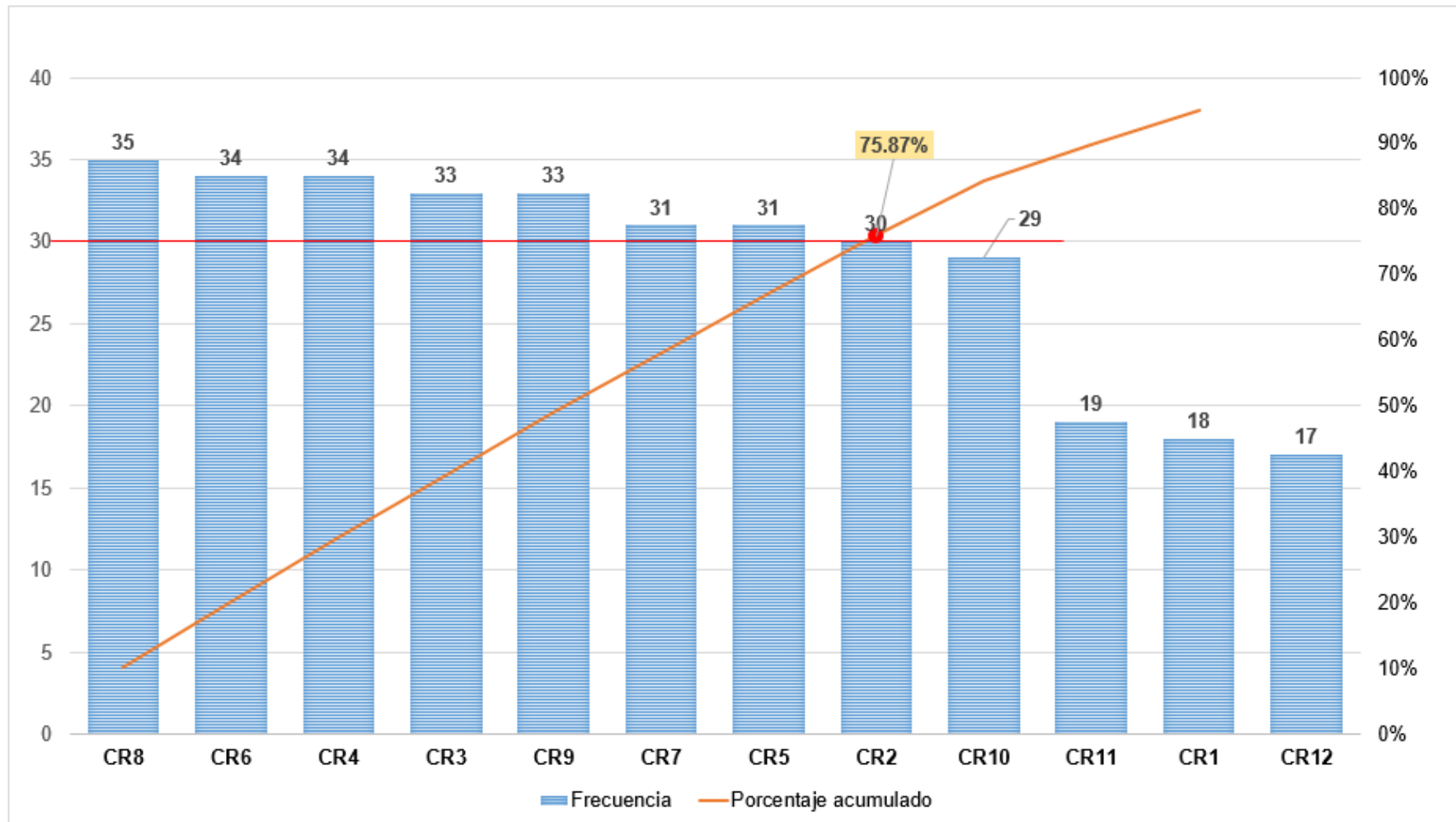
Los resultados conseguidos fueron los siguientes (Tabla 2 y Figura 13):

Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
CR8	Transportes innecesarios por deficiencia en la distribución de maquinas.	35	35	10.17%	10.17%
CR6	Las lineas de confección trabajan con grandes lotes según lo proporcionados por el proceso de corte	34	69	9.88%	20.06%
CR4	Prendas terminadas y semiterminadas de distintos productos se mezclan por altos inventarios	34	103	9.88%	29.94%
CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de produccion de grandes grupos de prendas	33	136	9.59%	39.53%
CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	33	169	9.59%	49.13%
CR7	No hay flujo continuo en las lineas de confeccion por falta de un balance de lineas	31	200	9.01%	58.14%
CR5	Prendas contaminadas por la mezcla de distintos productos en la linea de confección	31	231	9.01%	67.15%
CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	30	261	8.72%	75.87%
CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	29	290	8.43%	84.30%
CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	19	309	5.52%	89.83%
CR1	Demora en la busqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	18	327	5.23%	95.06%
CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	17	344	4.94%	100%
		344		100%	

**Tabla 2** Frecuencias y porcentajes analizados en base al principio de Pareto

Fuente: Elaboración propia





**Figura 13** Diagrama de Pareto de las causas raíces más relevantes (80/20)

Fuente: Elaboración propia

Se concluye de la figura mostrada que las causas raíces CR8, CR6, CR4, CR3, CR9, CR7, CR5 y CR2 equivalen al 80% por su frecuencia porcentual acumulada lo cual significa que pertenece a las causas vitales y se priorizaron para su solución. El 20% de las causas restante son considerados triviales que se tendrán en consideración para realizar recomendaciones futuras.

Se identificó problemas que presentaban en el proceso de confección como los transportes innecesarios que eran ocasionados por la deficiente distribución de las maquinas haciendo que los recorridos de las prendas se elevaran en tiempo como en distancia, también se sumó el hecho que el inventario en proceso se acumulaba en grandes lotes combinándose con las prendas terminadas ocasionando reiteradas veces la contaminación de la felpa hipoalergénica con las demás prendas.

Por consiguiente, al contar con un sistema de producción tradicional de grandes lotes los trabajadores realizaban las operaciones lo más rápido posible cuidando la calidad de la operación, pero a pesar de ello se encontraron errores que eran detectados cuando pasaban a la siguiente operación ocasionando reprocesos

Se identificó problemas que presentaban en el proceso de confección cómo los transportes innecesarios que eran ocasionados por la deficiente distribución de las máquinas haciendo que los recorridos de las prendas se eleven tanto en tiempo como en distancia, también se sumó el hecho que los trabajadores no recordaban la secuencia de las operaciones al no contar con un diagrama que les ayudara a identificar para que puedan poco a poco memorizarlo evitando así demoras y evitar mezclar las prendas que se encontraban en inventario para ingresar a la siguiente operación tanto la familia de los shorts y de las pijamas.

Con la investigación tratamos de lograr reducir el lead time, tiempo ciclo, inventarios en proceso y movimientos innecesarios mediante la aplicación del value stream mapping y el enfoque de los siete (7) desperdicios.

En consecuencia, se planteó como problema general lo siguiente: ¿De qué manera la implementación de células de manufactura mejora la productividad en la empresa de confección textil Coco Company?

Además, surgieron dos preguntas como problemas específicos: ¿De qué manera la implementación de células de manufactura mejora la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company? y ¿De qué manera la implementación de células de manufactura mejora la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company?

Bajo este escenario la investigación se justificó teóricamente según Bernal (como se citó en Sáenz y Tamez, 2014, p. 52) “cuando obedece a la necesidad de mostrar soluciones a un modelo que se busca plantear nuevos paradigmas o reflexiones de corte epistemológicos”. Por este motivo la investigación realizada en la empresa de confección Coco Company mediante la implementación de células de manufactura en el proceso de confección ayudó a entender los beneficios para la empresa pudiendo ser utilizada para futuras investigaciones con variables relacionadas a la investigación.

También, se consideró la justificación práctica como bien mencionó Sáenz et al (2014) porque apunta a la resolución de un problema proponiendo estrategias para resolverlo o bien a la mera descripción o análisis del mismo (p. 52). Por consiguiente, en la investigación tuvo como finalidad resolver los problemas planteados en el análisis encontrado en la situación actual y mediante la aplicación de células de manufactura permitió ver la relación directa con la productividad, buscando mejorar la cantidad producida en un menor tiempo reduciendo desperdicios.

De igual importancia la investigación se justificó socialmente basándonos a las interrogantes según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “¿Cuál es su trascendencia para la sociedad?, ¿Quiénes se benefician con los resultados?, ¿de qué modo?” (p. 40), por ende, el éxito de la implementación de células de manufactura se fundamentó en entrenar y educar a su equipo conformado por todos los trabajadores de la empresa de confección Coco Company, quienes aplicaron de manera repetitiva los procedimientos, estándares y distintas herramientas para mejorar su espacio de trabajo logrando que se convierta en un hábito y del mismo modo pueda ser aplicada en su vida diaria.

En tal sentido se consideró el objetivo general: Determinar como la implementación de células de manufactura mejora la productividad en la empresa de confección textil Coco Company.

Como primer objetivo específico: Determinar como la implementación de células de manufactura mejora eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company.

Como segundo objetivo específico: Determinar como la implementación de células de manufactura mejora la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company.

Se consideró la hipótesis general, la siguiente: La implementación de células de manufactura mejora significativamente la productividad en la empresa de confección textil Coco Company.

Las hipótesis específicas se dividen en dos. La primer plantea: La implementación de células de manufactura mejora significativamente la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company, y la segunda plantea: La implementación de células de manufactura mejora significativamente la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company.

## **2 MARCO TEÓRICO**

Se consideraron las investigaciones nacionales de los siguientes autores:

Ruiz (2016). La investigación giró en torno a la empresa de manufactura textil de confecciones que tuvo como principal problema las entregas fuera de tiempo de los pedidos. El autor planteó la implementación de lean manufacturing para mejorar la productividad apoyados en la herramienta de mapa de flujo de valor (VSM) con el fin de eliminar actividades que no agregan valor y equiparar el takt time con el ritmo de producción que demandan los clientes. Siguiendo el procedimiento para diagramar el mapa de flujo de valor, inició con la selección del producto basándose en el que tiene mayor demanda, siendo elegido la camisa antifiama VERCAM002 tomando para el estudio la orden de producción (OP) 4483. Antes de establecer indicadores de medición (segundo paso de la metodología) realizó la recolección de datos de la orden de producción seleccionada para luego ser plasmados detalladamente en el mapa (VSM). El objetivo fue cumplir con la entrega de 2,507 camisas antifiama en 26 días. Por ende, deben producir 96.42 prendas diarias para cumplir con el requerimiento (2507 camisas/26 días). Posteriormente se realizó la implementación de célula de manufactura en las líneas de ensamblaje logrando mejoras en la producción diaria. Como resultado final se consiguió la reducción de 26.87 días con respecto a las actividades que no agregan valor trabajando con el sistema pull y sobrepasando la meta diaria en un 14.37% confeccionando 111 (100.28) prendas en 25 días. Concluye el autor que parte importante de la implementación es el compromiso por parte de los trabajadores alineados a los objetivos de la organización.

Encarnación (2017). La investigación se basó en el análisis de la situación actual de la distribución del área de Inspección y Conversión del proceso productivo del producto UHT (temperaturas ultras-altas) 3 Pack que pertenece al sector de alimento, específicamente derivados de lácteos de un conglomerado empresarial. Parte del análisis de los factores relevantes de la distribución física (factor edificio, material, hombre, movimiento) logrando identificar los desperdicios en el proceso y planteando los objetivos generales con propuestas de mejoras basándose en las herramientas Lean Manufacturing mediante la metodología de la investigación acción por medio de iteraciones. Las células de

manufactura fue la herramienta principal que utilizaron desarrollando cinco (5) ciclos de investigación-acción el cual le permitió evaluar las propuestas por cada ciclo obteniendo en cada una de ellas una reflexión que le permitió realizar las mejoras para la siguiente iteración, así sucesivamente hasta concluir que una distribución óptima fue mediante un diseño celular con 10 personas (3 hombres y 7 mujeres) e implementaciones adicionales con lo cual lograron mejorar la productividad en 13.5% consiguiendo 2.25 paletas/persona, optimizando la mano de obra de 32 a sólo 30 personas, reduciendo el tiempo ciclo de 38.72 a 22.3 segundos/pack, se logró tener mayor flexibilidad del producto UHT 3 Pack mediante la herramienta Heijunka balanceando los productos convirtiendo de 2 a 5 productos UHT 3Pack a diario según la demanda. También lograron mejoras referentes a la Ergonomía y Seguridad en el puesto de trabajo reduciendo los suplementos del personal operativo en 37.5%, gestión de inventarios logrando reducir los inventarios de paletas fraccionadas en un 50% desde producción, Orden-Limpieza instalando dispensadores de cartón para recuperar la silicona caliente y Capacitación-Entrenamiento implementando la matriz de habilidades mediante el Shojinka.

Torres (2018). El autor planteó como objetivo principal la implementación de mejora continua basado en el Ciclo PHVA mediante el uso de la herramienta de célula de manufactura. Inició con la identificación de las características del proceso de manufactura, como los problemas de eficiencia de trabajadores, tiempos largos en los sub-procesos, inventarios excesivos en proceso y estaciones de trabajo rígidas. Para analizar el sistema de producción planteó indicadores como la productividad, niveles de desocupación y eficiencia de los subprocesos, tasa de defectos, costo de mano de obra directa y eficacia en las entregas de pedidos. Una vez definido los indicadores y analizarlos tomando los datos históricos de enero-marzo 2016, concluyeron que fue ineficiente e improductivo el proceso de manufactura. Con el fin de analizar la causa raíz desarrollaron la herramienta lluvia de ideas, matriz de confrontación y por último Ishikawa, obteniendo que la causa principal fue el deficiente sistema de producción lineal, por consiguiente, se necesitaba aplicar célula de manufactura para aumentar la productividad y eficiencia. Posterior a la implementación del

nuevo sistema de producción celular que se realizó en los meses abril-junio 2016 se obtuvo como resultados la polifuncionalidad de los trabajadores, aumento en la eficiencia promedio semanal en 7.22% para el área de corte, 13.20% para el área de acabado y aumento en el área de costura la eficiencia de promedio diario de 23.69%, además de aumentar la productividad real promedio (unidades diarias reales por operador) en 25.01%, 46.88%, 114.09% en los sub-procesos de corte, costura y acabado respectivamente. También logrando reducir la mano de obra directa de 10.19 a 7.76 dólares por minuto y aumentando la eficacia a 95.6% en las entregas de los pedidos. El autor culmina con la compilación del estudio en un procedimiento que quede como base de las mejoras realizadas y posibles mejoras futuras (mejora continua).

Carpena, Muñoz (2021). En la investigación tuvo como objetivo proponer la aplicación de celdas de manufactura flexible (CMF) y sistemas pull basadas en las herramientas de Lean Manufacturing con el fin de reducir los desperdicios y tiempos de espera en el área de acabado para incrementar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas del sector textil exportador de confección de prendas. El investigador inició realizando una serie de encuestas a empresas tomando como indicador relevante el lead time y poder realizar la comparación del lead time de cada proceso de confección, entre los resultados del mercado y los resultados de las entrevistas que realizó a 46 empresas. Esta fuente de información sirvió para identificar el elevado lead time del área de acabados a 3.5 días que mediante la herramienta Mapa de Flujo de Valor (VSM) obtuvo un mejor panorama de la situación actual de la empresa llegando a la conclusión que las causas fueron los desperdicios en inventarios en proceso, esperas y reprocesos. Por consiguiente, propuso la aplicación de un sistema pull para reducir el inventario en el proceso de acabado en base a la utilización de tarjetas kanban y celda de manufactura para disminuir el tiempo de espera en el proceso. Con el diseño del layout y distribución permitió un mejor funcionamiento de la celda de manufactura logrando un flujo continuo en una funcionalidad en "U" consiguiendo identificar en el balanceo del proceso la cantidad de operarios (cinco) óptimos para satisfacer la demanda del siguiente proceso. Como consecuencia de las implementaciones propuestas se logró mejorar en un 28%



el lead time del proceso (1.3 días) en función al lead time promedio que era de 1.8 días.

ARMAS (2017). La investigación parte del problema que generó las altas demandas teniendo que tercerizar parte de la producción enviando al servicio de confección, pero tuvieron que prescindir de éste por la deficiente calidad y asumir ahora las cantidades demandadas por su cliente exclusivo. Por tal motivo realizó el autor el estudio de la situación actual, hallando las causas que ocasionaba la baja productividad como contar con métodos inapropiados, reprocesos en la confección, desorden del área de trabajo, excesivos tiempos muertos y habilitado inadecuado pertenecientes al 80% de las causas principales según al diagrama de Pareto y poder mejorar aplicando las herramientas Lean Manufacturing en específico el VSM (Mapa de flujo de valor) y las 5S. Por tal motivo, mediante el mapa de flujo de valor identificó que el takt time del cliente era de 43.2 minutos por prenda siendo el tiempo ciclo de proceso de 83.08 minutos y obteniendo 29% de cumplimiento de la evaluación inicial de las 5S del total de 104 puntos. Posterior a las mejoras realizadas con la implementación de las etapas de las 5S lograron aumentar el índice de cumplimiento en un 54.74% afectando directamente en el tiempo de la producción o tiempo ciclo que se redujo a 65.1 minutos que representa un 21.64% aproximándose al takt time. Éstas mejoras lograron aumentar el nivel de eficiencia en un 5.30% de la eficiencia inicial de 23.14% y con respecto a la eficacia aumentó en 33% de la inicial que fue de 55% dando una productividad de 23% representando un aumento de 76.92% con respecto a la inicial antes de la implementación.

Referente a las investigaciones internacionales se tomaron en cuenta las siguientes:

WANG Chao [et al]. Recuperado: ProQuest. La investigación se centra en una empresa de muebles de tapicería de EE.UU. con más de 20 años de experiencia siendo elegido bajo ciertos criterios para implementar la herramienta VSM en el proceso de ingeniería con el fin de proponer mejoras reduciendo tiempos que no agregan valor. Inicio por analizar los límites del proceso identificando dos

proveedores en el sistema de diseño de ingeniería actual: desarrollo de productos y producción, luego analizó los principales procesos para la fabricación de la familia de productos elegida (sofás, sofás de dos plazas y sillas) que representan el 60% de los pedidos de los clientes durante los 6 meses anteriores. La aplicación de la herramienta VSM permitió identificar el tiempo total de entrega que es de 133.9 días aproximadamente mientras que el tiempo de valor agregado fue de solo 34.8 días. Analizando las causas que ocasionaban estos problemas mediante la herramienta Ishikawa, llegaron a concluir que era debido a la falta de estandarización, comunicación ineficaz, capacidad de ingeniería insuficiente, disposición de trabajo y herramienta de diseño de ingeniería ineficiente. Por ende, una contramedida para el problema de la gestión de trabajo es equilibrar y nivelar la carga de trabajo de los ingenieros mediante la combinación y la automatización de los procesos. Con respecto a comunicación ineficaz con el cliente se implementó la zona congelada y para disminuir el tiempo de revisión y autorización de los diseños la solución fue que lo revisara toda la administración de ingeniería reduciendo el tiempo de 1776 a 296 minutos. Por ultima mejora aplicar celular de manufactura con el fin de que los supervisores y suministros de oficina que necesiten sean de fácil acceso. Todas estas mejoras se ven reflejados en el VSM futuro donde el tiempo de entrega total del producto se reduciría a 15 días siendo un 88% menor al tiempo anterior.

Ortiz (2018) En la presente investigación la autora planteó la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta para mejorar la productividad de la empresa Texmareli debido a tres causas principales, que generaron esperas y demoras en el proceso por la falta de material, procesos desequilibrados y paros de maquina aumentando el tiempo ciclo y afectando el tiempo de entrega al cliente final. Sumado al contraflujo del proceso por la secuencia incorrecta de las operaciones y la inadecuada disposición de planta de las máquinas y procesos que fue reflejado en los incrementos de transporte y movimientos de materiales, materia prima y herramientas. Mediante el VSM (Mapa de flujo de valor) realizó el análisis de la situación actual observando y clasificando los desperdicios en las siete categorías para luego proponer técnicas y herramientas que generaron

mejora en el proceso de confección. Como resultado obtuvo que al aplicar Kaizen se reduciría 7.18 minutos en el proceso de revisado de las especificaciones de la tela. Mediante el rediseño de layout de planta se reduciría en 62.18% el tiempo recorrido que representaba 28.56 minutos del tiempo de producción. Respecto a la herramienta SMED (cambio rápido para cambiar la línea de producción) se obtuvo un incremento en el tiempo disponible de producción en un 97.24% (40.11 minutos) respecto al tiempo de cambio que era de 41.25 minutos. En conclusión, aplicando la Manufactura Esbelta se redujo el tiempo de las actividades que no agregan valor en un 64.75% representando 23.7 minutos aumento la productividad.

Borja (2018). En la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar y proponer mejoras en la distribución espacial de una empresa de fabricación de fundas y protectores de plásticos de polietileno para cultivos de banano en la empresa Servipaxa S.A. debido que la configuración actual de la planta presentó muchas falencias como la mala distribución de las maquinas en el espacio ocasionando desperdicios de tiempo por traslados entre áreas, exposición del producto a contaminación de partículas de polvo y objetos extraños por motivo que no son herméticos los tanques donde se trasladan el producto. Por tal motivo, utilizo el indicado IDL que es el Índice de Desempeño de Layout que fue de 44.49% que implica una distribución espacial desfavorable considerando que cuenta con una oportunidad de mejora de 55.51%. Por consiguiente, procedió a identificar las posibles causas mediante el Diagrama de Ishikawa que le permitió proponer tres (3) alternativas de mejoras evaluando cada una con el IDL identificando que la alternativa tres (3) es quien más se acerca al cumplimiento de las necesidades con un 89.97% en el indicador. Posteriormente calcula el Factor F en función de la alternativa de layout seleccionada para evaluar si las áreas de la distribución espacial deben tener una forma regular para el mayor aprovechamiento del espacio y el flujo eficiente de las operaciones, las cuales salieron valores entre 1 a 1.4 afirmando que la distribución cuenta con área con forma regular. Como resultado de estas mejoras se logró ahorrar la distancia de recorrido entre operaciones en un 51.39% en la fabricación de fundas de polietileno y en la fabricación de protectores de funda se observó una reducción

en tiempo (minutos) de la distancia recorrida entre operaciones de un 80.82% de 522.6 minutos a 100.24 minutos.

Rech, Costa, Luciano (2017). En el presente estudio tiene como objetivo principal la implementación de un diseño de celda de manufactura en un sector de acabado y montaje de componentes compuestos en la empresa de fabricación de autobuses, con el objetivo de mejorar el desempeño productivo y aprovechamiento del espacio físico. Para poder llevar a cabo la propuesta de trabajo se diseñó una celda piloto de fabricación, basado en la formación de la familia de piezas con proceso similares, con el análisis y seguimiento de flujo de producción en el uso de recursos utilizados para satisfacer la demanda. Los desperdicios que se encontraron fueron de transporte, demora en inspeccionar la calidad de las piezas, demora en el traslado de materiales al área de montaje y acabado, elevado stock entre operaciones. Por consiguiente, se propuso implementar las tarjetas kanban para tener un mayor control de los componentes que ingresan en las operaciones, reduciendo los movimientos de empleados y los inventarios de componentes, además de un sistema de suministro de componentes y piezas a través del programa de producción diario. Sumado a estas mejoras se desarrolló la implantación de una celda en forma de "U" para poder reducir las pérdidas identificadas en el proceso. Por ende, con el fin de equilibrar las operaciones se realizó la identificación de las tareas de la celda, también las piezas producidas por hora que fue 2.42 y el tiempo disponible siendo 17.6 horas, consiguiendo hallar el tiempo ciclo de 24.79 minutos por pieza y el número mínimo de estaciones siendo 4.47 teóricamente, siendo en la práctica redondeado a 5 estaciones. Con la implementación del arreglo propuesto se observó cambios favorables en el desempeño productivo logrando una reducción media de 14% en tiempos operativos, con el equilibrio de las operaciones en función al tiempo ciclo fue posible satisfacer la demanda de 42 escaleras diarias, un aumento en el uso de la mano de obra de 2.41% al contar solo con 10 trabajadores en vez de 12 en el sistema productivo anterior, con respecto a la ocupación del espacio físico muestra un área anterior de 53 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) donde había 12 puestos de trabajo pasando a ser 40 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) donde se equilibran 5 puestos de trabajo. Por último,

considerando un número mínimo de estaciones se logró pasar de un 32.27% a 89.44% de utilización del espacio y una reducción en 24.53% en el espacio físico anterior (de 53 a 40 m<sup>2</sup>).

Singh, Singh (2014). En el presente estudio fue desarrollar un plan para reducir los plazos de entrega de la empresa Center bolt que fabrica pernos mediante las herramientas Lean manufacturing como el Mapa de Flujo de Valor, célula de manufactura, smed y 5S. El proceso productivo es deficiente porque produce productos en grandes cantidades de lote y se encuentran alejados los departamentos en la planta ocasionando aumento en los lead-times pudiendo causar pérdidas en el mercado. Por ende, se realizó un estudio de la situación actual mediante el uso del VSM (Value Stream Mapping) hallando los tiempos ciclos de cada operación, colocando la cantidad real de trabajadores que cuenta cada una de ellas con un total de 23 y los tiempos de las actividades que no agregan valor (NVA). Por tanto, plantearon un Mapa de Flujo de Valor futuro para con el fin de mejorar las fuentes de desperdicios existentes con la ayuda de célula de manufactura logrando la reducción del lead-time en un 53.15% de 4.44 a 2.08 días. También se logró la reducción de las piezas en proceso al pasar de una fabricación de loteas a una de una sola pieza en un 58,4% de 1685 a 700 piezas en proceso, el tiempo de procesamiento (VA) se redujo en 2% de 128 a 125 segundos. Finalmente, hubo una reducción de la mano de obra del 13% debido que la cantidad de trabajadores necesarios en la distribución celular es solamente de 20 trabajadores.

A continuación, se explicará de manera conceptual todas las teorías que se utilizaron en relación a las dos variables de la investigación para dar sustento al estudio, con el respaldo de los autores.

Como bien se mencionó en párrafos anteriores la relación del flujo continuo en los sistemas de producción con la filosofía de Lean Manufacturing es directo por ende a continuación se describirá la filosofía de trabajo.

Según Socconini (2019), lean manufacturing o manufactura esbelta es conocido como just in time, manufactura de clase mundial o sistema de producción Toyota se puede definir como un proceso de flujo continuo que identifica y elimina todos

los desperdicios o aquellas actividades que no agregan valor, pero si costo y esfuerzo. Los equipos de trabajo deben crear una forma de vida con organización y capacitación para reconocer los desperdicios o excesos así encontrar oportunidades de mejora. (p.20)

Para Rajadell et al (2010) la definición de lean manufacturing es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación de desperdicios y están son acciones que no aportan valor al producto y que el cliente no está dispuesto a pagar (p.2)

Según Hernández et al (2013), el pensamiento Lean está en constante evolución y trae como consecuencia el aprendizaje, que se adquiere sobre la implementación y adaptación de las diferentes herramientas enfocadas en añadir valor y en las personas. La cultura Lean no tiene un fin, por el contrario, debe tratarse con la transformación cultural si deseamos que sea duradera y sostenible en el tiempo. (p.11)

Según Villaseñor y Galindo (2007), menciona 5 principios del pensamiento Lean Manufacturing (Figura 19) basados en el sistema que usa Toyota para la fabricación de automóviles. (p.99-100-101)

El primer principio es definir el valor para el cliente, inicia con definir el valor o dese dónde podemos crear valor, esto solo lo puede crear el fabricante y puede ser definido por el cliente, esta es la razón por la que existen fábricas.

El segundo principio es analizar el flujo de valor para cada producto, se realiza desde la toma del pedido hasta la entrega del producto terminado al cliente, esto nos revelará la existencia de desperdicios, así como el conocimiento de actividades que agregan valor y el mapeo del proceso de la empresa.

El tercer principio es generar un flujo continuo en los procesos, hace referencia a todas las etapas que generan valor al producto específico permitiendo que tenga flujos continuos, eliminando todo tipo de desperdicios y también obtener como resultado la reducción del tiempo total de la producción, además busca que los operarios tengan interés en hacer que el valor fluya constantemente.

En el cuarto principio es producir a pedido del cliente, hace referencia a producir solo si el cliente lo solicita, el producir innecesariamente genera desperdicios en los procesos.

Por último, el quinto principio es la perfección, al interactuar los cuatro principios mencionados antes se creará un ideal de mejora continua donde podemos reducir espacios, tiempos, costos, esfuerzos, entre otros para poder ofrecer al cliente el producto o servicio que realmente desea.

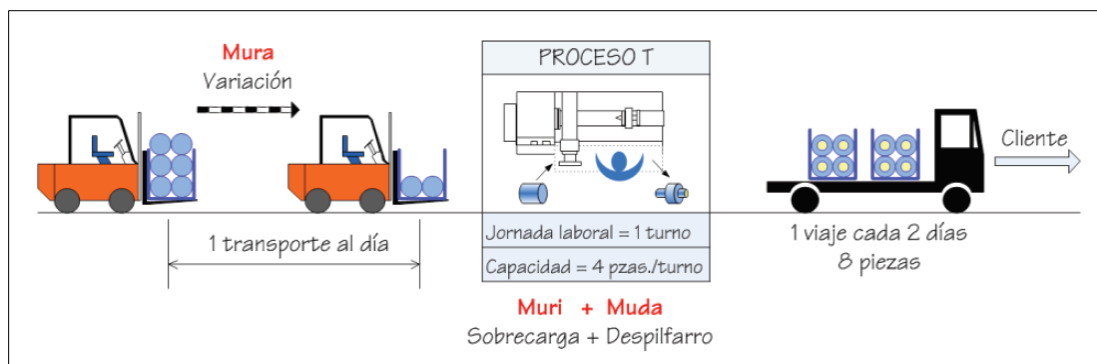


**Figura 14.** Los 5 principios de Lean Manufacturing

*Fuente: Elaboración propia*

En la producción ajustada aplicamos un conjunto de herramientas de mejora para tener un flujo continuo, construir una cultura para detener y solucionar problemas, estandarizar actividades y procesos, usando control visual para exponer los problemas, evitar la sobreproducción y nivelar la carga de trabajo, considerando el principio de respeto y desarrollo de personas excepcionales dentro de la organización, incluyendo a socios y proveedores como aliados.

Ahora trataremos las Tres limitantes de la productividad según Socconini (2019), mencionó que los productos o servicios que se obtienen como resultado de las actividades de transformación que existe en cada proceso, cuya eficacia es medida por sus indicadores de productividad, la cual se ve afectada por problemas que limitan sus resultados. La comprensión de las 3M de Lean podrá darnos una mejor comprensión de los objetivos y aplicaciones de la herramienta Lean. La 3M (Figura 20) derivan de las palabras japonesas, las cuales describen una propiedad indeseable en nuestros procesos de trabajo, se clasifican en Mura o variabilidad y Muri o sobrecarga que conducen a Muda o desperdicio. El hablar de eliminación de residuos es importante no solo apuntar hacia la Muda, ya que es un síntoma de una causa más profunda. Se puede considerar Muda a cualquier actividad que no produce valor para el cliente, ya que el tiempo puede ser calculado en dinero y cantidad que el cliente no está dispuesto a pagar. (p.31)



**Figura 15** Las 3M: Mura, Muri y Muda

*Fuente: Lean Manufacturing-Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante proceso discretos-2019*

La muda se define en 8 desperdicios:

El transporte, refiere a mover mercadería más de lo necesario con una pérdida de esfuerzo.

El inventario, refiere a los productos que se encuentran paralizados y acumulados que no agregan valor al cliente, ni a la empresa.

El moverse más de lo necesario, es un desperdicio de esfuerzo.

La espera refiere, a gastar tiempo sin hacer nada productivo.



El sobreprocesamiento, refiere que no se debe producir más de lo que el cliente requiere, generando perdido de esfuerzo.

La sobreproducción, refiere a hacer más de lo que el cliente requiere.

Los productos defectuosos, son aquellos que no se pueden vender y donde se pierde tiempo y dinero en tratar de corregir el problema.

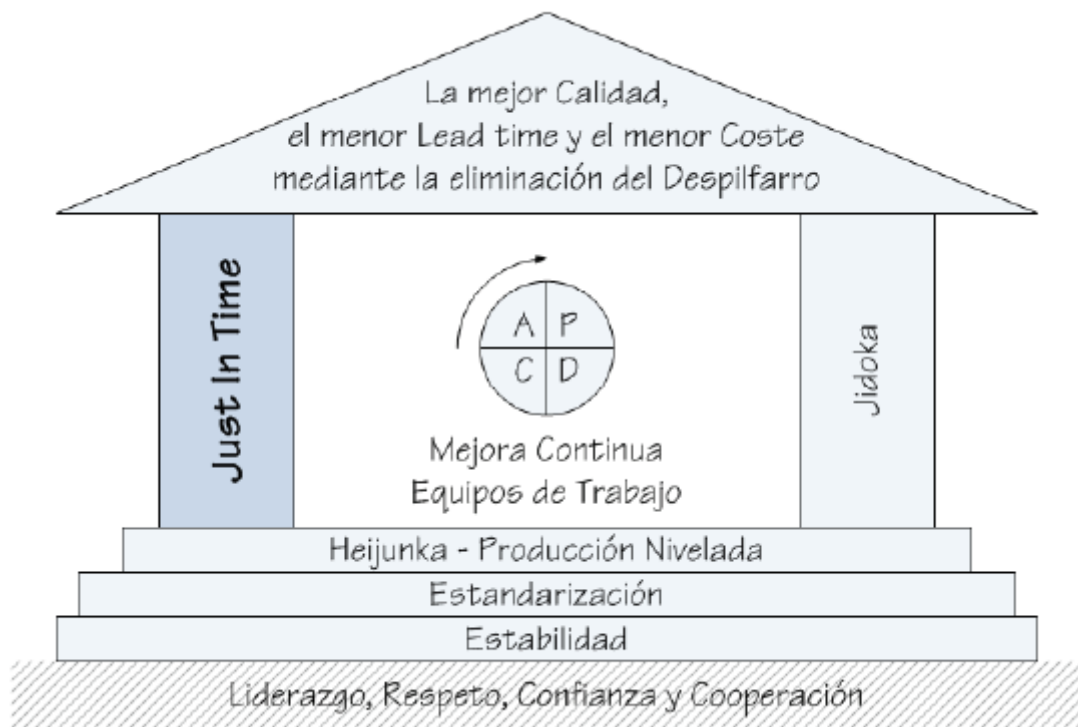
Trabajo sin valor agregado

El pensamiento Lean proporciona un modo de trabajar más satisfactorio ofreciendo un feedback inmediato de los esfuerzos para convertir muda en valor. El valor solo puede definirlo el consumidor final. Y solamente es significativo cuando se expresa en términos de un producto en específico que satisface las necesidades del consumidor a un precio en concreto, en un momento determinado. (Daniel T. Jones y Jame P. Womack, 2003)

A continuación, se explicará cómo se relaciona la filosofía lean manufacturing, el pilar just in time y manufactura celular o células flexibles en U.

### **Just in time**

Con respecto al just in time (justo a tiempo) es uno de los dos pilares de la casa lean (Figura 16) como bien mencionó Madariaga (2019) el propósito “es fabricar lo que se necesita, cuando se necesita y la cantidad que se necesita, utilizando máquinas simples y el mínimo de materiales, mano de obra y espacio” (p. 75)



**Figura 16** Casa Lean Manufacturing

*Fuente: Lean Manufacturing. Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*

Ahora como bien mencionó Virginia (2018) “la creación de flujo es uno de los objetivos fundamentales de lean [...] [que] garantiza que los clientes finales van a recibir sus productos a tiempo y libres de defectos” (p. 6)

Es por ello que la generación de un flujo continuo se maximiza mediante la formación de células en U siendo una herramienta potente específicamente del just in time. (Madariaga, 2019, p. 83)

Por consiguiente, la importancia por generar flujo continuo en los sistemas de producción ayuda a reducir los desperdicios eliminando aquellas actividades que no agregan valor (NVA) y enfocarse en las que si agregan valor (VA) desde el punto de vista del cliente. Como bien mencionó Rajadell et al (2010):

Es fundamental el papel del flujo continuo dentro de la filosofía lean, es la que hay que asegurar que una operación “aguas arriba” nunca hace más de lo que

requiere una operación “aguas abajo”, de manera que un flujo de valor nunca produce más de lo que solicita un cliente. (p. 73)

“El concepto de flujo continuo se resume mediante una frase simple: “mover uno, producir uno (o mover un pequeño lote, fabricar un pequeño lote).” (Rajadell et al, 2010, p. 73)

Por tal motivo, se puede definir características de una organización tradicional y una de flujo continuo en la siguiente Figura 22. (Rajadell et al, 2010, p.74)

ORGANIZACIÓN TRADICIONAL	ORGANIZACIÓN DE FLUJO CONTINUO
Áreas de trabajo separadas.	Puestos de trabajo conjuntos.
Altos niveles de producto intermedio en curso.	Cada operario trabaja sobre una unidad ( <i>one piece flow</i> ).
Grandes lotes a la espera del siguiente proceso.	

**Figura 17** Características de una organización tradicional y de flujo continuo

*Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*

A continuación, se describirá el concepto de fabricación que engloba las características de una organización de flujo continuo, la flexibilidad para poder realizar cambios de productos, la adecuada distribución de planta para optimizar los procesos con el fin de perseguir mejorar el sistema de producción bajo los principios de lean Manufacturing con el enfoque de una producción ajustada.

### **Sistema de producción tradicional vs sistema de producción nivelado**

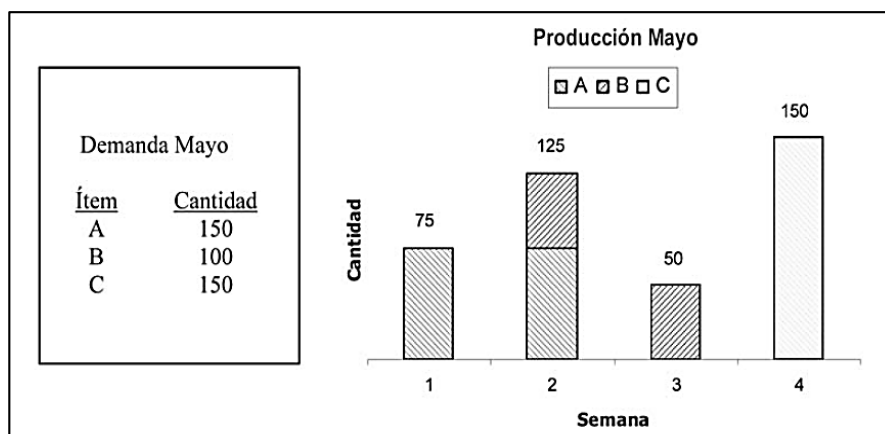
Por ende, respecto a los sistemas de producción indicó Quiroa (2020) que “es el modo cómo se utilizan y se combinan los factores productivos para llevar a cabo su transformación y posteriormente convertirlos en bienes y servicios.” (párr. 1)

Entendiendo por factores productivos a la combinación de materias primas, la mano de obra, la energía, el capital, el conjunto de conocimientos y habilidades que se requiere para llevar a cabo el proceso. (Entrada de factores de producción, 2020, párr.5)

Los sistemas de producción o sistemas de manufactura se dividen en dos, el tradicional que se realiza por medio de lotes a gran escala y el sistema de producción ajustada de lean que surgió en la industria automovilística en la fábrica Toyota enfocado a la producción flexible mediante fabricaciones de pequeños lotes con variedad de modelos. (Rajadell y Sánchez, 2010, p.5)

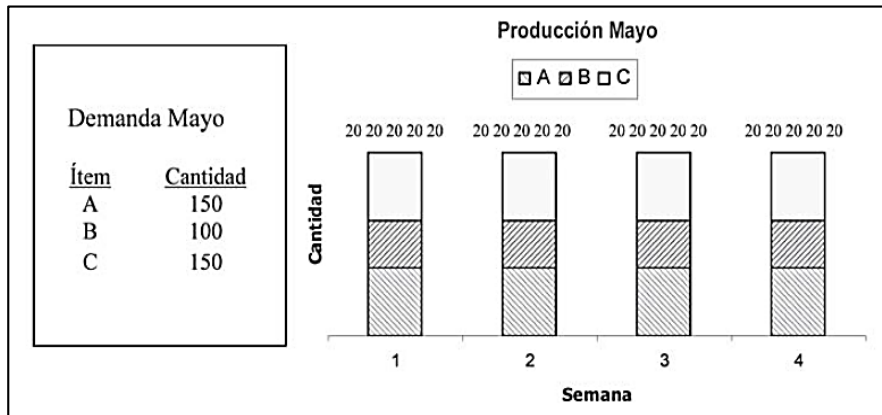
Como bien mencionó Rajadell et al (2010) un sistema de producción tradicional por lotes produce un determinado producto A, hasta alcanzar su demanda requerida. Posterior a ello, realiza los cambios de utillajes pertinentes en la línea de fabricación y empieza a fabricar el producto B hasta que, de nuevo, alcanza la cifra de la demanda mensual. A comparación de un sistema de producción ajustada o lean mediante la nivelación balancea diariamente la producción de todos los productos para conseguir el flujo continuo. (p. 69)

Se puede observar en las siguientes Figura 18 y 19, las diferencias al ajustar los grandes lotes de producción a lotes más pequeños nivelando la producción de unidades solicitadas en cuatro semanas.



**Figura 18** Sistema tradicional de producción (lotes)

Fuente: Libro "Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad" por M. Rajadell y J. Sánchez



**Figura 19** Sistema de producción nivelado Lean Manufacturing

Fuente: Libro "Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad" por M. Rajadell y J. Sánchez

El nivelar la producción mediante lotes pequeños genera un flujo continuo deseado lo cual aumenta la satisfacción del cliente al entregar el producto al menor tiempo posible de lo pactado y mejora la flexibilidad del cambio entre diferentes productos. Por lo tanto, se logra identificar diferencias las cuales se pueden comparar entre la manufactura Tradicional y la manufactura Lean como bien lo definió Virginia (2018) en la siguiente Figura 16.

Manufactura Tradicional	Manufactura Lean
Productos Estandarizados	Productos personalizados
Enfoque en la utilización	Enfoque en el valor agregado
Administración de la información	Control estadístico para cada línea de producción
Automatizar todo	Eliminar actividades que no agregan valor de primero
Medir todo	Medir solo lo necesario
Precio es lo primero	Calidad es lo primero
Inspección de Calidad	Calidad en la fuente
Costos de Calidad	La calidad es gratuita
Compra de equipos nuevos	Mejorar los equipos actuales primero
Uso de tecnología para incrementar productividad	Usa la mejora de procesos para aumentar productividad
Inflexible	Flexible
Sistemas "Push"	Sistemas "Pull"
Ignora tiempos de ajuste y puesta en marcha	Minimiza tiempos de ajuste y puesta en marcha
Acepta tiempos de ciclo	Reduce el tiempo de ciclo

**Figura 20** Cuadro comparativo entre sistemas de manufactura Tradicional versus Lean

Fuente: Publicación "Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera", H. Quesada.

Cabe recalcar que Lean según Vargas, Muratalla, Jiménez (2016) “es una palabra de origen inglés que, aplicada a un sistema de producción puede traducirse como ágil, flexible, es decir capaz de adaptarse a las necesidades del cliente.” (p. 155)

### **Manufactura Celular**

La manufactura celular se define como la mejora de la distribución de planta, permitiendo fluir ininterrumpidamente de operación a operación, así poder disminuir el tiempo de respuesta, incrementando las habilidades y permitiendo realizar varias operaciones. También consiste en agrupar secuencialmente las máquinas y operaciones de la fabricación de un producto, así evadir transportes innecesarios, eliminar los inventarios en proceso y haciendo fluir la producción

El obstáculo para tener un flujo continuo es tener una distribución de planta defectuosa y velocidades en los procesos variables. Las piezas o componentes que se fabrica pasan entre operaciones pieza a pieza (flujo de una pieza) o en pequeños lotes. Los equipos no deben organizarse por producto ocasionando despilfarros, por el contrario, debe organizarse por proceso. (Rajadell et al, 2010, p.87)

### **Ventajas de la manufactura celular**

A continuación, presentaremos las ventajas de las células de trabajo:

Reduce el inventario en proceso, ya que la célula estable proporciona un flujo de una pieza maquina a máquina.

Menos espacio de piso en la planta, se necesita menos espacio entre las máquinas para acomodar el inventario de trabajo en proceso.

Reduce inventarios de productos terminados y materia prima, con menos trabajo en proceso se agiliza el movimiento de materiales.

Reducción del costo de mano de obra directa mejor comunicación de los trabajadores, mejor flujo de materiales y mejor programación.

Mayor participación de los trabajadores en la organización y el producto, los trabajadores y la célula de trabajo acepta de forma directa una mayor responsabilidad de la calidad del producto.

Mayor utilización de maquinarias y equipos debido a que es más rápido el flujo de materiales y una mejor programación.

Reduce la inversión de equipos y maquinaria, la mejor utilización de las instalaciones disminuye la necesidad de más máquinas, equipos y herramientas. (Heizer y Render, 2014, p.370)

También podemos señalar que las células de trabajo tienen cinco ventajas sobre las líneas de ensamble y las de instalaciones en proceso:

1. Las tareas están agrupadas y las inspecciones se realizan de manera inmediata.
2. Se solicitan menos trabajadores de lo habitual.
3. Los trabajadores abarcan más operaciones o áreas de trabajo.
4. El área puede balancearse de manera más eficiente.
5. Se mejora la comunicación en el personal. (Heizer et al, 2014, p.371)

### **Prerrequisitos para implementar una célula**

También encontramos prerrequisitos que se deben cumplir para la implementación de célula (Santos, A. Wysk, Torres, 2015, p.62):

Tener trabajadores polivalentes.

Determinar el espacio requerido para las células, especialmente las células en forma de U.

Invertir en nueva maquinaria.

Mejorar el tiempo de cambio de los utillajes de los productos de la familia.

Buscar métodos simples de automatizar la producción.

Elegir un nuevo sistema de planificación y control de la producción coherentes con la filosofía Lean.

### **Etapas para el diseño de células**

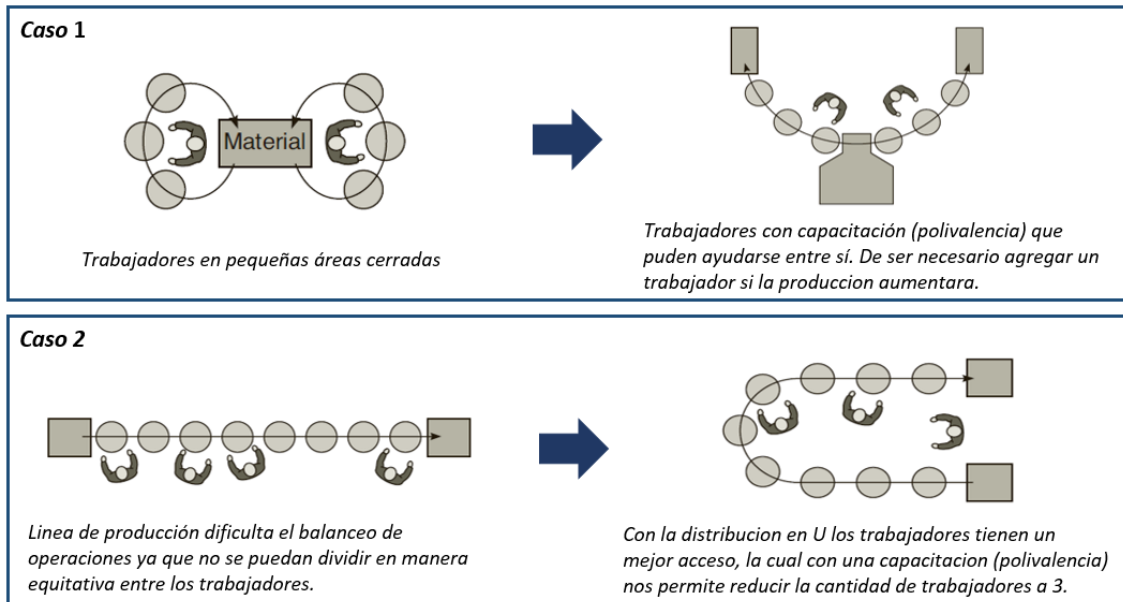
La metodología está compuesta de diversas etapas para el diseño de células:

1. Formar familias de productos (uso de códigos de tecnología de grupo o equivalentes).
2. Cambiar la disposición de máquinas.
3. Determinar los ritmos de producción, el reparto de trabajo en cada puesto y los números de trabajadores necesarios para cada célula.
4. Planificar y controlar las células. (Santos et al, 2015, p.62)

### **Diseños de procesos de producción en flujo**

Con respecto a la producción ajustada en relación a los diseños de procesos de producción en flujo se define el concepto de célula flexible según Cuatrecasas (2012) indicó que se basa en la producción orientada hacia el producto considerando los principios de producción ajustada que busca la flexibilidad tanto en variedad de productos y como volumen de producción, teniendo como referencia la forma de U para maximizar el diseño. Por lo tanto, se puede añadir características importantes con el fin de lograr la flexibilidad deseada, como es la fabricación de volúmenes bajos en la producción orientada al proceso sumado con la eficiencia y rapidez de la producción orientada al producto. (p. 149)



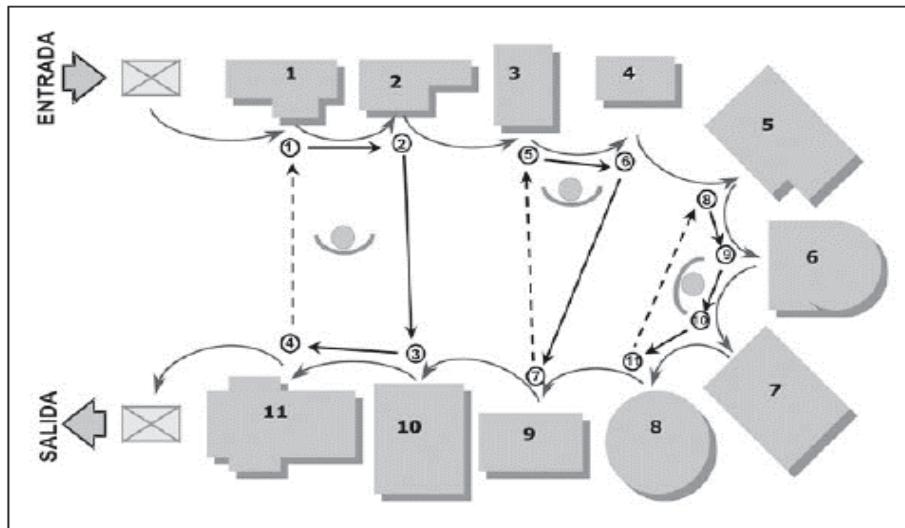


**Figura 21** Casos de células de trabajo en forma de U

Fuente: Libro "Principios de administración de operaciones" por B. Render y J. Heizer.

### Enfoque para la producción ajustada y células flexibles en U

Acerca del enfoque para la producción ajustada relacionado con las células flexibles comparten en común el concepto de disposición por islotes haciendo referencia a la agrupación de máquinas con un solo trabajador que realiza varias operaciones o tareas (polivalentes) reduciendo el tiempo de espera (desperdicio) y aumentando la productividad, pero con el inconveniente que el flujo entre ellos (islotes) no es fácil y genera stocks. Por consiguiente, generar un flujo y comunicación adecuada es abriendo los islotes (Figura 17) convirtiéndolos en una "U" siendo el primer acercamiento a la definición de células flexibles en U. (Cuatrecasas, 2012, p. 161)



**Figura 22** Transformación de los islotes en una línea de producción en U con diversas operaciones y tres puestos de trabajo

Fuente: Libro “Organización de la Producción y Dirección de operaciones” por Cuatrecasas.

Como bien lo mencionó Madariaga (2019) “el layout en U minimiza la distancia de retorno que los operarios [trabajadores] tiene que recorrer para iniciar un nuevo ciclo” (p.83) considerado un importante aspecto o característica respecto a ésta distribución dado que, la entrada y salida de la línea de producción se encuentran alineados a la misma altura consiguiendo el control simultaneo en ambos puntos (entrada y salida). (Cuatrecasas, 2012, p.162)

Cabe resaltar que en la distribución en U no es requisito indispensable que el recorrido del producto o ruta del producto coincida con la ruta del trabajador denominado también ruta de operaciones (Cuatrecasas, 2012, p.162) pero considerar siempre que el ordenamiento de los puestos de trabajo se realice siguiendo el sentido anti-horario u horario según lo permita la configuración física de las máquinas. (Madariaga, 2019, p. 83)

**Diseño de los procesos de producción en flujo y de sus puestos de trabajo. Incorporación de la flexibilidad a los diseños: Shojinka**

Acorde con los diseños de procesos de producción actuales, enfocándonos específicamente en las células flexibles en U, que también busca producir de manera eficiente y con el objetivo de cubrir la demanda, minimizando stocks y cualquier otro despilfarro, se busca generar además un flujo de la producción

continuo adhiriéndose un nuevo término llamado Shojinka que significa según Cuatrecasas (2012) como “la acción de adaptar la producción a la demanda por medio de la flexibilidad, que se logrará mediante la redistribución de medios” (p. 167) o como bien mencionó Hernández y Vizán (2013) lo usan en Japón “para referirse a la flexibilidad en el número de trabajadores en cada taller para adaptarse a los cambios de la demanda mediante la ampliación de la gama de tareas asignadas a los operarios” (p. 78)

Para lograr la flexibilidad deseada se requieren de tres condiciones como lo mencionó Cuatrecasas (2012):

Implantación adecuada del proceso de producción en la distribución de planta.

Reasignabilidad de equipos y tareas a cada puesto de trabajo del proceso.

Personal polivalente que puede redistribuirse entre los puestos de trabajo.

### **Definiciones de operaciones**

#### **Familias de productos**

Las células de manufactura se forman con el fin de producir una única familia de productos, con características comunes, implicando tener las mismas maquinas similares ajustes. (Platas y Cervantes, 2014, p.79)

La familia de productos es un conjunto de productos que comparten rutas y procesos similares y las diferencias en el contenido de trabajo manual no son muy grandes. (Madariaga, 2019, p.76)

#### **Ritmo de producción**

Se considera como ritmo de la producción al Takt time, y es una definición importante en el diseño de células. También se puede definir tiempo disponible total para fabricar un producto al ritmo que el cliente demanda. (Santos et al, 2015, p.60)

$$Takt\ time = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Demanda diaria (unidades)}}$$

## **Reparto de trabajo**

El equilibrio de tareas es asignar tareas a un número mínimo de las estaciones de trabajo de modo que cada tarea se asigne solo a una estación. Se debe cumplir con la relación de precedencia entre tareas que impone el diseño y la tecnología.

## **Número de operarios o trabajadores**

Definido el tiempo ciclo como el tiempo total necesario para producir una pieza que comprende la suma de los tiempos ciclos individuales de cada operación en el proceso y el takt time se puede obtener el número teórico de trabajadores necesarios para poder satisfacer las necesidades del cliente. (Rajadell et al, 2018, p.81)

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{Tiempo ciclo}}{\text{Takt time}}$$

## **Operarios polivalentes**

El sistema pull y los requerimientos del cliente obligan a los operarios a ser polivalentes, deben dominar más de un proceso u operación de manera que pueda trabajar en distintas maquinas con diferentes técnicas. La flexibilidad hará que los operarios se adapten a la demanda del momento. También los operarios podrían sentir que hay una mayor asignación de tareas que será variable en algunos momentos mayor y en otras menores. (Hernández, Vizán, 2013, p.78)

Por consiguiente, se requiere de trabajadores polivalentes que permita realizar la rotación y distribución de actividades entre los diversos puestos de trabajo como bien lo mencionó Cuatrecasas (2012):

El sistema desarrollado por Toyota para obtener la polivalencia de la mano de obra, se basa en la formación basada en el sistema que denomina rotación de

tareas de acuerdo con el cual cada trabajador llevara a cabo de forma rotativa cada tarea de sección o línea de producción. (p. 172)

### Distribución de instalaciones

Otro aspecto importante son las decisiones que se tomen en la distribución de las instalaciones ya que determinan la eficacia de las operaciones a largo plazo, su objetivo es desarrollar una distribución efectiva y eficiente que cumpla con los requerimientos de la empresa. En la actualidad los productos cuentan con un ciclo de vida cada vez más corto y mayor personalización, para ello los diseños de distribución deben ser más dinámicos. Los tipos de distribución (Figura 23) incluyen la mejor colocación de máquinas, equipos, oficinas, escritorios o centros de servicio. (Heizer, Render, 2014, p. 358-359)

Tipo de distribución		Concepto	Objetivo
1. De oficina	Oficina	Posiciona a los trabajadores, equipos, espacios y oficinas para proporcionar el movimiento de la información.	Ubicar a los trabajadores que requieren estar en contacto frecuente.
2. De tienda	Tienda	Asigna el espacio en anaqueles y responde al comportamiento del cliente.	Exponer al cliente a artículos de alta utilidad.
3. De almacén	Almacén (almacenamiento)	Aborda los intercambios que se dan entre el espacio y el manejo de materiales.	Balancear el almacenamiento de bajo costo con el material de bajo costo.
4. De posición fija	Proyecto (posición fija)	Estudia los requerimientos de distribución de los proyectos grandes y voluminosos, barcos y edificios.	Llevar los materiales a áreas de almacenamiento delimitadas alrededor del sitio.
5. Orientada al proceso	Taller de trabajo (orientado al proceso)	Trata la producción de bajo volumen y alta variedad (llamada taller de trabajo o producción intermitente).	Manejar flujos variados de maetrial para cada producto.
6. De una célula de trabajo	Célula de trabajo (familias de producto)	Acomoda la maquinaria y el equipo para enfocarse en la producción de un solo producto o relacionados a un grupo de familia.	Identificar una familia de productos, formar equipos, capacitar en forma cruzada a los miembros de equipo.
7. Orientada al producto	Repetitivo y continuo (orientado al producto)	Busca la mejor utilización de personal y la maquinaria en la producción repetitiva o continua.	Igualar el tiempo de las tareas realizadas en cada estación de trabajo.

**Figura 23** Tipos de distribución de planta o layout

Fuente: Elaboración propia

### Herramientas Lean Manufacturing




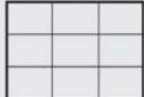






Rajadell et al (2010) Value stream mapping o mapa de la cadena de valor nos muestra los flujos de materiales e información desde la entrada de proveedores hasta la entrega del producto al cliente. También es el diseño sencillo de todas las actividades que se realizan actualmente para fabricar un producto y así encontrar la cadena de valor. Al concluir con el diseño de mapa de la cadena de

valor podremos identificar las actividades que no agregan valor a la empresa, las cuales después eliminaremos para hacer más eficiente los procesos. (p.34-35)

Rajadell et al (2010) menciona que el primer paso para el estudio de la cadena de valor es la elección del producto el cual debe tener las siguientes características que sea de necesidad en el momento, tiempo elevado de proceso, lead time elevado, sobreproducción, etc. También es importante elegir un producto de la familia de productos que compartan entre si la mayor cantidad de proceso y operaciones. Con la elección del producto se procede a realizar el análisis del flujo de materiales e información de la situación actual del desarrollo del producto, para se elabora un formato con cada paso si se tratara de una operación, una inspección, un transporte, una espera o un stock, así poder encontrar aquellas actividades que no agregan valor a los procesos. Los datos anotados del proceso son por ejemplo tiempos necesarios, la distancia recorrida, la cantidad de piezas, datos referentes a las líneas de producción, etc. (p.35-36)

A continuación, mostraremos los símbolos algunos de los símbolos empleados en el VSM (Figura 24):

Símbolos del Flujo de Materiales	 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas 1.3 días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado					
 Movimiento de Material Tirado	<table border="1" data-bbox="715 1346 836 1496"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> Datos de Proceso	T/C: 65 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<table border="1" data-bbox="890 1346 1038 1429"> <tr><td>máx. 30 Piezas</td></tr> <tr><td>—FIFO—</td></tr> </table> Flujo de Materiales en Secuencia	máx. 30 Piezas	—FIFO—	 Localizaciones Externas
T/C: 65 seg.									
C/S: 400 seg.									
2 Turnos									
OEE: 60%									
máx. 30 Piezas									
—FIFO—									
<table border="1" data-bbox="512 1525 647 1630"> <tr><td>Viernes &amp; Miércoles</td></tr> </table> Transporte por Camión	Viernes & Miércoles	 Transporte interno	 Supermercado						
Viernes & Miércoles									

Símbolos del Flujo de Información				
	Flujo de Información Manual	Flujo de Información Electrónico	Plan de Producción	Caja de Nivelado
				
	Kanban de Lote de Producción	Kanban de Movimiento	Kanban de Producción	Movimiento de Kanban en Lote
				
	Secuenciador	Ajustes "Informales" del Plan de Producción		

**Figura 24** Símbolos del Value Stream Mapping

Fuente: Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad

Es importante hacer mención sobre la importancia de analizar los volúmenes de material en espera entre operaciones, así como los tiempos que el material se encuentra en ellas que también se verán reflejados en el Mapa de Flujo de Valor y se podrá calcular el lead time entre el proveedor y cliente. (Cuatrecasas, 2012, p. 185).

Como bien mencionó Cuatrecasas (2012):

Estos tiempos, junto al stock acumulado, serán uno de los caballos de batalla importantes en la transición hacia un sistema más eficiente, sobre todo cuando los tiempos en que los materiales se hallan en espera entre operaciones son muy superiores a los que se hallan en proceso. (p. 185)

Por consiguiente, si se identifica ciertamente el stock entre operaciones se puede obtener una aproximación del tiempo total de permanencia entre operaciones calculando la multiplicación de la cantidad de stock hallado con el tiempo ciclo de cada unidad de producto de la operación que se encuentra frente al inventario relacionándolo al tiempo de producción disponible al día (Cuatrecasas, 2012, p. 186).

En este apartado se mencionará herramientas que fueron de apoyo en la presente investigación.

### **Etapas para la implementación de Lean Manufacturing**

Respecto al desarrollo de un proceso de cambio según Gutiérrez (2010) “Deming enfatiza la aplicación del ciclo PHVA (Planear, hacer, Verificar y Actuar), también llamado ciclo de Deming” (p. 45)

Por ello para poder desarrollar la aplicación de células de manufactura en la presente investigación se realizó mediante la herramienta ciclo de Deming.

Como indicó Salazar (2013) el ciclo de PDCA (Figura 28) es una herramienta de mejora continua que busca la solución para mantener la competitividad de productos y servicios. La aplicación de ciclo de PDCA en la solución de problemas busca crear una cultura organizacional en la aplicación de una metodología para solucionar problemas recurrentes y crónicos. (“Ciclo PHVA”, párr.2)

A continuación, se explicará brevemente las etapas del ciclo de Deming:

La primera etapa es planificar; nos habla de establecer objetivos y procesos necesarios según los requisitos del cliente y políticas de la empresa, así como el logro de metas planteadas. Esta etapa consta de 4 pasos que son la identificación del problema, descripción del fenómeno, análisis de causas y plan de acción. Su finalidad asegurar el plan que se realizara para analizar ayudara al mejoramiento de los indicadores claves del negocio. Es importante realizar una recopilación de datos estén relacionados de manera directa o indirecta a estos indicadores ya mencionados, luego se realizará la representación graficas al equipo de trabajo para proceder con el análisis, así encontrar las áreas de mejora, los problemas encontrados deben ser priorizados, así mismo las causas posibles estarán relacionadas con el problema y su análisis nos permitirá encontrar la causa raíz, las cuales tendrán soluciones que serán aprobadas por quien corresponda y después se formará al equipo responsable para la implementación de soluciones aprobadas. (Salazar, 2013, “Ciclo PHVA”, párr.)



La segunda etapa es hacer; donde se realizan los cambios implementando las mejoras planeadas y propuestas de preferencia realizando una prueba piloto y posteriormente implementarlo a gran escala.

La tercera etapa verificar; se realizará el seguimiento a partir de la recolección de datos durante la ejecución, donde se medirá los procesos contra los objetivos y los requisitos planeados, esta será la evidencia del impacto de mejora.

La cuarta etapa actuar; se tomarán acciones para mejorar continuamente para que el problema no se vuelva a repetir, también se realizaran los ajustes para lo encontrado en la anterior etapa. La habilidad y capacidad desarrollada del equipo de trabajo durante la implementación será fundamental para lograr una mayor efectividad en el futuro.



**Figura 25** Etapas del ciclo de Deming o ciclo de PDCA

*Fuente: Elaboración propia*

Según Gutiérrez (2010) se debe considerar que el éxito de la implementación dependerá de contar con información y un método ordenado que guie al equipo

de trabajo al usar del ciclo de Deming, es así que propone a continuación los 8 pasos para la solución del problema. (p.120) (Figura 29)

El paso 1, definir e identificar el problema; refiere a comprender la situación actual del problema, el cómo y dónde se origina. Seguido del plan de mejora y reformará el equipo de personas que abordaran el problema

El paso 2, buscar causas posibles; refiere al problema y la relación que existe en la búsqueda de las posibles causas que debería realizar el equipo su relación. El uso de las herramientas lluvia de ideas y diagrama de Ishikawa puede ser de gran utilidad.

El paso 3, analizar la causa raíz; del paso anterior se procederá a el análisis de cada causa posible y considerar las más importantes. Las herramientas que nos ayudarían serían los Pareto, la estratificación, 5 ¿Por qué?, estudio de los datos recolectados, hoja de verificación.

El paso 4, elaborar el plan de acción; en este paso se encontrarán las medidas para la solución de cada causa raíz encontrada, sin oportunidad a volver a repetirse.

El paso 5, poner en práctica el plan acción; este paso refiere a el cumplimiento del plan de acción dentro de la fecha y con cada responsable a su cargo. También es de importancia la difusión de la importancia del problema y el cumplimiento de los objetivos.

El paso 6, Chequear resultados obtenidos, este paso consiste en comparar la situación antes y después de la implementación, con el fin de verificar los resultados de cada medida tomada, esperando tener un gran impacto positivo.

El paso 7, prevenir la recurrencia del problema; refiere a todas aquellas medidas ejecutadas en el plan de acción, si dirán resultado se procederá a difundir y estandarizar la aplicación.

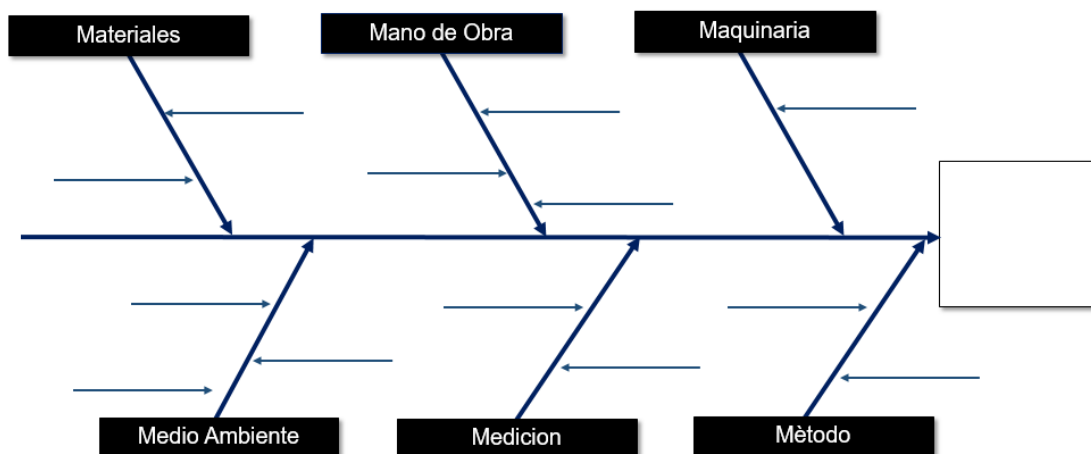
El paso 8, conclusión; refiere a la documentación de procedimientos para la solución de problemas y planear nuevos objetivos a trabajar en un futuro.

Etapas del Ciclo de Deming		N° de pasos	8 pasos para la solución de problemas
ETAPA 1	<b>Planificar</b>	PASO 1	Definir e identificar el problema
		PASO 2	Buscar causas posibles
		PASO 3	Analizar la causa raíz
		PASO 4	Elaborar el plan de acción
ETAPA 2	<b>Hacer</b>	PASO 5	Poner en práctica el plan de acción
ETAPA 3	<b>Verificar</b>	PASO 6	Chequear la efectividad plan de accion y resultados
ETAPA 4	<b>Actuar</b>	PASO 7	Prevenir la recurrencia del problema
		PASO 8	Conclusión

**Figura 26** Pasos para la implementación del Ciclo de Deming

Fuente: Elaboración Propia

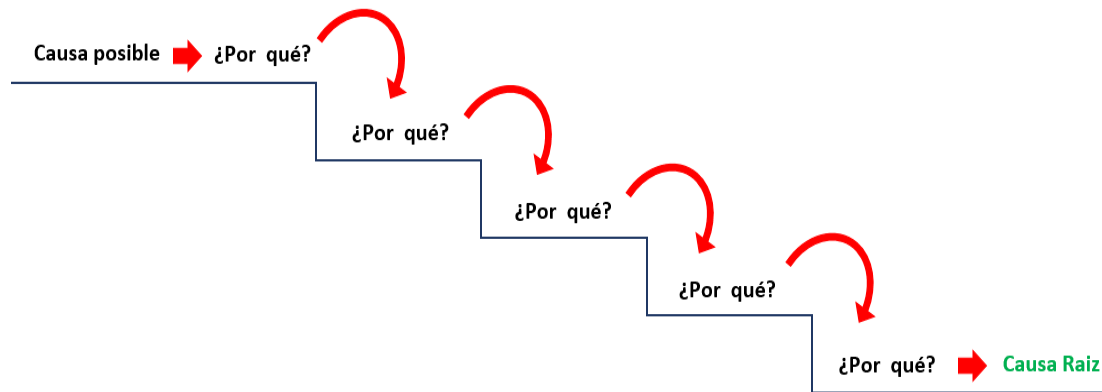
Respecto a las herramientas de diagnóstico, el diagrama de Ishikawa (Figura 27) tiene como finalidad la búsqueda de diferentes causas que afectan el problema que se analiza, parte de la descripción del problema seguido de la lluvia de ideas para encontrar las posibles causas, organizando seis (6) grupos principales y diferentes como medida, métodos, material, mano de obra y maquinaria.



**Figura 27** Diagrama de causa – efecto

Fuente: Elaboración propia

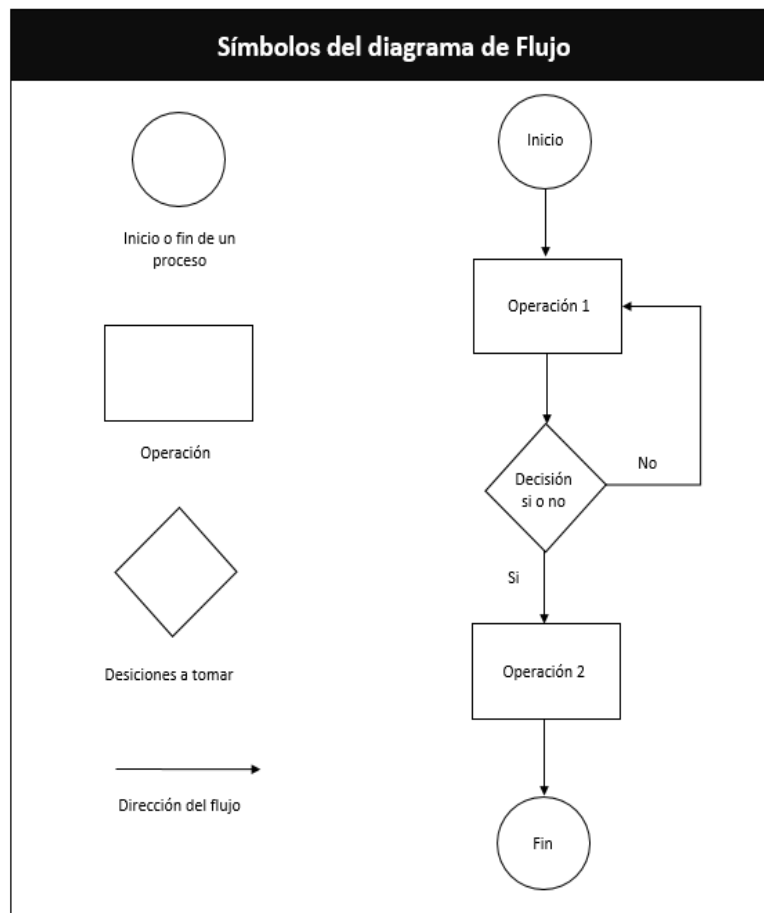
Otra herramienta, es el análisis de los **5 ¿Por Qué?** (Figura 28) Las preguntas sucesivas del ¿Por qué? nos ayudaran a encontrar la o las causas raíces evitando que se vuelva a producir el problema. (Liker, 2006, p.354)



**Figura 28** Grafico 5 ¿Por qué?

*Fuente: Elaboración propia*

Los diagramas de proceso son de uso importante para la mejora de los procesos, mejora la comunicación y nos ayuda a explicar instrucciones, procedimientos y analizar un problema. Diagrama de flujo de procesos (Figura 29), es de utilidad para realizar la representación gráfica que permitirá observar los pasos y su relación con las actividades dentro de un proceso, que incluye la especificación de actividades de transporte, inspección, espera, almacenamiento y reproceso o retrabado. El diagrama de SIPOC nos ayudara a documentar y analizar los procesos en relación a su entorno con proveedores, entradas, proceso, salidas y cliente. (Gutiérrez,2010, p.200)



**Figura 29** Símbolos del diagrama de flujo

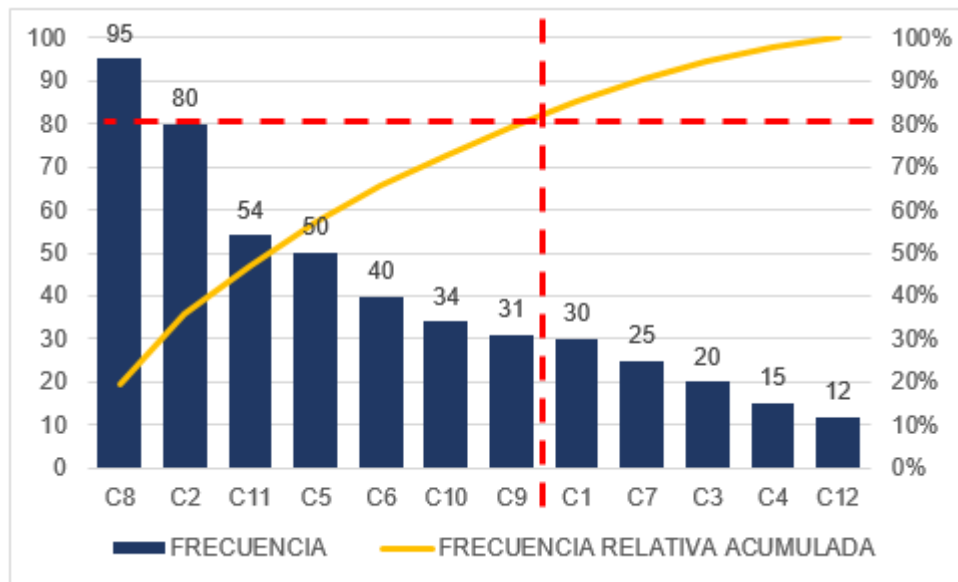
*Fuente: Elaboración Propia*

Respecto a los histogramas se considera representaciones gráficas en forma de barras de un conjunto de datos o variable, que se ordenan por su magnitud en cierta cantidad de clases, siendo una barra la representación de cada clase y la longitud de la barra es proporcional a la cantidad de datos. (Gutiérrez, 2010, p. 154)

Como complemento a los histogramas se considera la frecuencia que son la cantidad de eventos que se repiten en un determinado experimento.

Este concepto es el que toma el diagrama de Pareto (DP) que según Gutiérrez (2010) “es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes.” (p. 179)

Este diagrama se basa en el principio de Pareto (Figura 30) conocido como “Ley 80/20” o “pocos vitales, muchos triviales” como bien indicó Gutiérrez (2010) esta distribución reconoce solos unos pocos elementos (20%) que generan la mayor parte del efecto (80%), por ende, el resto genera casi nada del efecto global. (p. 179).



**Figura 30** Diagrama de Pareto (80/20)

*Fuente: Elaboración propia*

### **Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño**

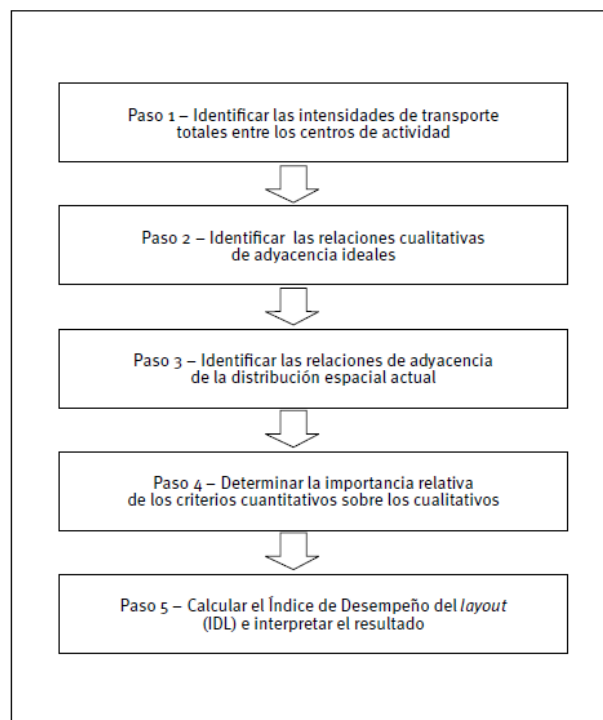
Con respecto a la distribución de planta o layout como definió Heizer et al (2019) es “el replanteamiento de la disposición existente, el nuevo plan propuesto de distribución o el trabajo de hacer una distribución de planta. Por tanto, una distribución de planta puede entenderse como el trabajo en una instalación existente [...]”. (p. 66)” o como lo indicó Pérez (2016) “es el proceso de ordenamiento de los elementos que conforman el sistema productivo en el espacio físico, de manera que se alcancen los objetivos de producción de la forma más adecuada y eficiente posible.” (p. 534).

Por ende, cuando se realiza una redistribución es importante poder valorar cómo se comporta la nueva distribución mediante un indicador que evalúe el desempeño del layout, por ende, se requiere del cálculo del Índice de Desempeño del layout (IDL) como bien lo mencionó Pérez (2016):

El IDL permite identificar las reservas de mejora del layout determinando su posicionamiento entre el escenario ideal (que supone adyacencia entre los centros de actividad que tienen flujo de trabajo y/o relaciones cuantitativas de cercanía entre sí), y el anti-ideal (aquel donde los centros de actividad están dispuestos de forma caótica en el espacio fabril, sin ningún tipo de relación cuantitativa y/o cuantitativa que justifique su adyacencia. (p. 539)

Es importante mencionar que la necesidad de una redistribución de layout se presenta cuando se encuentra reservas de mejora de la productividad como consecuencia del análisis del IDL. (Pérez, 2016, p.534)

A continuación, se presenta el procedimiento (Figura 31) para la obtención del indicador (Pérez, 2016, p. 537-540):



**Figura 31** Procedimiento para calcular el IDL (Índice de Desempeño de Layout)

Fuente: Revista de Administración de Empresas

**Paso 1** Identificar las intensidades de transporte totales entre los centros de actividad

Las intensidades de transportes hacen referencia a las cantidades de materiales que se trasladan entre dos centros de actividad denominado ( $t_{ij}$ ) que se pueden representar en unidades de medida sobre tiempo por ejemplo: litros/día, metros cúbicos/mes, toneladas/año, etcétera.

Para realizar este primer paso se requieren de tres etapas, que se mostrarán a continuación:

Etapa 1.1 Identificar los centros de actividad de la organización

La identificación depende de la distribución que cuente la organización ya sea por posición fija, por procesos, por producto o celular con apoyo de las revisiones de los planos del layout, observación directa y entrevistas a expertos

Etapa 1.2 Desarrollar la matriz cuadrada orientada de las intensidades de transporte parciales (matriz t)

Se elabora una matriz cuadrada con el número de centros de actividad (n) determinando la cantidad de materiales parciales en un periodo de tiempo acorde a la estacionalidad de la demanda tomando como referencia un promedio mensual o anual, que se transportan entre par de centros de actividad ( $t_{ij}$ ) que pueden recopilarse mediante los registros que mantienen la organización o por observación directa. La forma de la matriz t se muestra en la Figura 32:

$$t = \begin{bmatrix} 0 & t_{12} & t_{13} & t_{14} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & 0 & t_{23} & t_{24} & \cdots & t_{2n} \\ t_{31} & 0 & 0 & t_{34} & \cdots & t_{3n} \\ t_{41} & 0 & 0 & 0 & \cdots & t_{4n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1} & t_{n2} & t_{n3} & t_{n4} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

**Figura 32** Matriz t formado de las intensidades de transportes entre par de centro de actividad

Fuente: Revista de Administración de Empresa



Etapa 1.3 Desarrollar la matriz triangular no orientada de las intensidades de transporte totales (matriz T)

En esta etapa se realiza la agrupar el flujo de transporte total en ambas direcciones de par de centros consiguiendo la matriz triangular no orientada de las intensidades de transporte totales, mediante la siguiente sumatoria  $T_{ji} = t_{ij} + t_{ji}$ , convirtiéndose en una matriz T (Figura 33):

$$T = \begin{bmatrix} 0 & t_{12} + t_{21} & t_{13} + t_{31} & t_{14} + t_{41} \cdots & t_{1n} + t_{n1} \\ 0 & 0 & t_{23} + t_{32} & t_{24} + t_{42} \cdots & t_{2n} + t_{n2} \\ 0 & 0 & 0 & t_{34} + t_{43} \cdots & t_{3n} + t_{n3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & t_{4n} + t_{n4} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

**Figura33** Matriz T formado de la sumatoria en ambas direcciones de los pares de centros

Fuente: Revista de Administración de Empresa

**Paso 2** Identificar las relaciones cualitativas de adyacencias ideales entre los centros de actividad

Este punto se realiza por la necesidad de obtener relaciones cualitativas que justifiquen las necesidades de adyacencia entre centros y no solo valerse de los datos cuantitativos sobre las intensidades de transportes. Por consiguiente, se requiere de un juicio de expertos que en función a los conocimientos califiquen mediante una escala ordinal y valores la adyacencia entre centros. Por ello, se requiere de dos etapas.

Etapa 2.1 Seleccionar expertos en los procesos y operaciones de la organización objeto de estudio

La selección de los expertos tiene como criterio clave el nivel de conocimiento o experticia, en adición, se considera la predisposición de los mismos para apoyar la investigación.

Etapa 2.2 Desarrollar la matriz triangular de las relaciones cualitativas de adyacencias ideales (matriz R)

Posterior a la reunión presencial con los expertos se recogen las valoraciones que se registran según la escala ordinal, los cuales se cuantifican mediante un coeficiente  $R_{ij}$  (Figura 34):

Escala ordinal	Nivel de adyacencia	$R_{ij}$
E	Extremadamente importante	10
I	Importante	5
O	Ordinariamente	2
D	Indiferente	0
N	Indeseable	-10

**Figura 34** Escala ordinal con su respectiva cuantificación mediante el coeficiente  $R_{ij}$

Fuente: Elaboración propia

En el caso se obtenga valores multimodales se elige el de menor coeficiente. Los valores se colocarán en la matriz R como se mostrará a continuación (Figura 35):

$$R = \begin{bmatrix} 0 & r_{12} & r_{13} & r_{14} & \dots & r_{1n} \\ 0 & 0 & r_{23} & r_{24} & \dots & r_{2n} \\ r_{31} & 0 & 0 & r_{34} & \dots & r_{3n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & r_{4n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

**Figura 35** Matriz R formado por los cuantificados de la relación cualitativa de adyacencias ideales

Fuente: Revista de Administración de Empresa

**Paso 3** Identificar las relaciones de adyacencia de la distribución espacial actual

El valor de adyacencia entre dos centros de actividades se evaluará mediante el coeficiente binario “i” y “j” ( $X_{ij}$ ) según la colindancia entre éstos (centros)

calificando como uno (1) si lo son o caso contrario cero (0). Se considera contiguos cuando comparten un límite fronterizo común sea imaginario o físico (pared, pasillo, etcétera) manteniendo el principio de circulación y de la mínima distancia recorrida, debiendo ser los centros con altas intensidades de transportes adyacentes. Posterior al desarrollo se realizará la matriz X (Figura 36):

$$X = \begin{bmatrix} 0 & X_{12} & X_{13} & X_{14} & \cdots & X_{1n} \\ 0 & 0 & X_{23} & X_{24} & \cdots & X_{2n} \\ 0 & 0 & 0 & X_{34} & \cdots & X_{3n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & X_{4n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

**Figura 36** Matriz X formado por los coeficientes binarios posterior a la evaluación de colindancia entre centros de actividad

Fuente: Revista de Administración de Empresa

**Paso 4** Determinar el nivel de importancia relativa de los criterios cuantitativos frente a los criterios cualitativos

En este paso del procedimiento se califica la importancia relativa de los criterios cuantitativos versus los criterios cualitativos expresándose mediante la letra griega alpha ( $\alpha$ ) y  $(1-\alpha)$  respectivamente. Como bien recomienda Pérez en empresas de manufactura se recomienda ponderar el valor de  $\alpha$  superior a 0.5 asignándole mayor peso a los criterios cuantitativos que son las intensidades de transporte entre centros de actividades. Por ende, la productividad tiene un impacto positivo cuando se minimizan las distancias recorridas entre los centros que tiene mayor flujo de intensidades de transporte, reduciendo el tiempo de producción.

**Paso 5** Calcular el Índice de Desempeño del Layout (IDL) e interpretación del resultado

El indicador se expresa de la siguiente manera:

$$IDL = \frac{\alpha \cdot Ifo + (1-\alpha) \cdot Ifs}{100} \quad (1)$$

Como se mencionó en el paso anterior la letra alpha es la ponderación relativa de los criterios cuantitativos y cualitativos. Respecto al valor **ifo** es el índice de flujo operativo entre los centros de actividades e **ifs** es el índice de las actividades subjetivas entre los mismos centros analizados. A continuación, se describen la composición de ambos índices:

$$Ifo = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (T_{ij} \cdot X_{ij})}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n T_{ij}} \cdot 100 \quad (2)$$

$$Ifs = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (R_{ij} \cdot X_{ij})}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R_{ij}} \cdot 100 \quad (3)$$

Respecto al **ifo** representa el porcentaje del flujo total de materiales que está siendo transportado de forma óptima entre los centros de actividad, pues recorren la menor distancia posible dada su condición de adyacentes ( $X_{ij} = 1$ ) Su complemento (**1-ifo**) permite cuantificar las reservas de mejora de la distribución espacial respecto a la solución óptima ideal, que supone adyacencia entre los pares de centro de actividad que tienen un flujo material distinto de cero entre sí.

Por su parte, el **ifs** representa el nivel de bondad de la distribución actual de acuerdo con las relaciones de adyacencia ideales establecidas por el juicio de los expertos involucrados en el estudio. Respecto a su complemento (**1-ifs**) constituye una medida de las reservas de mejora de la distribución espacial

relacionada con el comportamiento actual de aquellos factores que no por ser subjetivos dejan de ser relevantes y que pueden impactar negativamente en el logro de la eficacia y eficiencia de la organización.

Como resultado del IDL, permitirá evaluar la distribución en un rango específico de valores obtenidos entre cero y uno. Un índice que tiende a cero manifiesta un escenario desfavorable o anti-ideal donde los centros de actividad se ubican de forma caótica, sin existir alguna relación cuantitativa o cualitativa de adyacencia que lo justifique. Por otro lado, la tendencia del IDL a uno manifiesta la aproximación a una distribución de layout ideal u óptima demostrando la fuerte relación de las intensidades de flujo entre centro de actividad adyacentes o tiene algún otro tipo de relación de naturaleza cualitativa.

Por último, la relación que existe entre el layout anti-ideal e ideal, permite la identificación de oportunidades de mejora de la distribución en estudio y como consecuencia, reservas de mejora de la productividad del trabajo.

Ahora bien, todo mejora realizada en el sistema de producción, en parte de la cadena de valor o en algún aspecto de la organización se deben analizar para poder visualizar el impacto generado de una situación anterior y posterior a la mejora. Por ello, como mencionó Socconini (2019) “la productividad es un indicador muy importante y se debe medir constantemente para conocer el verdadero estado de las mejoras”. (p.29)

Por consiguiente, se describirá a continuación la teoría relacionado a la productividad.

La productividad según Cruelles (2013) “es una ratio que mide el aprovechamiento de los factores que influyen a la hora de realizar un producto, se hace entonces necesario el control de la productividad.”

Gutiérrez (2010) consideró que “la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.” (p. 21)

Por tanto, la obtención de la productividad está basado en la multiplicación de la eficiencia y eficacia. (Gutiérrez, 2010, p.21)

$$\textit{Productividad} = \textit{Eficiencia} \times \textit{Eficacia}$$

Según Gutiérrez (2010) la eficiencia es “simplemente la relación entre el resultado alcanzando y los recursos utilizados.” (p. 21)

Mientras que Cruelles (2013) “mide la relación entre insumos y producción, busca minimizar el costo de los recursos (hacer bien las cosas). En términos numéricos, es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.” (p. 10)

Para García, Cazallo, Barragán, Mercado, Olarte, Meza (2019) “el término eficiencia se emplea para relacionar los esfuerzos frente a los resultados que se obtengan. A mayores resultados, mayor eficiencia.” (p. 16)

Por otro lado, la eficacia “es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (Gutiérrez, 2010, p.21)

Siendo la eficacia para Cruelles (2013) “el grado en el que se logran los objetivos. Se identifica con el logro de las metas.” (p. 11)

Para Pacheco et al (Como se citó en García et al, 2019, p. 16):

Enmarca a la eficacia como la capacidad que tienen las organizaciones para satisfacer al cliente identificando en forma correcta las necesidades y expectativas, con el propósito de inferir a partir de estas características que deben poseer sus productos para que estén en condiciones de satisfacerlas.

### **3. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación científica se llevó a cabo mediante el método científico con el fin de encontrar soluciones a problemas específicos ya sea explicar fenómenos, instaurar principios, amplificar conocimientos, reformular planteamientos, rebatir resultados.

Gracias al método científico la investigación científica se desarrolló por medio de conjuntos de pasos, técnicas y procedimientos que ayudan a la resolución de problemas y a su comprobación mediante pruebas y verificación de hipótesis (Cabezas, Andrade, Torres, 2018, p. 16).

Es por ello que la investigación científica según Fred N. Kerlinger (como se citó en Hernández et al, 2014, p. XXIV) señaló que es sistemática (investigación científica) porque se desarrolla mediante pasos que obedecen a un sistema planificado con la correcta disciplina, es empírica porque se recolectan datos de fenómenos observables de la realidad que se someten a análisis mediante experimentos y es crítica porque se evalúa los resultados obtenidos mejorando de manera constante.

La investigación científica se clasifica por criterios, en relación a su finalidad es básica y aplicada, según el enfoque para generar conocimientos es cuantitativa y cualitativa, respecto al nivel de investigación basada en el alcance puede ser exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo y según el tipo de diseño de investigación que hace referencia a la estrategia para obtener información para responder el problema se divide en experimental y no experimental.

**Tipo de investigación.** – En la presente investigación según su finalidad fue de tipo aplicada también utilitaria según Hernández et al (2014) porque se planteó problemas específicos que necesitan de soluciones inmediatas apoyadas de teorías generales que necesitan de soluciones inmediatas apoyadas de teorías generales que se llevan a la práctica con el objetivo de resolver necesidades de la sociedad y del hombre (p.18) o como bien mencionó Valderrama (2013) que la investigación aplicada es llamada práctica, empírica, activa o dinámica encontrándose enlazada con la investigación básica debido a los aportaciones



teóricos que generan beneficios a la sociedad aplicando teorías ya existentes (p. 39).

Respecto al **enfoque de la investigación** para generar conocimiento fue cuantitativo porque se buscó analizar fenómenos o problemas mediante la recolección de datos (formatos) a través de la observación de manera objetiva, formando ideas que se acotan hasta proponer el problema de estudio, del cual se plantearon objetivos y preguntas de la investigación. Posteriormente se tomó como guía las investigaciones anteriores revisando la literatura y construyendo el marco teórico que originaron interrogantes las cuales se analizó su veracidad (hipótesis) y corroboró mediante el diseño de investigación adecuada. La manera de recolectar datos de las variables contenidas en la(s) hipótesis se realizó por procedimientos estandarizados y validados por la comunidad científica, que fueron analizadas por métodos estadísticos obteniendo respuestas o conclusiones de las hipótesis propuestas en la investigación (Hernández et al, 2014, p. 5). Además, mediante la investigación cuantitativa se buscó explicar las relaciones causa-efecto prediciendo hechos que probablemente sucedan, dejando claro que la investigación sucede en la realidad externa del investigador (Valderrama, 2013, p.110).

Con **respecto a nivel de profundidad**, alcance o naturaleza la investigación fue descriptiva porque se buscó describir situaciones o hechos mediante la recolección de datos para posteriormente aplicar mediciones y explicar detalladamente que fue lo que sucedió en un determinado momento como si fuera una fotografía del fenómeno, que se caracteriza por contar con importantes rasgos como lo mencionó Cortes e Iglesias (como se citó en Cabezas et al. 2018, p. 68), así también como lo afirmó Hernández et al (2014) indicando que “con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetivos o cualquier otro fenómeno que se somete a análisis”. Además de ser una investigación descriptiva que se ubica en un nivel intermedio referente a la profundidad de conocimientos, es explicativo porque el estudio pretendió demostrar las causas de los hechos del fenómeno en análisis estableciendo en qué condiciones se presentó, o el porqué de la relación de dos o más variables (Valderrama, 2013,

p. 46) siendo consideradas dentro de los cuatro niveles de investigación la más profunda en conocimiento y mejor estructurada como bien mencionó Arias (2012) que “los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis” (p.26). Por ello la investigación explicativa o también llamada por Bisquerra (como se citó en Valderrama 2013, p. 46) investigación exposfacto, estudios comparativos causales, diferenciales, selectivos o explicativos-causales.

**Diseño de investigación.** – Como bien se indicó en el párrafo anterior para poder analizar la veracidad de las hipótesis cumpliendo los objetivos se debe seleccionar adecuadamente un diseño de investigación que fue de tipo experimental para el presente estudio, porque se realizó la manipulación de la variable independiente para ver su efecto en la variable dependiente según lo indicó Fleiss, O’Brien, Green (como se citó en Hernández et al, 2014) donde el término experimento en un sentido científico hace referencia a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador (p. 129).

Específicamente el tipo de diseño de investigación fue **experimental de categoría pre-experimental**, como lo indicó Cabezas et al (2018) hay un tipo de pre-experimento donde se realiza una medición antes y después de ocurrido el efecto y que se hace mediante una pretest (pre-prueba) y posttest (post-prueba) pero en un solo grupo sin comparación de grupos. (p.77)

Sigue el modelo siguiente:

- G:** Grupo de sujetos.
- O1:** Pretest o medición inicial.
- X:** Estímulo o tratamiento.
- O2:** Posttest o medición final.

Grupo experimental intacto	Pretest	Tratamiento o estímulo	Postest
G	O1	X	O2

### 3.2 Variables y operacionalización

En relación con las variables de la investigación fueron determinadas en base a las hipótesis. Estas variables se clasifican por criterios, los cuales, para el presente estudio según la naturaleza de su medición, son cuantitativas debido que se expresaron en valores o por medio de datos numéricos (Arias, 2012, p.58) y en función a la relación causal que se establece entre las mismas variables se clasifican en variable dependiente y variable independiente, esta última como lo menciona Arias (2012) “se relaciona con las causas que generan y explican los cambios en la variable dependiente” (p.59) que constituye (variable dependiente) la consecuencia o efecto producido por la manipulación de la variable independiente (Cabezas et al, 2018, p.58).

Para poder analizar variables complejas como fue el caso de la investigación se descompuso en más de un elemento, llamadas dimensiones como bien lo mencionó Valderrama (2013) son los desagregados de una variable o se conceptúan como elementos integrantes de una variable (p.161). Por lo tanto, éstas dimensiones aún requieren de indicios o evidencia que demuestren cómo se comporta dichas variables siendo los indicadores quienes cumplan esta función como lo indicó Hernández y Coello (2012) son “rasgos de cada dimensión que son directamente perceptibles y permiten la referencia empírica concreta” (p.55).

Todo este proceso de transformación de la conceptualización abstracta de las variables identificando las dimensiones e indicadores que son términos concretos observables y medibles (Arias, 2012, p.62) es llamada operacionalización. Se adjunta la matriz de operacionalización y consistencia en el Anexo 1 y 2 respectivamente.

Por consiguiente, para la presente investigación la **variable independiente fue Manufactura Celular** como bien lo menciona Socconini (2019) “es un concepto de fabricación en el que la distribución de la planta se mejora de manera significativa, haciendo fluir la producción ininterrumpidamente entre cada operación, reduciendo drásticamente el tiempo de respuesta, maximizando las habilidades del personal”. (p. 172)

En consecuencia, sobre lo indicado en párrafos anteriores para poder analizar variables complejas se requiere descomponer en dimensiones que fueron analizadas a través de unidades de medida (indicadores). Por consiguiente, las dimensiones de la variable independiente fueron las siguientes:

**Dimensión 1.**-Es la herramienta Mapa de Flujo de Valor según mencionó Socconini (2019):

Es una representación gráfica de elementos de producción e información que permite conocer y documentar el estado actual y futuro de un proceso, es la base para el análisis del valor que se aporta al producto o servicio, y es la fuente del conocimiento de las restricciones reales de una empresa, ya que permite visualizar, dónde se encuentra el valor y dónde el desperdicio (p. 94)

También conocido como Value Stream Mapa (VSM) representa de forma visual la situación actual de la empresa y la ideal a alcanzar para un sistema a productivo convertir en una implementación lean donde se incluye los grandes flujos como las operaciones del proceso, los materiales, productos e información. (Cuatrecasas, 2012, p. 184)

Por tal motivo, dentro del análisis que se realizó del VSM se encuentra un indicador muy importante que nos permite visualizar en función al tiempo en días cuando inventario del producto está frente a la siguiente operación denominada tiempo de permanencia dónde, según Cuatrecasas es (2012) el cálculo del tiempo de permanencia del stock viene dado por la multiplicación entre el stock frente a cada operación y el tiempo ciclo de la operación en la que debe ingresar para ser procesado. (p. 190)

Por ende, nuestro indicador de la primera dimensión fue:

$$TP = \frac{S \times TCs}{TD}$$

Donde:

**TP:** Tiempo de permanencia en días.

**S:** Stock de permanencia frente a cada operación (prendas)

**TCs:** Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesada (minutos/unidad)

**TD:** Tiempo total disponible para la producción (minutos al día)

**Dimensión 2.-** Se consideró las células flexibles como bien mencionó Cuatrecasas (2012) “permiten incorporar las características de la producción ajustada a las implantaciones de sistemas de producción que pretendan alcanzar simultáneamente la flexibilidad con bajos volúmenes de producción y la eficiencia, rapidez y costos bajos [...]” (p. 149)

Las células flexibles siguen la filosofía de la producción ajustada y el concepto de Shojinka que como bien define Cuatrecasas (2012) “como la acción de adaptar la producción a la demanda por medio de la flexibilidad, que se logrará mediante la redistribución de medios” (p. 167) logrando la producción flexible para los cuales se usaron los siguientes indicadores:

La **tasa de polivalencia** que bien lo explicó Cuatrecasas es (2012) “la media del número de trabajos que cada operario ha dominado (suma de los procesos dominados por cada uno, dividido por el número de operarios), será la base del diagnóstico de la polivalencia obtenida”. (p. 173)

$$TP = \frac{MPDO}{NPS}$$

Donde:

**TP:** Tasa de polivalencia en porcentaje

**MPDO:** Media de procesos dominados por operario (unidades)

**NPS:** Número de procesos de la sección (unidades)

Otro factor importante para el correcto diseño del proceso en flujo es el **tiempo ciclo** como bien mencionó Cuatrecasas (2012) “es el tiempo que transcurre desde que un proceso termina una unidad o lote de producto hasta que termina la unidad o lote siguiente” (p. 164). Este mismo, cumple con dos características importantes relacionado con la producción pudiendo ser variable (tiempo ciclo) donde se concluye que el volumen de producción puede hacerse variable, utilizándolo debidamente como una herramienta de diseño llega a ser el principio del diseño de procesos de producción flexible. (Cuatrecasas, 2012, p. 165)

$$TC = \sum TTU$$

Donde:

**TC:** Tiempo de ciclo en minutos

**TTU:** Sumatoria de tiempos que transcurre desde que un proceso termina una unidad o lote hasta que termine la unidad o lote siguiente

**Dimensión 3.-** La disposición de planta o distribución de planta según Pérez (2016) “es el proceso de ordenamiento de los elementos que conforman el sistema productivo en el espacio físico, de manera que se alcancen los objetivos de producción de la forma más adecuada y eficiente posible. (p.54)

Dado que en la investigación se utilizará la herramienta célula de manufactura donde se realiza la distribución de elementos en función a una familia de productos se genera un cambio de la disposición de la planta o en una parte de la misma, es importante verificar el desempeño que tiene la distribución del layout por ende el indicador que permitirá evaluar fue el Índice de desempeño del Layout como bien menciona Pérez (2016):

Permitirá identificar el posicionamiento de la distribución espacial bajo análisis, en un intervalo real que toma valores entre cero y uno. Un IDL cercano a cero

indicará que el layout se acerca al anti-ideal o escenario más desfavorable, que es donde los centros de actividad están dispuestos de forma caótica en el espacio fabril, sin ningún tipo de relación cualitativa y/o cuantitativa que justifique su adyacencia o contigüidad. Por su parte, un IDL cercano a la unidad, indicará que el layout se acerca a la mejor distribución espacial posible, es decir, a la óptima ideal, se supone adyacencia entre todos los centros de actividad que mantienen flujo de materiales entre sí, o tienen algún otro tipo de relación de naturaleza cualitativa. (p.540)

$$IDL = \frac{\alpha \times IFO + (1-\alpha) \times IFS}{100}$$

Donde:

**IDL:** Índice de desempeño de layout en porcentaje

$\alpha$  : Nivel de importancia de los criterios cuantitativos respecto a los cualitativos (porcentaje)

$(1-\alpha)$ : Nivel de importancia de los criterios cualitativos (porcentaje)

**IFO:** Índice de flujo operativo (porcentaje)

**IFS:** Índice de las relaciones subjetivas de adyacencia entre los centros de actividad (porcentaje)

Por otro lado, la **variable dependiente es la productividad** [...] “es la relación entre los resultados y los insumos, y en los procesos los insumos se transforman en resultados [siendo] un indicador importante y se debe medir frecuentemente para conocer el verdadero estado de las mejoras realizadas (Socconini, 2019, p.28).

La productividad se relaciona a dos componentes: eficiencia y eficacia, del cual se desprende la siguiente ecuación (Gutiérrez, 2010, p. 21):

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

Por consiguiente, nuestra primera dimensión es la eficiencia donde Cruelles (2013) señaló que la eficiencia mide la relación entre insumos y producción,

busca minimizar el costo de los recursos. En términos numéricos, es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada. (p. 10).

$$Eficiencia\ de\ proceso = \frac{PRO}{PEP} \times 100$$

Donde:

**PRO:** Producción real obtenida (prendas/hora)

**PEP:** Producción estándar esperada (prendas/hora)

Como segunda dimensión es la eficacia como lo indicó Cruelles (2013) es el grado en el que se logran los objetivos. Se identifica con el logro de las metas “hacer las cosas correctas”. (p. 11)

$$Eficacia\ de\ proceso = \frac{CPSD}{TPC}$$

Donde:

**CPSD:** Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades)

**TPC:** Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades).

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Unidades de muestreo**

La elección de las unidades de muestreo, como bien lo indicó Hernández et al (2014) se centra en identificar que o quiénes son los elementos o casos (participantes, objetos o colectividades de estudio) sobre los cuales se recolectaran datos que depende del planteamiento, diseño, objetivo y alcance de la investigación (p. 172).

Por consiguiente, en la presente investigación las unidades de muestreo (elementos o casos) fueron los shorts deportivos y pijamas de felpa hipoalérgica confeccionados en el área de producción desde el proceso de corte hasta acabado y empaquetado.



### **3.3.2 Población**

La población según Cabezas et al (2018) es “considerada un todo y un universo donde puede estar referida a cualquier conjunto de elementos de los cuales se desea extraer sus características generales y específicas”. (p. 89)

La población en la presente investigación fue elegida del promedio mensual hasta agosto de 2020, siendo 675 pijamas hipoalergénicas y 258 shorts deportivos con tapa siendo la población total de 839 prendas.

### **3.3.3 Muestra**

La muestra según Hernández et al (2014) “es [...] un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población [los cuales (subgrupo)] deben ser representativas” (p.175).

Como bien mencionó Hernández et al (2014):

En las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de muestra y por medio de una selección aleatoria o mecánica de unidades de muestreo. (p.175)

Por tal motivo, realizaremos la selección de la muestra mediante el muestreo probabilístico estratificada como indicó Hernández et al (2014) es el “muestreo en el que la población se divide en segmentos y se selecciona una muestra para cada segmento”. (p. 181)

El resultado de la selección de la muestra fue de 191 shorts deportivos con tapa y 74 pijamas hipoalergénicas. En el Anexo 3 el proceso de selección de la muestra.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se considera dos técnicas de recolección de datos: fuentes primarias y fuentes secundarias. En la investigación presente se utilizó las fuentes primarias es específico la observación como bien lo menciona Valderrama que (2013) “consistirá en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y

situaciones observables a través de un conjunto de dimensiones e indicadores”.  
(p. 194)

Con respecto a los instrumentos de recolección de datos como bien menciona Valderrama (2013) “son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimientos [...] también puede ser listas de chequeo, inventarios, cuadernos de campo, fichas de datos para seguridad, etc.” (p. 195). Por ende, para la investigación utilizaremos fichas de registros que se mencionarán a continuación:

### **Instrumentos de la variable independiente**

1. Hoja de Registro de Tiempo de permanencia de inventario (Anexo 4)
2. Hoja de Registro de Matriz de polivalencia (Anexo 5)
3. Hoja de Registro de toma de tiempos (Anexo 6)
4. Hoja de Registro de cantidad de inventario en procesos entre operaciones (Anexo 7)

### **Instrumentos de la variable dependiente**

1. Hoja de Registros de eficiencia, eficacia y productividad (Anexo 8)

Respecto a la validez y confiabilidad como bien indica Valderrama (2013) “todo instrumento de medición ha de reunir dos características: validez y confiabilidad. Ambas son de suma importancia en la investigación científica, porque los instrumentos que se van a utilizar deben ser precisos y seguros.” (p. 205)

También como mencionó Hernández et al (2014) sobre **la confiabilidad** de un instrumento de medición hace referencia al grado en que se aplicación repetida al mismo individuo y objeto produce resultados iguales [...] y sobre **la validez** hace referencia al grado en que realmente un instrumento mide la variable que pretende medir. (p. 200)

Bajo esta premisa se dispondrá los instrumentos para su validación a juicios de expertos que como mencionó Valderrama (2013) viene a ser el conjunto de

opiniones que brindan los profesionales. Estas apreciaciones consisten en las correcciones que realiza el asesor de tesis o el especialista en investigación.” (p. 198). A continuación, se menciona los expertos que realizaron la validación.

N° Experto	Nombres y Apellidos	Correo
1	Mg. Bazán Robles Darío	robazanr@ucvvirtual.edu.pe
2	Mg. Farfán Martínez Roberto	ffarfanma@ucvvirtual.edu.pe
3	Mg. Acosta Linares Aldo Alexi	aacostali@ucvvirtual.edu.pe

**Tabla 3** Tabla de expertos para la validación de instrumentos

*Fuente: Elaboración propia*

Se adjuntó la validación de los instrumentos de cada experto en los anexos 9, 10 y 11 según el orden mostrado en la tabla 3.

### 3.5 Procedimientos

La recolección de información y datos se inició en setiembre 2020 posterior a la reunión que se sostuvo con el Gerente General de la empresa Coco Company con el fin que autorice el desarrollo de la presente investigación en sus instalaciones. Luego de la reunión se pudo tener un panorama más claro y amplio de los problemas que presentaban apoyado de las observaciones que se visualizó en el recorrido por el taller. Seguido de ello se pactó otra reunión con el fin de recolectar la información fehacientemente con ayuda de sus trabajadores. El siguiente paso fue analizar los datos e información obtenida mediante las herramientas de Lean e instaurar la herramienta necesaria que redujo las causas que originaban la baja productividad en la empresa. Los trabajadores fueron de gran apoyo formando parte del equipo de implementación de las soluciones brindadas. Para finalizar se dio un seguimiento de la implementación por tres (3) meses evaluando y analizando en cada una de ellas la productividad que nos permitió ver el estado de las mejoras. Por consiguiente, finalizado el periodo de análisis se le entregó el informe al Gerente General con las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

A continuación, se desarrollará el proceso realizado en toda la investigación.

Con el objetivo de organizar la estructura de la investigación se planteó la herramienta de Ciclo de Deming a través de los ocho pasos de la solución de problemas.

## **SITUACIÓN ACTUAL**

### **ETAPA I - PLANIFICAR**

Por consiguiente, la primera etapa del Ciclo de Deming es **PLANIFICAR** que consta de los cuatro primeros pasos.

Por tanto, como **primer paso** fue la definición e identificación del problema que se describe detalladamente en el primer apartado de la investigación (Introducción) llegando a la conclusión que el problema principal era la mala distribución del área de confección que perjudicaba el flujo continuo de las operaciones al contar con tiempos ciclos elevados generados por los desperdicios como los tiempos de espera, inventario en proceso, movimientos innecesario y defectos en las prendas a lo largo de la confección tanto de shorts deportivos con tapa como pijamas hipoalergénicas.

Como **segundo paso** fue la búsqueda de causas posibles que perjudicaban la productividad de la empresa que impedían la entrega a tiempo de los pedidos de clientes. Al igual que el primer paso se encuentra descrito el análisis en la Introducción de la investigación, llegando a localizar ocho causas posibles agrupados en función a las 6, que generaban éstos desperdicios.

El **tercer paso** se basó en analizar las causas posibles a fondo con el fin de identificar las causas raíces siendo como resultado doce. Éste análisis se realizó mediante la herramienta de las 5 ¿Porqué?, una vez identificado las causas raíces se valoraron mediante una encuesta según la importancia y relevancia por parte de los trabajadores siendo registrados los valores en una tabla de frecuencias las puntuaciones obtenidas. Posterior a ello, se utilizó la herramienta de análisis llamada Diagrama de Pareto, que permitió discriminar las causas más importantes del problema (los pocos y vitales) y las de menor importancia (los muchos y triviales), reduciendo a ocho las causas raíces e identificando que la

mejora de las causas principales iba ser posible aplicando manufactura celular en el proceso de confección.

Como **cuarto y último paso** de la primera etapa, se elaboró un plan de acción que nos permitió establecer fechas que comprenda desde el acceso a la empresa para la recolección de información pasando por la implementación y posterior análisis con el fin de organizar la investigación en un determinado período. (Figura 37 y Anexo 17)

A continuación, se detalla las descripciones de actividades realizadas según la gráfica de línea de tiempo.

**Toma de muestra de confección de pijamas y shorts PreTest** Se realizó la toma de tiempos de las órdenes de servicio (muestras) mensuales con entregas semanales que ingresaron en el período comprendido entre setiembre a noviembre 2020, los cuales fueron tres lotes para la confección de pijamas hipoalergénicas y tres lotes para la confección entre operaciones que sirvió para un posterior análisis, al igual que se identificó la cantidad de operaciones que realizan cada trabajador como bien se nombró en capítulos anteriores, llamada polivalencia. Otro aspecto, siendo el más importante, fue realizar el layout del área de confección para identificar la distribución de máquinas. Además, se

Item	Descripción de actividades	Fecha inicio	Fecha final
1	Recolección de data histórica (ventas hasta agosto 2020)	27/08/2020	27/08/2020
2	Cálculo de muestra a analizar	28/08/2020	31/08/2020
3	Recorrido de planta	1/09/2020	2/09/2020
4	Toma de muestra de confección de pijamas PreTest	7/09/2020	25/09/2020
	4.1 Primer toma de muestra	27/08/2020	11/09/2020
	4.2 Segunda toma de muestra	14/09/2020	18/09/2020
	4.3 Tercera toma de muestra	21/09/2020	25/09/2020
5	Toma de muestra de confección de shorts-PreTest	5/10/2020	30/11/2020
	5.1 Primer toma de muestra	5/10/2020	16/10/2020
	5.2 Segunda toma de muestra	19/10/2020	30/10/2020
	5.3 Tercera toma de muestra	2/11/2020	13/11/2020
	5.4 Cuarta toma de muestra	16/11/2020	30/11/2020
<b>Inicio de implementación del ciclo Deming y lo 8 pasos</b>		<b>1/12/2020</b>	<b>28/06/2021</b>
6	Análisis de la información recolectada	1/12/2020	26/02/2021
	6.1 Elaboración de plan de acción	1/12/2020	11/12/2020
	6.2 Identificación del problema	14/12/2020	24/12/2020
	6.3 Identificación de las posibles causas	25/12/2020	31/12/2020
	6.4 Análisis del Mapa de Flujo de Valor	7/01/2021	20/01/2021
	6.5 Identificación de variables e indicadores	22/01/2021	10/02/2021
	6.6 Análisis de los indicadores	16/02/2021	26/02/2021
7	Implementación de célula de maufactura	5/03/2021	22/03/2021
	7.1 Balanceo de línea	5/03/2021	10/03/2021
	7.2 Traslados de máquinas	10/03/2021	22/03/2021
8	Toma de muestra de confección de shorts-PosTest	5/04/2021	26/04/2021
	8.1 Primer toma de muestra	5/04/2021	9/04/2021
	8.2 Segunda toma de muestra	12/04/2021	19/04/2021
	8.3 Tercera toma de muestra	20/04/2021	26/04/2021
9	Toma de muestra de confección de pijamas-PosTest	19/04/2021	14/06/2021
	9.1 Primer toma de muestra	19/04/2021	3/05/2021
	9.2 Segunda toma de muestra	4/05/2021	17/05/2021
	9.3 Tercera toma de muestra	18/05/2021	31/05/2021
	9.4 Cuarta toma de muestra	1/06/2021	14/06/2021
10	Análisis y conclusiones de resultados obtenidos	17/06/2021	28/06/2021

**Figura 37** Línea de tiempo del plan de acción

Fuente: Elaboración propia

tomaron apuntes de la cantidad de defectos (según su tipo) encontrados en las prendas confeccionadas en el proceso que generaban reprocesos (cabe recalcar que todo defecto hallado fue solucionado y continuó la secuencia de operaciones).

**Análisis de la información recolectada** En este período se analizó toda la información recolectada. De la toma de tiempo de los lotes de producción se hallaron los tiempos ciclos y el nivel de demanda diaria del cliente denominado

Takt time, además la información del promedio de inventario hallados entre operación sirvió para averiguar el lead time o tiempo de permanencia. Todos estos valores encontrados ayudaron a graficar el Mapa de Flujo de Valor (VSM) actual, con la identificación de los desperdicios y las actividades que agregan y no agregan valor. También permitió diagramar el DAP con la toma de tiempo desglosando los transportes, esperas e inspecciones en los procesos de producción.

Con los registros de las operaciones que dominan cada trabajador se realizó la tabla de polivalencia identificando las oportunidades de mejora de aprendizaje sobre aquellas operaciones que nos son tan hábiles.

Respecto a la distribución de layout actual se logró analizar el desempeño mediante de IDL (Índice de Desempeño de Layout) que, además se requirió de los inventarios promedios entre operaciones para el análisis.

Por ende, lo mencionado en párrafos anteriores son los resultados de los indicadores que se usó con respecto a la variable independiente en la evaluación de la situación actual antes de la implementación de células de manufactura.

En el caso de los defectos registrados, nos permitió identificar qué porcentaje de prendas que no tuvieron defectos en la producción respecto al total de prendas confeccionadas, identificado como eficacia del proceso.

Con respecto a la otra dimensión de la productividad, la eficiencia fue identificada por medio de la producción real obtenida en prendas por hora respecto a la cantidad esperada mediante la mejora posible que se desea alcanzar del 20% con respecto a la producción real en las mismas unidades.

**Implementación de las células de manufactura** En esta etapa se realizó la implementación de las células realizando la distribución más óptima en función al espacio disponible del área, considerando que siempre hay posibilidades de mejora.

**Toma de muestra de confección de pijamas y shorts Post Test** Posterior a la implementación se iniciaron los análisis de las órdenes (muestras) al que se tuvo acceso en el período de abril a mayo 2021, observando la producción y

registrando nuevos tiempos de los procesos, nuevas cantidades de inventario en proceso, cantidad de defectos en prendas y el registro de las operaciones que son hábiles sumado con las aprendidas (polivalencia).

**Análisis y conclusiones de resultados obtenidos** En la última etapa se realizó el análisis de la información recolectada posterior a la implementación mediante los mismos indicadores tanto de la variable independiente como dependiente comparando los valores antes y después, validando si la aplicación de las células de manufactura mejoró la productividad de la empresa por medio de los métodos de análisis de datos. Como resultado de toda la investigación se redactaron conclusiones y recomendaciones que servirá tanto para la empresa como para futuras investigaciones.

## **ETAPA II-HACER**

### **Toma de muestra de confección de pijamas y shorts PreTest y análisis de la información recolectada**

En la segunda etapa **HACER** del Ciclo de Deming que es el **quinto paso** (poner en práctica el plan de acción), se detallará lo que se realizó, comenzando por graficar el Mapa de Flujo de Valor (VSM) con la información recolectada en la pre-implementación.

#### **Mapa de Flujo de Valor**

Como bien se explicó tanto en la Introducción como al inicio de este capítulo (Resultados) analizaremos dos productos correspondiendo a dos familias seleccionados como bien lo menciona el primer paso del VSM. Se comenzará con el análisis de la confección de pijamas.

Para obtener los tiempos ciclos se realizó el análisis de 191 shorts en cuatro lotes de producción y respecto a las pijamas con un total de 74 que se redondeó a 75 pijamas, debido al análisis de tiempo, siendo divididos en tres lotes de producción como se muestra en la Figura 38, con el fin de completar la cantidad de muestra a evaluar tanto para la construcción del VSM como el análisis de los indicadores tanto de la variable dependiente como independiente.



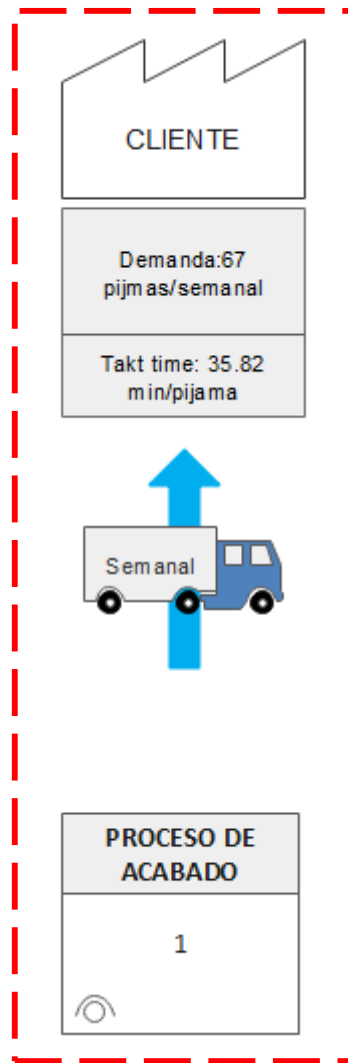
PRODUCTO	FECHAS	N° LOTE	PEDIDO	MUESTRA
<b>Pijamas hipoalergénicas</b>	7/09/2020	1	67	30
	14/09/2020	2	69	30
	21/09/2020	3	66	15
	<b>Total</b>	3	202	<b>75</b>
<b>Shorts deportivos con tapa</b>	5/10/2020	1	320	47
	18/10/2020	2	340	48
	2/11/2020	3	333	48
	18/11/2020	4	346	48
	<b>Total</b>	4	1339	<b>191</b>

**Figura 38** Cantidad de muestra según fecha de producción

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió con la toma de tiempos (Anexo 19 y 20) para obtener los promedios de cada operación y apoyados del DAP para visualizar la secuencia de actividades y tiempos de espera. (Anexo 21 y 22)

A continuación, se graficó el símbolo del cliente colocando la demanda diaria de las pijamas hipoalergénica. La flecha indica el envío desde el último proceso hacia el cliente. (Figura 39)



**Figura 39** Flujo de la demanda del cliente con el takt time respectivo

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la demanda diaria se tiene el pedido por 67 pijamas que se estableció en entregar en 5 días al cliente que también equivalen a los días laborables de la empresa (lunes a viernes).

$$Demanda = \frac{67}{5} = 13.4 \frac{pijamas}{día}$$

Respecto al cálculo de Takt time se halló mediante el tiempo disponible al día y la demanda diaria obtenida:

$$Takt\ time = \frac{480}{13.4} = 35.82 \frac{min}{pijama}$$

Se considera el tiempo disponible al día 480 minutos por lo siguiente:

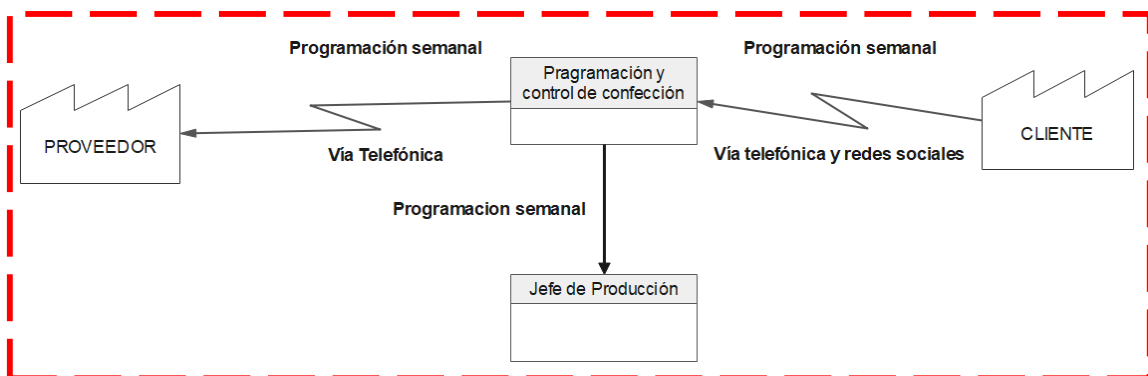
Tiempo total= 9 horas= 540 minutos.

Tiempo de almuerzo= 45 minutos

Tiempos varios (baño, tomar agua, etcétera) = 15 minutos

Tiempo disponible= 540-45-15= 480 minutos

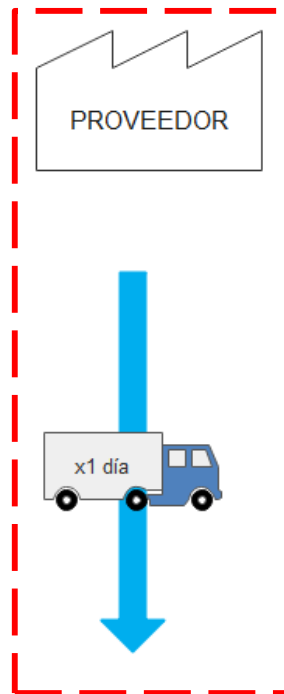
A continuación, se graficó el flujo de información de cliente hacia la empresa que se realiza a través de redes sociales y por vía telefónica mediante pedidos semanales, el flujo de información entre la empresa y proveedor se realiza semanalmente vía teléfono. Respecto a la información dirigida a producción se realiza semanalmente con los pedidos a producir. (Figura 40)



**Figura 40** Flujo de información entre cliente-empresa-proveedor

*Fuente: Elaboración propia*

Del mismo modo como se graficó el cliente, ahora se graficó proveedor y el tiempo de entrega de los rollos de tela a la empresa. (Figura 41)

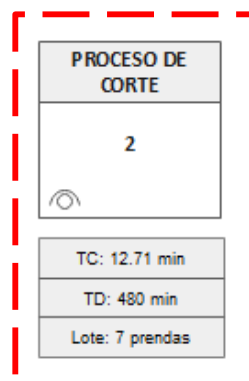


**Figura 41** Flujo de materia prima (rollos) hacia la empresa

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se procedió a graficar los procesos que conforman el sistema de producción siendo el corte, confección y acabado. Los tiempos ciclos calculados para el proceso de confección fue a través de la toma de muestra (Anexo 18) según la cantidad hallada para la población de 237 pijamas (Anexo 8) y a su vez se detallan en el DAP, además de los tiempos de los procesos corte y acabado. (Anexo 20)

El lote de producción que fluye a través del sistema productivo es de 15 pijamas o prendas.



**Figura 42** Proceso de corte de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el proceso de corte de las pijamas hipoalergénicas se realiza de siete en siete (cada capa tendida equivale a una pijama), debido que la tela tiende a resbalarse cuando se coloca capas superiores a siete dificultando el corte. El número de tendidas máximas y óptimas lo lograron definir por la experiencia conseguida desde que iniciaron con la confección con ese tipo de tela y la cantidad de trabajadores del proceso es de dos. Por ende, para obtener el tiempo ciclo unitario se dividió el tiempo total entre siete prendas (una pijama equivale a siete piezas).

Tiempo total de corte	Cantidad de pijamas	Tiempo ciclo unitario
88.98 minutos	7	12.71 min / pijama

Del mismo modo se colocó los tiempos ciclos del proceso de confección por cada operación que incluye. Se realizó el detalle a profundidad debido que es el proceso donde se hallaron los desperdicios. Para un mejor entendimiento se agrupo operaciones como se visualiza en la siguiente tabla 4:

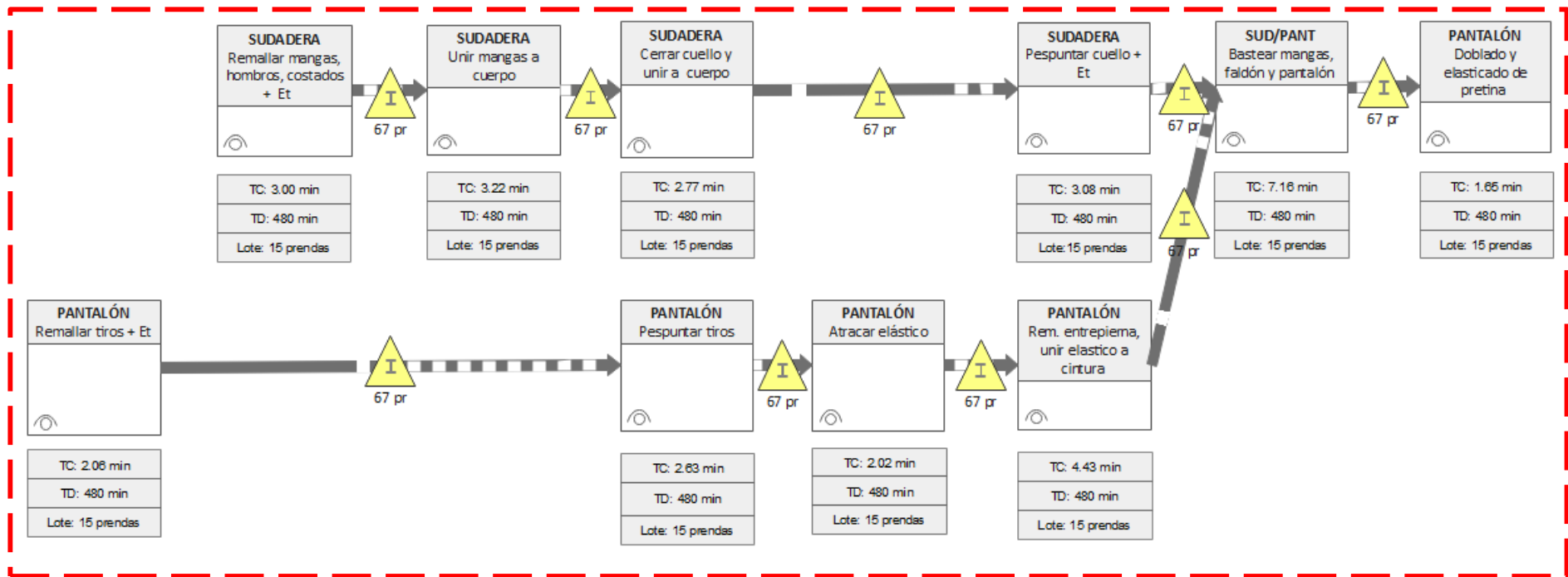
<b>PANTALÓN</b>	Remallar tiros + pegado de etiqueta	Remallar tiro delantero fijado	0.99	<b>2.06</b>
		Remallar tiro posterior fijado + pegado de etiqueta	0.91	
		Trasladar de remalladora a recta	0.17	
<b>SUDADERA</b>	Remallar partes	Remallar manga Der. Fijada	0.53	<b>3.00</b>
		Remallar manga lzq. Fijada	0.48	
		Remallar hombros LD +LI fijado	0.67	
		Remallar costados fijados + pegado de etiqueta (LI)	1.32	
	Ensamblar mangas	Unir mangas Der. + lzq. a cuerpo	3.22	<b>3.22</b>
	Ensamblar cuello	Cerrar cuello	0.66	<b>2.77</b>
		Unir cuello a cuerpo	1.93	
		Traslado hacia la máquina Recta	0.18	
<b>PANTALÓN</b>	Pespuntar tiro	Pespunte tiro delantero	1.37	<b>2.63</b>
		Pespunte tiro posterior	1.26	
	Atracar elástico	Atracar elástico	1.86	<b>2.02</b>
		Traslado de recta a Remalladora	0.17	
<b>POLERA</b>	Pespuntar cuello	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta	2.62	<b>3.08</b>
		Traslado de recta a recubridora	0.47	
<b>PANTALÓN</b>	Ensamblar pierna	Remallar tiro de entrepierna	1.98	<b>4.43</b>
		Remallar bordes de elastico + cintura	2.02	
		Traslado de remalladora a recubridora	0.43	
<b>SUDADERA Y PANTALÓN</b>	Bastear sudadera y pantalon	Doblado y basta de manga Der.	0.83	<b>7.16</b>
		Doblado y basta de manga lzq.	0.86	
		Doblado y basta de faldón	1.93	
		Voletar sudadera	0.18	
		Trasladar de recubridora a multiaguja	0.62	
		Doblado y basta de pantalón	1.92	
		Voletar pantalón	0.19	
Trasladar de recubridora a multiaguja	0.63			
<b>PANTALÓN</b>	Elasticar pretina	Doblado y elasticado de pretina	1.52	<b>1.65</b>
		Trasladar pantalón a acabados	0.13	

**Tabla 4** Agrupación de operaciones del proceso de confección

Fuente: Elaboración propia

En este proceso se cuenta con dos trabajadores que realizan secuencial o paralelamente las operaciones según las habilidades que cuentan. El lote de producción que fluye por el proceso es de 15 pijama.

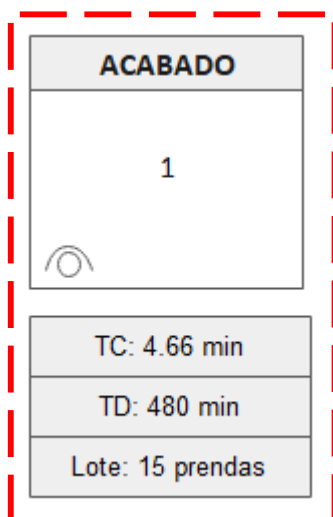
El tiempo ciclo del proceso es de 26.32 min, tiempo que demora en pasar una pijama por el proceso de confección.



**Figura 43** Proceso de confección detallado por operaciones de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

Como último proceso es el acabado con un tiempo ciclo de 4.66 minutos por pijama en lote de producción de 15 unidades con un solo trabajador. (Figura 44)

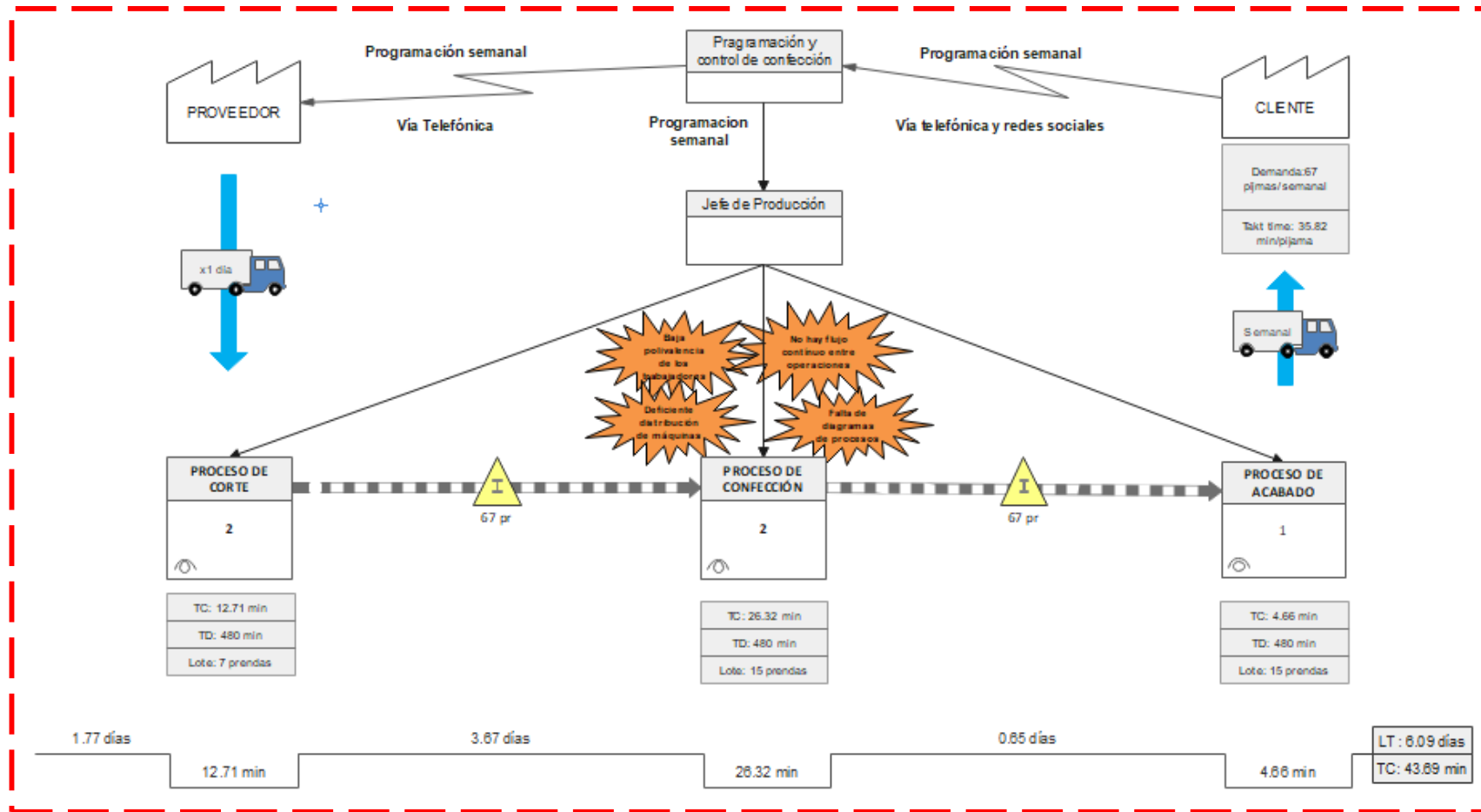


**Figura 44** Proceso de acabado de pijamas hipoalérgicas

*Fuente: Elaboración propia*

Como paso siguiente, se procedió hallar los inventarios y graficarlos entre los procesos correspondientes e igualmente entre operaciones como se visualiza (Figura 45)






**Figura 45** Cantidad de inventarios entre procesos y entre operaciones del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los tiempos ciclos de cada proceso y operaciones, las cantidades de inventarios encontrados en proceso y la secuencia del proceso productivo se determinó los tiempos que agregan y no agregan valor colocándolos en la escalera, teniendo en cuenta que en la parte superior de los escalones se coloca los tiempos que no agregan valor y en la parte inferior los que agregan valor. Considerar que los tiempos que si agregan valor son los tiempos ciclos de cada proceso y los tiempos mayores en los casos que se realicen operaciones en paralelo. Y, respecto a los tiempos que no agregan valor es la permanencia de los inventarios en el proceso que le toma a las 67 pijamas en convertirse en productos terminados. A continuación, se detalla cómo se realizaron los cálculos para obtener el tiempo de permanencia haciendo uso del formato de Hoja de Registro de tiempo de permanencia de inventario perteneciente a la hoja de registro del primer indicador de la variable independiente. (Figura 46)

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE INVENTARIO					
	Fecha de producción	7/09/2020		N° Hoja	1
	Cantidad de lote (prendas)	67			
Elaborado por	Indicador	$TP = \frac{S \times TCs}{TD}$			
Jair Aguilar Gonzales		<small>TP: Tiempo de permanencia en días.            S : Stockde permanencia frente a cada operación (prendas)            TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado.            TD: Tiempo total disponible para la producción minutos al día</small>			
Jennifer Berrospi Garay					
Procesos	Cantidad de inventario (unidades)	Tiempo ciclo del proceso siguiente (min)	Tiempo total disponible diario disponible (min)	Tiempo de permanencia (días)	
Corte	67	12.71	480	1.77	
Confección	67	26.32	480	3.67	
Acabado y empaque	67	4.66	480	0.65	
<b>TOTAL (días)</b>				<b>6.09</b>	

**Figura 46** Hoja de registro de tiempo de permanencia de inventario del proceso de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al primer proceso de corte se debe considerar que por cada 2 metros de tela equivale a una pijama, el inventario a ingresar en el proceso de corte se encuentra en rollos de tela con un total de 134 metros a tender para realizar los cortes de piezas para 67 pijamas, por ello se colocó el equivalente en cantidades de pijamas (67 unidades).

Para culminar se graficaron a través de unos relámpagos los desperdicios encontrados en el proceso de confección que fueron considerados como eventos de mejoras.

Por consiguiente, el gráfico del Mapa de Valor Actual de proceso productivo quedó como muestra la figura 47.

El resumen de los datos se muestra en la siguiente tabla 5

Proceso	VA (min)	NVA (días)
	Tiempo ciclo	Tiempo de permanencia
Corte	12.71	1.77
Confección	26.32	3.67
Acabado	4.66	0.65
<b>Total</b>	<b>43.69</b>	<b>6.09</b>

**Tabla 5** Resumen de tiempos ciclos y lead time o tiempo de permanencia de cada proceso

*Fuente: Elaboración propia*

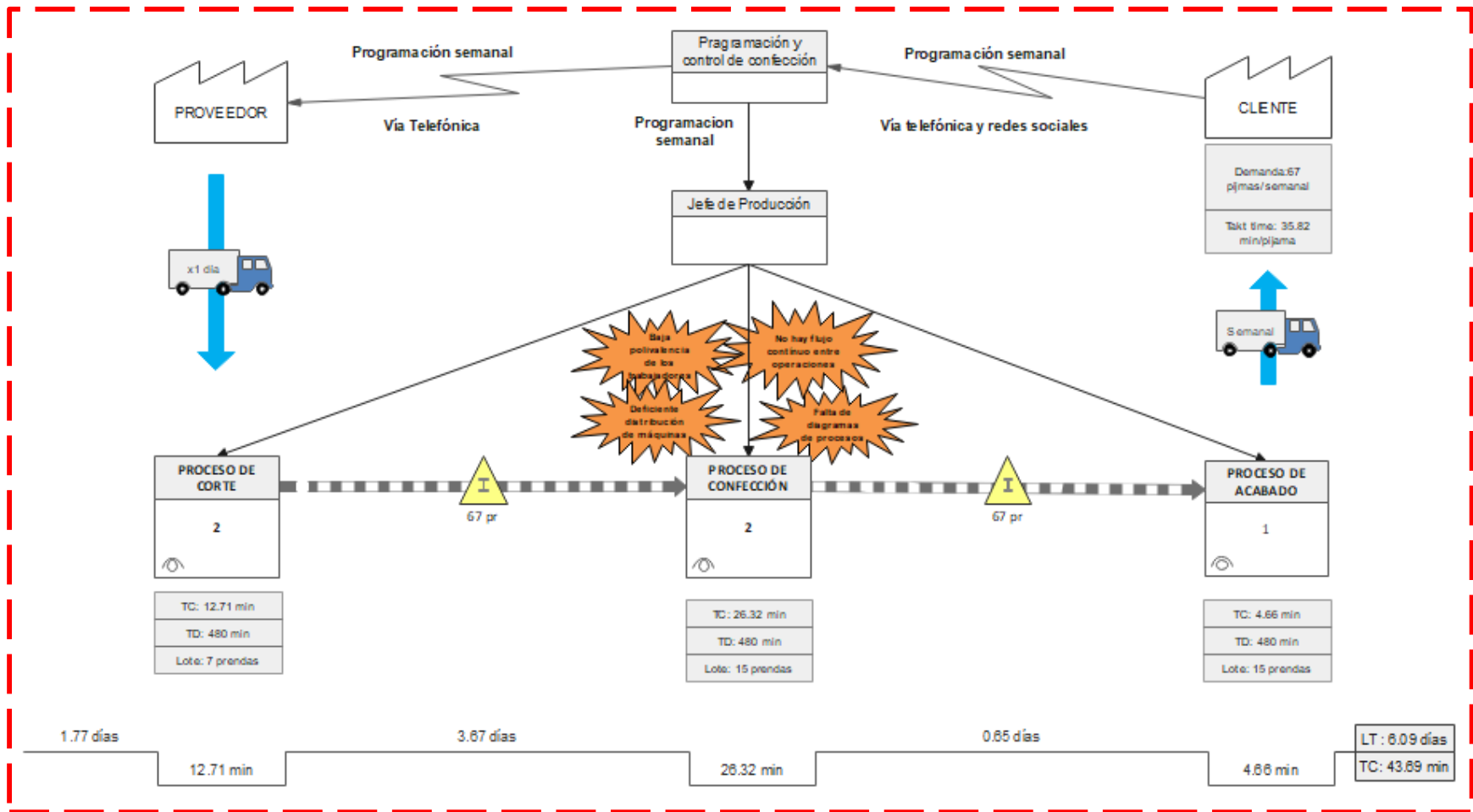


Figura 47 Mapa de Flujo de Valor de la pijama hipoalérgica

Fuente: Elaboración propia

La herramienta gráfica VSM nos permitió comprender la situación actual reafirmando el análisis descrito en la primera parte de la investigación (Introducción), comprendiendo como los desperdicios elevan el tiempo ciclo en el proceso de confección tanto como el tiempo de permanencia o lead time e incumpliendo con los plazos establecidos con una demora de 0.15 días que perjudicaba la confección de la próxima semana generando demoras en las entregas e insatisfacción al cliente.

Ahora bien, con respecto al VSM de la confección de shorts deportivos con tapa se realizó el mismo procedimiento como el de la pijama hipoalergénica. El paso a paso se encuentra en el Anexo 23 y el resultado del gráfico del Mapa de Flujo de Valor en la figura 48.

El proceso productivo de la confección de shorts cuenta con el proceso de corte, confección, estampado y acabado. La solicitud de pedidos se realiza de manera quincenal con un promedio de 320 shorts y tiempo de entrega pactado con el cliente de 10 días.

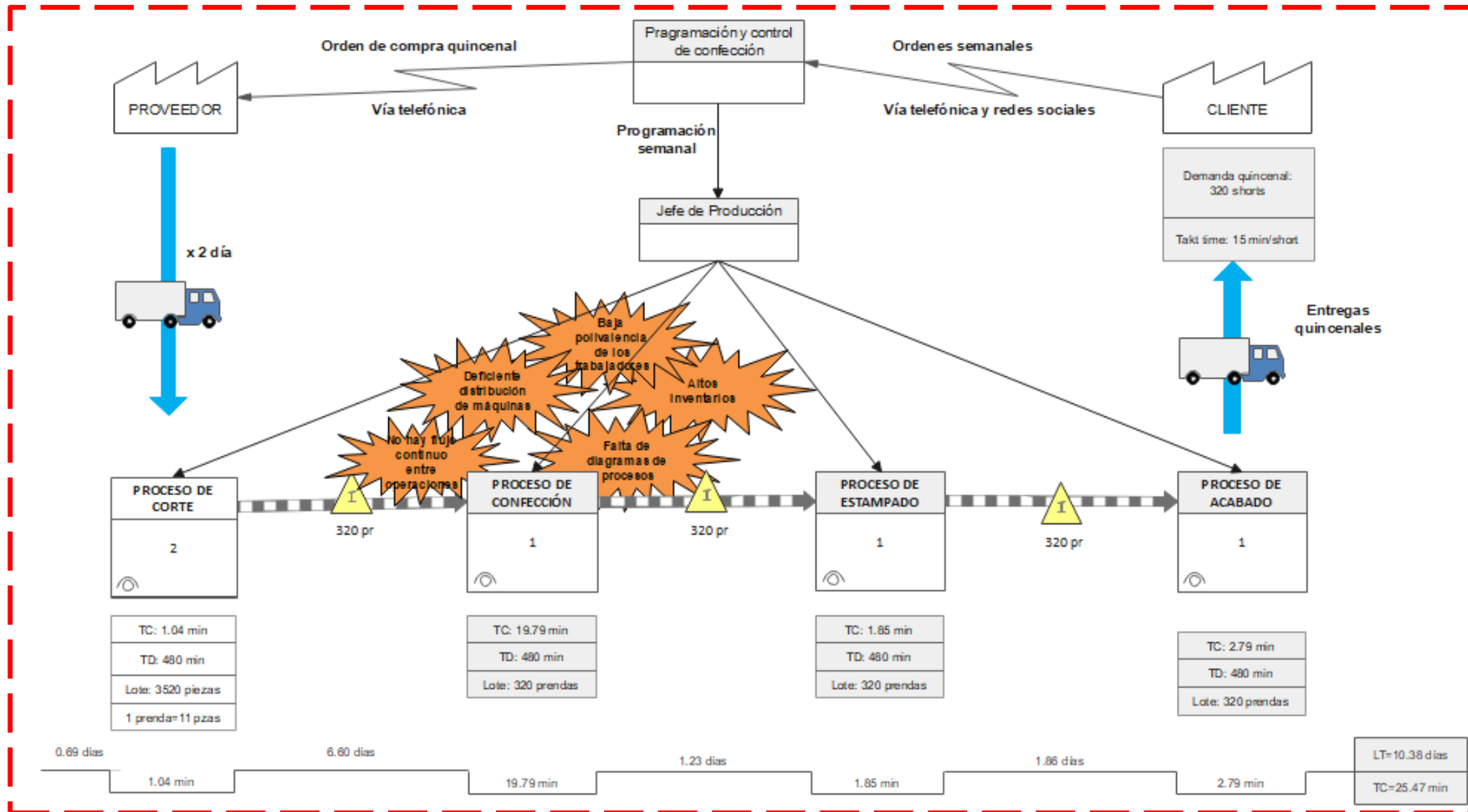
Con respecto a los problemas hallados se hace referencia a los lotes de producción que se procesan en su totalidad de una operación a otra, por ello es necesario que para pasar a la siguiente operación se culmine todo el lote de producción demandado.

A continuación, se encuentra el resumen de los datos calculados (tabla 6).

Proceso	VA (min)	NVA (días)
	Tiempo ciclo	Tiempo de permanencia
Corte	1.04	0.69
Confección	10.21	6.60
Estampado	1.85	1.23
Acabado	2.79	1.86
<b>Total</b>	<b>15.89</b>	<b>10.38</b>

**Tabla 6** Resumen de tiempos ciclos y lead tome o tiempo de permanencia de cada proceso

*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 48** Mapa de Flujo de Valor del short deportivo con tapa

Fuente: Elaboración propia

## Índice de Desempeño del Layout

A continuación, se analizó la distribución de las máquinas como se bien se identificó en las causas raíces que formaba parte de los problemas de productividad. En este proceso se analizó las relaciones cualitativas y cuantitativas tanto de las adyacencias entre las máquinas y la cantidad de intensidades de transportes totales entre las mismas apoyados de layout actual del área de confección (Anexo 24)

### Pijamas hipoalergénicas

Por tanto, como **primer paso** se realizó la identificación de los centros de actividad siendo para la investigación presente los tipos de máquinas distribuidos en el área de confección (Figura 49). Procederemos a mencionarlas en la siguiente lista.

N°	Máquina
1	Recta
2	Remalladora
3	Multiagujas
4	Recubridora

**Figura 49** Identificación de máquinas del proceso de confección de pijamas

*Fuente: Elaboración propia*

Una vez identificados las máquinas del área de confección se procedió a desarrollar la matriz cuadrada de intensidades de transportes parciales que son la cantidad promedio de material, productos semi-terminados o inventario desde una máquina hacia otra, contabilizándose bidireccionalmente las cantidades que se transfieren entre ellos. Por lo tanto, para la confección de la pijama se consideró como promedio la confección de 67 prendas semanales y se analizó las cantidades de materiales que se trasladaban de una máquina hacia otra. La matriz se denomina **Matriz t.** (Figura 50)

	1	2	3	4
1	0	67	0	67
2	134	0	0	67
3	0	0	0	0
4	0	0	67	0

**Figura 50** Matriz t – identificación de intensidades de transporte entre máquinas o centros de actividad

Fuente: Elaboración propia

Seguido de la identificación de intensidades de transportes se realizó la **Matriz T** (Figura 51) que es el desarrollo de una matriz triangular no orientada de las intensidades de transporte totales siguiendo la ecuación siguiente  $T_{ji} = t_{ij} + t_{ji}$ .

Por lo tanto, la matriz quedó con las siguientes cantidades.

	1	2	3	4
1	0	201	0	67
2	0	0	0	67
3	0	0	0	67
4	0	0	0	0

**Figura 51** Matriz T-Matriz triangular no orientada de las intensidades de transportes

Fuente: Elaboración propia

El **segundo paso** fue la identificación de las relaciones cualitativas de adyacencia ideales entre las máquinas, por tal motivo se procedió con la selección de trabajadores con mayor experiencia en el proceso de confección para que formen parte del estudio, siendo elegidos cinco trabajadores que fueron denominados Experto 1, Experto 2, Experto 3, Experto 4 y Experto 5. Se generó una tabla (Tabla 7) que reunió los datos cualitativos de la contigüidad que fue elaborado por medio de la tabla que relaciona la escala ordinal con la descripción del nivel de adyacencia y el valor cuantitativo referente a la escala, que fue mencionada en la Figura 34.



Centros de actividad		Relaciones ideales de adyacencia					Moda	Rij	Justificación
i	j	E1	E2	E3	E4	E5			
1	2	E	E	I	I	E	E	10	Actividades con flujo directo
1	3	N	D	D	N	N	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
1	4	I	I	E	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
2	1	E	E	I	I	E	E	10	Actividades con flujo directo
2	3	D	O	O	D	D	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
2	4	O	O	D	O	D	O	2	Cuenta con flujo en una sola dirección
3	1	N	D	N	N	D	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
3	2	D	D	D	D	D	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
3	4	I	O	D	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
4	1	O	O	O	D	D	O	2	Cuenta con flujo en una sola dirección
4	2	I	O	O	O	I	O	2	Cuenta con flujo en una sola dirección
4	3	E	I	E	I	I	I	5	Flujo medio de actividades

**Tabla 7** Calificación de los expertos basados en la adyacencia de las máquinas

Fuente: Elaboración propia

Los valores encontrados en función a las relaciones de adyacencia fueron colocados en la **Matriz R** (Figura 52) como parte del procedimiento.

<b>Matriz R =</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>1</b>	0	10	-10	5
	<b>2</b>	10	0	0	2
	<b>3</b>	-10	0	0	5
	<b>4</b>	2	2	5	0

**Figura 52** Matriz R – Calificación cualitativa de la relación de adyacencia de las intensidades de transportes

Fuente: Elaboración propia

El **tercer paso** es calificar las relaciones de adyacencia de la disposición actual de las máquinas asignando uno (1) si son adyacentes y cero (0) si no lo son. Esta calificación se realiza a través de la observación directa en el área.

**Matriz X =**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	0	1	1	0
<b>2</b>	1	0	0	0
<b>3</b>	1	0	0	0
<b>4</b>	0	0	0	0

**Figura 53** Matriz X – Relaciones de adyacencia entre máquinas

Fuente: Elaboración propia

Es **cuarto paso** fue la importancia relativa ( $\alpha = \alpha$ ) que se le asignó a los criterios cuantitativos haciendo referencia a las IT (intensidades de transporte) versus los criterios cualitativos que están en función a la experticia de los trabajadores seleccionados para calificar la adyacencia de máquinas desde su perspectiva.

Por ende, se le asignó a alpha el valor de 0.75 a los criterios cuantitativos versus los criterios cualitativos que es la diferencia restante

Criterio	Alpha
Cuantitativo	<b>0.75</b>
Cualitativo	<b>0.25</b>
<b>Total</b>	<b>1</b>

Una vez calculado los datos necesarios para aplicar las fórmulas, como **quinto paso** fue hallar el IDL, que se encuentra formulado por dos índices que previamente fueron halladas. El primer índice fue el IFO y se muestra el cálculo realizado. (Figura 54)

$$If_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (T_{ij} \cdot X_{ij})}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n T_{ij}} \cdot 100 \quad (2)$$

<b>i</b>	<b>j</b>	<b>Tij</b>	<b>Xij</b>	<b>Tij x Xij</b>	<b>IFO</b>
1	2	201	1	201	<b>50.00%</b>
1	3	0	1	0	
1	4	67	0	0	
2	1	0	1	0	
2	3	67	0	0	
2	4	0	1	0	
3	1	0	1	0	
3	2	0	0	0	
3	4	67	0	0	
4	1	0	0	0	
4	2	0	1	0	
4	3	0	0	0	
<b>Total</b>		<b>402</b>		<b>201</b>	

**Figura 54** Cálculos del Índice de Flujo Operativo (IFO)

Fuente: Elaboración propia

El segundo índice se calculó de la siguiente manera. (Figura 54)

$$Ifs = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (R_{ij} \cdot X_{ij})}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R_{ij}} \cdot 100 \quad (3)$$

i	j	Rij	Xij	Rij x Xij	IFS
1	2	10	1	10	0.00%
1	3	-10	1	-10	
1	4	5	0	0	
2	1	10	1	10	
2	3	0	0	0	
2	4	2	0	0	
3	1	-10	1	-10	
3	2	0	0	0	
3	4	5	0	0	
4	1	2	0	0	
4	2	2	0	0	
4	3	5	0	0	
<b>Total</b>		<b>21</b>		<b>0</b>	

**Figura 55** Cálculos del Índice de Relaciones Subjetivas (IFS)

Fuente: Elaboración propia

Por último, se calculó el IDL. (Figura 56)

$$IDL = \frac{\alpha \cdot Ifo + (1-\alpha) \cdot Ifs}{100} \quad (1)$$

Alpha	Suplemento	IFO	IFS	IDL
$\alpha$	$\alpha-1$	50.00%	0.00%	37.50%
0.75	0.25			

**Figura 56** Cálculo del Índice de Desempeño de Layout de la distribución espacial del proceso de confección de pijamas

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, respecto al índice de flujo operativo (IFO) se obtuvo el valor de 50.00% reflejando que la distribución espacial actual estaba alejada del escenario óptimo por 50.00% sin poder cumplir el principio de circulación ni de la mínima distancia posible, evidenciando que es posible realizar mejoras en el layout actual del área de confección.

Por otro lado, el IFS el valor obtenido fue de 0.00% confirmando que el layout actual se encuentra alejado del ordenamiento ideal, resultado que fue establecido por los cinco expertos que calificaron las relaciones de adyacencia ideales. Se pudo comprender que la distribución del layout actual se encuentra en un escenario desfavorable por la no adyacencia entre las máquinas dificultando el flujo continuo del proceso de confección de las pijamas hipoalergénicas.

Es por tal motivo que el Índice de Desempeño del Layout se obtuvo un valor de 37.50% lo cual permitió identificar oportunidades de mejora en el (100%-37.50%) 62.50% restante hacia el escenario ideal. Frente a esta situación la redistribución de las máquinas es inminente, aprovechando al máximo el espacio disponible que garantice un mejor flujo continuo del proceso productivo.

### Shorts deportivos con tapa

El mismo procedimiento se realizó para calcular el Índice de Desempeño del Layout y verificar el estado actual de la distribución de máquinas como se detalla en el Anexo 25.

Se obtuvo como resultado 12.5% del IDL (Figura 57)

Alpha	Suplemento	IFO	IFS	IDL
$\alpha$	$\alpha-1$	16.67%	0.00%	12.50%
0.75	0.25			

**Figura 57** Cálculo del Índice de Desempeño de Layout de la distribución espacial del proceso de confección de shorts

*Fuente: Elaboración propia*

En conclusión, respecto al IFO se obtuvo el valor de 16.67% lo cual demostró que las intensidades de transporte que se transferían entre máquinas fueron significativas, pero no se encuentran contiguas incumpliendo el principio de circulación y la mínima distancia posible, brindando la posibilidad de 83.33% de mejoras en la redistribución de máquinas que permita llegar al escenario ideal y óptimo.


Respecto al valor obtenido del IFS fue 0% evidenciando que la calificación de los expertos en función a la importancia de adyacencia entre máquinas, no coincide con la distribución actual del layout resultando un escenario desfavorable, pero con un 100% de reservas de mejoras.

Por consiguiente, el IDL fue de 12.50% reflejando el alejamiento por 87.50% del escenario ideal y óptimo, dando prioridad a la redistribución espacial para aproximarse el escenario más favorable que aumente la productividad.

### Polivalencia de los trabajadores-pijamas

Lo siguiente fue analizar la información obtenida de las habilidades de los trabajadores respecto a las operaciones que dominan y han sido asignadas para evaluar la polivalencia o polifuncionalidad de cada uno.

En primer lugar, se verificó las operaciones del proceso de confección de las pijamas mediante la Hoja de Registro de Matriz de Polivalencia, dando los siguientes resultados (Figura 58).

 <b>MATRIZ DE POLIVALENCIA</b>												Fecha	10/12/2020	
												Leyenda	1	Versátil
													0	No versátil
													0.5	En entrenamiento
Elaborado por		Jair Aquilar Gonzales Jennifer Berrospi Garay										Total	Cantidad de operaciones	Polivalencia
N° de trabajadores		2												
Proceso		Célula												
Nombre del proceso o célula		Proceso de confección pijama												
N°	Nombre del trabajador	Remillar tiros y pegar etiqueta	Remillar mangas, hombro y costados	Unir mangas a cuerpo	Cerrar cuello y ensamblar cuerpo	Pespuntar tiros	Atracar elástico	Pespuntar cuello-pegado etiqueta	Bastear mangas, faldon y pantalon	Remillar entrepierna y pegado elástico	Doblar y elasticado de pretina			
1	Trabajador C	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	6	10	60%
2	Trabajador D	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	4	10	40%
3												0	10	0%
4												0	10	0%
5												0	10	0%
6												0	10	0%
7												0	10	0%
8												0	10	0%
9												0	10	0%
10												0	10	0%
												Promedio	24%	

**Figura 58** Matriz de polivalencia del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

Se pudo observar que el Trabajador C tiene mayor conocimiento y habilidades para dominar más operaciones con 60% de tasa de polivalencia con respecto al

Trabajador D que tiene la habilidad de dominar cuatro de diez operaciones del proceso de confección de las pijamas.

	Total por trabajador	Polivalencia	Promedio ponderado
			60% X 40%
Trabajador C	6	60%	<b>24%</b>
Trabajador D	4	40%	

**Figura 59** Cálculo del promedio ponderado de polivalencia en el proceso de confección de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

Cada trabajador tiene experticia para poder desarrollar cada operación de manera eficiente y con calidad. El promedio ponderado de la tasa polivalencia del sistema de producción es de 24% (Figura 58), dando la posibilidad de mejorar un 76% y lograr la polifuncionalidad deseada, pero cabe recalcar que el aprendizaje de las operaciones que no dominan toma tiempo y está condicionado por el nivel de producción que cuenta la empresa, dificultando el aprendizaje de todas las operaciones, por lo que se analizó el proceso y mediante la redistribución se pudo identificar cuáles serían las operaciones que deberían aprender y reforzar para generar mejor flujo continuo.

También se analizó la polifuncionalidad del proceso de confección de los shorts deportivos integrados igualmente por dos trabajadores que realizan las operaciones según la asignación y habilidades que presentan. Los resultados se presentan en la siguiente figura 60.

MATRIZ DE POLIVALENCIA													Fecha	10/12/2020	
													Legenda	1	Versátil
														0	No versátil
														0.5	En entrenamiento
													Total	Cantidad de operaciones	Polivalencia
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales														
N° de trabajadores	Jennifer Berrospi Garay														
Proceso	Célula														
Nombre del proceso o célula	Proceso de confección shorts														
N°	Nombre del trabajador	Cerrar preña	Atrazar elástico	Remallar tiros	Armado de bolsillos-unir bolsillo al delantero	Doblar y bastear de bolsillo tapa	Pespuntar tiros y fijar bolsillos	Unir bolsillo a posterior derecho	Cerrar costados y entrepierna	Unir elástico embolsado-preña a cuerpo	Elasticar preña	Bastear	Total	Cantidad de operaciones	Polivalencia
1	Trabajador A	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	7	11	64%
2	Trabajador B	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8	11	73%
3													0	11	0%
4													0	11	0%
5													0	11	0%
6													0	11	0%
7													0	11	0%
8													0	11	0%
9													0	11	0%
10													0	11	0%
													Promedio	46%	

**Figura 60** Matriz de polivalencia del proceso de confección de short deportivos con tapa

Fuente: Elaboración propia

Se observó que en este proceso los trabajadores tienen similares conocimientos en las operaciones, resultando (Figura 61) un 64% para el Trabajador A y 73% para el Trabajador B, por tanto en conjunto el promedio ponderado es de 46%, abriendo la posibilidad de mejora en un 54%, lo cual permitirá contar a la empresa con trabajadores de múltiples funciones que puedan adaptarse a los cambios o situaciones laborales, por ejemplo si llegara a faltar alguien puede llegar a suplir las operaciones que eran su responsabilidad.

Trabajador	Total por trabajador	Polivalencia	Promedio ponderado
			64% X 73%
Trabajador A	7	64%	<b>46%</b>
Trabajador B	8	73%	

**Figura 61** Cálculo del promedio ponderado de polivalencia en el proceso de confección de shorts deportivos con tapa

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidos los índices de la variable independiente se procedió hacer un resumen de la información obtenida (Figura 62).



CONCEPTO		PIJAMAS HIPOALERGÉNICAS		SHORTS DEPORTIVOS CON TAPA	
		Valor	Unidades	Valor	Unidades
Lote de producción		67	pijamas	320	shorts
Tiempo disponible		480	minutos	480	minutos
Takt time		35.82	min/pijama	15	min/short
Tiempo ciclo	Proceso de corte	12.71	min/pijama	1.04	min/short
	Proceso de confección	26.32	min/pijama	19.79	min/short
	Proceso de estampado	-	-	1.85	min/short
	Proceso de acabado	4.66	min/pijama	2.79	min/short
	<b>Total</b>	<b>43.69</b>	min/pijama	<b>25.47</b>	min/short
Lead Time		6.09	días	10.38	días
IDL		37.5	porcentaje	13	porcentaje
Tasa de polivalencia		24	porcentaje	46	porcentaje

*Figura 62 Resumen de información y cálculos realizados de la variable independiente*

*Fuente: Elaboración propia*

Procedimos posteriormente analizar la **variable dependiente PRODUCTIVIDAD** y las dimensiones que lo conforman.

### **Pijamas hipoalergénicas**

En primera instancia, de las muestras analizadas recogimos los datos de producción diaria que estuvo dando según el avance de la confección de las pijamas y las correcciones de defectos encontradas en el proceso de inspección que eran reprocesadas para culminar y no permitir acumularse al día siguiente, por ende se tomó el tiempo total de producción diaria que sobrepasaba el tiempo disponible que era de 480 minutos (8 horas) acumulando tiempos de sobretiempo.

Con respecto al valor de la producción esperada se calculó según la demanda del cliente siendo un total de 202 prendas en 15 días considerando el tiempo disponible de 8 horas, se esperó producir 1.68 prendas por hora.

Por consiguiente, la eficiencia obtenida se presenta en la siguiente tabla que muestra las prendas realizadas en un tiempo determinado:

Día	Fecha	Prendas	Tiempo disponible (horas)	Producción real (prendas/hora)
LUNES	7/09/2020	13	10.3	1.26
MARTES	8/09/2020	12	10.1	1.19
MIÉRCOLES	9/09/2020	14	10.5	1.33
JUEVES	10/09/2020	12	9.4	1.28
VIERNES	11/09/2020	14	10.8	1.30
LUNES	14/09/2020	13	10.3	1.26
MARTES	15/09/2020	13	10.1	1.29
MIÉRCOLES	16/09/2020	15	11.4	1.32
JUEVES	17/09/2020	14	10.2	1.37
VIERNES	18/09/2020	14	9.5	1.47
LUNES	21/09/2020	15	11.1	1.35
MARTES	22/09/2020	13	10.2	1.27
MIÉRCOLES	23/09/2020	12	10.8	1.11
JUEVES	24/09/2020	14	11.3	1.24
VIERNES	25/09/2020	14	10.3	1.36
<b>Total</b>		<b>202</b>	<b>Promedio</b>	<b>1.29</b>

**Tabla 8** Producción real obtenida del análisis de tres órdenes de producción

*Fuente: Elaboración propia*


Con respecto a la eficacia del proceso se obtuvo analizando la información recolectada de los defectos hallados en el total de muestras analizadas (202 pijamas) lo cual permitió cuantificar el total de prendas que salieron a la primera sin defectos. Estos defectos en su mayoría se presentaban en las últimas prendas por confeccionar por querer cumplir el trabajo en el tiempo establecido que es las ocho horas de trabajos efectivas. Cabe recalcar que hubo solamente dos días que lograron conseguir cero defectos, pero de todos modos terminaron fuera del tiempo debido que apoyaron en algunas operaciones a la otra línea de producción de shorts deportivos. Por tanto, los datos registrados fueron los que se muestran a continuación en la tabla 9:

Día	Fecha	Prendas	Prendas sin defectos a la primera	Cantidad de defectos
LUNES	7/09/2020	13	10	4
MARTES	8/09/2020	12	10	2
MIÉRCOLES	9/09/2020	14	13	4
JUEVES	10/09/2020	12	12	0
VIERNES	11/09/2020	14	12	5
LUNES	14/09/2020	13	12	3
MARTES	15/09/2020	13	11	3
MIÉRCOLES	16/09/2020	15	12	2
JUEVES	17/09/2020	14	12	2
VIERNES	18/09/2020	14	11	2
LUNES	21/09/2020	15	13	4
MARTES	22/09/2020	13	11	3
MIÉRCOLES	23/09/2020	12	12	0
JUEVES	24/09/2020	14	12	2
VIERNES	25/09/2020	14	10	4
<b>Total</b>		<b>202</b>	<b>Total</b>	<b>40.00</b>

**Tabla 9** Cantidad de pijamas producidas a la primera y cantidad de defectos encontrados

*Fuente: Elaboración propia*

Por último, se trasladó la información a la Hoja de Registro de eficiencia, eficacia y productividad, donde la eficiencia promedio total del proceso fue de 77.00% con un margen del 33.00% para mejorar, donde se hallan las posibles reducciones de tiempo mediante la redistribución de las máquinas acortando los traslados y mejorando el flujo continuo con el fin de perfeccionar la calidad de los productos al reducir los tiempos en los reprocesos y en lo posible de evitarlos, para poder mejorar la eficacia del proceso que fue de 85.90%. En consecuencia, la productividad del proceso fue de 66.14% relativamente considerable pero no el ideal dado que se tuvieron tiempos extras por los reprocesos generados por los hallazgos de defectos en las prendas y los apoyos hacia la otra línea de producción (Figura 63).

HOJA DE REGISTRO DE EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD								
		Producto	Pijamas hipoalergénicas		Hoja	1		
Indicadores		Indice						
Eficiencia		$EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ EL: Eficiencia de línea (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)						
Elabora por		$EFI = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ EFI: Eficacia de línea (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)						
Jair Aguilar Gonzales		Eficacia						
Jennifer Berrospi Garay		Productividad						
Fecha		Productividad= Eficiencia X Eficacia						
Mes	Fecha	Producción real obtenida	Producción esperada	Cantidad de prendas sin defectos	Total de prendas confeccionadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Setiembre	7/09/2020	1.26	1.68	10	13	75.13%	76.92%	57.79%
	8/09/2020	1.19	1.68	10	12	70.72%	83.33%	58.93%
	9/09/2020	1.33	1.68	13	14	79.37%	92.86%	73.70%
	10/09/2020	1.28	1.68	12	12	75.99%	100.00%	75.99%
	11/09/2020	1.30	1.68	12	14	77.16%	85.71%	66.14%
	14/09/2020	1.26	1.68	12	13	75.13%	92.31%	69.35%
	15/09/2020	1.29	1.68	11	13	76.61%	84.62%	64.83%
	16/09/2020	1.32	1.68	12	15	78.32%	80.00%	62.66%
	17/09/2020	1.37	1.68	12	14	81.70%	85.71%	70.03%
	18/09/2020	1.47	1.68	11	14	87.72%	78.57%	68.92%
	21/09/2020	1.35	1.68	13	15	80.44%	86.67%	69.71%
	22/09/2020	1.27	1.68	11	13	75.86%	84.62%	64.19%
	23/09/2020	1.11	1.68	12	12	66.14%	100.00%	66.14%
	24/09/2020	1.24	1.68	12	14	73.75%	85.71%	63.21%
25/09/2020	1.36	1.68	10	14	80.91%	71.43%	57.79%	
<b>TOTAL</b>						<b>77.00%</b>	<b>85.90%</b>	<b>66.14%</b>

**Figura 63** Hoja de registro de eficiencia, eficacia y productividad de las pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

### Shorts deportivos con tapa

Respecto al análisis de la productividad de los shorts deportivos se analizó del mismo modo que las pijamas hipoalergénicas, tomando como referencia la demanda de clientes para los cuatro lotes analizados siendo un total de 1339 prendas en 40 días, por tanto la producción esperada fue de 4.18 prendas por hora (imagen 64).

Fecha de producción	Prendas	Prendas/día	Producción esperada (prendas/hora)	Tiempo disponible (horas)
5/10/2020	320	33.48	4.18	97.80
19/10/2020	340			95.20
2/11/2020	333			92.60
16/11/2020	346			92.80
<b>Total</b>	<b>1339</b>			

**Figura 64** Análisis de la producción esperada por orden de producción de los shorts deportivos con tapa

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la producción real obtenida para los 40 días de análisis fue la siguiente (Tabla 10).

Fecha de producción	Prendas	Prendas/día	Producción esperada (prendas/hora)	Tiempo disponible (horas)	Producción real (prendas/hora)
5/10/2020	320	33.48	4.18	97.80	3.27
19/10/2020	340			95.20	3.57
2/11/2020	333			92.60	3.60
16/11/2020	346			92.80	3.73
<b>Total</b>	<b>1339</b>				

**Tabla 10** Producción real obtenida del análisis de tres órdenes de producción

Fuente: Elaboración propia


También, se recolectó la cantidad de defectos que se hallaron en los 40 días de producción analizados, obteniendo como resultado un total de 131 defectos que equivale al 9.78% de 1339 shorts (Tabla 11).

Fecha de producción	Prendas	Prendas sin defectos a la primera	Cantidad de defectos
5/10/2020	320	293.00	34.00
19/10/2020	340	305.00	32.00
2/11/2020	333	307.00	36.00
16/11/2020	346	328.00	29.00
<b>Total</b>	<b>1339</b>		

**Tabla 11** Cantidad de shorts producidos a la primera y cantidad de defectos encontrados

Fuente: Elaboración propia

La información se trasladó la Hoja de Registro para poder obtener la productividad como lo muestra la siguiente figura 65.

HOJA DE REGISTRO DE EFICIENCIA, EFICACIA Y PRODUCTIVIDAD								
		Producto	Shorts deportivos con tapa		Hoja	1		
Elabora por		Indicadores		Indice				
Jair Aguilar Gonzales		Eficiencia		$EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ EL: Eficiencia de línea (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)				
Jennifer Berrospi Garay		Eficacia		$EFI = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ EFI: Eficacia de línea (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)				
Fecha		Productividad		Productividad= Eficiencia X Eficacia				
Mes	Fecha	Producción real obtenida	Producción esperada	Cantidad de prendas sin defectos	Total de prendas confeccionadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Octubre	5/10/2020	3.27	4.18	293.00	320	78.28%	91.56%	71.67%
	19/10/2020	3.57	4.18	305.00	340	85.44%	89.71%	76.65%
Noviembre	2/11/2020	3.60	4.18	307.00	333	86.03%	92.19%	79.31%
	16/11/2020	3.73	4.18	328.00	346	89.20%	94.80%	84.56%
<b>TOTAL</b>						<b>84.74%</b>	<b>92.06%</b>	<b>78.05%</b>

**Figura 65** Hoja de Registro de la eficiencia, eficacia y productividad de los shorts deportivos con tapa

Fuente: Elaboración propia

Por ende, el valor obtenido de la productividad del total de muestras analizadas en distintos periodos fue de 78.05%, abriendo posibilidades de mejora respecto al tiempo de producción real en función a lo esperado con el fin que se termine lo planificado diariamente en el tiempo disponible de ocho horas laborales aumentando la eficiencia que fue de 84.74%. Por otro lado, la cantidad de defectos hallados fue de 131 que equivale al 9.78% de las 1339 prendas observadas, resultando una eficacia del 92.06% que fue relativamente alta pero contraproducente debido que a causa de los defectos encontrados se producían los tiempos extras para lograr completar las prendas diarias.

### Implementación de células de manufactura

En esta etapa se realizó el balanceo de las líneas de producción y la distribución más óptima posible dentro de las restricciones de espacio que cuenta la empresa, por lo tanto, como se observa en la figura 66 y figura 67 las tareas que realizan cada trabajador tanto A como B para la confección de shorts deportivos con tapa, como C y D para la confección de pijamas hipoalergénicas (Figura 68 y 69).

N°	Descripción de la operación (short deportivo)	Tiempo de operación	Tiempo de operación agrupada (actual)	Maquinas asignadas		Operarios asignados (actual)
				Tipo	Cantidad	
1	Atracar elastico	0.37	1.00	Rec 1	1	B
	Trasladar de recta a remalladora	0.63				
2	Cerrar pretina	0.24	0.24	Rem 2	1	A
3	Doblado y basta en boca bolsillo tapa	0.28	0.91	Recub 1	1	B
	Trasladar de recta a remalladora	0.63				
4	Remallar tiro posterior + etiqueta	0.36	0.64	Rem 1	1	A
	Remallar tiro delantero	0.28				
5	Armado bolsillo lado derecho (LD)	0.37	1.95	Rem 1 - 2	2	A-B
	Armado bolsillo lado izquierdo (LI)	0.37				
	Pegar de bolsillo LD + LI al delantero	0.58				
	Trasladar de remalladora a recta	0.64				
6	Pespuntar tiro posterior	0.33	1.95	Rec 1-2	2	A-B
	Pespuntar tiro delantero	0.22				
	Pespuntar boca de bolsillos delanteros	1.40				
7	Fijar bolsillos LD + LI	1.82	2.46	Rec 1-2	2	A-B
	Traslado de recta a remalladora	0.64				
8	Pegar bolsillo tapa a posterior derecho	0.66	1.30	Rec 1-2	2	A-B
	Traslado de recta a remalladora	0.64				
9	Cerrar costados y entrepierna	1.96	1.96	Rem 1 - 2	2	A-B
10	Pegar elastico embolsado + pretina a	3.63	4.26	Rem 1 - 2	2	A-B
	Traslado de recta a remalladora	0.63				
11	Bastear	1.90	2.55	Recub 1	1	B
	Traslado de recta a remalladora	0.65				
	Voltear short	0.15		0.15		
12	Elasticado de pretina	0.81	1.45	Mult 2	1	B
	Trasladar shorts a estampado	0.64				

**Figura 66** Balance de línea actual de shorts deportivo con tapa

Fuente: Elaboración propia

Para los shorts deportivos el tiempo ciclo es de 19.79 min/pieza y un takt time de 9 min/pieza, por lo cual la cantidad de trabajadores necesarios es equivalente a 3. La implementación de la polivalencia busca entrenar permanentemente al trabajador "A" en el manejo de la máquina multiaguja y recubridora.

<b>Disponibilidad por día</b>	<b>480</b>	<b>min</b>
Demanda quincena de shorts deportivos	320.00	≅ pieza
Demanda diaria de shorts deportivos	53.33	pieza
Tiempo takt de shorts deportivos	9.00	min/pieza
Tiempo ciclo de shorts deportivos	19.79	min/pieza
<b>Números de operarios necesarios de shorts deportivos</b>	<b>2.20</b>	<b>≅ 3.00</b>
<b>Números de operarios real de shorts deportivos</b>	<b>2.00</b>	

N°	Descripción de la operación (short deportivo)	Tiempo de operación	Tiempo de operación agrupada (actual)	Maquinas asignadas		Operarios asignados (mejorada)
				Tipo	Cantidad	
1	Atracar elastico	0.37	0.37	Rec 1	1	B
2	Cerrar pretina	0.26	0.26	Rem 2	1	A
3	Doblado y basta en boca bolsillo tapa	0.31	0.31	Recub 1	1	B
4	Remallar tiro posterior + etiqueta	0.37	0.63	Rem 1-2	2	A
	Remallar tiro delantero	0.26				
5	Amar bolsillo lado derecho (LD)	0.37	1.38	Rem 1-2	2	A-B
	Amar bolsillo lado izquierdo (LI)	0.36				
	Pegar de bolsillo LD + LI al delantero	0.65				
6	Pespuntar tiro posterior	0.34	2.05	Rec 1-2	2	A-B
	Pespuntar tiro delantero	0.32				
	Pespuntar boca de bolsillos delanteros	1.39				
7	Fijar bolsillos LD + LI	1.52	1.52	Rec 1-2	2	A-B
8	Pegar bolsillo tapa a posterior derecho	0.89	0.89	Rec 1-2	2	A-B
9	Cerrar costados y entrepierna	1.90	1.90	Rem 1-2	2	A-B
10	Pegar elastico embolsado + pretina a	3.69	3.69	Rem 1-2	2	A-B
11	Bastear	1.91	1.91	Recub 1	1	A
	Voletar short	0.15	0.15	Manual		
12	Elasticado de pretina	0.82	0.82	Mult 2	1	B

**Figura 67** Balance de línea futuro de shorts deportivos con tapa

Fuente: Elaboración propia

Para las pijamas de felpa hipoalergénicas el tiempo de ciclo es de 26.32 min/pieza y un takt time de 21.49 min/pieza, por lo cual la cantidad de trabajadores necesarios es equivalente a 2. Se busca la polivalencia por el cual se entrenó al trabajador “D” en el manejo de la máquina multiaguja y recubridora. También se ordenó la secuencia de operaciones que estaba establecido en la empresa.

<b>Disponibilidad por día</b>	<b>480</b>	<b>min</b>
Demanda semanal de pijamas hipoalergenicass	67.00	pieza
Demanda diaria de pijamas hipoalergenicass	22.33	pieza
Tiempo takt de pijamas hipoalergenicass	21.49	min/pieza
Tiempo ciclo de pijamas hipoalergenicass	26.32	min/pieza
<b>Números de operarios necesarios de pijamas hipoalergenicass</b>	1.22	≅ 2
<b>Números de operarios real de pijamas hipoalergenicass</b>	2.00	



N°	Descripción de la operación (pijama felpa peluche)	Tiempo de operación	Tiempo de operación agrupada (actual)	Maquinas asignadas		Operarios asignados (actual)
				Tipo	Cantidad	
1	Remallar tiro delantero fijado	0.99	2.06	Rem 4	1	C
	Remallar tiro posterior fijado + etiqueta	0.91				
	Trasladar de remalladora a recta	0.16				
2	Remallar manga der. fijada	0.53	3.00	Rem 3	1	C
	Remallar manga izq. fijada	0.48				
	Remallar hombros LD +LI fijado	0.67				
	Remallar costados fijados + etiqueta	1.32				
3	Unir mangas a cuerpo	3.22	3.22	Rem 3	1	C
4	Cerrar cuello	0.66	2.77	Rem 3	1	C
	Unir cuello a cuerpo	1.93				
	Traslado hacia la máquina Recta	0.18				
5	Pespuntar tiro delantero	1.37	2.63	Rec 3	1	D
	Pespuntar tiro posterior	1.26				
6	Atracar elástico	1.86	2.02	Rec 3	1	D
	Traslado de recta a Remalladora	0.16				
7	Remallar tiro de entrepierna	1.98	4.43	Rem 4	1	C
	Unir bordes de elastico + cintura	2.02				
	Traslado de remalladora a recubridora	0.44				
8	Pespuntar cuello + etiqueta	2.62	3.08	Rec 3	1	D
	Traslado de recta a Remalladora	0.46				
9	Doblar y bastear manga der.	0.83	7.16	Recub 2	1	D
	Doblar y bastear manga izq.	0.86				
	Doblar y bastear faldón	1.93				
	Voltear pantalón	0.18				
	Traslado de recta a Remalladora	0.62		Manual		
	Doblar y bastear pantalón	1.93		Recub 2		
	Voltear pantalón	0.19		Manual		
	Traslado de recta a Remalladora	0.62				
10	Doblar y elasticar pretina	1.52	1.65	Mul 1	1	D
	Trasladar pantalón a acabados	0.13				

**Figura 68** Balanceo de línea actual para las pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

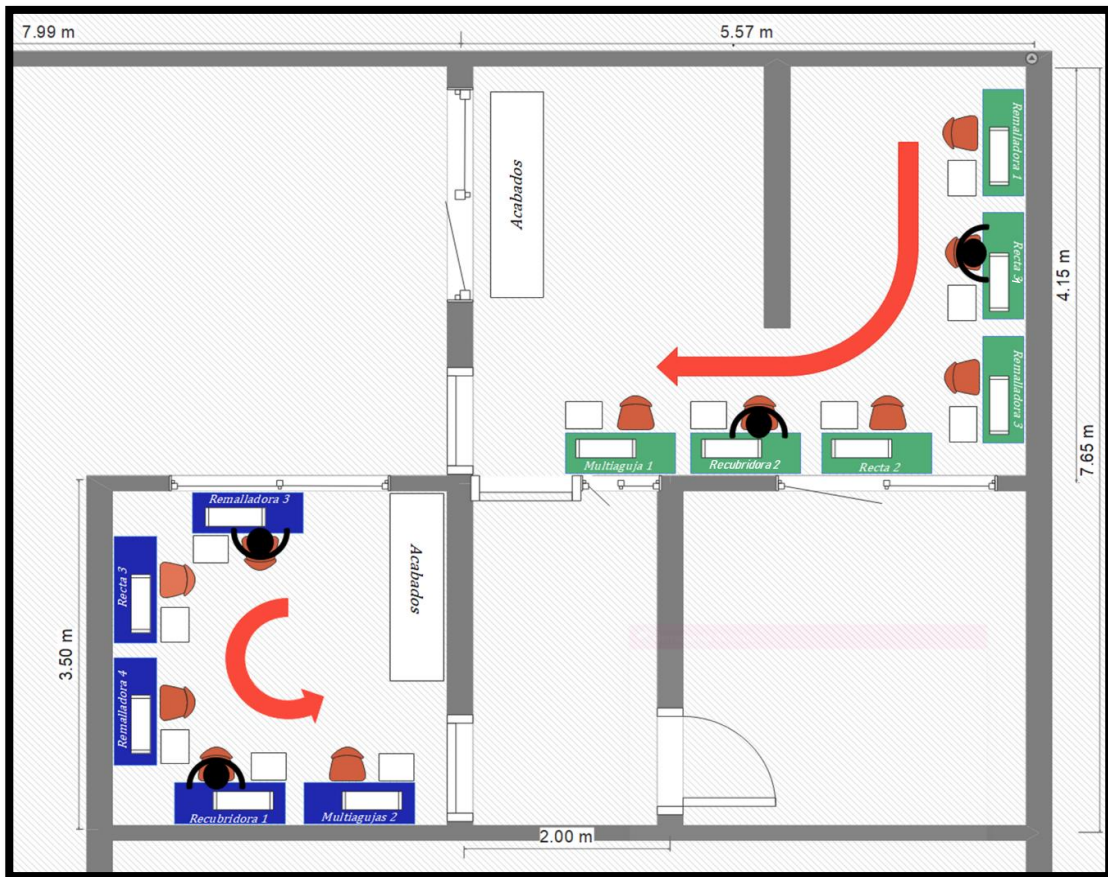
N°	Descripción de la operación (pijama felpa peluche)	Tiempo de operación	Tiempo de operación agrupada (mejorada)	Maquinas asignadas	Cantidad	Operarios asignados (mejorada)
1	Remallar tiro delantero fijado	0.99	1.90	Rem 4	1	C
	Remallar tiro posterior fijado + etiqueta	0.91				
2	Pespuntar tiro delantero	1.37	2.63	Rec 3	1	C
	Pespuntar tiro posterior	1.26				
3	Atracar elástico	1.86	1.86	Rec 3	1	C
4	Remallar entrepierna	1.98	1.98	Rem 4	1	C
5	Unir bordes de elastico + cintura	2.02	2.02	Rem 4	1	C
6	Doblar y bastear pantalón	1.92	1.92	Recub 2	1	C
	Voltear pantalón	0.18	0.18	Manual	1	
7	Doblar y elasticar pretina	1.52	1.52	Mul 1	1	C
8	Remallar hombros LD +LI fijado	0.67	1.99	Rem 3	1	D
	Remallar costados tirados + etiqueta	1.32				
9	Remallar manga der. fijada	0.53	1.02	Rem 3	1	D
	Remallar manga izq. fijada	0.48				
10	Unir mangas a cuerpo	3.22	3.22	Rem 3	1	D
11	Cerrar cuello	0.66	2.59	Rem 3	1	D
	Unir cuello a cuerpo	1.93				
12	Pespuntar cuello + etiqueta	2.62	2.62	Rec 3	1	D
13	Doblar y bastear manga der.	0.83	1.70	Recub 2	1	D
	Doblar y bastear manga izq.	0.86				
	Doblar y bastear faldón	1.93	1.93	Recub 2	1	D

**Figura 69** Balance de línea futura de las pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se realizó la redistribución de las máquinas para facilitar el flujo continuo para cada línea de producción, como consecuencia se obtuvo el siguiente layout (Figura 70) para las áreas de confección. Considerar que solo se procedió a colocar sólo la parte del área de confección en la imagen, por consiguiente, se puede corroborar las áreas con la Figura 6.

Según el espacio disponible de las áreas y el tamaño de las máquinas se redistribuyó con el fin de generar el flujo continuo con células flexibles, por lo tanto, se obtuvo una célula en forma “L” para la confección de shorts deportivos con tapa y una célula en forma de “U” para la confección de pijamas hipoalergénicas, cumpliendo el principio de circulación y mínima distancia posible facilitando los traslados entre operaciones.



**Figura 70** Redistribución de máquinas en el área de confección (Células en L y U)

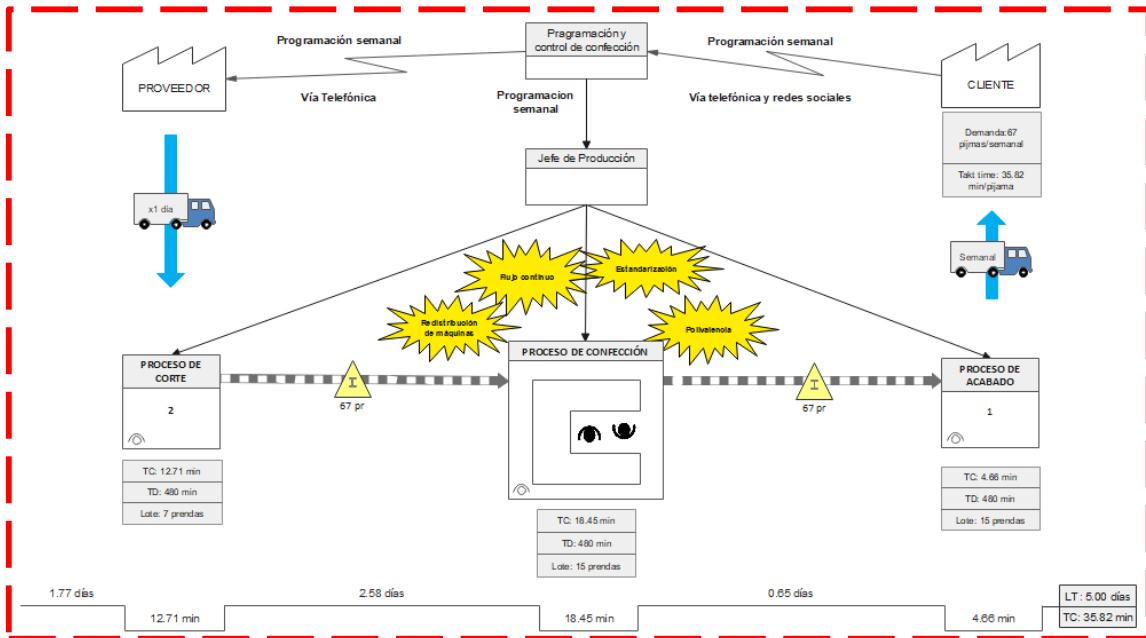
Fuente: Elaboración propia

También se consideró realizar un pequeño plan de rotaciones de los trabajadores entre máquinas según la designación del encargado de producción en diversos momentos del día, para que adquieran conocimiento de las operaciones que no son tan hábiles con el objetivo que aumente la polifuncionalidad de los mismos.

Este proceso se realizó progresivamente haciendo hincapié que el tiempo de aprendizaje dependía de la habilidad de los trabajadores.

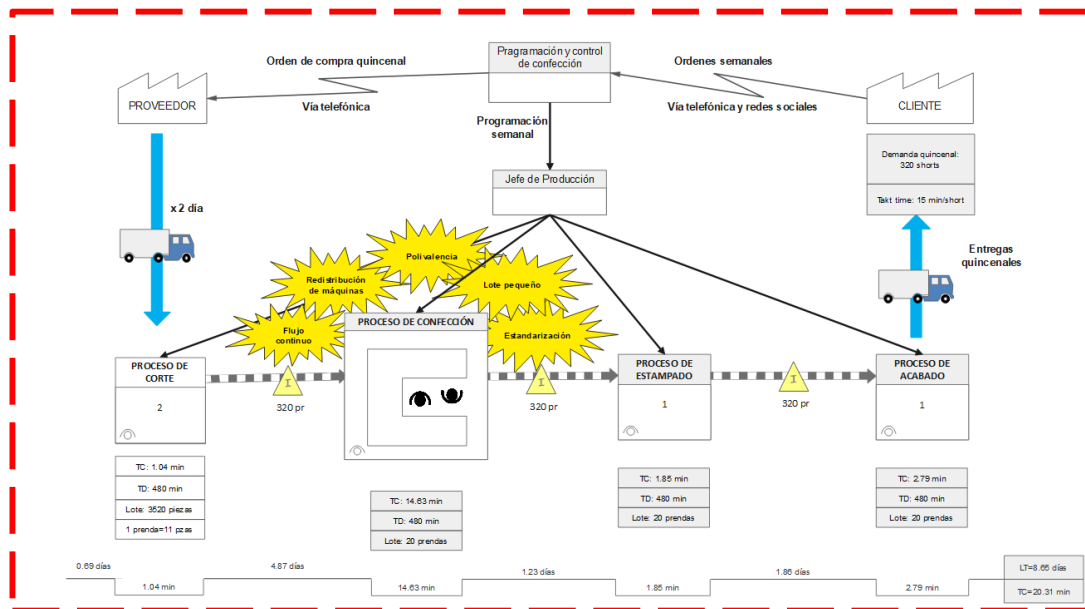
Por tal motivo, se realizó paulatinamente la implementación de las capacitaciones para no perjudicar la producción, en su mayoría se realizaron cuando iban a la mitad de producción.

Éstas posibles mejoras planteadas forman parte del Mapa de Flujo de Valor Futuro tanto para las pijamas hipoalergénicas como los shorts deportivos con tapa (Figura 71 y Figura 72). Por tal motivo, se analizó en base a la misma cantidad de prendas que el Mapa de Flujo de Valor Actual.



**Figura 71** Mapa de Flujo de Valor Futuro de la confección de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia



**Figura 72** Mapa de Flujo de Valor Futuro de la confección de shorts deportivos

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, para redistribuir las máquinas se realizó en el transcurso de doce días del mes de marzo. Para no perjudicar la producción se realizó los movimientos el fin de semana en el lapso de tiempo acordado con el Gerente. Posteriormente a los traslados de máquinas se procedió a evaluar el avance de las mejoras, por

ende, se procedió analizar en el lapso de dos meses las órdenes de pedidos completando la cantidad de prendas que conforman la muestra hallada anteriormente. La información recolectada de los tiempos de producción se encuentra en el Anexo 26 y Anexo 27 para las pijamas hipoalergénicas y shorts deportivos con tapa respectivamente. A continuación, se muestran las fechas que fueron registradas la información y los lotes de producción con la cantidad de muestra seleccionada (Figura 73).

PRODUCTO	FECHAS	N° LOTE	PEDIDO	MUESTRA
<b>Pijamas hipoalergénicas</b>	5/04/2021	1	63	30
	12/04/2021	2	76	30
	20/04/2021	3	68	15
	<b>Total</b>	3	207	<b>75</b>
<b>Shorts deportivos con tapa</b>	19/04/2021	1	384	47
	4/05/2021	2	375	48
	18/05/2021	3	381	48
	1/06/2021	4	400	48
	<b>Total</b>	4	1540	<b>191</b>

**Figura 73** Órdenes de producción por fecha y cantidad de muestra

*Fuente: Elaboración propia*

Posteriormente, se procedió a analizar la polivalencia de los trabajadores para verificar los avances en el transcurso de los dos meses post implementación de las células de manufactura. Por tal motivo, al analizar ambos procesos de confección, se identificaron posibles mejoras, siendo una de ellas la subdivisión de la operación de bastear mangas, faldón y pantalón en operaciones separadas, con el fin de especializar al trabajador C en el bastear de pantalón y capacitándolo en la operación de doblado y elasticado de pretina en la multiagujas obteniendo buenos resultados al aprender en el lapso de dos semanas estas nuevas operaciones asignadas. Con respecto al trabajador D, gracias a la subdivisión de la operación del remallado de entrepierna y la unión de los bordes de elástico la cintura, obtuvo la habilidad de dominar el remallado de entrepierna y en proceso de entrenamiento, la operación de unir bordes de

elástico en la cintura. También consiguió dominar el respuntar el cuello más el colocado de etiqueta. Se puede visualizar lo descrito en la siguiente figura 74.

MATRIZ DE POLIVALENCIA														Fecha	19/08/2021			
														Leyenda	1	Versátil		
															0	No versátil		
															0.5	En entrenamiento		
														Total	Cantidad de operaciones	Polivalencia		
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales																	
N° de trabajadores	Jennifer Berrospi Garay																	
Proceso	Célula																	
Nombre del proceso o célula	Proceso de confección pijama																	
N°	Nombre del trabajador	Remallar tirs y pagar etiqueta	Remallar hombros y costados	Pespuntar tirs	Remallar mangas	Atracar elástico	Unir mangas a cuerpo	Remallar entrepierna	Unir bordes elástico-cintura	Cerrar cuello y ensamblar cuerpo	Pespuntar cuello pegado etiqueta	Bastear pantalón	Bastear mangas	Doblar y elasticado de pretina	Bastear faldón			
1	Trabajador C	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	10	14	71%
2	Trabajador D	0	0	1	0	1	0	1	0.5	0	1	1	1	1	1	8.5	14	61%
3																0	14	0%
4																0	14	0%
5																0	14	0%
6																0	14	0%
7																0	14	0%
8																0	14	0%
9																0	14	0%
10																0	14	0%
																Promedio		43%

Figura 74 Matriz de polivalencia post implementación de células de manufactura en el proceso de confección de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia


Con respecto al proceso de confección de shorts, los trabajadores A y B dominaban la mayoría de operaciones dado que trabajan en paralelo realizando una misma operación en distintas máquinas. Como bien lo indica el indicador de polivalencia, el promedio alcanzado anterior a la implementación de célula era de 46%. Por ende, la mejora que se identificó fue la capacitación al trabajador A con respecto a la operación de bastear mientras que el trabajador B realiza el elasticado de la pretina. Se puede observar en la siguiente gráfica lo antes mencionado. (Figura 75)

MATRIZ DE POLIVALENCIA														Fecha	19/06/2021			
														Leyenda	1	Versátil		
															0	No versátil		
															0.5	En entrenamiento		
														Total	Cantidad de operaciones	Polivalencia		
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales																	
N° de trabajadores	Jennifer Berrospi Garay																	
Proceso	Célula																	
Nombre del proceso o célula	Proceso de confección shorts																	
N°	Nombre del trabajador	Cerrar pretina	Atracar elástico	Doblar y bastear de bolsillo tapa	Remallar tirs	Armadura de bolsillos-unir bolsillo al delantero	Respuntar tirs y respuntar tirs	Fijar bolsillos	Unir bolsillo a posterior derecho	Cerrar costados y entrepierna	Unir elásticos ambos lados pretina a cuerpo	Elasticar pretina	Bastear					
1	Trabajador A	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	12	75%		
2	Trabajador B	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	12	83%		
3														0	12	0%		
4														0	12	0%		
5														0	12	0%		
6														0	12	0%		
7														0	12	0%		
8														0	12	0%		
9														0	12	0%		
10														0	12	0%		
																Promedio		53%

**Figura 75** Matriz de polivalencia post implementación de células de manufactura en el proceso de confección de shorts deportivos con tapa


Fuente: Elaboración propia

Por otro parte, se analizó el tiempo de permanencia del inventario en función al promedio de prendas de las cantidades de órdenes de pedido como se mostró en la figura 72 obteniendo como resultado los siguientes valores. (Figura 76 y Figura 77)

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE INVENTARIO				
	Fecha de producción		N° Hoja	1
	Cantidad de lote (prendas)	70		
Elaborado por	Indicador	$TP = \frac{S \times TCs}{TD}$ <small>TP: Tiempo de permanencia en días. S: Stock de permanencia frente a cada operación (prendas) TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción minutos al día</small>		
Jair Aguilar Gonzales				
Jennifer Berrospi Garay				
Procesos	Cantidad de inventario (unidades)	Tiempo ciclo del proceso siguiente (min)	Tiempo total disponible diario disponible (min)	Tiempo de permanencia (días)
Corte	70	12.71	480	1.85
Confección	70	18.45	480	2.69
Acabado y empaque	70	4.66	480	0.68
<b>TOTAL (días)</b>				<b>5.22</b>

**Figura 76** Tiempo de permanencia de inventarios del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas posterior a la implementación

Fuente: Elaboración propia

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE INVENTARIO				
	Fecha de producción		N° Hoja	1
	Cantidad de lote (prendas)	385		
Elaborado por	Indicador	$TP = \frac{S \times TCs}{TD}$ <small>TP: Tiempo de permanencia en días. S: Stock de permanencia frente a cada operación (prendas) TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción minutos al día</small>		
Jair Aguilar Gonzales				
Jennifer Berrospi Garay				
Procesos	Cantidad de inventario (unidades)	Tiempo ciclo del proceso siguiente (min)	Tiempo total disponible diario disponible (min)	Tiempo de permanencia (días)
Corte	385	1.04	480	0.83
Confección	385	14.63	960	5.87
Estampado	385	1.85	480	1.48
Acabado y empaque	385	2.79	480	2.24
<b>TOTAL (días)</b>				<b>10.42</b>

**Figura 77** Tiempo de permanencia de inventarios del proceso de confección de shorts deportivos con tapa posterior a la implementación

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que se consideró 960 minutos disponibles para el proceso de confección del mismo modo como se consideró en el análisis pre implementación, debido que se encuentran trabajando dos trabajadores en paralelo.

Como último indicador se analizó el Índice de Desempeño de Layout según la redistribución realizada como se plasmó en la figura 68. Se detalla los cálculos en el Anexo 28 y los valores obtenidos del IDL en la siguiente figura 78 y 79.

Alpha	Suplemento	IFO	IFS	IDL
$\alpha$	$\alpha-1$	100.00%	100.00%	100.00%
0.75	0.25			

**Figura 78** Índice de Desempeño del Layout del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

Alpha	Suplemento	IFO	IFS	IDL
$\alpha$	$\alpha-1$	83.33%	50.00%	75.00%
0.75	0.25			

**Figura 79** Índice de Desempeño del Layout del proceso de confección de shorts deportivos con tapa

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se procedió a calcular los indicadores de la variable dependiente. De la misma forma los tiempos de producción esperada se encuentra en función a la demanda de los clientes y el determinado tiempo de entrega, considerando el tiempo disponible del día, por tanto, para las pijamas hipoalergénicas fue de 1.73 prendas por hora (Tabla 12) de un total de 207 prendas, y de los shorts deportivos con tapa fue de 4.81 prendas por hora. (Tabla 13).

También se verificó la cantidad de prendas que no tuvieron defectos y salieron del proceso a la primera. (Tabla 14 y Tabla 15)

Por consiguiente, el valor obtenido de la productividad se muestra en la Figura 80 y Figura 81.



Día	Fecha	Prendas	Tiempo disponible (horas)	Producción real (prendas/hora)
LUNES	5/04/2021	12	8.4	1.43
MARTES	6/04/2021	11	8.1	1.36
MIÉRCOLES	7/04/2021	12	8.5	1.41
JUEVES	8/04/2021	13	8.5	1.53
VIERNES	9/04/2021	15	9.4	1.60
LUNES	12/04/2021	16	9.4	1.70
MARTES	13/04/2021	15	9	1.67
MIÉRCOLES	14/04/2021	16	9.7	1.65
JUEVES	15/04/2021	13	8.3	1.57
VIERNES	16/04/2021	16	10.5	1.52
MARTES	20/04/2021	15	11.1	1.35
MIÉRCOLES	21/04/2021	13	8.4	1.55
JUEVES	22/04/2021	12	8.7	1.38
VIERNES	23/04/2021	14	10.4	1.35
LUNES	26/04/2021	14	10.3	1.36
<b>Total</b>		<b>207</b>	<b>Promedio</b>	<b>1.49</b>

**Tabla 12** Producción real obtenida del análisis de tres órdenes de producción post implementación

Fuente: Elaboración propia

Fecha de producción	Prendas	Prendas/día	Producción esperada (prendas/hora)	Tiempo disponible (horas)	Producción real (prendas/hora)
19/04/2021	384	38.50	4.81	85.20	4.51
4/05/2021	375			84.80	4.42
18/05/2021	381			85.20	4.47
1/06/2021	400			89.20	4.48
<b>Total</b>	<b>1540</b>				

**Tabla 13** Producción real del análisis de cuatro órdenes de producción post implementación

Fuente: Elaboración propia

Fecha de producción	Prendas	Prendas sin defectos a la primera	Cantidad de defectos	Eficacia
19/04/2021	384	373.00	18.00	97.14%
4/05/2021	375	366.00	16.00	97.60%
18/05/2021	381	373.00	15.00	97.90%
1/06/2021	400	392.00	15.00	98.00%
<b>Total</b>	<b>1540</b>			

**Tabla 14** Cantidad de shorts producidos a la primera y cantidad de defectos encontrados

Fuente: Elaboración propia

Día	Fecha	Prendas	Prendas sin defectos a la primera	Cantidad de defectos
LUNES	5/04/2021	12	11	2
MARTES	6/04/2021	11	10	1
MIÉRCOLES	7/04/2021	12	12	0
JUEVES	8/04/2021	13	12	2
VIERNES	9/04/2021	15	13	3
LUNES	12/04/2021	16	15	2
MARTES	13/04/2021	15	15	0
MIÉRCOLES	14/04/2021	16	14	2
JUEVES	15/04/2021	13	12	1
VIERNES	16/04/2021	16	15	2
MARTES	20/04/2021	15	13	3
MIÉRCOLES	21/04/2021	13	11	3
JUEVES	22/04/2021	12	12	0
VIERNES	23/04/2021	14	12	2
LUNES	26/04/2021	14	13	2
<b>Total</b>		<b>207</b>	<b>Total</b>	<b>25</b>

Tabla 15 Cantidad de pijamas producidos a la primera y cantidad de defectos encontrados

Fuente: Elaboración propia

HOJA DE REGISTRO DE EFICIENCIA, EFCACIA Y PRODUCTIVIDAD								
		Producto	Pijamas hipoalergénicas		Hoja	1		
Elabora por		Indicadores	Indice					
Jair Aguilar Gonzales		Eficiencia	$EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ EL: Eficiencia de línea (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)					
Jennifer Berrosopi Garay		Eficacia	$EFI = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ EFI: Eficacia de línea (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)					
Fecha		Productividad	Productividad= Eficiencia X Eficacia					
Mes	Fecha	Producción real obtenida	Producción esperada	Cantidad de prendas sin defectos	Total de prendas confeccionadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Abril	5/04/2021	1.43	1.68	11	12	85.03%	91.67%	77.95%
	6/04/2021	1.36	1.68	10	11	80.83%	90.91%	73.49%
	7/04/2021	1.41	1.68	12	12	84.03%	100.00%	84.03%
	8/04/2021	1.53	1.68	12	13	91.04%	92.31%	84.03%
	9/04/2021	1.60	1.68	13	15	94.98%	86.67%	82.32%
	12/04/2021	1.70	1.68	15	16	101.32%	93.75%	94.98%
	13/04/2021	1.67	1.68	15	15	99.21%	100.00%	99.21%
	14/04/2021	1.65	1.68	14	16	98.18%	87.50%	85.91%
	15/04/2021	1.57	1.68	12	13	93.23%	92.31%	86.06%
	16/04/2021	1.52	1.68	15	16	90.70%	93.75%	85.03%
	20/04/2021	1.35	1.68	13	15	80.44%	86.67%	69.71%
	21/04/2021	1.55	1.68	11	13	92.12%	84.62%	77.95%
	22/04/2021	1.38	1.68	12	12	82.10%	100.00%	82.10%
23/04/2021	1.35	1.68	12	14	80.13%	85.71%	68.68%	
26/04/2021	1.36	1.68	13	14	80.91%	92.86%	75.13%	
<b>TOTAL</b>						<b>88.95%</b>	<b>91.91%</b>	<b>81.76%</b>

Figura 80 Productividad del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas

Fuente: Elaboración propia

HOJA DE REGISTRO DE EFICIENCIA, EFCACIA Y PRODUCTIVIDAD								
		Producto	Shorts deportivos con tapa		Hoja	1		
		Indicadores	Indice					
		Eficiencia	$EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ EL: Eficiencia de línea (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)					
Elabora por		Eficacia	$EFI = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ EFI: Eficacia de línea (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)					
Jair Aguilar Gonzales								
Jennifer Berrospi Garay								
Fecha		Productividad	Productividad= Eficiencia X Eficacia					
Mes	Fecha	Producción real obtenida	Producción esperada	Cantidad de prendas sin defectos	Total de prendas confeccionadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Abril	19/04/2021	4.51	4.81	373.00	384	93.65%	97.14%	90.97%
Mayo	4/05/2021	4.42	4.81	366.00	375	91.89%	97.60%	89.68%
	18/05/2021	4.47	4.81	373.00	381	92.92%	97.90%	90.97%
Junio	1/06/2021	4.48	4.81	392.00	400	93.18%	98.00%	91.32%
<b>TOTAL</b>						<b>92.91%</b>	<b>97.66%</b>	<b>90.74%</b>

Figura 81 Productividad del proceso de confección de shorts deportivos con tapa

Fuente: Elaboración propia

### ETAPA 3 -VERIFICAR

Se realizó un resumen de los valores obtenidos de cada indicador para su posterior análisis de los resultados. (Figura 82)

CONCEPTO	PIJAMAS HIPOALERGÉNICAS		SHORTS DEPORTIVOS CON TAPA		
	Valor	Unidades	Valor	Unidades	
Lote de producción	70	pijamas	385	shorts	
Tiempo disponible	480	minutos	480	minutos	
Takt time	34.29	min/pijama	12.47	min/short	
Tiempo ciclo	Proceso de corte	12.71	min/pijama	1.04	min/short
	Proceso de confección	18.45	min/pijama	14.63	min/short
	Proceso de estampado	-	-	1.85	min/short
	Proceso de acabado	4.66	min/pijama	2.79	min/short
	<b>Total</b>	<b>35.82</b>	<b>min/pijama</b>	<b>20.31</b>	<b>min/short</b>
Lead Time	5.22	días	10.42	días	
IDL	100	porcentaje	75	porcentaje	
Tasa de polivalencia	43	porcentaje	63	porcentaje	
Eficiencia	88.95	porcentaje	92.91	porcentaje	
Eficacia	91.91	porcentaje	97.66	porcentaje	
Productividad	81.76	porcentaje	90.74	porcentaje	

Figura 82 Resumen de valores obtenidos por cada indicador post implementación

Fuente: Elaboración propia

A su vez se adjunta una tabla comparativa (Tabla 16) donde se muestra los resultados antes y posterior a la implementación de células de manufactura en los procesos de confección de pijamas hipoalergénicas y shorts deportivos con tapa. Se observó que el lead time o tiempo de permanencia para el proceso de pijamas se redujo en 17.9% siendo 5 días ahora el tiempo que demora en procesar un promedio de 70 pijamas semanales. Cabe recalcar cuando se realizó el análisis de la situación actual se analizó un lote promedio de 67 lo cual era entregado en 6.09 días, plazo que estaba fuera de lo acordado con el cliente. Del mismo modo sucedió con el proceso de confección de shorts deportivos con una reducción del tiempo de permanencia del 0.87% siendo el tiempo de entrega 10.29 días para un lote promedio de 385 shorts que es mayor a comparación del lote analizado anterior a la implementación que fue de 320 prendas.

Como bien se mencionó en la descripción del problema la deficiente distribución no permitía a la empresa producir ni eficaz y ni eficientemente.

CONCEPTO	ANTES		DESPUES		ANTES		DESPUES		
	PIJAMAS HIPOALERGÉNICAS		PIJAMAS HIPOALERGÉNICAS		SHORTS DEPORTIVOS CON TAPA		SHORTS DEPORTIVOS CON TAPA		
	Valor	Unidades	Valor	Unidades	Valor	Unidades	Valor	Unidades	
Lote de producción	67	pijamas	70	pijamas	320	shorts	385	shorts	
Tiempo disponible	480	minutos	480	minutos	480	minutos	480	minutos	
Takt time	35.82	min/pijama	34.29	min/pijama	15	min/short	12.47	min/short	
Tiempo ciclo	Proceso de corte	12.71	min/pijama	12.71	min/pijama	1.04	min/short	1.04	min/short
	Proceso de confección	26.32	min/pijama	18.45	min/pijama	19.79	min/short	14.63	min/short
	Proceso de estampado	-	-	-	-	1.85	min/short	1.85	min/short
	Proceso de acabado	4.66	min/pijama	4.66	min/pijama	2.79	min/short	2.79	min/short
	<b>Total</b>	<b>43.69</b>	min/pijama	<b>35.82</b>	min/pijama	<b>25.47</b>	min/short	<b>20.31</b>	min/short
Lead Time	6.09	días	5.22	días	10.38	días	10.42	días	
IDL	37.5	porcentaje	100	porcentaje	12.5	porcentaje	75	porcentaje	
Tasa de polivalencia	24	porcentaje	43	porcentaje	46	porcentaje	63	porcentaje	
Eficiencia	77.00	porcentaje	88.95	porcentaje	84.74	porcentaje	92.91	porcentaje	
Eficacia	85.90	porcentaje	91.91	porcentaje	92.06	porcentaje	97.66	porcentaje	
Productividad	66.14	porcentaje	81.76	porcentaje	78.05	porcentaje	90.74	porcentaje	

**Tabla 16** Tabla comparativa de los indicadores tanto de la variable dependiente e independiente pre y post a la implementación de células de manufactura

Fuente: Elaboración propia

Gracias a la redistribución del layout del área de confección se optimizó el espacio disponible y generó el flujo continuo ideal reduciendo al mínimo los transportes bajo el principio de la mínima distancia recorrida debido que en su mayoría las máquinas se encontraban contiguas, y se verificó mediante el Índice de Desempeño del Layout donde el proceso de confección de pijama se vio favorecido al contar con un espacio disponible y se pudo redistribuir las máquinas en el área logrando la mínima distancia en los traslados, es por ello el incremento del 62.5% logrando alcanzar el escenario ideal, pero que no impide el hecho que pueda optimizarse a futuro si fuera el caso. Por otro lado, el proceso de confección de shorts deportivos se logró aumentar en 62 puntos porcentuales llegando a un IDL de 75%, lo cual abre la posibilidad de mejora en un 15% de acercarse al escenario óptimo e ideal.

Por otra parte, el implementar células de manufactura en una empresa tiene relación directa con el término japonés Shojinka que permite contar con una producción flexible y para conseguirlo, es preferible contar con trabajadores polivalentes que tengan los conocimientos de las diversas operaciones a lo largo del sistema de producción. Es por ello, que se planteó la subdivisión de algunas operaciones de los procesos para que sean más pequeñas y puedan redistribuir la carga hacia el otro trabajador. Por tal motivo, el encargado del área de producción fue quien realizaba rotaciones periódicas de los trabajadores hacia otras operaciones que no eran tan hábiles, con la intención de aumentar las posibilidades de contar con trabajadores multifunción. Gracias a los esfuerzos de los trabajadores por aprender nuevas habilidades, se llegó a trabajar en el lapso de dos semanas logrando un aumento de 19 puntos porcentuales con respecto a la polivalencia en el proceso de confección de pijamas, lo cual genera beneficios a la empresa. Para el proceso de confección de shorts deportivos logró un aumento de 17 puntos porcentuales llegando a 63% de tasa de polivalencia.

Estas mejoras implementadas lograron reordenar las operaciones con el fin de realizarlas en paralelo y aprovechar al máximo el tiempo de los trabajadores, viéndose reflejado los resultados en el tiempo ciclo del proceso de confección siendo para las pijamas hipoalérgicas 35.82 minutos por cada pijama que

equivale una reducción del tiempo de 18.01% y para el proceso de confección de shorts una disminución del tiempo ciclo en 26.07% siendo ahora 14.63 minutos por cada short confeccionado.

En lo que respecta a la variable dependiente, se logró un aumento en la eficiencia y eficacia de los procesos. Tanto para el proceso de confección de pijamas y de los shorts deportivos, mejoraron los tiempos al estar más cerca de la siguiente operación eliminando distractores y las distancias recorridas. También se obtuvo mejoras en la calidad reduciendo los defectos, siendo el motivo principal de esta mejora la contigüidad de las máquinas permitiendo detectar los defectos antes de que pase a la siguiente operación y no al final de todas las operaciones. Por ende, se redujo los tiempos extras que se generaban por los reprocesos al corregir los defectos hallados y la premura por acabar las cantidades demandadas por los clientes.

Concluyendo se consiguió un aumento del 15.52% en eficiencia y 7% en eficacia dando como resultado un aumento en la productividad del 23.62% para el proceso de confección de pijamas.

Respecto al proceso de confección de shorts deportivos se logró un aumento del 9.64% en eficiencia y 5.97% en eficacia, siendo la productividad aumentada en 16.26%.

#### **ETAPA 4- ACTUAR**

Respecto al **paso siete** se le indicó al Gerente la distribución de los diagramas de análisis de procesos (DAP) con el fin de manejar el proceso y la secuencia de las operaciones y el Mapa de Flujo de Valor para que puedan comprender la importancia de los tiempos y se motiven para realizar los trabajos.

Por último, el **paso ocho** se encontrará en el apartado del trabajo de investigación que indica conclusiones.

## Análisis económico-financiero

Una vez realizado la implementación realizó un análisis económico-financiero para evaluar el proyecto realizado en la empresa y el impacto que iba generar a futuro. Cabe recalcar que los costos unitarios y precios de ventas de los productos fueron brindados por el Gerente con lo cual se realizó las estimaciones. Debido al proceso de recuperación post-pandemia y seguir cumpliendo con los clientes que ya cuenta la empresa, se proyecta que semestralmente aumentará las ventas en 1% y para poder evaluar el proyecto se utilizará una tasa de retorno del 10%. Las cantidades con las cuales se realizó el análisis fue el promedio de las ventas realizadas de los últimos meses cuando fue la etapa de implementación siendo 376 shorts deportivos con tapa y 85 pijamas hipoalergénicas (Figura 83). Para obtener el costo unitario, se consideró la cantidad de minutos laborados de los 7 trabajadores (Figura 84) De esta manera el primer análisis fue determinar la reducción que se logró al reducir el tiempo ciclo de producción de los productos analizados dando como resultado el siguiente cuadro (Figura 85).

<b>Costo total</b>	<b>S/8,651.00</b>
Minutos trabajados	1260.00
<b>Costo unitario (soles/minutos)</b>	<b>6.87</b>

**Figura 83** Costo unitario en función a los minutos laborados de los trabajadores

Fuente: Elaboración propia

	Tiempo ciclo (min)		Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)	
	Pijamas hipoalergénica	Shorts deportivos con tapa		Pijamas hipoalergénica	Shorts deportivos con tapa
<b>Producción sin mejora</b>	43.69	25.47	6.87	299.97	174.87
<b>Producción con mejora</b>	35.82	20.31	6.87	245.94	139.45
<b>Reducción Diferencia</b>				<b>54.03</b>	<b>35.43</b>

**Figura 84** Cuadro de reducción de costos unitarios por prenda analizada

Fuente: Elaboración propia

Prendas	Ventas promedio	Mensual (Soles)			
		Costo	Precio	Costo total	Ingresos promedio
Short	376	S/ 16.00	S/ 24.00	S/ 6,016.00	S/ 9,024.00
Pijama	85	S/ 31.00	S/ 44.00	S/ 2,635.00	S/ 3,740.00
				<b>S/ 8,651.00</b>	<b>S/ 12,764.00</b>

**Figura 85** Costos e ingresos promedio mensual en soles

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los resultados, se obtuvo una reducción de costos de S/. 54.03 y S/.35.43 soles para las pijamas y shorts, respectivamente.

A continuación, se muestra el flujo de caja que se proyectó por 5 semestres, teniendo en cuenta la inversión que se utilizó para realizar el proyecto con un total de S/. 1,020 soles (Figura 86).

Item	Descripción	Costo (S/.)
1	Libros, revistas, etc.	S/ 150.00
2	Utiles de oficina	S/ 45.00
3	Mesas y accesorios	S/ 280.00
4	Impresiones, copias	S/ 15.00
<b>Total</b>		<b>S/ 490.00</b>

Item	Descripción	Costo (S/.)
1	Asesoramiento	S/ 250.00
2	Organización de insumos	S/ 60.00
3	Capacitación de operarios	S/ 40.00
4	Reordenamiento de maquinas	S/ 180.00
<b>Total</b>		<b>S/ 530.00</b>

**Figura 86** Gastos realizados para la implementación del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Posterior a ello se realizó la proyección que se mostrará en el siguiente cuadro (Figura 87).



Denominación	Año 2021	Año 2022		Año 2023		Año 2024
	Semestre 0	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5
Sub total de ingresos		S/ 76,584.00	S/ 77,349.84	S/ 78,123.34	S/ 78,904.57	S/ 79,693.62
Sub total de egresos		S/ 51,906.00	S/ 52,425.06	S/ 52,949.31	S/ 53,478.80	S/ 54,013.59
Flujo de caja operativo		S/ 24,678.00	S/ 24,924.78	S/ 25,174.03	S/ 25,425.77	S/ 25,680.03
Flujo de caja de capital	-S/ 1,020.00					
Flujo de caja económico	-S/ 1,020.00	S/ 24,678.00	S/ 24,924.78	S/ 25,174.03	S/ 25,425.77	S/ 25,680.03

VAN	S/ 85,671.43
TIR	2420%
Beneficio/Costo	83.99

**Figura 87** Flujo de caja de la empresa Coco Company con proyección a 5 semestres.

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la recuperación de la inversión se realizó en el primer semestre posterior a la implementación.

Respecto al Valor Actual Neto (VAN) del proyecto es de S/. 85,671.43 soles dando un valor positivo superior a cero afirmando que se obtendrá beneficios con miras al año 2024. Esto toma mayor relevancia si analizamos la Tasa Interna de Retorno (TIR) dando como resultado 2420% siendo un valor superior a la tasa de retorno esperado que se consideró de 10%.

Y por último se analizó el indicador de Beneficio / Costo que dio un valor 83.99, lo cual significa que por cada S/.1 invertido se obtiene un beneficio de S/.83.99 soles.

En resumen, se concluye que el proyecto de investigación es viable.

### 3.6 Métodos de análisis de datos

El análisis de datos se basa en la estadística que tiene como objetivo principal el recolectar, clasificar y presentar los datos para una toma de decisiones (Salas, 2018, p. 3). Por tanto, según Kruskal (como se citó en Calduch, 2014, p. 97):

Los métodos estadísticos cumplen las siguientes funciones generales: a) Resumen de los datos y extracción de información relevante de los mismos, esto es, de las mediciones observadas, sean éstas numéricas, clasificatorias, ordinales o de otro tipo [...] d) Facilitar la comunicación entre científicos, ya que siempre será más fácil comprender la referencia a un procedimiento estándar, sin necesidad de mayor detalle.

Por consiguiente, la estadística se divide en dos grandes campos: estadística descriptiva y la estadística inferencial las cuales fueron incluidas en el trabajo de investigación.

Con respecto al **análisis descriptivo**, en primera instancia se utilizó la encuesta para recolectar datos en tablas estadísticas hallando la frecuencia y porcentajes de ocurrencia de las causas raíces del problema encontrado, apoyados del gráfico de barras para clasificar las causas triviales y vitales con el principio de Pareto para el análisis de la situación actual de la empresa, también se utilizó las medidas de tendencia central como es la media y la desviación estándar que forma parte de las medidas de variabilidad en función a los tiempos tomados de muestras recolectadas de la confección de shorts que sirvieron para hallar el tiempo estándar. Posteriormente se recolectó información en función a las dimensiones de las variables dependiente (productividad) con hojas de medición de tiempos e independiente (aplicación de herramientas de lean manufacturing) según los problemas (causas raíces) que se destacaron en la empresa. Posterior a la implementación se realizó una evaluación antes y después apoyados de gráficas de barras.

Como bien menciona Valderrama (2013) cuando las variables son cuantitativas en la investigación y se procede hacer un análisis descriptivo se hace uso de medidas de tendencia central como la media, medidas de variabilidad como lo es la desviación estándar y gráficos que son de apoyo para representar visualmente los datos recolectados de las cuales se menciona a las gráficas de barras (p. 230)

En función al **análisis inferencial** o inductivo tiene como propósito utilizar la información recolectada en el análisis descriptivo de la muestra a partir de los estadígrafos que son los resultados estadísticos de los datos recogidos para luego pretender probar la o las hipótesis planteadas en la investigación y generalizar los resultados obtenidos en la muestra hacia la población como bien menciona Hernández (2014) la estadística inferencial es la “estadística para probar hipótesis y estimar parámetros”(p. 299) siendo este último considerado como los resultados estadísticos de la población.

Por consiguiente, el análisis de los datos se realizó en el software estadístico Minitab 18, siendo el primer paso la verificación del grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución específica teórica mediante la prueba Shapiro-Wilks que es aplicable para muestras inferiores a cincuenta (<50) como bien menciona Romero (2016) “cuando el tamaño de muestra es igual o inferior a 50 la prueba de contraste de bondad de ajuste a una distribución normal es la prueba Shapiro-Wilks” (p. 43), verificando si el nivel de significancia (simbolizado como  $p$ ) de la variable analizada es mayor que 0.05. Posteriormente nos apoyaremos de la prueba estadística T-Student para comparar los resultados de una pretest con los resultados de un posttest en un contexto experimental comparando las medias en dos momentos diferentes (Hernández, 2014, p. 311) y la correlación de muestras emparejadas que nos indicará si se acepta o descarta la hipótesis nula.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación tuvo la aprobación del Gerente General de la empresa de confección Coco Company para la recolección de datos y la autenticidad del mismo, considerando que el investigador bajo ninguna circunstancia puede adulterar la información brindada a beneficio de la investigación realizada teniendo en cuenta siempre la confidencialidad, los valores éticos y morales. Cabe recalcar que se le brindó la información adecuada y entendible sobre el propósito y duración de la investigación, así también los beneficios que se esperan conseguir y las molestias o riesgos previstos. Este estudio se realizó bajo el principal valor moral que es la honestidad realizando la investigación con transparencia de tal modo que sea posible que se repitan los resultados obtenidos en caso otros investigadores corroboren los hechos conocidos en nuevas investigaciones o bajo condiciones experimentales distintas (Benites, 2017, p. 5). También se consideró lo descrito en el contenido normativo del código de ética de la Academia de Gestión (como citó Dalla, 2016, p. 22) donde indica que el principio clave en función de la ética en el tratamiento de la información es el respeto de la confidencialidad y el anonimato, y en función a la ética en relación investigador-investigado es la integridad, calidad y

transparencia del investigador; información sobre el propósito, uso, rol y riesgos; participación voluntaria, prevención del daño y autonomía en la investigación.

La carta de autorización para realizar la tesis de investigación se encuentra en el Anexo 29.

## **4. RESULTADOS**

## Análisis descriptivo

Posterior a la recolección de información obtenida que ha sido presentada mediante tablas y gráficos se realizó el comparativo pre y post a la implementación de células de manufactura apoyados con el software SPSS Statistics Versión 26 analizando la media, mediana, rangos y desviación estándar de los datos de la productividad como variable dependiente del PreTest y PosTest. A continuación, se muestra los datos a analizar tanto el proceso de confección de los shorts deportivos como las pijamas hipoalergénicas. (Tabla 17)

Pijamas Hipoalergénicas						Shorts deportivos con tapa					
Eficiencia antes	Eficiencia despues	Eficacia antes	Eficacia despues	Productivida d antes	Productivida d despues	Eficiencia antes	Eficiencia despues	Eficacia antes	Eficacia despues	Productividad antes	Productividad despues
0.7513	0.8503	0.7692	0.9167	0.5779	0.7795	0.7828	0.9365	0.9156	0.9714	0.7167	0.9097
0.7072	0.8063	0.8333	0.9091	0.5893	0.7349	0.8544	0.9189	0.8971	0.9760	0.7665	0.8968
0.7937	0.8403	0.9286	1.0000	0.7370	0.8403	0.8603	0.9292	0.9219	0.9790	0.7931	0.9097
0.7599	0.9104	1.0000	0.9231	0.7599	0.8403	0.8920	0.9318	0.9480	0.9800	0.8456	0.9132
0.7716	0.9498	0.8571	0.8667	0.6614	0.8232						
0.7513	1.0132	0.9231	0.9375	0.6935	0.9498						
0.7661	0.9921	0.8462	1.0000	0.6483	0.9921						
0.7832	0.9818	0.8000	0.8750	0.6266	0.8591						
0.8170	0.9323	0.8571	0.9231	0.7003	0.8606						
0.8772	0.9070	0.7857	0.9375	0.6892	0.8503						
0.8044	0.8044	0.8667	0.8667	0.6971	0.6971						
0.7586	0.9212	0.8462	0.8462	0.6419	0.7795						
0.6614	0.8210	1.0000	1.0000	0.6614	0.8210						
0.7375	0.8013	0.8571	0.8571	0.6321	0.6868						
0.8091	0.8091	0.7143	0.9286	0.5779	0.7513						

**Tabla 17** Datos de la variable dependiente por cada dimensión-Pre y Post implementación

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó el **análisis descriptivo de la variable dependiente productividad** (Figura 88)

Estadísticos			
		Productividad Antes Pijama	Productividad Despues Pijama
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		,6596	,8177
Mediana		,6614	,8232
Moda		,58 <sup>a</sup>	,78 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		,05458	,08427
Rango		,18	,31
Mínimo		,58	,69
Máximo		,76	,99

Estadísticos			
		Prod_Antes_Shorts	Prod_Despuess_Shorts
N	Válido	4	4
	Perdidos	0	0
Media		,7805	,9074
Mediana		,7798	,9097
Moda		,72 <sup>a</sup>	,91
Desv. Desviación		,05372	,00720
Rango		,13	,02
Mínimo		,72	,90
Máximo		,85	,91

**Figura 88** Valores del análisis descriptivo de la productividad (Pijamas y shorts)

Fuente: SPSS 26

Se verificó que la cantidad de datos ingresados y evaluados fueron procesados al 100% y no hubo datos perdidos, tanto para las pijamas hipoalergénicas como los shorts deportivos con tapa.

Se observó la relación de la variable dependiente antes y después de la implementación de células de manufactura, donde la media de la productividad antes de la mejora fue de 0.6596 aumentando en 23.97%, demostrando la influencia que generó la aplicación de células flexibles en el proceso de pijamas, y respecto a la media de la productividad para el proceso de shorts deportivo aumentó en 0.1269 unidades de 0.7805 a 0.9074.

Por otro lado, respecto a la desviación estándar refleja un aumento de 54.39% llegando a 0.8427, y se ve reflejado también en el incremento del rango pasando de 0.18 a 0.31.

Respecto a la influencia que tuvo la implementación de células de manufactura en el proceso de confección de shorts deportivos con tapa, se visualiza una mejora del 16.26% en la media de la productividad, y alcanzando un valor de la mediana de 0.9097.

Además, a comparación del proceso de pijamas el rango de los valores de la productividad se redujo en 84.61% alcanzando un valor de 0.02.

### **Análisis descriptivo de la dimensión eficiencia (Figura 89)**

<b>Estadísticos</b>			
		Eficiencia Antes Pijama	Eficiencia Despues Pijama
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		,7700	,8893
Mediana		,7661	,9070
Moda		,75	,80 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		,04992	,07441
Rango		,22	,21
Mínimo		,66	,80
Máximo		,88	1,01

<b>Estadísticos</b>			
		Efi_Antes_Shorts	Efi_Después_Shorts
N	Válido	4	4
	Perdidos	0	0
Media		,8474	,9291
Mediana		,8574	,9305
Moda		,78 <sup>a</sup>	,92 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		,04611	,00745
Rango		,11	,02
Mínimo		,78	,92
Máximo		,89	,94

**Figura 89** Valores del análisis descriptivo de la eficiencia (Pijamas y shorts)

Fuente: SPSS 26

Se observó que todos los datos ingresados fueron procesados al 100% sin tener algún valor perdido tanto para el proceso de pijamas y shorts.

En relación, al primer proceso se observó que hubo un aumento en la media de la eficiencia en 9.88% con un valor de 0.8893. Respecto a la mediana también generó un aumento de 0.1409 con un valor final de 0.0970.

En cuanto a la desviación estándar hubo un aumento del 49.06% lo cual implica un alejamiento de la media en 0.07441. Un valor importante de mencionar es el valor máximo alcanzado por la eficiencia posterior a la implementación de células flexibles que fue de 1.01.

En consideración al proceso de confección de shorts deportivos con tapa se observó un aumento de la media y mediana de la eficiencia en un 9.64% (0.9291) y 8.53%(0.9305) respectivamente.

Respecto al valor obtenido de la desviación estándar post implementación, se observó una reducción del 83.84% con un valor final de 0.0745 y se confirma con la disminución del rango de los valores de eficiencia de 0.02.

### Análisis descriptivo de la dimensión eficacia (Figura 90)

Estadísticos			
		Eficacia Antes Pijama	Eficacia Despues Pijama
N	Válido	15	15
	Perdidos	0	0
Media		,8590	,9191
Mediana		,8571	,9231
Moda		,86	1,00
Desv. Desviación		,07911	,05151
Rango		,29	,15
Mínimo		,71	,85
Máximo		1,00	1,00

Estadísticos			
		Efica_Antes_Shorts	Efica_Despu es_Shorts
N	Válido	4	4
	Perdidos	0	0
Media		,9206	,9766
Mediana		,9188	,9775
Moda		,90 <sup>a</sup>	,97 <sup>a</sup>
Desv. Desviación		,02106	,00388
Rango		,05	,01
Mínimo		,90	,97
Máximo		,95	,98

**Figura 90** Valor del análisis descriptivo de la eficacia (Pijamas y Shorts)

Fuente: SPSS 26

Se verificó que fueron ingresados y procesados todos los datos al 100% sin pérdidas de valores.



Sobre la influencia que tuvo la implementación de células de manufactura en el proceso de pijamas hipoalergénicas sobre la eficacia del mismo, se corroboró el aumento en la media y mediana en 7.00% y 7.7% respectivamente

En lo que respecta al rango de los valores de la eficacia hubo una disminución del 48.28% y al mismo tiempo una reducción del 34.89% sobre la desviación estándar.

En cuanto al proceso de confección de shorts también se identificaron mejoras como el aumento de la media de la eficacia en 6.08% y la mediana en 6.39% obteniendo valores de 0.9766 y 0.9775 respectivamente.

### **Análisis inferencial**

Del mismo modo que el análisis descriptivo nos apoyamos del software SPSS Statistics 26, para proceder evaluar mediante la prueba de hipótesis si la hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alterna ( $H_1$ ) es rechazada o aceptada.

### **Análisis inferencial de la hipótesis general**

Como se mencionó en el apartado 3.6 para proceder a analizar la información recolectada se debe corroborar si los datos provienen de una distribución normal, de allí el nombre de Prueba de Normalidad. Cabe mencionar, que al contar con datos inferiores a 50 se procede analizar mediante el estadígrafo Shapiro-Wilks, donde si el valor de "p" es mayor al nivel de significancia alpha (0.05) quiere decir que los datos provienen de una distribución normal con un comportamiento paramétrico. (Figura 91)

Se adjuntó el resumen de procesamiento de casos y gráficos de dispersión y bigotes en el Anexo 30.

*$H_0$ : La implementación de células de manufactura no mejora significativamente la productividad en la empresa de confección textil Coco Company.*

*$H_1$ : La implementación de células de manufactura mejora significativamente la productividad en la empresa de confección textil Coco Company.*

Considerar la regla de decisión siguiente para la comparación de medias.

$$H_0: \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

	Pruebas de normalidad <sup>a</sup>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes Pijama	,106	15	,200 <sup>*</sup>	,962	15	,722
Productividad Despues Pijama	,172	15	,200 <sup>*</sup>	,955	15	,613

	Pruebas de normalidad <sup>a</sup>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prod_Antes_Shorts	,157	4	.	,999	4	,996
Prod_Despues_Shorts	,378	4	.	,811	4	,122

**Figura 91** Prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro-Wilk de la productividad para la pijama hipoalergénica y short deportivos con tapa

Fuente: SPSS 26

En la figura 91 se muestra la significancia de la productividad antes de aplicar la mejora en el proceso de pijama y shorts siendo 0.722 y 0.996, valores que son mayores a  $p > 0.05$  por lo tanto, se determinó utilizar un estadígrafo paramétrico como la T-Student.

Del mismo modo se corrobora que la significancia (sig) de la productividad posterior a la implementación de células de manufactura tanto para el proceso de pijama y shorts fueron 0.613 y 0.122, por lo tanto, al ser valores mayores a 0.05 se determinó utilizar el estadígrafo paramétrico T-Student.

Por consiguiente, una vez procesados los datos los resultados fueron los siguientes (Figura 92).

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad Antes Pijama	,6596	15	,05458	,01409
	Productividad Despues Pijama	,8177	15	,08427	,02176

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Prod_Antes_Shorts	,7805	4	,05372	,02686
	Prod_Despues_Shorts	,9074	4	,00720	,00360

**Figura 92** Comparación de medias de la productividad antes y después con T-Student (Pijamas y Shorts)

Fuente: SPSS 26

Se verificó que las medias ( $\mu_0$ ) de la productividad antes de la implementación de células de manufactura para ambos procesos (pijamas y shorts) son inferiores que las medias de la productividad posterior a la mejora, por consiguiente no cumple  $H_0: \mu_0 \geq \mu_1$  rechazando la hipótesis nula que indicaba que la aplicación de células de manufactura no mejora significativamente la productividad en la empresa de confección textil Coco Company.

Con el fin de corroborar el análisis realizado en el párrafo anterior, se procedió a verificar el valor de “p” de la significancia. (Figura 93)

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad Antes Pijama - Productividad Despues Pijama	-,15814	,08329	,02151	-,20427	-,11202	-7,354	14	,000

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Prod_Antes_Shorts - Prod_Despues_Shorts	-,12688	,05165	,02582	-,20906	-,04470	-4,913	3	,016

**Figura 93** Prueba de muestras emparejadas de la productividad antes y después (Pijamas y shorts)

Fuente: SPSS 26

Como resultado, se observó que el valor “p” de la significancia de las pijamas y shorts fueron de 0.000 y 0.016 respectivamente, valores inferiores a 0.05 considerando la regla de decisión; si el valor de “p” es menor o igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y si fuera mayor se acepta.

Por tal motivo, se confirma el rechazo de la hipótesis nula, por consiguiente, se aceptó la hipótesis alterna afirmando que la aplicación de células de manufactura mejora significativamente la productividad en la empresa de confección textil Coco Company.

### Análisis inferencial de la hipótesis específica n°1

*Ho: La implementación de células de manufactura no mejora significativamente la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company*

*H1: La implementación de células de manufactura mejora significativamente la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company*

Considerar la regla de decisión:

$$H_0: \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes Pijama	,154	15	,200 <sup>*</sup>	,967	15	,812
Eficiencia Despues Pijama	,166	15	,200 <sup>*</sup>	,900	15	,094

Pruebas de normalidad <sup>a</sup>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Efi_Antes_Short	,311	4	.	,906	4	,462
Efi_Despues_Short	,255	4	.	,945	4	,686

**Figura 94** Prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro-Wilk de la eficiencia para la pijama hipoalergénica y short deportivo con tapa

Fuente: SPSS 26

En la figura 94 se muestra la significancia de la eficiencia antes de aplicar la mejora en el proceso de pijama y shorts siendo 0.812 y 0.462, valores que son mayores a  $p > 0.05$  por lo tanto, se determinó utilizar un estadígrafo paramétrico como la T-Student.

Del mismo modo se corrobora que la significancia (sig) de la eficiencia posterior a la implementación de células de manufactura tanto para el proceso de pijama y shorts fueron 0.094 y 0.686, por lo tanto, al ser valores mayores a 0.05 se determinó utilizar el estadígrafo paramétrico T-Student.

Por consiguiente, una vez procesados los datos los resultados fueron los siguientes (Figura 95)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia Antes Pijama	,7700	15	,04992	,01289
	Eficiencia Despues Pijama	,8893	15	,07441	,01921

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Efi_Antes_Shorts	,8474	4	,04611	,02306
	Efi_Despues_Shorts	,9291	4	,00745	,00373

**Figura 95** Comparación de medias de la eficiencia antes y después con T-Student (Pijamas y Shorts)

Fuente: SPSS 26

Se verifico que las medias ( $\mu_0$ ) de la eficiencia antes de la implementación de células de manufactura para ambos proceso (pijamas y shorts) son inferiores que las medias de la eficiencia posterior a la mejora, por consiguiente no cumple  $H_0: \mu_0 \geq \mu_1$  rechazando la hipótesis nula que indicaba que la aplicación de células de manufactura no mejora significativamente la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company.

Con el fin de corroborar el análisis anterior, se procedió a verificar el valor de “p” de la significancia (Figura 96)

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia Antes Pijama - Eficiencia Despues Pijama	-,11934	,08045	,02077	-,16389	-,07478	-5,745	14	,000

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Efi_Antes_Shorts - Efi_Despues_Shorts	-,08174	,04968	,02484	-,16080	-,00268	-3,290	3	,046

**Figura 96** Prueba de muestras emparejadas de la eficiencia antes y después (Pijamas y shorts)

Fuente: SPSS 26

Como resultado, se observó que el valor “p” de la significancia de las pijamas y shorts fueron de 0.000 y 0.046 respectivamente, valores inferiores a 0.05

considerando la regla de decisión, si el valor de “p” es menor o igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y si fuera mayor se acepta.

Por tal motivo, se confirma el rechazo de la hipótesis nula, por consiguiente, se aceptó la hipótesis alterna afirmando que la aplicación de células de manufactura mejora significativamente la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company.

### Análisis inferencial de la hipótesis específica n°2

*H<sub>0</sub>: La implementación de células de manufactura no mejora significativamente la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company*

*H<sub>1</sub>: La implementación de células de manufactura mejora significativamente la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company*

Considerar la regla de decisión:

$$H_0: \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_a: \mu_0 < \mu_1$$

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes Pijama	,195	15	,131	,948	15	,488
Eficacia Despues Pijama	,161	15	,200*	,906	15	,119

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Efica_Antes_Short	,226	4	.	,977	4	,882
Efica_Despues_Short	,233	4	.	,918	4	,524

**Figura 97** Prueba de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro-Wilk de la eficacia para la pijama hipoalergénica y short deportivo con tapa

Fuente: SPSS 26

En la figura 97 se muestra la significancia de la eficacia antes de aplicar la mejora en el proceso de pijama y shorts siendo 0.488 y 0.882, valores que son mayores a  $p > 0.05$  por lo tanto, se determinó utilizar un estadígrafo paramétrico como la T-Student.

Del mismo modo se corrobora que la significancia (sig) de la eficacia posterior a la implementación de células de manufactura tanto para el proceso de pijama y shorts fueron 0.119 y 0.524, por lo tanto, al ser valores mayores a 0.05 se determinó utilizar el estadígrafo paramétrico T-Student.

Por consiguiente, una vez procesados los datos los resultados fueron los siguiente (Figura 98).

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia Antes Pijama	,8590	15	,07911	,02043
	Eficacia Despues Pijama	,9191	15	,05151	,01330

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia Antes Pijama	,8590	15	,07911	,02043
	Eficacia Despues Pijama	,9191	15	,05151	,01330

**Figura 98** Comparación de medias de la eficacia antes y después con T-Student (Pijamas y Shorts)

Fuente: SPSS 26

Se verifico que las medias ( $\mu_0$ ) de la eficacia antes de la implementación de células de manufactura para ambos proceso (pijamas y shorts) son inferiores que las medias de la eficacia posterior a la mejora, por consiguiente no cumple  $H_0: \mu_0 \geq \mu_1$  rechazando la hipótesis nula que indicaba que la aplicación de células de manufactura no mejora significativamente la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company.



Con el fin de corroborar el análisis anterior, se procedió a verificar el valor de “p” de la significancia (Figura 99)

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia Antes Pijama - Eficacia Despues Pijama	-,06017	,07887	,02036	-,10384	-,01649	-2,954	14	,010

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Efica_Antes_Shorts - Efica_Despues_Shorts	-,05594	,01917	,00958	-,08645	-,02544	-5,837	3	,010

**Figura 99** Prueba de muestras emparejadas de la eficacia antes y después (Pijamas y shorts)

Fuente: SPSS 26

Como resultado, se observó que el valor “p” de la significancia de las pijamas y shorts fueron de 0.010 y 0.010 respectivamente, valores inferiores a 0.05 considerando la regla de decisión, si el valor de “p” es menor o igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y si fuera mayor se acepta.

Por tal motivo, se confirma el rechazo de la hipótesis nula, por consiguiente, se aceptó la hipótesis alterna afirmando que la aplicación de células de manufactura mejora significativamente la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company.

## **5. DISCUSIÓN**

Cabe mencionar que en el proceso por obtener el escenario óptimo e ideal, considerando el espacio disponible del área de confección para la redistribución de las máquinas, no permitía realizar variaciones de diseños debido al limitado espacio, por ende, es relevante resaltar lo logrado en la investigación, utilizando el espacio disponible para redistribuir las máquinas con el objetivo de generar flujo continuo y, por ende, generar beneficios para la empresa. Gracias a la redistribución del área de confección el Índice de Desempeño alcanzó el 100% para el proceso de confección de pijamas y del 75% del proceso de confección de shorts deportivos. Lo cual deja un precedente para futuras investigaciones, el adecuarse a las condiciones de la infraestructura e intentar redistribuir buscando el escenario más favorable. Por ello mismo, se puede hacer una comparativa con la investigación realizada por Encarnación (2017) quien también reconoce cómo solución del problema analizado, una distribución del área de Inspección y Conversión considerando que fue realizada en una empresa y no una Mype como la presente investigación. Por tal motivo, el espacio que contaba la empresa le permitió aplicar la investigación de acción por medio de iteraciones, desarrollando cinco ciclos con diversas configuraciones lo cual le permitió decidir bajo ciertos criterios, que escenario era el ideal.

Otro aspecto importante a considerar en la presente investigación es la forma de aplicación del Índice de Desempeño del Layout debido que Borja (2018) realizó su investigación en una empresa de cultivos de banana y analizó la distribución de las áreas de la empresa. En el proceso el determina distancias e intensidades de transportes entre las áreas para poder aplicar la fórmula del IDL. Él indicó que no hay mucha información acerca de redistribución de planta o layout, pero si en lo que corresponde la distribución de la planta. Por tal motivo, en su investigación recolectó información de diversas fuentes con el fin de analizar el por qué una planta necesitaría realizar una redistribución de sus áreas. Por lo tanto, el desarrollo de esta investigación dejará un precedente en la forma de aplicar el indicador, trasladando el mismo concepto aplicado a las áreas de una empresa hacia la aplicación del procedimiento, en función a las máquinas de una sola área en específico, como es el área de confección y la redistribución de las máquinas.

Por otro lado, las células flexibles o manufactura celular es una herramienta eficaz que siendo aplicada de manera adecuada genera altos beneficios y ventajas para la empresa. Bajo este enfoque, se puede analizar el planteamiento que realizó Torres (2018) cuando aplicó el Ciclo de Deming apoyado de la herramienta célula de manufactura con el fin de aumentar la eficiencia de los trabajadores, reducir los tiempos de sub-procesos, y disminuir los inventarios y la rigidez del sistema de producción. Los logros conseguidos fue aumentar la eficiencia promedio semanal en 7.22% para el área de corte, 13.20% para el área de acabado, un aumento del promedio diario de 23.69% y la productividad promedio real de 25.01%, 46,88% y 114.09% para los sub-procesos de corte, costura y acabado. Comparando con la presente investigación la aplicación de células de manufactura solo en el área de confección se consiguió aumentar un 15.52% y 9.64% para el proceso de confección de pijamas y shorts respectivamente. Y en función a la productividad se incrementó en 23.62% y 16.26% para las pijamas y shorts respectivamente.

Ahora bien, con respecto al tiempo permanencia que es pieza clave para realizar el mapa de flujo de valor, se logró reducir en 17.9% el lead time, lo cual benefició las entregas a tiempo de los productos a los clientes. Este valor fue obtenido gracias a la reducción del tiempo de ciclo del proceso de confección de las pijamas cuando se reorganizaron las actividades y se aplicó el concepto de la polifuncionalidad. Del mismo modo, en la investigación de Carpena (2021) el objetivo principal fue la aplicación de celdas de manufactura flexible con un sistema pull basándose en herramientas Lean Manufacturing con el fin de incrementar la competitividad de la empresa siendo el indicador más relevante el lead time. Es por ello, que la aplicación de celda de manufactura mejoró su lead time en un 28%, un valor mayor al obtenido en la presente investigación.

Caso similar fue el desarrollado por Wang cuando aplicó el VSM con el fin de reducir los tiempos que no agregan valor o lead time. Posterior al análisis y aplicación de mejoras, logró reducir a 15 días el lead time, que equivale a una reducción del 88% del tiempo anterior.

Se puede discutir, que la aplicación de la herramienta mapa de flujo de valor es indispensable para iniciar el análisis de la situación actual de una empresa, debido al uso constante en las investigaciones analizadas como del señor Singh (2014), Ortiz (2018), Wang Chao [et al], Armas (2017), Carpena, Muñoz (2021) y por último Ruiz (2016).

Asimismo, cabe resaltar la importancia de la aplicación del concepto de polivalencia como parte de la implementación de células de manufactura debido que al generar nuevas distribuciones de layout y realizar el balance de línea produce la necesidad que los trabajadores conozcan todos los procesos que conlleva la fabricación de los productos con el fin de generar la flexibilidad deseada de los procesos.

Con respecto al desarrollo del trabajo de investigación tuvo como fortaleza el haberlo realizado a través del Ciclo de Deming que está compuesta por cuatro (4) etapas o fases mediante los ocho (8) pasos para la solución de problemas distribuidas en las fases, lo que permitió organizar y estructurar de manera adecuada todo el procedimiento desde el análisis hasta las conclusiones, manteniendo un orden lógico.

Otro factor muy influyente en el trabajo de investigación fue la implementación del Índice de Desempeño de Layout, como se puede verificar el procedimiento es sencillo de aplicarlo, pero sigue siendo una herramienta muy potente para identificar que tan favorable es la distribución actual de las áreas o el objeto de estudio, con el fin de realizar las diversas configuraciones que se aproximen al escenario ideal. Cabe resaltar, que tal como lo mencionó Pérez en su artículo, hay mucha información acerca de distribución de planta o diseño de layout pero no hay muchos registros de información sobre la posibilidad de verificar la distribución para posibles mejoras como la redistribución, por ende, esta investigación es un claro ejemplo de la aplicabilidad del índice.

Es necesario mencionar la importancia de la identificación del problema a analizar mediante el uso de las herramientas correctas. En la presente investigación, fue la parte más complicada al decidir cuál sería el procedimiento que ayudaría a solucionar la causa de los problemas. Gracias a la elección del

uso de las herramientas lean manufacturing permitió desarrollar un paso a paso eliminando las causas menos predominantes a comparación de las primordiales que afectaban en mayor proporción a la empresa.

Para finalizar, se puede hacer mención de las condiciones que se han vivido en los inicios del año 2020, con la pandemia afectó en demasía las pequeñas y medianas empresas, por lo que para realizar mejoras que permitan adaptarse a las nuevas condiciones que exigía la pandemia, era necesario realizar las mejoras posibles con baja inversión.

De esta manera, lo conseguido en la presente investigación fue exitoso teniendo en consideración lo descrito anteriormente. Por tal motivo este trabajo genera una guía de implementación para las diversas investigaciones futuras que presenten similares problemas respecto a la redistribución de sus áreas o máquinas. Dejando como precedente el gran impacto que puede generar implementar soluciones acordes al beneficio / costo de la empresa con presupuestos bajos pero que tengan un gran impacto para el desarrollo, en este caso en el proceso de producción estableciendo una ventaja competitiva frente al resto de empresas del mismo rubro y generando rentabilidad a mediano y largo plazo. Además de aumentar los conocimientos del personal a través del uso de herramientas que le servirán a futuro tanto en lo profesional como en lo personal logrando concientizar a su vez, la importancia que tiene cada uno en el proceso de confección de pijamas de felpa y shorts deportivos haciendo que se enfoquen en la calidad en el trabajo realizado para la satisfacción final del cliente que satisfaga sus necesidades y expectativas colocándose del lado del consumidor. Todo se logró al incluir al personal en el desarrollo de la implementación de mejora en la empresa y la predisposición por parte de ellos al absorber nuevos conocimientos.

## **6. CONCLUSIONES**

1. El objetivo principal de la investigación fue determinar como la implementación de las células de manufactura mejora la productividad con lo cual se cumplió logrando aumentar un 23.62% en el proceso de confección de pijamas y un 16.26% para la confección de shorts deportivos, siendo los nuevos valores 81.76% y 90.74% respectivamente.
2. Como primer objetivo específico se buscaba determinar si la implementación de células de manufactura en la empresa de confección textil Coco Company mejoraba la eficiencia, lo cual fue afirmado mediante el análisis inferencial y comparación de medias de la eficiencia con un valor de 0.8893 posterior a la implementación de células de manufactura en el proceso de confección de pijamas y 0.9291 para el proceso de confección de shorts deportivos, habiendo una mejora de 15.49% y 9.64% respectivamente.
3. Como segundo objetivo específico se buscó determina si la implementación de células de manufactura mejoraba la eficacia del proceso tanto de pijamas como de shorts, por lo que se consiguió el objetivo demostrado mediante la aplicación del estadígrafo paramétrico T-Student el rechazo de la hipótesis nula porque el valor “p” que fue de 0.010 para ambos procesos de confección eran valores inferiores a 0.05, por lo que se confirma que la implementación de células de manufactura mejora significativamente la eficacia en la empresa textil Coco Company.
4. Se logró replicar el concepto de Pablo Pérez Gosende en su artículo *“Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un Índice de Desempeño”* en la investigación presente pero enfocado en las máquinas de un área, en vez de ser aplicado a las diversas áreas de la empresa. Los resultados fueron satisfactorios al verificar la similitud al realizar el análisis del indicador, que permitió identificar reservas de mejora logrando conseguir los escenarios que se aproximen al ideal, siendo 100% para el proceso de confección de pijamas hipoalergénicas y 75% para el proceso de confección de shorts deportivos con tapa.



5. El tiempo ciclo se redujo en 18.03% de 43.69 a 35.82 minutos por pijama y para los shorts deportivos con tapa se redujo en 21.55% de 25.47% a 19.98% minutos por short.
6. El tiempo de entrega o lead time se redujo de 6.09 a 5 días y de 10.38 a 8.55 días para las pijamas hipoalergénicas y shorts deportivos con tapa, respectivamente.
7. La tasa de polivalencia paso de 24% a 43% para el proceso de confección de pijamas hipoalergénicas y de 46% a 63% para el proceso de confección de shorts deportivos con tapa.

## **7. RECOMENDACIONES**

1. Se recomendó al Gerente General seguir haciendo uso del paso a paso de la determinación de causa raíz de los problemas que posteriormente surjan lo cual permitirá ser eficaz en la disminución o eliminación del problema principal. También aprender al procedimiento de hallar el Índice de Desempeño de Layout, el cual le permitirá evaluar distintos escenarios en la distribución de las máquinas a futuro según la familia de producto que le esté generando mayores ingresos.
2. Al encargado de producción se le sugirió realizar el seguimiento de la matriz de polivalencia y seguir realizando la rotación de personal en las diversas operaciones que les falta por aprender para que logren obtener la deseada polifuncionalidad al 100%. Seguir fortaleciendo las habilidades adquiridas por los trabajadores y aumentar su tasa de polivalencia con el fin de conseguir procesos más flexibles con trabajadores que puedan realizar diferentes operaciones de los diversos productos.
3. Se recomendó al encargado de producción mantener los indicadores que forman parte de la productividad, tanto eficacia como eficiencia haciendo uso de los formatos que se han brindado a través del trabajo de investigación. En primera instancia, que lo realice mensualmente y progresivamente lo realice por cada pedido entregado, así lograr el seguimiento de las mejoras realizadas que impactarán directamente en los ingresos, calidad de productos y satisfacción de los clientes.

## REFERENCIAS

ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6ª ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012, 143 pp., ISBN: 9800785299.

BENITES. Perú. Resolución de Consejo Universitario. 23 de mayo de 2017, N° 0126-2017/UCV 12 pp.

BETANCOURT, Diego. Capacidad de producción: ¿Qué es y cómo se calcula? En: Ingenio Empresa. [En línea]. 11 de abril de 2016. [Citado el: 18 de mayo de 2021]. [www.ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa](http://www.ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa).

BORJA, Silvia Del Pilar. Evaluación y propuestas de mejoras en la distribución espacial de la fábrica SERVIAXA S.A. Tesis (Título profesional de Ingeniería Industrial), Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Carrera de Ingeniería Industrial, 2018. Disponible en <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15479>

CABEZAS, Edison y ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. Revista científica [en línea]. Octubre 2018. Disponible en <http://www.repositorio.espe.edu.ec>. ISBN: 9789942765444

CARPENA, David; MUÑOZ, Mirlam. Propuesta de aplicación de un sistema pull y celda de manufactura flexible en el proceso de acabados de las PYME's del sector textil exportador de prendas de vestir tipo punto de algodón para incrementar la competitividad. Tesis (Título profesional de Ingeniería Industrial), Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2021. Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/625644>

CASAS, J; REPULLO, Jr; DONADO, J. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). Revista Atención Primaria [en línea]. 31 (8), 2003. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>, ISSN: 0212-6567.

CORRAL, Yadira, CORRAL, Itzama; CORRAL, Angie. Procedimientos de muestreo. Revista Ciencias de la Educación: 26(46):151-167; ISSN:316-5917.

CRUELLES, José Agustín. Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. México: Alfaomega Grupo Editor. 2013. 202 pp., ISBN: 9786077075783.

CUATRECASAS, Lluís. Organización de la producción y dirección de operaciones. Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A. 2012. 751 pp., ISBN: 9788499693491.

DALLA, Mario. Ética en la investigación en gestión: relevancia, principios y lineamientos para su aplicación. Lima: Púrpura. 2016. 52 pp., ISBN: 9786124320163.

Economipedia.com. Myriam Quiroa. 22 de mayo de 2020. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/sistema-de-produccion.html>

ENCARNACIÓN, Roberto Antonio. Diseño de células de manufactura y propuesta de un modelo lean para agregar valor en un área de conversión de producto lácteo: caso de estudio. Tesis (Grado de Magister en Ingeniería Industrial), Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Postgrado, 2017. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9862>

GARCÍA, Jesús; CAZALLO, Ana; BARRAGAN, Camilo; MERCADO, María; OLARTE, Lucy; MEZA, Víctor. Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector de construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. Revista Espacios [en línea]. 2019, 40 (22), 16 [fecha de consulta: 14 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.revistaespacios.com/a19v40n22/19402216.html> ISSN: 0798-1015.

GUTIÉRREZ, Eduardo; VLADIMIROVNA, Olga. Estadística inferencial 1 para ingeniería y ciencias. México: Grupo Editorial Patria, 2016, 348 pp. ISBN: 9786077444879.

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. 3ª ed. México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, 2010, 736 pp., ISBN: 9786071503152

HERNÁNDEZ, León y COELLO, Sayda. El proceso de investigación científica. 2ª ed. La Habana: Editorial Universitaria, 2012, 133 pp., ISBN: 9789591615572

HERNÁNDEZ, Roberto y FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: Editorial Mexicana,2014, 736 pp. ISBN: 9781456223960

KUMAR, S. y DHINGRA, A. y SINGH, B., 2018. Lean-Kaiezen implementation: A roadmap for identifying continuous improvement opportunities in Indian small and medium sized enterprise. Journal of Engineering, Design and Technology,16(1):143-160,2018. ISSN: 1726-0531. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/JEDT-08-2017-0083>

La cadena global de valor de la industria textil: EL rol de Asia e implicaciones. Aladda Internacional. 28 de mayo de 2019. [Fecha de consulta: 22 de marzo de 2021]. Disponible en <http://aladaainternacional.com/2019/05/la-cadena-global-de-valor-de-la-industria-textil-el-rol-de-asia-e-implicaciones/>

Las Mypes peruanas en 2019 y su realidad ante la crisis. [en línea]. Comex. 05 de junio de 2020. [Fecha de consulta: 24 de marzo de 2021]. Disponible en <https://www.comexperu.org.pe/articulo/las-mype-peruanas-en-2019-y-su-realidad-ante-la-crisis>

LIKER, Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo. Barcelona: Grupo Planeta,2010, 51 pp. ISBN: 9788498750744.

LOPEZ Ocaña, Diego. Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de almacén, en la empresa Metal Técnica S.A. Tesis (Título profesional de Ingeniería Industrial). Callao: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, 2017. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12469>

ORTIZ, Daysi Margarita. Modelo de implementación del sistema de manufactura esbelta para la optimización de los procesos de producción textil. Tesis (Grado Académico de Magister en Gestión de Operaciones), Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Dirección de Posgrado, 2018. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28326>

Pecvnia. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales [en línea]. España: Área de Publicaciones de la Universidad de León, 2009 [fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18002/pec.v0i7.696> , ISSN: 1699-9495

Producción del sector textil y confecciones cayó más de 30% en el 2020. 12 de marzo 2021. [Fecha de consulta 22 de marzo de 2021]. Disponible en <https://www.connuestroperu.com/economia/69316-produccion-del-sector-textil-y-confecciones-cayo-mas-de-30-en-el-2020>

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010, 260 pp., ISBN: 9788479789671.

RECH, Deandro; COSTA, Carlo; LUCIANO, Marcos. Manufacturing cell applied to composite materials assembly into bus manufacturing Company. Revista Ingeniería Industrial. 16(2):169-184, 2017, ISSN: 0717-9103. DOI <https://doi.org/10.22320/S07179103/2017.11>.

ROMERO, Manuel. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. Revista Enfermería del Trabajo [en línea]. 6 (3), 2016. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>, ISSN: 2174-2510.

RUIZ, Samuel. Implementación de herramientas de Lean manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial. Tesina (Título profesional de Ingeniería Industrial), Lima: Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12672/6093>

SÁENZ, Karla; TAMEZ, Gerardo. Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la investigación en ciencias sociales. México: Tirant Humanidades México, 2014, 516 pp. ISBN: 9788416062324.

SINGH, Amanparteek; SINGH Harpuneet. Implementation of a Cellular Manufacturing Tool for Minimization of Non Value Added Activities. International Journal of Engineering Research and Applications. 4(8):97-103, 2014, ISSN:



2248-9622. Disponible en [http://www.ijera.com/papers/Vol4\\_issue8/Version%201/N0480197103.pdf](http://www.ijera.com/papers/Vol4_issue8/Version%201/N0480197103.pdf)

SOCCONINI, Luis. Lean Manufacturing, paso a paso. Barcelona: Marge Books, 299 pp. ISBN: 9788417903046.

TAPPING, Don y SHUKER, Tom. Value Stream Management for the Lean Office: Eighth Steps to Planning, Mapping, & Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas. United States of America: Productivity Press, 2003, 171 pp., ISBN: 1563272466.

TORRES, Saúl. Mejora continua en la gestión del proceso de manufactura de una empresa de confecciones del Perú y su efecto en los indicadores de fabricación. Tesis (Grado de Magister en Ingeniería Industrial), Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, 2018. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7832>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2013, 495 pp. ISBN: 9786123028787.

VARGAS, José; MURATALLA, Gabriela; JIMÉNEZ, María. Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias [en línea]. 2016, V (17), 153-174 [fecha de consulta: 14 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215049679011>. ISSN: 1856-8327.

WANG, C. y QUESADA-PINEDA, H.y KLINE, D.E. y BUEHLMANN, U., 2011. Using Value Stream Mapping to Analyze an Uphostery Furniture Engineering Process. Forest Products Journal,61(5):411-421,2011, ISSN 0015-7473. Recuperado por ProQuest Central. Disponible en <https://search.proquest.com/docview/912513352?accountid=37408>

## **ANEXOS**

## Anexo 1 Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	INDICES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente: Manufactura celular	"Manufactura celular es un concepto de fabricación en el que la distribución de la planta se mejora de manera significativa, haciendo fluir la producción ininterrumpidamente entre cada operación, reduciendo drásticamente el tiempo de respuesta, maximizando las habilidades del personal y haciendo que cada empleado realice varias operaciones" (Socconini, 2019, p. 172)	"Una célula ordena varios equipos (y personal) en secuencia de proceso e incluye todas las operaciones necesarias para lograr completar un producto o una parte importante de esas operaciones" (Rajadell, 2010, p.88)	MAPA DE FLUJO DE VALOR (VSM)	Tiempo de permanencia	$TP = \frac{S \times TCs}{TD}$ <p>TP: Tiempo de permanencia en días. S : Stock de permanencia frente a cada operación (prendas) TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción (minutos al día)</p>	Razón (días)
			CÉLULAS FLEXIBLES	Tasa de polivalencia	$TP = \frac{MPDO}{NPS}$ <p>TP: Tasa de polivalencia MPDO : Media procesos dominados por operario NPS: Número de procesos de la sección</p>	Razón (porcentaje)
				Tiempo de ciclo	$TC = \sum TTU$ <p>TCT: Tiempo de ciclo en minuto, ∑TTU : Sumatoria de tiempos que transcurre desde que un proceso termina una unidad o lote hasta que termine la unidad o lote siguiente.</p>	Razón (minutos-tiempo)
			DISPOSICIÓN DE PLANTA	Índice de desempeño del Layout	$IDL = \frac{\alpha \times IFO + (1-\alpha) \times IFS}{100}$ <p>IDL: Índice de desempeño de Layout α : Nivel de importancia de los criterios cuantitativos respecto a los cualitativos. 1 - α : Nivel de importancia de los criterios cualitativos IFO: Índice de flujo operativo (porcentaje) IFS: Índice de las relaciones subjetivas de adyacencia entre los centros de actividad (porcentaje)</p>	Razón (porcentaje)
Variable Dependiente: La productividad	"La productividad [...] es la relación entre los resultados y los insumos, y en los procesos los insumos se transforman en resultados [...] [siendo] un indicador importante y se debe medir constantemente para conocer el verdadero estado de las mejoras" (Socconini, 2019, p.28)	Eficiencia mide la relación entre insumos y producción, busca minimizar el costo de los recursos. En términos numéricos, es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada. (Cruelles, 2013, p.10) Eficacia es el grado en el que se logran los objetivos. Se identifica con el logro de las metas "hacer las cosas correctas" (Cruelles, 2013, p. 11)	Eficiencia	Eficiencia del proceso	$EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ <p>EI: Eficiencia del proceso (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)</p>	Razón (Porcentual)
			Eficacia	Eficacia del proceso	$EF = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ <p>EF: Eficacia del proceso (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)</p>	Razón (Porcentual)

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2 Matriz de consistencia

TELÉFONO: 958988350 / 934784017									
IMPLEMENTACIÓN DE CÉLULAS DE MANUFACTURA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DE CONFECCION TEXTIL COCO COMPANY									
LÍNEA INVESTIGACIÓN	EMPRESA	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES	METODOLOGÍA
GESTION EMPRESARIAL Y PRODUCTIVIDAD	C O C O  C O M P A N Y  P E R U  S A C	<p><b>Problema General</b> ¿De qué manera la implementación de células de manufactura mejora la productividad en la empresa de confección textil Coco Company?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar como la implementación de células de manufactura mejora la productividad en la empresa de confección textil Coco Company</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La implementación de células de manufactura mejora significativamente la productividad en la empresa de confección textil Coco Company</p>	<p><b>Variable 1 / Variable independiente: Manufactura Celular</b></p>	VSM	Tiempo de permanencia	$TP = \frac{S \times TCS}{TD}$ <p><i>TP: Tiempo de permanencia en días. S: Stock de permanencia frente a cada operación (prendas) TCS: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción minutos al día</i></p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Método:</b> Descriptivo. Explicativo.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Pre-Experimental</p> <p><b>Población y Muestra Población:</b> La población en la presente investigación fue de 675 pijamas hipoalérgicas y 258 shorts deportivos con tapa en el periodo analizado de setiembre a noviembre del 2020. <b>Muestra:</b> Fueron analizadas un total de 74 pijamas hipoalérgicas y 191 shorts deportivos con tapa.</p> <p><b>Técnicas:</b> Observación Directa</p> <p><b>Instrumentos:</b> DAP Hoja de registros</p> <p><b>Técnica de procedimiento de Datos:</b> Encuestas Estudio de tiempo Diagrama de Pareto Diagrama de Ishikawa 5 Por ques</p>
						Tiempo de proceso	Tasa de polivalencia	$TP = \frac{MPDO}{NPS}$ <p><i>TP: Tasa de polivalencia MPDO: Media procesos dominados por operario NPS: Número de procesos de la sección</i></p>	
							Tiempo de ciclo total	$TCT = \sum TCI$ <p><i>TCT: Tiempo de ciclo total de las actividades en minutos <math>\sum TCI</math>: Sumatoria de los tiempos de ciclos individuales de las actividades en minutos.</i></p>	
						Disposición de planta	Índice de desempeño de Layout	$IDL = \frac{\alpha \times IFO + (1 - \alpha) \times IFS}{100}$ <p><i>IDL: Índice de desempeño de Layout <math>\alpha</math>: Nivel de importancia de los criterios cuantitativos respecto a los cualitativos. <math>1 - \alpha</math>: Nivel de importancia de los criterios cualitativos IFO: Índice de flujo operativo (porcentaje) IFS: Índice de las relaciones subjetivas de adyacencia entre los centros de actividad (porcentaje)</i></p>	
			Eficiencia	Eficiencia del proceso	$EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ <p><i>EI: Eficiencia de proceso (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas/hora)</i></p>				
			Eficacia	Eficacia del proceso	$EFL = \frac{CPSD}{TPC}$ <p><i>EFL: Eficacia de proceso (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)</i></p>				
		<p><b>Problema Específico</b> ¿De qué manera la implementación de células de manufactura mejora la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company?</p>	<p><b>Objetivo Específico</b> Determinar como la implementación de células de manufactura mejora la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company</p>	<p><b>Hipótesis Específica</b> La implementación de células de manufactura mejora significativamente la eficiencia en la empresa de confección textil Coco Company</p>	<p><b>Variable 2 / Variable Dependiente:</b></p>				
		<p>¿De qué manera la implementación de células de manufactura mejora la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company?</p>	<p>Determinar como la implementación de células de manufactura mejora la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company</p>	<p>La implementación de células de manufactura mejora significativamente la eficacia en la empresa de confección textil Coco Company</p>	<p><b>Productividad</b></p>				

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3 Proceso de selección de la muestra

Como bien lo mencionó Gutiérrez y Vladimirovna (2016) el cálculo de una muestra (n) cuando se tiene una población (N) conocida es mediante la siguiente fórmula. (p. 14)

$$n = \frac{Np(1-p)Z_{1-\alpha}^2}{(N-1)e^2 + p(1-p)Z_{1-\alpha}^2}$$

Donde:

n=Tamaño de muestra

N=Tamaño de población

$Z_{1-\alpha}$ =Valor de tablas de la distribución normal estándar para una probabilidad central de  $1-\alpha$

e=Error muestral permitido

p=variabilidad positiva

El valor de la población se obtiene mediante el promedio mensual se la información brindada por el Gerente (Tabla 18).

Prendas confeccionadas	Meses- Año 2020								Promedio
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
Short deportivo clásico con tapa	1398	484	140		404				607
Pijamas de felpa hipoalergénica					174	253	255	265	237
<b>Total</b>									<b>843</b>

**Tabla 18** Promedio de demandas de enero-agosto 2020

Además, El valor Z al 95% es 1.96, el error muestras permitido fue del 5% t la variabilidad positiva de 50%. Por tanto, la muestra fue:

$$n = \frac{(843)(0.5)(0.5)(1.96^2)}{(842)0.05^2 + (0.5)(0.5)(1.96)^2}$$


$$n = 264.1127 \cong 265$$

Por consiguiente, se realizará la división de la muestra en función a la proporcionalidad de cada segmento respecto al total (Tabla 19)

<b>Prendas confeccionadas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Muestra</b>	<b>Muestra estratificada</b>
Short deportivo clásico con tapa	606.5	72%	265	191
Pijamas de felpa hipoalergénica	236.75	28%		74
<b>Total</b>	<b>843</b>	<b>100%</b>		<b>265</b>


*Tabla 19 Estratificación de muestra por segmento*

## Anexo 4 Hoja de Registro de Tiempo de permanencia de inventario

 <b>HOJA DE REGISTRO DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE INVENTARIO</b>					
Fecha de producción				N° Hoja	1
Cantidad de lote (prendas)					
Elaborado por	Indicador	$TP = \frac{S \times TCs}{TD}$ <p> <i>TP: Tiempo de permanencia en días.</i>  <i>S : Stock de permanencia frente a cada operación (prendas)</i>  <i>TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado.</i>  <i>TD: Tiempo total disponible para la producción (minutos al día)</i> </p>			
Procesos	Cantidad de inventario (prendas)	Tiempo de ciclo del proceso siguiente	Tiempo total disponible de producción (minutos al día)	Tiempo de permanencia (días)	
Corte					
Confección					
Estampado					
Acabado					
<b>TOTAL (días)</b>					

Fuente: Elaboración propia


## Anexo 5 Hoja de Registro de Matriz de polivalencia

 <b>MATRIZ DE POLIVALENCIA</b>												Fecha		
												Leyenda		
												1	Versátil	
		0	No versátil											
		0.5	En entrenamiento											
Elaborado por		Operación 1	Operación 2	Operación 3	Operación 4	Operación 5	Operación 6	Operación 7	Operación 8	Operación 9	Operación 10	Total	Cantidad de operaciones	Polivalencia
N° de trabajadores														
Proceso	Célula													
Nombre del proceso o célula														
N°	Nombre del trabajador	Puesto 1			Puesto 2			Puesto 3						
1		1	1									2	10	20%
2												0	10	0%
3												0	10	0%
4												0	10	0%
5												0	10	0%
6												0	10	0%
7												0	10	0%
8												0	10	0%
9												0	10	0%
10												0	10	0%
												Promedio	2%	

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 6 Hoja de Registro de toma de tiempos

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																						
		Proceso														Fecha de producción						
		Producto analizado														N° de muestra						
		Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay													N° Prendas confeccionadas						
Número	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																				Tiempo promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35																						
36																						
37																						
38																						
39																						
40																						
41																						
																			Tiempo total (segundos/prenda)			
																			Tiempo total (minutos/prenda)			

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7 Hoja de Registro de cantidad de inventario entre operaciones

		CANTIDAD DE INVENTARIO EN PROCESO ENTRE OPERACIONES										Fecha	
												Producto	
		Fecha de producción										Proceso	Confeccion
		Cantidad del lote de producción										Lotes analizados	10
		Número de lote de producción										Total inventario por operación	Promedio de inventario
Elaborado por	Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
<b>Total inventario por fecha</b>													

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 9 Validación de instrumentos del Mg. Bazán Robles Darío



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

VARIABLE INDEPENDIENTE		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
1	DIMENSIÓN 1: Mapa de Flujo de Valor (VSM)	Si	No	Si	No	Si	No	
1.1	Tiempo de permanencia $TP = \frac{S \times TCs}{TD}$ TP: Tiempo de permanencia en días. S: Stock de permanencia frente a cada operación (prendas) TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción (minutos al día)	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Células flexibles	Si	No	Si	No	Si	No	
2.1	Tasa de polivalencia $TP = \frac{MPDO}{NPS}$ TP: Tasa de polivalencia MPDO: Media de procesos dominados por operario NPS: Número de procesos de la sección	X		X		X		
2.2	Tiempo ciclo $TCT = \sum TCI$ TCT: Tiempo de ciclo total de las actividades en minutos $\sum TCI$ : Sumatoria de los tiempos de ciclos individuales de las actividades en minutos	X		X		X		
3	DIMENSION 3: Distribución de planta	Si	No	Si	No	Si	No	
3.1	Índice de desempeño del Layout $IDL = \frac{\alpha \times IFD + (1-\alpha) \times IFS}{100}$ IDL: Índice de desempeño de Layout $\alpha$ : Nivel de importancia de los criterios cuantitativos respecto a los cualitativos. $1-\alpha$ : Nivel de importancia de los criterios cualitativos IFD: Índice de flujo operativo (porcentaje) IFS: Índice de las relaciones subjetivas de adyacencia entre los centros de actividad (porcentaje)	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>								
1	DIMENSION 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
1.2	Eficiencia del proceso $EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ EI: Eficiencia de proceso (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)	X		X		X		
2	DIMENSION 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
2.1	Eficacia del proceso $EFI = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ EFI: Eficacia del proceso (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia**

**Opinión de aplicabilidad:**    **Aplicable [ X ]**        **Aplicable después de corregir [ ]**        **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador:** Mg. Bazán Robles Romel Darío        **DNI: 41091024**

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

**Lima 19 de mayo del 2021**



**Mg. Romel Darío Bazán Robles**  
**Docente del Curso**  
**Cel.: 996765480**

## Anexo 10 Validación de instrumentos del Mg. Farfán Martínez Roberto



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

VARIABLE INDEPENDIENTE		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>1</b>	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Mapa de Flujo de Valor (VSM)							
1.1	Tiempo de permanencia $TP = \frac{S \times TCS}{TD}$ TP: Tiempo de permanencia en días. S: Stock de permanencia frente a cada operación (prendas) TCS: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción (minutos al día)	X		X		X		
<b>2</b>	<b>DIMENSIÓN 2:</b> Células flexibles	Si	No	Si	No	Si	No	
2.1	Tasa de polivalencia $TP = \frac{MPDO}{NPS}$ TP: Tasa de polivalencia MPDO: Media de procesos dominados por operario NPS: Número de procesos de la sección	X		X		X		
2.2	Tiempo ciclo $TCT = \sum TCI$ TCT: Tiempo de ciclo total de las actividades en minutos $\sum TCI$ : Sumatoria de los tiempos de ciclos individuales de las actividades en minutos	X		X		X		
<b>3</b>	<b>DIMENSION 3:</b> Distribución de planta	Si	No	Si	No	Si	No	
3.1	Índice de desempeño del Layout $IDL = \frac{\alpha \times IFO + (1-\alpha) \times IFS}{100}$ IDL: Índice de desempeño de Layout $\alpha$ : Nivel de importancia de los criterios cuantitativos respecto a los cualitativos. $1-\alpha$ : Nivel de importancia de los criterios cualitativos IFO: Índice de flujo operativo (porcentaje) IFS: Índice de las relaciones subjetivas de adyacencia entre los centros de actividad (porcentaje)	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>								
<b>1</b>	<b>DIMENSION 1:</b> Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
1.1	Eficiencia del proceso $EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ EI: Eficiencia de proceso (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)	X		X		X		
<b>2</b>	<b>DIMENSION 2:</b> Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
2.1	Eficacia del proceso $EFI = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ EFI: Eficacia del proceso (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **SÍ HAY SUFICIENCIA**

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [X]**            **Aplicable después de corregir [ ]**            **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador:** Mg: Roberto Farfán Martínez            DNI: 02617808  
**Especialidad del validador:** MAESTRO EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA

- <sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- <sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- <sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima 19 de mayo del 2021



**Mg. Roberto Farfán Martínez**  
**Juez experto**  
**Cel.: 995771840**

## Anexo 11 Validación de instrumentos del Mg. Aldo Alexi Acosta Linares



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

VARIABLE INDEPENDIENTE		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
1	DIMENSIÓN 1: Mapa de Flujo de Valor (VSM)	Si	No	Si	No	Si	No	
1.1	Tiempo de permanencia $TP = \frac{S \times TCs}{TD}$ TP: Tiempo de permanencia en días. S : Stock de permanencia frente a cada operación (prendas) TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción (minutos al día)	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Células flexibles	Si	No	Si	No	Si	No	
2.1	Tasa de polivalencia $TP = \frac{MPDO}{NPS}$ TP: Tasa de polivalencia MPDO : Media de procesos dominados por operario NPS: Número de procesos de la sección	X		X		X		
2.2	Tiempo ciclo $TCT = \sum TCI$ TCT: Tiempo de ciclo total de las actividades en minutos $\sum TCI$ : Sumatoria de los tiempos de ciclos individuales de las actividades en minutos	X		X		X		
3	DIMENSION 3: Distribución de planta	Si	No	Si	No	Si	No	
3.1	Índice de desempeño del Layout $IDL = \frac{\alpha \times IFO + (1-\alpha) \times IFS}{100}$ IDL: Índice de desempeño de Layout $\alpha$ : Nivel de importancia de los criterios cuantitativos respecto a los cualitativos. $1-\alpha$ : Nivel de importancia de los criterios cualitativos IFO: Índice de flujo operativo (porcentaje) IFS: Índice de las relaciones subjetivas de adyacencia entre los centros de actividad (porcentaje)	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>								
1	DIMENSION 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Eficiencia del proceso $EI = \frac{PRO}{PEP} \times 100\%$ EI: Eficiencia de proceso (%) PRO: Producción real obtenida (prendas/hora) PEP: Producción estándar esperada (prendas /hora)	X		X		X		
2	DIMENSION 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Eficacia del proceso $EFI = \frac{CPSD}{TPC} \times 100\%$ EFI: Eficacia del proceso (%) CPSD: Cantidad de prendas que no tuvieron defectos a lo largo de la confección (unidades) TPC: Total de prendas solicitadas confeccionadas (unidades)	X		X		X		



**Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA**

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [X]**            **Aplicable después de corregir [ ]**            **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador:** Mg. Acosta Linares Aldo Alexi            **DNI: 41609054**  
**Especialidad del validador:** **Maestro de Gestión de Talento Humano**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

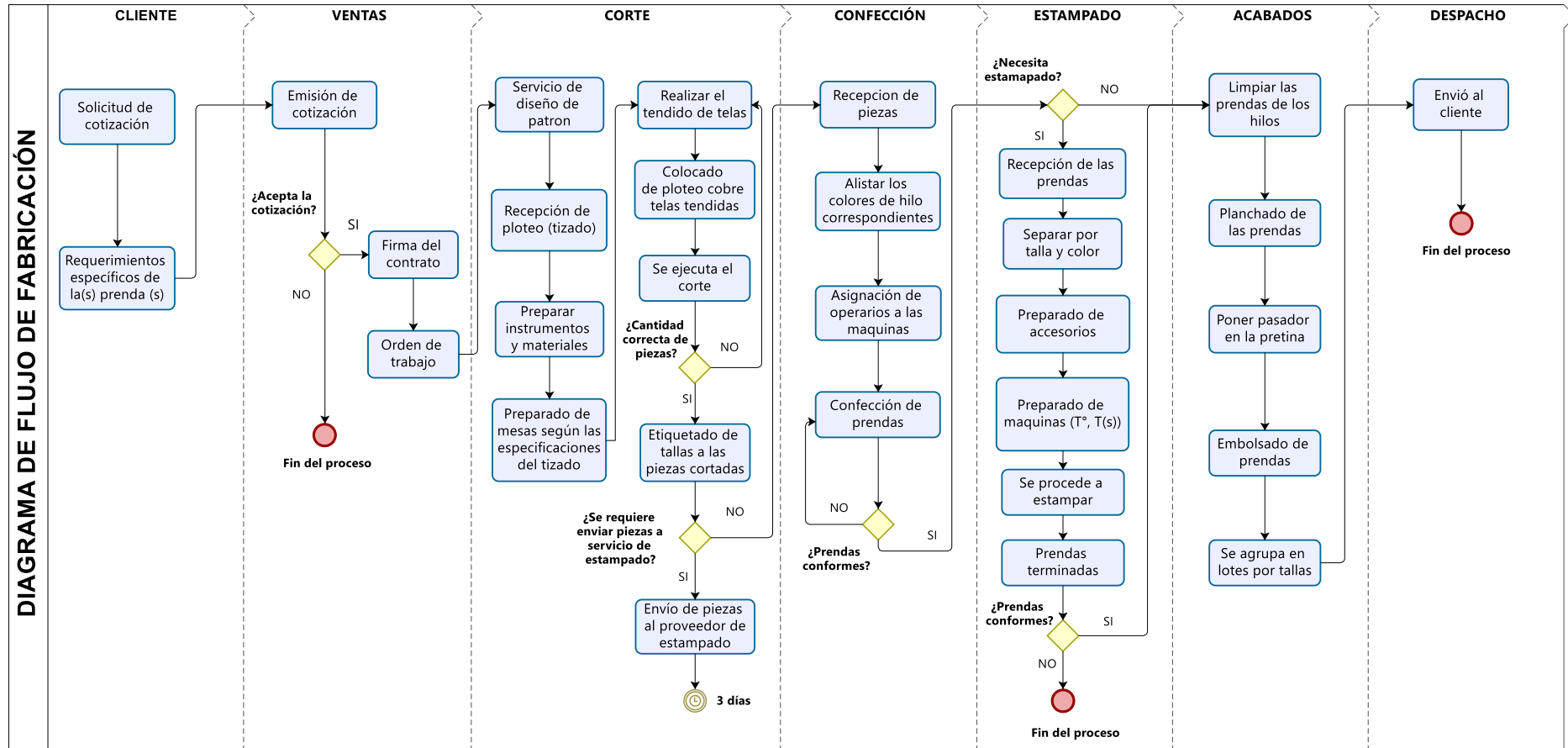
Lima 19 de mayo del 2021



---

**Mg. Aldo Alexi Acosta Linares**  
**Jurado experto**  
**Cel.: 988 560 720**

## Anexo 12 Diagrama de flujo del área de producción



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 13 Máquinas utilizadas en el proceso productivo

									
<table border="1"> <tr> <td><b>Multiaguja Kingtex</b></td> <td><b>1 unidad</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cuenta con 12 agujas para múltiples aplicaciones como elasticar buzos, pretinas anchas, pegado de cintas, pegado de elástico, etc.</td> </tr> </table>	<b>Multiaguja Kingtex</b>	<b>1 unidad</b>	Cuenta con 12 agujas para múltiples aplicaciones como elasticar buzos, pretinas anchas, pegado de cintas, pegado de elástico, etc.		<table border="1"> <tr> <td><b>Pistola de calor</b></td> <td><b>1 unidad</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Máquina para la elaboración de pasadores</td> </tr> </table>	<b>Pistola de calor</b>	<b>1 unidad</b>	Máquina para la elaboración de pasadores	
<b>Multiaguja Kingtex</b>	<b>1 unidad</b>								
Cuenta con 12 agujas para múltiples aplicaciones como elasticar buzos, pretinas anchas, pegado de cintas, pegado de elástico, etc.									
<b>Pistola de calor</b>	<b>1 unidad</b>								
Máquina para la elaboración de pasadores									

									
<table border="1"> <tr> <td><b>Recta Industrial JUKI</b></td> <td><b>3 unidad</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Máquina más utilizada porque realiza costuras básicas en la mayoría de las prendas.</td> </tr> </table>	<b>Recta Industrial JUKI</b>	<b>3 unidad</b>	Máquina más utilizada porque realiza costuras básicas en la mayoría de las prendas.		<table border="1"> <tr> <td><b>Recubridora Kansai</b></td> <td><b>2 unidad</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">-Sirve para coser pespunte decorativos, dobladillos, acabados con elásticos, costuras planas y ribetes.</td> </tr> </table>	<b>Recubridora Kansai</b>	<b>2 unidad</b>	-Sirve para coser pespunte decorativos, dobladillos, acabados con elásticos, costuras planas y ribetes.	
<b>Recta Industrial JUKI</b>	<b>3 unidad</b>								
Máquina más utilizada porque realiza costuras básicas en la mayoría de las prendas.									
<b>Recubridora Kansai</b>	<b>2 unidad</b>								
-Sirve para coser pespunte decorativos, dobladillos, acabados con elásticos, costuras planas y ribetes.									



**Remalladora Siruba**

**4 unidades**

Realizar diversos tipos de punteadas decorativas, extender tejidos, unir varias piezas, etc.



**Cortadora 12"**

**1 unidad**

Realizan el corte una vez que son colocado por debajo de las telas tendidas.



**Plancha transfer 50x60cm**

**1 unidad**

Máquina para realizar técnicas de personalización (estampados, sublimación, etc.) con aplicación de calor y presión.



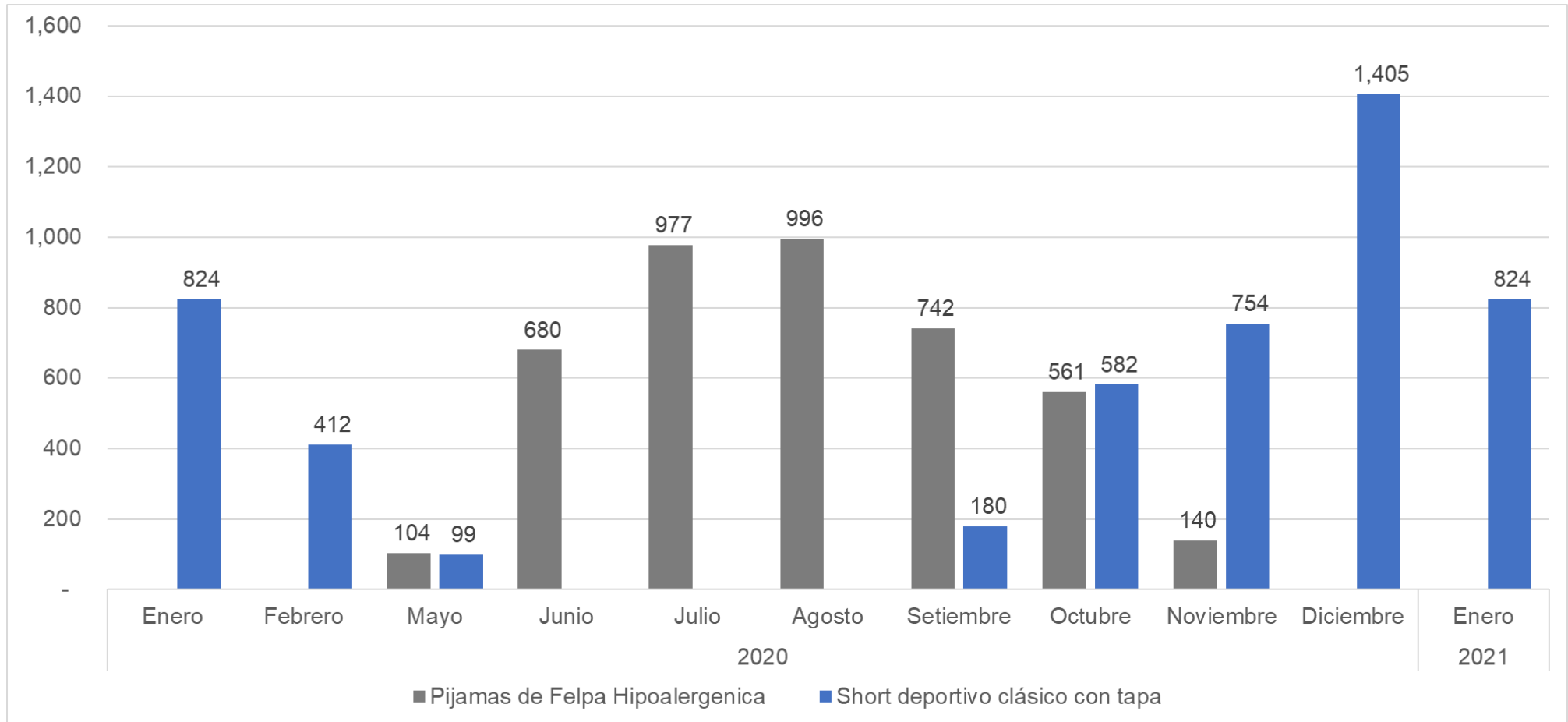
**Plancha transfer doble bandeja 50x60cm**

**1 unidad**

Máquina con mayor rendimiento por tener doble bandeja.

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 14** Prendas de vestir de la empresa Coco Company



Fuente : Elaboración propia

**Anexo 15** Formato de encuesta de priorización de las causas raíces encontradas en función a una escala valorativa

<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	<b>Fecha</b>	
-------------------------	--------------	--

**INSTRUCCIONES**  
 La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificandolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa . Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

<b>ESCALA VALORATIVA</b>	<b>1</b>	Nunca	<b>2</b>	Muy pocas veces	<b>3</b>	A veces	<b>4</b>	Casi siempre	<b>5</b>	Siempre
--------------------------	----------	-------	----------	-----------------	----------	---------	----------	--------------	----------	---------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 16** Encuestas realizadas a los trabajadores de la empresa Coco Company

<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	Fecha <b>09-12-20</b>
-------------------------	-----------------------

**INSTRUCCIONES**

La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificandolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa . Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

<b>ESCALA VALORATIVA</b>	1 Nunca	2 Muy pocas veces	3 A veces	4 Casi siempre	5 Siempre
--------------------------	---------	-------------------	-----------	----------------	-----------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	2
2	CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	5
3	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección	5
4	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección	4
5	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo	5
6	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por trabajos por paquetes según lo proporcionados por el proceso de corte	4
7	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confeccion por falta de un balance de líneas	4
8	CR8	Transporte innecesarios por deficiente distribución de maquinas	5
9	CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	3
10	CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	5
11	CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	3
12	CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	2

<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	<b>Fecha</b> 09/12/20
-------------------------	-----------------------

**INSTRUCCIONES**

La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificandolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa . Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

<b>ESCALA VALORATIVA</b>	1 Nunca	2 Muy pocas veces	3 A veces	4 Casi siempre	5 Siempre
--------------------------	---------	-------------------	-----------	----------------	-----------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	2
2	CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	5
3	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección	5
4	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección	5
5	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo	5
6	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por trabajos por paquetes según lo proporcionados por el proceso de corte	5
7	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confeccion por falta de un balance de líneas	4
8	CR8	Transporte innecesarios por deficiente distribución de maquinas	4
9	CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	3
10	CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	3
11	CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	5
12	CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	2



<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	Fecha <i>09-12-20</i>
-------------------------	-----------------------

**INSTRUCCIONES**

La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificandolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa . Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

<b>ESCALA VALORATIVA</b>	1 <b>Nunca</b>	2 <b>Muy pocas veces</b>	3 <b>A veces</b>	4 <b>Casi siempre</b>	5 <b>Siempre</b>
--------------------------	----------------	--------------------------	------------------	-----------------------	------------------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	<i>2</i>
2	CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	<i>5</i>
3	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección	<i>5</i>
4	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección	<i>5</i>
5	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo	<i>5</i>
6	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por trabajos por paquetes según lo proporcionados por el proceso de corte	<i>5</i>
7	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confeccion por falta de un balance de líneas	<i>4</i>
8	CR8	Transporte innecesarios por deficiente distribución de maquinas	<i>5</i>
9	CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	<i>3</i>
10	CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	<i>5</i>
11	CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	<i>5</i>
12	CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	<i>2</i>

<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	Fecha	09-12-20
-------------------------	-------	----------

**INSTRUCCIONES**

La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificándolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa. Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

<b>ESCALA VALORATIVA</b>	1	Nunca	2	Muy pocas veces	3	A veces	4	Casi siempre	5	Siempre
--------------------------	---	-------	---	-----------------	---	---------	---	--------------	---	---------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	3
2	CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	5
3	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección	3
4	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección	5
5	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo	5
6	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por trabajos por paquetes según lo proporcionados por el proceso de corte	5
7	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confeccion por falta de un balance de líneas	5
8	CR8	Transporte innecesarios por deficiente distribución de maquinas	5
9	CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	2
10	CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	5
11	CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	3
12	CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	3

<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	<b>Fecha</b> 10-12-20
-------------------------	-----------------------

**INSTRUCCIONES**

La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificandolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa . Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

<b>ESCALA VALORATIVA</b>	1	Nunca	2	Muy pocas veces	3	A veces	4	Casi siempre	5	Siempre
--------------------------	---	-------	---	-----------------	---	---------	---	--------------	---	---------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	3
2	CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	5
3	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección	5
4	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección	5
5	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo	5
6	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por trabajos por paquetes según lo proporcionados por el proceso de corte	5
7	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confeccion por falta de un balance de líneas	5
8	CR8	Transporte innecesarios por deficiente distribución de maquinas	2
9	CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	2
10	CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	5
11	CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	4
12	CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	2

<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	<b>Fecha</b> 10-12-20
-------------------------	-----------------------

**INSTRUCCIONES**

La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificandolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa . Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

<b>ESCALA VALORATIVA</b>	1	Nunca	2	Muy pocas veces	3	A veces	4	Casi siempre	5	Siempre
--------------------------	---	-------	---	-----------------	---	---------	---	--------------	---	---------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	3
2	CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	5
3	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección	5
4	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección	4
5	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo	5
6	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por trabajos por paquetes según lo proporcionados por el proceso de corte	5
7	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confeccion por falta de un balance de líneas	5
8	CR8	Transporte innecesarios por deficiente distribución de maquinas	4
9	CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	3
10	CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	5
11	CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	4
12	CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	3

<b>ENCUESTA ANÓNIMA</b>	Fecha <i>11-12-20</i>
-------------------------	-----------------------

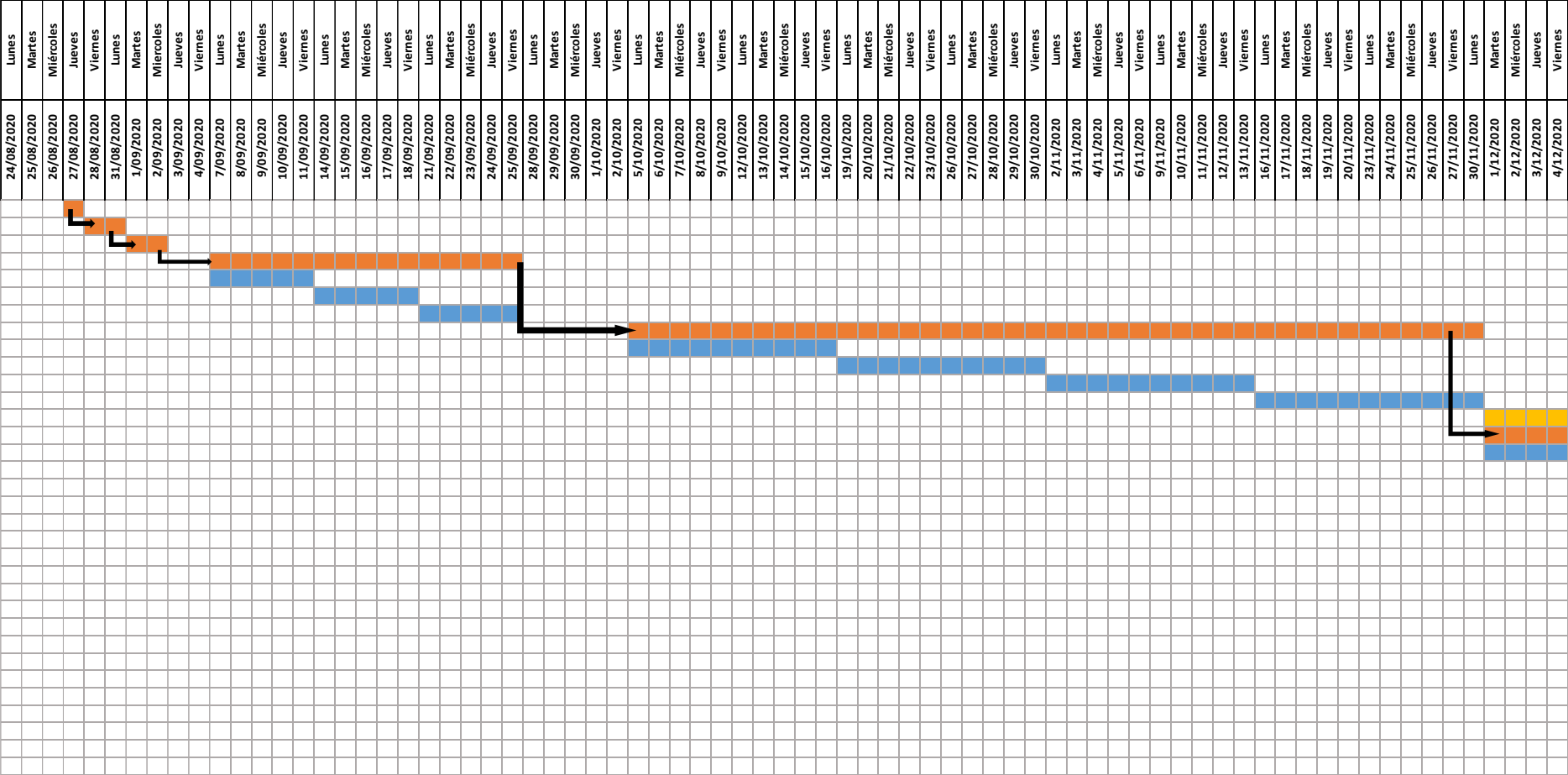
**INSTRUCCIONES**

La encuesta anónima se basa en evaluar la relevancia y frecuencia con que se presentan los eventos mencionados en una escala valorativa, calificándolos en base a la experiencia según el puesto dentro de la empresa. Se requiere sinceridad al responder la encuesta debido que formara parte de la investigación. Marcar con un aspa (x) o un check (v)

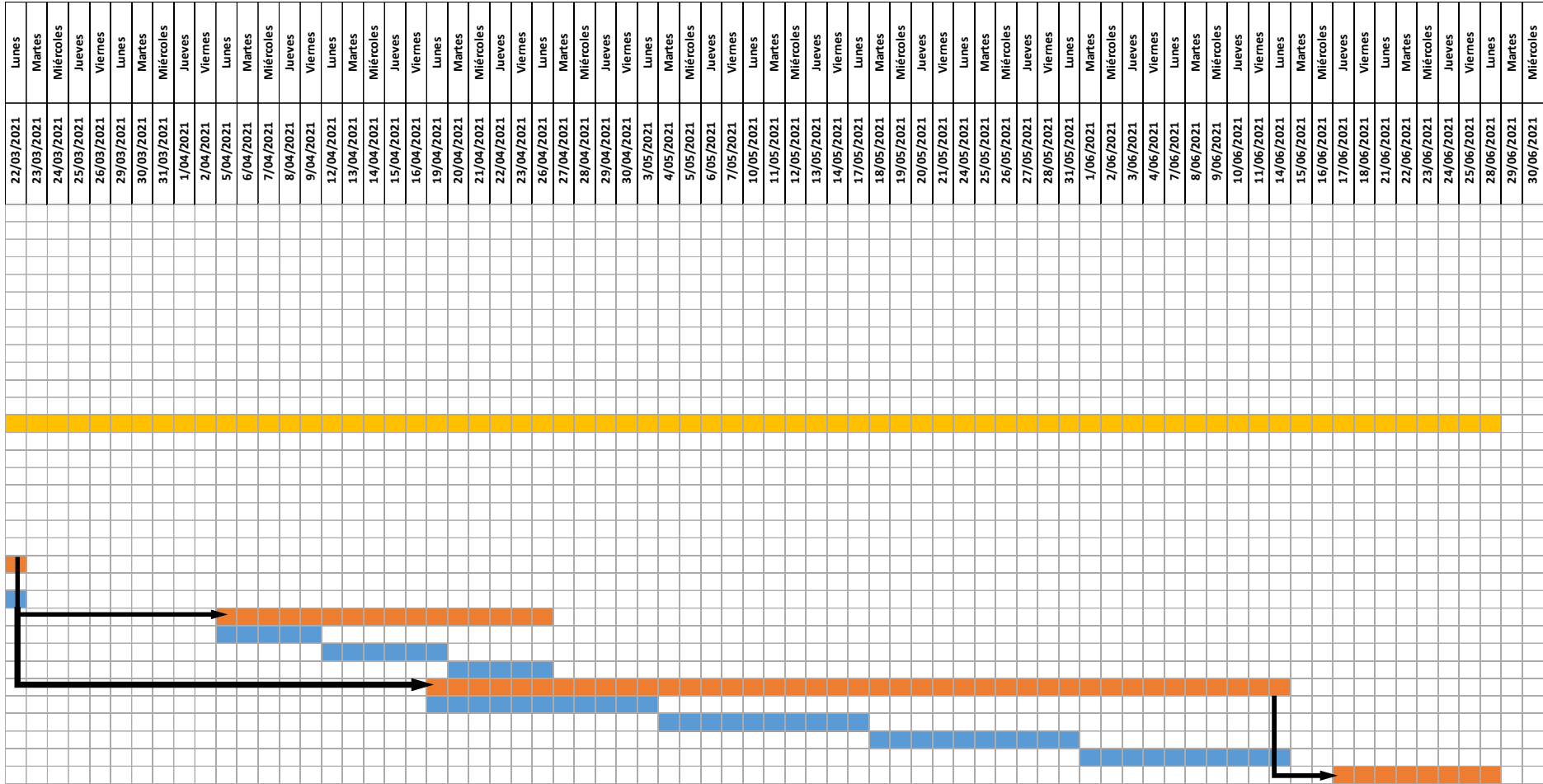
<b>ESCALA VALORATIVA</b>	1 Nunca	2 Muy pocas veces	3 A veces	4 Casi siempre	5 Siempre
--------------------------	---------	-------------------	-----------	----------------	-----------

Item	Causas raíces	Descripción de la causa raíz	Escala valorativa
1	CR1	Demora en la búsqueda de piezas de moldes por falta de clasificación y orden	<i>4</i>
2	CR2	Espera entre operaciones por no tener establecidos diagramas con la secuencia de operaciones	<i>5</i>
3	CR3	Errores del operario al coser por contar con un sistema de producción con grandes lotes de confección	<i>5</i>
4	CR4	Los altos inventarios terminadas y semiterminadas se mezclan por altos inventarios en el proceso de confección	<i>3</i>
5	CR5	Prendas manchadas por falta de orden y limpieza de la zona de trabajo	<i>4</i>
6	CR6	Altos inventarios en las líneas de confección por trabajos por paquetes según lo proporcionados por el proceso de corte	<i>5</i>
7	CR7	No hay flujo continuo en las líneas de confeccion por falta de un balance de líneas	<i>4</i>
8	CR8	Transporte innecesarios por deficiente distribución de maquinas	<i>5</i>
9	CR9	Se limita al trabajador a ciertas operaciones por desaprovechar la polifuncionalidad y no tener procedimientos	<i>2</i>
10	CR10	Lugares no definidos para materiales, herramientas, utensilios por falta de orden en todas las áreas	<i>5</i>
11	CR11	Falta de limitacion de zonas, demarcación de pisos y señalización de equipos por falta de orden y limpieza en el área de producción	<i>5</i>
12	CR12	Falta de atención para instalar luz artificial	<i>3</i>

# Anexo 17 Plan de acción detallado por fechas







Fuente: Elaboración propia



## Anexo 18 Toma de tiempos del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas para 75 unidades.

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																										
Proceso	Confección					Fecha de inicio (producción)	7/09/2020					Fecha de inicio toma tiempo	7/09/2020													
Producto analizado	Pijamas hipoalergénicas					N° de muestra	25					Fecha final toma tiempo	11/09/2020													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay					N° Prendas confeccionadas	67																			
Número	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																								Tiempo promedio
		7/09/2020																								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25
1	Remallar tiro delantero fijado (pant)	63	63	60	52	65	55	57	71	51	73	52	55	49	54	64	61	64	65	58	65	75	52	59	63	66
2	Remallar tiro posterior fijado+pegado de etiqueta(pant)	30	40	64	58	54	65	58	50	47	63	47	63	59	65	50	49	47	37	46	60	45	53	56	48	48
3	Trasladar de remalladora a recta															9										
4	Remallar manga Der. Fijada(sud)	25	35	38	29	39	31	27	27	35	29	37	36	34	27	37	30	25	30	25	28	36	28	39	36	38
5	Remallar manga Izq. Fijada(sud)	27	20	26	38	33	27	22	37	21	24	29	38	22	38	35	20	31	38	23	24	35	27	33	32	22
6	Remallar hombros LD +LI fijado(sud)	37	40	40	43	39	42	37	43	37	39	43	42	43	43	43	38	43	40	43	37	38	38	39	39	37
7	Remallar costados fijados+pegado de etiqueta (LI)(sud)	67	77	80	90	72	67	74	88	86	83	75	84	78	77	82	71	85	75	88	82	88	87	67	81	75
8	Unir mangas Der. + Izq. a cuerpo (sud)	175	190	195	216	190	196	176	176	193	175	186	210	182	203	203	201	177	199	196	207	210	212	189	178	193
9	Cerrar cuello(sud)	15	30	29	19	60	43	58	15	43	58	52	25	47	20	55	49	21	31	45	53	44	42	51	39	41
10	Unir cuello a cuerpo (sud)	110	106	110	125	110	122	116	110	124	111	114	123	106	119	119	120	118	117	112	118	115	118	111	123	119
11	Traslado hacia la máquina Recta															9										
12	Pespunte tiro delantero(pant)	92	93	62	97	99	91	82	75	85	84	88	75	74	74	77	67	75	96	91	67	76	70	88	81	96
13	Pespunte tiro posterior (pant)	77	95	64	60	67	79	68	71	70	66	89	91	71	78	88	82	69	77	62	65	70	93	76	79	88
14	Atracar elástico (pant)	100	115	130	125	105	94	104	104	99	126	135	102	115	113	99	116	112	119	125	106	120	112	116	125	103
15	Traslado de recta a Remalladora															12										
16	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta(sud)	140	156	142	165	151	157	145	155	156	173	145	149	175	173	169	141	179	150	163	150	175	148	168	157	145
17	Traslado de recta a recubridora															26										
18	Remallar tiro de entrepierna (pant)	82	137	94	147	124	101	110	91	99	147	96	131	146	125	86	83	138	147	147	130	126	145	101	136	96
19	Remallar bordes de elastico + cintura (pant)	111	134	100	127	139	116	136	125	122	117	135	106	121	122	101	111	116	103	131	135	113	136	110	119	137
20	Traslado de remalladora a recubridora															24										
21	Doblado y basta de manga Der.(sud)	54	49	33	79	46	69	67	75	56	69	59	74	27	59	60	53	54	49	54	57	55	43	55	67	66
22	Doblado y basta de manga Izq.(sud)	44	40	47	85	50	50	54	38	30	83	41	77	81	41	65	49	76	50	48	61	80	34	50	61	74
23	Doblado y basta de faldón(sud)	130	133	110	137	125	98	109	126	125	129	133	113	120	100	131	111	128	132	132	106	99	100	104	119	129
25	Trasladar sudadera a acabados											46				38										
26	Doblado y basta de pantalón	130	87	164	63	75	101	88	142	130	146	128	159	99	158	133	71	94	117	88	143	115	164	83	83	125
28	Trasladar de recubridora a multiaguas															38										
29	Doblado y elasticado de pretina(pant)	62	62	65	83	89	89	87	99	84	83	88	96	92	65	84	82	89	92	90	61	96	83	95	94	65
30	Trasladar pantalón a acabados															10										
31																										

Fuente: Elaboración propia

Proceso		Confección		Fecha de inicio (producción)		14/09/2020		Fecha de inicio toma tiempo		14/09/2020																	
		Producto analizado		Pijamas hipoalérgicas		N° de muestra		25		Fecha final toma tiempo		17/09/2020															
Elaborado por		Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay		N° Prendas confeccionadas		69																					
Número	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																				Tiempo promedio					
		7/09/2020					14/09/2020																				
		T26	T27	T28	T29	T30	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
1	Remallar tiro delantero fijado (pant)	47	63	60	71	64	52	80	88	70	65	62	86	71	51	86	88	64	65	65	62	89	76	59	63	66	
2	Remallar tiro posterior fijado+pegado de etiqueta(pant)	30	40	45	58	44	47	63	59	65	54	65	58	50	47	69	49	47	55	46	55	37	53	56	48	48	
3	Trasladar de remalladora a recta					8															10						
4	Remallar manga Der. Fijada(sud)	25	35	38	29	29	37	36	34	27	39	31	27	27	35	37	30	25	30	25	28	36	28	39	36	38	
5	Remallar manga Izq. Fijada(sud)	27	20	26	38	24	29	38	22	38	33	27	22	37	21	35	20	31	38	23	24	35	27	33	32	22	
6	Remallar hombros LD +LI fijado(sud)	37	40	40	43	39	43	42	43	43	39	42	37	43	37	43	38	43	40	43	37	38	38	39	39	37	
7	Remallar costados fijados+pegado de etiqueta (LI)(sud)	67	77	80	90	83	75	84	78	77	72	67	74	88	86	82	71	85	75	88	82	88	87	67	81	75	
8	Unir mangas Der. + Izq. a cuerpo (sud)	175	190	195	216	175	186	210	182	203	190	196	176	176	193	203	201	177	199	196	207	210	212	189	178	193	
9	Cerrar cuello(sud)	34	30	29	35	58	52	25	47	20	60	43	58	15	43	55	49	21	31	45	53	44	42	51	39	41	
10	Unir cuello a cuerpo (sud)	110	106	110	104	111	114	123	106	119	110	122	116	110	124	119	120	118	117	112	118	115	118	111	123	119	
11	Traslado hacia la máquina Recta					11															9						
12	Pespunte tiro delantero(pant)	92	93	62	78	84	88	75	74	74	99	91	82	75	85	77	67	75	78	91	67	76	70	88	81	96	
13	Pespunte tiro posterior (pant)	77	95	64	60	66	89	91	71	78	67	79	68	71	70	88	82	69	77	62	65	70	93	76	79	88	
14	Atracar elástico (pant)	100	96	95	125	94	104	102	128	113	136	92	104	137	111	92	116	112	119	135	106	120	112	116	125	103	
15	Traslado de recta a Remalladora					11															8						
16	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta(sud)	140	156	142	165	173	145	149	175	147	151	157	145	155	156	169	141	179	150	163	150	175	148	168	157	145	
17	Traslado de recta a recubridora					25															27						
18	Remallar tiro de entrepierna (pant)	82	137	94	147	147	96	131	146	125	124	101	110	91	99	86	83	138	147	147	130	126	145	101	136	96	
19	Remallar bordes de elastico + cintura (pant)	111	134	100	127	117	135	106	121	122	139	116	136	125	122	101	111	116	103	131	135	113	136	110	119	137	
20	Traslado de remalladora a recubridora					22															21						
21	Doblado y basta de manga Der.(sud)	43	49	55	38	46	59	74	69	56	69	69	67	75	72	60	53	54	49	54	44	55	43	33	67	66	
22	Doblado y basta de manga Izq.(sud)	44	40	47	85	63	41	77	81	41	83	74	38	66	30	34	39	76	50	29	61	80	54	50	61	74	
23	Doblado y basta de faldón(sud)	130	133	110	127	129	133	113	120	100	125	98	109	126	125	131	111	112	132	132	106	99	100	104	119	129	
25	Trasladar sudadera a acabados					42						46									38						
26	Doblado y basta de pantalón	130	87	164	63	146	128	159	99	158	75	101	88	142	130	133	71	94	117	88	143	115	164	83	83	125	
28	Trasladar de recubridora a multiaguas					38															39						
29	Doblado y elasticado de pretina(pant)	94	82	94	83	88	88	82	83	82	89	99	87	73	84	84	91	89	92	90	71	96	83	95	94	98	
30	Trasladar pantalón a acabados					14															12						
31																											

Fuente: Elaboración propia

Proceso		Confección		Fecha de inicio (producción)		21/10/2020		Fecha de inicio toma tiempo		21/10/2020																	
		Pijamas hipoalérgicas		N° de muestra		15		Fecha final toma tiempo		24/10/2020																	
Elaborado por		Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay		N° Prendas confeccionadas		66																					
Número	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																				Tiempo promedio					
		14/10/2020										21/10/2020															
		T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
1	Remallar tiro delantero fijado (pant)	58	63	59	71	65	52	55	49	54	65	62	57	71	51	56	61	50	69	48	62	64	52	59	63	48	62.52
2	Remallar tiro posterior fijado+pegado de etiqueta(pant)	30	37	64	58	63	47	51	39	65	54	52	58	50	47	37	49	47	50	46	60	35	53	56	48	46	51.09
3	Trasladar de remalladora a recta										10															14	10.20
4	Remallar manga Der. Fijada(sud)	48	35	38	29	29	37	36	34	27	39	31	27	27	35	37	30	25	30	25	28	36	28	39	36	28	32.21
5	Remallar manga lzq. Fijada(sud)	27	20	26	38	24	29	38	22	38	33	27	22	37	21	35	20	31	38	23	24	35	27	33	32	27	28.95
6	Remallar hombros LD +LI fijado(sud)	37	40	40	43	39	43	42	43	43	39	42	37	43	37	43	38	43	40	43	37	38	38	39	39	38	40.13
7	Remallar costados fijados+pegado de etiqueta (LI)(sud)	67	77	80	90	83	75	84	78	77	66	67	74	88	86	66	71	85	75	88	82	65	87	67	81	87	78.72
8	Unir mangas Der. + lzq. a cuerpo (sud)	175	190	195	216	175	186	210	182	203	190	196	176	176	193	203	201	177	199	196	207	210	212	189	178	212	193.37
9	Cerrar cuello(sud)	34	30	29	19	58	52	25	47	20	60	43	58	35	43	55	49	21	31	45	53	44	42	51	39	42	40.40
10	Unir cuello a cuerpo (sud)	110	106	110	125	130	114	123	106	119	110	122	126	110	124	126	120	118	117	112	118	115	118	111	123	118	116.03
11	Traslado hacia la máquina Recta										9															10	9.60
12	Pespunte tiro delantero(pant)	76	93	62	97	84	88	75	74	74	75	91	82	75	85	77	67	75	96	91	67	76	70	88	81	88	81.07
13	Pespunte tiro posterior (pant)	77	95	64	60	87	89	91	71	78	99	79	68	71	70	88	82	88	77	62	96	70	93	76	79	76	77.01
14	Atracar elástico (pant)	100	115	95	96	105	104	102	100	113	105	124	104	104	130	123	116	112	98	90	106	120	112	116	125	116	111.25
15	Traslado de recta a Remalladora										10															8	9.80
16	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta(sud)	140	156	142	165	173	145	149	175	173	151	157	145	155	140	169	168	179	150	163	150	175	148	168	157	150	156.95
17	Traslado de recta a recubridora										34																28.00
18	Remallar tiro de entrepierna (pant)	82	137	94	147	147	96	131	146	125	124	101	110	91	99	86	83	138	147	147	130	126	145	101	136	147	119.28
19	Remallar bordes de elastico + cintura (pant)	111	134	136	103	117	135	106	119	122	106	116	136	125	122	101	111	116	103	131	135	113	136	110	119	110	120.25
20	Traslado de remalladora a recubridora										38																26.25
21	Doblado y basta de manga Der.(sud)	30	49	33	38	46	59	74	27	56	69	69	67	75	72	60	53	54	49	54	44	55	43	33	67	54	55.71
22	Doblado y basta de manga lzq.(sud)	44	40	47	85	63	41	77	81	41	83	50	38	38	30	53	39	76	50	37	61	80	74	50	61	74	56.53
23	Doblado y basta de faldón(sud)	130	133	110	127	129	133	113	120	100	125	110	109	126	125	131	111	143	132	132	106	99	100	104	119	132	119.08
25	Trasladar sudadera a acabados										46																42.67
26	Doblado y basta de pantalón	130	87	164	63	146	128	159	99	158	75	101	88	142	130	133	71	94	117	88	143	115	164	83	83	164	115.96
28	Trasladar de recubridora a multiaguas										43																39.50
29	Doblado y elasticado de pretina(pant)	72	82	81	83	83	77	96	83	82	89	83	87	99	84	84	76	89	92	90	87	96	83	95	94	96	85.79
30	Trasladar pantalón a acabados										16																13.00
31																											
		Tiempo total (segundos/prenda)																				1,578.30					
		Tiempo total (minutos/prenda)																				26.32					

Fuente: Elaboración propia




















HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confeción</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>16/11/2020</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>18/11/2020</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>18/11/2020</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>346</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confeción	Fecha de inicio	16/11/2020	Fecha de inicio toma tiempo	18/11/2020	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	18/11/2020	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	346																																		
Proceso	Confeción	Fecha de inicio	16/11/2020	Fecha de inicio toma tiempo	18/11/2020																																														
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	18/11/2020																																														
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	346																																																
Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																																			
N°	Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	Tiempo promedio	
18	Pegar bolsillo tapa a posterior derecho	48	45	47	46	45	46	33	38	41	38	47	37	35	37	34	37	34	36	32	30	31	35	32	35	35	32	35	30	33	34	37	30	36	31	34	31	35	33	36	37	32	37	36	35	32	33	38	33	36.13	
19	Trasladar de recta a remalladora											0																																						17	8.70


HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confeción</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>16/11/2020</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>19/11/2020</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>19/11/2020</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>346</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confeción	Fecha de inicio	16/11/2020	Fecha de inicio toma tiempo	19/11/2020	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	19/11/2020	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	346																																	
Proceso	Confeción	Fecha de inicio	16/11/2020	Fecha de inicio toma tiempo	19/11/2020																																													
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	19/11/2020																																													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	346																																															
Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																																		
N°	Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	Tiempo promedio
20	Cerrar costados y entrepierna	96	117	136	138	102	126	120	134	112	110	120	122	111	109	109	110	137	128	107	126	126	129	115	112	128	111	138	117	135	104	116	122	109	114	117	115	110	133	110	105	131	137	116	128	111	104	125	130	118.89

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confeción</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>16/11/2020</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>20/11/2020</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>20/11/2020</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>346</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confeción	Fecha de inicio	16/11/2020	Fecha de inicio toma tiempo	20/11/2020	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	20/11/2020	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	346																																		
Proceso	Confeción	Fecha de inicio	16/11/2020	Fecha de inicio toma tiempo	20/11/2020																																														
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	20/11/2020																																														
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	346																																																
Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																																			
N°	Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	Tiempo promedio	
21	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	198	227	214	225	193	234	228	193	211	205	234	236	203	224	227	226	211	201	215	208	240	235	217	202	216	230	229	214	229	233	201	220	218	214	202	209	205	237	200	199	227	239	235	216	218	199	237	238	218.17	
22	Trasladar de remalladora a recubridora											0																																						32	15.90

Proceso		Confección	Fecha de inicio	16/11/2020	Fecha de inicio toma tiempo	23/11/2020																																															
Producto analizado		Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	23/11/2020																																															
Elaborado por		Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	346																																																	
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																														Tiempo promedio					
23	Bastear	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	114.21			
24	Trasladar de recubridora a multiaguas	113	110	116	115	113	113	114	115	116	115	114	116	117	113	110	117	111	112	111	111	113	117	114	116	115	116	112	110	111	118	114	112	117	114	117	116	116	114	111	113	117	116	117	115	118	115	116	110	22	10.95		
25	Elasticar pretina	53	45	46	49	55	49	42	56	51	52	54	44	51	48	49	44	53	42	46	46	45	45	42	51	42	53	45	47	46	47	43	44	48	47	44	52	42	48	48	49	48	45	43	49	52	42	42	53	13	47.44		
26	Trasladar de multiaguas a estampado																																																			13	6.35


Fuente: Elaboración propia

## Anexo 20.1 Diagrama de Actividades de Proceso de las pijamas hipoalergénicas del proceso de corte

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO										
	Fecha	09.09.2020	Resumen				Diagrama N°	1		
	Producto	Pijamas	Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia	Hoja N°	1		
	Proceso analizado	Corte	Operación	●	14	78.17	0	Método	Actual ■	
	Operario	Jorge B. Judith V.	Transporte	→	4	7.37	12	Futuro □		
	Elaborado por:	Jair Aguilar Gonzales Jennifer Berrospi Garay	Demora	■	0	0	0	Objetivo		
		Inspección	■	0	0	0				
		Almacen	▼	2	3.45	0				
	Nº	Descripción de la operación	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
					●	→	■	■	▼	
Tiempo de preparación	1	Recepcionar Orden de Trabajo	0.70		x					
	3	Limpiar la superficie de las mesas	1.07		x					
	4	Establecer la cantidad y color paños	3.07		x					
Tiempo de operación Tender	5	Trasladar moldes y tiza al proceso de corte	3.50	4.00		x				
	7	Trasladar pesas, varillas, mordazas al proceso de corte	1.65	4.00		x				
	8	Trasladar telas al proceso de corte	1.97	4.00		x				
	9	Tender paños una encima de la otra	7.00		x					
Tiempo de operación Tizar	10	Colocar pesas encima de los paños	0.50		x					
	11	Inspeccionar las capas tendidas	1.37						x	
	12	Establecer el ancho útil de la tela	0.82		x					
	13	Distribuir los moldes	18.00		x					
	14	Inspeccionar distribución	0.93		x					
Tiempo de operación Cortar	15	Tizar bordes de piezas de molde	13.00		x					
	16	Retirar moldes	0.82		x					
	17	Preparar cortadora	0.72		x					
	18	Cortar paños	25.00		x					
Tiempo de operación	19	Retirar merma de tela	2.53		x					
	20	Inspeccionar cantidades de piezas	2.08						x	
	21	Clasificar y etiquetar piezas	4.02		x					
	22	Trasladar piezas a confeccion	0.25	3.00		x				















Fuente: Elaboración propia

## Anexo 20.2 Diagrama de Actividades de Proceso de las pijamas hipoalergénicas del proceso de confección

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO											
	Fecha	12/10/2020	Resumen				Diagrama N°	1			
	Producto	Pijamas	Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia	Hoja N°	1			
	Proceso analizado	Confección	Operación	23	30.91	0	Método	Actual	■		
	Operario		Transporte	3	2.80	0		Futuro	□		
			Demora	0	0	0	Objetivo				
Elaborado por:	Jair Aguilar Gonzales Jennifer Berrospi Garay	Inspección	0	0	0	Análisis de la secuencia de operaciones de la confección de pijamas					
Almacen			0	0	0						
N°	Descripción de la operación	Secuencia	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones	
					●	➔	●	■	▼		
1	Preparar maquinas		1.65		x						
2	Remallar manga Der. Fijada	1	0.53		x						
3	Remallar manga lzq. Fijada		0.48		x						
4	Remallar hombros LD +LI fijado		0.67		x						
5	Remallar costados fijados + pegado de etiqueta (LI)		1.32		x						
6	Remallar tiro delantero fijado		0.99		x						
7	Remallar tiro posterior fijado + pegado de etiqueta	2	0.91		x					- Esta operación es paralela a Sec 1	
8	Trasladar de remalladora a recta		0.17		x						
9	Unir mangas Der. + lzq. a cuerpo	3	3.22		x						
10	Pespunte tiro delantero	4	1.37		x						
11	Pespunte tiro posterior		1.26		x						
12	Cerrar cuello	5	0.66		x					- Esta operación es paralela a Sec 4	
13	Unir cuello a cuerpo		1.93		x						
14	Traslado hacia la máquina Recta		0.18		x						
15	Atracar elástico	6	1.86		x						
16	Traslado de recta a Remalladora		0.17		x						
17	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta	7	2.62		x					- Esta operación es paralela a Sec 8	
18	Traslado de recta a recubridora		0.47		x						
19	Remallar tiro de entrepierna	8	1.99		x						
20	Remallar bordes de elastico + cintura		2.02		x						
21	Traslado de remalladora a recubridora		0.43		x						
22	Doblado y basta de manga Der.		9	0.84		x					
23	Doblado y basta de manga lzq.	0.86		x							
24	Doblado y basta de faldón	1.93		x							
25	Voletar sudadera	0.18		x							
26	Doblado y basta de pantalón	9	1.92		x						
27	Voletar pantalón		0.18		x						
28	Trasladar de recubridora a multiaguas		1.25		x						
29	Doblado y elasticado de pretina	10	1.52		x						
30	Trasladar pantalón a acabados		0.13		x						












Fuente: Elaboración propia

**Anexo 20.3** Diagrama de Actividades de Proceso de las pijamas hipoalergénicas del proceso de acabado

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO									
	Fecha	09.09.2020	Resumen				Diagrama N°	1	
	Producto	Pijama	Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia	Hoja N°	1	
	Proceso analizado	Acabado	Operación		6	4.03	0	Método	Actual <input checked="" type="checkbox"/>
	Operario	Jorge B. Judith V.	Transporte		1	0.95	6		Futuro <input type="checkbox"/>
			Demora		0	0	0	Objetivo	
Elaborado por:	Jair Aguilar Gonzales	Inspección		0	0	0			
	Jennifer Berrospi Garay	Almacen		1	0.62	0			
N°	Descripción de la operación	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
1	Preparar materiales	0.46							
2	Inspeccionar prendas	0.62							
3	Limpiar prendas	0.93							
4	Doblar sudadera	0.70							
5	Doblar pantalón	0.63							
6	Poner etiqueta	0.20							
7	Embolsar el conjunto	1.10							
8	Trasladar a almacenar	0.95	6.00						

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 21.1 Diagrama de Actividades de Proceso de las shorts deportivos con tapa del proceso de corte

DIAGRAMA ANALITICO DE PROCESO									
	Fecha	19.10.2020	Resumen				Diagrama N°	1	
	Producto	Shorts	Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia	Hoja N°	1	
	Proceso analizado	Corte	Operación		20	311.53	0	Método	Actual <input checked="" type="checkbox"/>
	Operario	Jorge B. Judith V.	Transporte		4	8.23	10	Objetivo	Futuro <input type="checkbox"/>
			Demora		0	0	0		
Elaborado por:	Jair Aguilar Gonzales Jennifer Berrospi Garay	Inspección		0	0	0			
Almacen				2	13.78	0			
N°	Descripción de la operación	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
									
Tiempo de preparación	1	Recepcionar Orden de Trabajo	2.22		x				
	2	Trasladar impresión del tizado al proceso de corte	0.50	2.00		x			
	3	Armar mesas para proceso de corte	6.80						
	4	Limpiar la superficie de las mesas	1.20						
	5	Establecer la cantidad y color paños	7.02						
	6	Trasladar pesas, varillas, mordazas al proceso de corte	1.23	3.00					
	7	Trasladar telas al proceso de corte	3.00	5.00					
Tiempo de operación Tendido	8	Tender ploteo sobre mesa	1.35						
	9	Fijar holgura de 1cm	0.48						
	10	Cortar papel ploteo	6.47						
	11	Colocar barras con mordazas y varillas en mesa	3.15						
	12	Tender el primer paño de tela	3.32						
	13	Asegurar con cinta la primera capa de tela	0.78						
	14	Tender paños en Zig-Zag	84.57						
	15	Inspeccionar las capas tendidas	1.95						x
	16	Retirar los sujetadores de la mesa	2.90						
	17	Tender encima el ploteo	5.02						
	18	Colocar pesas encima de los paños	2.60						
	19	Asegurar con cinta el ploteo a la ultima capa	15.37						
	Tiempo de operación Corte	20	Retirar la cinta del primer paño	2.05					
21		Preparar cortadora	0.78						
22		Cortar paños	101.88						
23		Retirar merma de tela	3.50						
24		Inspeccionar cantidades de piezas	11.83						x
25		Clasificar y etiquetar piezas	60.08						
26		Trasladar piezas a confección	3.50						x

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 21.2 Diagrama de Actividades de Proceso de las shorts deportivos con tapa del proceso de confección

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO										
	Fecha	27.10.2020	Resumen				Diagrama N°	1		
	Producto	Short	Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia	Hoja N°	1		
	Proceso analizado	Confección	Operación	18	17.27	0	Método	Actual	■	
	Operario		Transporte	8	5.08	0	Objetivo	Futuro	□	
			Demora	0	0	0				
Elaborado por:	Jair Aguilar Gonzales Jennifer Berrospi Garay	Inspección	0	0	0					
		Almacen	0	0	0					
Nº	Descripción de la operación	Secuencia	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
1	Preparar maquinas		1.68		●	→	●	■	▼	
2	Cerrar pretina	2	0.24		x					
3	Atracar elastico	1	0.37		x					La operación se realiza en paralelo con la Sec. 2
4	Trasladar de recta a remalladora		0.63		x					
5	Remallar tiro posterior y colocar etiqueta	3	0.37		x					
6	Remallar tiro delantero		0.27		x					
7	Doblado y basta en boca bolsillo tapa	4	0.27		x					La operación se realiza en paralelo con la Sec. 3
8	Trasladar de recubridora a recta		0.63		x					
9	Armar bolsillo lado derecho (LD)	5	0.37		x					
10	Armar bolsillo lado izquierdo (LI)		0.36		x					
11	Pegar de bolsillo LD + LI al delantero		0.61		x					
12	Trasladar de remalladora a recta	6	0.61		x					
13	Pespuntar tiro posterior		0.34		x					
14	Pespuntar tiro delantero	6	0.22		x					
15	Pespuntar boca de bolsillos delanteros		1.39		x					
16	Fijar bolsillos LD + LI	7	1.70		x					
17	Traslado de recta a remalladora		0.76		x					
18	Pegar bolsillo tapa a posterior derecho	8	0.75		x					
19	Trasladar de recta a remalladora		0.55		x					
20	Cerrar costados y entrepierna	9	1.96		x					
21	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	10	3.63		x					
22	Traslar de remalladora a recubridora		0.63		x					
23	Bastear	11	1.92		x					
24	Traslar a máquina multiaguja		0.63		x					
25	Elasticado de pretina	12	0.82		x					
26	Traslar shorts a estampado		0.63		x					

















Fuente: Elaboración propia

## Anexo 21.3 Diagrama de Actividades de Proceso de las shorts deportivos con tapa del proceso de estampado

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO									
	Fecha	19.10.2020	Resumen				Diagrama N°	1	
	Producto	Short	Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia	Hoja N°	1	
	Proceso analizado	Estampado	Operación	7	1.35	0	Método	Actual	■
	Operario	Jorge B. Judith V.	Transporte	0	0.00	0	Objetivo	Futuro	□
			Demora	1	0.33	0			
Elaborado por:	Jair Aguilar Gonzales Jennifer Berrospi Garay	Inspección	0	0	0				
		Almacen	1	0.17	0				
Nº	Descripción de la operación	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
1	Preparar maquina de estampado (T. 240°C)	0.05		●	→	●	■	▼	
2	Recepcionar las prendas	0.00		x					
3	Clasificar por talla	0.17		x					
4	Preparar vinil de logos	0.33		x					
5	Colocar prenda sobre bandeja	0.42		x					
6	Poner vinil sobre la prenda	0.13		x					
7	Planchar prenda	0.20		x					
8	Esperar enfriar la prenda	0.33		x					
9	Retirar el sticker de la prenda	0.05		x					
10	Inspeccionar estampado			x					

Fuente: Elaboración propia

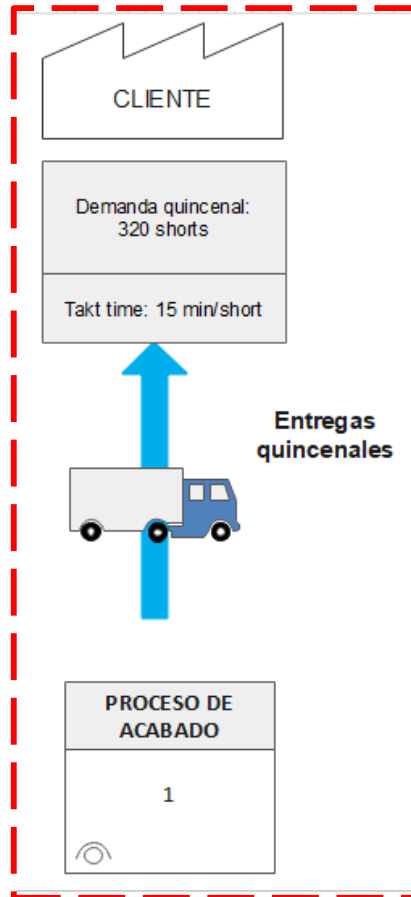
**Anexo 21.4** Diagrama de Actividades de Proceso de las shorts deportivos con tapa del proceso de estampado

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO										
	Fecha	19.10.2020	Resumen				Diagrama N°	1		
	Producto	Shorts	Actividad	Cantidad	Tiempo	Distancia	Hoja N°	1		
	Proceso analizado	Acabado	Operación		9	2.54	0	Método	Actual	<input checked="" type="checkbox"/>
	Operario	Jorge B. Judith V.	Transporte		0	0.00	0		Futuro	<input type="checkbox"/>
			Demora		0	0	0	Objetivo		
Elaborado por:	Jair Aguilar Gonzales	Inspección		0	0	0				
	Jennifer Berrospi Garay	Almacen		1	0.25	0				
N°	Descripción de la operación	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones	
1	Preparar materiales	0.02								
2	Inspeccionar prenda	0.25								
3	Limpiar prenda	0.67								
4	Piquetear pretina (altura tiro delantero)	0.17								
5	Poner pasadores en pretina	0.16								
6	Poner etiqueta	0.17								
7	Doblar sudadera	0.24								
8	Doblar short	0.58								
9	Embolsar (paquetes de 10 unidades)	0.48								
10	Amar fardo	0.06								

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 23** Procedimiento para graficar el Mapa de Flujo de Valor (VSM) de la confección de shorts deportivos con tapa

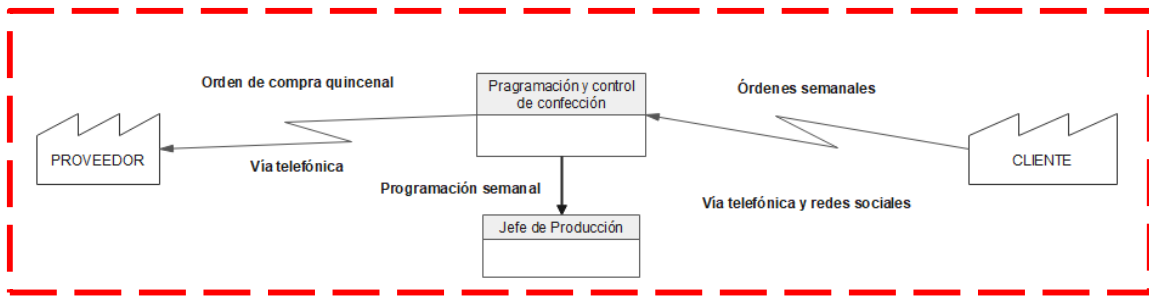
Se grafica la parte superior derecha correspondiente al cliente y la demanda solicitada con su respectivo takt time.



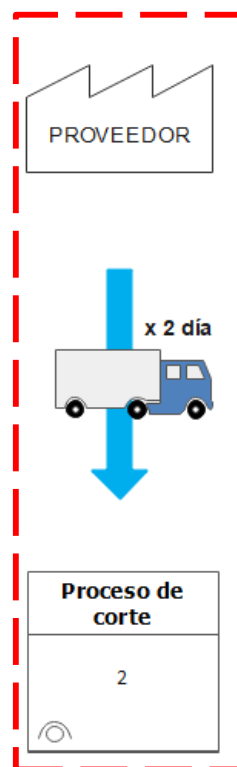
Las programaciones de envío al cliente son quincenales debido que la programación de confección se realiza cada 15 días. El pedido del cliente fue de 320 shorts por ende, el cálculo del takt time es:

Demanda(unidades)	Entrega de pedido(días)	Tiempo laborable al día(min)	Tiempo descanso	Disponibilidad diaria (min)	Takt time (min/short)
D	TE	TL	TD	TL-TD=DD	(DD x TE) / D
320	10	540	60	480	15

Como siguiente paso se graficó el flujo de información de cliente hacia la empresa, y de la empresa hacia el proveedor y hacia la producción.

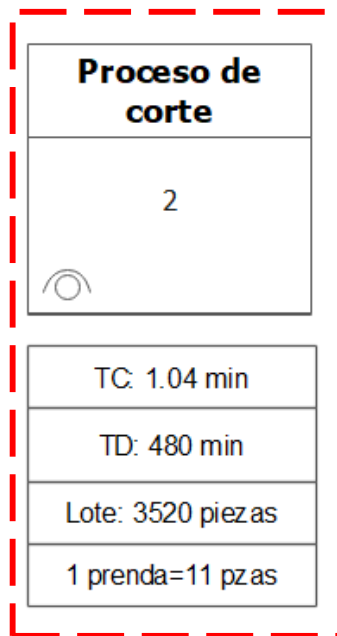


Ahora se graficó el proveedor de materia prima que tiene un tiempo de despacho de dos días y el proceso de coordinación se realiza por medio de vía telefónica quincenalmente.



Posteriormente, se graficó cada proceso que conforma el sistema de producción con sus tiempos ciclos respectivos apoyados de la toma de tiempos de la muestra del Anexo 19 y los diagramas de actividades de todos los procesos del Anexo 22.

Cabe mencionar que el lote de producción que pasa entre operación y operación es de 320 shorts, es decir tiene que acabar una operación para continuar a la siguiente.



En este proceso el número de trabajadores es dos y con respecto al número de capas tendidas lo delimita la altura de la cortadora porque la superficie de la tela es más sencilla trabajarla y no se tiende a correr.

De igual manera el cálculo del tiempo ciclo unitario para los shorts se la división del tiempo total del proceso entre la cantidad de prendas a confeccionar.

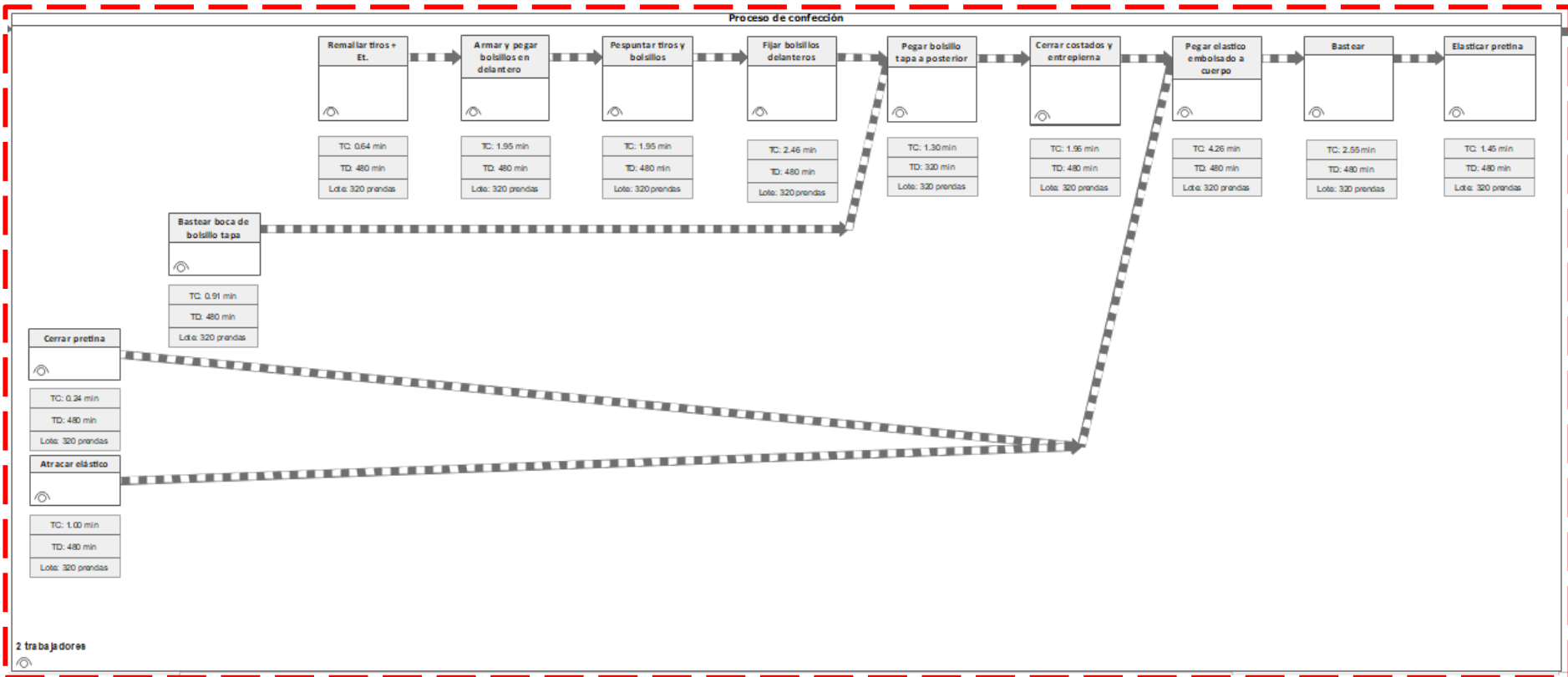
Tiempo total de corte	Cantidad de shorts	Tiempo ciclo unitario
333.55 minutos	320	1.04 min / short

Respecto al proceso de confección se procedió a realizar la agrupación de las operaciones para un mejor entendimiento de la secuencia y se muestra en la tabla siguiente.

<b>Cerrar pretina</b>	Cerrar pretina	0.24	<b>0.24</b>
<b>Atracar elástico</b>	Atracar elastico	0.37	<b>1.00</b>
	Trasladar de recta a remalladora	0.63	
<b>Remallar tiros + etiqueta</b>	Remallar tiro posterior y colocar etiqueta	0.36	<b>0.64</b>
	Remallar tiro delantero	0.28	
<b>Armado y pegar bolsillo en delantero</b>	Armado bolsillo lado derecho (LD)	0.37	<b>1.95</b>
	Armado bolsillo lado izquierdo (LI)	0.37	
	Pegar de bolsillo LD + LI al delantero	0.58	
	Trasladar de remalladora a recta	0.63	
<b>Bastear boca de bolsillo tapa</b>	Doblado y basta en boca bolsillo tapa	0.28	<b>0.91</b>
	Trasladar de recubridora a recta	0.63	
<b>Pespuntar tiros y bolsillos</b>	Pespuntar tiro posterior	0.33	<b>1.95</b>
	Pespuntar tiro delantero	0.22	
	Pespuntar boca de bolsillos delanteros	1.40	
<b>Fijar bolsillos delanteros</b>	Fijar bolsillos LD + LI	1.82	<b>2.46</b>
	Traslado de recta a remalladora	0.63	
<b>Pegar bolsillo tapa a posterior</b>	Pegar bolsillo tapa a posterior derecho	0.66	<b>1.30</b>
	Trasladar de recta a remalladora	0.63	
<b>Cerrar costados y entropierna</b>	Cerrar costados y entropierna	1.96	<b>1.96</b>
<b>Pegar elástico embolsado a cuerpo</b>	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	3.63	<b>4.26</b>
	Traslar de remalladora a recubridora	0.63	
<b>Bastear</b>	Bastear	1.90	<b>2.55</b>
	Traslar a máquina multiagujas	0.65	
<b>Elasticar pretina</b>	Elasticado de pretina	0.81	<b>1.45</b>
	Traslar shorts a estampado	0.63	

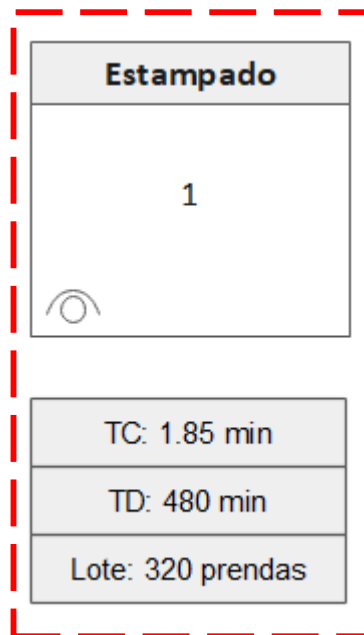
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se grafica las operaciones con los tiempos ciclos y se muestra las operaciones que se realizan en paralelo

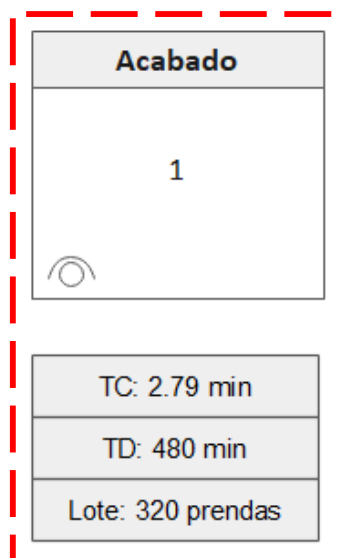


Fuente: Elaboración propia

Se procede a describir la siguiente operación que es el estampado donde solo cuenta con un trabajador. Se consideró todos los tiempos descritos en el Anexo 19 por una unidad de short, obteniendo como tiempo ciclo unitario 1.85 minutos.



Por último, el proceso de acabado igualmente cuenta con un trabajador que se dedica a inspeccionar y embolsado de los productos terminados con un tiempo ciclo de 2.79 minutos por short.




A continuación, se graficó los inventarios entre procesos y operaciones que nos permite hallar el tiempo de permanencia de los inventarios en proceso.



Lo siguiente es calcular los tiempos que no agregan valor que es el tiempo de permanencia por los inventarios que hay entre procesos que permite evaluar el tiempo total en días que deberá transcurrir el lote de 320 short en el proceso productivo y colocar los tiempos ciclos que son las actividades que agregan valor.

El tiempo de permanencia entre procesos se calculó usando la Hoja de Registro de permanencia de inventario que se muestra a continuación.

HOJA DE REGISTRO DE TIEMPO DE PERMANENCIA DE INVENTARIO				
	Fecha de producción	19/10/2020		N° Hoja 1
	Cantidad de lote (prendas)	320		
Elaborado por	Indicador	$TP = \frac{S \times TCs}{TD}$		
Jair Aguilar Gonzales		<small>TP: Tiempo de permanencia en días. S : Stockde permanencia frente a cada operación (prendas) TCs: Tiempo de ciclo de la operación en la que debe entrar para ser procesado. TD: Tiempo total disponible para la producción minutos al día</small>		
Jennifer Berrospi Garay				
Procesos	Cantidad de inventario (unidades)	Tiempo ciclo del proceso siguiente (min)	Tiempo total disponible diario disponible (min)	Tiempo de permanencia (días)
Corte	320	1.04	480	0.69
Confección	320	19.79	960	6.60
Estampado	320	1.85	480	1.23
Acabado y empaque	320	2.79	480	1.86
<b>TOTAL (días)</b>				<b>10.38</b>

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de corte se considera un metraje utilizado de 123.84 metros de largo considerando que el largo de la tela es de 3.096 metros por 80 centímetros y se realizó el tendido de 40 capas de diferentes colores que equivale a las 320 pijamas a confeccionar, que multiplicado por el tiempo ciclo unitario y dividido por el total de minutos disponibles al día corresponde a 0.69 días que demorará en atravesar la operación.

En lo que respecto al proceso de confección se cuenta con dos trabajadores que trabajan se forma secuencial por lo tanto el tiempo ciclo para este proceso se dividió entre dos de las operaciones que se encuentran sombreadas con color plomo. En lo que respecto a actividades en paralelo se considera el tiempo mayor.

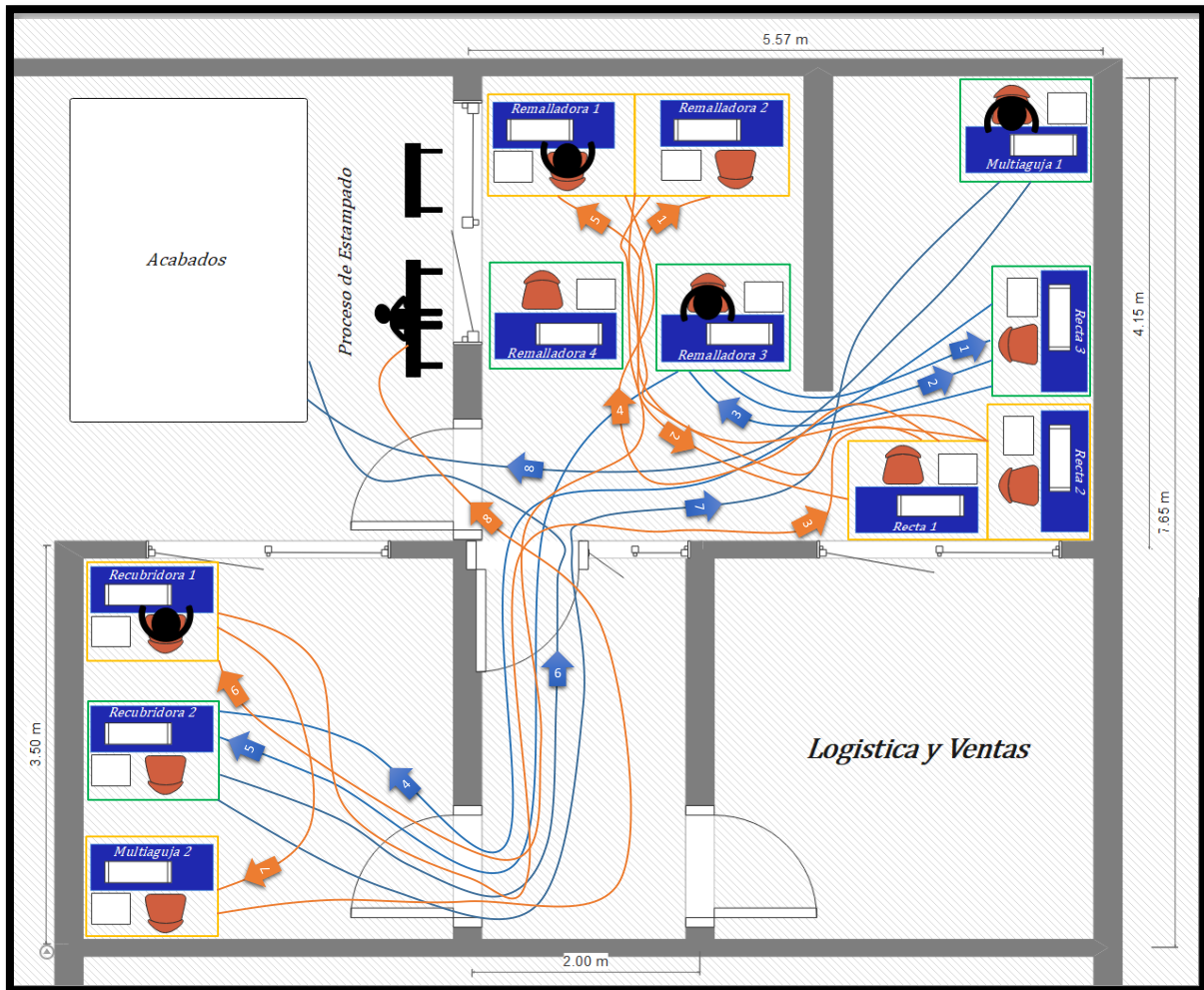
<b>Cerrar pretina</b>	Cerrar pretina	0.24	<b>0.24</b>
<b>Atracar elástico</b>	Atracar elastico	0.37	<b>1.00</b>
	Trasladar de recta a remalladora	0.63	
<b>Remallar tiros + etiqueta</b>	Remallar tiro posterior y colocar etiqueta	0.36	<b>0.64</b>
	Remallar tiro delantero	0.28	
<b>Armar y pegar bolsillo en delantero</b>	Armar bolsillo lado derecho (LD)	0.37	<b>1.95</b>
	Armar bolsillo lado izquierdo (LI)	0.37	
	Pegar de bolsillo LD + LI al delantero	0.58	
	Trasladar de remalladora a recta	0.63	
<b>Bastear boca de bolsillo tapa</b>	Doblado y basta en boca bolsillo tapa	0.28	<b>0.91</b>
	Trasladar de recubridora a recta	0.63	
<b>Pespuntar tiros y bolsillos</b>	Pespuntar tiro posterior	0.33	<b>1.95</b>
	Pespuntar tiro delantero	0.22	
	Pespuntar boca de bolsillos delanteros	1.40	
<b>Fijar bolsillos delanteros</b>	Fijar bolsillos LD + LI	1.82	<b>2.46</b>
	Traslado de recta a remalladora	0.63	
<b>Pegar bolsillo tapa a posterior</b>	Pegar bolsillo tapa a posterior derecho	0.66	<b>1.30</b>
	Trasladar de recta a remalladora	0.63	
<b>Cerrar costados y entrepierna</b>	Cerrar costados y entrepierna	1.96	<b>1.96</b>
<b>Pegar elástico embolsado a cuerpo</b>	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	3.63	<b>4.26</b>
	Traslar de remalladora a recubridora	0.63	
<b>Bastear</b>	Bastear	1.90	<b>2.55</b>
	Traslar a máquina multiagujas	0.65	
<b>Elasticar pretina</b>	Elasticado de pretina	0.81	<b>1.45</b>
	Traslar shorts a estampado	0.63	

Fuente: Elaboración propia

La suma total es de 19.79 minutos.

## Anexo 24 Diagrama de Spaguetti

Obtenido el layout de la planta se procedió a realizar el Diagrama de Spaguetti, en el cual se observa el recorrido en el proceso de confección las prendas pijamas de felpa hipoalergénica y short deportivo. Evidenciamos el desperdicio de tiempos que no agregan valor, así como los trabajadores tardan en desplazarse por los altos inventarios.



Fuente: Elaboración propia

Producto	N° de transporte	Recorrido (desde- hasta)	Distancia (m)	Tiempo de recorrido (min)
Short deportivo	1	Trasladar de Recta 1 a Remalladora 1-2	5.49	0.63
	2	Trasladar de Remalladora 1-2 a Recta 1-2	5.49	0.63
	3	Trasladar de Recubridora 1 a Recta 1-2	11.05	63
	4	Trasladar de Recta 1-2 a Remalladora 1-2	5.49	0.64
	5	Trasladar de Recta 1-2 a Remalladora 1-2	5.49	0.64
	6	Trasladar de Remalladora 1-2 a Recubridora 1	6.33	0.63
	7	Trasladar de Recubridora 1 a Multiaguas 2	2.28	0.65
	8	Trasladar short de Multiaguas 2 a estampado	8.53	0.64

Producto	N° de transporte	Recorrido (desde - hasta)	Distancia (m)	Tiempo de recorrido (min)
Pijama de felpa hipoalergénica	1	Trasladar de Remalladora 3 a Recta 3	5.44	0.17
	2	Trasladar de Remalladora 3 a Recta 3	5.44	0.18
	3	Trasladar de Recta 3 a Remalladora 3	5.44	0.17
	4	Trasladar de Recta 3 a Recubridora 2	15.18	0.47
	5	Trasladar de Remalladora 3 a Recubridora 2	8.93	0.43
	6	Trasladar sudadera de Recubridora 2 a Multiaguas 1 - Acabados	23.74	1.25
	7	Trasladar pantalón de Multiaguas 1 a Acabados	9.44	0.13

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 25** Procedimiento de cálculos para obtener el Índice del Desempeño de Layout para la confección de shorts deportivos con tapa.

El primer paso fue identificar los centros de actividad distribuidos en el área de confección para el proceso de shorts.

N° Máquina	
1	Recta
2	Remalladora
3	Multiaguas
4	Recubridora

Posteriormente, se identificó las intensidades de transportes parciales del promedio del material que se transportan entre máquinas con fecha 05 de octubre de 2020, resultando la **Matriz t**.

		1	2	3	4
Matriz t =		1	2	3	4
	1	0	960	0	0
	2	640	0		320
	3	0	0	0	0
	4	0	0	320	0

Una vez se hallaron las intensidades de transportes se realizó la **Matriz T**, que consolidó la sumatoria de las intensidades de transportes en ambas direcciones entre máquinas del proceso.

		1	2	3	4
Matriz T =		1	2	3	4
	1	0	1600	0	0
	2	0	0	0	320
	3	0	0	0	320
	4	0	0	0	0

El **segundo paso** fue identificar las relaciones de adyacencia ideales en función a la calificación de los expertos, resumiendo la información obtenida en el siguiente gráfico.

Centros de actividad		Relaciones ideales de adyacencia					Moda	Rij	Justificación
i	j	E1	E2	E3	E4	E5			
1	2	E	I	I	E	E	E	10	Actividades con flujo directo
1	3	N	N	D	N	D	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
1	4	O	I	I	O	O	O	2	Cuenta con flujo en una sola dirección
2	1	I	I	I	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
2	3	D	D	D	O	O	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
2	4	I	O	I	E	I	I	5	Flujo medio de actividades
3	1	D	D	D	N	N	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
3	2	N	D	N	D	D	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
3	4	O	I	O	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
4	1	I	E	I	I	E	I	5	Flujo medio de actividades
4	2	I	O	I	O	I	I	5	Flujo medio de actividades
4	3	I	I	I	O	O	I	5	Flujo medio de actividades

Fuente: Elaboración propia

Las equivalencias cuantitativas fueron ordenadas en la **Matriz R** como lo indicó el procedimiento.

**Matriz R =**

	1	2	3	4
1	0	10	-10	2
2	5	0	0	5
3	0	0	0	5
4	5	5	5	0

El **tercer paso** fue asignar el coeficiente binario para cada par de centros de máquinas tomando valores cero (0) para las máquinas sin adyacencia y uno (1) para las máquinas que si la tienen.

**Matriz X =**

	1	2	3	4
1	0	0	1	0
2	0	0	0	0
3	1	0	0	1
4	0	0	1	0

Con respecto al **cuarto paso** se asignó el valor de 0.75 para la importancia relativa, dando mayor relevancia a los factores cuantitativos frente a los cualitativos (0.25).

Criterio	Alpha
Cuantitativo	<b>0.75</b>
Cualitativo	<b>0.25</b>
<b>Total</b>	<b>1</b>

Por último, el **quinto paso** es cuantificar el Índice de Desempeño de Layout, desarrollando en primer lugar los dos índices que componen la fórmula.

El valor del Índice de Flujo Operativo fue:

i	j	Tij	Xij	Tij x Xij	IFO
1	2	1600	0	0	14.29%
1	3	0	1	0	
1	4	0	0	0	
2	1	0	0	0	
2	3	0	0	0	
2	4	320	0	0	
3	1	0	1	0	
3	2	0	0	0	
3	4	320	1	320	
4	1	0	0	0	
4	2	0	0	0	
4	3	0	1	0	
<b>Total</b>		<b>2240</b>		<b>320</b>	


El valor del Índice de Relaciones Subjetivas fue:


i	j	Rij	Xij	Rij x Xij	IFS
1	2	10	0	0	0.00%
1	3	-10	1	-10	
1	4	2	0	0	
2	1	5	0	0	
2	3	0	0	0	
2	4	5	0	0	
3	1	0	1	0	
3	2	0	0	0	
3	4	5	1	5	
4	1	5	0	0	
4	2	5	0	0	
4	3	5	1	5	
<b>Total</b>		<b>32</b>		<b>0</b>	

Por lo tanto, el valor obtenido para el Índice de Desempeño de Layout fue:


Alpha	Suplemento	IFO	IFS	IDL
$\alpha$	$\alpha-1$	14.29%	0.00%	11%
0.75	0.25			

## Anexo 26 Toma de tiempos del proceso de confección de las pijamas hipoalergénicas (muestra 75 prendas)

		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																									
		Proceso	Confección	Fecha de inicio (producción)	5/04/2021	Fecha de inicio toma tiempo	5/04/2021																				
Producto analizado	Pijamas hipoalergénicas	N° de muestra	25	Fecha de inicio toma tiempo	5/04/2021																						
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jenniffer Berrosipi Garay	N° Prendas confeccionadas	63	Fecha final toma tiempo	9/04/2021																						
Número	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																							Tiempo promedio		
		5/04/2021																									
1	Remallar tiro delantero fijado (pant)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	58.76
2	Remallar tiro posterior fijado+pegado de etiqueta(pant)	30	40	47	50	49	30	47	63	30	40	47	63	59	65	50	49	30	47	63	59	65	50	49	30	48	48
3	Remallar hombros LD +LI fijado(sud)	37	40	40	43	38	43	43	42	37	39	43	42	43	43	43	38	43	43	42	43	43	43	38	43	37	41.16
4	Remallar costados fijados+pegado de etiqueta (LI)(sud)	67	77	80	82	71	85	75	84	86	83	75	84	78	77	82	71	85	75	84	78	77	82	71	85	75	78.76
5	Pespunte tiro delantero(pant)	92	93	62	77	67	75	88	75	85	84	88	75	74	74	77	67	75	88	75	74	74	77	67	75	96	78.16
6	Pespunte tiro posterior (pant)	77	95	64	88	82	69	89	91	70	66	89	91	71	78	88	82	69	89	91	71	78	88	82	69	88	80.6
7	Remallar manga Der. Fijada(sud)	25	35	38	37	30	25	37	36	35	29	37	36	34	27	37	30	25	37	36	34	27	37	30	25	38	32.68
8	Remallar manga lzq. Fijada(sud)	27	20	26	35	20	31	29	38	21	24	29	38	22	38	35	20	31	29	38	22	38	35	20	31	22	28.76
9	Atracar elástico (pant)	100	115	130	125	105	94	104	104	99	126	135	102	115	113	99	116	112	119	125	106	120	112	116	125	103	112.8
10	Unir mangas Der. + lzq. a cuerpo (sud)	175	190	195	203	201	177	186	210	193	175	186	210	182	203	203	201	177	186	210	182	203	203	201	177	193	192.88
11	Remallar tiro de entrepierna (pant)	82	137	94	86	83	138	96	131	99	147	96	131	146	125	86	83	138	96	131	146	125	86	83	138	96	111.96
12	Cerrar cuello(sud)	15	30	29	55	49	21	52	25	43	58	52	25	47	20	55	49	21	52	25	47	20	55	49	21	41	38.24
13	Unir cuello a cuerpo (sud)	110	106	110	119	120	118	114	123	124	111	114	123	106	119	119	120	118	114	123	106	119	119	120	118	119	116.48
14	Remallar bordes de elastico + cintura (pant)	111	134	100	101	111	116	135	106	122	117	135	106	121	122	101	111	116	135	106	121	122	101	111	116	137	116.56
15	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta(sud)	140	156	142	169	141	179	145	149	156	173	145	149	175	173	169	141	179	145	149	175	173	169	141	179	145	158.28
16	Doblado y basta de pantalón	130	87	164	133	71	94	128	159	130	146	128	159	99	158	133	71	94	128	159	99	158	133	71	94	125	122.04
17	Doblado y basta de manga Der.(sud)	54	49	33	60	53	54	59	74	56	69	59	74	27	59	60	53	54	59	74	27	59	60	53	54	66	55.96
18	Doblado y basta de manga lzq.(sud)	44	40	47	65	49	76	41	77	30	83	41	77	81	41	65	49	76	41	77	81	41	65	49	76	74	59.44
19	Doblado y elasticado de pretina(pant)	99	62	65	84	82	89	88	96	84	83	88	96	92	65	84	82	89	88	96	92	65	84	82	89	65	83.56
20	Doblado y basta de faldón(sud)	130	133	110	131	111	128	133	113	125	129	133	113	120	100	131	111	128	133	113	120	100	131	111	128	129	121.76
21																											


		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																									
		Proceso	Confección	Fecha de inicio (producción)	12/04/2021	Fecha de inicio toma tiempo	12/04/2021																				
Producto analizado	Pijamas hipoalergénicas	N° de muestra	25	Fecha de inicio toma tiempo	12/04/2021																						
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jenniffer Berrosipi Garay	N° Prendas confeccionadas	76	Fecha final toma tiempo	16/04/2021																						
Número	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																							Tiempo promedio		
		5/04/2021											12/04/2021														
1	Remallar tiro delantero fijado (pant)	T26	T27	T28	T29	T30	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	68.56
2	Remallar tiro posterior fijado+pegado de etiqueta(pant)	63	59	53	58	50	30	40	45	58	44	65	58	50	30	40	45	58	44	47	63	59	53	56	48	48	50.56
3	Remallar hombros LD +LI fijado(sud)	42	43	38	37	43	37	40	40	43	39	42	37	43	37	40	40	43	39	43	42	43	38	39	39	37	40.16
4	Remallar costados fijados+pegado de etiqueta (LI)(sud)	84	78	87	74	88	67	77	80	90	83	67	74	88	67	77	80	90	83	75	84	78	87	67	81	75	79.24
5	Pespunte tiro delantero(pant)	75	74	70	82	75	92	93	62	78	84	91	82	75	92	93	62	78	84	88	75	74	70	88	81	96	80.56
6	Pespunte tiro posterior (pant)	91	71	93	68	71	77	95	64	60	66	79	68	71	77	95	64	60	66	89	91	71	93	76	79	88	76.92
7	Remallar manga Der. Fijada(sud)	36	34	28	27	27	25	35	38	29	29	31	27	27	25	35	38	29	29	37	36	34	28	39	36	38	31.88
8	Remallar manga lzq. Fijada(sud)	38	22	27	22	37	27	20	26	38	24	27	22	37	27	20	26	38	24	29	38	22	27	33	32	22	28.2
9	Atracar elástico (pant)	100	96	95	125	94	104	102	128	113	136	92	104	137	111	92	116	112	119	135	106	120	112	116	125	103	111.72
10	Unir mangas Der. + lzq. a cuerpo (sud)	210	182	212	176	176	175	190	195	216	175	196	176	176	175	190	195	216	175	186	210	182	212	189	178	193	190.24
11	Remallar tiro de entrepierna (pant)	131	146	145	110	91	82	137	94	147	147	101	110	91	82	137	94	147	147	96	131	146	145	101	136	96	119.6
12	Cerrar cuello(sud)	25	47	42	58	15	34	30	29	35	58	43	58	15	34	30	29	35	58	52	25	47	42	51	39	41	38.88
13	Unir cuello a cuerpo (sud)	123	106	118	116	110	110	106	110	104	111	122	116	110	110	106	110	104	111	114	123	106	118	111	123	119	112.68
14	Remallar bordes de elastico + cintura (pant)	106	121	136	136	125	111	134	100	127	117	116	136	125	111	134	100	127	117	135	106	121	136	110	119	137	121.72
15	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta(sud)	149	175	148	145	155	140	156	142	165	173	157	145	155	140	156	142	165	173	145	149	175	148	168	157	145	154.72
16	Doblado y basta de pantalón	159	99	164	88	142	130	87	164	63	146	101	88	142	130	87	164	63	146	128	159	99	164	83	83	125	120.16
17	Doblado y basta de manga Der.(sud)	74	69	43	67	75	43	49	55	38	46	69	67	75	43	49	55	38	46	59	74	69	43	33	67	66	56.48
18	Doblado y basta de manga lzq.(sud)	77	81	54	38	66	44	40	47	85	63	74	38	66	44	40	47	85	63	41	77	81	54	50	61	74	59.6
19	Doblado y elasticado de pretina(pant)	82	83	83	87	73	94	82	94	83	83	99	87	73	94	82	94	83	83	88	82	83	83	95	94	98	86.48
20	Doblado y basta de faldón(sud)	113	120	100	109	126	130	133	110	127	129	98	109	126	130	133	110	127	129	133	113	120	100	104	119	129	119.08
21																											





HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																													
	Proceso	Confección								Fecha de inicio (producción)								20/04/2021				Fecha de inicio toma tiempo				20/04/2021			
	Producto analizado	Pijamas hipoalergénicas								N° de muestra								15				Fecha final toma tiempo				26/04/2021			
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay								N° Prendas confeccionadas								68											
Número	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																								Tiempo promedio			
		12/04/2021												20/04/2021															
		T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14		T15		
1	Remallar tiro delantero fijado (pant)	52	55	49	48	62	64	55	49	54	65	62	57	71	71	65	52	55	49	48	62	64	52	59	63	48	64.79		
2	Remallar tiro posterior fijado+pegado de etiqueta(pant)	47	51	39	46	60	35	51	39	65	54	52	58	50	58	63	47	51	39	46	60	35	53	56	48	46	50.36		
3	Remallar hombros LD +LI fijado(sud)	43	42	43	43	37	38	42	43	43	39	42	37	43	43	39	43	42	43	43	37	38	38	39	39	38	40.33		
4	Remallar costados fijados+pegado de etiqueta (LI)(sud)	75	84	78	88	82	65	84	78	77	66	67	74	88	90	83	75	84	78	88	82	65	87	67	81	87	79.13		
5	Pespunte tiro delantero(pant)	88	75	74	91	67	76	75	74	74	75	91	82	75	97	84	88	75	74	91	67	76	70	88	81	88	80.32		
6	Pespunte tiro posterior (pant)	89	91	71	62	96	70	91	71	78	99	79	68	71	60	87	89	91	71	62	96	70	93	76	79	76	77.76		
7	Remallar manga Der. Fijada(sud)	37	36	34	25	28	36	36	34	27	39	31	27	27	29	29	37	36	34	25	28	36	28	39	36	28	31.95		
8	Remallar manga Izq. Fijada(sud)	29	38	22	23	24	35	38	22	38	33	27	22	37	38	24	29	38	22	23	24	35	27	33	32	27	28.67		
9	Atracar elástico (pant)	100	115	95	96	105	104	102	100	113	105	124	104	104	130	123	116	112	98	90	106	120	112	116	125	116	110.89		
10	Unir mangas Der. + Izq. a cuerpo (sud)	186	210	182	196	207	210	210	182	203	190	196	176	176	216	175	186	210	182	196	207	210	212	189	178	212	192.12		
11	Remallar tiro de entrepierna (pant)	96	131	146	147	130	126	131	146	125	124	101	110	91	147	147	96	131	146	147	130	126	145	101	136	147	122.44		
12	Cerrar cuello(sud)	52	25	47	45	53	44	25	47	20	60	43	58	35	19	58	52	25	47	45	53	44	42	51	39	42	40.20		
13	Unir cuello a cuerpo (sud)	114	123	106	112	118	115	123	106	119	110	122	126	110	125	130	114	123	106	112	118	115	118	111	123	118	114.01		
14	Remallar bordes de elastico + cintura (pant)	135	106	119	131	135	113	106	119	122	106	116	136	125	103	117	135	106	119	131	135	113	136	110	119	110	121.19		
15	Pespuntar cuello + pegado de etiqueta(sud)	145	149	175	163	150	175	149	175	173	151	157	145	155	165	173	145	149	175	163	150	175	148	168	157	150	156.21		
16	Doblado y basta de pantalón	128	159	99	88	143	115	159	99	158	75	101	88	142	63	146	128	159	99	88	143	115	164	83	83	164	119.96		
17	Doblado y basta de manga Der.(sud)	59	74	27	54	44	55	74	27	56	69	69	67	75	38	46	59	74	27	54	44	55	43	33	67	54	55.57		
18	Doblado y basta de manga Izq.(sud)	41	77	81	37	61	80	77	81	41	83	50	38	38	85	63	41	77	81	37	61	80	74	50	61	74	60.65		
19	Doblado y elasticado de pretina(pant)	77	96	83	90	87	96	96	83	82	89	83	87	99	83	83	77	96	83	90	87	96	83	95	94	96	87.13		
20	Doblado y basta de faldón(sud)	133	113	120	132	106	99	113	120	100	125	110	109	126	127	129	133	113	120	132	106	99	100	104	119	132	118.32		
21																													
	Tiempos ciclos mayores de operaciones en paralelo																												
	Sud Sudadera																									Tiempo total (segundos/prenda)	1,121.21		
	Pant Pantalón																									Tiempo total (minutos/prenda)	18.45		

Fuente: Elaboración propia




		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																
	Proceso	Confeción								Fecha de inicio (producción)	19/04/2021								Fecha de inicio toma tiempo	24/04/2021																														
	Producto analizado	Short clásico con tapa								N° de muestra	47								Fecha final toma tiempo	24/04/2021																														
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay								N° Prendas confeccionadas	384																																							
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																												Tiempo promedio																				
15	Cerrar costados y entrepierna	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	118.34


		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																
	Proceso	Confeción								Fecha de inicio (producción)	19/04/2021								Fecha de inicio toma tiempo	25/04/2021																														
	Producto analizado	Short clásico con tapa								N° de muestra	47								Fecha final toma tiempo	25/04/2021																														
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay								N° Prendas confeccionadas	384																																							
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																												Tiempo promedio																				
16	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	214.13


		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																
	Proceso	Confeción								Fecha de inicio (producción)	19/04/2021								Fecha de inicio toma tiempo	26/04/2021																														
	Producto analizado	Short clásico con tapa								N° de muestra	47								Fecha final toma tiempo	26/04/2021																														
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay								N° Prendas confeccionadas	384																																							
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																												Tiempo promedio																				
17	Bastear	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	114.02
18	Elasticar pretina	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	48.77

Fuente: Elaboración propia



HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	Proceso	Confección									Fecha de inicio	4/05/2021									Fecha de inicio toma tiempo	11/05/2021																												
	Producto analizado	Short clásico con tapa									N° de muestra	48									Fecha final toma tiempo	11/05/2021																												
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay									N° Prendas confeccionadas	375																																						
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																										Tiempo promedio																						
15	Cerrar costados y entrepierna	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	120.42

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	Proceso	Confección									Fecha de inicio	4/05/2021									Fecha de inicio toma tiempo	12/05/2021																												
	Producto analizado	Short clásico con tapa									N° de muestra	48									Fecha final toma tiempo	12/05/2021																												
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay									N° Prendas confeccionadas	375																																						
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																										Tiempo promedio																						
16	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	221.71

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	Proceso	Confección									Fecha de inicio	4/05/2021									Fecha de inicio toma tiempo	13/05/2021																												
	Producto analizado	Short clásico con tapa									N° de muestra	48									Fecha final toma tiempo	13/05/2021																												
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay									N° Prendas confeccionadas	375																																						
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																										Tiempo promedio																						
17	Bastear	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	114.25
18	Elasticar pretina	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	47.98

Fuente: Elaboración propia




		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																
	Proceso	Confeción										Fecha de inicio					18/05/2021					Fecha de inicio toma tiempo			25/05/2021																									
	Producto analizado	Short clásico con tapa										N° de muestra					48					Fecha final toma tiempo			25/05/2021																									
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay										N° Prendas confeccionadas					381																																	
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																												Tiempo promedio																				
15	Cerrar costados y entrepierna	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	111.73


		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																
	Proceso	Confeción										Fecha de inicio					18/05/2021					Fecha de inicio toma tiempo			26/05/2021																									
	Producto analizado	Short clásico con tapa										N° de muestra					48					Fecha final toma tiempo			26/05/2021																									
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay										N° Prendas confeccionadas					381																																	
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																												Tiempo promedio																				
16	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	219.88

		HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																
	Proceso	Confeción										Fecha de inicio					18/05/2021					Fecha de inicio toma tiempo			27/05/2021																									
	Producto analizado	Short clásico con tapa										N° de muestra					48					Fecha final toma tiempo			27/05/2021																									
	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay										N° Prendas confeccionadas					381																																	
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																												Tiempo promedio																				
17	Bastear	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	114.23
18	Elasticar pretina	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	47.92

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 27.4** Toma de tiempos del proceso de confección de shorts deportivos con tapa (muestra de 191 prendas) Lote de producción 400- 01/06/2021

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confección</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>1/06/2021</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>3/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>3/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>400</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confección	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	3/06/2021	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	3/06/2021	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																	
Proceso	Confección	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	3/06/2021																																													
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	3/06/2021																																													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																															
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																														Tiempo promedio		
1	Preparar máquinas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	228.40
2	Atracar elastico	24	21	21	22	21	25	23	25	24	21	21	22	21	22	21	22	23	21	25	25	20	21	24	25	24	23	23	25	22	25	24	23	23	25	22	23	23	21	23	22	21	22	23	21	25	25	20	21	22.58
3	Cerrar pretina	16	14	16	15	13	17	12	13	15	14	16	15	13	13	17	18	18	17	18	13	16	18	13	15	17	14	15	13	18	15	17	14	15	13	18	14	18	15	14	13	17	18	18	17	18	13	16	18	14.77
4	Remallar tiro posterior y colocar etiqueta	16	18	23	23	23	17	24	25	17	18	23	23	22	25	19	27	25	26	20	27	22	27	24	23	20	18	26	18	24	23	20	18	26	18	23	28	22	24	22	25	19	27	25	26	20	27	22	21.53	
5	Remallar tiro delantero	15	17	17	16	19	15	18	21	17	17	17	16	19	15	13	15	12	13	16	11	16	13	17	15	13	12	17	15	13	15	13	12	17	15	13	14	16	12	11	15	13	15	12	13	16	11	16	13	16.37
6	Doblar y bastear boca de bolsillo tapa	18	14	20	19	18	12	18	21	21	14	20	19	18	16	20	13	15	20	19	14	17	14	16	22	18	23	17	19	15	16	18	15	17	19	15	13	24	13	15	16	20	13	15	20	19	14	17	14	16.64
7	Amar bolsillo lado derecho (LD)	20	23	20	22	23	25	23	21	20	23	20	22	23	23	24	27	20	20	21	22	25	24	19	20	27	25	28	27	26	20	27	25	28	27	26	28	21	24	22	23	24	27	20	21	22	25	24	22.47	
8	Amar bolsillo lado izquierdo (LI)	24	23	23	22	20	24	23	22	21	23	23	22	20	26	23	21	25	21	25	21	24	25	21	24	24	22	23	26	25	24	24	22	23	26	25	25	23	20	26	26	23	21	25	21	25	21	24	25	22.31
9	Pegar de bolsillo LD + LI al delantero	39	39	38	39	39	36	35	32	31	39	38	39	39	30	36	34	40	34	33	37	36	39	34	38	30	36	36	35	30	38	30	36	36	35	30	36	40	38	34	30	36	34	40	34	33	37	36	39	34.30

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confección</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>1/06/2021</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>4/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>4/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>400</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confección	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	4/06/2021	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	4/06/2021	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																	
Proceso	Confección	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	4/06/2021																																													
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	4/06/2021																																													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																															
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																														Tiempo promedio		
10	Pespuntar tiro posterior	24	15	23	16	18	21	23	27	16	23	18	21	14	25	22	21	23	16	18	21	23	27	16	23	18	21	14	14	22	18	16	14	27	27	21	14	22	22	14	25	19	27	24	19	22	18	23	19	19.48
11	Pespuntar tiro delantero	12	14	11	14	13	14	11	12	12	15	14	14	10	12	14	13	11	14	13	14	11	12	12	15	14	14	10	11	10	15	14	14	16	13	16	11	10	14	11	11	14	10	12	16	13	12	11	13	12.84
12	Pespuntar boca de bolsillos delanteros	81	86	75	94	98	78	78	73	87	88	71	71	70	84	77	95	75	94	98	78	78	73	87	88	71	71	70	95	91	85	85	72	96	81	99	95	91	85	93	92	95	77	94	75	99	85	100	98	84.00
13	Fijar bolsillos LD + LI	83	76	81	100	152	145	96	77	96	75	88	91	99	84	166	86	81	100	142	137	153	153	168	145	115	112	118	106	142	93	144	99	84	93	143	81	100	77	152	163	77	96	90	99	91	161	91	86	122.21

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confección</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>1/06/2021</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>7/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>7/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>400</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confección	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	7/06/2021	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	7/06/2021	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																	
Proceso	Confección	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	7/06/2021																																													
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	7/06/2021																																													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																															
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																														Tiempo promedio		
14	Pegar bolsillo tapa a posterior derecho	48	45	47	32	30	41	35	32	35	33	36	37	32	37	36	35	34	36	32	30	31	35	32	35	35	32	35	30	33	34	37	32	38	31	35	32	35	33	36	37	32	37	36	35	32	45	38	35	39.98



HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confeción</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>1/06/2021</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>8/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>8/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>400</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confeción	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	8/06/2021	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	8/06/2021	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																	
Proceso	Confeción	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	8/06/2021																																													
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	8/06/2021																																													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																															
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																																Tiempo promedio
15	Cerrar costados y entrepierna	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	117.73

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confeción</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>1/06/2021</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>9/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>9/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>400</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confeción	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	9/06/2021	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	9/06/2021	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																	
Proceso	Confeción	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	9/06/2021																																													
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	9/06/2021																																													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																															
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																																Tiempo promedio
16	Pegar elastico embolsado + pretina a cuerpo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	218.51

HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																																																		
	<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Confeción</td> <td>Fecha de inicio</td> <td>1/06/2021</td> <td>Fecha de inicio toma tiempo</td> <td>10/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Producto analizado</td> <td>Short clásico con tapa</td> <td>N° de muestra</td> <td>48</td> <td>Fecha final toma tiempo</td> <td>10/06/2021</td> </tr> <tr> <td>Elaborado por</td> <td>Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay</td> <td>N° Prendas confeccionadas</td> <td>400</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Proceso	Confeción	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	10/06/2021	Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	10/06/2021	Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																	
Proceso	Confeción	Fecha de inicio	1/06/2021	Fecha de inicio toma tiempo	10/06/2021																																													
Producto analizado	Short clásico con tapa	N° de muestra	48	Fecha final toma tiempo	10/06/2021																																													
Elaborado por	Jair Aguilar Gonzales / Jennifer Berrospi Garay	N° Prendas confeccionadas	400																																															
N°	Descripción	Tiempo registrado de las muestras tomadas (segundos)																																																Tiempo promedio
17	Bastear	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	114.18
18	Elasticar pretina	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42	T43	T44	T45	T46	T47	T48	48.02

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 28** Cálculo del Índice de Desempeño de Layout del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas y shorts deportivos con tapa

**IDL Pijamas Hipoalergénicas**

Matriz t identificación de las intensidades de transportes

**Matriz t =**

	1	2	3	4
1	0	70	0	70
2	140	0	0	70
3	0	0	0	0
4	0	0	70	0

Matriz T triangular no orientada de las intensidades de transportes

**Matriz T =**

	1	2	3	4
1	0	210	0	70
2	0	0	0	70
3	0	0	0	70
4	0	0	0	0

Calificación de expertos según la adyacencia de las máquinas

Centros de actividad		Relaciones ideales de adyacencia					Moda	Rij	Justificación
i	j	E1	E2	E3	E4	E5			
1	2	E	E	I	I	E	E	10	Actividades con flujo directo
1	3	N	D	D	N	N	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
1	4	I	I	E	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
2	1	E	E	I	I	E	E	10	Actividades con flujo directo
2	3	D	O	O	D	D	D	0	Están contiguas pero no comparten flujo
2	4	O	I	D	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
3	1	N	D	N	N	D	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
3	2	N	N	N	D	D	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
3	4	I	O	D	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
4	1	N	N	N	N	N	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
4	2	N	O	N	O	N	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
4	3	E	I	E	I	I	I	5	Flujo medio de actividades

Matriz R-Calificación cualitativa de la relación de adyacencia de las intensidades de transportes

**Matriz R** =

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	0	10	-10	5
<b>2</b>	10	0	0	5
<b>3</b>	-10	-10	0	5
<b>4</b>	-10	-10	5	0

Importancia relativa de los criterios cuantitativos versus cualitativos

Criterio	Alpha
Cuantitativo	<b>0.75</b>
Cualitativo	<b>0.25</b>
<b>Total</b>	<b>1</b>

Cálculo del Índice de Flujo Operativo

i	j	Tij	Xij	Tij x Xij	IFO
1	2	210	1	210	<b>100.00%</b>
1	3	0	1	0	
1	4	70	1	70	
2	1	0	1	0	
2	3	0	1	0	
2	4	70	1	70	
3	1	0	1	0	
3	2	0	1	0	
3	4	70	1	70	
4	1	0	1	0	
4	2	0	1	0	
4	3	0	1	0	
<b>Total</b>		<b>420</b>		<b>420</b>	

Cálculo del Índice de Relaciones Subjetivas

i	j	Rij	Xij	Rij x Xij	IFS
1	2	10	1	10	100.00%
1	3	-10	1	-10	
1	4	5	1	5	
2	1	10	1	10	
2	3	0	1	0	
2	4	5	1	5	
3	1	-10	1	-10	
3	2	-10	1	-10	
3	4	5	1	5	
4	1	-10	1	-10	
4	2	-10	1	-10	
4	3	5	1	5	
<b>Total</b>		<b>-10</b>		<b>-10</b>	

### IDL Shorts deportivos con tapa

Matriz t identificación de las intensidades de transportes

Matriz t =

	1	2	3	4
1	0	770	0	0
2	385	0	0	385
3	0	0	0	0
4	385	0	385	0

Matriz T triangular no orientada de las intensidades de transportes

Matriz T =

	1	2	3	4
1	0	1155	0	385
2	0	0	0	385
3	0	0	0	385
4	0	0	0	0

## Calificación de expertos según adyacencia de las máquinas

Centros de actividad		Relaciones ideales de adyacencia					Moda	Rij	Justificación
i	j	E1	E2	E3	E4	E5			
1	2	E	I	I	E	E	E	10	Actividades con flujo directo
1	3	N	N	D	N	D	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
1	4	N	I	N	N	O	N	-10	No existe intercambio de material entre ellas
2	1	I	I	I	I	I	I	5	Flujo medio de actividades
2	3	D	D	D	O	O	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
2	4	I	O	I	E	I	I	5	Flujo medio de actividades
3	1	D	D	D	N	N	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
3	2	N	D	N	D	D	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
3	4	D	D	D	I	I	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
4	1	I	E	I	I	E	I	5	Flujo medio de actividades
4	2	I	D	D	D	I	D	0	Estan contiguas pero no comparten flujo
4	3	I	I	I	O	O	I	5	Flujo medio de actividades

Matriz R Calificación cualitativa de la relación de adyacencia de las intensidades de transportes

Matriz R =

	1	2	3	4
1	0	10	-10	-10
2	5	0	0	5
3	0	0	0	0
4	5	0	5	0

Importancia relativa de los criterios cuantitativos versus cualitativos

Criterio	Alpha
Cuantitativo	<b>0.75</b>
Cualitativo	<b>0.25</b>
<b>Total</b>	<b>1</b>

Cálculo del Índice de Flujo Operativo

i	j	Tij	Xij	Tij x Xij	IFO
1	2	1155	1	1155	83.33%
1	3	0	1	0	
1	4	385	1	385	
2	1	0	1	0	
2	3	0	0	0	
2	4	385	0	0	
3	1	0	1	0	
3	2	0	0	0	
3	4	385	1	385	
4	1	0	1	0	
4	2	0	0	0	
4	3	0	1	0	
<b>Total</b>		<b>2310</b>		<b>1925</b>	

Cálculo del Índice de Relaciones Subjetivas

i	j	Rij	Xij	Rij x Xij	IFS
1	2	10	1	10	50.00%
1	3	-10	1	-10	
1	4	-10	1	-10	
2	1	5	1	5	
2	3	0	0	0	
2	4	5	0	0	
3	1	0	1	0	
3	2	0	0	0	
3	4	0	1	0	
4	1	5	1	5	
4	2	0	0	0	
4	3	5	1	5	
<b>Total</b>		<b>10</b>		<b>5</b>	

## Anexo 29 Carta de autorización para realizar tesis de investigación



# COCO COMPANY

Lima, 25 de mayo del 2021

Señor,

Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo-Sede Lima

### ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN

Por el presente documento, yo Jorge Antonio Berrospi Garay, identificado con DNI N° 40858462, en calidad de representante legal de la empresa/entidad Coco Company, autorizo a Aguilar Gonzales Jair Octavio y Berrospi Garay Jennifer, identificados con DNI 70862521 y 47149514 respectivamente, bachilleres de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Alas Peruanas - Sede Lima, a utilizar información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado "Implementación de células de manufactura para mejorar la productividad en la empresa de confección textil Coco Company"

Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrán llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.

Atentamente,



JORGE A. BERROSPI GARAY  
RUC. 10408584626  
GERENTE GENERAL

Berrospi Garay Jorge Antonio  
Gerente General

Dirección: Calle Avelino Cáceres 125-Villa María del Triunfo-Lima-Perú  
Celular: 946 549 094 – 984 229 169

## Anexo 30 Resumen de procesamiento de casos y gráficos

### Resumen de procesamiento de casos de datos de la productividad del proceso de confección de pijamas hipoalergénicas

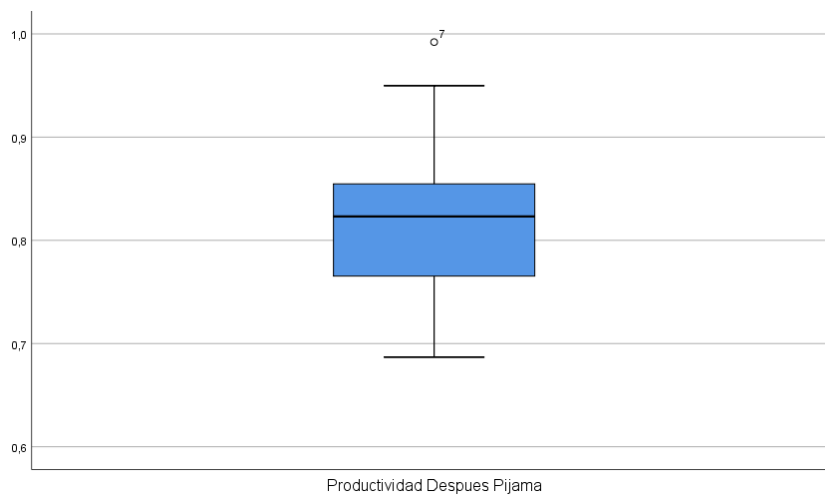
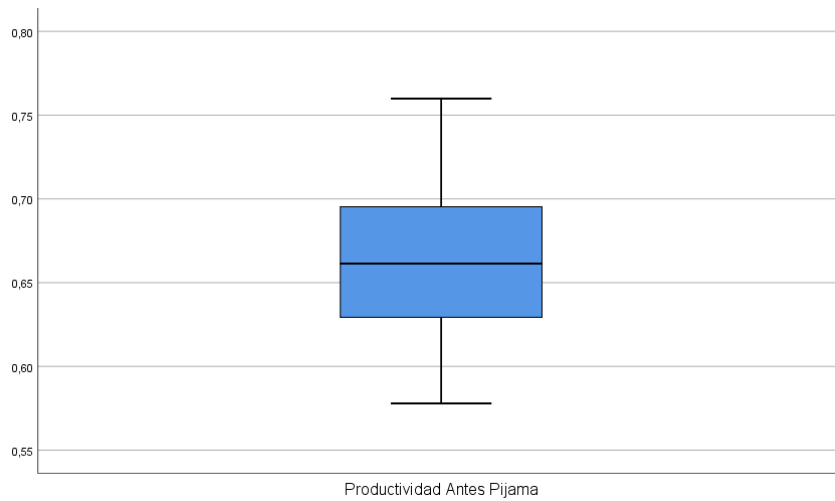
	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad Antes Pijama	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%
Productividad Despues Pijama	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%

### Resumen de procesamiento de casos de datos de la productividad del proceso de confección de shorts deportivos con tapa

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Prod_Antes_Shots	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
Prod_Despues_Shots	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

### Gráficos de bigotes-Productividad antes y después de implementar células de manufactura en el proceso de confección de pijamas hipoalergénicas





**Gráficos de bigotes-Productividad antes y después de implementar células de manufactura en el proceso de confección de shorts deportivos con tapa**

